

ЛЕКЦІЯ 1

ТЕМА: СТРУКТУРНІ ЕЛЕМЕНТИ МАШИН, АПАРАТІВ І ПОТОКОВИХ ЛІНІЙ

ПЛАН

- 1.1 Елементи машин
- 1.2 Поняття і ознаки машини
- 1.3 Характерні ознаки апаратів
- 1.4 Структура і види потоково-технологічних ліній переробних і харчових виробництв
- 1.5 Види і типи схем, вимоги до виконання схем

Різні частини машин, що не піддаються розбиранню, називаються **деталлями**. Нерозбірні частини, що входять до складу різноманітних машин, які виконують ту саму дію, відносяться до деталей загального призначення. Вони поділяються на дві великі групи: сполучні (болти, гвинти, гайки, заклепки і т.п.) і передачі (вали, осі, опори осей і валів, муфти).

Будь-яка одиниця технологічного обладнання складається з таких частин: станини (корпуса, рами, ферми і т.п.), пристрою або вузлів завантаження (вивантаження) продукту, захисту (блокування), приводу і виконавчого (передатного) механізму, і виконавчих органів.

Основними частинами, взаємодія яких визначає технічну характеристику обладнання, є привід, виконавчий механізм і виконавчі органи.

Станина. Призначена для кріплення всіх частин обладнання, у тому числі призначена служити пристроєм (картером), у якому знаходиться масло для виконавчого механізму.

Пристрій завантаження (вивантаження). Здійснює періодичну або безперервну подачу продуктів в обладнання, а також може забезпечувати його дозування за обсягом або масою, в залежності від вимог технологічного процесу.

Пристрій захисту (блокування). Призначений для запобігання неправильного або несвоєчасного включення або відключення окремих частин обладнання і запобігання їх руйнуванню при аварії.

Привід. Призначений для передачі руху через виконувальний механізм на виконавчі органи обладнання. Як привід, застосовують електричні, гідравлічні і пневматичні механізми.

Електричний привід одержав найбільше поширення. Його основна частина – електродвигун.

За типом підведеного струму електродвигуни поділяють на три групи:

- постійного струму з постійною або регульованою напругою;
- трифазні перемінного току – порівняно рідко застосовують синхронні та широко застосовують асинхронні;
- однофазні асинхронні, які мають малу потужність ;
- трифазні асинхронні двигуни бувають одно- та багато швидкісними.

За конструкцією кріплення до опори, електродвигуни поділяються на фланцеві, вертикальні з нижнім виходом валу, на ковзній плиті і що вбудовуються.

Як електричний привід, можуть служити також лінійні електродвигуни і соленоїди (електромагніти).

Гідравлічний привід складається з насоса, що подає робочу рідину (мінеральні і касторові мастила, гліцерин, воду та ін.) до гідросистеми і підтримує в ній тиск і витрати; гідродвигуна, що передає рух виконавчому механізму; сурма, що з'єднує насос і гідродвигун; ємності для резервування (зберігання) робочої рідини; акумулятора (збірника) робочої рідини; контрольно-регулюючих приладів; пристроїв для очищення (фільтрів) і охолодження робочої рідини. Для подачі робочої рідини застосовують лопастні, шестерні, поршневі й інші насоси. Гідродвигуни бувають ротаційними, поворотними (сервомотори) і поршневими (гідроциліндри).

У пневматичному приводі робочим середовищем є стиснене повітря. До складу приводу входять компресор, що нагнітає повітря у систему; ресивер (герметична посудина) для створення запасу повітря; фільтр; трубопроводи; пневмодвигун; прилади контролю й автоматики. Пневмоприводи бу-

вають ротаційними, поршневыми, мембранними та ін. Найбільше поширення отримали поршневі.

Виконавчий (передатний) механізм. Призначений для передачі руху від приводу до виконавчих органів технологічного обладнання. Цей механізм складається з ведучої ланки, що зв'язана з приводом, і веденої ланки, що з'єднується з виконавчими органами. Основний параметр, що характеризує роботу виконавчого механізму, - передаточне відношення (число). Воно являє собою величину, рівну відношенню: у зубчастих передачах числа зубів веденої і ведучої, діаметра веденої і ведучої шестірні; у зубчатих і пасових передачах числа оборотів веденої шестірні (шківа) і ведучої шестірні (шківа).

Виконавчий механізм характеризується умовами роботи виконавчих органів. Існують такі виконавчі механізми: безперервної дії - виконавчі органи знаходяться в постійному контакті з продуктом, який обробляють, протягом усього циклу руху механізму; періодичної дії - виконавчі органи знаходяться в контакті з продуктом протягом частини циклу руху виконавчого механізму (робоче переміщення), інший час виконавчі органи знаходяться в неробочому положенні (холосте переміщення).

Виконавчі механізми (передаточні пристрої) бувають жорсткими і гнучкими. До твердих виконавчих механізмів відносять зубчасті, черв'ячні, цевочні, храпові, ричажні, кривошипно-шатунні, шарнірні, кулісні, кулачкові, хрестоподібні, пружинні, планетарні, фрикційні, диференціальні. Гнучкі передавальні механізми - ременні, канатні, ланцюгові, стрічкові, тросові та ін. Їх застосовують при невеликих передатних відношеннях, а також у комбінації з твердими механізмами.

Виконавчі органи. Вони призначені для безпосереднього впливу на продукт, що обробляється енергетичної (механічної, теплової) дії, або створення умов, що забезпечують взаємодію продукту з робочими середовищами або енергетичними полями. Ці органи різноманітні по конструкції, що обумовлено розходженням властивостей продукції, що обробляється, способів, режимів і напрямку впливу на них.

По конструкції виконавчі органи бувають лопастними, шнековими і гвинтовими, барабанними, вальцьовими, мембранними і шланговими, ланцюго-

вими, стрічковими, тросовими, сітчастими, фрикційними, у виді пари циліндр-поршень, сопловими, форсуночними і дисковими.

По способу впливу виконавчі органи можна розподіляти на ті що очищають, що ріжуть, ударні, ізтираючі і тепло-передавальні. У залежності від напрямку взаємодії продукту з робітничим середовищем виконавчі органи бувають відцентровими (тангенціальними).

Машини

Пристрій, створений людиною який виконує механічні рухи для перетворення енергії, матеріалів і інформації з метою повної заміни чи полегшення фізичної і розумової праці людини, збільшення його продуктивності, називається **машиною**.

Ознаки, що характеризують машину:

перетворення енергії в механічну роботу чи перетворення механічної роботи в інший вид енергії;

визначеність руху всіх її частин при заданому русі однієї частини.

По характеру робочого процесу всі різноманіття машин можна розділити на класи: енергетичні, транспортуючі, інформаційні і технологічні.

Енергетичні машини. Поділяються на дві групи: машини-двигуни і машини-перетворювачі.

Машини-двигуни призначені для перетворення енергії будь-якого виду (електричної, теплової і т.п.) у механічну. До них відносяться електричні машини (електродвигуни), електромагнітні перетворювачі струму, парові машини, двигуни внутрішнього згорання, турбіни і т.д.

Машини-перетворювачі призначені для перетворення механічної енергії в енергію будь-якого виду. До них відносяться електричні генератори, компресори, повітродувки, гідравлічні насоси і т.д.

Транспортуючі машини. Перетворюють енергію двигуна в енергію переміщення мас. До транспортуючих машин відносяться конвеєри, елеватори, піднімальні крани і підйомники.

Інформаційні (обчислювальні) машини. Призначені для одержання і перетворення інформації. Інформаційні машини являють собою комплекс технічних засобів, що мають загальне керування. Вони поділяються на анало-

гові обчислювальні машини (АОМ), цифрові обчислювальні машини (ЦОМ) і гібридні обчислювальні системи (ГОС).

Технологічні машини. Призначені для перетворення предмету (продукту), що складається в зміні його розмірів, форми, чи властивостей стану. До технологічних машин відносяться також апарати і роботи.

Технологічні машини складаються з рухового, передатного і виконавчого механізмів. Найважливішим у машині є виконавчий механізм, що визначає технологічні можливості, ступінь універсальності і найменування машини.

Апарати

Крім машин до технічного обладнання відносяться також апарати, у яких здійснюються теплові, електричні, фізико-хімічні, біологічні та інші впливи, що викликають зміни фізичних чи хімічних властивостей або агрегатного стану продукту, що обробляється. Характерною ознакою апарата є наявність реакційного простору, чи робочої камери.

По характеру зв'язків технічні процеси розділяються на механічні, гідродинамічні, тепло- і масообмінні без зміни агрегатного стану речовини і дифузійні, хімічні, мікробіологічні і комбіновані.

У такий спосіб надається можливість виділити наступні типові технічні процеси переробних виробництв:

механічні – переміщення, транспортування, зважування, гранулювання, дозування, подрібнення, змішування, сортування, збагачення;

гідродинамічні – переміщення рідин, поділ газових і рідких неоднорідних сумішей, перемішування рідин;

тепло- і масообміні і термодинамічні без зміни агрегатного стану речовини – стиск, розрідження, нагрівання, охолодження, фільтрація, кондиціонування, вентиляція;

тепло- і масообміні і термодинамічні зі зміною агрегатного стану речовини – поділ газових сумішей, екстрагування, випарювання, конденсація, ректифікація, сушіння;

хімічні – окислювання, відновлення, утворення гідроокисів, нейтралізація, дегідратація, ароматизація, сульфитація, гідроліз полісахаридів, омилення, гідрогенізація, перегонка;

мікробіологічні – приготування і зберігання живильного середовища, шумування, стерилізація.

У переробному виробництві, як правило, існує кілька технічних процесів, що можуть бути апаратними чи машинними.

Технічні процеси, що протікають в апаратах, називаються апаратними, а технічні процеси, які основані на механічній роботі зі зміною форми, положення, структури та інших властивостей предметів, що оброблюються за допомогою машин – механічними. Однак необхідно відзначити, що такий розподіл умовний, тому що в деяких приладах механічна обробка сполучається з нагріванням, охолодженням, масообміном і навіть хімічними реакціями, в таких випадках важко визначити, який процес переважає.

У переробному виробництві застосовуються наступні технічні процеси: переробки різної сировини і матеріалів з метою одержання готової продукції чи напівфабрикатів;

транспортування, що здійснюються за допомогою конвеєрів, шнеків, підйомників, транспортерів, насосів, компресорів та інших технічних засобів для переміщення сировини, матеріалів, рідини, газів, напівфабрикатів, готової продукції.

Кожен технічний процес може бути розділений на ряд основних і допоміжних операцій. Основними називають операції, спрямовані на зміну властивостей, форми чи розмірів предметів праці, допоміжними – операції транспортування, установки, затиску чи знімання предметів праці, що забезпечують виконання основних операцій.

У залежності від прийнятого технічного процесу здійснюється вибір машин, апаратів, транспортних засобів, енергетичних та інших пристроїв. Відповідність машини чи апарата технічному призначенню і прогресивній технології виробництва – одне з основних вимог, що пропонуються до парку технічного обладнання.

Потокові лінії

У процесі комплексної механізації й автоматизації виробництва окремі машини й апарати поєднують в агрегати і потокові лінії. Сукупність спеціалізованих технічних машин, розташованих відповідно до визначеного технологічного процесу і зв'язаних між собою транспортними пристроями, називається **потоковою лінією**.

По виду зв'язку між машинами потокові лінії діляться на наступні типи:

лінії з міцним зв'язком між машинами і безпосередньою передачею об'єкта, що обробляється, від однієї машини до іншої (рис. 1.1, *а*). У таких лініях усі машини – від першої до N -ї – повинні працювати в ритмі, однаковому чи кратному ритму основної машини лінії;

лінії з гнучким зв'язком між машинами (рис. 1.1, *б*). Робота кожної машини в цьому випадку не залежить від обраного ритму лінії. Між кожними двома машинами встановлюється приймач-нагромаджувач Π з перевантажувачем;

лінії з напівгнучким зв'язком між машинами (рис. 1.1, *в*). Звичайно розділяються на окремі ділянки, що складаються з групи машин із міцними зв'язками. У свою чергу, ділянки з'єднані між собою гнучкими зв'язками у виді приймачів-нагромаджувачів Π з конвеєрами-перевантажувачами.

По ступені механізації й автоматизації потокові лінії підприємств переробних виробництв можна розділити на наступні види: немеханізовані, напівмеханізовані, механізовані, автоматизовані й автоматичні.

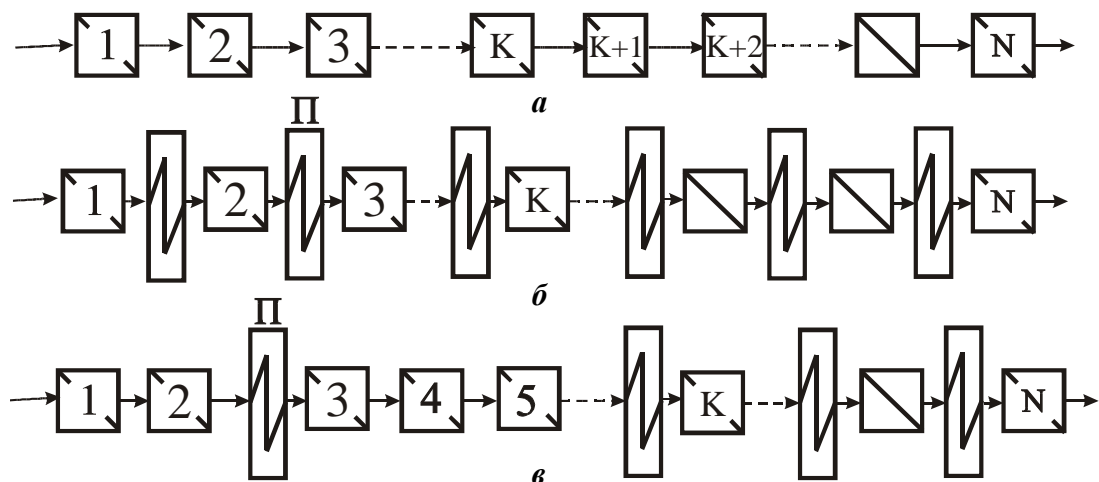


Рис. 1.1 – Види зв'язку між машинами поточкових ліній:

a – міцна; *б* – гнучка; *в* – напівгнучка; *K...N* – машини; *П* – приймач-нагромаджувач з перевантажувачем; *1...5* – машини в лінії.

Немеханізовані потокові лінії. Характеризуються тим, що всі технічні і транспортні операції в них виконуються вручну. Такі лінії є першим етапом організації потокового виробництва. Вони дозволяють диференціювати технологічний процес, вести поділ праці і спеціалізувати робочі місця, а також застосовувати єдиний ритм виробництва.

Напівмеханізовані потокові лінії. Велика частина трудомістких технологічних і транспортних операцій у напівмеханізованих поточкових лініях механізована і виконується без безпосереднього застосування ручної праці. Вручну, як правило, виконують операції подачі напівфабрикату в технологічні машини, а також операції контролю і регулювання технологічного процесу.

Механізовані потокові лінії. Лінія з повною, комплексною механізацією всіх технологічних, транспортних і установочно-знімних операцій називається *механізованою*. У цьому випадку ручними залишаються контроль і регулювання параметрів технологічних процесів.

Автоматизовані потокові лінії. Автоматизованими можуть бути лінії як механізовані, так і напівмеханізовані. У переробному виробництві, як правило, автоматизують механізовані потокові лінії.

Автоматичні потокові лінії. Є вищою формою організації потокового виробництва, являють собою механізовані лінії, оснащені комплексом автоматичних пристроїв для контролю, регулювання всіх технологічних операцій і керування машинами й агрегатами, що входять у лінію, без застосування ручної праці. При повній (комплексній) автоматизації машини й агрегати поточкових ліній виконують роботу з найвищими (чи близькими до них) техніко-економічними показниками (наприклад, по продуктивності, ККД, собівартості продукції і т.д.).

За структурою потоку поточкові лінії можуть бути однопотоковими, багатопотоковими і змішаними.

На однопотокових лініях з одного виду сировини виробляється один вид продукції. У цих лініях продуктивність і ритм роботи всіх машин і

апаратів повинні відповідати продуктивності і ритму роботи основної машини, що має визначальне значення для даного потоку.

Багатопотокові лінії можуть бути з потоками, що сходяться, розбіжними і рівнобіжними потоками. У першому випадку з декількох видів сировини чи напівфабрикатів виробляється один вид продукту, у другому – з одного виду сировини чи напівфабрикату виробляється кілька видів кінцевого продукту, у третьому – виробляється на кожному потоці один вид сировини, напівфабрикату чи готового виробу.

На потокових лініях зі змішаними потоками з декількох видів сировини і напівфабрикатів можуть вироблятися кілька видів готових виробів.

По компонованню потокові лінії переробних підприємств можуть бути розділені на наступні види.

Наскрізні лінії, у яких здійснюється повний цикл чи виготовлення обробки продукту з безупинним процесом переміщення від однієї технологічної операції до іншої. Наскрізні лінії можуть бути вертикальними і горизонтальними. У вертикальних лініях широко застосовується гравітаційний транспорт, вони компонуються у виді прямої лінії.

Наскрізні горизонтальні лінії можуть компоуватися у виді прямої лінії (рисунок 1.2, *a*), лінії Г- і П-подібної форми (рисунок 1.2, *б* і *в*), із зустрічним рухом об'єктів, що обробляються і передачею їх з однієї ділянки на іншу (рисунок 1.2, *г*).

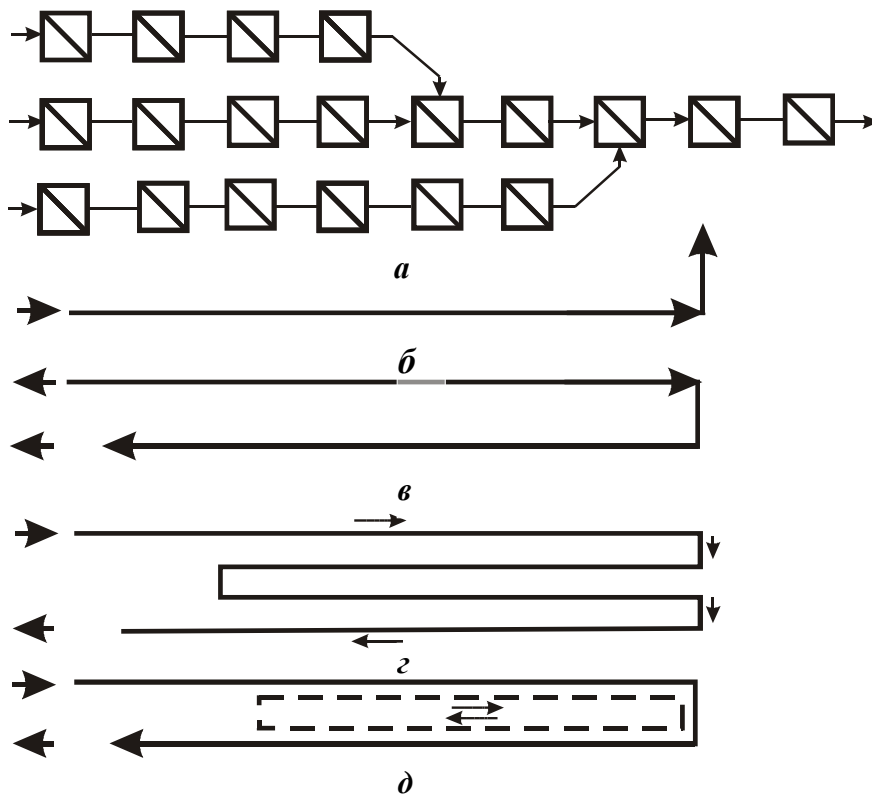


Рис. 1.2 – Компонування потокових ліній:

a – багатопотокова з потоками, що збігаються; *б* - Г-подібної форми; *в* – П-подібної форми; *г* - із зустрічним рухом об'єктів, що обробляються; *д* – замкнута.

Замкнуті лінії застосовуються у випадку виготовлення і транспортування виробів за допомогою пристосувань-супутників, форм, лотків, піддонів і т.д., що повертаються після звільнення від виробів до вихідної позиції. Замкнуті лінії можуть бути вертикальними і горизонтальними.

У горизонтальних лініях застосовуються замкнуті системи конвеєрів з поворотними чи іншими пристроями, що перевантажують. Вертикально замкнуті конвеєрні системи (рисунок 1.2, *д*) спеціально перевантажуючих пристроїв майже не вимагають.

Змішані лінії містять у собі наскрізні і замкнуті ділянки, у яких використовуються пристосування-супутники.

1.5 Види і типи схем

Схема – це креслення, на якому у вигляді умовних позначень або зображень показані частини виробу і зв'язку між ними.

Складові схеми:

Елементи – частини схеми, що виконують в ПТЛ певні функції (компресор, насос, транспортер), які не можна розділити на окремі частини з самостійним функціональним призначенням.

Пристрій – сукупність елементів, яка є єдиною конструкцією.

Функціональна група – сукупність елементів, які виконують у пристрої певну функцію, але не з'єднані в єдину конструкцію (наповнювальний агрегат).

Залежно від видів елементів, що входять до складу виробу, і зв'язків між ними схеми розділяють на наступні види:

- електричні Е
- гідравлічні Г
- пневматичні П
- кінематичні К
- комбіновані З.

Залежно від основного призначення схеми підрозділяють на наступні типи:

- структурні – 1
- функціональні – 2
- принципові – 3
- з'єднань (монтажні) – 4
- підключення – 5
- загальні – 6
- розташування – 7.

Найменування схеми визначається її виглядом і типом, наприклад: «схема електрична принципова» ЭЗ

«схема кінематична принципова» КЗ.

Структурна схема – передбачає інформацію про склад лінії.

Функціональні схеми – дають інформацію про послідовність і склад дій над об'єктом переробки.

Принципова схема – несе якнайповнішу інформацію про склад і функціональні вимоги роботи виробу, машини, лінії.

Схема з'єднань (монтажні) – призначені для вказівки порядку приєднання, місцеположення і розміру трубопроводів.

Схема підключень – дає інформацію про порядок підключення устаткування до силової мережі.

Загальні і комбіновані схеми – залежно від необхідної інформації, дає уявлення про склад, якість і розташування що входять в схему пристроїв і функціональних одиниць.

Схеми розподілу виконують для визначення складу виробу (установки, лінії). До них відносяться машинно-апаратні схеми, вживані для оформлення технологічних процесів в харчовій промисловості (рис. 1.1).

При проектуванні рекомендується виконувати принципові схеми розподілу. Принципова (повна) схема визначає повний склад елементів виробу і зв'язків між ними, дає детальне уявлення про принципи роботи і послідовності виконання операцій устаткування і лінії в цілому. Схема дозволяє виробничу наладку, регулювання і контроль над ними.

Машини і апарати на таких схемах зображають зовнішніми контурами в порядку послідовності технологічного процесу.

Графічна побудова схеми повинна давати наочне уявлення про послідовність взаємодії елементів і функціональних груп, що входять до складу лінії. Допускається розташування машин і апаратів не у відповідності їх реального розташування на місці експлуатації.

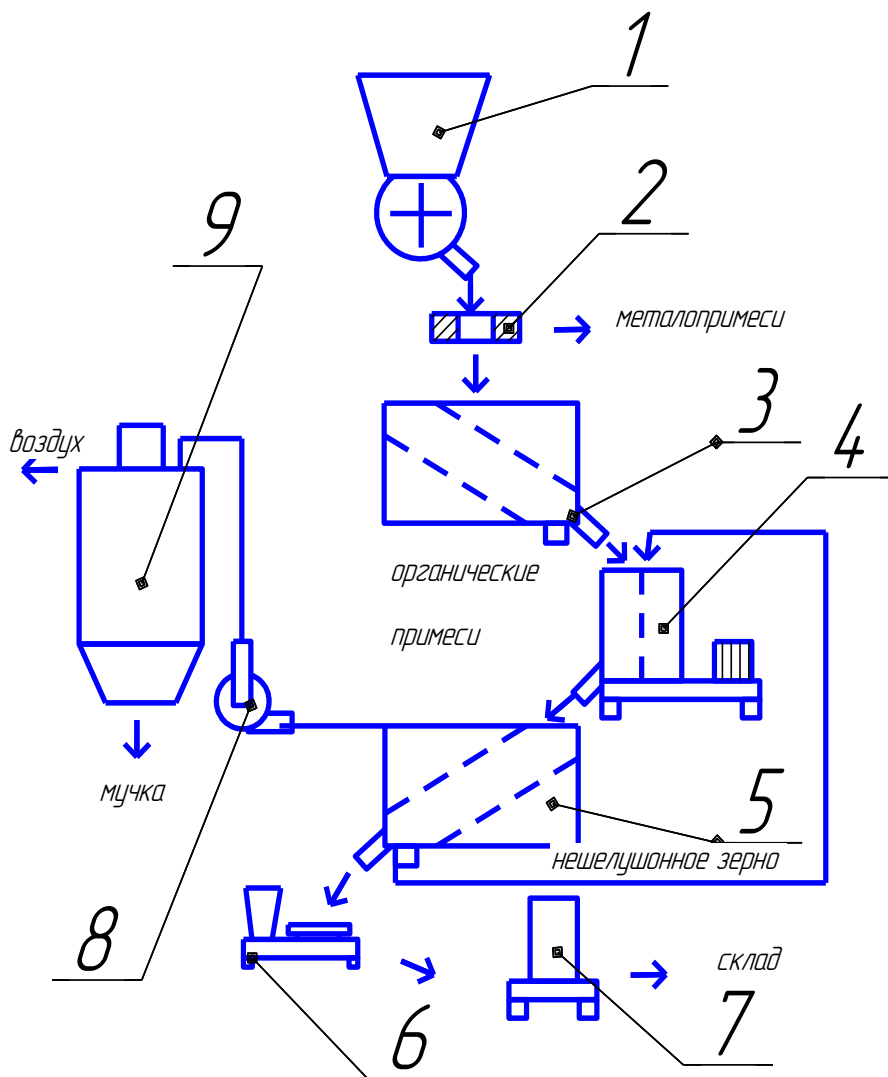


Рис. 1.1 Машинно-апаратна схема виробництва крупи: 1–бункер-дозатор; 2–магнітний сепаратор; 3, 5–повітряно-аспіраційний сепаратор; 4–абразивна луцильна машина; 6–фасувальна машина; 7–упаковочна машина; 8–вентилятор аспіраційної системи; 9–циклон.

На схемі указують тип машини або апарату і позначення документа, на підставі якого машина або апарат застосований. Таким документом є технологічна інструкція, затверджена і діюча на підприємстві і технічний паспорт машини.

При великій кількості функціональних частин в схемі виробу допускається замість найменувань, типів і позначень проставляти порядкові номери на полицях ліній-винесень праворуч від зображення або над ним.

При виконанні схем, комбінованих по видах, дотримують наступні

правила:

- елементи і зв'язки кожного вигляду (електричні, гідравлічні, пневматичні і т.п) зображають на схемі за правилами, встановленими для відповідних видів схем даного типу;

- якщо на схемі елементам привласнюють позиційні позначення, то вони повинні бути крізними в межах схеми, окрім електричних елементів, яким привласнені буквено-цифрові позиційні позначення;

- відомості, що поміщаються на схемі, і оформлення схеми в цілому визначають за правилами, встановленими для відповідних видів схем конкретного типу.

Комбіновані схеми виконують відповідно до технологічного процесу, можливо комбінування схем систем змащування, автоматизації з кінематичними принциповими схемами, шляхом доповнення позначень точок мастила, контролю і таблицями пояснень, в які поміщають характеристики і періодичність заданих операцій.

Умовні графічні зображення приладів і засобів автоматизації на схемах виконують у відповідності з ГОСТ 21.44-85.

1.5.1 Основні вимоги до виконання схем (ГОСТ 2.701-84):

1. Схеми виконують без дотримання масштабу і дійсного просторового розташування складових частин виробу. Число схем повинне бути мінімальним, але достатнім для проектування, виготовлення, настройки, регулювання і надійної експлуатації виробу. На схемах використовують стандартні графічні умовні позначення.

2. Слід добиватися якнайменшого числа зламів і перетинів ліній зв'язку, зберігаючи між паралельними лініями відстань не менше 3 мм

3. Елементи виробу, що входять до певних функціональних груп або пристроїв, допускається виділяти на схемах тонкими штрих пунктирними лініями.

4. На схемах необхідно поміщати різні технічні дані, що характеризують схему в цілому і окремі її елементи, відомості поміщають або біля графічних позначень, або на вільному місці поля креслення, як правило, над основним написом.

5. Дозволяється виконувати схему на декількох листах або дві схеми на одному листі.

1.4 Структурні схеми

Мета структурної схеми – позначення послідовності вигляду, типу, марки машин і устаткування, кількості машин і устаткування на кожному етапі переробки. Складається відповідно до прийнятої технологічної схеми виробництва в рекомендованих умовних позначеннях.

На схемі можливо указувати (при необхідності) умовними позначеннями двигуна, передач, валів, виконавчих і інших механізмів. Нанесення і з'єднання лініями і стрілками умовних позначень для отримання структурної схеми машини починають від двигуна в послідовності приєднання окремих механізмів і передач.

На структурній схемі машини необхідно указувати наступні параметри:

- потужність двигуна;
- скорість обертання валу двигуна і валів машини;
- передаточні числа проміжних передач;
- порядкові номери валів (римськими цифрами);
- найменування окремих виконавчих механізмів
- найменування робочих органів або їх умовні позначення.

Структурна схема машини складається на стадії проектування при розробці технічного проекту. При складанні структурної схеми ПТЛ, машини і апарати на схемах указують у вигляді спрощених зображень контура машини з обов'язковою вказівкою на полиці-винесенні його назви.

Для насичення схем обов'язково вказівка позиції, а назву указують в переліку елементів схеми.

На структурній схемі зображаються всі основні елементи і взаємозв'язки між ними (рис. 1.2).

1.5 Функціональні схеми

Функціональна схема є зображенням функціональних частин виробу, що беруть участь в процесі, і зв'язки між ними. Функціональна частина – ця дія, якій піддається об'єкт переробки залежно від градації процесу.

Задачу удосконалення машин необхідно вирішувати, аналізуючи систему виробництва в цілому, розкладаючи загальну схему на сукупність простих елементів. Це можливо на основі аналізу структурної і функціональної схем роботи лінії, машини, механізму.

Гідравлічні і пневматичні схеми

Ці схеми розділяють залежно від основного призначення на:

- структурні
- принципіві
- з'єднання.

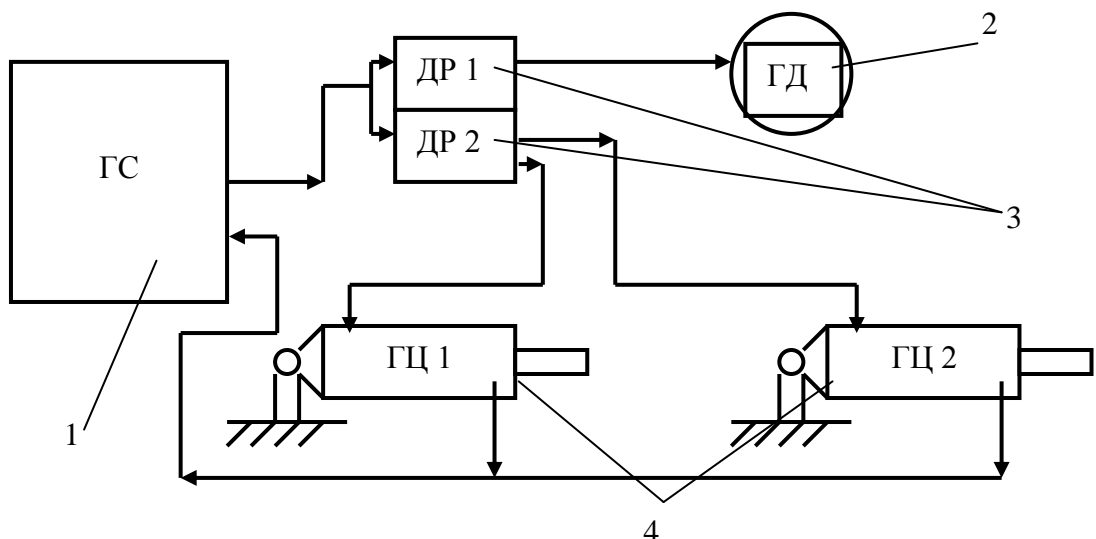


Рис. 1.2 Приклад гідравлічної структурної схеми: 1 – ГС – гідростанція; 2 – ДР – дросель (1,2); 3 – ГД – гідродвигун; 4 – ГЦ – гідроциліндр (1,2).

Принципові схеми містять всі гідравлічні або пневматичні елементи або пристрої, необхідні для здійснення і контролю у виробі заданих процесів. Елементи і пристрої зображають на схемах у вигляді графічних позначень, як правило, в початковому положенні.

Всі елементи і пристрої, що входять у склад схеми, повинні мати буквено-цифрове позиційне позначення. Наприклад, ДР2 – дросель другий по схемі. Порядкові номери елементам привласнюють, починаючи з одиницями в межах групи елементів, яким на схемі привласнено однакове буквене позначення.

При вказівці параметрів роботи машини (витрата, тиск робочої рідини, частота обертання ротора, хід гідроциліндра, висота підйому) дану схему можна вважати структурно-функціональною схемою роботи машини.