**1. Промислові технології. Технологічні процеси виготовлення засобів виробництва і предметів споживання**

Технологічним процесом називають послідовний набір операцій, в ході кожної з яких із сировини отримують проміжну або готову продукцію з певними властивостями. Сировиною називаються речовини з яких виробляють продукцію. У ході цих операцій змінюється форма, розміри або властивості речовини. Внаслідок цих змін сировина перетворюється на напівфабрикати або готову продукцію. Кожний технологічний процес складається з дрібніших технологічних процесів або є частиною більш складного. Наприклад, технологічний процес складання автомобільного двигуна, з одного боку, можна поділити на дрібніші, які відрізняються один від одного: технологічні процеси складання шатунно-поршневої групи, блока циліндрів або коробки зміни швидкостей; з іншого боку, технологічний процес складання двигуна є частиною технологічного процесу складання автомобіля вцілому (1.68). Технологічні процеси постійно вдосконалюють. Це зумовлено тим, що продукцію, яку виробляють на підприємстві, періодично поліпшують. Крім того, наука, техніка та технологія пропонують нові, ефективніші способи оброблення та перероблення сировини, нове продуктивніше обладнання та інструменти. Технологічний процес має складну структуру. Його складовими є операції, кожну з яких розглядають як окремий технологічний процес.

**1.1 Технологічна операція та її складові**

Технологічною операцією називають закінчену частину технологічногго процесу, яку виконують на одному місці праці (роботи) один або кілька працівників над одним або кількома об’єктами, які одночасно обробляються. Об’єктом можуть бути глина, руда, буряки, волокна, тканина, заготівка тощо. Тобто сировина.

Під час оброблення заготівки на токарному верстаті операція точіння охоплює всі дії робітника та рухи вузлів верстата, які виконуються в процесі оброблення поверхні заготівки до моменту зняття її з верстата та переходу до оброблення іншої заготівки. Деякі трудомічткі операції виконує група працівників. Назви операцій походять від способу оброблення об’єкта. Наприклад, під час механічного оброблення заготівок різанням операції називають так: точіння, свердління, нарізання різі тощо. Якщо об’єктом оброблення є мінеральна сировина, наприклад руда, то подрібнення руди є операцією. Зо операціями визначають трудомісткість технологічного процесу, потреби у виконавцях, інструментах, обладнанні тощо. Технологічні операції поділяють на окремі складові. Найповніший набір складових мають технологічні операції різання, до яких належить точіння. Під час виготовлення деталі різання на токарному верстаті складовими операції точіння є встановлення, технологічний і допоміжний переходи тощо. Їх і розглянемо (1.70). 1. Встановлення. Встановленням називають частину технологічної операції, яку виконують під час одного закріплення заготівки. Операцію можна виконати за одне або кілька встановлень. Наприклад вал має два торці.

Відцентрувати обидва торці вала можна на одно- та двосторонньому центрувальному верстаті: на першому верстаті центрування виконують за двоє встановлень, а на другому – за одне. Встановлення поділяють на позиції. Позицією називають певне положення заготівки на верстаті відносно різального інструмента. Наприклад, заготівку обробляють на багатошпиндельному токарному верстаті-автоматі. При кожному повороті шпиндельного барабана заготівка займає нову позицію. 2. Технологічний перехід. Технологічним переходом називають частину технологічної операції, в процесі виконання якої обробляють одну поверхню заготівки одним інструментом за незмінного режиму роботи верстата. При виконанні технологічного переходу на верстатах з програмним керуванням режим роботи іноді змінюється без втручання робітника, тобто автоматично. Технологічний перехід складається з проходу та марноходу. а) Проходом називають закінчену частину технологічного переходу, в процесі виконання якого інструмент один раз переміщується відносно заготівки і спричиняє зміну її форми, розмірів і шорсткості поверхні. Наприклад, у процесі точіння інструментом є різець, який переміщується відносно заготівки справа наліво і зрізує з неї шар металу, тим самим надає їй нової форми, розмірів і шорсткості поверхні. Один перехід може складатися з кількох проходів. б) Марноходом називають закінчену частину технологічного переходу, в процесі виконання якого інструмент переміщується відносно заготівки, але не спричиняє зміну її форми, розмірів, шорсткості поверхні, проте є необхідним для виконання проходу.

Так, при точінні різець після зрізання шару металу знов повертається до початкового положення з метою виконання наступного проходу. 3. Допоміжний перехід. Допоміжним переходом називають закінчену частину технологічної операції, яка складається з дій робітника і обладнання, які не змінюють форму, розміри і шорсткість поверхні заготівки, але необхідні для виконання технологічного переходу. Допоміжні переходи дуже різні. Вони пов’язані з установленням заготівки, зміною інструмента, налагодженням верстата на необхідний режим роботи, зняттям обробленої заготівки тощо. Наприклад, свердління отвору у валі складається з таких допоміжних переходів: взяти вал і встановити в пристрій; закріпити вал; увімкнути верстат; підвести свердло до вала тощо. Кожний технологічний процес складається з окремих операцій. Проте, технологічні операції не завжди матимуть повний набір поданих вище складових. Обов’язковою складовою будь-якої технологічної операції є прохід, який спричиняє зміну форми, розмірів, шорсткості поверхні або властивостей оброблюваного об’єкта. Так, у процесі гартування вироби набувають твердості; нагрівання чавуну призводить до вигорання вуглецю, що спричиняє зміну його властивостей тощо. У розрахунку норм часу на виконання технологічної операції нормується також час на виконання всіх ї складових. Чим менший час виконання складових операцій, тим кращий результат виробництва, тобто ліпшими будуть техніко-економічні показники: більша продуктивність обладнання і менша собівартість продукції (1.72).

**1.2 Шляхи скорочення часу на виконання технологічної операції**

Складові технологічної операції можна об’єднати у дві групи. До першої групи відноситься прохід. Ця складова операції спричиняє зміну форми, розмірів, шорсткість поверхні або властивості оброблюваного об’єкта. До другої групи відносяться ті складові, що таких змін не спричиняють. Це встановлення, марнохід, допоміжний перехід тощо. Скоротити затрати часу на виконання складових операцій можна двома шляхами: запровадженням механізації та автоматизації; зміною технології виготовлення продукції. Використовуючи відповідні фізико-механічні властивості метілів і сплавів, порошкова металургія дає можливість за короткий час виготовляти деталі точної форми та розмірів і значно зменшити відходи. Економічний ефект отриманий від впровадження у виробництво результатів науково-дослідних робіт, що спричинили зміну технології виготовлення продукції, має перевищувати або дорівнювати ефекту, отриманому при впровадженні механізації та автоматизації.

**1.3 Класифікація технологічних процесів**

Технологічні процеси класифікуються за:

* властивостями сировини, які змінюються в процесі її перероблення;
* агрегатним станом сировини;
* тепловим ефектом;
* напрямом руху сировинних і теплових потоків у агрегатах;
* способом організації процесу;
* кратністю оброблення сировини;
* основними технологічними рушіями тощо. Таке групування технологічних процесів дає можливість виявити їх характерні ознаки, загальні закономірності, переваги та недоліки, а також шляхи удосконалення.

За властивостями сировини, які змінюються в процесі її перероблення. Фізичні та механічні технологічні процеси. Фізико-механічними називають такі технологічні процеси, в ході яких змінюються лише форма та фізико-механічні властивості сировини. На цих процесах грунтується добувна промисловість, деревообробна промисловість, виготовлення з конструкційних матеріалів виробів литтям, тиском, різанням тощо. Ці процеси лежать в основі підготовлення сировини до перероблення, а також в основі розділення отриманої продукції на основну і побічну та відходи. До фізико-механічних процесів належать подрібнення, тепло- та масоперенесення.

1. Подрібнення
2. Теплоперенесення. Теплоперенесенням називають перенесення теплоти від більш нагрітого об’єкта до менш нагрітого. Об’єктом може бути сировина або продукція. Теплота переноситься за допомогою теплопровідності, конвекції та теплового випромінювання. Для проходження технологічного процесу сировину нагрівають або охолоджують, продукцію охолоджують. 3.)Масоперенесення. Масоперенесенням називають перехід речовини з однієї фази в іншу. Найчастіше масоперенесення відбувається між фазами: газовою та рідинною, газовою та твердою, твердою та рідинною, а також між двома рідинними. Перенесення маси з однієї фази в іншу відбувається за рахунок різниці концентрацій речовин у цих фазах. Процес перенесення продовжується доти поки не встановиться рівновага на межі фаз. Кількість речовини, яка переходить з однієї фази в іншу, залежить від різниці концентрацій речовин у цих фазах, тривалості процесу тощо. Підвищити ефективність масоперенесення можна збільшенням поверхонь контактуючих фаз, швидкості потоку тощо. До масоперенесення належать абсорбція, адсорбція, дистиляція та ректифікація, кристалізація, висушування, мембранізація.

а) Абсорбція. Абсорбцією називають процес вбирання газу або пари усім об’ємом речовини. Наприклад, хлороводень вбирається водою з утворенням соляної кислоти. Абсорбції властива вибірковість, тобто кожна газова чи парова речовина поглинається певною рідиною.

б) Адсорбція. Адсорбцією називають процес поглинання одного або кількох компонентів, що перебувають у газовій або рідинній фазі, поверхнею твердих речовин. Тверду речовину, яка поглинає гази або рідини, називають адсорбентом. Механізм поглинання грунтується на теорії заповнення пор. Роль адсорбентів виконують дуже пористі тверді речовини, такі як активоване вугілля, алюмогелі, йонообмінні смоли тощо. У технології адсорбцію використовують для очищення та висушування рідин, газів, розділення сумішей ріин і газів, виділення летких розчинників, освітлення розчинів, очищення води тощо. Адсорбцію використовують у харчовій, хімічній, нафтовій та інших промисловостях.

в)Дистиляція. Дистиляцією називають розділення сумішей рідин на окремі складові частковим випаровуванням рідини з наступною конденсацією утвореної пари. Якщо суміш рідин, які мають різну температуру кипіння нагріти до певної температури для часткового випаровування, а отриману пару конденсувати, то утворений конденсат матиме велику кількість рідини, що кипить за нижчої температури, а залишок збагатиться тою, що кипить за вищої. Дистиляцію не можна отримати чисті речовини. Вони завжди будуть забруднені речовинами, які киплять за вищої температури. Для отримання чистих речовин рідину багаторазово випаровують і утворену пару конденсують. Такий спосіб розділення рідин називають ректифікацією. Ректифікацію проводять в реакторах безперервної дії, які називають тарілковими ректифікаційними колонами. Дистиляцію та ректифікацію використовують у нафтопереробній, спиртовій, фармацевтичній та інших промисловостях.

г) Кристалізація. Кристалізацією називають виділення твердої речовини у вигляді кристалів або кристалітів із розчинів чи розплав. Кристалізація починається з утворення центрів кристалізації, зародження яких залежить від температури розчину або розплаву, концентрації розчину, швидкості перемішування розчину або розплаву тощо. Чим більше зародиться центрів кристалізації, тим дрібнішими будуть кристали або кристаліти і навпаки. Великі кристали чи кристаліти отримують у разі повільного їх росту без перемішування розчину чи розплаву. За таких умов кристалізації продуктивність агрегатів невелика. Для підвищення продуктивності кристалізаторів використовують охолодження, вакуумування тощо. Кристалізатори працюють періодично та безперервно. Кристалізатори безперервної дії продуктивніші, ніж періодичної. Кристалізація лежить в основі виробництва мінеральних добрив, металів і сплавів, нанесення на поверхні виробів металевих покрить, отримання відливків тощо. Кристалізацію використовують у харчовій, хімічній, фрмацевтичній, металургійній та інших промисловостях.

д) Висушування. Висушуванням називають процес вилучення вологи з різних за агрегатним станом речовин. Висушують гази, рідини та тверді речовини. Висушування є природне і штучне. Природне висушування відбувається під дією сонця, вітру, морозу. Штучне висушування проводять відтисканням, пресуванням, адсорбцією, сублімацією тощо. Найпоширенішими із цих способів є випаровування, при якому речовини нагрівають і волога випаровується. При випаровуванні витрачається велика кількість теплової енергії. Економічнішими способами є фільтрування та центрифугування. Кінцеве висушування проводять у сушарнях безперервної та періодичної дії. Найчастіше застосовують сушарні, які працюють за принципом „псевдокиплячого шару” (1.78). Для поліпшення якості висушених речовин і збільшення продуктивності обладнання використовують вакуум, ультразвук, струми великої частоти та інші допоміжні чинники. Швидкість висушування визначають кількістю вологи, яка випаровується з одиниці поверхні висушуваних речовин за одиницю часу. Швидкість висушування залежить від природи висушуваної речовини, розміру її частинок, вмісту вологи у ній, температури, тиску тощо. Висушування застосовують у процесі виробництва цукру, паперу, будівельних матеріалів, мінеральних добрив та іншої продукції.

е) Мембранізація. Мембранізацією називають розділення сумішей (газів або рідин) на складові або вилучення з них окремих складових за допомогою мембран. Мембрана здатна пропускати одну або кілька складових суміші, а для інших складових прохід закритий. Масоперенос залежить від селективності мембрани та розміру пор у ній, а також від дії зовнішніх чинників: електричне та магнітне поле, ультразвук тощо. Немає універсальних мембран. Кожний компонент із суміші вилучається за допомогою певної мембрани. За допомогою мембран очищають питну воду, опріснюють морську воду, розділяють повітря на окремі складові: водень, кисень, гелій тощо. Мембрани використовують у мікробіології та медицині. У харчовій промисловості за допомогою мембран отримують якісний цукор, переробляють молоко з метою вилучення окремих складників молока тощо. У хімічній промисловості мембрани використовують для виробництва хлору, їдкого натрію та водню з водного розчину хлориду натрію. Перспективним та ефективним є використання мембран для очищення газових викидів підприємств хімічної та інших промисловостей й атомних електростанцій від шкідливих речовин.

2. Хімічні технологічні процеси

Хімічними називають такі технологічні процеси, в ході яких змінюється хімічний склад і внутрішня будова речовини (сировини). Ці зміни відбуваються внаслідок хімічних реакцій між складовими сировини. Унаслідок хімічних реакцій утворюються основна та побічна продукція, а також відходи. Утворення побічної продукції та відходів зумовлене наявністю у сировині домішок. Наприклад, у процесі виробництва чавуну відбуваються хімічні реакції між сполуками заліза та інших хімічних елементів, які є у залізній руді, з одного боку, і оксидом вуглецю (CO), воднем (Н), розжареним коксом (С), і флюсом (СаСО3) - з іншого. Унаслідок цих реакцій утворються чавун, шлак і домновий газ. Хімічні процеси лежать в основі виробництва металів і сплавів (міді, алюмінію, чавуну, сталі, тощо), будівельних матеріалів (вапна, цементу тощо), хімічної продукції (кислот, амоніаку тощо), нових видів сировини, палива, конструкційних матеріалів та ін. Оцінюючи швидкість взаємодії реагуючих речовин, ураховують лише хімічні реакції, які впливають на якість і кількість основної продукції. Хімічні реакції поділяють на оборотні і необоротні. Необоротні реакції на відміну від оборотних відбуваються лише в одному напрямі. Усі оборотні реакції прямують до рівноваги.

За рівноваги швидкість прямої реакції дорівнює швидкості оборотної, співвідношення між компонентами будуть незмінними доти, поки не зміняться зовнішні дії: тиск, теплота, концентрація компонентів. У разізміни однієї з них рівновага порушується і між реагуючими речовинами відновляться хімічні реакції, які триватимуть доти, поки не настане рівновага за нових умов. Напрям змін у хімічній системі, спричинений зміною зовнішніх дій, визначається принципом Ле-Шателье. Згідно з принципом Ле-Шателье у системі, яку зовнішні дії вивели із стану рівноваги, відбуваються зміни, спрямовані на повернення системи до стану рівноваги (1.80). Даний принцип дає змогу оцінити доцільність застосування зовнішньої дії для зрушення рівноваги у напрямі збільшення виходу основної продукції та поліпшення використання сировини. Для прикладу розглянемо оборотну реакцію, що лежить в основі виробництва амоніаку: N2+3H2 2NH3+Q. Ця реакція гомогенна і протікає з виділенням теплоти (+Q). Згідно з принципом Ле – Шательє, щоб змістити рівновагу вправо, тобто в напрямі виходу амоніаку, треба виконати такі дії: знизити температуру (охолоджувати), оскільки процес екзотермічний; підвищити тиск, оскільки у газовому середовищі процес відбувається із зменшенням об’єму (із 4-х молекул азотоводневої суміші утворюються дві молекули амоніаку); зменшити концентрацію амоніаку (безперервно виводити його із зони реакції); підвищити концентрацію компонентів сировини (азоту, водню), оскільки зростання концентрації одного з них збільшує ступінь перетворення іншого. Отже, щоб змістити рівновагу вправо, треба підводити або відводити теплоту, змінювати тиск, збільшувати концентрацію реагуючих речовин, відводити із зони реакції утворену продукцію.

За агрегатним станом складових сировини. За цією ознакою технологічні процеси поділяють на гомогенні та гетерогенні. Гомогенні процеси. Гомогенними називають такі технологічні процеси, коли всі реагуючі речовини (складові сировини) перебувають лише в одному агрегатному стані: твердому (Т), рідинному (Р) чи газовому (Г). Наприклад, окиснення діоксиду сірки: реагуючі речовини (діоксид сірки і кисень) перебувають у вигляді газу (Г): 2SO2/Г+О2/Г 2SO3. Гетерогенні процеси. Гетерогенними називають такі технологічні процеси, коли всі реагуючі речовини (складові сировини) перебувають у різних агрегатних станах: газовому і рідинному, твердому і рідинному, твердому і газовому тощо. SO3/Г+H2О/Р H2SO4 . При гомогенних процесах швидкість реакції більша, ніж при гетерогенних, оскільки між реагуючими речовинами немає межі поділу фаз. Особливо швидко проходить реакція між реагуючими речовинами, коли вони перебувають у рідинному стані. Для прискорення реакції тверді реагуючі речовини (складові сировини) розплавляють або розчиняють. Такий перехід дає можливість зменшити кількість обладнання, працівників, собівартість продукції та раціональніше використовувати теплоту, що виділяється при проходженні процесу. 1.3.3. За тепловим ефектом. У процесі перероблення сировини на продукцію теплова енергія може виділятися або поглинатися. За цими ознаками технологічні процеси поділяють на екзотермічні та ендотермічні. Екзотермічні процеси. Екзотермічними називають такі технологічні процеси, коли у разі взаємодії реагуючих речовин (складових сировини) виділяється теплота (+Q). Наприклад, горіння палива: C+O2 CO2+Q ; утворення нової хімічної сполуки: CaO+H2O Ca(OH)2+Q.

При екзотермічних процесах необхідно охолоджувати реактори, а це великі затрати. Охолодним середовищем найчастіше є вода та повітря. Наприклад, під час отримання чавуну в домновій печі останню охолоджують водою, яка циркулює в трубах, вмонтованих у корпусі печі. Теплоту, що виділяється під час проходження екзотермічних процесів, використовують для нагрівання сировини та для побутових потреб.

1. Ендотермічні процеси. Ендотермічними називають такі технологічні процеси, коли в разі взаємодії реагуючих речовин (складових сировини) вбирається теплота (-Q). Для взаємодії речовин необхідно підводити теплоту в зону реакцій, тобто нагрівати агрегат або сировину, на що витрачається паливо, теплова або електрична енергія. Наприклад, випалення вапняку з метою отримання вапна: CaCO3 CaO+CO2 - Q. Якщо сумістити екзо- і ендотермічні процеси, можна так відрегулювати швидкість руху теплових потоків, що кількість теплоти, яка виділяється під час реакцій, дорівнюватиме кількості теплоти, яка поглинається сировиною.

За напрямом руху сировинних і теплових потоків в агрегатах. За цією ознакою технологічні процеси поділяються на однобічні, зустрічні, перехресні.

а) Однобічні технологічні процеси. Однобічними називають технологічні процеси, в ході яких сировинний (С) та тепловий (Т) потоки (П) в агрегатах рухаються паралельно в одному напрямі. Якщо між потоками поставити перегородку, то цей процес можна використати для теплообміну: коли більш нагрітий потік віддаватиме теплоту менш нагрітому. Відбувається перерозподіл теплоти. За відсутності перегородки такий напрям потоків можна використати для висушування продукції, змішування газів, рідин тощо.

б) Зустрічні технологічні процеси. Зустрічними називають такі технологічні процеси, в ході яких сировинний (С) та тепловий (Т) потоки (П) рухаються назустріч один одному. Зустрічні процеси ефективніші для обміну теплотою, ніж однобічні. Крім того розмір теплообмінника зменшується, а це економить конструкційні матеріали. Зустрічні процеси вигідніші також тому, що забезпечують велику швидкість реакції з повнішою взаємодією реагуючих речовин. Прикладом використання цих процесів є виробництво кислот, мінеральних добрив, цукру тощо. в) Перехресні технологічні процеси. Перехресними називають такі технологічні процеси, в ході яких сировинний (С) та тепловий (Т) потоки (П) в агрегатах рухаються перпендикулярно один до одного. Ці процеси лежать в основі роботи печей із „псевдокиплячим шаром” і широко використовуються в процесі випалювання: сірчистих мінералів (виробництво сірчаної кислоти), грудок залізної руди (безчавунне виробництво сталі), вапняку (виробництво вапна) тощо.

За способом організації процесу. За цією ознакою усі технологічні процеси поділяють на періодичні, безперервні та комбіновані.

а) Періодичні технологічні процеси. У періодичних процесах сировину (С) подають в агрегатах визначеними порціями через певні проміжки часу і так само після закінчення перероблення сировини виводять з агрегату продукцію (П). Для періодичних процесів властивим є зупинка агрегатів на час завантаження сировиною та вивантаження отриманої продукції. Це призводить до втрат робочого часу та великих затрат праці. Крім того, нестабільність технологічного режиму (температура, тиск тощо) на початку і в кінці процесу ускладнює обслуговування агрегату, утруднює його автоматизацію тощо. Саме тому продуктивність періодичних процесів мала. Прикладом періодичних процесів є виробництво коксу в коксових батареях, виготовлення відливків у формах, заготівок у штампах тощо.

б) Безперервні технологічні процеси. При безперервних процесах сировина (С) надходить до агрегату постійним безперевним потоком і після перетворення запланована продукція (П) безперервним потоком виходить з агрегату. Так триває аж до ремонту агрегату. Наприклад, розливання сталі на машинах безперервного розливання, виробництво цементу, виробництво сірчаної кислоти, тощо. Безперервні процеси порівняно з періодичними мають такі переваги:

* відсутністю простою агрегатів на завантаження сировини і вивантаження готової продукції,
* стабільність технологічного режиму,
* велика продуктивність агрегатів,
* можливість впровадження автоматизації, що поліпшує техніко-економічні показники та якість продукції тощо. Саме тому головною тенденцією у технології є заміна періодичних процесів на безперервні. в) Комбіновані технологічні процеси. Комбіновані процеси - це поєднання періоичних і безперервних процесів. У комбінованих процесах можна періодично подавати сировину (С) до агрегату і безперервно виводити з нього продукцію (П) або навпаки безперервно подавати до агрегату сировину (С), а періодично виводити отриману продукцію (П). Можливий і такий варіант: періодичне подавання до агрегату однієї складової сировини (С1), і безперервне другої (С2). Отримана продукція (П) виходить з агрегату безперервне.

За кратністю оброблення сировини. За цією ознакою технологічні процеси поділяють на відкриті, замкнені та комбіновані.

Якщо технологічний процес відкритий, то сировина перетворюється на готову продукцію протягом одного циклу перебування її в агрегаті. Наприклад, виробництво сталі в конвертері. Якщо сировина, або окремі її складові неодноразово повертається до агрегату для повторного оброблення, а іноді після регенерації (відновлення втрачених властивостей), то має місце технологічний процес замкнений (циркуляційний). Прикладом замкненого процесу може бути виробництво поліетилену високого тиску, під час якого лише 20% етилену перетворюється у поліетилен, решта після очищення знов повертається до агрегату. Порівняно з відкритими замкнені процеси компактніші, на їх хід менше витрачається електричної енергії, води, сировини. Отримана продукція якісніша. Замкнені процеси є основою створення безвідходних, енерго- та сировинноощадних технологій. У комбінованих процесах основна сировина (С1) може перетворюватись на продукцію (П) за один цикл перебування в агрегаті, а допоміжна сировина (С2) використовується багаторазово. Наприклад, виробництво сірчаної кислоти нітрозним способом: оксиди сірки перетворюються на продукцію проходячи ряд послідовних апаратів, а оксиди азоту циркулюють.

За основними технологічними рушіями. Основною вимогою для нормального ходу технологічного процесу є дотримання технологічного режиму. Основу режиму становлять чинники, які є рушіями технологічних процесів. Такими чинниками-рушіями є теплота, тиск, катаізатор, мікроорганізми, світлові та інші види променів тощо. Залежно від того, який чинник є рушієм процесу технологічні процеси поділяють на: термічні, каталізні, біохімічні, електрохімічні, плазмові.

**2. Системи технологій плодоовочеконсервної промисловості**

**2.1 Асортимент продукції при переробці овочів та плодів**

Основною метою переробки городини, садовини та іншої сировини, є вироблення харчових продуктів, які б мали довгочасний період зберігання їх харчових та смакових властивостей. Незважаючи на те, що вміст сухих речовин в плодах та овочах порівняно невеликий, вони багаті на поживні речовини. Найбільше сухих речовин у плодах та ягодах (10...20)%, а у окремих сортів винограду – до 25%. В овочах сухих речовин міститься менше – (4...14)%, але у деяких з них (зелений горошок, кукурудза) – 20% і більше. Вміст білків у плодах та овочах у середньому близько 1,5%, вуглеводів – до 90% (відносно сухих речовин). Вони також мають значну кількість жирів, але багаті на вітамін С. Уменшій кількості вітаміни групи В та вітаміни А – у вільному вигляді та у вигляді пігмента каротину, зякого в організмі людини може синтезуватись вітамін А. Для харчування суттєве значення мають інші речовини, що містяться в овочах та плодах: органічні кислоти, мінеральні солі, дубильні речовини, ферменти, ефірна олія, тощо. Із овочів, фруктів та ягід виготовляють широкий асортимент харчових продуктів: квашені, сільфітовані, сушені, мариновані плоди та ягоди, варення, цукати, джеми, конфітюри, повидло, мармелад, пастилу, желе, компоти, соки із фруктів, ягід, динь, кавунів, гарбузів, пектину із айви, яблук, різних видів харчових барвників (чорноплідна горобина, морква, буряк).

Особливою різноманітністю відзначаються консервованні продукти, що одержанні стерилізацією в скляній або в блящанній тарі: овочеві натуральні консерви з капусти, зеленого горошку, кукурудзи, квасолі, буряків, моркви та інших коренеплодів, щавелю, шпинату, картоплі, тощо. Готові до вживання закусочні консерви: перець, огірки, баклажани та помідори всіх видів консервування, включаючи овочеві салати.

Овочеві соки – клітинний сік томатів, моркви, буряків, квашеної капусти та плодові натуральні соки (з цукром і без цукру) виготовляють з усіх видів насінникових та кісточкових плодів та ягід з м’якоттю та прозорі, без м’якоті. Томатні консерви: соуси, томат – пюре, томат – паста. Страви для обідів та заправки до перших страв: суміші харчових продуктів з овочів, бобових, круп, макаронів, м’яса, прянощів, жиру та ін. Плодоягідні консерви: компоти із свіжих плодів та ягід, динь та ревеню в цукровому сиропі (десертні блюда), а також плодоягідні приправи: пюре, пасти та соуси. Всі перелічені види харчових продуктів виробляють спеціалізовані промислові підприємства великої продуктивності або спеціалізовані цехи і заводи (малі підприємства) в сільськогосподарських господарствах, які вирощують сировину для виготовлення цих продуктів. Квашені плоди та ягоди виробляють здебільшого в місцях вирощування. Цехи та малі підприємства відрізняються тим, що спеціалізуються на обмежених видах готової продукції (соки, сушня, тощо), мають скорочену технологічну лінію з обмеженою кількістю устаткування.

Деякі технологічні операції на них здійснюють вручну. Всі методи консервування на цих підприємствах поєднують у різних варіантах фізичні, хімічні та мікробіологічні способи консервування (коптіння та в’ялення, квашення, вимочування, сушіння із застосуванням солі чи цукру і т.д.). В залежності від способу консервування застосовується герметична металева (бляшана алюмінієва) та скляна тара: банки, туби, пляшки та сулії (бутилі), в яких розфасовують продукти, які підлягають тепловій обробці, та негерметична тара – дерев’яні діжки та ящики, картонні коробки, паперові пакети і мішки. Бляшана тара виготовляється безпосередньо на консервних заводах, інша – на спеціалізованих підприємствах. Деякі пастоподібні консерви розфасовують в алюмінієві туби, в пакети з поліетилену та інших полімерів. При виробництві консервованих продуктів мають місце всі види технологічних процесів: механічні (перемішування, дозування, змішування сипких продуктів, сортування, нарізування та ін.), гідродинамічні (фільтрування, осідання, перемішування рідких, пастоподібних та інших продуктів), теплові процеси із змінною (випарювання, кондденсація) та без зміни (нагрівання, охолодження) агрегатного стану, масообміну (сушіння ексракція), хімічні (сульфітація, нейтралізація та ін.), біохімічні (молочнокисле, спиртове та інші види бродіння) і т.д.

**2.2. Технологічна схема консервування, основні операції та устаткування**

Узагальнену схему плодопереробного виробництва наведено на рис.1. У відповідності зі схемою технологічний процес виробництва консервів складається із таких основних технологічних дільниць: підготовка сировини до переробки, теплова обробка, розфасовка в тару та закатка, стерилізація, обробка банок та надання їм товарного вигляду (4.635).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Переробка плодоовочевої сировини** | | | |
| Виробництво овочевих консервів |  | Виробництво плодовоягідних консервів | |
| Миття, сортування, інспекція | | |
| Очищення, різання, відокремлення кісточок і сімяних камер | | |
| Подріблення, механічна обробка подрібненої маси | | |
| Бланшування, обжарювання, пасерування | | |
| Стерилізація в потоці, конентрування, випарювання, варіння | | |
| Змішування компонентів, фарширування | | |
| Гомогенізація, деаерація, підігрівання | | |
| Фасування і укупорювання | | |
| Заключна теплова стерилізація продукції в тарі | | |

**Рис.1 Узагальнена схема плодопереробного виробництва**

плодоовочевий консервування квашення

Поряд з переліченими технологічними дільницями основної лінії є і допоміжні, які здійснюються паралельно: підготовка соусів, розсолів та сиропів, виготовлення тари, підготовка тари. На консервних заводах виробляють тільки бляшану тару.

Зберіганням сировини та готової продукції – початкова та кінцева стадії виробництва і безпосередньо до лінії консервування не входять. При підготовці сировини до перероблення здійснюють такі технологічні операції: сортування, обрізання кінців, подрібнення, фарширування овочів та ін. Сортування здійснюють за різними ознаками: ступенем зрілості, величиною, формою, тощо. Ці операції недостатньо механізовані, їх часто здійснюють вручну, а інколи поєднують з інспекцією, тобто бракуванням непридатних плодів та овочів. Передумовою для автоматизації процесів інспекції сировини (бобів, зерна, лимонів) може бути використання електронних пристроїв. Для миття плодів та фруктів використовують різні машини безперервної дії: елеваторні, лопатеві, щіткові, барабанні, струминні та ін. Калібрування здійснюють на вібраційних або скатних ситових поверхнях. Різання картоплі та інших коренеплодів здійснюється коренерізками різних систем, які дають кубики з перетином 5x5 або 7x7 мм. Цибулю та капусту подрібнюють на шинкувальних машинах, робочим органом яких є серпоподібні ножі, закріплені спіралеподібні на чавунному дискові з прорізами. Через них випадають подрібнені смужки овочів товщиною 3 мм. На цій машині можна різати всі коренеплоди. Для різання овочів (огірки, баклажани, кабачки і т. д.) кружальцями використовують різальні машини з дисковими ножами. Застосовують також машини для висвердлювання капустяних голівок, обробки кукурудзяних качанів, усунення зернят, різання плодів та зелені. Для більш тонкого подрібнення плодів та овочів є дробарки та протиральні машини. У виробництві плодових та овочевих соків для відокремлення соків від м’якоті застосовують преси та екстрактори. Вид термічної обробки (бланшування, обсмаження, пасерування та уварювання) визначається видом сировини. Розглянемо ці операції детальніше.

Переміщення сировини. Для внутрішнього міжцехового переміщення сировини використовують стрічкові, скребкові, ситчасті, тросові та інші транспортери. Всі вони діють за одним принципом. Рухоме робоче полотно на якому переміщується продукт, привідні барабани з приводом, натягова станція з валом та верхній і нижній підтримуючі ролики. Ковшові елеватори (норії) використовують для вертикального переміщення сировини і для піднімання мілких сипких зернових продуктів. Спеціальні ковшові елеватори „гусина шия” використовують для передачі плодів та овочів з однієї операції на іншу. Робочий орган цього елеватора розташований під кутом 54 градуси за С і має горизонтальні дільниці на нижній та верхній частині, що придає йому вигляд гусиної шиї. Миття сировини. Для миття сировини використовують різні типи мийних машин, заснованих на принципів тертя або дотику робочих органів машини із сировиною у воді. Лопатеві, барабанні, вібраційні, елеваторні, вентиляторні, струшуючі та інші машини одержали свою назву за устроєм основного робочого органу.

Уніфікована мийну машину КУВ, що придатна майже для всіх видів сировини, основною відмінністю є наявність роликового транспортера, на якому сировина обертається і ополоскується водою з усіх боків. Інспекційний стрічковий транспортер на якому вручну на полотні стрічки 1 шириною (0,6...0,7) м, що натягнута між двома барабанами сортують сировину. Після сортування сировина промивається водою. Полотно стрічки може бути ситчастим, дротяним, із прогумованої тканини, а іноді використовують роликові транспортери. Калібрування, або сортування здійснюють на спеціальних калібрувальних машинах: барабанних (для картоплі і овочів), валико – стрічкових (для яблук, персиків, цибулі, коренеплодів, тощо), тросових (для слив, абрикосів, вишень). Калібрування відбувається за таким принципом, що різні за розміром плоди сортуються, проходячи через відповідні за розміром отвори.

Подрібнення сировини. Для переробки сировини різних продуктів – картоплю, овочі та фрукти ріжуть на шматочки різної форми в залежності від призначення: стовпці, кружки, стружальця, кубики, пластинки, тощо. За конструкцією робочих органів різальні машини розподіляють на дискові, ножові та комбіновані. Тоді, коли до форми та розмірів шматочків плодів та овочів певних вимог не висувають замість різання їх подрібнюють на частинкиневизначеної форми. Це в основному стосується фруктів та ягід. Для їх подрібнення застосовують ножові та дискові дробарки. Кісточкові плоди та ягоди подрібнюють тільки на вальцьових дробарках, регулюючи відстань між вальцями так, щоб не допустити подрібнення більше 15% кісточок. Після подрібнення за умови, якщо м’язгу не будуть додатково обробляти, її негайно пресують. Затримання з пресуванням на 30 хвилин знижує вихід соку на 3%. Перед пресуванням м’язгу, яка погано виділяє сік (сливову, смородинову, агрусову тощо), нагрівають у двотілих котлах (10...15) хвилин при температурі (70...75) градусів за С, попередньо додаючи в котел 10% - води від маси м’язги, або ошпарюють гарячою парою протягом (3...4) хвилин на стрічковому ошпарювачі. За цей час температура м’язги повинна досягти (72...76) градусів за С. Можна обробляти теплом цілі плоди. Сировину обробляють також ферментними пектолітичними препаратами, вносячи в нагріту до (46...50) градусів за С м’язгу 0,08% препарату від її маси при стандартній активності 3000 од./год у вигляді суспензії, виготовленої на соку. Для виготовлення суспензії потрібну кількість препарату змішують з п’яти-, десятиразовою кількістю теплого (40...45) градусів за С соку, добре збовтують і через (2...9) годин додають до м’язги, яка до пресування має витримуватись з препаратом (3...4) год.

Ефективними препаратами є пектоцерин та пектофетідин, які значно збільшують вихід соку з плодів, що легко віддають сік. Так, вихід яблучного соку збільшуться від 2 до 12% залежно від препарату. Для обробки м’язги застосовують також електричний струм низької частоти при напрузі 220 Вт, використовуючи спеціальний прилад – електроплазмолізатор, який забезпечує підвищення виходу соку на 4%. Для одержання соку м’язгу пресують на пресах різних типів: гідравлічних, пневматичних, пакпресах, тощо. Усі фракції соку збирають у збірник, а потім проціджують через сито з нержавіючої сталі з отворами d=0,75 мм або через капронове сито №18. Для одержання яблучних соків з м’якоттю використовують фільтруючі центрифуги типу НВШ-350. Тонке подрібнення овочевої і фруктової пульпи здійснюють, протиранням. Всі протиральні машини засновані на одному принципі: під дією від-центрової сили бичів або вальців початковий продукт проходить через отвори сита і подрібнюється. Протертий продукт після цього виводиться із машини із зовнішнього простору барабана, а непротертий (залишки) відводиться із внутрішньої поверхні ситового корпусу. Для тонкого подрібнення розчинів (соків, молока, тощо) використовують гомогенізатори, основним завданням яких є дуже тонке подрібнення частинок при проходженні через вузькі щілини (гомогенізуюча головка) під великим тиском.

Завдяки значній різниці тисків малі частинки подрібнюються до мікронів. Тиск в гомогенізаторах складає (8...10) МПа. Після цього обов’язково сік десерують при остаточному розрідженні (0,015...0,035) Мпа. Теплова обробка сировини. До теплової обробки відносять бланшування, обжарювання, пасерування, стерилізацію, тощо. Бланшуванням називають короткочасне прогрівання плодоовочевих напівфабрикатів до 70 градусів за С гарячою водою або парою, до якої нерідко додають сіль та харчові кислоти. Основне призначення бланшування – це інактивація ферментів, усунення летких речовин, надання продуктові приємних пахощів та смаку. Бланшування здійснюють періодично в котлах, або безперервно у бланшувальниках. Бланшування – це один із способів пастеризації. Як самостійна технологічна операція пастеризація застосовується при виготовленні соків, зеленого горошку, тощо. При бланшуванні картоплі, овочів та фруктів дещо погіршується хімічний склад сировини, частково розрушуються вітаміни.

Для зменшення втрат рекомендовано бланшувати сировину неочищену від шкірки. Бланшування у воді здійснюють у ковшиках, скребкових, барабанних та інших бланшувачах. Обсмажування застосовують при виготовленні деяких закусочних та обідніх консервів (4.637). Нарізані овочі осмажують у гарячій олії при температурі (120...160) градусів С протягом (5...20) хвилин в залежності від виду овочів та призначення готового продукту (кількість олії у печі в (4...5) разів перевищує масу обсмаженої сировини). Мета обсмаження – це розм’якшування продукту та надання йому приємного смаку та пахощів. Осмажування здійснюється в механізованих паромасляних печах. При обсмажуванні овочів відбуваються складні фізико – хімічні та біологічні перетворення. Різновидом обсмажування є пасерування, при якому кількість олії у (5...6) разів менше від маси оброблюваних овочів. Перед пасеруванням овочів нагрівають до температури (130...140) градусів С, до появи легкого золотистого відтінку. Потім температура зменшується до (102...110) градусів С. Для пасерування овочів застосовуються реактори або парові плити. Парова плита, яка складається з ванни, встановленої на поворотних стояках, дозволяє пасерувати овочі в тонкому прошарку і в невеликій кількості жиру.

Обігрівання здійснюється парою, яка надходить до напівтруб, приварених по діаметральній площині до днища ванни з протилежного боку. Розвантаження ванни здійснюється перевертанням за допомогою спеціального пристрою. Продуктивність плити (70...65) кг/годину по моркві та цибулі. Уварювання (випаровування) призначено для усунення з продуктів надмірної (зайвої) вологи у випаровувальних чанах відкритого типу або вакуум – випарювальних установках. Уварювання, здійснюване при залишковому тиску (8...21) кПа та температурі кипіння (60...96) градусів С що забезпечує високу якість продукту.

Одночасно з цими операціями паралельно підготовляють тару, соуси, сиропи та розсоли. Підготовка тари полягає в митті склотари на спеціальних банкомийних машинах, перевірці бляшаної тари на герметичність, відбраковуванні непридатних банок, тощо. Смакові добавки заповнюють у консервах проміжки між укладеними плодами та овочами. Як заливальну рідину для компотів використовують цукровий сироп, а в овочевих натуральних консервах – розсолом, іноді з додаванням цукру (зелений горошок), оцитову кислоту (овочеві маринади) та ін. При виготовленні закусочних консервів і деяких видів консервованих обідніх блюд застосовують складніші за вмістом заливки – соуси. Ці смакові добавки готують окремо. Найважливішими технологічними операціями є дозування та перемішування. Підготовка смакових добавок (заливок) також як і виготовлення бляшаної тари може бути зосереджена в окремому цеху. Соуси, сиропи та розсоли мають смакове значення. Заливки виготовляють в реакторах з емавевими або з нержавіючої сталі стінками. На технологічній дільниці наповнення тари роблять розфасовку продукції, вакуумування та закатування. Розфасовка включає дозування компонентів продукту за масою нетто в залежності від виду консервів та місткості тари, заливання соусу, олії, розчину солі чи цукрового сиропу. Точність дозування за масою - +(-)2%. Для розфасування рідких та густих продуктів застосовуються різні, частіше всього автоматичні наповнювачі.

Зелений горошок та кукурудзу в зернах розфасовують за два заходи: банки заповнюють продуктом, а потім додають заливку. Вакуумування призначено для усунення повітря з банок, заповнених продуктом, перед їх закатуванням, тому що кисень повітря, що залишився у банці, негативно впливає на витривалість консервів під час зберігання. Залишковий тиск у банках (60...87) кПа, а іноді 33 кПа. При тепловому вакуумуванні незакриті банки з продуктом пропускають через ексгаустер, де вони протягом (8...10) хвилин барботуються парою. При приготуванні компотів та деяких інших консервів барботування парою замінюють заливанням продукту гарячими сиропами, розсолами та соусами або заповненням банок заздалегідь прогрітими продуктами. При механічному вакуумуванні (ексгаустуванні) повітря відсмоктують на вакуум – закатувальних машин – обидва види вакуумування часто сполучають. Герметичне укупорювання (закатку) банок здійснюють на спеціальних автоматичних та напівавтоматичних закатувальних машинах. Продуктивність автоматичних закатувальних машин (60...125) банок на хвилину. Залишковий тиск у банці при температурі не більше 20 градусів С – 53 кПа. Після закатування банки перевіряють на герметичність витримуванням у гарячій (80...85) градусів С воді, здуті (бульбашкові) банки відбраковують. Технологічна дільниця стерилізації особлива і складається фактично з однієї технологічної операції, включаючи завантаження та вивантаження банок (4.640). Стерилізація консервів здійснюється в стерилізаторах безперервної та періодичної (автоклави) дії з метою приглушення та знищення мікроорганізмів. Для стерилізації в заводських умовах найчастіше використовують вертикальний автоклав, що уявляє собою стальний циліндр з верхньою кришкою, яка закривається гвинтовими зажимами. У нижній частині автоклава передбачено введення пари через хрестоподібний барботер і зливання води, а над ним прикріплене до стінок опорне кільце, на яке ставлять одна на одну сітки з банками. Сітки виготовляють за формою автоклава з листової сталі з отворами на боковій поверхні.

На кришці автоклава встановлено запобіжний клапан і продувний кран. У верхній частині корпуса розміщено труби: наливна, зливна та повітряна. Технологія стерилізації в автоклаві така. Наповнені герметично закупореними банками кошики за допомогою електротельфера опускають в автоклав. У цей час температура води в ньому повинна бути на (15...20) градусів С вищою температури банок (за таких умов банки не тріскаються). Води в автоклаві повинно бути стільки, щоб вона покрила всі банки. Після завантаження автоклав закривають кришкою, міцно закріплюють відкидними болтами і відкривають паровий вентиль. Кран на кришці залишають відкритим доти, доки повітря не буде витіснено парою. Потім кран закривають і продовжують нагрівати до одержання необхідної температури в автоклаві і банках. У цей час треба постійно стежити за манометром і термометром, суворо дотримуватись формули стерилізації для даного виду консервів. Стерилізують консерви з протитиском, який створюють за допомогою води. Витискують водою все повітря і створюють необхідний протитиск (вказаний у формулі). Якщо тиск недостатньо підвищується, то впускають в автоклав ще воду, збільшуючи подачу пари. Необхідно, щоб тиск води у водопроводі завжди був вищим (не менше як у 2 рази ) проти потрібного тиску в автоклаві. Якщо таких умов немає, то тиск в автоклаві підтримують на відповідному рівні за допомогою подачі в нього стиснутого повітря або води під тиском з резервного бака. При нагріванні продукт розширюється і тому тиск всередині банок різко зростає. Якби в автоклаві не було такого або трохи більшого тиску, то з банок зривалися б кришки. Після закінчення витримування банок в автоклаві при заданій у температурі подачу пари припиняють і консерви охолоджують у воді до температури (40...45) градусів С. Охолоджені банки протирають, щоб на них не залишилося вологи, яка викликає ржавіння кришок під час зберігання. Потім кришки змазують вазеліном або технічним жиром, після чого складають у ящики і відправляють на склад. Автоклави є основними апаратами для стерилізації консервів. Однак вони мають суттєві недоліки. Наприклад, у них стерилізуються різні консерви без дотримання оптимальних умов для кожного виду продукції за режимами, що не дає змоги забезпечити високу якість продукції, яка виробляється.

Тому у виробництві постійно удосконалюються автоклави: автоматизується процес стерилізації за заданою програмою відповідно за формулою, а також впроваджуються спеціальні автоклави, в яких банки під час стерилізації весь час обертаються, що прискорює прогрівання продукції, і тривалість процесу скорочується. Але найефективнішим удосконаленням є створення безперервно діючих стерилізаторів. Зараз поширились роторні стерилізатори безперервної дії, які складаються з герметично закритого барабана з нахиленими направляючими планками як на роторі, який обертається, так і на внутрішній поверхні корпусу апарата. Кожна банка потрапляє всередину барабана через спеціальний шлюзовий затвор. В міру обертання банка, яка потрапила в „гніздо” між направляючими планками і корпусом, поступово просувається вздовж апарата і стерилізується при підтриманні в ньому необхідної температури й тиску. Після закінчення стерилізації банка вивантажується з стерилізатора і потрапляє через другий шлюзовий затвор в охолоджувальну секцію апарата. Безперервно діючі стерилізатори мають високу продуктивність – від 200 до 1000 банок за хвилину. Тому застосування їх ефективніше лише на великих підприємствах. Надання товарного вигляду продукції. Обробка і надання товарного вигляду консервам полягає у митті, полосканні, сушінні та етикетуванні банок. Потім банки укладають в ящики і закладають на зберігання. З цією метою використовують мийно – сушильні агрерати, етикетувальні та інші машини. Існують механізовані лінії оформлення та упаковки консервів для бляшаної та скляної тари.

**2.3 Контроль виробництва консервів**

Контроль найважливіших операцій по виробництву консервів охоплює всі технологічні операції. Якість проведення підготовчих операцій сортування та інспекції сировини контролюють органолептичними або лабораторним аналізом (1...2) рази на годину. Перевірці підлягають рівномірність партії за розмірами, кольором, а також відсутність у розсортованій сировині некондиційних екземплярів. Кількість відходів визначають періодичним зважуванням по мірі їх накопичення. На мийних операціях контролю підлягає якість і заміна води, затрати сировини з промивною водою. Якість миття сировини (2...3) рази на годину контролюють органолептичним і лабораторним аналізом (відмочування). Вибірково один раз за зміну здійснюють мікробіологічний аналіз також лабораторним способом. При механічній обробці (очищення, подрібнення, протирання, обвалювання, пресування та ін.) періодично (1...2) рази на годину контролюють відсутність в обробленій сировині небажанихчастин тканин (шкірка та насіння плодів, луска та залишки нутрощів риби, наявність кісток у м’ясі). Контролюють також степінь подрібнення чирізання та однорідність подрібненої сипровини, перевіряють кількість відходів та ведуть спостереження за санітарним обладнанням, інвентарем та за робочими місцями. На основі одержаної інформації керівник дільниці або оператор приймає рішення по усуненню невідповідності між нормативними та дійсними значеннями показників (керує процесом). Деякі операції можуть бути автоматизовані (4.643). При попередній тепловій обробці сировини (бланшування, підігрівання, обробка парою) контролюють режим процесу (температура, час) за пробами. Якщо сировину бланшують в розчинах лугу, кислоти, солі, то (1...2) рази на годину перевіряють концентрацію розчинів, слідкують за кількістю обробленої сировини. Контролюють також своєчасну заміну води або розчинів в бланшувачеві. Періодично (раз у зміну) перевіряють змінення маси сировини при обробленні, а також втрати сухих речовин. У деяких випадках технологічні режими підтримуються автоматично. При обсмаженні не рідше одного разу за зміну контролюють якість масла у печі, видиме усмажування, кількість увібраного масла, тиск гріючої пари та температури масла, якість смаженої сировини. Систематично (2...3) рази на годину, перевіряють рівень води у ванні та температуру, а також рівень масла. Коефіцієнт змінюваності масла визначають один раз на добу. Ведуть облік використаної олії і зазначають кількість відходів та витрат.

Для зручності контролю устаткування повинно бути забезпечено відповідними контрольно – вимірювальними приладами. При уварюванні томатних продуктів, повидла, джему та варення контролюють режим процесу (тиск гріючої пари, вакуум у робочому середовищі, температуру, тривалість) шляхом знімання показників контрольно – вимірювальних приладів. Контроль значно полегшується при наявності самописних реєструючих приладів або при автоматизації процесу. Систематичному або безперервному контролю підлягає концентрація сухих речовин в масі, яка надійшла на уварювання, та в готовому продукті рецептура продукції, що уварюється з цукром, степінь десульфітації фруктових заготівок. При сушінні безперервному контролю підлягають режимні параметри відносна вологість повітря на вході та виході в сушарку (тривалість сушіння). Періодично лабораторним аналізом перевіряють вологість вихідної сировини та висушеного продукту, а також інші показники якості; коефіцієнт набухання, розварюємість, загальну кількість водорозчинних речовин висушеного продукту; при розфасовуванні консервів перевіряють якість та санітарний стан тари. Вибірково контролюють масу нетто і співвідношення складових частин продукту, а також візуально акуратність укладання і відсутність деформованих екземплярів (у тих випадках, коли повинно бути збережена цілість сировини). Суворому контролю підлягає температура продукту при розфасовуванні. Особливо ретельно контролюють санітарний стан обладнання та інвентаря, дотримання правил особистої гігієни працюючими, а також заходів, які попереджують попадання в продукт сторонніх предметів. Закатані бляшані та скляні банки перевіряють на герметичність вибірково, (3...4) рази на годину.

Тушковане м’ясо розфасоване в бляшаній тарі, піддають 100%-ому контролю на герметичність у гарячій воді. При використанні вакуум закаточних машин контролюють приборами розріджування при закатуванні, а також якість та санітарну обробку, пляшок. При стерилізації контролю підлягає дотримання встановлених режимів (формул) стерилізації консервів. Ретельній перевірці підлягають і самі контрольно – вимірювальні прилади. При наявності автоматичних самописних приладів (терморегулятори, термографи) контролюють правильність зарядки та занятих ними діаграм режиму стерилізації. Простерилізовані консерви випадають ззовні, відбраковують і відправляють на склад фабрикатів. Результати контролю повинні бути відображені в автоклавному журналі. При зберіганні консервів на складі готової продукції контролюють режим зберігання консервів (температуру та вологість повітря). Перевіряють якість підготовки консервів до відправки (відсутність деформованих та заржавілих банок, правильність наклеювання етикеток на упаковки, тощо). При подачі вагонів для навантаження консервів перевіряють їх санітарний стан та підготовленість для перевезення під час зими (опалення). Розпізнають два види складського браку консервів: брак банок, при якому їх вміст цілком доброякісний і придатний для їжі; брак при якому вміст банок для їжі не придатний. До бракованих, але придатних до їжі консервів відносяться банки з деформованими гострими гранями на корпусі або пом’ятими закаточними швами, банки із зіпсованим посудом, тобто іржаві. До цієї категорії браку відносяться консерви, що не відповідають вимогам стандарту за вмістом в них олова, солі, а також консерви, приготовлені з порушенням рецептури, та консерви в банках з фізичним (хибним) бомбажом. До повного складського браку консервів відносяться банки з надутими торцевими днищами (бомбажні банки), які не набувають нормального стану після натискання пальцями, та розгерметизовані (поточні) банки.

Бомбаж, тобто випуклість днищ, з’являється під дією фізичних, хімічних та біологічних факторів. Фізичний бомбаж виникає внаслідок зміни температури навколишнього середовища, а хімічний – внаслідок електрохімічної корозії внутрішньої поверхні бляшаної банки як результат накопичення в банках з консервами вільного водороду. Біологічний бомбаж виникає внаслідок життєдіяльності мікроорганізмів, що залишились у консервах при стерилізації. До біологічного бомбажу неминуче приведе негерметичність банок. Зустрічається також так зване плоске псування консервів, яке породжується мікроорганізмом, що не утворюють газів. Виявлення цього виду псування консервів здійснюється бактеріологічною перевіркою в лабораторії. Всі види консервів перевіряють на відсутність вимог діючих стандартів.

З цією метою проводять технічний, хімічний та мікробіологічний аналіз, а також піддають продукцію дегустації, тобто поєднують об’єктивні та суб’єктивні (сенсорні) методи контролю. Для ряду показників якості консервів, які визначають органолептичним методом, розроблено об’єктивні стандартні методи аналізу. Кількість осадку в плодоягідних соках та екстрактах визначають (ГОСТ 8756.9-70) висушуванням на фільтрі нерозчинених в 100мл соку речовин до постійної маси при температурі (95...100) градусів С. В соках з м’якоттю вміст м’якоті визначають центрифугуванням у спеціальних мірних пробірках (по 10 г суміші) протягом 20 хвилин при частоті обертання 1500 об/хв. З наступним ваговим визначенням кількості (за масою) м’якоті в осадку (ГОСТ 8756.10-70). Визначення прозорості соків та екстрактів, розчинності екстрактів та вмісту в них пектину також робиться за стандартами. Визначення пахучих речовин (кількість пахощів) в плододових та ягідних концентрованих соках та варення здійснюють за стандартами. Метод засновано на здатності хромової суміші окислювати речовину аромату (ефірні масла), які кількісно викурюються (виганяються) з аналізованого продукту (звичайно 50г) до каліброваної пробірки, заповненої хромовою сумішшю. За кількістю витраченого біохромата калію, який визначають вміст речовин аромату в продукті; який умовно виражають у міліграмах тиосульфата натрію (0,2 м) на 100 г (мл) продукту.

На закінчення слід відзначити, що засоби експресного автоматичного контролю застосовуються в основному при автоматичному керуванні технологічними режимами; метод лабораторного аналізу – для періодичного контролю якості продукції на всіх етапах виробництва, сенсорні методи контролю доповнюють в основному методи лабораторного аналізу. Інформація за результатами періодичного контролю може бути використана тільки для припинення, але не для попередження небажаних відхилень від припустимих. Для сезонних харчових підприємств, які переробляють швидкопсувну сировину, характерна нерівномірність її надходження, що веде до простоїв транспорту та псування сировини. Наприклад, максимальний строк пролежування зеленого горошку в стручках – 24 години, а обмолоченого – година. При перевищенні цих строків продукцію вищого сорту одержати неможливо (4.650). Правильний розподіл потоків сировини між пунктами первинної переробки еквівалентно підвищенню продуктивності заводу на (6...9)%.

**2.4 Квашення плодів і ягід**

Квашення (мочіння) – найбільш простий і загальнодоступний спосіб консервування фруктів у господарствах. Квашені плоди та ягоди мають специфічний виннокислий смак та аромат внаслідок молочнокислого і спиртового бродіння, а також від додавання прянощів та солоду. Суть процесу квашення полягає в тому, що частина цукру плодів під впливом молочносислих бактерій перетворюється на молочну кислоту, яка в основному консерву єплоди. Чим більше в плодах нагромаджується молочної кислоти, тим вони краще зберігаються. У нормально заквашених плодах кислоти повинно бути від 0,6 до 1,5%. Квашені фрукти дуже корисні. У них залишаються майже всі поживні речовини свіжих плодів. Крім того, в результаті бродіння у плодах і ягодах утворюються продукти молочнокислого та спиртового бродіння (молочна кислота, вуглекислий газ, етиловий спирт, вітаміни групи В, ферменти), які підвищують дієтичні властивості фруктів і надають їм приємного освіжаючого смаку. Консервувати плоди способом квашення економічно вигідно для господарств, тому що плоди літніх сортів яблук і груш непридатні для тривалого зберігання, а у квашеному вигляді їх можна зберігати і реалізувати протягом усього року. Причому ціни на квашені продукти можуть дати господарству високий прибуток.

Груші квасять у стані збиральної стиглості, бо зелені плоди не розм’якшують, а стиглі (у споживчій стиглості), навпаки, надто розрихлюються. Сливи використовують також у збиральній стиглості, а ягоди брусниці та журавлини – у споживчій. Тара для квашення. Щоб одержати високоякісні квашені плоди, слід застосовувати справну, чисту бочкову тару місткістю (50...100) літрів (для яблук). Найкращі бочки дубові. Однак, якщо немає таких бочок, допускається використовувати також букові, а з м’яких порід деревини – липові, осикові, осокорові і вербові. При використанні бочок з інших порід дерев та бочок з-під риби, м’яса, жирів тощо обов’язково застосовують поліетиленові мішки – вкладиші. Підготовка плодів. Для квашення відбирають плоди першого тованого сорту, здорові, неперестиглі, з цілою непошкодженою шкірочкою. За товарними якостями вони повинні відповідати умовам ДСТУ, ГОСТів чи ГСТУ. Яблука та груші ретельно миють безпосередньо перед укладанням їх у бочки в чистій проточній воді від залишків пилу, отрутохімікатів і мікроорганізмів. Миють плоди на плодомийних машинах, стежачи, щоб вони механічно не пошкоджувались.

Яблука і груші однакового розміру, помологічного й товарного сорту щільно вкладають у бочки. Дно і стінки бочок вистилають ошпареною житньою (або пшеничною) соломою шаром завтовшки (1,2) см. Варто класти солому через кожні (5-6) шарів плодів. Солома ізолює плоди від деревини бочок, є амортизатором під час транспортування і деякою мірою надає їм специфічного аромату, кольору та приємного смаку. Солома має бути свіжа, нецвіла та без бур’яну. Верхній шар плодів також вкривають соломою. У заповнені бочки вставляють дно і через шпунтовій отвір заливають розсіл. Сливи не калібрують, а лише видаляють зіпсовані плоди. Їх квасять у бочках місткістю не більше 20 літрів і соломою не перешаровують. Вимоги до якості квашеної продукції. Квашені яблука та груші повинні бути нем’яті, з м’якоттю білого кольору (з легким кремовим або зеленуватим відтінком), щільної, соковитої консистенції, виннокислого, злегка гострого смаку та з ароматом, притаманним квашеним фруктам, однак з особливим присмаком характерним для даного сорту.

Залежно від оцінки якості квашених яблук (загального вигляду і консистенції, кольору, смаку й аромату плодів, а також якості розсолу) розрізняють вищий, перший і другий сорти квашеної продукції. Оцінюють якість продукції за окремими показниками: смак і аромат – 50 балів, зовнішній вигляд і консистенція – 20, колір плодів – 10, якість розсолу – 10, маркування – 10 балів. За сумою балів, що його одержує будь – який зразок плодів, визначають його сортність згідно з ГОСТ і ДСТУ. Консервування плодів та ягід антисептиками. Одним із способів зберігання сировини, яка швико псується, є хімічне консервування. Для цього використовують різні антисептики, тобто речовини, в присутності яких не можуть розвиватись мікроорганізми (бактерії, гриби, дріжджі). Тепер у харчовій промисловості застосовують такі антисептики: сірчистий газ, сірчисту, бензойну і сорбінову кислоти та їх натрієві солі. Використовування хімічних консервантів набуло значного поширення в основному при заготівлі напівфабрикатів – фруктових пюре, соків, а також цілих плодів і ягід, що призначені для виготовлення джемів, повидла, кондитерських начинок, вина. Засульфітовані напівфабрикати не застосовують під час виготовлення консервів для дитячого харчування, оскільки залишкові дози консерванту в продуктах розраховані на організм дорослої людини. Слід пам’ятати, що консервуючі властивості названих антисептиків найкраще виявляються при, переробці відносно висококислотної сировини.

Сульфітація плодів і ягід. Спосіб консервування плодів, ягід і плодово – ягідної продукції за допомогою сірчистого ангідриду або його водного розчину – сірчистої кислоти – називається сульфітацією. Сульфітувати продукцію можна лише при дотриманні всіх необхідних правил техніки безпеки, а саме; розчин сірчистої кислоти виготовляють тільки в протигазі; вентиль на балоні з сірчистим газом відкручують повільно і не до кінця, інакше його може вирвати сильний струмінь газу; перед використанням робочого розчину обов’язково перевіряють його концентрацію; сухе сульфатування (обкурювання) проводять в протигазах. Суха сульфітація плодів (4.655). Спосіб обкурювання сіркою найпростіший, його можна застосовувати на пунктах переробки, які недостатньо обладнані. Обкурюють, як правило, цілі плоди з щільними шкірочкою та м’якоттю – яблука, груші, айву, абрикоси – у спеціальних камерах з двома дверима і витяжною трубою, зручних для провітрювання і вентиляції.

Для обкурювання використовують комову сірку чи сірчистий газ. Перед обкурюванням плоди сортують за якістю і розміром (великі, середні, дрібні), миють і вкладають у звичайні ящики, які встановлюють у камері штабелями заввишки не більше 3м шаховим порядком. Між ящиками залишають відстань близько 2 см, щоб сірчистий газ краще проникав у плоди. Посередині камери залишають вільне місце для жаровень, у яких спалюють сірку. На 1м місткості камери спалюють 200 г сірки. Жаровню із заздалегідь підпаленою сіркою заносять у камеру, встановлюють посередині її на підлогу й зачиняють двері. Якщо в камері с щілини, їх змазують і залишають камеру на деякий час закритою. Тривалість обкурювання для яблук (16...20) год, груш – (12...15), абрикосів і слив – (8...10) год. Після закінчення сульфітації відкривають двері й залишають камеру відкритою на (2...3) години. Щоб швидше звільнити камеру від сірчистого ангідриду, рекомендується поставити в ній вентилятор. Засульфітовані плоди зберігають у ттих самих ящиках, в яких проводили обкурювання, у більш чи менш герметизованих приміщеннях при температурі від 0 до +10 градусів С. Кісточкові плоди, а також ягоди після обкурювання пом’якшують і можуть втрачати сік, тому їх після сульфітації кладуть у бочки і заливають водою. Щоб перевірити надійність сульфітування, роблять аналіз на вміст у консервованих продуктах сірчистої кислоти, який повинен становити (0,15...0,2)%.

Сульфітування розчином сірчистої кислоти. Спочатку виготовляють робочий розчин. Його готують з сірчистого ангідриду (ГОСТ 2918-79), який продають у стальних балонах. Вони мають вентиль і вихідний отвір для випускання газу. Виготовляючи робочий розчин, чисту бочку місткістю 200-300 літрів і більше на 4/5 об’єму заповнюють холодною питною водою. Поруч встановлюють ваги, на які кладуть балон з сірчистим ангідридом і з’єднують його з бочкою за допомогою гумового шланга. Повільно відкривають вентиль доти, поки з шланга у воду непочнуть виходити бульбашки газу, після чого вентиль відкривають трохи більше. Знаючи кількість води в бочці, вираховують, скільки в неї треба впустити – газу, щоб одержати розчин потрібної концентрації, і відповідно збільшують кількість гир на вагах. Необхідна кількість газу вийде тоді, коли ваги зрівноважаться, після чого вентиль балона закручують. В нормальних умовах при температурі (15...20) градусів С у воді може розчинятися не більше (5...6)% сірчистого газу. Тому робочий розчин, як правило, готують (1...5)%-ної концентрації. Щоб приготувати 5%-й робочий розчин, у бочку місткістю 300 літрів наливають 225 літрів води і додають 6,25 кг сірчистого ангідриду. Однак може трапитись так, що під час сульфітування частина газу пройшла через шар води і , не встигши розчинитися, звітрилась. У цьому випадку робочий розчин матиме нижчу концентрацію і сульфітована продукція буде псуватися. Тому розчин готують не раніше як за добу до застосування, а перед цим перевіряють його концентрацію за густиною. Розчином сірчистої кислоти консервують кісточкові плоди та ягоди. Яблука доцільніше консервувати сухим сульфітуванням. Готовий робочий розчин небажано зберігати тривалий час, а потрібно використовувати відразу. Не можна зберігати його, а також усі сульфітовані напівфабрикати в металевих ємкостях, бо сірчистий ангідрид вступає у реакцію з залізом, причиняючи сильне його ржавіння.

Перед сульфітацією плоди миють, сортують за якістю, відлучають непридатні для переробки. Абрикоси і сливи розрізують навпіл, якщо їх сульфітують без кісточок. У у черешень і вишень обривають плодоніжки. Смородину після перебирання бланшують, занурюючи на (1...2) хвилин в киплячу воду. Агрус, зібраний для варення за десять днів до повної стиглості, очищають від плодоніжок і бланшують так само, як і смородину. Малину й суниці збирають стиглими і в цей же день сульфітують.

Підготовлені плоди та ягоди засипають у бочки, наливаючи в них розраховану кількість робочого розчину сірчистого ангідриду (4.660). Причому розрахунрк ведуть на загальну кількість продукту, включаючи і фрукти, і рідину, бо ангідрид розподіляється рівномірно у всьому об’ємі. Наприклад, при сульфітації вишень або черешень у бочку, заповнену плодами, заливають 6-% -й розчин сірчистого ангідриду в кількості 20% від маси плодів. При сульфітації суниць, щоб надати ягодам більшої густини часто застосовують розчин бісульфату кальцію. Для цього до відміреної кількості 2%-го розчину сірчистої кислоти додають гашене вапно з розрахунку 6 грам на 1 літр, перемішують, поки не стане прозорим, і заливають ягоди. Заповнені діжки закупорюють і злегка прокачують, щоб розчин повністю й рівномірно розподілився на поверхні плодів. Після цього їх залишають на (3...4) доби. Коли плоди осядуть, бочки відкривають і доповнюють такими самими сульфітованими плодами з інших бочок. Це роблять для того, щоб не доливати у бочки багато води. Діжки не потрібно наповнювати плодами більше як на (90,8...90,9) їх місткості. На дні кожної бочки, з зовнішньої сторони, роблять напис, де вказують масу як самої продукції (нетто), так і продукції а тарою (брутто), масу тари, назву сорту плодів та назву господарства.

Зберігають сульфітовані плоди у прохолодних підвалах, а якщо їх немає, то в наземних приміщеннях. Якщо бочки з сульфітованими плодами зберігають надворі, їх закривають від сонця матами, а в жарку погоду зволожують. Оптимальна температура зберігання від 1 до +10 градусів С і відносна вологість повітря (75...80)%. Періодично в сульфітованих плодах перевіряють вміст сірчистого ангідриду. При вмісті консервануту менше 0,1% його додають до необхідної кількості. Сульфітовані плоди і ягоди згідно з РТУ УРСР повинно відповідати певним технічним вимогам. Десульфітація - вилучення сірчистого ангідриду з сульфітованих продуктів: її проводять кип’ятінням продукту у відкритих казанах протягом 15...20 хвилин або у вакуум – апаратах сильним провітрюванням чи обробкою перекисом водню.

Сульфітований сік, який за технологічними вимогами не можна нагрівати, десульфітують сильним провітрюванням. Для цього сік під тиском вдувають через форсунки у великий чан, де він розпилюється майже до туману. Від цього поверхя випаровування надзвичайно збільшується. За такої поверхні при температурі (30-40) градусів С сірчистий ангідрид звітрюється з краплин соку, а краплини по стінкам чана стікають на дно. Потрібно, щоб залишкова кількість ангідриду відповідала нормам, бо його надлишок шкодить дріжджам під час зброджування соку. Цей спосіб десульфітування не має значного поширення через те, що при його застосуванні втрачається частина ароматичних речовин соку. Перекисом водню продукт обробляють так. У сік поступово при перемішуванні додають (4...5)%-й розчин його. Ця операція продовжується протягом трьох діб. Сушіння плодів та овочів в сушильних установках, здійснюється в них зневодження продуктів відбувається в щільному шарі, коли не вся поверхня висушуваного матеріалу бере участь в теплообміні, в зв’язку з чим процес проходить повільно, тривалість сушіння значна. Тому апарати, які застосовують для такого способу сушіння, мають невелику продуктивність при значних габаритах. Значне прискорення процесу досягається при сушці продуктів конвективним способом в переміщуваному шарі. Одним з таких меодів є сушіння в киплячому шарі. Сушарки, які працюють за цим принципом, призначені для зневодження харчових продуктів у вигляді невеликих шматочків (кубиків) чи крупинок (гранул).

При сушінні у киплячому шарі створюють підвищені швидкості (4...6) м/с повітря, яке надходить під сітку сушарки. Напором повітря шматочки продукту відриваються від сітки і підтримуються під час сушіння напівзваженому стані. Завдяки цьому збільшується загальна поверхня випаровування, посилюється конвекція, покращується вологообмін між продуктом і сушильним агентом, що інтенсифікує процес і дозволяє отримувати добре відновлюємий сушений продукт. Робота сушарки здійснюється таким чином. Гранульоване картопляне пюре вологістю (40...45)% безперервно подається до сушильної камери, в якій продукт знаходиться в псевдозрідженому (напівзваженому) стані подачею підігрітого повітря через повітророзподільну решітку, площа якої складає 1 метр в квадраті. Решітка безпровального типу виконана з кількох шарів бронзової сітки, яка затиснута між перфорованими металевими шарами. Навантаження продукту на повітророзподільну решітку складає (45...90) кг/м2 .

Повітря під решітку подається вентилятором через систему парових калориферів і повітророзподільний колектор. Висушеним продукт вивантажується з камери через регулюємий патрубок. Відпрацьоване повітря з сушильної камери направляється в циклони відсмоктуваючим вентилятором. Продуктивність сушарки по випареній волозі – 160 кг/год, по висушеному продукту – 250 кг/год, довжина – 3,3 метра, ширина – 0,8 , висота 3,1 м. Ще більш ефективною різновидністю сушіння в киплячому шарі є сушіння, що засноване на комбінованій дії на висушуємий продукт нагрітого повітря і механчних коливань решітки. Цей спосіб дозволяє нарівні з інтенсифікацією зневодження зночно знизити гідравлічний опір високих шарів продукту і газорозподільної решітки.

Після сушіння висушений продукт відбирають вручну. Вручну відбирають також шматочки, які мають різні дефекти і залишки шкірки, очка, чорні або піджарені п’ятна т.і. Відсортовані овочі, зсипаючись з транспортера проходять магнітні сепаратори, ваги і фасуют у крафтмішки, які зашивають на машині. Відсортована картопля (овочі) може проходити при потребі брикетування. Брикетують сушені овочі на гідравлічних пресах. Брикети фасують в металеві банки, потім банки закатують на закаточній машині і для запобігання корозії заліза, замочують у ванні з технічним вазеліном, підігрітим до температури 135 градусів С. Упаковану продукцію на піддонах за допомогою акумуляторних завантажувачів перевозять на склад готової продукції.

**Використана література**

1. Задорожний І. М. Товарознавство продовольчих товарів. Підручник. – Львів, Коопосвіта, 2000-317 с.

2. Збожна О.М. Основи технології: Навчальний посібник. – Вид. 2-ге, змінене і доповнене. – Тернопіль: Карт – бланш, 2002.- 486с.

3. Осадча А.І. Громадське харчування: Навч. посібник. К.: Освіта, 1993-176 с.

4. Остапчук М.В., Рибак А.І. Технологія виробництва: Навч. посібник. К.: Освіта, 2001-720 с.

5. Сирохман І. В. Товарознавство продовольчих товарів. Київ – Лібра, 2000. – 368 с.

6. Тарасенко І.І. Процеси та апарати харчових виробництв: Навч. Посібник-К.; Київ. Нац. Торг.-екон. Ун-т, 2002-203с.