

Міністерство освіти і науки України
Чернігівський промислово-економічний коледж
Київського національного університету технологій та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ
Заступник директора з НР
_____ С.В.Бондаренко
_____ 20__ р.

Методичне забезпечення
лекційного курсу з дисципліни
«Електроустаткування підприємств та цивільних споруд»
спеціальності 5.05070104 «Монтаж і експлуатація електроустаткування
підприємств і цивільних споруд»

Уклав

Ліх Т.В.,
викладач спеціальних
електротехнічних дисциплін

Розглянуто на засіданні
циклової комісії спеціальних
електротехнічних дисциплін

Протокол №__ від ____ 20__ року

Голова циклової комісії

В.В.Олійник

Лекція № 1

Тема: Вступ. Основні світлотехнічні одиниці. Правила і норми штучного освітлення. Характеристика і класифікація світильників.

Мета: Набуття студентами знань з питань освітлення виробничих приміщень.

Методи: словесний, наочний.

План:

1. Роль електричного освітлення в підвищенні продуктивності праці.
2. Основні світлотехнічні одиниці.
3. Правила і норми штучного освітлення.
4. Характеристика і класифікація світильників.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

1Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувашов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981 , ст. 242-256.

2Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок.- М:Высшая школа, 1982, ст. 5-22.

1 Роль електричного освітлення в підвищенні продуктивності праці.

Освітлення відіграє важливу роль у житті людини. Біля 90% інформації сприймається через зоровий канал, тому правильно виконане раціональне освітлення має важливе значення для виконання всіх видів робіт. Світло є не тільки важливою умовою роботи зорового аналізатора, але й біологічним фактором розвитку організму людини в цілому. Для людини день і ніч, світло і темрява визначають біологічний ритм

- бадьорість та сон. Отже, недостатня освітленість або її надмірна кількість знижують рівень збудженості центральної нервової системи і, природньо, активність усіх життєвих процесів. Раціональне освітлення є важливим фактором загальної культури виробництва. Неможливо забезпечити чистоту та порядок у приміщенні, в якому напівтемрява, світильники брудні або в занедбаному стані.

Стан освітлення виробничих приміщень відіграє важливу роль і для попередження виробничого травматизму. Багато нещасних випадків на виробництві стається через погане освітлення. Втрати від цього становлять досить значні суми, а, головне, людина може загинути або стати інвалідом. Раціональне освітлення повинно відповідати таким умовам: бути достатнім (відповідним нормі); рівномірним; не утворювати тіней на робочій поверхні; не засліплювати працюючого; напрямок світлового потоку повинен відповідати зручному виконанню роботи. Це сприяє підтримці високого рівня працездатності, зберігає здоров'я людини та зменшує травматизм.

За своєю природою світло - це видиме випромінювання електромагнітних хвиль довжиною від 380 до 780 нм (1 нм дорівнює 10^{-9} м). Видиме світло (біле) є складовою цілого ряду кольорів, які залежать від довжини електромагнітних хвиль: фіолетовий 380...450 нм; синій 450...510 нм; зелений 510...575 нм; жовтий 575...620 нм; червоний 620...750 нм. Випромінювання вище 780 нм називають інфрачервоним, нижче 380 нм - ультрафіолетовим.

Залежно від джерела світла виробниче освітлення може бути трьох видів:

1. Природне - це пряме або відбите світло сонця (небосхилу), що освітлює приміщення через світлові прорізи в зовнішніх огорожувальних конструкціях.

2. Штучне - здійснюється штучними джерелами світла (лампами розжарювання або газорозрядними) і призначене для освітлення приміщень у темні години доби, або таких приміщень, які не мають природного освітлення.

3. Комбіноване (суміщене) - одночасне поєднання природного і штучного освітлення.

2 Основні світлотехнічні одиниці

Освітлення характеризується кількісними та якісними показниками, при цьому застосовують поняття системи світлотехнічних одиниць і величин.

Основними поняттями цієї системи є світловий потік, сила світла, освітленість та яскравість.

Світловий потік (Φ) - потік променевої енергії, що сприймається органами зору як світло. Одиниця світлового потоку - люмен (лм) - дорівнює потоку, який створюється в одиничному тілесному куті ω , рівному 1 стерадіану, точковим джерелом світла в 1 канделу. Стерадіан - одиничний тілесний кут ω з вершиною у центрі сфери, який вирізає на поверхні сфери радіусом 1 м площину, рівну 1 м². Значення $\omega = S / R^2$.

Джерела світла випромінюють світловий потік у різних напрямках неоднаково. Тому, щоб дати характеристику інтенсивності випромінювання, застосовуємо поняття "просторова або кутова щільність світлового потоку", яку називають силою світла (I), тобто світловий потік, віднесений до тілесного кута, в якому він випромінюється:

Взагалі, яскравість поверхні залежить не тільки від падаючого світлового потоку та коефіцієнта відбиття, а й від кута, під яким ми розглядаємо цю поверхню, і визначається як:

$$I = \Phi / \omega, \text{ кд} \quad (1.1)$$

За одиницю сили світла приймають канделу (кд), яка дорівнює 1 лм/стер.

Величину світлового потоку. Який припадає на одиницю освітлювальної поверхні, називають освітленістю (E):

$$E = \Phi / S, \text{ лк} \quad (1.2)$$

Одиниця освітленості – люкс (лк) – освітленість поверхні $S = 1 \text{ м}^2$ при світловому потоці $\Phi = 1 \text{ лм}$, який падає на неї.

Зорове сприйняття освітлювальної поверхні залежить від сили світла, відбитого поверхнею у напрямку зору. Для кількісної оцінки можливості зорового сприйняття поверхні введено поняття яскравості L .

Взагалі, яскравість поверхні залежить не тільки від падаючого світлового потоку та коефіцієнта відбиття, а й від кута, під яким ми розглядаємо цю поверхню, і визначається як:

$$L = I / (S * \cos \alpha), \text{ кд/м}^2 \quad (1.3)$$

де α – кут між нормаллю до поверхні і напрямом зору.

За величину яскравості прийнято ніт - це яскравість 1 м² плоскої поверхні, яка відбиває у перпендикулярному напрямі силу світла в 1 канделу.

До якісних показників умов зорової роботи належать фон, контраст об'єкта з фоном, видимість, показник осліпленості та ін.

Фон - це поверхня, яка прилягає до об'єкта розрізнення, на якій він розглядається. Фон характеризується коефіцієнтом відбиття світлових променів ρ , який оцінюється виразом:

$$\rho = \Phi_{\text{від}} / \Phi_{\text{пад}}, \quad (1.4)$$

де $\Phi_{\text{від}}$, $\Phi_{\text{пад}}$ - відповідно відбитий і падаючий світловий потік, лм.

Фон вважається світлим при $\rho > 0,4$, середнім при $\rho = 0,4 \dots 0,2$ і темним при $\rho < 0,2$.

Контраст об'єкта з фоном (K) характеризується співвідношенням яскравостей розрізняльного об'єкта та фону

$$K = (L_{\text{фон}} - L_{\text{об}}) / L_{\text{фон}}. \quad (1.5)$$

Контраст вважається великим при $K > 0,5$, середнім при $K = 0,2 \dots 0,5$ і малим при $K < 0,2$.

Видимість V характеризує здатність ока розрізняти об'єкт з фоном. Вона залежить від контрасту фактичного K та порогового $K_{\text{пор}}$ (найменший контраст, який сприймається органами зору, $K_{\text{пор}} = 0,01$):

$$V = K / K_{\text{пор}}, \quad (1.6)$$

Показник осліпленості P є критерієм оцінки осліплювальної дії освітлювальної установки:

$$P = (5 - V) - 1000, \quad (1.7)$$

де коефіцієнт осліпленості $S = V_1 / V_2$, причому V_1 - при екрануванні блискучих джерел; V_2 - коли вони у полі зору.

Об'єкт розрізнювання - це мінімальні окремі його частини, які необхідно розрізняти в процесі роботи.

Для вимірювання освітленості і світлотехнічних величин застосовують прилади - люксметри модифікації Ю-16, Ю-17, Ю-116, Ю-117 та портативний цифровий люксметр-яскравомір ТЭС 0693. Всі вони працюють із застосуванням ефекту фотоелектричного явища. Світловий потік, потрапляючи на селеновий фотоелемент, перетворюється на електричну енергію, сила струму якої вимірюється міліамперметром, який проградуєований у люксах. Застосовують також вимірювачі видимості - фотометри та інші комплексні вимірювачі світлотехнічних величин.

3 Правила і норми штучного освітлення

Залежно від природи джерела світлової енергії розрізняють три види освітлення: природне, штучне і комбіноване.

Природне освітлення - освітлення приміщень світлом неба (прямим чи відбитим), що проникає крізь світлові прорізи в зовнішніх захисних конструкціях. Природне освітлення створюється природними джерелами світла - прямими сонячними променями (80%) і дифузійним світлом небозводу (20%, тобто решта сонячних променів, розсіяних атмосферою).

Природне освітлення - це біологічно найбільш цінний вид освітлення, до якого максимально пристосоване око людини. Його дія визначається високою інтенсивністю світлового потоку і сприятливим спектральним складом, що поєднує рівномірний розподіл енергії в зоні видимого, ультрафіолетового й інфрачервоного видів випромінювань. Природне освітлення є чинником, що визначає не тільки рівень освітленості й умови видимості, а ще й позитивно психофізіологічно впливає на людину завдяки безпосередньому зв'язку з навколишнім світом через світлові прорізи.

Однак зі світлотехнічного боку природне світло має ряд недоліків, особливо відчутних у виробничих приміщеннях:

- важко забезпечити раціональне освітлення всієї площі цеху через специфічне розташування віконних прорізів;
- прямі сонячні промені мають сліпучу яскравість і тому неприпустимі на робочому місці;
- залежність освітленості від часу доби і пори року, географічної широти, ступеня хмарності та забруднення атмосфери.

За будівельними нормами і правилами ДБН В.2.5-28-2006-«Природне і штучне освітлення» необхідно, щоб усі виробничі, підсобні, складські та допоміжні приміщення були забезпечені денним світлом (для приміщень із постійним перебуванням людей).

Винятки становлять підземні споруди, склади з короткочасним перебуванням у них людей, фотолaboratorії та інші технологічні приміщення.

Освітленість, створювана розсіяним денним світлом у відкритому місці, є різною для різних широт, пори року і часу доби, тому природне освітлення не можна кількісно оцінювати значенням освітленості.

Природне освітлення виробничих приміщень здійснюється:

- боковим світлом - одно- і двостороннє через світлопрорізи (вікна) у зовнішніх стінах;
- верхнім світлом - через світлові ліхтарі - прорізи в перекриттях;
- комбінованим світлом - через світлові ліхтарі - прорізи в перекриттях та вікна.

Природне освітлення верхнім і комбінованим світлом забезпечує більшу рівномірність рівня освітленості, ніж бокове. При застосуванні тільки бокового освітлення створюється висока освітленість поблизу вікон і низька у глибині цеху, і при цьому можливе утворення тіней від устаткування великих розмірів.

Практика свідчить, що використання одного природного світла для промислових будівель є недостатнім через недосконалість застосовуваних світлопрозорих конструкцій і незадовільну їх експлуатацію.

У будинках із недостатнім природним освітленням застосовують комбіноване освітлення — освітлення, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним. Воно використовується при виконанні робіт високої точності в районах північної кліматичної зони, в багатопрогенових будинках із великою шириною.

Штучне освітлення промислових підприємств здійснюється штучними джерелами світла. Упровадження нових технологічних процесів, які потребують напруження зору, подальший розвиток компактності забудови, масове застосування блоків промислових споруд неминуче пов'язане з посиленням ролі штучного освітлення, що у ряді випадків залишається єдиним (безвіконні промислові будинки і споруди) або доповнює недостатнє природне освітлення у віддалених від світлопрорізів зонах приміщення (у безліхтарних і багатоповерхових будинках). На цей час розроблені освітлювальні установки (ОУ), які за яскравістю, характером, спектром випромінюваного світла наближаються до природного спектра, що дає змогу доповнювати штучним "денним" світлом недостатність природного світла. Однак використання штучного освітлення пов'язане з витратами енергії, труднощами його монтажу, високою вартістю і потребує постійного нагляду за експлуатацією ОУ.

За функціональним призначенням штучне освітлення поділяється на робоче, аварійне, евакуаційне, охоронне і чергове.

За способом розташування джерел світла - на загальне, місцеве і комбіноване.

Загальне освітлення - це освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення рівномірно, без урахування розташування робочих місць (загальне рівномірне освітлення) або обладнуються залежно від розташування устаткування робочих місць (загальне локалізоване освітлення).

Загальне рівномірне розміщення світильників (у прямокутному чи шаховому порядку) для створення раціональної освітленості застосовують при виконанні однотипних робіт в усьому приміщенні, при великій щільності робочих місць (складальні цехи при відсутності конвеєра, деревообробні та ін.).

Загальне локалізоване освітлення передбачається для забезпечення на ряді робочих місць освітленості у певній площі (термічна піч, ковальський молот тощо), коли біля кожного з них обладнують додатковий світильник (наприклад, кососвіт), а також при виконанні на ділянках цеху різних за характером робіт чи за наявності затінювального устаткування.

Місцеве освітлення є додатковим до загального і створюється світильниками, що концентрують світловий потік безпосередньо на робочому місці.

Місцеве освітлення буває стаціонарним і переносним (напруга 12-36 В) і служить для освітлення тільки робочих місць. Застосування одного місцевого освітлення у виробничому приміщенні санітарними нормами не допускається, оскільки одне місцеве освітлення не забезпечує достатню рівномірність освітлення сусідніх зон.

При цьому потрібно мати на увазі, що освітленість робочої поверхні, створювана світильниками загального освітлення, при системі комбінованого освітлення має становити 10% від норми, але не менше 150 лк при використанні газорозрядних ламп і 50 лк при лампах розжарювання.

Аварійне освітлення — освітлення для продовження роботи при аварійному відключенні робочого освітлення. Аварійне освітлення (хімічні заводи, металургійні комбінати тощо) передбачається, якщо відключення робочого освітлення може викликати:

- вибухи, пожежі, отруєння людей;
- тривале порушення технологічного процесу;

- порушення роботи таких об'єктів, як електростанції, насосні станції водопостачання, каналізації і теплофікації та ін.;
- для виробничих приміщень з кількістю працівників у них понад 50 осіб.

Живлення аварійного освітлення має бути надійним і здійснюватися від незалежного джерела постачання (акумулятор, дизельна електростанція (ДЕС), система шин від інших джерел живлення).

При зникненні напруги на робочих шинах мережа аварійного освітлення автоматично вмикається.

Евакуаційне освітлення (аварійне освітлення для евакуації) - освітлення для евакуації людей із приміщення при аварійному відключенні робочого освітлення.

Евакуаційне освітлення створюється в місцях, небезпечних для проходження людей, у проходах і на сходах, передбачених для евакуації людей (понад 50 осіб) основними проходами виробничих приміщень, у яких працює понад 50 осіб. На відкритих територіях $E_{\min} = 0,2$ лк, у приміщеннях $E_{\min} = 0,5$ лк.

Охоронне освітлення передбачається вздовж меж території, що охороняється в нічний час. Мінімальне охоронне освітлення $E_{\min} = 0,5$ лк на рівні землі або на рівні 0,5 м від землі на одній стороні вертикальної площі, перпендикулярної до лінії межі.

Для охоронного, а також чергового (освітлення в неробочий час) освітлення звичайно виділяється частина світильників робочого чи аварійного освітлення.

До джерел штучного освітлення належать лампи розжарювання і газорозрядні лампи.

Лампи розжарювання відносять до джерел світла теплового випромінювання, у їхньому спектрі переважають жовто-червоні промені, що спотворює колірне сприйняття. Вони значно поступаються газорозрядним джерелам світла за світловою віддачею і за світлопередачею, за строком служби, що обмежує їх застосування на виробництві. Однак вони є найбільш надійним джерелом світла у зв'язку з елементарно простою схемою їх включення, простотою конструкції та експлуатації, малими габаритами, великою номенклатурою, практично постійним світлопотокотом K_p — 6...7%, а умови зовнішнього середовища, включаючи температуру повітря, не впливають на їхню роботу.

У газорозрядних лампах використовується явище люмінесценції ("холодне світіння"). Світло виникає в результаті електричного розряду в газі, парах металів чи у

суміші газу з парами. До них відносять різні типи люмінесцентних ламп низького тиску з різним розподілом світлового потоку за спектром: лампи денного світла (ЛД), білого світла (ЛБ), холодного білого світла (ЛХБ), з поліпшеною передачею кольору (ЛДЦ), близькі за спектром до сонячного світла (ЛЕ), дугові ртутні лампи високого тиску з виправленою кольоровістю (ДРЛ); ксенонові (Дксн), засновані на випромінюванні дугового розряду у важких інертних газах; натрієві високого тиску (Днат) і металогалогенні (ДРІ) з додаванням йодидів металів. Лампи ЛБ, ЛДЦ застосовуються у випадках, коли ставляться високі вимоги до розрізнення кольору, а в інших випадках - лампи ЛБ як найбільш економні. Лампи ДРЛ рекомендуються для виробничих приміщень, якщо робота не пов'язана з розрізненням кольорів (у високих цехах машинобудівних, металургійних підприємств тощо) і для зовнішнього освітлення.

Лампи ДРІ мають високу світлову віддачу і поліпшену кольоровість, застосовуються для освітлення приміщень великої висоти і площі, будівельних майданчиків, кар'єрів тощо. Ксенонові лампи використовують для освітлення проїздів гірничорудних кар'єрів, територій промислових підприємств.

Газорозрядні лампи мають значну світлову віддачу, економічні (термін служби становить 5000 годин і більше), створюють рівномірне освітлення в полі зору, не викликають теплових випромінювань, спектр випромінювання є близьким до природного. Люмінесцентні лампи застосовуються при точних роботах, що потребують правильної передачі кольору, значного напруження зору й уваги (радіотехнічна, поліграфічна, текстильна промисловість, приладе-, машинобудування та ін.), у приміщеннях із недостатнім природним освітленням, у безліхтарних, безвіконних будинках і т.д. Основні характеристики електричних ламп наведені в табл.

Таблиця Основні характеристики електричних ламп

Показник	Лампи розжарювання Люмінесцентні лампи	
Номінальна напруга, В	127-220	127-220
Електрична потужність, Вт	15-1500	10-80
Світловий потік, лм (при напрузі 220 В)	300-1700	300-3000
Світлова віддача $\eta = \Phi/W$ лм/Вт		
(визначає економічність лампи)	10-20	30-60 (ДРЛ-50 лм/Вт)

Порівняння характеристик показує, що люмінесцентні лампи мають ряд переваг у порівнянні з лампами розжарювання (за світловою віддачею, терміном служби, спектром випромінювання). Однак люмінесцентні лампи мають і недоліки:

- підвищений коефіцієнт пульсації ($K_p < 15\%$);
- складніше влаштування (наявність пускорегулювального пристрою);
- присмерковий ефект;
- низька потужність;
- не розв'язане питання знешкодження ламп (наявність ртуті);
- невелика номенклатура;
- стробоскопічний ефект (уявні зміна чи припинення руху предмета, освітлюваного світлом, яке періодично змінюється з визначеною частотою);
- шум дроселів.

Зазначені лампи працюють у нормальному режимі лише за температури повітря 15-25°C, при більших чи менших температурах світлова віддача знижується. Обмежується їх застосування в пожежо- і вибухонебезпечних виробництвах.

Однак згідно з ДБН В.2.5-28-2006-«Природне і штучне освітлення» для освітлення виробничих приміщень слід передбачати газорозрядні лампи низького і високого тиску (люмінесцентні, ДРЛ, металогалогенні, натрієві, ксенонові). У разі неможливості або при техніко-економічній недоцільності застосування газорозрядних джерел допускається використання ламп розжарювання.

На ряді промислових підприємств - у виробництві напівпровідників, радіотехніки, мікроелектроніки та в деяких інших галузях — у зв'язку з необхідністю підтримки постійних умов мікроклімату, високої чистоти повітря чи особливого світлового режиму робота проводиться в умовах тільки штучного освітлення (безліхтарні та безвіконні виробничі приміщення). Робота в таких будівлях призводить до психологічного дискомфорту, тому будівництво таких споруд припустиме лише при строгому технічному обґрунтуванні й дотриманні всіх гігієнічних вимог до приміщень без природного світла.

Рациональне освітлення значним чином залежить від вибору освітлювального приладу.

Лекція № 2

Тема: Розрахунок освітлювальних установок методом використання світлового потоку, точковим, питомої потужності. Місцеве освітлення, зовнішнє (прожекторне). Особливості розрахунку освітлення газорозрядними лампами.

Мета: Набуття студентами знань з питань освітлювальності приміщення.

Методи: словесний, наочний.

План:

1. Розрахунок освітлювальних установок методом використання світлового потоку.
2. Розрахунок точковим методом.
3. Розрахунок методом питомої потужності.
4. Місцеве освітлення, зовнішнє (прожекторне).
5. Особливості розрахунку освітлення газорозрядними лампами.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

- 2 Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувашов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981 , ст. 242-256.
- 3 Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок. - М:Высшая школа, 1982, ст. 22-35
- 4 Электротехнический справочник в 4-х томах. Ст..147-186

1Розрахунок освітлювальних установок методом використання світлового потоку.

Штучне освітлення приміщень буває загальним і комбінованим. Загальне освітлення може бути з рівномірним розподілом світлового потоку без урахування розташування обладнання і локалізованим з урахуванням розміщення робочих місць.

Комбіноване – це поєднання загального і місцевого освітлення. Система загального освітлення дає рівномірне світло у всьому приміщенні. За комбінованого

освітлення на частку загального освітлення припадає 10 %, але не менше 100 лк при люмінесцентних лампах і 30 лк при лампах розжарювання, а найбільше світла дають лампи місцевого освітлення.

Штучне освітлення буває робоче, аварійне, охоронне, евакуаційне та чергове. Влаштування робочого освітлення обов'язкове в усіх приміщеннях і на освітлюваних територіях, вулицях для забезпечення нормальної роботи, проходу людей і руху транспортних засобів під час відсутності або нестачі природного освітлення.

Світловий потік відображає кількість лучистої енергії, яка проходить через деяку площу та вимірюється в люменах.

Відношення світлового потоку F до освітленої площі S характеризує освітленість E даної площі:

$$E = \frac{F}{S}. \quad (1.1)$$

Освітленість вимірюється в люксах.

У виробничих умовах необхідно передбачати таке штучне освітлення, котре мало б створити безпечні умови праці. За неправильного освітлення нещасний випадок найбільш вірогідний.

Електричне освітлення розраховують за нормами штучного освітлення. У табл. 2.1 наведено норми найменшої освітленості для різних робіт.

У виробничих приміщеннях при виконанні робіт I, II, III розрядів освітлення роблять загальне та місцеве. Застосування одного місцевого освітлення недопустимо. Місьцеве освітлення працює від напруги 36 та 12 В.

На практиці для розрахунків використовують метод коефіцієнта використання світлового потоку, точковий метод, а в деяких найпростіших випадках користуються методом питомої потужності.

Приступаючи до розрахунку, потрібно мати такі параметри освітлювальної установки: нормування освітленості, види та системи освітлення, джерело світла, тип світильників та їх розміщення.

Найбільш розповсюдженим і простим є метод світлового потоку. Метод коефіцієнта використання світлового потоку доцільно застосовувати у разі розрахунку загального рівномірного освітлення горизонтальних поверхонь з урахуванням відбиваних від стін і стелі світлових потоків. І цей метод не можна застосовувати для

розрахунків локалізованого освітлення, освітлення похилих поверхонь, місцевого освітлення.

За методом коефіцієнта використання світлового потоку можна:

- визначити потужність ламп, якщо задана їх кількість;
- визначити кількість ламп, якщо завчасно відома їх потужність.

Послідовність розрахунку:

1. Перевіряють допустимість застосування методу.
 2. Вибирають тип джерела світла і тип світильників, визначають їх розміщення і кількість.
 3. Визначають рівень нормованої освітленості.
 4. Обчислюють коефіцієнт відбиття стелі і стін.
 5. Знаходять індекс приміщення.
 6. Розраховують за довідковою таблицею коефіцієнт використання світлового потоку.
 7. Визначають коефіцієнт запасу і мінімальної освітленості.
 8. Розраховують потрібний світловий потік джерел світла у світильнику.
 9. Підбирають за таблицею ламп вибраного типу ближню за світловим потоком.
- Якщо ближні стандартні лампи мають світловий потік, що відрізняється більш ніж $-10 + 20 \%$, то вибирають лампу з більшим, підставляють це значення в розрахунковий вираз і визначають відносно кількості світильників.
10. Обчислюють сумарну потужність світильників освітлювальної установки.

Розраховують світловий потік, котрий повинна випромінювати кожна лампочка (при заданій кількості ламп) за формулою

$$F_{\text{л}} = \frac{kE \cdot S \cdot Z}{n\eta}, \quad (1.2)$$

де $F_{\text{л}}$ – світловий потік, лм;

E – освітленість за нормою, лк;

S – площа підлоги в приміщенні, м^2 ;

k – коефіцієнт запасу;

Z – коефіцієнт нерівномірності освітленості;

η – коефіцієнт використання світлового потоку;

n – кількість встановлених ламп.

Коефіцієнт запасу k враховує зниження освітленості внаслідок можливого забруднення ламп або світильників у процесі їх експлуатації (табл. 1).

Таблиця 1. Коефіцієнт запасу

Характеристика об'єкта	Коефіцієнт запасу k		Строки чистки світильників (не рідше)
	люмінесцентні лампи	лампи розжарювання	
Приміщення з великим виділенням пилу, диму та кіптяви	2	1,7	4 рази на місяць
Приміщення зі середнім виділенням пилу, диму та кіптяви	1,8	1,5	3 рази на місяць
Приміщення з малим виділенням пилу, диму та кіптяви	1,5	1,3	2 рази на місяць
Відкриті простори	1,5	1,3	3 рази на місяць

Коефіцієнт використання світлового потоку η показує, яка частина світлового потоку світильника припадає на робоче місце. Він є складною функцією світлорозподілення лампи і властивостей приміщення.

Коефіцієнт η враховує поглинання світла арматурою світильників, стелі та стінами.

Він залежить від типу світильника, від розмірів та форми приміщення, від кольору стін стелі, а також від висоти підвішування світильника над робочою площиною.

Таблиця 2. Зміна коефіцієнта використання світлового потоку η залежно від різних показників

Тип світильника	Коефіцієнт відбиття, %		Значення η при показнику приміщення, який дорівнює									
	стелі	стін	0,5	0,6	0,8	1,0	1,5	2	3	4	5	
«Універсаль» без затемнення	0,3	0,1	0,21	0,27	0,35	0,40	0,46	0,5	0,55	0,57	0,58	
	0,5	0,3	0,24	0,3	0,38	0,42	0,48	0,52	0,57	0,59	-	
	0,7	0,5	0,28	0,34	0,41	0,45	0,51	0,55	0,6	0,62	-	
«Універсаль» з матовим	0,3	0,1	0,14	0,19	0,26	0,3	0,35	0,39	0,43	0,45	0,46	
	0,5	0,3	0,17	0,22	0,28	0,32	0,36	0,40	0,43	0,47	0,48	

затемненням	0,7	0,5	0,21	0,26	0,32	0,35	0,4	0,43	0,47	0,49	0,51
«Люнетта»	0,3	0,1	0,14	0,19	0,25	0,29	0,34	0,38	0,44	0,46	0,48
	0,5	0,3	0,16	0,21	0,26	0,31	0,37	0,41	0,47	0,50	0,52
	0,7	0,5	0,22	0,27	0,33	0,37	0,44	0,48	0,54	0,59	0,61
Лампа без відбивача	0,3	0,1	0,1	0,14	0,19	0,22	0,28	0,32	0,38	0,42	0,45
	0,5	0,3	0,13	0,18	0,24	0,28	0,36	0,40	0,46	0,51	0,54
	0,7	0,5	0,21	0,26	0,32	0,37	0,45	0,51	0,59	0,64	0,67

Щоб знайти коефіцієнт η , необхідно передчасно знайти показник приміщення φ .
Для прямокутних приміщень його визначають за формулою

$$\varphi = \frac{a \cdot b}{H_c(a + b)}, \quad (1.3)$$

де a та b – ширина та довжина приміщення;

H_c – висота підвішування світильника, м.

Коефіцієнт використання світлового потоку визначаємо із табл. (2) за індексом приміщення φ , який знаходимо за формулою.

Коефіцієнт нерівності освітленості Z визначають як

$$Z = E_{\text{сер}}/E_{\text{мін}}, \quad (1.4)$$

де $E_{\text{сер}}$ – середня освітленість поверхні, лк;

$E_{\text{мін}}$ – мінімальна освітленість, лк.

Для добре спроектованого приміщення коефіцієнт Z можна брати рівним: 1,15 – для ламп розжарювання; 1,1 – для люмінесцентних ламп.

Коефіцієнт нерівномірності освітлення Z залежить від типу світильника, від відстані між світильником та висоти їх підвішування H_c . Значення коефіцієнта нерівномірності освітленості наведено в табл. 3

Розрахунок штучного освітлення необхідно починати з визначення висоти підвісу світильника та їх кількості.

Висоту підвісу знаходять за формулою:

$$H_c = H - (h_p + h_n), \quad (1.5)$$

де H – висота приміщення, м;

h_p – висота від підлоги до освітлювальної поверхні, м;

h_n – висота від стелі до світильника, м.

Таблиця 3. Значення коефіцієнта нерівномірності освітленості Z

Тип світильника	Коефіцієнт Z при $\ell : H_c$						
	0,8	1,0	1,2	1,4	1,5	1,75	2
«Універсаль» з матовим затемненням	0,650	0,770	0,938	0,975	0,915	0,912	0,845
«Універсаль» без затемнення	0,630	0,740	0,896	0,950	0,977	0,865	0,828
«Люцетта»	0,545	0,660	0,785	0,915	0,867	0,734	0,595
Глибоковипромінювач емальований	0,657	0,775	0,907	0,983	0,990	0,907	0,830

У разі застосування ламп з колбою з матованого скла висота підвішування може бути знижена на 0,5 м.

При симетричному розташуванні світильників (по вершинах квадрата) їх кількість:

$$n = \frac{S}{\ell^2}, \quad (1.6)$$

де S - площа приміщення, м²;

- - відстань між світильниками, м.

Таблиця 4. Дані для світильників загального освітлення з люмінесцентними лампами

Характеристика світильника	Захисний кут світиль-ника в поперечному та повздовжньому майданчиках	Найменша висота підвішування, м	
		4 і менше ламп у світильнику або світній смузі	4 і більше ламп у світильнику або світній смузі
Світильники прямого світла з дифузними відбивачами	15-25° 25-40° більш 40°	4 3 не обмеж.	4,5 3,5 не обмеж.
Світильники розсіяного світла з коефіцієнтом пропуску розсіювачів: менше 55 % 55 - 80 %	— —	2,6 3,5	3,2 4

2 Розрахунок освітлювальних установок точковим методом

Точковий метод розрахунку освітлення адміністративних споруд і приміщень використовується значно рідше, ніж визначення освітлення за допомогою коефіцієнта використання світлового потоку і його спрощених способів. Цей метод використовується для розрахунку локалізованого освітлення і при перевірочних розрахунках освітлення в конкретних місцях освітлювальної поверхні. Точковий метод дозволяє точно враховувати освітленість, яка створюється світловим потоком, відбитим від стін і стелі.

Точкові джерела. Пряма складова освітлення:

$$E_{\text{пр}} = F \cdot \mu \cdot \sum e / 1000 K, \quad (1.7)$$

де $\mu = 1,05-1,1$ – коефіцієнт, який враховує додаткове освітлення в заданому місці від віддалених світильників, не врахованих при визначенні $\sum e$;

e – умовне освітлення, створене на поверхні в певному місці від світильника з лампою 1000 лм; лк;

K – коефіцієнт запасу.

Таблиця 5. Дані для світильників загального освітлення з лампами розжарювання

Характеристика світильника	Найменша висота підвішування, м	
	при лампах 200 В і менше	при лампах 200 В і більше
Світильники з дифузними відбивачами і захисним кутом від 10 до 30° (без розсіювача)	3	
Те ж, із захисним кутом понад 30°	не обмеж.	не обмеж.
Світильники з дифузними відбивачами, забезпечені розсіювачами, а також світильники без відбивачів із розсіювачами: а) з коефіцієнтом пропуску до 80 % у зоні 0-90°, з коефіцієнтом пропуску до 55 % у зоні 60-90° б) з коефіцієнтом пропуску до 55 % у зоні 0-90°	3	4
	2,5	3
Світильники з дзеркальними відбивачами: а) глибокого випромінювання б) широкого випромінювання	2,5	3
	4	6
Відкриті лампи з колбою з матованого скла	4	6

Значення e , як правило, береться з графіка просторових ізолюксів умовного горизонтального освітлення світильників (рис.1). За відсутності ізолюксів для даного світильника розрахунок проводиться за просторовими ізолюксами умовного горизонтального освітлення зі силою світла світильника 100 кд. При цьому

$$e = e_{100} \cdot I_a / 100, \quad (1.8)$$

де I_a – сила світла світильника, кД.

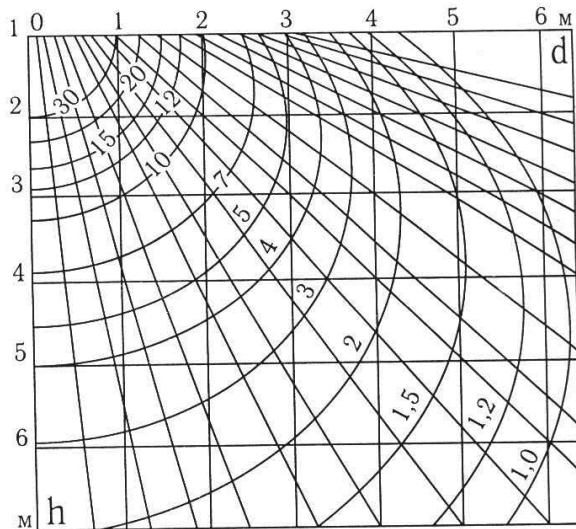


Рис. 1. Світлові лінії

Пряма складова освітлення:

$$E_{пр} = \Phi' \cdot \mu \cdot \sum \varepsilon / 1000 \cdot k \cdot h, \quad (1.9)$$

де Φ' – питомий світловий потік, лм/м;

ε – відносне освітлення, тобто освітлення при 1000 лм/м і $h = 1$ м

Значення ε береться, як правило, з графіка лінійних ізолюксів (рис.1). За відсутності для даного світильника лінійного ізолюкса (але за відомого світлорозподілення світильника) визначення умовного горизонтального освітлення для сили світла 100 кД, а потім із залежності I_a і ε_0 знаходять ε .

За формулами) визначається пряма складова освітленості, на основі якої можна знайти повне освітлення:

$$E = E_{пр} \cdot \eta / \eta_0 = E_{пр} \cdot \mu, \quad (1.10)$$

де $\mu = \eta / \eta_0$ - коефіцієнт, який враховує вплив відбитого світла;

η – коефіцієнт використання світлового потоку для заданих φ, p_n, p_c, p_p ;

η_0 – коефіцієнт використання світлового потоку для “чорного” приміщення при

$$p_n = p_c = p_p > 0.$$

Приклади розрахунку точковим методом

Приклад 1

Точковим методом перевіряємо відповідність даної кількості і типу світильників нормованої величиною (Рисунок 1). Нормуємо освітленість – 400 лк.

Визначення розрахункової висоти підвісу:

$$h = H - (h_{\text{раб}} + h_{\text{свеса}}) \quad (1.11)$$

$$h = 4 - (1 + 0,5) = 2,5 \text{ м}$$

Відстань між світильниками (Z):

$$L_{A,B} = \lambda \cdot h, \text{ де } \lambda = 1,2 \div 2 \quad L_A = 2,5 \cdot 1,6 = 4 \text{ м}, \quad L_B = 2,5 \cdot 1,6 = 4 \text{ м}.$$

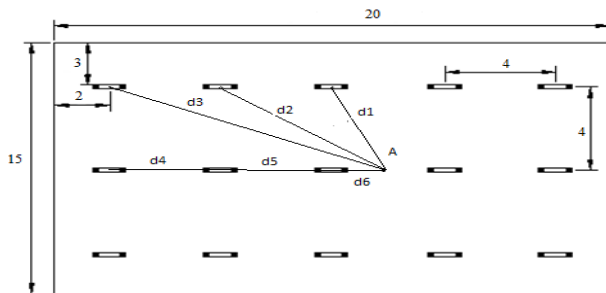


Рисунок 1- Розташування світильників у цеху

Намічаємо контрольну точку А. Для неї визначаємо сумарну умовну освітленість всіх світильників по наступним чином:

Знаходимо проекцію відстані на стелю від точки А до світильника- d_i .

Далі визначаємо кут між стелею і прямий d_i . За цим кутом знаходимо умовну освітленість. Перевіримо, чи виконується умова:

$$E_{\Gamma} \geq E_{\text{норм}}, \quad (1.12)$$

$$E_{\Gamma} = \frac{\sum_{i=1}^m e_{\Gamma}}{1000 * K_3}, \quad (1.13)$$

$$L_{\Gamma i} = \frac{I_{\alpha_i} \cos^3(\alpha_i)}{h^2}, \quad (1.14)$$

$$\alpha_i = \arctg\left(\frac{d_i}{h}\right), \quad (1.15)$$

відстань від центральної точки до світильника d_1 знайдемо як:

$$d_1 = \sqrt{4^2 + 2^2} = 4.47,$$

$$\alpha_1 = \arctg\left(\frac{4.47}{2}\right) = 65,9^\circ$$

беремо I_α для ПВЛМ 2х40 і $I_{\alpha 1} = 42,24$ кд

Таким чином

$$e_{\Gamma 1} = \frac{42,24 \cdot \cos^3(65,8)}{2^2} = 0,727 \text{ лк}$$

відстань від центральної точки до світильника d_2 знайдемо як::

$$d_2 = \sqrt{4^2 + 6^2} = 7.21,$$

тоді

$$\alpha_2 = \arctg\left(\frac{7.21}{2}\right) = 74,5^\circ$$

І за цим значенням беремо I_α для ПВЛМ 2х40 і $I_{\alpha 1} = 23,1$ кд

Таким чином

$$e_{\Gamma 2} = \frac{23,1 \cdot \cos^3(74,5)}{2^2} = 0,11 \text{ лк}$$

Аналогічно обчислимо $L_{\Gamma 3}$:

$$d_3 = \sqrt{4^2 + 10^2} = 10.77 \text{ м},$$

$$\alpha_3 = \arctg\left(\frac{10.77}{2}\right) = 79,5^\circ,$$

$$e_{\Gamma 3} = \frac{14,96 \cdot \cos^3(79,5)}{2^2} = 0,023 \text{ л.к.}$$

$$I_{\alpha 3} = 14,96 \text{ кд}$$

Аналогічно обчислимо $L_{\Gamma 4}$:

$$d_4 = 4 + 4 + 2 = 10$$

$$\alpha_4 = \arctg\left(\frac{10}{2}\right) = 78,7^\circ,$$

$$I_{\alpha 4} = 16,24 \text{ кд}$$

$$e_{\Gamma 4} = \frac{16,24 \cdot \cos^3(78,7)}{2^2} = 0,03 \text{ лк}$$

Аналогічно обчислимо $L_{\Gamma 5}$:

$$d_5 = 4 + 2 = 6$$

$$\alpha_5 = \arctg\left(\frac{6}{2}\right) = 71,6^\circ,$$

$$I_{\alpha 5} = 29,7 \text{ кД}$$

$$e_{r5} = \frac{29,7 \cdot \cos^3(71,6)}{2^2} = 0,23 \text{ лк}$$

Аналогічно обчислимо $L_{Г6}$:

$$d_6 = 2$$

$$\alpha_6 = \arctg\left(\frac{2}{2}\right) = 45^\circ,$$

$$I_{\alpha 6} = 84 \text{ кД}$$

Сумарна умовна освітленість дорівнює:

$$\sum e_r = 4 \cdot 0,727 + 4 \cdot 0,11 + 2 \cdot 0,023 + 0,02 + 2 \cdot 0,23 + 2 \cdot 4,42 = 12,724 \text{ лк}$$

Світловий потік дорівнює $\Phi=3120 \text{ лм}$.

Визначимо освітленість:

$$E_p = \frac{2 \cdot 3120 \cdot 1,1}{1000 \cdot 1,5} \cdot 12,724 = 58,225 \text{ лк}$$

$$E_r \geq E_{\text{норм}} \quad E_{\text{норм}} = 400 \text{ лк}$$

Як бачимо, умова (1) не виконується, тому переходимо до реконструкції.

Реконструкція

Знайдемо значення η по індексу приміщення, який дорівнює :

$$I = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)}$$

$$I = \frac{300}{2,5 \cdot (20 + 15)} = 3,43$$

Тоді значення $\eta=0,85$ і світловий потік

Порахуємо світловий потік однієї лампи:

$$\Phi = \frac{E \cdot K_s \cdot S \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{400 \cdot 1,5 \cdot 300 \cdot 1,1}{15 \cdot 0,85} = 15529 \text{ лм}$$

Вибираємо лампи MASTER TL5 з $\Phi=5000 \text{ лм}$

Потік світильника номінально на 2 оскільки вміщає 2 лампи.

Розрахуємо кількість ламп:

$$N = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{\Phi_n \eta} = \frac{400 \cdot 1,5 \cdot 300 \cdot 1,1}{2 \cdot 5000 \cdot 0,85} \approx 24 \text{ шт}$$

Таким чином, розташування світильників в механічному цеху змінилися, їх стало більше.

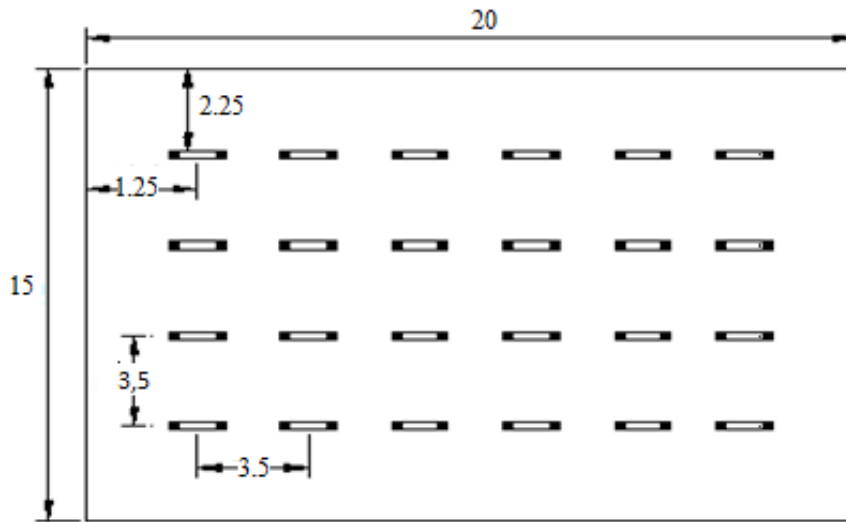


Рисунок 2 - підсумкова схема розташування світильників

Приклад 2

Площа столярного відділення в ремонтній майстерні $7 \cdot 14 = 98 \text{ м}^2$. Висота приміщення 4,5 м. Розрахуйте штучне освітлення для цього приміщення.

Для столярного відділення застосовують світильники «Універсаль» з матовим затемнювачем. Під час роботи на стендах освітлювальна поверхня знаходиться на висоті 1-1,2 м. Приймаємо $h_p = 1 \text{ м}$, а відстань між світильниками $\ell = 4 \text{ м}$. Знайдемо кількість ламп.

$$n = \frac{S}{\ell^2} = \frac{7 \cdot 14}{16} = 6 \text{ ламп.}$$

Світловий потік однієї лампи отримаємо з формули.

$$F = \frac{kES \cdot Z}{n\eta}$$

Числові значення величин, що входять до формули, виберемо з таблиць. Для приміщення зі середнім виділенням пилу (табл. 2) при застосуванні ламп розжарювання коефіцієнт запасу дорівнює 1,3. Мінімальну норму освітленості $E = 100 \text{ лк}$ вибираємо з табл. 1.1 для робіт, які потребують розрізнення предметів більш як 1-10 мм.

$$H_c = H - (h_p + h_n) = 4,5 - (1 + 0,5) = 3.$$

Далі обчислюємо відношення

$$\frac{\ell}{H_c} = \frac{4}{3} = 1,33.$$

З табл. 5 для світильника типа «Універсаль» з матовим затемненням $Z=0,975$. Коефіцієнт використання світлового потоку η знайдемо з даних табл. 2.3, підраховавши показник приміщення

$$\varphi = \frac{a \cdot b}{H_c(a+b)} = \frac{714}{3(7+14)} = \frac{98}{63} = 1,5.$$

За мінімальним коефіцієнтом відбиття світлового потоку від стін $\eta = 0,4$.

Підставимо отримані значення до формули

$$F_{\text{л}} = \frac{1,5 \cdot 100 \cdot 98 \cdot 0,975}{6 \cdot 0,4} = \frac{12862,5}{2,4} = 5359,375 \text{ ЛМ.}$$

За віддаваним світловим потоком (табл. 2.8) вибираємо напругу кожної лампи. Вона дорівнює 300 Вт.

Приклад 3

Площа лекційної аудиторії $6 \times 20 = 120 \text{ м}^2$. Висота приміщення 3 м. В аудиторії симетрично в два ряди підвішені 16 світильників «Люцетта». Відстань між світильниками 3 м. Розрахуйте мінімальну потужність ламп.

Таблиця 6. Світловий потік ламп

Потужність ламп розжарювання при напрузі 220 В	40	60	100	150	200	300
Світловий потік лампи, лм	336	540	1000	1710	2510	4100

Світловий потік лампи знаходимо за формулою.

$$F_{\text{л}} = \frac{kES \cdot Z}{n\eta}.$$

Підбираємо за даними таблиць числові значення. Для визначення коефіцієнта використання світлового потоку підраховуємо спочатку показник приміщення:

$$\varphi = \frac{a \cdot b}{H_c(a+b)} = \frac{6 \cdot 20}{1,8(6+20)} = 2,5.$$

Потім за табл. 3 приймаємо, що $\eta = 0,44$ при максимальному відбитті стін і стелі.

Коефіцієнт нерівномірності освітлення Z знаходимо в табл. 5:

При $e : H_c = 3: 1,8 = 1,6$ $Z = 0,867$.

k приймаємо рівним 1,3, а $E = 100$.

Підставимо всі значення до формули, знаходимо

$$F_{\text{л}} = \frac{1,3 \cdot 100 \cdot 120 \cdot 0,867}{16 \cdot 0,44} = 1921,1 \text{ ЛМ.}$$

Приймаємо потужність однієї лампи 200 Вт. При цій потужності фактична освітленість буде

$$E = \frac{2510 \cdot 16 \cdot 0,44}{1,3 \cdot 120 \cdot 0,867} = 130,65 \text{ ЛК.}$$

3 Метод питомої потужності

Для розрахунку потужності освітлювальних установок поряд з методом коефіцієнта використання широко використовується метод питомої потужності, де під питомою потужністю розуміють відношення сумарної потужності джерел світла до площі освітлюваної поверхні

$$\omega = \frac{P_0}{S},$$

де ω – питома потужність, Вт/м²;

P_0 – сумарна потужність ламп, Вт;

S – площа освітлення, м².

Цей метод дає дещо приблизне, зате більш просте вирішення задачі розрахунку встановленої потужності освітлювальної установки. В основі метода лежать наступні міркування. Основне розрахункове рівняння методу коефіцієнта використання світлового потоку можна записати, замінивши світловий потік лампи через потужність лампи ($P_{\text{л}}$) та її світлову віддачу (H):

$$P_{\text{л}} \cdot H = \frac{E_{\text{н}} \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{n \cdot \eta_{\text{с.у.}}}$$

Вирішивши це рівняння відносно питомої потужності:

$$\omega = \frac{P_{\text{л}} \cdot n}{S} = \frac{E_{\text{н}} \cdot K_3 \cdot Z}{\eta_{\text{с.у.}} \cdot H}$$

Звідси видно, що питома потужність освітлювальної установки залежить від розрахункового значення освітленості ($E_{\text{н}}$, K_3), типу джерела світла (H), розміщення

світильників (Z) та коефіцієнту використання освітлювальної установки ($\eta_{в.у.}$), а значить від світлорозподілу та к.к.д. світильників, розмірів та відбиваючих властивостей поверхонь приміщення. Аналіз впливу цих факторів на величину питомої потужності дозволив скласти таблиці питомої потужності освітлювальних установок, виконаних за допомогою різних світильників. При цьому питома потужність вибирається в залежності від висоти приміщення, його площі, та рівня освітленості. При відсутності даних для питомої освітленості її орієнтовно можна прийняти:

$$\omega = \left(\frac{1}{3} \cdots \frac{1}{5}\right) E_{\min} - \text{для світильників з лампами розжарення};$$

$$\omega = \left(\frac{1}{10} \cdots \frac{1}{15}\right) E_{\min} - \text{для світильників з люмінесцентними лампами}.$$

Таким чином, вибравши нормовану освітленість, тип світильника та коефіцієнти відбиття поверхонь, робочу висоту підвісу світильників над робочою поверхнею і тим самим питому потужність, потужність освітлювальної установки $P_{р.о.} = \omega S$, а кількість світильників $n = \frac{P_{р.о.}}{P_l}$.

5 Місцеве освітлення, зовнішнє (прожекторне)

Місцеве освітлення є додатковим до загального і створюється світильниками, що концентрують світловий потік безпосередньо на робочому місці.

Місцеве освітлення буває стаціонарним і переносним (напруга 12-36 В) і служить для освітлення тільки робочих місць.

Застосування одного місцевого освітлення у виробничому приміщенні санітарними нормами не допускається, оскільки одне місцеве освітлення не забезпечує достатню рівномірність освітлення сусідніх зон.

При цьому потрібно мати на увазі, що освітленість робочої поверхні, створювана світильниками загального освітлення, при системі комбінованого освітлення має становити 10% від норми, але не менше 150 лк при використанні газорозрядних ламп і 50 лк при лампах розжарювання.

Основна перевага освітлення прожекторами заключається в ефективності використання на значних територіях, економічності, невисокої вартості освітлювальних мереж, зручності обслуговування, сприятливості умов освітлення вертикальних поверхонь. Недоліками такого освітлення є осліплююча дія прожекторів, необхідність кваліфікованого догляду (фокусування, очищення відбивача), наявність

різних тіней від великих об'єктів, невисока ефективність при освітленні вузьких смуг (доріг, проходів між будівлями і т. ін.).

Прожекторне освітлення рекомендують використовувати для освітлення значного відкритого простору: відкритих гірничих робіт, території відкритих складів, будівельних робіт, залізничних станцій, а також у випадках, коли небажане захаращення освітлюваної території опорами зі світильниками.

При розрахунку прожекторного освітлення визначається мінімальна освітленість за нормами, коефіцієнт запасу, вибирається тип прожектора, розраховується висота встановлення, кількість прожекторів, найбільш вигідний кут нахилу оптичної вісі прожектора, вибирається місце установки прожекторів.

Лекція № 3

Тема: Розрахунок мережі освітлення.

Мета: Набуття студентами знань з питань розрахунку мережі.

Методи: словесний, наочний.

План:

1Розрахунок мережі освітлення.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

1Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувашов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981 , ст. 283-287.

1Розрахунок мережі освітлення.

Заради уникнення стробоскопічного ефекту, який виникає при освітленні приміщення люмінесцентними лампами, світильники підключають до різних фаз, по чергово (перший ряд до фази А, другий до фази В, третій до фази С, четвертий знову до фази А і т.д.). Це необхідно з точки зору безпеки, оскільки при стробоскопічному ефекті обертові рухомі частини механізмів можуть здаватися нерухомими, а нерухомі – рухомими.

Розрахунок мережі освітлення зводиться до вибору марки і перерізу проводів і кабелів, згідно їх схеми прокладки. Також проводиться перевірка на допустимі втрати напруги і на мінімум провідникового матеріалу.

Марка проводів залежить від способу прокладки і оточуючого середовища. Їх переріз визначають від допустимих втрат напруги, яка складає для внутрішніх електропроводок освітлення не більше 2,5%.

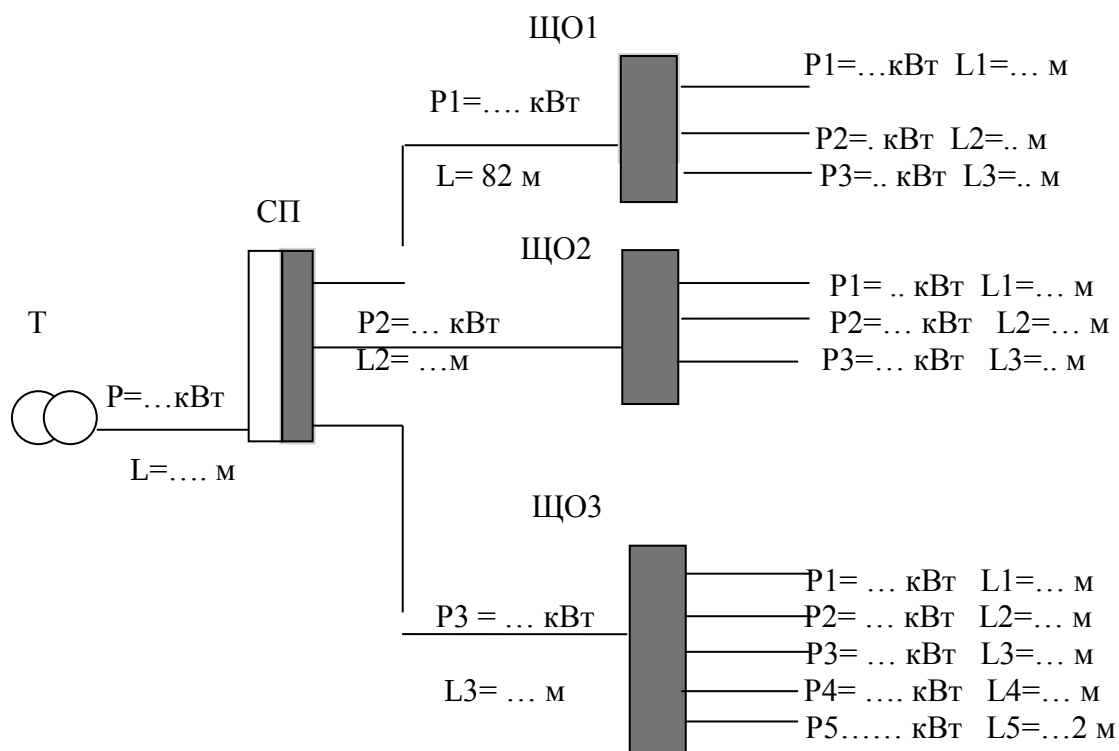


Рисунок 2.2 – Розподіл навантажень

Момент навантаження M , кВт · м

$$M = \sum(P \cdot L), \quad (3.1)$$

де L – довжина ділянки, м

P – потужність ділянки, кВт.

Переріз кабелю від трансформатора до СП S , мм²

$$S = M / (C \cdot \Delta U), \quad (3.2)$$

де C – перехідний коефіцієнт, що залежить від марки провідника і кількості жил в лінії. Для номінальної напруги 380/220 В та мідних провідників коефіцієнт $C=72$;

M – потужність на даному проміжку, кВт · м;

ΔU – втрати напруги в лінії, %.

Приймаємо кабель марки ВВГ з перерізом .. мм² (4 х .. мм²).

Втрата напруги від Т - СП ΔU , %

$$\Delta U = M / (C \cdot S), \quad (3.3)$$

Допустима втрата напруги для розподільчої мережі

$$\Delta U = 2,5 \cdot \Delta U_1 \quad (3.4)$$

Переріз кабелю від СП до ЩО1 S , мм²

Приймаємо кабель ВВГ з перерізом ... мм² (4х...мм²)

Переріз кабелю від СП до ЩО2 S , мм²

Приймаємо кабель ВВГ з перерізом ... мм² (4х... мм²)

Переріз кабелю від СП до ЩО3 S , мм²

Приймаємо кабель ВВГ з перерізом мм² (4х... мм²).

Втрата напруги на ділянці СП до ЩО1 ΔU_1 , %

Допустима втрата напруги для розподільчої мережі

Втрата напруги на ділянці СП до ЩО2 ΔU_1 , %

Допустима втрата напруги для розподільчої мережі

Втрата напруги на ділянці СП до ЩО3 ΔU_1 , %

Допустима втрата напруги для розподільчої мережі

Вибрані провідники перевіряємо на нагрівання при рівномірному навантаженні .

Струм, який викликає нагрівання проводів при рівномірному навантаженні для трифазної мережі I , А

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U_{\text{л}} \cos \varphi}, \quad (3.5)$$

де P – потужність кВт;

$U_{\text{л}}$ – лінійна напруга, В.

Струм від Т до СП I , А

Струм від СП до ЩО1, I_1 , А

Струм від СП до ЩО2, I_2 , А

Струм від СП до ЩО3, I_3 , А

За даним струмом і по таблицям перевіряємо відповідність перерізу кабелю на нагрів при проходженні довготривалого струму.

Для кабелю з мідними жилами 4х.. з ізоляцією з полівінілхлоридного пластифікату значення $I_{\text{доп}} = 50 \text{ А}$;

$50 \text{ А} > \dots \text{ А}$ – умова виконується.

Для кабелю з мідними жилами 4х...з ізоляцією з полівінілхлоридного пластифікату значення $I_{\text{доп}} = 30 \text{ А}$;

$30A > \dots A$ – умова виконується.

Для кабелю з мідними жилами $4 \times \dots 3$ ізоляцією з полівінілхлоридного пластифікату значення $I_{\text{доп}} = 23A$;

$23A > \dots A$ – умова виконується.

Для вибору перерізу кабелю від ЩО до світильників розраховуємо момент навантаження для кожного відгалуження, дані заносимо до таблиці

Таблиця - Розрахунок моменту потужності з вибором перерізу кабелю

ЩО	Потужність P , кВт	Довжина лінії L , м	Момент потужності M , кВт·м	Переріз S , мм
ЩО1				
ЩО2				
ЩО3				

Для групових ліній приймаємо кабель марки ВВГ ($4 \times \dots \text{мм}^2$).

Розрахунок аварійного освітлення проводиться аналогічно і складає 10% від загального освітлення.

Вибираємо освітлювальні щити типу на груп, одинадцять робочих і одна резервна з автоматичними вимикачами на вводі типу

В якості силового пункту вибираємо В СП застосовуємо автоматичний вимикач типу з номінальним струмом розчеплювача

Лекція № 4

Тема: Електроустаткування термічних установок. Автоматичне регулювання температури.

Мета: Набуття студентами знань з питань будови термічних печей.

Методи: словесний, наочний.

План:

- 1 Будова, принцип дії і електроустаткування печей опору.
- 2 Автоматичне регулювання температури печей опору.
- 3 Схеми електричні печей опору.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

1Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувашов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981 , ст. 7-39.

2Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок.- М:Высшая школа, 1982, ст. 40-52.

1Будова, принцип дії і електроустаткування печей опору.

Електропечі та електронагрівальні установки розділяють на такі групи: 1) печі опору; 2) дугові печі, 3) печі і установки індукційного нагріву; 4) печі і установки діелектричного нагріву.

Електропечі опору розділяють на електропечі непрямої дії і електропечі прямого нагріву. В печах непрямої дії електроенергія перетворюється в теплову в спеціальних нагрівальних елементах. В печах прямого нагріву струм безпосередньо пропускається через тіло, яке нагрівається. Воно може бути як тверде, так і рідке. Установки прямого нагріву не мають футерованої кладки та використовуються для швидкого нагріву до необхідної температури заготовок під ковку або гарячу штамповку.

Електропечі опору бувають плавильними і термічними.

Плавильні печі застосовують для плавки кольорових металів і сплавів. Термічні печі – для різних видів термічної обробки чорних та кольорових металів, термообробки кераміки та скла, сушки виробів, нагріву заготовок під ковку та штамповку.

Основні матеріали для нагрівальних елементів промислових електропечей опору з робочою температурою до 1200-1250 °С - це сплави хромонікелеві (ніхроми) і хром алюмінієві.

На конструкцію печей опору істотно впливають характер роботи і особливості завантаження й вивантаження матеріалів, що нагрівають. А також температурні умови, наявність або відсутність штучної атмосфери в робочому просторі печі.

По способу завантаження й характеру роботи в часі розрізняють печі періодичної (садочної) і безперервної (методичної) дії. У печі періодичної дії після завантаження нагріває тіло, що не змінює свого положення протягом усього часу теплової обробки, тобто до моменту вивантаження. У печі безперервної дії нагрівають вироби, що завантажуються з одного кінця печі, поступово переміщають по її довжині, прогріваючись до заданої температури, і видають з іншого кінця печі. Такі печі використовуються, зокрема, в автоматичних технологічних лініях.

До електричних печей опору періодичної дії відносяться камерні, шахтні та штовхаючі печі.

На рисунку 1 схематично показані деякі основні типи конструкцій електропечей опору.

Камерна піч (1-а) серед печей періодичної дії є найпростішою й у той же час універсальною. Її корпус 2 прямокутної форми виконаний у вигляді камери з вогнетривкої й теплозахисної футеровки, яка міститься в металевому кожусі. Матеріал завантажується й вивантажується через отвір у передній стінці, що закривається дверцятами 1. Малі печі для зручності завантаження встановлюються на ніжках, великі печі безпосередньо на підлозі. Нагрівальні елементи 3 розташовуються в поду й на бічних стінках

печі, рідше на її зводі (у дуже великих печей і на задній стінці печі й на дверцятах). Подові нагрівальні елементи перекриваються жаротривкими плитами, на яких укладаються вироби. Дверцята печей звичайно виконуються піднімальними, у малих печей – з ручним або ножним приводом, у більших – з електроприводом.

Шахтна піч (1-б) являє собою круглу, квадратну або прямокутну шахту. Корпус печі 2 заглиблений у землю й перекривається зверху кришкою 4 з затвором й електроприводом.

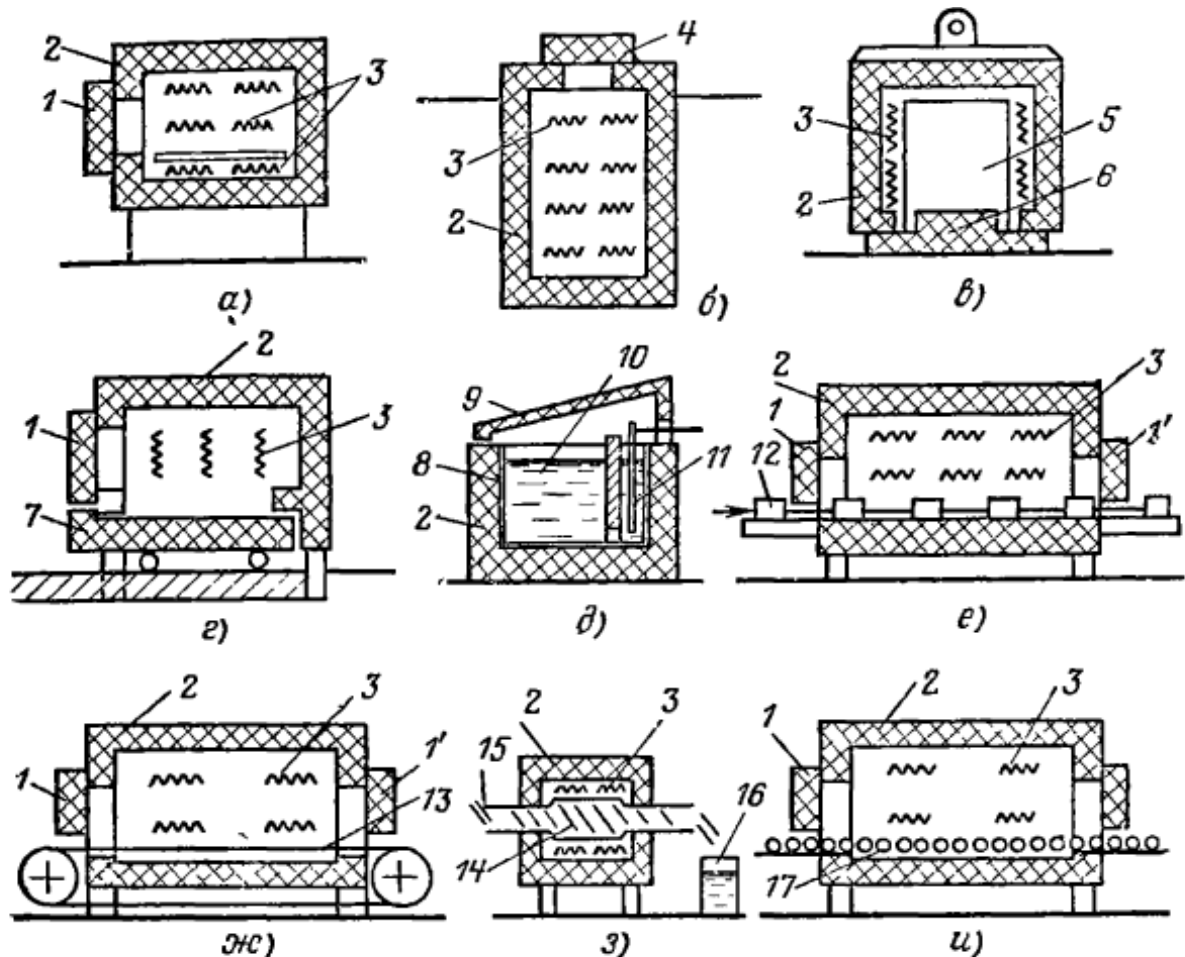


Рис. 1-1, Схеми електронічних печей опору.

Нагрівальні елементи 3 підвішуються на бічних стінках печі. У таких печах проводиться термообробка, наприклад, довгих валів. Деякі шахтні печі мають 2-3 теплові зони для забезпечення рівномірності нагрівання виробів великої довжини.

В ковпаковій печі (1-в) знімний корпус 2 (ковпак) циліндрової або жаротривкий муфель 5 встановлюють краном. Завантаження виконується також за допомогою крана на стелі під 6 печі (при піднятих ковпаку й муфелі). Живлення нагрівальних елементів здійснюється за допомогою гнучких кабелів й електричних з'єднувачів (штепсельних рознімів). Одним ковпаком обслуговується декілька стелів. По закінченні нагрівання ковпак відключається й краном переноситься на сусідній стел, де вже встановлене чергове завантаження. Охолодження завантаження відбувається під муфелем.

Піч з висувним подом (1-з) є різновидом камерної печі. Її застосовують для термообробки й випалювання дуже великих виробів. Камера 2 не має дна й стоїть на колонах, а висувний під 7 змонтований на візку з електроприводом ковзаник або лебідкою. Для завантаження й розвантаження відкриваються дверцята 1 і візок виїжджає з-під камери. Розташування нагрівальних елементів таке ж, як й у звичайній камерній печі.

Соляна електродна ванна (1-д) - це металева або керамічна ванна 8, наповнена сіллю 10, у яку опущені електронагрівачі (електроди) 11. Частина ванни, у якій перебувають електронагрівачі, відділена від робочої частини перегородкою. Ванна знаходиться в корпусі 2 і прикрита зверху парасолем 9. Для пуску ванни (розігріву солі) використовується спеціальний занурений електронагрівач. Соляні ванни забезпечують швидкий і рівномірний розігрів виробів, що поміщають у розплавлену сіль. Вони застосовуються, зокрема, для нагрівання під загартування й відпускання інструментів.

Штовкаючі печі (1-е) мають довгу прямокутну камеру 2 з нагрівачами 3, вироби на піддонах 12 або без них періодично проштовхуються по напрямних або роликах підду печі за допомогою механізму штовхальника, що перебуває перед завантажувальними дверцятами 1 з електро- або гідроприводом. На час проштовхування завантажувальна 1 і розвантажувальна 1¹ дверцята печі відкриваються. Переваги штовкаючої печі визначаються надійністю роботи, оскільки механізм штовхальника перебуває поза піччю, а також можливістю обробки виробів великої маси.

Конвеєрна піч (1-ж) являє собою довгу камеру 2 з нагрівачами 3 і дверцятами 1 й 1¹, що транспортують механізм печі, - ланцюговий конвеєр 13, нескінчене полотно якого складається із плетеної металевої сітки або ланцюгових ланок. Конвеєрний ланцюг натягнутий між провідними й веденим барабанами приводиться в рух електроприводом через передавальний механізм ведучий барабан. Барабани можуть розташовуватися усередині печі або поза нею. У першому випадку менше втрати тепла, у другому – підвищується надійність роботи печі, спрощується її завантаження й вивантаження.

Барабанна піч (1-з) має в камері 2 з нагрівачами 3 жаротривкий барабан (муфель) 14 з Архімедовою спіраллю. При обертанні барабана за допомогою електропривода

вироби перекочуються в барабані. Поступово переміщаючись від завантажувального пристрою 15 до місця розвантаження. Такі печі застосовуються для загартування дрібних деталей, що не мають гострих крайок. Тоді з розвантажувального кінця барабана деталі надходять у гартівний бак 16.

Рольгангова піч (1-и) найбільш універсальна. У її довгій камері 2 з нагрівачами 3 і дверцятами 1 й 1¹ можна обробляти вироби різноманітних форм і розмірів. Залежно від розмірів і конфігурації виробів останні переміщаються по рольгангу 17 печі безпосередньо або в піддонах. Привід рольганга – електромеханічний регульований. Весь механізм приводу, крім роликів, винесений з печі. Вони можуть працювати в безперервному й у періодичному режимі, вони використовуються не тільки для різноманітних операцій термообробки, але й для нагрівання деталей перед пластичною деформацією. Часто рольгангові печі виконуються з декількома самостійними зонами нагрівання й охолодження. У порівнянні з штовкаючими печами таких же типорозмірів і потужності рольгангові мають кращі техніко-економічні показники: продуктивність їх вище. А питома витрата електроенергії менше. Крім того, скорочується площа, займана піччю, зменшується витрата конструкційних жароміцних матеріалів при виготовленні печі. Рольгангові печі в порівнянні з конвеєрними більш надійні в роботі.

Печі безперервної дії особливо зручні для роботи в потокових технологічних лініях з металообробними верстатами й іншими агрегатами та пристроями.

Електроустаткування печей опору.

Електропіч на установка опору має такі основні елементи: а) власно електропіч; б) допоміжні механізми печі з електроприводом або з гидро- чи пневмоприводом, що забезпечують завантаження й вивантаження виробів, що нагріваються і матеріалів або переміщення їх у робочому просторі печі, подачу в піч повітря або газу; в) комплектуюче електроустаткування – трансформатор або автотрансформатор для узгодження напруги живильної мережі з напругою на нагрівачах, а в деяких установках і для регулювання напруги на нагрівачах; щити, пульти, станції керування для включення й відключення печі, автоматичного регулювання температури, керування приводами й системою подачі газу в піч із захисною або спеціальною атмосферою, або вакуумною системою вакуумних печей% г) датчики систем виміру й автоматичного

регулювання температури печі, а також виміру й контролю вакууму або тиску газу й інших параметрів електричної схеми.

Пояснюючі принципи схеми пічних установок наведені на рис. 2.

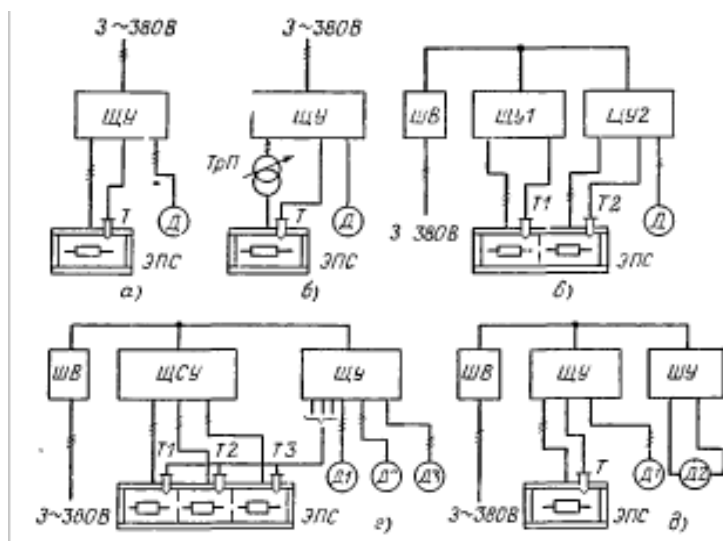


Рисунок 2 – Пояснюючі електричні схеми установок печей опору: однозонних (а,б,д), двозонна (а), тризонна (г). ЕПС- електропід опору; ЩУ,ЩУ!, ЩУ» - щити керування; ТрП – пічний трансформатор або автотрансформатор; ЩСУ – щит станції керування; ШВ – шафа станції; ІДУ – шафа керування; Т, Т!, Т», Т№ - датчики температури; Д, Д!, Д», Д№ - двигуни допоміжних механізмів. Схеми в, г, д можуть мати елементи ТрП.

Основним родом струму для живлення печей опору служать трьох або однофазний змінний струм частотою 50 Гц, а основна напруга 380 В.

Для електроприводів допоміжних механізмів печей звичайно використовуються асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором. Для механізмів, що потребують регулювання швидкості, застосовують двигуни постійного струму з живленням від магнітних підсилювачів або тиристорних перетворювачів. Потужність двигунів допоміжних механізмів печей серійного виготовлення перебувають у межах 0,6 – 10 кВт.

Пічні трансформатори й автотрансформатори використовують при напрузі нагрівальних елементів, що відрізняється від напруги живильної мережі, або при необхідності регулювання напруги на нагрівачах, тобто потужності, що підводиться до нагрівачів. Для печей з металевими нагрівальними елементами застосування понижуючих трансформаторів (автотрансформаторів) економічно вигідно, тому що

дозволяє вибрати нагрівальні елементи, що мають більший термін служби за рахунок збільшеного перетину дроту (стрічки). Трансформатори (автотрансформатори) застосовують, як правило, також для печей з нагрівальними елементами з дисилицида молібдену або карборунду, опір яких істотно змінюється з їхнім розігрівом і для соляних ванн.

Регулювання вторинної напруги U_2 пічних трансформаторів (автотрансформаторів) здійснюється ступенями. Передбачається кілька ступенів U_2 , причому регулювання роблять без навантаження зміною коефіцієнта трансформації. Для цього змінюють числа витків секційної первинної обмотки перестановкою перемичок або спеціальним перемикачем; іноді перемикають схему секційної вторинної обмотки.

Трансформатори й автотрансформатори для печей опору мають природне повітряне охолодження й установлюються безпосередньо у виробничих приміщеннях поблизу від печей.

Однофазні пічні трансформатори серії ТПО виготовляються з потужністю 1,6-10 кВА з первинною напругою 220В (на максимальні вторинні напруги із чотирма ступенями).

Трифазні пічні трансформатори серії ТПТ розраховані на первинну напругу 380 В. При потужності 16-25 кВА вони мають 16 ступенів трансформації (4 ступені первинної і додатково 4 ступені вторинної обмоток). По ступеням вторинної обмотки напруга U_2 змінюється в 8 разів ($U_{2 \text{ макс}} \approx 70\text{В}$ на першій ступені первинної обмотки) і за рахунок ступенів первинної обмотки – ще в 1,7 рази. Трансформатори потужністю 40-250 кВА виготовляються з 8 ступенями напруги U_2 . Пічні трифазні автотрансформатори серії АПТ потужністю 6-25 кВА з первинною напругою 380 В і 16 ступенями трансформації дозволяють регулювати напругу U_2 у межах від 250 до 40-50 В. також застосовують трансформатори й автотрансформатори інших серій та із плавним регулюванням вторинної напруги.

2 Автоматичне регулювання печей опору.

Механізація й автоматизація роботи термічних електропечей, підвищення їхньої продуктивності здійснюються по трьох основних напрямках:

- 1) механізація завантаження й вивантаження печей;

2) автоматичне керування допоміжними механізмами печі;

3) автоматичне регулювання теплового режиму печі.

Регулювання температури печі досягається східчастою або плавною зміною електричної потужності що підводиться до печі. При східчастому регулюванні використовують: перемикання нагрівачів у трифазних печах з трикутника на зірку зі зменшенням потужності в 3 рази; застосування регулювального трансформатора (автотрансформатора); періодичне включення й відключення нагрівачів – двопозиційне регулювання. Останній спосіб став найпоширенішим як найбільше простий й у той же час дозволяє автоматизувати процес регулювання. При плавному (безперервному) регулюванні потужності використовують тиристорні регулятори напруги керуючого джерела живлення нагрівачів печі. Їхнє застосування дає дуже високу якість автоматичного регулювання.

Основне завдання пристрою автоматичного регулювання температури печі t складається в забезпеченні заданого температурного режиму нагріву в часі τ відповідно до технологічного процесу вимоги до характеру режиму й точності його виконання можуть змінюватися в широких межах.

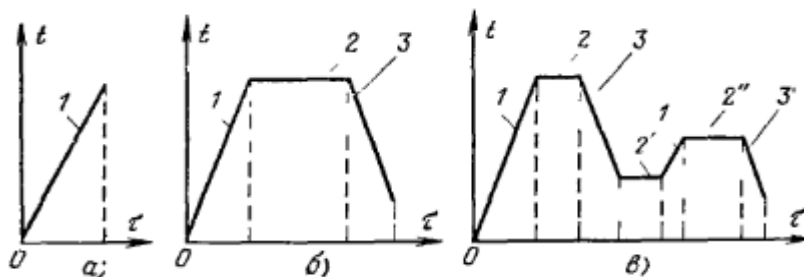


Рисунок 3 Графіки зміни температури печі в часі.

В одних випадках потрібно лише нагріти виріб (а), в інші за нагріванням (б) (пряма 1) треба режим видержки (пряма 2) і охолодження (пряма 3), у третіх необхідно програмне регулювання, зміна температури печі заздалегідь заданим законом (в).

Процес роботи регулятора ілюструє графік на рис. 4. Включення відбувається в момент часу $\tau = 0$. При цьому робочий простір печі спочатку мало температуру, з якої починається нагрівання, відключення нагрівачів печі відбувається не при $t = t_{уст}$, а при трохи більш високій температурі $t_{уст} + \delta t$ у крапці 1. Далі температура поступово знижується до значення $t_{уст} - \delta t$ в крапці 2. Потім знову вмикається нагрівач, температура знову буде рости і т.д. Таким чином, завдяки дії автоматичного регулятора фактична температура коливається біля її середнього значення $t_{ср}$, що у першому

наближенні. Очевидно, що чим менше зона нечутливості регулятора, тим меншими будуть і миттєві відхилення температури від значення $t_{уст}$.

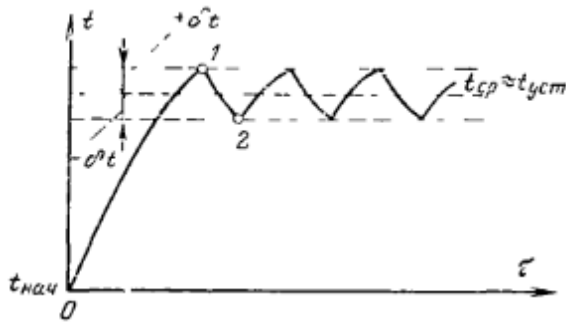


Рис. 4 Процес двопозиційного регулювання температури.

3 Електричні схеми установок печей опору.

Завдяки застосуванню в установках електропечей опору комплектних щитів і станцій керування принципові електричні схеми установок різних печей складаються з повторювання типових вузлів і відрізняються друг від друга головним чином у тій частині, яка ставиться до керування електроприводами допоміжних механізмів.

Як приклад розглянемо спрощену принципову електричну схему установки камерної печі (рис.5). Нагрівачі печі ЕПС одержують живлення через автотрансформатор АТ від мережі 380 В. включення й відключення нагрівачів здійснюється контактором КЛ. силові ланцюги захищені автоматичним вимикачем ВА1.

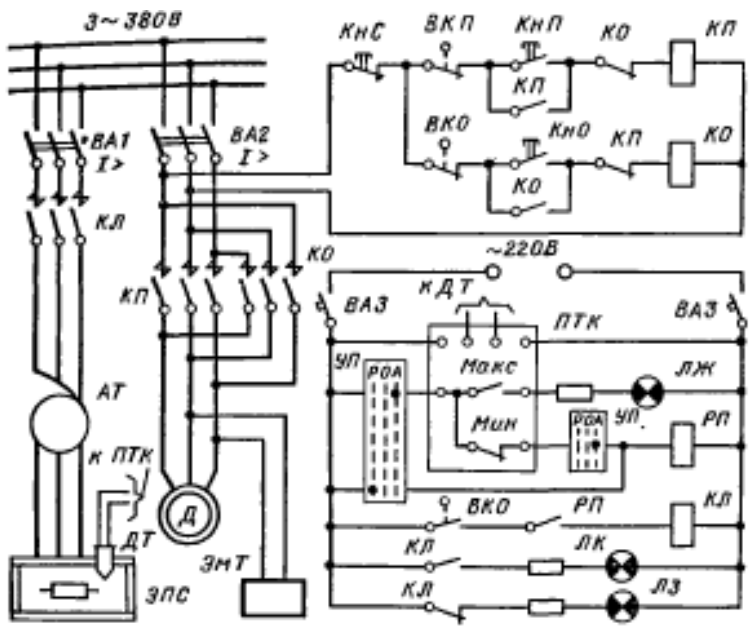


Рисунок 5 Електрична схема установки печи опору

Реверсивний асинхронний двигун з короткозамкненим ротором Д для механізму підйому й опускання дверцят печі включається контакторами КП (підйом) і ДО (опускання). У відключеному стані двигун Д загальмовується механічним гальмом, що має електромагніт ЕмТ. Автоматичний вимикач ВА₂ необхідний для захисту двигуна Д та його ланцюга керування. Кінцеві вимикачі ВКП і ВКО контролюють верхнє й нижнє положення дверцят: розмикальний контакт ВКП відкривається у верхнім положенні, що розмикає контакт ВКО – у нижньому. Керування приводом дверцят – ручне дистанційне, за допомогою кнопок КнП (підйом), КнО (опускання), КнС (стоп).

Схема ланцюгів керування й сигналізації живиться від напруги 220 В і містить: автоматичний вимикач ВА3; прилад теплового контролю ПТК (з датчиком температури печі ДТ); контактора КЛ і проміжного реле РП; сигнальні лампи ЛЗ (зелена), ЛК (червона) і ЛД (жовта). Схема забезпечує ручне дистанційне й автоматичне керування тепловим процесом печі. Вибір виду керування здійснюється універсальним перемикачем УП на три положення.

При нейтральному положенні 0 рукоятки УП нагрівачі печі відключені, горить лампа ЛЗ.

При ручному керуванню рукоятка УП ставиться в положення Р, включається реле РП і своїм контактом замикає ланцюг котушки контактора КЛ. контактор включається, подаючи живлення на нагрівачі, лампа ЛЗ гасне, лампа ЛК загоряється. Очевидно, що включення контактора КЛ можливо тільки при закритій (опущеної) дверці печі. Таке блокування здійснене замикаючим контактом кінцевого вимикача ВКО. У режимі ручного керування прилад теплового контролю ПТК не робить впливу на хід теплового процесу. Він лише дає операторові інформацію про температуру печі.

При автоматичному керуванні рукоятка УП ставиться в положення А. тепер сигнал на включення й відключення реле РП, а отже і на включення й відключення нагрівачів видається приладом ПТК. Реле РП включається, якщо замкнути контакт Мін цього приладу, і відключається при розмиканні контакту Мін. Якщо температура печі перевищить максимально припустиму, замкне контакт Макс ПТК і загориться лампа ЛЖ, привертаючи увагу обслуговуючого персоналу.

Для печей, що працюють із газовою атмосферою, у схему ланцюгів керування вводяться додаткові вузли, яки забезпечують керування апаратами газової атмосфери й сигналізацію про її роботу (світлову й звукову).

Лекція № 5

Тема: Електроустаткування установок електричної зварки. Джерело живлення зварювальної дуги.

Мета: Набуття студентами знань з питань електроустаткування установок електричної зварки. Джерело живлення зварювальної дуги.

Методи: словесний, наочний.

План:

1 Загальні відомості про електрозварювання.

2 Електроустаткування установок електричної зварки.

3 Джерело живлення зварювальної дуги.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

- 1 Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувашов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981 , ст. 75-98.
- 2 Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок.- М:Высшая школа, 1982, ст. 52-61.

1 Загальні відомості про електрозварювання.

Електрозварювання - це процес отримання нерозривних з'єднань з використанням електричної енергії.

Дугова зварка - процес, при якому теплота, необхідна для нагрівання і плавлення металу, виходить за рахунок дугового розряду, що виникає між зварюваних металом і електродом. Під дією теплоти електричної дуги кромки деталей, що зварюються і електродний метал розплавляються, утворюючи зварювальну ванну, яка деякий час знаходиться в розплавленому стані. При затвердінні металу утворюється зварне з'єднання. Енергія, необхідна для підтримки дугового розряду, виходить від джерел живлення дуги постійного або змінного струму.

Класифікація дугового зварювання проводиться залежно від ступеня механізації процесу зварювання, роду струму і полярності, типу дуги, властивостей електрода, виду захисту зони зварювання від атмосферного повітря та ін

За ступенями механізації дугова зварка поділяється:

- ручна дугова зварка
- напіваавтоматична дугова зварка
- автоматична дугова зварка

Віднесення процесів до того чи іншого способу залежить від того, як виконуються запалювання і підтримка певної довжини дуги, маніпуляція електродом для додання шву потрібної форми, переміщення електроду по лінії накладення шва і припинення процесу зварювання.

При ручному дуговому зварюванню зазначені операції, необхідні для утворення шва, виконуються людиною вручну без застосування механізмів.

При напіваавтоматичному дуговому зварюванню механізуються операції по подачі електродного дроту в зварювальну зону, а інші операції процесу зварювання здійснюються вручну.

При автоматичному дуговому зварюванню під флюсом механізуються операції щодо виникнення дуги, підтримання певної довжини дуги, переміщенню дуги по лінії накладення шва. Автоматичне зварювання плавким електродом ведеться зварювальним дротом діаметром 1-6 мм; при цьому режим зварювання (струм, напруга, швидкість переміщення дуги та ін) більш стабільний, що забезпечує однорідність якості шва по його довжині, в той же час потрібна велика точність у підготовці і складанні деталей під зварювання.

За родом струму розрізняють:

- електрична дуга, що живляться постійним струмом прямої полярності (мінус на електроді)
- електрична дуга, що живиться постійним струмом зворотної (плюс на електроді) полярності
- електрична дуга живиться змінним струмом

Залежно від способів зварювання застосовують ту чи іншу полярність. Дугове зварювання під флюсом та в середовищі захисних газів зазвичай проводиться на зворотній полярності.

За типом дуги розрізняють

- дугу прямої дії (залежну дугу)
- дугу побічної дії (незалежну дугу)

У першому випадку дуга горить між електродом і основним металом, який також є частиною зварювального ланцюга, і для зварювання використовується теплота, що виділяється в стовпі дуги і на електродах, у другому - дуга горить між двома електродами. Основний метал не є частиною зварювального кола і розплавляється переважно за рахунок тепловіддачі від газів стовпа дуги. У цьому випадку живлення дуги здійснюється звичайно змінним струмом, але вона має незначне застосування через малий коефіцієнт корисної дії дуги (відношення корисно використаної теплової потужності дуги до повної теплової потужності).

Електроди для дугового зварювання бувають

- плавкізварювальні електроди
- плавкі електроди (вугільний, графітовий і вольфрамовий)

Дугове зварювання плавким електродом є найпоширенішим способом зварювання; при цьому дуга горить між основним металом і металевим стрижнем, що подається в зону зварювання у міру плавлення. Цей вид зварювання можна робити одним або декількома електродами. Якщо два електроди під'єднані до одного полюса джерела живлення дуги, то такий метод називають двоелектродним зварюванням, а якщо більше - багатеелектродним зварюванням пучком електродів. Якщо кожен з електродів отримує незалежне живлення - зварювання називають дводуговим (багатодуговим) зварюванням. При дуговому зварюванні плавленням ККД дуги досягає 0,7-0,9.

За умовами спостереження за процесом горіння дуги розрізняють:

- відкрити
- закрити
- напіввідкрити дугу

При відкритій дузі візуальне спостереження за процесом горіння дуги проводиться через спеціальні захисні скла - світлофільтри. *Відкрита дуга* застосовується при багатьох способах зварювання: при ручному зварюванні металевим і вугільним електродом і зварюванні у захисних газах. *Закрита дуга* розташовується повністю в розплавленому флюсі - шлаку, основному металі і під гранульованим флюсом, і вона невидима. *напіввідкрита дуга* характерна тим, що одна її частина знаходиться в основному металі і розплавленому флюс, а інша над ним. Спостереження за процесом здійснюється через світлофільтри. Використовується при автоматичному зварюванні алюмінію по флюсу.

За родом захисту зони зварювання від навколишнього повітря розрізняють:

- дугове зварювання без захисту (голим електродом, електродом із стабілізуючим покриттям)
- дугове зварювання з шлаковим захистом (товстопокритими електродами, під флюсом)
- дугове зварювання зі шлакогазовою захистом (товстопокритими електродами)
- дугове зварювання з газовим захистом (у середовищі захисних газів) - зварювання в середовищі вуглекислого газу, аргонно-дугове зварювання
- дугове зварювання з комбінованим захистом (газове середовище та покриття або флюс)

Електродні покриття застосовуються для створення захисної атмосфери під час плавлення, введення легуючих добавок у зварний шов та т.п.

Стабілізуючі електродні покриття являють собою матеріали, що містять елементи, які легко іонізують зварювальну дугу. Наносяться тонким шаром на стрижні електродів (тонкопокриті електроди), призначені для ручного дугового зварювання.

Захисні електродні покриття являють собою механічну суміш різних матеріалів, призначених захищати розплавлений метал від впливу повітря, стабілізувати горіння дуги, легувати і рафінувати метал шва.

Найбільше застосування мають середньо - та товстопокриті електроди, призначені для ручного дугового зварювання та наплавлення, які виготовляють у спеціальних цехах або на заводах.

Застосовуються також магнітні електродні покриття, які наносяться на дріт у процесі зварювання за рахунок електромагнітних сил, що виникають між струмом електродного дроту і феромагнітним порошком, що знаходиться в бункері, через який проходить електродний дріт при напівавтоматичному або автоматичному зварюванні. Іноді це ще супроводжується додатковою подачею захисного газу.

2 Електроустаткування установок електричної зварки

Зварювальні випрямлячі - джерело живлення, що складається з трансформатора з регулюючим пристроєм та блоку напівпровідникових випрямлячів. Принцип його дії заснований на живленні дуги постійним струмом, що протікає по ланцюгу вторинної обмотки і випрямленим блоком селенових або кремнієвих випрямлячів. Для отримання

потрібної характеристики ці пристрої часто оснащуються додатковим дроселем. Дуга в таких апаратах дуже стабільна і не переривається. Це дозволяє проводити якісне зварювання, навіть без початкових навиків.

Зварювальні трансформатори – найпоширеніші і недорогі апарати для ручного дугового зварювання. Основне їх призначення – перетворення електричного струму, його регулювання і живлення зварювальної дуги. Трансформатори мають поступове механічне регулювання зварювального струму. Простота конструктивного виконання забезпечує високу надійність експлуатації практично в будь-яких кліматичних умовах.

Установки для аргонодугового зварювання забезпечують зварювання неплавким електродом в середовищі інертного захисного газу виробів з вуглецевих і легованих сталей, мідних та алюмінієвих сплавів. Сталі та мідні сплави зварюють постійним струмом, алюмінієві сплави – змінним струмом. Зварювані краї виробу притискають один до одного. Між неплавким електродом і виробом збуджують електричну дугу. Краї виробу і присадковий матеріал, що вводиться в зону дуги, нагріваються до температури плавлення, і утворюється ванна розплавленого металу. При цьому в зону дуги подається захисний газ (аргон), струмінь якого, обтікаючи електричну дугу і зварювальну ванну, оберігає розплавлений метал від дії атмосферного повітря, окислення і азотування. Після затвердіння метал зварювальної ванни утворює зварний шов.

За допомогою установок для повітряно-плазмового різання здійснюється найбільш ефективний і високопродуктивний спосіб різання різних металів і сплавів в широкому діапазоні товщин. Даний спосіб різання набув широкого розповсюдження завдяки своїй універсальності, високій якості різку, низьким деформаціям вирізуваних деталей і більшій продуктивності в порівнянні з газокисневою різкою. При повітряно-плазмовому різанні немає необхідності у використанні газових генераторів або балонів з горючими вибухонебезпечними газами і газовими шлангами.

Зварювальні напівавтомати конструктивно складаються з зварювального випрямляча та подаючого мехнізму і відрізняються легкістю в експлуатації. Особливість зварювальних напівавтоматів полягає у виконанні зварювання металів спеціальним зварювальним дротом, що автоматично поступає по рукаву до точки зварювання. Одночасно з дротом подається вуглекислий (або інший захисний) газ. Таким чином процес зварювання проходить в газовому середовищі. Напівавтоматичне

зварювання забезпечує високу швидкість та якість зварювальних робіт. Зварювальні напівавтомати дозволяють зварювати дуже тонкий метал.

Машинами контактного зварювання дозволяє уникнути викривлення металу, пов'язаного з його нагріванням, і тому широко застосовується при зварюванні тонколистового металу. Точковим контактним зварюванням з'єднують деталі автомобільних корпусів, шовне зварювання використовується при виготовленні невеликих ємностей з тонкого металу, вентиляційних труб, стикове зварювання використовують для з'єднання встик стрижнів і труб.

3 Джерело живлення зварювальної дуги

Джерелом живлення (ДЖ) зварювальної дуги називають пристрій, що забезпечує необхідний рід і силу струму дуги.

Джерело живлення й зварювальна дуга утворюють взаємозалежну енергетичну систему, у якій ДЖ виконує наступні основні функції: забезпечує умови початкового запалювання дуги, її стійке горіння в процесі зварювання й можливість робити налаштування (регулювання) параметрів режиму.

Важливою технічною характеристикою ДЖ, що обумовлює можливості його роботи з тим або іншим різновидом дуги, є залежність напруги на "зварювальних" затискачах (клемах) ДЖ від зварювального струму. Цю залежність називають зовнішньою вольт-амперною характеристикою (ВАХ) ДЖ.

По роду струму у зварювальному ланцюзі розрізняють:

1) джерела змінного струму - зварювальні однофазні й трифазні трансформатори, спеціалізовані установки для зварювання алюмінієвих сплавів;

2) джерела постійного струму - зварювальні випрямлячі й генератори із приводами різних типів.

По кількості постів, що обслуговуються, можуть бути однопостові й багатопостові, а по застосуванню - стаціонарні і спеціалізовані джерела живлення.

Лекція № 6

Тема: Електроустаткування в вибухо- пожежонебезпечних приміщеннях.

Класифікація приміщень. Види виконання електроустаткування.

Мета: Набуття студентами знань з питань Електроустаткування в вибухо- пожежонебезпечних приміщеннях. Класифікація приміщень. Види виконання електроустаткування.

Методи: словесний, наочний.

План:

1. Класифікація приміщень.
2. Електроустаткування в вибухо- пожежонебезпечних приміщеннях.
3. Види виконання електроустаткування.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

1Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувашов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981 , ст. 242-256.

2Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок.- М:Высшая школа, 1982, ст. 88-100.

1 Класифікація приміщень

Категорія пожежної небезпеки приміщення (будівлі, споруди) - це класифікаційна характеристика пожежної небезпеки об'єкта, що визначається кількістю і пожежонебезпечними властивостями речовин і матеріалів, які знаходяться (обертаються) в них з урахуванням особливостей технологічних процесів, розміщених в них виробництв.

Відповідно до ОНТП 24-86, приміщення за вибухопожежною та пожежною небезпекою поділяють на п'ять категорій (А, Б, В, Г, Д). Якісним критерієм вибухопожежної небезпеки приміщень (будівель) є наявність в них речовин з певними показниками вибухопожежної небезпеки. Кількісним критерієм визначення категорії є надмірний тиск, який може розвинути при вибуховому загорянні максимально можливого скупчення (навантаження) вибухонебезпечних речовин у приміщенні.

Категорія А (вибухонебезпечні приміщення)

Горючі газы, легкозаймисті речовини з температурою спалаху не більше 28 °С в такій кількості, що можуть утворюватися вибухонебезпечні парогазоповітряні суміші, при спалахуванні котрих розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5 кПа. Речовини і матеріали, що здатні вибухати та горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або одне з одним, в такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5кПа.

Категорія Б (вибухопожежонебезпечні приміщення)

Вибухонебезпечний пил і волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху більше 28 °С та горючі рідини за температурних умов і в такій кількості, що можуть утворюватися вибухонебезпечні пилоповітряні або пароповітряні суміші, при спалахуванні котрих розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5кПа.

Категорія В (пожежонебезпечні приміщення)

Горючі рідини, тверді горючі та важкогорючі речовини, матеріали, здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або одне з одним горіти лише за умов, що приміщення, в яких вони знаходяться або використовуються, не належать до категорій А та Б.

Категорія Г

Негорючі речовини та матеріали в гарячому, розжареному або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор, полум'я; горючі газы, спалимі рідини, тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо.

Категорія Д

Негорючі речовини та матеріали в холодному стані.
Класифікація пожежонебезпечних та вибухонебезпечних зон визначається ДНАОП 0.00 - 1.32.01 "Правила будови електроустановок.

Електрообладнання спеціальних установок" (ПБЕ).

Характеристика пожежо- та вибухонебезпеки може бути загальною для усього приміщення або різною в окремих його частинах. Це також стосується надвірних установок і ділянок територій. Приміщення, або їх окремі зони, поділяються на пожежонебезпечні та вибухонебезпечні. Залежно від класу зони здійснюється вибір

виконання електроустановок таким чином, щоб під час їх експлуатації виключити можливість виникнення вибуху або пожежі від теплового прояву електроструму.

Пожежонебезпечна зона - це простір у приміщенні або за його межами, у якому постійно чи періодично знаходяться (зберігаються, використовуються або виділяються під час технологічного процесу) горючі речовини, як при нормальному технологічному процесі, так і у разі його порушення, в такій кількості, яка вимагає спеціальних заходів у конструкції електрообладнання під час його монтажу та експлуатації. Ці зони в разі використання у них електроустаткування поділяються на чотири класи:

- Пожежонебезпечна зона класу П-I - простір у приміщенні, у якому знаходиться горюча рідина, що має температуру спалаху, більшу за $+61\text{ }^{\circ}\text{C}$.

- Пожежонебезпечна зона класу П-II - простір у приміщенні, у якому можуть накопичуватися і виділятися горючий пил або волокна з нижньою концентраційною межею спалахування, більшою за 65 г/м^3 .

- Пожежонебезпечна зона класу П-Па - простір у приміщенні, у якому знаходяться тверді горючі речовини та матеріали.

- Пожежонебезпечна зона класу П-ІІІ - простір поза приміщенням, у якому знаходяться горючі рідини, пожежонебезпечний пил та волокна, або тверді горючі речовини і матеріали.

Вибухонебезпечна зона - це простір у приміщенні або за його межами, у якому є в наявності, чи здатні утворюватися вибухонебезпечні суміші. Клас вибухонебезпечної зони, згідно з яким здійснюється вибір і розміщення електроустановок, у залежності від частоти і тривалості присутнього вибухонебезпечного середовища, визначається технологами разом з електриками проектною або експлуатаційною організацією.

Клас вибухонебезпечних зон характерних виробництв та категорія і група вибухонебезпечної суміші повинні відображатися у нормах технологічного проектування або у галузевих переліках виробництв з вибухопожежонебезпеки.

Газо- і пароповітряні вибухонебезпечні середовища утворюють вибухонебезпечні зони класів 0, 1, 2, а пилоповітряні - вибухонебезпечні зони класів 20, 21, 22.

- Вибухонебезпечна зона класу 0 - простір, у якому вибухонебезпечне середовище присутнє постійно або протягом тривалого часу. Вибухонебезпечні зони класу 0

можуть мати місце переважно в межах корпусів технологічного обладнання і, у меншій мірі, в робочому просторі (вугільна, хімічна, нафтопереробна промисловість).

- Вибухонебезпечна зона класу 1 - простір, у якому вибухонебезпечне середовище може утворитися під час нормальної роботи (тут і далі нормальна робота - ситуація, коли установка працює відповідно до своїх розрахункових параметрів).

- Вибухонебезпечна зона класу 2 - простір, у якому вибухонебезпечне середовище за нормальних умов експлуатації відсутнє, а якщо воно виникає, то рідко і триває недовго. У цих випадках можливі аварії катастрофічних розмірів (розрив трубопроводів високого тиску або резервуарів значної місткості), які не повинні розглядатися під час проектування електроустановок.

Частоту виникнення і тривалість вибухонебезпечного газо- і пароповітряного середовища визначають за правилами (нормами) відповідних галузей промисловості.

- Вибухонебезпечна зона класу 20 - простір, у якому під час нормальної експлуатації вибухонебезпечний пил у вигляді хмари присутній постійно або часто у кількості, достатній для утворення небезпечної концентрації суміші з повітрям, і простір, де можуть утворюватися пилові шари непередбаченої або надмірної товщини. Зазвичай це має місце всередині обладнання, де пил може формувати вибухонебезпечні суміші часто і на тривалий термін.

- Вибухонебезпечна зона класу 21 - простір, у якому під час нормальної експлуатації ймовірна поява пилу у вигляді хмари в кількості, достатній для утворення суміші з повітрям вибухонебезпечної концентрації. Ця зона може включати простір поблизу місця порошкового заповнення або осідання і простір, де під час нормальної експлуатації ймовірна поява пилових шарів, які можуть утворювати небезпечну концентрацію вибухонебезпечної пилоповітряної суміші.

- Вибухонебезпечна зона класу 22 - простір, у якому вибухонебезпечний пил у завислому стані може утворюватись нечасто і існувати недовго, або в якому шари вибухонебезпечного пилу можуть існувати і утворювати вибухонебезпечні суміші в разі аварії.

Зони в приміщеннях або за їх межами, в яких тверді, рідкі та газоподібні горючі речовини спалюються як паливо, або утилізуються шляхом спалювання, не належать у частині їх електрообладнання до пожежонебезпечних і вибухонебезпечних зон. До них також не належать зони до 5 м по горизонталі та вертикалі від апарата, у якому

знаходяться горючі речовини, але технологічний процес здійснюється із застосуванням відкритого вогню, розжарених частин, або технологічні апарати мають поверхні, нагріті до температури самозаймання горючої пари, пилу або волокон. Залежно від класу зони наведеної класифікації, згідно з вимогами ПУЕ і ДНАОП 0.00 - 1.32 - 01, здійснюється вибір виконання електроустаткування, що є одним із головних напрямків у запобіганні пожежам від теплового прояву електричного струму. Правильний вибір типу виконання електрообладнання забезпечує виключення можливості виникнення пожежі чи вибуху за умови дотримання допустимих режимів його експлуатації.

2. Електроустаткування в вибухо- пожежонебезпечних приміщеннях.

У пожежонебезпечних приміщеннях (зонах) всіх класів допускається відкрита електропроводка безпосередньо по негорючим конструкціям і поверхонь ізольованими проводами.

У вибухонебезпечних зонах рекомендується застосовувати вибухозахищені електричні машини та апарати, пускові апарати, магнітні пускачі для класів 0 і 1 необхідно виносити за межі вибухонебезпечності, використовуючи дистанційне керування.

Розводка електропроводів повинна проводитися в металевих трубах зі встановленням вимикачів за межами приміщень. При використанні світильників для класів 0, 1, 2 вони повинні бути у вибухозахищеному виконанні.

Все обладнання підлягає обов'язковому захисному заземленню або зануленню, незалежно від напруги джерел живлення. Категорія пожежо-та вибухопожежної небезпеки приміщень, його клас з ПУЕ повинні бути позначені на входних дверях приміщення.

3. Види виконання електроустаткування.

Класифікація електроустаткування.

Вибухозахищене електрообладнання поділяється за рівнями та видами вибухозахисту, а також за групами і температурним класам.

За рівнем вибухозахисту електрообладнання буває підвищеної надійності проти вибуху, вибухобезпечне і особливовибухонебезпечне.

В електрообладнанні підвищеної надійності проти вибуху захист забезпечується тільки роботою при нормальному режимі (знак рівня-2). При вибухобезпечних умовах роботи електрообладнанні - як при нормальному режимі роботи, так і при

пошкодженнях, визначаються умовами експлуатації У особливи вибухонебезпечном електрообладнанні прийняті додаткові (по відношенню до вибухонебезпечних електроустаткування) засоби вибухозахисту (знак рівня - 0).

Види вибухозахисту електрообладнання наступні: вибухонепроникна оболонка - d; заповнення або продування оболонки при надлишковому тиску захисним газом - p; Іскробезпечний ланцюг - i; кварцеве заповнення оболонки з струмоведучими частинами - Q; масляне заповнення оболонки з струмоведучими частинами - o; спеціальний вибухозахист - s; захист виду "e".

Група вибухозахищеного обладнання визначається областю його застосування;

I - рудникове, призначене для шахт і рудників;

II - для внутрішньої і зовнішньої установки (крім рудничного). II - група ділиться на підгрупи IIA, IIB і IIC, які відповідають категорії вибухонебезпечних сумішей.

При створенні вибухозахищеного електроустаткування велику роль грає безпечний експериментальний максимальний зазор (БЕМЗ) між фланцями, через який вибух не передається в навколишнє середовище за будь-якої концентрації суміші в повітрі. Вибухонебезпечні суміші газів і парів з повітрям у залежності від допустимого розміру БЕМЗ підрозділяються на п'ять категорій, відповідних підгрупах II групи електрообладнання .

Температурні класи електрообладнання II групи залежать від граничної температури поверхонь вибухозахищеного електроустаткування, безпечну до запалення навколишнього вибухонебезпечного середовища.

Групи вибухонебезпечної суміші газів і парів з повітрям, що відповідають температурним класам електрообладнання II групи, залежать від температури самозаймання цих сумішей .

Маркування вибухозахисного електрообладнання.

У маркуванні електрообладнання по вибухозахисту входять: рівень вибухозахисту (0, 1, 2); знак Ex, який вказує на відповідність електрообладнання стандартам; вид вибухозахисту (q, d, p, o, s, i, e); група і підгрупа обладнання (II, IIA, IIB і IIC), температурний клас (T1 - T6). Наприклад, 2ExeIIT6 (підвищена надійність проти вибуху, з захистом виду "e", група II, температурний клас T6). У маркуванні по вибухозахисту можуть застосовуватися додаткові знаки і надписи відповідно до стандартів на електрообладнання.

Лекція № 7

Тема: Електроустаткування підйомно-транспортних механізмів. Загальні відомості про мостові крани. Режим роботи . Особливості електроприводу.

Мета: Набуття студентами знань з питань електроустаткування підйомно-транспортних механізмів. Загальні відомості про мостові крани. Режим роботи . Особливості електроприводу.

Методи: словесний, наочний.

План:

1 Електроустаткування підйомно-транспортних механізмів. Загальні відомості про мостові крани.

2 Режим роботи .

3 Особливості електроприводу.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

1 Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувашов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981 , ст. 106-117.

2 Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок.- М:Высшая школа, 1982, ст. 276-292.

1 Електроустаткування підйомно-транспортних механізмів. Загальні відомості про мостові крани.

Кранами називаються вантажопідйомні пристрої, що служать для вертикального і горизонтального переміщення вантажів на великі відстані. За особливостями конструкцій, пов'язаних з призначенням та умовами роботи, крани поділяються на мостові, порталні, козлові, баштові та ін У цехах підприємств електромашинобудування найбільшого поширення набули мостові крани, за допомогою яких проводиться підйом і опускання важких заготовок, деталей і вузлів машин, а також їх переміщення вздовж і впоперек цеху. Вид мостового крана в основному визначається специфікою цеху і його технологією, однак багато вузлів кранового устаткування, наприклад механізми підйому та пересування, виконуються однотипними для різних різновидів кранів.

На електричних кранах встановлюють електродвигуни, пускові та регулювальні опору, гальмові електромагніти, контролери, захисну, пускорегулюючі, сигнальну, блокуючу і освітлювальну апаратуру, кінцеві вимикачі, струмознімачі. Живлення на кран подається або через тролейні провідники, нерухомо закріплені на будівельних конструкціях, і струмознімачі, закріплені на крані, або за допомогою гнучкого шлангового кабелю.

Електродвигуни, апарати і електропроводку кранів монтують у виконанні, що відповідає умовам навколишнього середовища.

Залежно від виду вантажів, що транспортуються на мостових кранах використовують різні вантажозахоплювальні пристрої: гаки, магніти, грейфери, кліщі і т.п. Найбільшого поширення набули крани з крюковою підвіскою або з підйомним електромагнітом, що служить для транспортування сталевих листів, стружки та інших феромагнітних матеріалів.

У всіх типів кранів основними механізмами для переміщення вантажів є підйомні лебідки та механізми пересування.

По вантажопідйомності мостові крани умовно поділяють на малі (маса вантажу 5-10 т.), середні (10-25 т.) та великі (понад 50 т.). Переміщення вантажів, пов'язане з вантажопідйомними операціями, у всіх галузях народного господарства, на транспорті і в будівництві здійснюється різноманітними вантажопідйомними машинами.

Вантажопідйомні машини служать для вантажно-розвантажувальних робіт, переміщення вантажів в технологічному ланцюгу виробництва або будівництва та виконання ремонтно-монтажних робіт з великогабаритними агрегатами. Вантажопідйомні машини з електричними приводами мають надзвичайно широкий діапазон використання, що характеризується інтервалом потужностей приводів від сотень ватів до 1000кВт. У перспективі потужності кранових механізмів може дійти до 1500 -2500 кВт.

Мостовий кран досить зручний для використання, тому що завдяки переміщенню по кранових коліях, розташованих у верхній частині цеху, він не займає корисної площі.

2 Режим роботи.

Мостові крани призначені для виконання вантажно-розвантажувальних і транспортувальних операцій у цехах промислових підприємств, на монтажних і контейнерних майданчиках та на відкритих і закритих складах.

Механізми мостового крана забезпечують три робочі рухи: підймання-опускання вантажу, пересування вантажного візка та пересування крана в цілому.

Крани пересуваються по рейковій колії, яка розміщена на колонах цеху під дахом, перекриваючи всю ширину виробничого приміщення. Вони займають мало корисного простору і обслуговують майже всю площу цеху. На відкритих складах, монтажних і контейнерних майданчиках застосовують мостові крани спеціальної конструкції (козлові крани), в яких міст змонтований на двох вертикальних опорах і пересувається на колесах по рейковій колії, прокладеній на землі.

Основні параметри розглянемо на прикладах мостового (рис.1.13,а) і стрілового (рис.1.13,б) кранів.

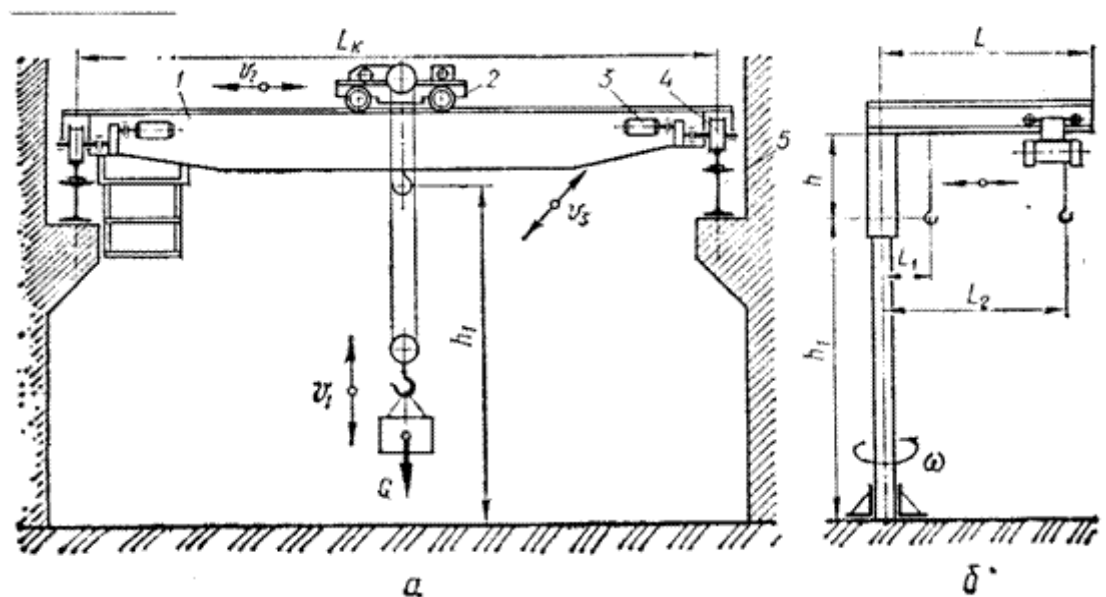


Рисунок 1.13 Схеми кранів із позначенням основних параметрів

Основні параметри кранів:

- вантажність - $Q, \text{т}$;
- проліт крана $L_k, \text{м}$;
- виліт стріли - $L, \text{м}$;
- висота підйому вантажу - $H, \text{м}$;
- швидкість підйому вантажу - $V_1, \text{м/с}$;

- швидкість переміщення кранового візка або системи рухомих обвідних і направляючих блоків - $V_2, \text{м/с}$;
- швидкість переміщення крана - $V_3, \text{м/с}$;
- кутова швидкість повороту крана - $w, \text{с}^{-1}$;
- найбільший вантажопідіймальний момент ($M_B = G_H \times L$ – для стрілових кранів, $M_B = G_H \times L_K / 4$ – для прольотних);
- маса крана - m_k ;
- загальна потужність двигунів, кВт;
- режими роботи механізмів;
- продуктивність $P, \text{т/год}$.

Залежно від кількості основних (проміжних) балок у мостовій конструкції крани поділяють на одно-, дво- та багатобалкові.

Гачкові однобалкові крани, в яких як вантажний візок застосовують самохідний електричний таль (кран-балки), поділяють на два конструктивних типи: опорні вантажністю до 25 т і підвісні вантажністю до 15 т.

Вантажність мостових дво- та багатобалкових кранів досягає 1250 т, проліт — 2...34 м, швидкості: підіймання вантажу — до 2 м/с, пересування візка — 0,17...6,0, пересування моста — 0,66...2,5 м/с. Найпоширеніші мостові крани вантажністю 5...320 т, особливо 5-тонні крани, які становлять 20 %, і 10-тонні — 17 % усієї кількості кранів. Вісімдесят відсотків усіх кранів мають режим роботи 4-ї групи (середній режим). Технічні вимоги і робочі параметри всіх без винятку кранів та окремих механізмів їх регламентуються відповідними державними (галузевими) стандартами.

Підвищена небезпека робіт при транспортуванні піднятих вантажів вимагає при проектуванні та експлуатації дотримання обов'язкових правил з улаштування та експлуатації підйомно-транспортних машин. На механізмах підйому та пересування правилами з улаштування та експлуатації передбачена установка обмежувачів ходу, які впливають на електричну схему управління. Кінцеві вимикачі механізму підйому обмежують хід вантажозахоплювального пристосування вгору, а вимикачі механізмів руху моста і візка обмежують хід механізмів в обидві сторони. Передбачається також встановлення кінцевих вимикачів, що запобігають наїзду механізмів у разі роботи двох або більше кранів на одному мосту. Виняток становлять установки зі швидкістю руху

до 30 м / хв. Кранові механізми повинні бути забезпечені гальмами закритого типу, що діють при знятті напруги.

На кранових установках допускається застосовувати робочу напругу до 500 В, тому кранові механізми постачають електроустаткуванням на напруги 220, 380, 500 В змінного струму і 220, 440 В постійного струму. У схемі управління передбачають максимальний захист, що відключає двигун при перевантаженні і короткому замиканні. Нульова захист виключає самозапуск двигунів при подачі напруги після перерви в електропостачанні. Для безпечного обслуговування електрообладнання, що знаходиться на фермі мосту, встановлюють, блокувальні контакти на люку і двері кабіни. При відкриванні люка або дверей напругу з електрообладнання знімається. Правилами Держгіртехнагляду передбачається чотири режими роботи механізмів: легкий - Л, середній - С, важкий - Т, дуже важкий - Вт .

Кінематичні схеми основних механізмів

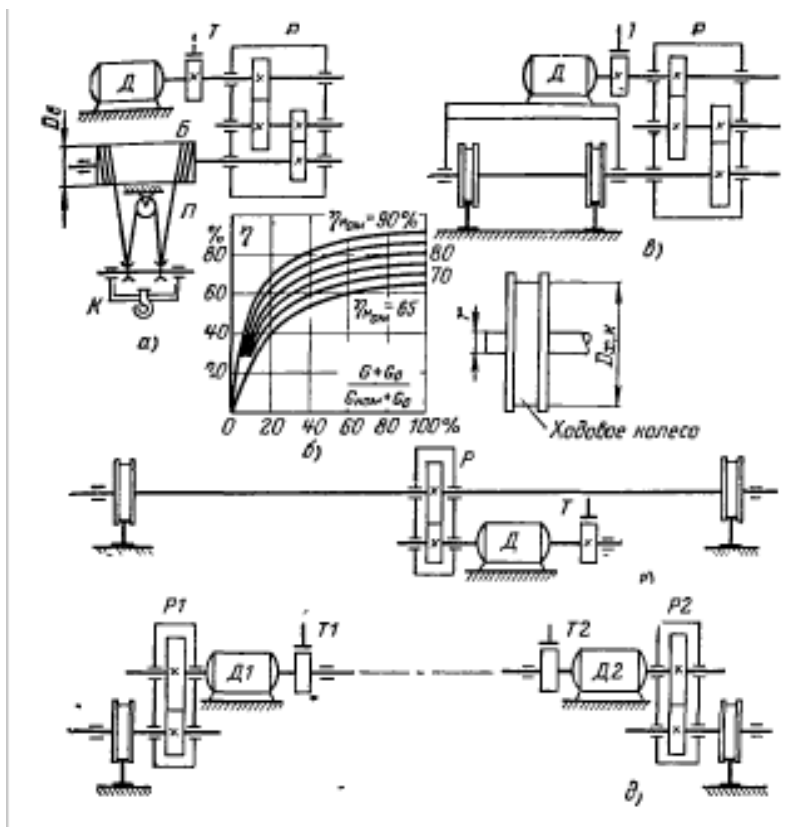
Роботу основних механізмів крана розглядають за кінематичними схемами. Так як двигуни зазвичай мають кутову швидкість, значно більшу, ніж швидкість підйомного барабана або ходових коліс моста або візки, то рух до робочих органів механізмів крана передається через редуктори (на малюнках позначені буквою Р).

Для механізмів підйому найбільше застосування отримали схеми з поліспастом П (малюнок 2), за допомогою якого рух від барабана Б передається гаку К.

На малюнку 3 представлена схема механізму візка, яка зазвичай має чотири ходових колеса, два з яких, з'єднані валом, наводяться в рух через редуктор Р від двигуна Д.

Передача руху до ходових коліс кінцевих балок від двигуна, встановленого на мосту, може здійснюватися через редуктор Р, розташованого в середній частині мосту (малюнок 4).

Кожний механізм крана має механічний гальмо Т, який встановлюється на сполучної муфті між двигуном і редуктором або на гальмівному шківі на протилежному кінці вала двигуна.



Малюнок 2,3,4. Кінематична схема підйомного механізму , Кінематична схема візка , Кінематична схема моста

3 Особливості електроприводу

Електропривод більшості вантажопідйомних машин характеризується повторно - короткочасному режимом роботи при більшій частоті включення, широкому діапазоні регулювання швидкості і постійно виникаючих значних перевантаженнях при розгоні і гальмуванні механізмів.

Особливі умови використання електроприводу у вантажопідйомних машинах стали основою для створення спеціальних серій електричних двигунів і апаратів кранового виконання. В даний час кранове електрообладнання має у своєму складі серії кранових електродвигунів змінного і постійного струму, серії силових і магнітних контролерів, командоконтролерів, кнопочних постів, кінцевих вимикачів, гальмових електромагнітів і електрогідравлічних штовхачів, пускотормозних резисторів і ряд інших апаратів, комплектуючих різні кранові електроприводи. У крановій електроприводі почали досить широко застосовувати різні системи тиристорного регулювання та дистанційного керування по радіо каналу або одному дроту.

Для вибору системи електроприводу необхідно чітко уявляти собі технологічні вимоги до приводу того механізму, для якого він вибирається. Для якісного виконання підйому, спуску і переміщення вантажів електропривод кранових механізмів має відповідати таким основним вимогам:

1 Регулювання кутової швидкості двигуна в порівняно широких межах в зв'язку з тим, що важкі вантажі доцільно переміщати з меншою швидкістю, а порожній гак або ненавантажену візок - з більшою швидкістю для збільшення продуктивності крана. Знижені швидкості необхідні також для здійснення точної зупинки вантажів, що транспортуються з метою обмеження ударів при їх посадці і полегшують роботу оператора. Забезпечення необхідної жорсткості механічних характеристик приводу, особливо регульовальних, з тим щоб низькі швидкості майже не залежали від вантажу.

3 Обмеження прискорень до допустимих меж при мінімальній тривалості перехідних процесів. Перша умова пов'язана з ослабленням ударів в механічних передачах при виборі зазору, із запобіганням пробуксовки ходових коліс візків і мостів, із зменшенням розгойдування підвішеного на канатах вантажу при інтенсивному розгоні і різкому гальмуванні механізмів пересування; друга умова необхідно для забезпечення високої продуктивності крана.

4 Реверсування електроприводу та забезпечення його роботи, як у руховому режимі, так і в гальмівному режимі.

Електродвигуни, встановлені на кранах, працюють у важких умовах, часто в приміщеннях з підвищеною температурою або з великим вмістом в них парів і газів, а також на відкритому повітрі. Мостові крани мають повторно-короткочасний режим роботи, з частими пусками і гальмуваннями. Повторно - короткочасний режим - це режим роботи двигуна, при якому робочі періоди $t_{\text{раб}}$ чергуються з періодами відключення t_0 .

Повторно - короткочасний режим роботи характеризується відносною тривалістю включення (ПВ).

Номінальне значення відносної тривалості включення - 15, 25, 40, 60%.

Розглянемо режими роботи двигунів, які представлені на рисунку 5. Двигуни механізмів моста і візка при роботі з вантажем і без вантажу працюють в нормальному руховому режимі.

При підйомі вантажу або порожнього гака двигун підйомного механізму працює в руховому режимі, а при опусканні вантажу можливі два випадки:
- Якщо момент вантажу $M_{гр}$ більше моменту двигуна $M_{дв}$, то вантаж буде опускатися під дією власної ваги з урахуванням моменту тертя $M_{тр}$ та електродвигун повинен бути включений на підйом, щоб пригальмовувати вантаж, тобто в цьому випадку момент двигуна

$$M_{дв} = M_{гр} - M_{тр}$$

Такий режим називається гальмівним спуском.

Якщо момент вантажу буде менше моменту тертя, то електродвигун повинен бути включений на спуск і сприяти опусканню вантажу, тобто працювати в руховому режимі, у цьому випадку момент двигуна дорівнює $M_{дв} = M_{тр} - M_{гр}$. Такий режим називається силовим спуском.

При опусканні порожнього гака так само можливі два випадки, тобто спуск може бути як гальмівним, так і силовим.

Лекція № 8

Тема: Розрахунок статичних і динамічних навантажень крану. Вибір потужності двигунів.

Мета: Набуття студентами знань з питань розрахунку статичних і динамічних навантажень крану. Вибір потужності двигунів.

Методи: словесний, наочний.

План:

1 Розрахунок статичних і динамічних навантажень крану.

2 Вибір потужності двигунів.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

1 Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувашов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981, ст. 117-127.

2 Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок.-М:Высшая школа, 1982, ст. 281-292.

1 Розрахунок статичних і динамічних навантажень крану.

Статична потужність $P_{\text{сп}}$, кВт, на валу двигуна в установленому режимі при підйманні і переміщенні вантажу та подолання втрат на тертя розраховується за формулою

$$P_{\text{сп}} = [(G + G_0) v_{\text{п}} / \eta] \cdot 10^{-3} \quad (8.1)$$

де G – сила вантажу, якій піднімається, Н;

G_0 – сила вантажозахоплюючого пристрою, Н;

η – загальний ККД підйимального механізму;

$v_{\text{п}}$ – швидкість підймання вантажу, м/с.

Визначаємо статичні навантаження на вал двигуна.

Для механізму піднімання (вантажної лебідки) розрахунок статичного навантаження на вал двигуна ведеться за наведеними нижче формулами, (Н·м).

При підйманні:

$$F = (m_{\text{вант}} + m_{\text{Г.п.}}) \cdot g ; \quad (8.2)$$

$$M_{\text{бар}} = \frac{F \cdot R_{\text{бар}}}{m} ; \quad (8.3)$$

$$M_{\text{вант.п.}} = \frac{(m_{\text{вант}} + m_{\text{Г.п.}}) \cdot g \cdot R_{\text{бар}}}{i \cdot \eta_{\text{вант}} \cdot m} ; \quad (8.4)$$

$$M_{\text{Г.п.п.}} = \frac{m_{\text{Г.п.}} \cdot g \cdot R_{\text{бар}}}{i \cdot \eta_0 \cdot m} . \quad (8.5)$$

При опусканні:

$$M_{\text{вант.о.}} = \frac{(m_{\text{вант}} + m_{\text{Г.п.}}) \cdot g \cdot R_{\text{бар}}}{i \cdot m} ; \quad (8.6)$$

де $m_{\text{вант}}$ – маса вантажу, який піднімаємо (кг); $m_{\text{Г.п.}}$ – маса гакової підвіски (кг); g – прискорення вільного падіння (м/с²); $i = \omega_{\text{д}} / \omega_{\text{бар}}$ – передавальне число; $\omega_{\text{бар}} = V_{\text{о.п.}} / R_{\text{бар}}$ – кутова швидкість барабана; V – швидкість піднімання (опускання) вантажу, (м/с); $R_{\text{бар}}$ – радіус барабана вантажної лебідки (м); m – кратність поліспаста; $\eta_{\text{вант}} = 0,85$ – ККД механізму з повним (номінальним) навантаженням; $\eta_0 = 0,5$ – ККД механізму без навантаження; F – сила опору підніманню (Н); $M_{\text{бар}}$ – момент опору на валу барабана (Н·м); $M_{\text{вант.п.}}$, $M_{\text{Г.п.п.}}$, $M_{\text{вант.о.}}$, $M_{\text{Г.п.о.}}$ – статичні моменти опору на валу двигуна під час

піднімання і опускання відповідно з повним (номінальним) навантаженням і без нього (Н·м). Схему підвішування вантажу див. рис. 1. Схему для виграшу в силі див. рис. 2.

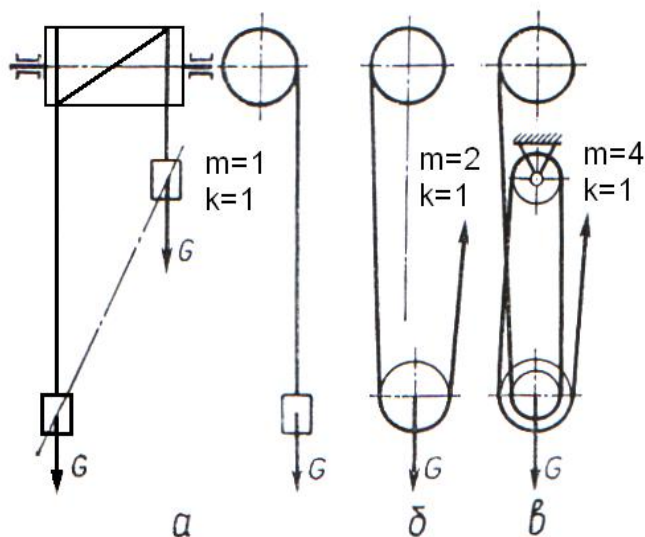


Рис. 1. Схема підвішування вантажу

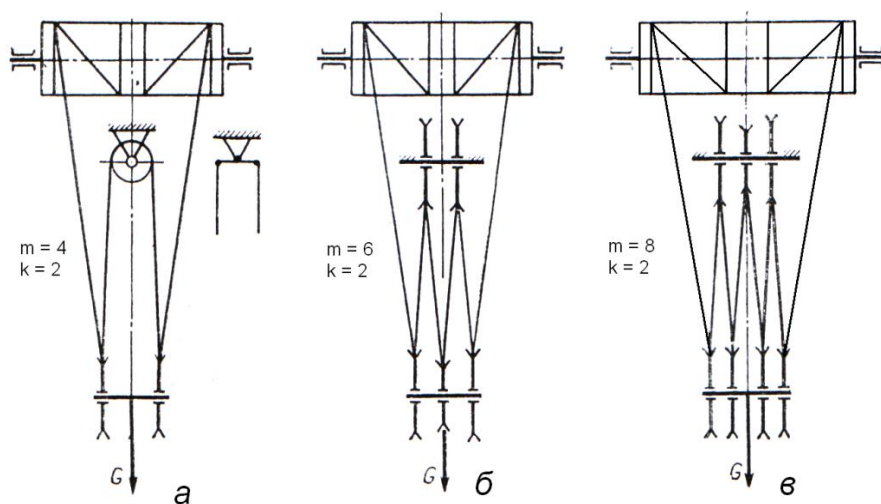


Рис. 2. Схеми кратних здвоєних поліспаств для виграшу в силі:

а – двократного; б – трикратного; в – чотирикратного

Обираємо кутову швидкість двигуна. Електродвигуни для будівельних кранів випускають з відносно малою частотою обертання (дод. 2). Кранові двигуни постійного струму розраховані на $n_0=700$ об/хв (тихохідне виконання) і $n_0=1200$ об/хв (швидкохідне виконання). Кранові двигуни змінного струму з фазовим ротором мають частоту обертання:

$$n_0 = 600 \text{ об/хв} \rightarrow \omega_0 = 62,8 \text{ рад/с} (P = 45 \div 160 \text{ кВт});$$

$$n_0 = 750 \text{ об/хв} \rightarrow \omega_0 = 78,5 \text{ рад/с} (P = 7,5 \div 45 \text{ кВт});$$

$$n_0 = 1000 \text{ об/хв} \rightarrow \omega_0 = 104,7 \text{ рад/с} (P = 1,4 \div 118 \text{ кВт}).$$

Будувати точну навантажувальну діаграму механізмів мостового крана дуже важко, оскільки в умовах будівельної індустрії кран виконує найрізноманітніші операції. Тому з достатнім ступенем точності користуються зразковим (розрахунковим) спрощеним циклом роботи крана. Наприклад, вважають, що механізм піднімання виконує чотири робочі операції – піднімання, опускання номінального вантажу, піднімання, опускання гакової підвіски, а привід пересування – дві (з номінальним вантажем і без нього).

Спочатку будують умовну (без розрахунку статичних навантажень механізмів, що їх не передбачає варіант завдання) навантажувальну діаграму всього мостового крана, зазначаючи час роботи на кожній операції всіх механізмів. Потім будують статичну навантажувальну діаграму механізму, передбаченого заданим варіантом.

Розрахункова тривалість робочих операцій механізмів (с):

$$t = S/V, \quad (8.8)$$

де S – відстань, на яку пересувають вантаж, візок чи міст (м);

V – швидкість пересування (м/с).

Визначити режим, в якому працюватиме ЕП, що проектується, урахувавши характер його навантаження і тривалість роботи. Особливістю роботи піднімальних пристроїв є: часті пуски і зупинки при відносно нетривалих періодах роботи механізмів, що відповідає повторно-короткочасному режиму роботи приводу.

За даними статичної навантажувальної діаграми ЕП, що проектується, визначається середнє значення тривалості вмикання (ТВ):

$$TB\% = \frac{\sum t_p}{\sum t_p + \sum t_n} \cdot 100\%, \quad (8.9)$$

де t_p – тривалість робочих операцій (с), t_n – тривалість пауз між робочими операціями (с). Необхідно звернути увагу на тривалість цикла, тобто час від початку найбільш важкої робочої операції до початку наступної робочої операції, який не має перевищувати 600 с.

Визначення потрібної потужності двигуна. Для приводу піднімальної лебідки крана визначають статичний момент:

$$M_{\text{ст.м.п.}} = \sqrt{\frac{M_{\text{вант.п.}}^2 + M_{\text{г.п.п.}}^2 + M_{\text{вант.о.}}^2 + M_{\text{г.п.о.}}^2}{4}} (H \cdot м), \quad (8.10)$$

$$P_{\text{ст.м.п.}} = M_{\text{ст.м.п.}} \cdot \omega_0 \cdot 10^{-3} (кВт). \quad (8.11)$$

Потужність двигуна, зведену до стандартних значень ПВ% визначаємо так (кВт):

$$P_{\text{кат}} = P_{\text{розр}} \cdot \sqrt{\frac{TB\%_{\text{розр}}}{TB\%_{\text{кат}}}}, \quad (8.12)$$

де $P_{\text{кат}}$ – потужність двигуна, обраного з каталогу; $P_{\text{розр}}$ – розрахункова потужність двигуна; $TB\%_{\text{розр}}$ – розрахункова ТВ% проектованого ЕП; $TB\%_{\text{кат}}$, – стандартна ТВ%, яка може бути 15%, 25%, 40%, 60% і 100%.

За каталогом, взявши стандартну ТВ%, вибирають двигун найближчої більшої потужності у відношенні до $P_{\text{кат}}$, причому треба браги таку ТП%, щоб двигун мав номінальні параметри (дод. 2).

Перевірка обраного двигуна на "нагрівання" і перевантажувальну здатність.

Зведений до валу двигуна момент інерції всієї механічної частини ЕП, визначається за формулою (кг·м²):

$$J_{\text{зв}} = J_{\text{д}} + 0,15 \cdot J_{\text{д}} + \frac{m \cdot V^2}{\omega_{\text{ном}}^2}, \quad (8.13)$$

де $J_{\text{д}}$ – момент інерції ротора двигуна (кг·м²);

$0,15 J_{\text{д}}$ – момент інерції передавального механізму (кг·м²); $m = \sum Q$ – маса поступально рухомих частин механізму, разом з масою вантажу (кг); V – швидкість піднімання (опускання) або пересування (м/с); $\omega_{\text{ном}}$ – номінальна кутова швидкість двигуна (с⁻¹).

Тривалість пуску та гальмування двигуна:

$$t_{\text{пуск}} = J_{\text{зв}} \cdot \frac{\omega_{\text{ном}}}{(1,5 \div 1,8) \cdot M_{\text{ном}} - M_{\text{ст}}}, \quad (8.14)$$

$$t_{\text{гальм}} = 0,8 \cdot t_{\text{пуск}}, \quad (8.15)$$

де $M_{\text{ст}}$ – статичний момент опору (п. Е даного розділу) при номінальному навантаженні (Н·м);

$M_{\text{ном}}$ – номінальний момент обраного двигуна (Н·м).

Довжина шляху, пройденого протягом часу пуску (гальмування) (м):

$$l_{\text{пуск(гальм)}} = \frac{V \cdot t_{\text{пуск(гальм)}}}{2}. \quad (8.16)$$

Тривалість руху (роботи ЕП) в усталеному режимі (с):

$$t_{\text{стал}} = \frac{L(H) - t_{\text{пуск}} - t_{\text{гальм}}}{V}, \quad (8.17)$$

де $L(H)$ – відповідно висота піднімання вантажу і довжина шляху пересування вантажного візка або моста крана (м); V – швидкість піднімання або пересування (м/с).

Динамічний момент двигуна в період його пуску й гальмування (Н·м):

$$M_{\text{дин.пуск.}} = J \cdot \frac{\omega_{\text{ном}}}{t_{\text{пуск}}}, \quad M_{\text{дин.гальм.}} = J \cdot \frac{\omega_{\text{ном}}}{t_{\text{гальм}}}. \quad (8.18)$$

Враховуючи, що відповідно до основного рівняння руху ЕП, пусковий момент буде (Н·м):

$$M_{\text{пуск}} = M_{\text{ст}} + M_{\text{дин}} \quad (8.19)$$

на підставі повної навантажувальної діаграми (рис. 3.) визначити еквівалентний момент (Н·м):

$$M_{\text{екв}} = \sqrt{\frac{M_{\text{пуск}}^2 \cdot t_{\text{пуск}} + M_{\text{ст.уст.}}^2 \cdot t_{\text{уст.}}}{\alpha \cdot t_{\text{пуск}} + t_{\text{уст.}}}} \cdot \sqrt{\frac{TB\%_{\text{розр}}}{TB\%_{\text{кат}}}}, \quad (8.20)$$

де $\alpha = 0,75$ – коефіцієнт, який враховує погіршення охолодження в період пуску (гальмування) двигуна.

Навантажувальну діаграму двигуна див. на рис. 3.

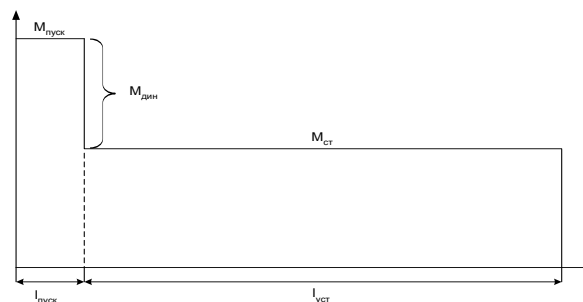


Рис. 3. Повна навантажувальна діаграма ЕП

Під час перевірки вибраного двигуна на перевантажувальну спроможність і забезпечення пуску припускають, що статичний момент опору $M_{\text{ст.мах}}$ в усталеному режимі дорівнює справжньому розрахунковому моменту (не перерахованому на стандартну $TB\%$ при номінальному навантаженні ЕП).

Побудова природної механічної характеристики.

Механічна природна характеристика для асинхронних двигунів з фазовим ротором розраховується за формулами (Н·м):

$$M = \frac{2 \cdot M_{\max}}{S_k / S + S / S_k}, \quad (8.21)$$

де:

$$S_k = S_{\text{HOM}} \cdot \left[\frac{M_{\text{maa}}}{M_{\text{HOM}}} + \sqrt{\left(\frac{M_{\text{maa}}}{M_{\text{HOM}}} \right)^2 - 1} \right]; \quad (8.22)$$

$$M_{\text{HOM}} = \frac{P_{\text{HOM}} \cdot 10^3}{\omega_{\text{HOM}}} . \quad (8.23)$$

Опір обмотки ротора визначається (Ом):

$$r_2 = \frac{E_{2H}}{\sqrt{3} \cdot I_{2\text{HOM}}} \quad (8.24)$$

або:

$$r_2 = \frac{\omega_0 \cdot S_{\text{HOM}} \cdot M_{\text{HOM}}}{m \cdot I_{2\text{HOM}}^2}, \quad (8.25)$$

де m – кількість фаз роторної обмотки.

Змінюючи величину ковзання S від 1 до 0 (див. табл. 1), будемо механічну характеристику асинхронного двигуна (рис. 4), визначаємо пікові моменти:

$$M_1=0,8 \cdot M_{\max} ; M_2=(1,1 \div 1,2) \cdot M_{\text{CT(H)}} \quad (8.26)$$

та знаходимо їх на кривій моменту, позначені як точки A та B (рис. 4). Проведемо пряму, яка перетинається з прямою $\omega_0 - j$ в точці K .

При розрахунку опорів точку A використовуємо як початок перетину кривих механічних характеристик АД (рис. 4, табл.).

Таблица 1

[illegible]

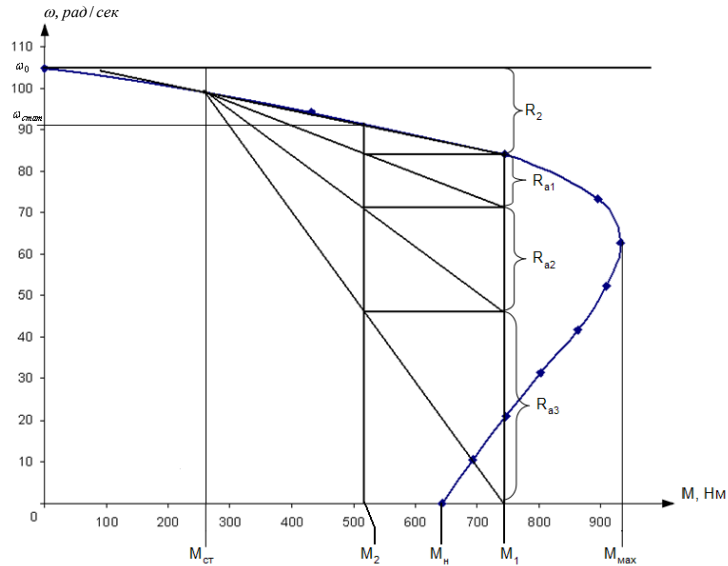


Рис. 4. механічна характеристика для асинхронних двигунів з фазовим ротором
Тривалість витримки на кожній пусковій механічній характеристиці, (с):

$$t_{\text{пуск}} = T_{Mi} \ln \frac{M_1 - M_{\text{ст}}}{M_2 - M_{\text{ст}}}, \quad (8.27)$$

де $T_{Mi} = J \cdot \frac{R_i}{K_a^2} = J \frac{R_i}{K_a^2}$ – стала часу механічного перехідного процесу на i –

характеристиці відповідно для приводу постійного струму та асинхронного приводу;

$K_a = \frac{M_{\text{ном}}}{\sqrt{3} \cdot I_{2\text{ном}}}$ – коефіцієнт пропорційності відповідно двигуна постійного

струму і асинхронного двигуна.

У загальному випадку рівняння перехідних процесів мають вигляд:

$$M = M_{\text{поч}} \cdot e^{-t/T_M} + M_{\text{ст}} \cdot \left(1 - e^{-t/T_M}\right); \quad (8.28)$$

$$S = S_{\text{поч}} \cdot e^{-t/T_M} + S_{\text{ст}} \cdot \left(1 - e^{-t/T_M}\right); \quad (8.29)$$

$$\omega = \omega_{\text{поч}} \cdot e^{-t/T_M} + \omega_{\text{ст}} \cdot \left(1 - e^{-t/T_M}\right); \quad (8.30)$$

Кутова швидкість та ковзання при $M=M_{\text{ст}}$ на кожній механічній характеристиці:

$$S_{\text{ст.прир}} = S_{\text{ном}} \cdot \frac{M_{\text{ст}}}{M_{\text{ном}}}; \quad (8.31)$$

$$S_{\text{ст.і}} = S_{\text{ст.прир}} \cdot \frac{R_i}{r_p}; \quad (8.32)$$

$$\omega_{\text{ст.і}} = \omega_0 \cdot (1 - S_{\text{ст.і}}). \quad (8.33)$$

Розробка схеми управління залежить від режиму управління (ручний, автоматичний чи автоматизований), а також від типу системи (релейно-контактний чи безконтактн

Додаток 2

Таблиця 2 Технічні дані двигунів серії *МТН*, *МТМ*, *МТ*, *МТО* і *МТВ* з фазовим ротором, 50 Гц 220/380В

Тип двигуна	Поту -жн.	Часто -та об.	Стр ум стат о-ра	Кое ф. поту -жн.	ККД	Струм рото-ра	На- пруга рот.	Макс -им. мо- мент	Ма- ховий мо- мент	Маса двиг.
	<i>P</i>	<i>n</i>	<i>I</i> _{ст}	cos φ	η	<i>I</i> _p	<i>U</i> _p	<i>M</i> _{max}	<i>J</i>	<i>Q</i> _{дв}
	кВт	об/хв	<i>A</i>		%	<i>A</i>	<i>B</i>	Нм	кгм ²	кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
При ТВ%=40%										
МТМ111-6	2,2	885	6,6	0,76	63,0	11,1	144	54,6	0,0487	76
МТН111-6	3,0	895	10,5	0,67	65,0	13,2	176	83	0,19	76
МТН112-6	4,5	910	13,9	0,71	69,0	15,6	203	118	0,27	88
МТН211-6	7,0	920	22,5	0,64	73,0	19,5	236	196	0,46	120
МНТ311-6	11,0	940	31,5	0,69	78,0	42,0	172	314	0,90	170
МТН312-6	15,0	950	38,5	0,73	81,0	46,0	219	471	1,25	210
МТН411-6	22,0	960	55,5	0,73	82,5	60,0	235	638	2,00	280
МТН412-6	30,0	965	76,0	0,71	84,5	73,0	255	932	2,70	345
МТН512-6	55,0	960	120,0	0,79	88,0	105,0	340	1630	4,10	520
МТН611-6	75,0	950	154,0	0,85	87,0	180,0	270	2610	13,10	810
МТН612-6	95,0	960	193,0	0,85	88,0	176,0	366	3580	16,50	930

MTH613-6	118,0	960	237,0	0,84	90,0	160,0	473	4660	20,40	1100
MTH311-8	7,5	690	23,4	0,68	71,5	21,0	245	265	1,10	170
MTH312-8	11,0	700	31,0	0,69	78,0	43,0	165	422	1,25	210
MTH411-8	15,0	705	43,0	0,67	79,0	48,8	206	569	2,15	280
MTH412-8	22,0	715	66,0	0,63	80,5	57,0	248	883	3,00	345
MTH511-8	28,0	705	71,0	0,72	83,0	64,0	281	1000	4,30	470
MTH512-8	37,0	705	89,0	0,74	85,0	77,0	305	1370	5,70	570
MTH611-10	45,0	570	112,0	0,72	84,0	154,0	185	2320	17,00	900
MTH612-10	60,0	565	147,0	0,78	85,0	154,0	248	3140	21,00	1070
MTH613-10	75,0	575	180,0	0,72	88,0	145,0	320	4120	25,00	1240
MTH711-10	100,0	584	246,0	0,69	89,5	233,0	272	4560	41,00	1550
MTH712-10	125,0	585	300,0	0,70	90,3	237,0	327	5690	51,00	1700
MTH713-10	160,0	586	392,0	0,68	91,0	244,0	408	7310	60,00	1900

При ТВ%=25%

МТО11-6	1,4	885	5,3	0,65	62,0	9,3	112	34,73	0,0212	51
MT-11-6	2,2	885	7,2	0,72	65,0	12,8	135	54,6	0,0425	90
MT-12-6	3,5	910	10,3	0,73	69,0	12,2	204	91,82	0,0675	109
MT-21-6	5,0	940	14,9	0,68	71,0	14,9	164	147,3	0,1025	145
MT-22-6	7,5	945	20,9	0,69	73,0	21,6	227	212,2	0,142	163
MT-21-6	11,0	953	28,4	0,71	78,0	35,4	200	341,7	0,262	218
MTB312-6	16,0	955	37,6	0,77	80,0	49,5	208	448,0	0,313	210
MTB411-6	22,0	965	55,0	0,71	82,0	61,0	225	607,6	0,50	280
MTB412-6	30,0	970	70,5	0,73	84,0	72,0	259	827,3	0,675	345

Лекція № 9

Тема: Автоматизований електропривод кранових механізмів. Електроустаткування підйомних електровізків.

Мета: Набуття студентами знань з питань Автоматизований електропривод кранових механізмів. Електроустаткування підйомних електровузлів.

Методи: словесний, наочний.

План:

1. Автоматизований електропривод кранових механізмів.

2. Електроустаткування підйомних електровізків.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

1Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувашов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981 , ст. 151-157.

1Автоматизований електропривод кранових механізмів.

В електроприводах кранів використовують тиристорні перетворювачі (ТП) для керування двигунами постійного та змінного струму. На постійному – система ТП-Д з двома комплектами вентилів або з одним комплектом і перемикачем полярності напруги в якірному колі двигуна для реверсу. Кутова швидкість двигуна тоді регулюється зміною напруги на якорі. В приводах змінного струму при вмиканні ТП в коло статора асинхронного двигуна зміною напруги на двигуні можна обмежити пусковий момент, отримати плавний пуск двигуна і необхідний діапазон регулювання швидкості електроприводу.

На рисунку зображена принципова схема тиристорного управління двигуном постійного струму незалежного збудження для механізму підймання мостового крану. Якір двигуна Д живиться від реверсивного тиристорного перетворювача, якій складений з силового трансформатору Тр, двох типів тиристорів Т1-Т6, Т7-Т12, з'єднаних по трифазній мотовій зустрічно-паралельній схемі та утворюючих два нереверсивних перетворювача ТП1 і ТП2, реакторів Р1 і Р2.

Перетворювач ТП1 працює випрямлячем при підйманні вантажів та інвертором при спуску середніх й важких вантажів.

Перетворювач ТП2 забезпечує протилежний напрям струму в якорі двигуна, працює випрямлячем при силовому спуску і інвектром при гальмуванні в процесі підймання. Потужність тиристорного перетворювача ТП2 може бути менше, ніж перетворювача ТП1, тому що струм при силовому спуску менший, чим при підйманні і спуску важких вантажів.

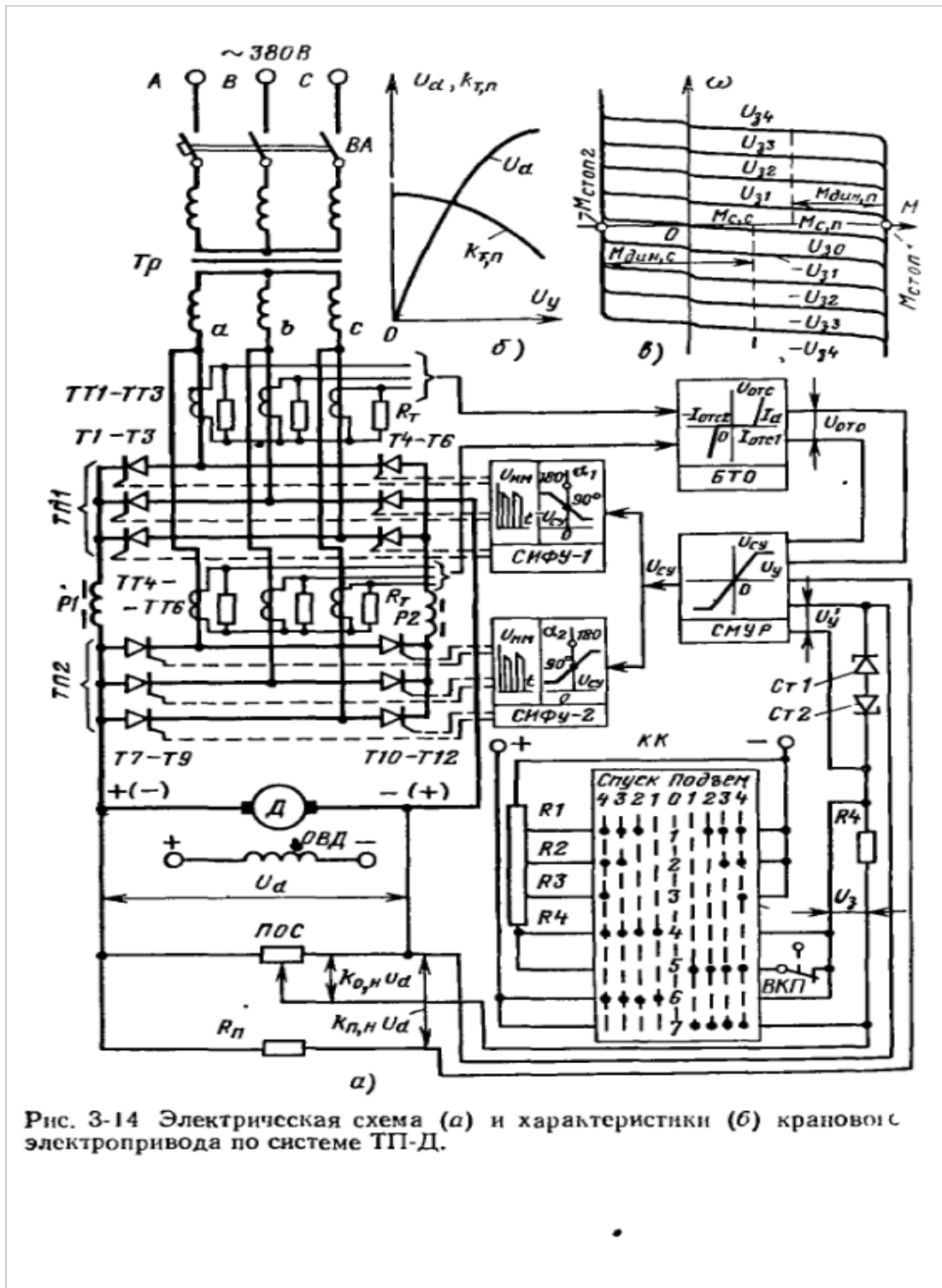
Регулювання випрямленої напруги U_d тиристорного перетворювача, тобто напруги на якорі двигуна, здійснюється з допомогою напівпровідникової системи імпульсно-фазового управління, складеного з двох блоків СІФУ-1 та СІФУ2, що подають на тиристири по два відмикаючих імпульси $U_{пм}$. Для спрощення системи електроприводу використовується сумісне управління групами реверсивного тиристорного перетворювача, при якому між вуглами регулювання випрямляча α_v та інтервалу $\alpha_{п}$ підтримується співвідношення $\alpha_v + \alpha_{п} \leq 180^\circ$ з одночасним обмеженням вуглів $\alpha_{пmax} \leq 165^\circ$ та $\alpha_{пmin} \geq 15^\circ$.

Тиристорний електропривод крану має одноконтурну систему управління з швидкодіючим реверсивним сумуючим магнітним підсилювачем (СМУР), що живиться від генератора прямокутньої напруги частотою 1000 Гц. Система управління має сильні зворотні зв'язки (ООС) на напрузі U_d та струму I_d двигуна. Сигнал U'_y в колах управляючих обмоток СМУР являє собою різницю задаючої напруги U_e , поступаючої з резистора R4 та напруги зворотнього зв'язку $k_{o,n} U_d$, знамаємого з потенціометра ПОС. Значення і полярність задаючого сигналу, що визначає швидкість і напрямлення обертаємості приводу, регулюються за допомогою командоконтролера КК, який перемикає резистори R1-R3.

В схемі передбачено обмеження рівня сигналу U'_y за допомогою двох стабілітронів СТ1 та СТ2, які увімкнені паралельно управляючим обмоткам СМУР. Якщо різниця напруги $U_e - k_{o,m} U_d$ перевищить напругу пробоя стабілітрона $U_{ст}$, то стабілітрони будуть проводити струм, а напруга U'_y на обмотках управління залишиться рівною $U'_{ymax} = U_{ст}$.

Сигнал ООС по струму I_d з відсічкою (струм відсічки = $I_{отс}$) виробляється блоком струмової відсічки БТО, який живиться від двох груп трансформаторів струму (ТТ1-ТТ3 і ТТ4-ТТ6). В кожній групі трансформаторів струму їх вторинні обмотки, з'єднані в зірку, включені на резистори R_t , з яких знімається трифазна напруга, яка пропорційна струму живлення $I_{2ф}$, відповідного перетворювача, тобто струму якоря двигуна $I_{2ф} = I_d$. В

блоці БТО ці напруги випрямляються та через стабілітрони відсічки результуюча напруга струмової відсічки $U_{то}$ подається на струмові обмотки управління СМУР.



На рисунку зображені механічні характеристики електроприводу підйому крану по системі ТП-Д для деяких значень задаючої напруги, що відповідають різним положенням рукоятки командоконтролера КК.

Електроустаткування підйомних електровізків.

Для підйому та переміщення вантажів в цехах промислових підприємств, на заводських територіях і складах застосовують підвісні електровізки вантажопідйомністю від 0,1 до 5 т. Вони менше мостових кранів, що зменшує розміри промислових приміщень, а їх обслуговування не вимагає кваліфікованого персоналу. В підвісних електровізках в якості вантажопідйомного механізму застосовують електроталь, що складається з вантажного канатного барабану 1, який обертається за допомогою двигуна 7 через редуктор 2. З головним валом приводу пійому зв'язані диски електромагнітного гальма 3. Електроталь змонтована на ходовому візку 5, колеса якої опираються на нижні полиці двотаврової балки – монорельса 6 і приводяться в дію від двигуна 4 через циліндричний редуктор.

Рух гака 9 вгору обмежується кінцевим вимикачем 8.

Переміщення візка по монорейці також обмежується кінцевими вимикачами. Струм двигуна підводиться від контактних проводів (тролеїв), підвішених на рівні монорейки за допомогою струмопідйомників закріплених на кронштейні ходового візка.

Підвісними електровізками також оснащені і кран-балки – легкі мостові крани, вантажопідйомністю не більше 5 т. Міст кран-балки виконан у вигляді однієї балки, по який рухається ходовий електровізок.

Для приводу підвесних електровізків застосовують трифазні асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором. Електровізками з невеликою швидкістю переміщення (0,2-0,5 м/с), зазвичай управляють з рівня підлоги (землі) при допомозі підвесних кнопочних станцій. допоміжними контактами контакторів, тому робота кожного двигуна можлива при умові, що відповідна кнопка утримується в натиснутому положенні. Це усуває небезпеку руху візка від оператора, так як при опусканні кнопки двигун відмикається від мережі. Для запобігання одночасного вмикання пускачів КП та КС, КВ та КН слугує блокування розмикаючими допоміжними контактами пускачів.

Режим роботи двигунів підвісних електровізків залежить від їх призначення. Якщо вантажі пересувають на невелики відстані, то двигуни працюють в пвторно-короткочасному режимі. Для візків, транспортуючих вантажі по території заводу на відносно велики відстані, режими роботи двигунів підйому і переміщення різні: для

перших – короткочасний режим, для других – тривалий. Потужність двигунів підйому і переміщення підвісних візків визначається так, як для двигунів механізмів мостових

В підвісних візках та кран-балках з кабіною для оператора (при швидкості руху 0,8-1,5 м/с) двигунами з фазним ротором управляють за допомогою контролерів.

грузо-
орості
игате-
льшої

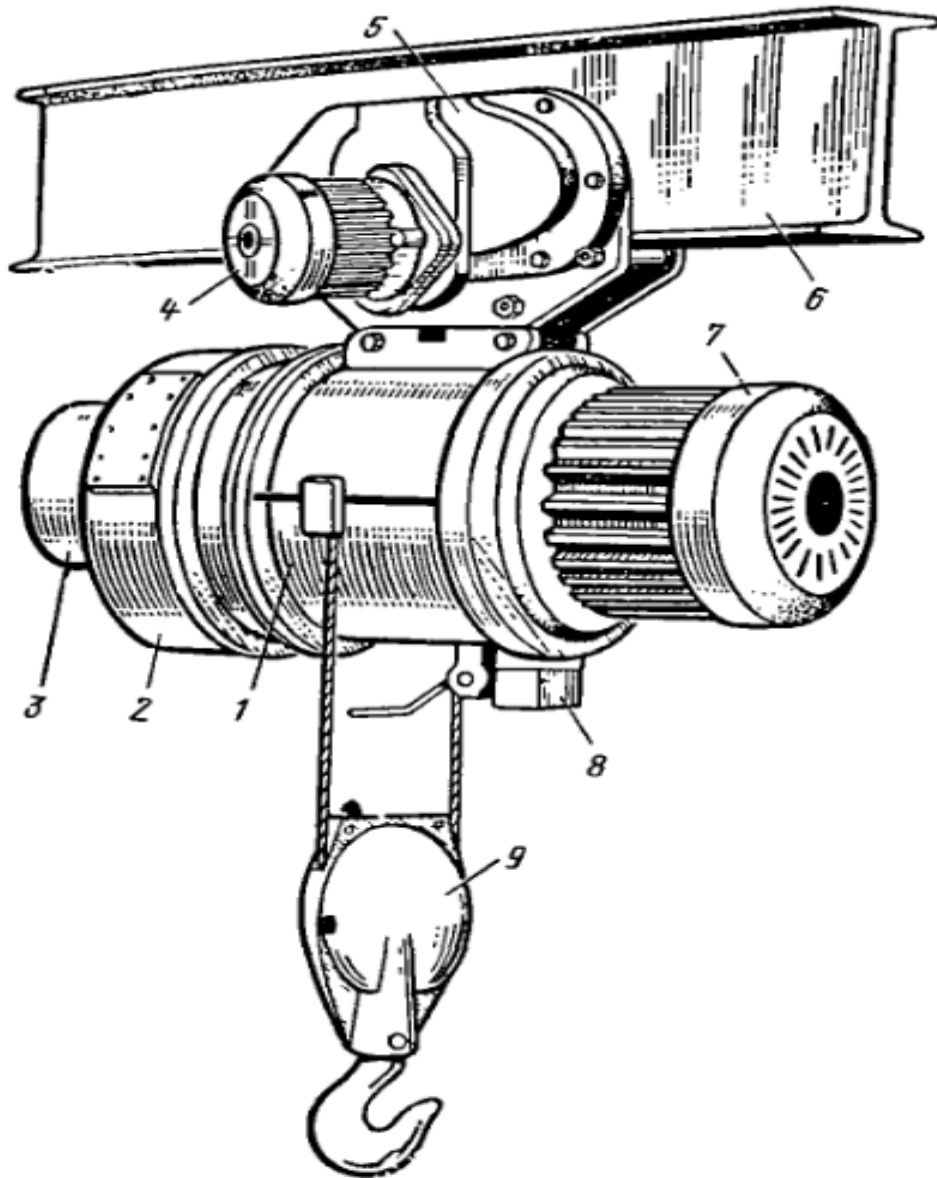


Рис. 3-15. Общий вид подвесной электротележки.

На рисунку 3-16 показана принципова електрична схема підвісного електровізка з приводом від синхронних двигунів з короткозамкненим ротором. Напруга на схему подається з тролей, підключених до мережі через автоматичний вимикач ВА. Двигунами підйому Д1 і переміщення Д2 управляють за допомогою реверсивних магнітних пускачів КП, КС (Підйом – Спуск) та КВ, КН (переміщення Вперед-Назад), котушки яких вмикаються за допомогою кнопок КнП, КнС та КнВ, КнН. На електровізках не застосовують шунтування замикаючих контактів кнопок поміжними контактами кранів.

Лекція № 10

Тема: Електроустаткування ліфтів.

Мета: Набуття студентами знань з питань електроустаткування ліфтів.

Методи: словесний, наочний.

План:

1. Загальні відомості.
2. Вимоги до електроприводу.
3. Автоматизація роботи ліфтів.
4. Електричні схеми автоматичного управління ліфтами.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

1Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувашов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981

2Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок.- М:Высшая школа, 1982

Електричні схеми керування ліфтами.

Залежно від швидкохідності пасажирських ліфтів є такі різновиди силових схем керування ними: тихохідні ліфти - мають двигуни з короткозамкненим чи з фазним ротором і кнопкове чи важелеве керування; - швидкохідні ліфти - дво- чи одношвидкісні двигуни, керовані магнітними станціями чи тиристорними станціями керування (ТСУ-Р) із кнопковими командоапаратами;

швидкісні і високошвидкісні ліфти — двигуни постійного струму, керовані за схемою "тиристорний перетворювач — двигун" із кнопковими командоапаратами; Зможуть використовуватися також схеми асинхронно-вентильних каскадів (АВК), застосування яких дозволяє збільшити ККД установки. Широко використовуються у сучасних електроприводах ліфтів і частотнокеровані асинхронні електроприводи.

Пасажирські ліфти залежно від пасажиропотоку, висоти підйому і кількості ліфтів, що обслуговують пасажирів, поділяються на одиночні і з груповим керуванням. До одиночних належить: а) ліфти, що працюють за одиночними наказами і викликами без проміжних зупинок при опусканні і підніманні пасажирів; б) ліфти зі збиранням

пасажирів при опусканні, але із заборобою викликів при підніманні; в) те ж, але з реєстрацією викликів на спуску і наступним їх виконанням.

Незалежно від швидкохідності ліфтів, одиночного чи групового керування ними необхідними елементами більшості їхніх схем є: кнопки з самоповерненням, залипаючі чи западаючі кнопки для виклику кабін і подачі наказу з кабіни; різні датчики селекції і точної зупинки - позиційно узгоджувальні пристрої (ПУП) для реєстрації місця перебування кабіни і стану електричних кіл; датчики і блокування стану піднімальних канатів, стану дверей шахти і кабіни (відкриті чи закриті); кінцеві вимикачі обмеження швидкості і ступеня завантаження кабіни; показчики напрямку руху кабіни і у деяких ліфтах наявності вантажу в кабіні.

1. Схема керування електроприводом ліфта зі швидкістю кабіни 0,5 м/с.

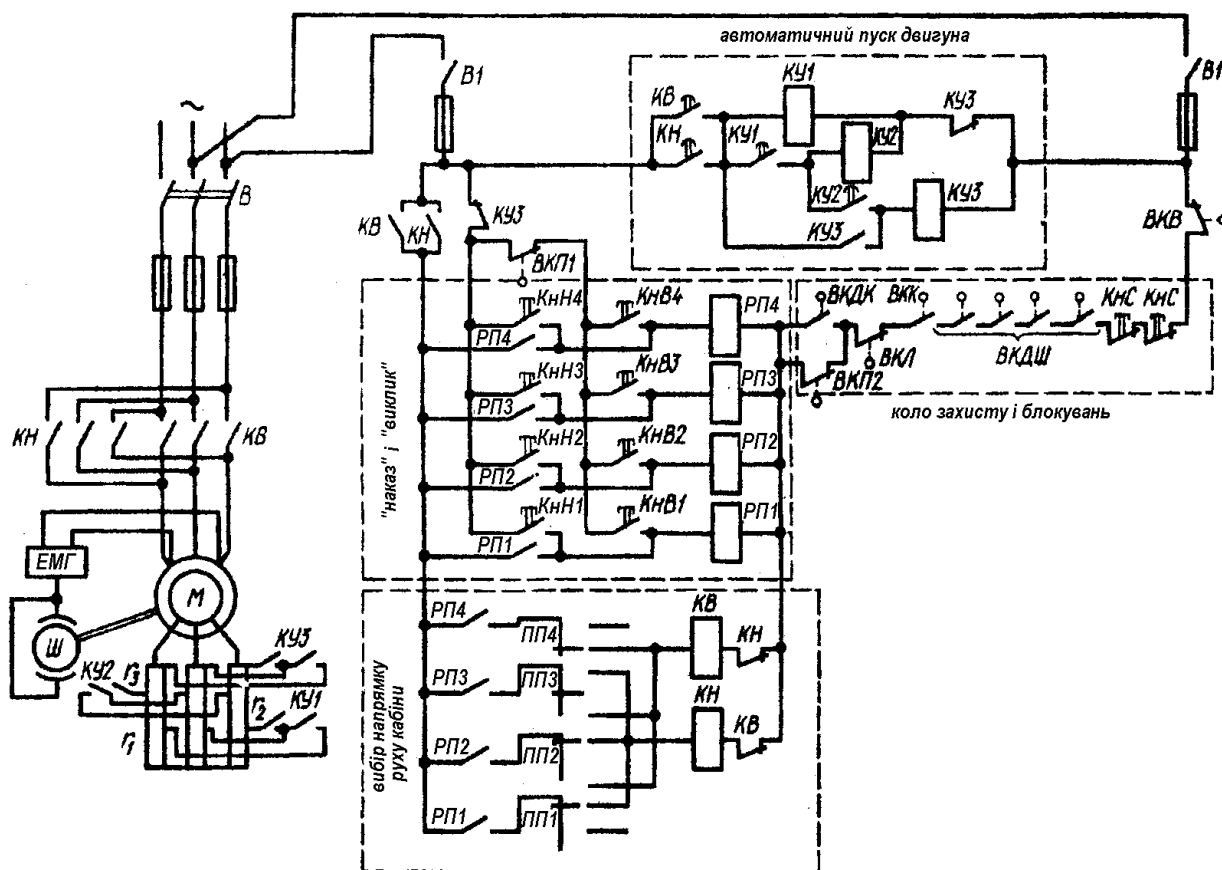


Рис.1. Схема керування ліфтом зі швидкістю 0,5 м/с.

ВКП – кінцевий вимикач полу кабіни;

ВКДК - кінцевий вимикач дверей кабіни;

ВКК - кінцевий вимикач контролю канатів;

ВКДШ - кінцевий вимикач дверей шахти;

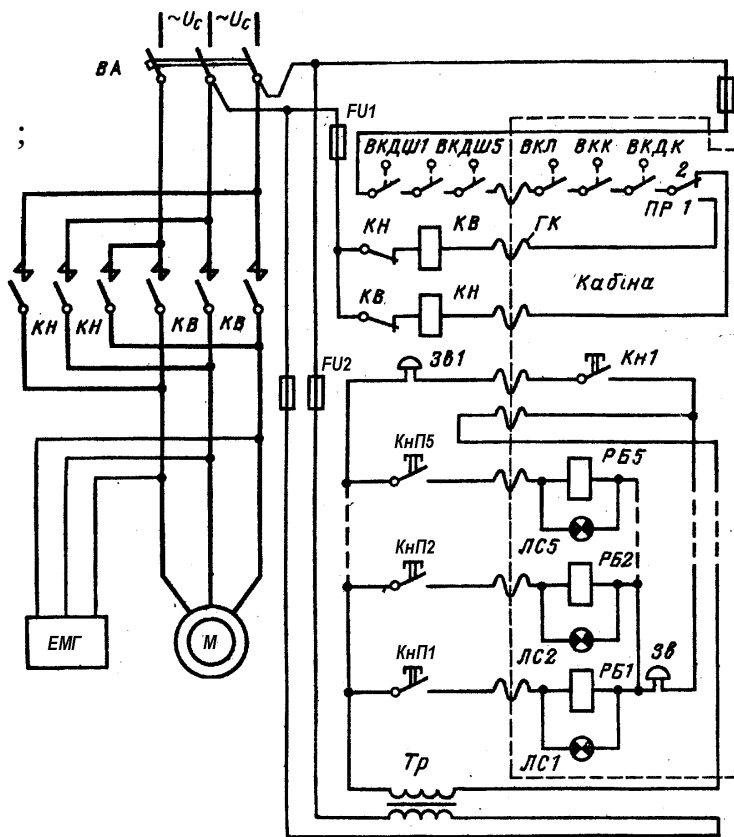
ВКЛ - кінцевий вимикач уловлювача;

ВКВ - кінцевий вимикач ваги;

КнН – кнопки наказу; КнВ – кнопки виклику; ПП – перемикач поверховий; КнС – кнопки «стоп»; РП – реле поверхове; КУ1-КУ3 – контактори управління двигуном; КВ – контактор руху вверх; КН – контактор руху вниз; М - електродвигун приводу; ЕМГ – електромагніт гальма; r_{1-3} – резистори прискорення.

Автоматичний пуск і зупинка двигуна виконується в функції незалежних витримок часу, які створюються вбудованими в КУ реле часу. Кількість поверхів – 4, ліфт знаходиться на 3^{му} поверсі.

2. Схема керування вантажним ліфтом



М – електродвигун приводу

ЕМГ – електромагніт гальма;

КнП – кнопки виклику на поверх;

Кн1 – кнопка подачі сигналу

диспетчеру;

ПР – перемикач напрямку руху.

Робота схеми.

Для виклику кабіни натискається кнопка поверху КнП, при цьому спрацьовує відповідне реле РБ, сигнальна лампа і дзвоник.

Рис. 2. Електрична схема вантажного ліфта.

Для руху вверх (вниз) перемикач ПР встановлюється в положення 1 (2). Зупинка кабіни здійснюється встановленням ручки перемикача ПР в нейтраль. При будь-якій несправності з кабіни кнопкою Кн1 може бути поданий сигнал диспетчеру. Робота елементів кола блокування аналогічна схемі рис.1.

Прообрази Л. були в Древньому Римі ще в 1 ст до н.е.(наша ера), згадки про Л. відносяться до 6 ст (Єгипет), 13 ст (Франція), 17 ст (Англія, Франція). Перші пасажирські Л. у Росії були побудовані в середині 18 ст (Царське Село, садиба Шматковий). У 1793 в Зимовому палаці був встановлений гвинтовий

пас.(пасажирський) Л. конструкції І. П. Кулібіна . Л. з паровим, гідравлічним, а потім електричним приводом з'явилися у зв'язку з розвитком багатоповерхового житлового будівництва в середині 19 ст (наприклад, в 1852 був побудований Л. у США). Механізмом підйому Л. служили лебідки гідроциліндри з штоками і вантажні гвинти. У 1880 в Німеччині Л. Сименс побудував перший Л. з електричним приводом і рейковим механізмом підйому; до початку 20 ст отримав велике поширення електропривод з канатною тягою. Розрізняють Л. вантажні (загального призначення і спеціальні — магазинні, тротуарні і ін.) і пасажирські (звичайні і швидкісні). Див. табл.

Основні технічні характеристики ліфтів в СРСР

Тип ліфта	Вантажопідйомність, кг	Номінальна швидкість, м/сек	Висота підйому м-код
Вантажний	100—3200	0,17—0,5	5,2—45
Пасажирський	320—1600 (4—20 чіл.)	0,7—4	45—150

В деяких конструкціях Л. швидкість руху кабін досягає 7 м/сек при місткості до 260 чоловік, наприклад Л. телевізійної бази Московського телецентру в Останкіно.

Основні вимоги, що пред'являються до Л., — безпека, надійність, плавність розгону, руху і гальмування, точність зупинки кабін. Робота Л. не повинна супроводитися високим рівнем шуму і викликати перешкоди теле- і радіоприйому.

Пристрій Л. показано на мал. 1 . Підвішена на канатах кабіна переміщається в тій, що проходить через все будівля шахті. Підймальний механізм Л. — лебідка, що встановлюється у верхній або нижній частині будівлі. Вертикальне положення кабін фіксують ковзаючі або роликові черевики, які при русі кабін переміщаються по укріплених на стінах шахти що нерухомим напрямляє. Кабіни і противаги для безпеки підвішуються не менше чим на двох паралельно працюючих канатах. Рівномірне натягнення канатів забезпечують пружинні або балансири підвіски.

Л. залежно від їх призначення, висоти підйому, розташування лебідок, планування і конструкції будівель мають різні кінематичні схеми (мал. 2). Основні групи Л.: з безпосередньою підвіскою кабін і противаги, з поліспастиною підвіскою кабін і противаги, вичавні з поліспастиною підвіскою кабін.

Пристрої, що забезпечують безпечну експлуатацію Л., — ловці кабін і обмежувачі швидкості, які зупиняють кабін при перевищенні швидкості на 15% і

більш або при обриві або ослабінні канатів. Широко поширені клинові ловці (мал. 3). При спрацьовуванні механізму включення клини піднімаються вгору і притискаються до тих, що направляють. При подальшому спуску кабіни відбуваються самозатягивання клинів і зупинка кабіни. Ловець пов'язаний з обмежувачем швидкості, відцентровий стопорний пристрій якого загальмовує шків з канатом, коли кабіна досягає граничної швидкості. При подальшому русі кабіни ловці приводяться в дію системою тяги.

Основний тип приводу Л. масового вживання — електричний на змінному струмі. Найбільш поширена система приводу з двошвидкісним асинхронним електродвигуном з короткозамкнутим ротором, яка дозволяє значно знижувати швидкість і забезпечує точну зупинку кабіни. Для точної зупинки кабін вантажних Л. з монорельсом застосовують мікропривід. У конструкціях Л. з швидкостями більше 1 м/сек використовують спеціальні системи електроприводу на постійному або змінному струмі, які мають більший діапазон регулювання швидкості при постійному прискоренні.

Управління електроприводом Л. (пуск, розгін, уповільнення, зупинка, зміна напрямку руху) здійснюється пуськорегулюючої апаратурою. Безпека користування Л. забезпечують засоби автоматичного захисту і блокувань, електричний і механічний пристрої. При необхідності Л. обладнали автоматичними дверима, світловою сигналізацією, а також двостороннім зв'язком кабіни з диспетчерським пультом, обслуговуючим одночасно декілька Л. Управління Л. залежно від місця установки апаратури буває внутрішнім — з кабіни, зовнішнім — з посадочного майданчика, змішаним. Часто застосовують т.з. збірне управління. Воно дозволяє реєструвати виклики з поверхових майданчиків і команди з кабіни, а потім виконувати їх відповідно до послідовності розташування поверхів при русі кабіни вгору і вниз.

У висотних будівлях ефективність використання Л. збільшується при безупинній доставці пасажирів через ряд поверхів на певний рівень спочатку швидкісним, а потім на вищі поверхи звичайним Л.

Суспільні і адміністративні будівлі з великим переміщенням пасажирів обладналися системами парного або групового управління Л. (від трьох до шести). Такі системи призначені для організації автоматичної спільної роботи Л. при максимальній продуктивності і мінімальному часі чекання. Уранішній, денний і вечірній режими

роботи можуть бути задані диспетчером або встановлені автоматично залежно від напрямку і напруженості потоку руху пасажирів.

Типові конструкції звичайних і швидкісних пасажирських Л., вантажних Л. застосовують для обслуговування доменних печей, нафтопереробних заводів, телевеж і ін. Основні параметри Л., розміри кабін, шахт, машинних і блокових приміщень регламентовані ГОСТ(державний загальносоюзний стандарт) амі, на основі даних яких зв'язали механічні і будівельні частини установок, розробляють серії уніфікованих пасажирських і вантажних Л., що забезпечують будь-яке архітектурно-планувальне вирішення будівель.

Лит.: Павлов Н. Р., Ліфти і підйомники, М. — Л., 1965; Бродський М. Р., Вішневецкий І. М., Грейман Ю. Ст, Ремонт, модернізація і експлуатація ліфтів, 2 видавництва, М., 1968; Електроустаткування ліфтів. Каталог-довідник, ст 1—2, М., 1968—69; Монтаж і експлуатація ліфтів, М., 1969.

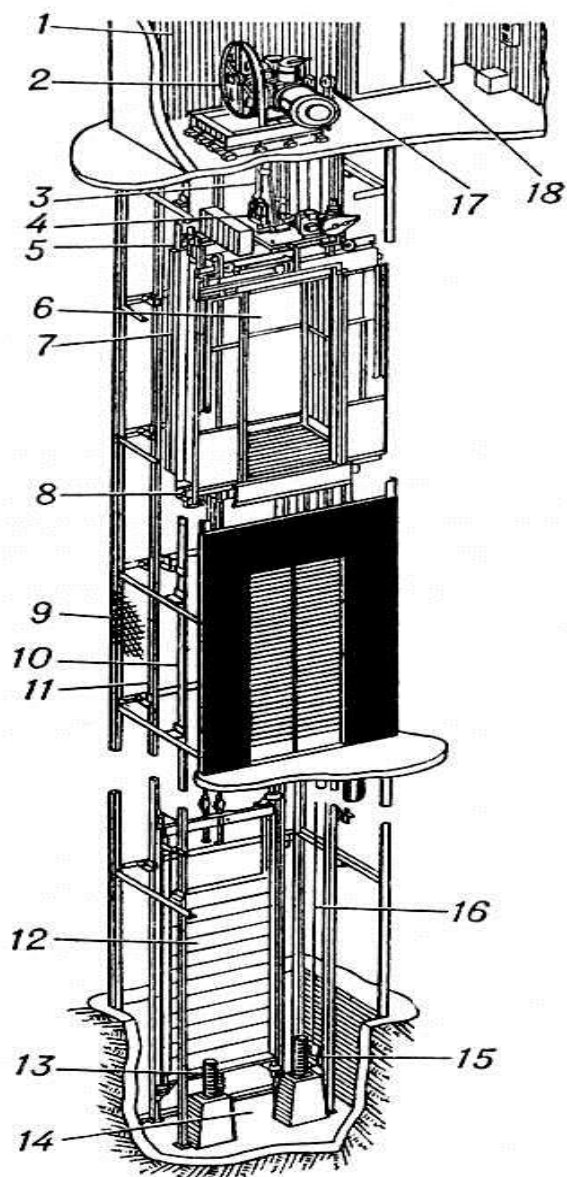


Рис.3 Схема пасажирського ліфта: 1 — машинне приміщення; 2 — лебідка; 3 — робочі канати; 4 — підвіска; 5 — ловці; 6 — кабіна; 7 — відведення; 8 — черевик; 9 — шахта; 10 — направляючі кабін; 11 — що направляють протитяги; 12 — протитяга; 13 — буфер; 14 — пріямок; 15 — натяжний блок; 16 — канат обмежувача швидкості; 17 — обмежувач швидкості; 18 — магнітна станція.

Лекція № 11

Тема: Автоматизація управління конвеєрами. Схеми управління конвеєрами.

Мета: Набуття студентами знань з питань автоматизації управління конвеєрами.

Схеми управління конвеєрами.

Методи: словесний, наочний.

План:

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

1Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувашов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981

2Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок.- М:Высшая школа, 1982

Система керування електроприводом стрічкового конвеєра

Основними засобами регулювання швидкості магістральних конвеєрів при пуску (за умови вживання асинхронних двигунів з фазним ротором) є реостатне регулювання або система асинхронний вентильний каскад. Реостатне регулювання забезпечується вживанням вибухобезпечних рідинних реостатів (ВЖР), або ящиків опору безпечних (ЯСВ). Спосіб відрізняється низькою економічністю, недостатньою експлуатаційною надійністю засобів регулювання. Він не дозволяє підтримувати тривалі рівні малих швидкостей. Розвитком цього способу управління конвеєрними лініями є вживання регулювальників тиристорів роторного струму з узагальненою реостатною схемою, включаючи силові ключі тиристорів для шунтування окремих опорів.

Пристрої призначені для безконтактного плавного пуску асинхронних двигунів з фазним ротором. Основне вживання пристроїв - запуск високовольтних асинхронних двигунів потужністю 200-1600кВт для стрічкових конвеєрів:

- транспортування руди на гірничо-збагачувальних комбінатах різного профілю;
- транспортування палива на теплових електростанціях;
- транспортування сипких вантажів на значні відстані.

Пристрої плавного пуску (УПТ) працюють також в режимі багаторухового приводу з одним ведучим і декількома веденими агрегатами - для особливо довгих конвеєрів. Можлива також тривала робота на зниженій швидкості.

Система частотного управління асинхронним двигуном.

Одна з можливих схем автоматичного управління асинхронним двигуном з короткозамкнутим ротором, керованим за допомогою перетворювача тиристора частоти з автономним інвертором струму, представлена на рис.1.3 У ній силова частина перетворювача поєднується із спрощеною схемою блоку регулювання, що формує необхідний зв'язок між струмом і ковзанням в статичних і динамічних режимах. Блок побудований за принципом підлеглого регулювання.

Вхідними сигналами блоку регулювання є: задаюча напруга U_3 визначає частоту автономного інвертора струму (АІТ), напругу негативного зворотного зв'язку по випрямленому струму U_i , що знімається з датчика струму (ДС), і напруга U_ω негативному зворотному зв'язку по кутовій швидкості асинхронного двигуна, що знімається з датчика швидкості (ДШ). Блок регулювання складається з чотирьох операційних підсилювачів, виконаних на інтегральних мікросхемах.

Регулювання випрямленого струму (отже, струму статора двигуна) здійснюється за допомогою регулювальника струму (РС), що впливає через систему управління випрямлячем (СУВ) на кут включення тиристорів керованого випрямляча (УВ). Регулювальник струму (РС) зібраний на операційному підсилювачі за схемою пі-регулювальника. На його вхід через резистори R_{10} і R_{12} подаються сигнали негативного зворотного зв'язку по струму U_i і задаючий сигнал U_3 пропорційний модулю ковзання двигуна. Регулювальник РТ забезпечує в статичних режимах точну відповідність струму статора задаючому сигналу U_{3T} незалежно від вихідної частоти АІТ.

За допомогою регулювальника ковзання (РК) (працює подібно П - регулювальникові швидкості в системі постійного струму) виробляються віднімання із задаючої напруги U_3 сигналу U_ω , пропорційного кутовій швидкості ротора, і посилення різницевого сигналу, тобто виробляється сигнал, пропорційний ковзанню двигуна.

Оскільки струм в ланці випрямленої напруги не міняє свого знаку незалежно від режиму роботи двигуна, а ковзання свій знак змінює, то знак задаючої напруги U_3 повинен зберігатися незмінним незалежно від знаку ковзання.

Операція виділення модуля напруги $|U_\beta|$ виробляється за допомогою діодів VD7 і VD7 і інвертора знаку, зібраного на підсилювачі (І).

На вході регулювальника частоти (РЧ) виробляється підсумовування сигналів ковзання з виходу РС і кутової швидкості з датчика ДШ, а напруга U_f з виходу РЧ подається на систему управління автономним інвертором (СУІ), що управляє вихідною частотою АІТ. Таким чином, регулювальники струму РС і частоти РЧ підпорядковані регулювальникові ковзання РК. Але вихідний сигнал РС не є задаючим сигналом для регулювальника РЧ, зокрема, тому, що на цього регулювальника вводиться не негативний, а позитивний зворотний зв'язок по кутовій швидкості.

Стабілітрон VD9 призначений для обмеження ковзання (якщо для подачі U3 на вхід РС не використовується задатчик інтенсивності), а отже, значення струму в перехідних і аварійних режимах.

Параметри регулювальника частоти РЧ вибрані так, що із збільшенням навантаження на валу двигуна на робочій ділянці його механічної характеристики частота на виході АІТ залишається постійною унаслідок того, що зменшення сигналу кутової швидкості компенсується відповідним збільшенням сигналу ковзання. Пропорційно збільшенню сигналу ковзання зростає струм двигуна.

Коефіцієнт пропорційності підібраний таким, аби жорсткість механічної характеристики була такою ж, як в природному характеристики двигуна. При подальшому збільшенні моменту навантаження відкривається стабілітрон VD9, після чого ковзання, струм і момент двигуна залишаються постійними, а частота на виході АІТ і кутова швидкість двигуна знижуються, що відповідає вертикальній ділянці механічної характеристики.

Аналогічно при подачі стрибком задаючої напруги U3 з відкривається стабілітрон VD9, і в перший момент напруга $U_\beta = U_{\beta ma}$ та оскільки $\omega_0 = 0$. Із збільшенням кутової швидкості відбувається частотний пуск двигуна при постійному ковзанні і відповідних йому постійних струмі статора і моменті двигуна. Після закінчення пуску напруга U_ω , що поступає з боку датчика кутової швидкості, стає близьким до задаючого U3. Стабілітрон VD9 закривається, і кутова швидкість приводу встановлюється відповідно до задаючого сигналу.

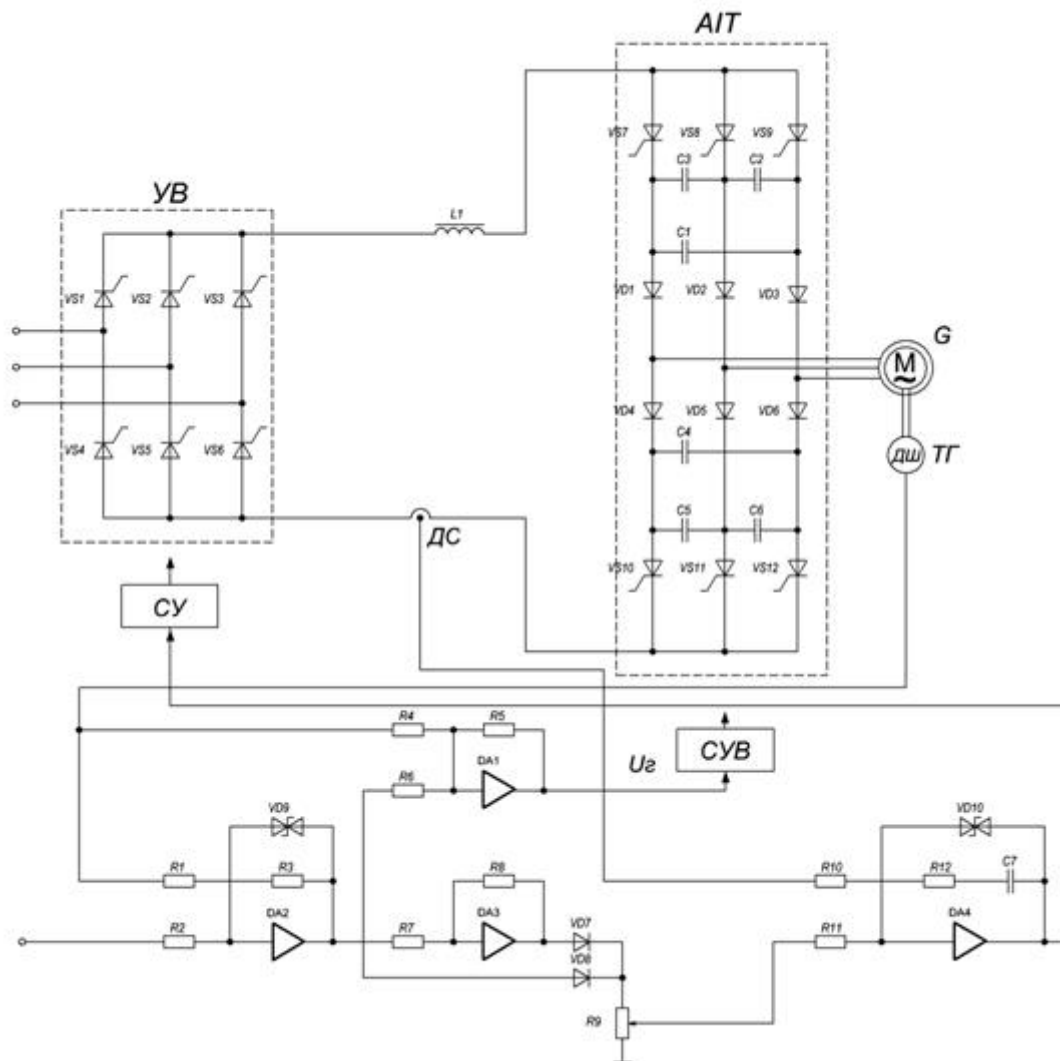


Рисунок 1.3 - Схема автоматичного управління асинхронним двигуном з короткозамкненим ротором, керованим перетворювачем тиристора з автономним інвертором струму.

Темп пуску визначається заданими значеннями максимального ковзання, струму і моменту, що розвивається двигуном, а також статичним моментом і не залежить від U_3 .

Гальмування двигуна здійснюється відключенням напруги U_3 . При цьому гальмування відбувається з віддачею енергії в мережу. В цьому випадку відкривається стабілітрон VD9, але вже при іншому знаку сигналу ковзання в порівнянні з пуском, і на вході РЧ сигнал ковзання тепер віднімається з сигналу кутової швидкості, частота на виході ЛПТ зменшується, і двигун переходить в генераторний режим (ковзання стало негативним).

У міру зниження кутової швидкості знижується частота, відбувається частотне гальмування, як і пуск, при незмінних значеннях струму, моменту двигуна і ковзання.

гальмування до повної зупинки з подальшим безконтактним перемиканням чергування фаз на виході АІТ, здійснюваним за допомогою системи управління інвертором, після чого двигун розганяється у зворотний бік.

Стабілітрони VD10, встановлені в ланцюзі зворотного зв'язку регулю-вальника струму, обмежують максимальний рівень сигналу управління вип-рямлячем U_{α} , тобто максимальні значення ЕДС у випрямному і інверторно-му режимах його роботи.

Для управління асинхронним двигуном можуть використовуватися тиристори у поєднанні з релейно-контакторними апаратами. Тиристори застосовуються як силові елементи і включаються в ланцюг статора, релейно-контакторные апарати включаються в ланцюг

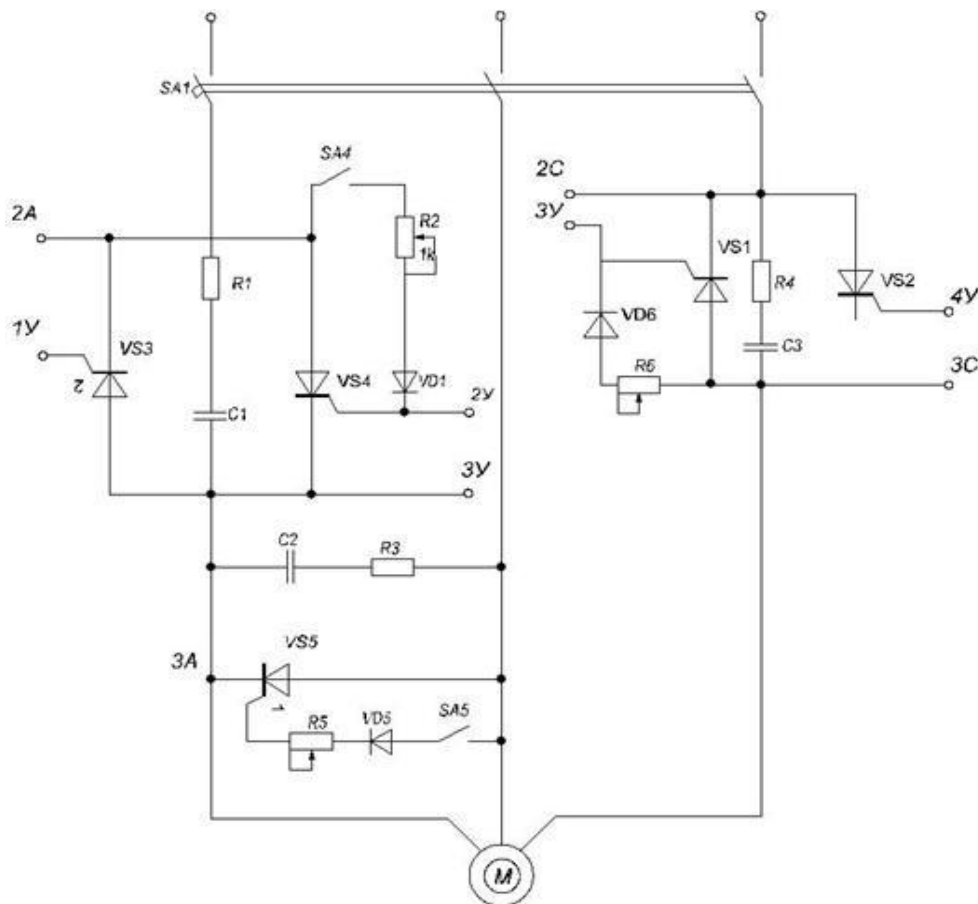


Рисунок 1.4 - а Силове коло

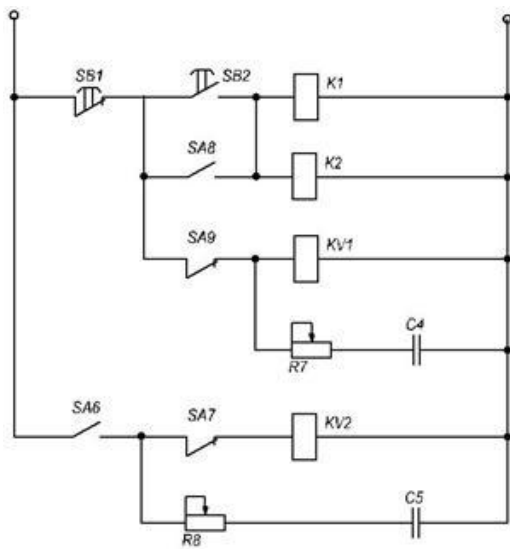


Рисунок 1.4 - б. Коло управління

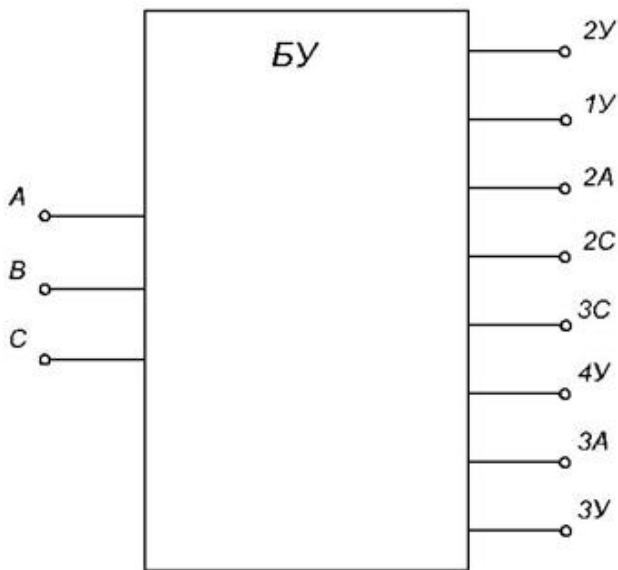


Рисунок 1.4 - в. Блок управління тиристорами

Використовуючи тиристори як силові комутатори, можна на статор при пуску подавати напругу від нуля до номінального значення, обмежувати струми і моменти двигуна, здійснювати ефективне гальмування або кроковий режим роботи. Така схема приведена на рис.1.4

Силова частина схеми складається з групи тиристорів VS1... VS4, включених зустрічно-паралельно у фази А і С. Між фазами А і У включений короткозамикаючий тиристор VS5. Схема складається з силового ланцюга (рис.1.4, а), ланцюги управління (рис.1.4, б) і блоку управління тиристорами - БУ (рис.1.4, в).

Для пуску двигуна включається автоматичний вимикач SA1, натискається кнопка SB2 "Пуск", внаслідок чого включаються контактори K1 і K2. На електроди тиристорів VS1, що управляють... VS4 подаються імпульси, зрушені на 60° відносно живлячої напруги. До статора двигуна прикладається знижена напруга, що призводить до зниження пускового струму і пускового моменту.

Розмикаючий контакт КМ1 відключає реле КV1 з витримкою часу, яка визначається резистором R7 і конденсатором C4. Розмикаючими контактами реле КV1 шунтуються відповідні резистори в блоці управління, і на статор подається повна напруга мережі.

Для гальмування натискається кнопка SB1 "Стоп". Схема управління втрачає живлення, відключаються тиристори VS1... VS4. Це наводить до того, що на період гальмування включається реле КV2 за рахунок енергії, запасеної конденсатором C5, і своїми контактами включає тиристори VS2. і VS5. Через фази А і В статора проходить постійний струм, який регулюється резисторами R1 і R3. Забезпечується ефективно динамічне гальмування.

Лекція № 13,14

Тема: Електроустаткування токарних верстатів. Призначення, будова, типи електроприводу, розрахунок потужності електродвигунів.

Мета: Набуття студентами знань з питань електроустаткування токарних верстатів. Призначення, будова, типи електроприводу, розрахунок потужності електродвигунів.

Методи: словесний, наочний.

План:

1. Електроустаткування токарних верстатів.
2. Призначення, будова, типи електроприводу.
3. Розрахунок потужності електродвигунів.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

- 1 Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувашов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981
- 2 Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок.-М:Высшая школа, 1982

1. Загальні відомості про верстати токарної групи.

Призначення. Верстати токарної групи призначені для обробки зовнішніх, внутрішніх і торцевих поверхонь тіл обертання циліндричної, конічної та фасонної форми, а також прорізання канавок і нарізання зовнішньої та внутрішньої різьби.

Основний ріжучий інструмент – різці, але ж використовуються свердла, розвертки, метчики та ін.

Універсальні токарно-гвинторізні верстати.

На універсальних токарно-гвинторізних верстатах виконується широкий спектр токарних робіт. Такі верстати використовуються в дрібно-серійному виробництві та в ремонтних цехах і майстернях.

Основні вузли верстата.

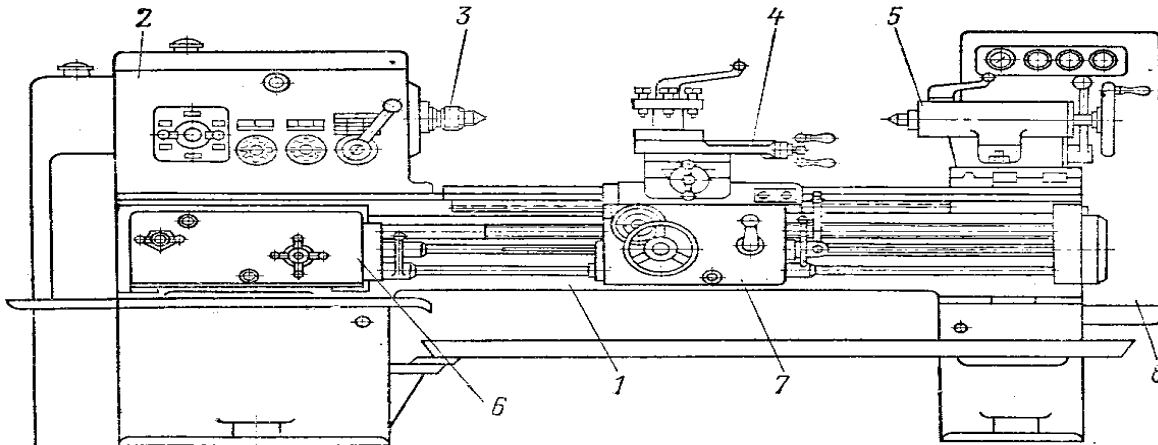


Рис. 1. Загальний вигляд токарно-гвинторізного верстату 1K62Б.

1 – станина, - основна несуча конструкція верстату являється базою для розміщення агрегатів верстату.

2 – передня (шпиндельна) бабка призначена для розміщення шпиндельного валу та елементів коробки швидкостей.

3 - шпиндель являє собою полий вал, через який можна пропускати прутковий матеріал, а також встановлювати патрон або план-шайбу.

4 – супорт, - пристрій для закріплення ріжучого інструменту та надання йому поздовжньої або поперечної подачі.

5 – задня бабка служить другою опорою для обробки довгих виробів.

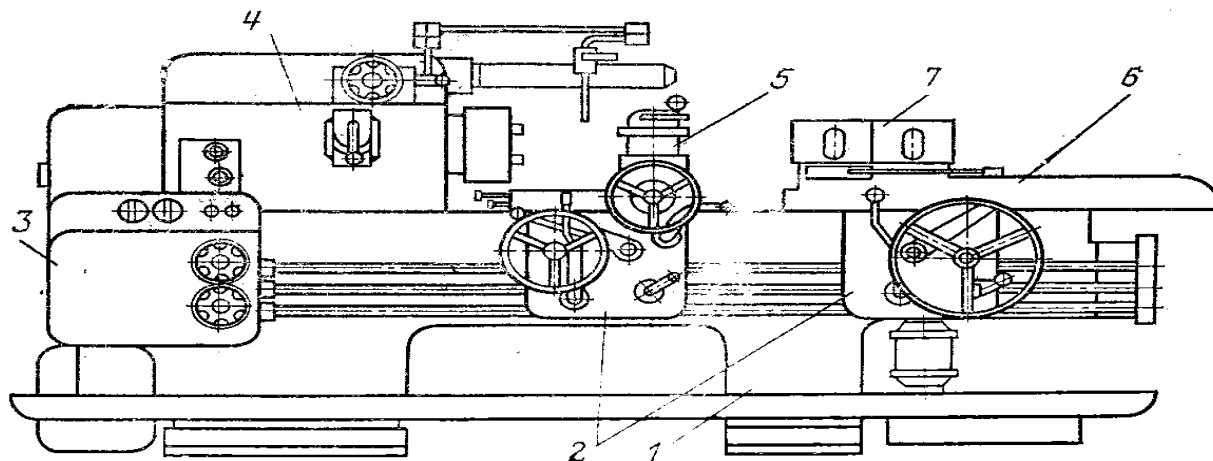
6 – коробка подач являє собою багатоступеневий регульований редуктор і призначена для передачі обертового моменту від двигуна головного приводу або двигуна приводу подачі до ходового валу або до ходового гвинта.

7 – фартух поєднаний з нижньою кареткою супорту і переміщується вздовж станини. В фартуху розташовані механізми передачі руху супорту від коробки подач.

8 – шафа з електрообладнанням для розташування комутаційної та захисної апаратури.

Токарно-револьверні верстати. Процес токарної обробки на таких верстатах складається з операцій зі зміною інструменту за допомогою револьверної головки, це дозволяє підвищити продуктивність праці в 2-3 рази. Використовуються в серійному виробництві.

Основні вузли верстату: 1 – станина; 2 – фартухи; 3 – коробка подач; 4 – шпиндельна бабка; 5 – поперечний (відрізний супорт); 6 – супорт револьверної головки; 7 – револьверна головка.



Карусельні верстати

Карусельні верстати є різновидом токарних верстатів. Їх використовують для обробки деталей великих (до 15 м) діаметрів відносно невеликої довжини. На відміну від інших верстатів токарної групи в карусельному верстаті ось обертання шпинделю розташована вертикально, а деталі або заготовки встановлюються на план-шайбі.

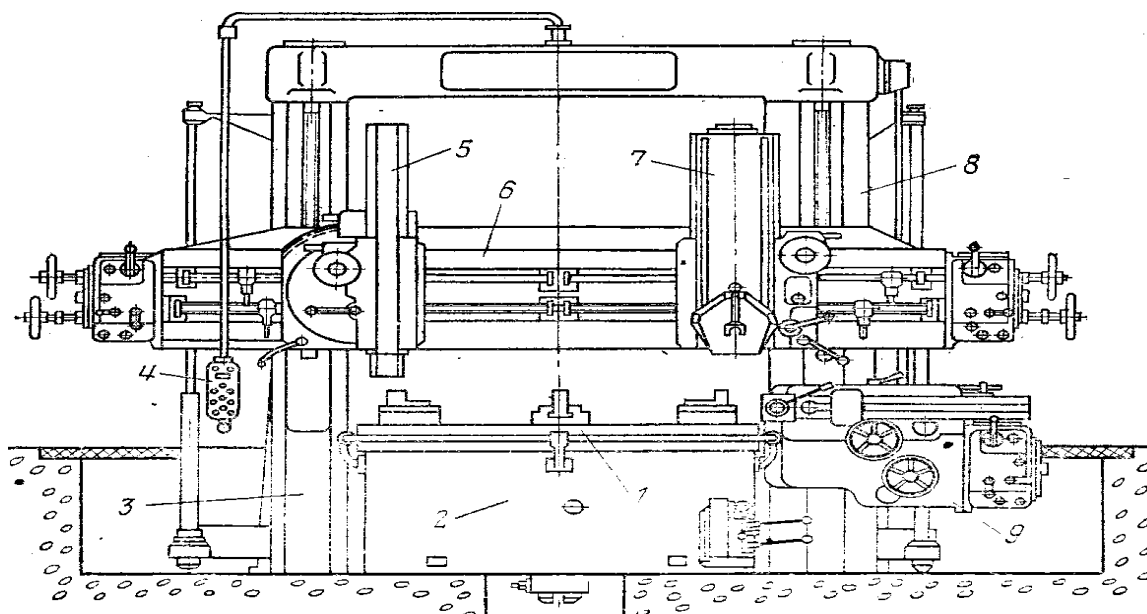


Рис.3. Загальний вигляд токарно-карусельного верстату.

Основні вузли верстату:

- 1 – горизонтальна план-шайба; 2 – станина; 3, 8 – вертикальні стійки;
4 – кнопкова станція керування електроприводами; 5 – лівий супорт;
6 – траверса (поперечина) призначена для розміщення супортів; 7 – правий супорт.

2. Типи електроприводів токарних верстатів.

Використання електродвигунів. Швидкість обробки деталей на металорізальних верстатах не повинна залежати від випадкових короточасних змін навантаження. Тому електродвигуни верстатів повинні мати жорстку механічну характеристику. Цей чинник і зумовив широке використання для не регульованих електроприводів одношвидкісних двигунів змінного струму з короткозамкнутим ротором, а для регульованих електроприводів з малим діапазоном регулювання - асинхронних багатошвидкісних двигунів загально-промислового виконання.

У тому випадку, коли необхідний широкий діапазон регулювання швидкості, застосовуються двигуни постійного струму паралельного збудження загальнопромислових або спеціальних серій для металообробних верстатів, таких, наприклад, як серія *ПБСТ* або *ПСТ*, високомоментна серія *ПБВ* для механізмів подач.

Спеціальні серії двигунів мають меншу (порівняно із загальнопромисловими) електромеханічну сталу часу якоря, що дозволяє повніше використовувати можливості безінерційних тиристорних перетворювачів для створення високоточних малоінерційних систем керування; вони містять вбудовані тахогенератори, а деякі мають високомоментні вбудовані гальма і датчики положення (сільсини).

Щоб знати про можливості, що мають спеціальні двигуни, розглянемо деякі з них. Так, двигуни *ПБСТ* за конструкцією закритого виконання без обдуву дозволяють одержати діапазон регулювання швидкості обертання $200 : 1$ (регулюванням напруги, що підводиться до якоря і потоком збудження).

Під час проектування схем керування і вибору способу керування швидкістю обертання електродвигунів верстатних механізмів необхідно враховувати характер їх навантаження. Як правило, всі головні (шпиндельні) приводи, окрім приводів стругальних, шліфувальних і важких карусельних верстатів, виходячи з умови якнайкращого (максимального) використання двигунів, вимагають регулювання швидкості з постійною потужністю, оскільки зі зростанням швидкості необхідно зменшувати зусилля (момент) різання. Цій умові, як відомо, відповідає регулювання

швидкості обертання зміною потоку збудження приводного двигуна. В даному випадку з $\Phi = var$, нехтуючи погіршенням охолодження, для двигунів постійного струму напруга і струм залишаються постійними, тобто $U = const$, $I = const$, а, отже, і потужність буде постійною ($P = const$).

Для двигунів змінного струму, нехтуючи змінами $\cos\varphi$ і ККД, повинна виконуватися умова $U \cdot a = const$, де U і a - фазні напруги та число паралельних гілок обмотки.

Для приводів переміщення супортів, столів і поперечин, навантаження визначається повністю або у значній мірі силами тертя, а не зусиллями різання. Тоді, приймаючи ці сили, у відомих межах зміни швидкості механізмів, постійними, необхідна потужність двигуна буде пропорційна до його швидкості обертання, тобто ці механізми вимагають регулювання швидкості обертання двигуна з постійним моментом, що розвиває двигун.

Виходячи з умови максимального використання двигунів, аналогічні вимоги ставляться і при регулюванні швидкості подачі фрезерних і шліфувальних верстатів, а також для обертання оброблюваного виробу на круглошліфувальних верстатах.

Крім того, для головних приводів карусельних верстатів також потрібне регулювання швидкості з постійним моментом, що пояснюється добрими пусковими і гальмівними якостями цих приводів при подоланні великих сил тертя.

Регулювання швидкості механізмів з постійним моментом, що розвиває двигун постійного струму, здійснюється зміною напруги, що підводиться до виконавчого двигуна, оскільки в цьому випадку, нехтуючи погіршенням охолодження, з $U = var$, незмінних струмом і потоком ($I = const$ і $\Phi = const$, незмінним буде і момент $M = c_m \cdot I \cdot \Phi = const$).

Незалежно від того, як здійснюється регулювання швидкості механізмів металорізальних верстатів, однією з основних вимог, що пред'являються до систем керування їх електроприводами, є вимога забезпечення високої жорсткості механічних характеристик двигунів у всьому діапазоні регулювання швидкості обертання.

Щоб виконати цю вимогу, в схемах керування вводяться зворотні зв'язки.

2. Розрахунок потужності двигуна головного приводу токарних верстатів.

Розрахунок потужності на валу двигуна головного приводу.

Двигуни головного приводу токарних (фрезерних і свердлильних) верстатів працюють в повторно-короткочасному режимі, тому їх потужність розраховуємо за методом навантажувальних діаграм.

Потужність електродвигуна головного приводу для токарних, фрезерних, свердлильних і шліфувальних верстатів розраховується за наступними умовами:

По даній потужності різання визначаємо навантаження на електродвигун в період пауз для цього визначаємо втрати холостого ходу верстата:

$$P_{xx} = \alpha \cdot P_{\text{різ}},$$

Де α – коефіцієнт втрат;

$P_{\text{різ}}$ – потужність різання (згідно завдання).

ККД для верстатів токарної (фрезерної, свердлильної та шліфувальної) групи лежить в межах 0,7...0,8.

Визначаємо коефіцієнт втрат α :

$$\alpha = 0.6 \frac{1 - \eta_{\text{верст}}}{\eta_{\text{верст}}}$$

Потужність на валу двигуна розраховується при встановленому ККД верстата:

$$P_{\text{дв}} = \frac{P_{\text{різ}}}{\eta_{\text{верст}}},$$

де $P_{\text{різ}}$ – потужність різання (згідно завдання);

$\eta_{\text{верст}}$ – коефіцієнт корисної дії верстата.

Побудова навантажувальної діаграми.

Навантажувальна діаграма будується за визначеними даними. Двигун головного приводу на час паузи не відключається тому діаграма буде мати вигляд (рис.4).

По діаграмі визначаємо еквівалентну потужність різання:

$$P_{\text{екв}} = \sqrt{\frac{P_{\text{роб}}^2 t_{\text{роб}} + P_{\text{пауз}}^2 t_{\text{пауз}}}{t_{\text{роб}} + t_{\text{пауз}}}}$$

По закінченні розрахунків по каталогу вибираємо двигун за умовою:

$$P_{\text{ном}} \geq P_{\text{екв}}$$

Для двигунів ГП краще вибрати двигуни серії АИР або АИС, тому що ці двигуни мають добрі пускові характеристики.

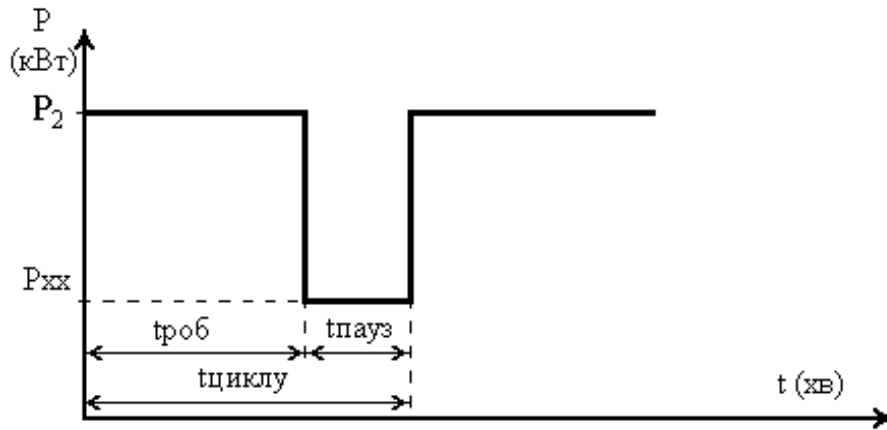


Рис.4. Навантажувальна діаграма двигуна головного приводу.

По діаграмі визначаємо еквівалентну потужність різання:

$$P_{екв} = \sqrt{\frac{P_{роб}^2 t_{роб} + P_{пауз}^2 t_{пауз}}{t_{роб} + t_{пауз}}}$$

По закінченні розрахунків по каталогу вибираємо двигун за умовою:

$$P_{ном} \geq P_{екв}$$

Для двигунів ГП краще вибрати двигуни серії АИР або АИС, тому що ці двигуни мають добрі пускові характеристики.

Побудова механічної характеристики.

Знаючи синхронну частоту обертання визначаємо номінальне ковзання двигуна:

$$S_H = (n_0 - n_H) / n_0, \text{ де:}$$

n_0 — синхронна частота обертання двигуна,

n_H — номінальні оберти двигуна.

Знаходимо критичне ковзання двигуна:

$$S_{кр} = S_{ном} (\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1}), \text{ де } \lambda - \text{перевантажувальна здатність } (\lambda = M_{\max} / M_{ном})$$

Розраховуємо значення моменту для різних значень ковзання по формулі Клосса:

$$M = \frac{2M_{кр}}{\frac{S}{S_{кр}} + \frac{S_{кр}}{S}}$$

Знаходимо номінальний момент двигуна:

$$M_{ном} = 9,55 \frac{P_{ном}}{n_{ном}},$$

де $M_{ном}$ — номінальний момент двигуна, Н·м;

$P_{ном}$ — номінальна потужність двигуна.

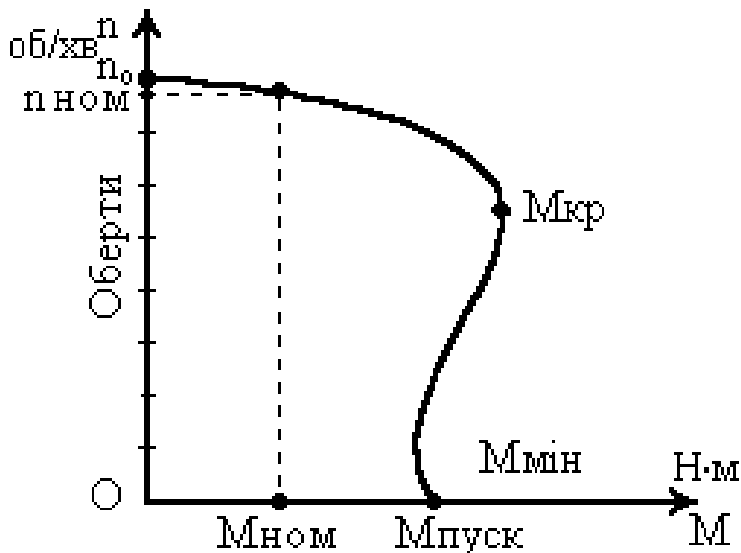
Розраховуємо значення критичного моменту:

$$M_{кр} = \lambda \cdot M_{ном}$$

Знаходимо оберти при різному значенні ковзання: $n_s = n_0 (1 - S)$

або розраховуємо кутову швидкість при різному ковзанні: $\omega_s = \pi n / 30$

За визначеними даними будуємо механічну характеристику вибраного електродви-уна $n = f(M)$ (Рис. 2.13.). Механічна характеристика двигуна повинна бути жорсткою, тому необхідно виконати перевірку її на жорсткість. Механічна



характеристика вважа-ється жорсткою якщо зміна обертів при зміні навантаження не перевищує $5 \div 10 \%$.

Рис. 2.13. Механічна характеристика двигуна головного приводу.

Перевірка механічної характеристики на жорсткість

Відношення постійних втрат до змінних:

$$X_k = \ell / q, \text{ де: } \ell - \text{постійні втрати; } q - \text{змінні втрати.}$$

$$\text{Для верстатів легкої групи: } X_k = 1; \quad q = \ell; \quad l = \frac{1 - \eta_{ном}}{2\eta_{ном}}$$

$$\text{Для верстатів середньої групи: } X_k = 1,5; \quad q = \ell / 1,5; \quad l = \frac{1 - \eta_{ном}}{1,66\eta_{ном}}$$

$$\text{Для верстатів важкої групи: } X_k = 2; \quad q = 0,5\ell; \quad l = \frac{1 - \eta_{ном}}{1,5\eta_{ном}}$$

Момент холостого ходу визначаємо за формулою: $M_{xx} = \ell \cdot M_{ном}$

Визначаємо ковзання, що відповідає холостому ходу:

$$S_{xx} = \frac{\frac{2M_{кр}S_{кр}}{M_{xx}} \pm \frac{2S_{кр}}{M_{xx}} \sqrt{M_{кр}^2 - M_{xx}^2}}{2}.$$

Оберти холостого ходу розраховуємо за формулою: $n_{xx} = n_0 (1 - S_{xx})$,

а кутова швидкість буде дорівнювати: $\omega_{xx} = \pi n_{xx} / 30$

Зміна навантаження на валу двигуна від холостого ходу до номінального

навантаження:

$$\frac{\omega_{xx} - \omega_{ном}}{\omega_{ном}} \cdot 100 \leq 5...10\%$$

Перевірка двигуна на перевантажувальну здатність

Якщо з двигуном використовується редуктор то необхідно враховувати його передаточне число:

$$i = \frac{n_{дв}}{n_{шп}},$$

Де $n_{дв}$ – номінальні оберти двигуна;

$n_{шп}$ – мінімальні оберти ріжучого інструменту згідно завдання.

Тоді момент, приведений до валу двигуна: $M_{пр.} = i \cdot M_{макс.різ.}$

Для нормальної роботи верстата повинна виконуватись умова, що:

$$\frac{M_{пр.}}{M_{ном}} < 0,81 \cdot \lambda,$$

де 0,81 – коефіцієнт, що враховує зниження напруги заводської мережі на 10 %,

$M_{макс.різ.}$ – максимальний момент різання згідно завдання,

M_n – номінальний момент двигуна.

Як правило, двигун головного приводу вибирається з синхронною частотою обертання n_0 , яка є найближчою до обертів шпинделю.

3. Визначення потужності допоміжних приводів і приводів подачі.

Допоміжні приводи верстатів (швидке переміщення супортів, бабок, поперечин і т. д.) звичайно працюють в короткочасному режимі навантажень.

Тривалість роботи допоміжних приводів не перевищує 5 – 10 с. За цей час при перевантаженнях в допустимих межах двигун не встигає нагрітися навіть до нормального нагріву. Тому номінальна потужність двигунів в даному випадку визначається тільки за умовами перевантажень.

Потужність двигуна подачі витрачається на подолання сил тертя і зусилля на подачу інструменту або заготовки.

Потужність (кВт), що витрачається на подолання сил тертя:

а) - при горизонтальному переміщенні механізмів:

$$P_{\text{тер}} = F_{\text{тер}} V \cdot 10^{-3} = G_{\text{пр}} \mu V \cdot 10^{-3},$$

де $F_{\text{тер}}$ – сила тертя, Н,

V – швидкість, м/с,

$G_{\text{пр}}$ – сила тяжіння (вага) пристрою, Н,

μ – коефіцієнт тертя руху (для сухого тертя 0,08÷0,18).

б) - при вертикальному переміщенні механізмів:

В даному випадку потужність двигуна витрачається на подолання сил тертя і сил ваги механізму, який пересувається приводом.

$$P_{\text{тер.в.}} = G_{\text{пр}} \cdot (1 + 2\alpha \cdot \mu) \cdot V \cdot 10^{-3}, \text{ кВт},$$

де $\alpha = L/\ell$, де ℓ - довжина затискної частини,

L – відстань від центру ваги механізму до осі колони або стійки.

в) - розрахункова потужність двигуна допоміжного приводу:

$$P_{\text{р.д.}} = P_{\text{тер}} / \lambda_1 \eta_{\text{п}}$$

де $\eta_{\text{п}}$ – ККД передачі, визначається по кінематичній схемі верстата ($\eta_{\text{п}} = 0,2 \dots 0,4$) – для редукторів допоміжних приводів і приводів подачі.

$\lambda_1 = 0,85 \cdot M_{\text{мах}} / M_{\text{ном}}$. (0,85 – коефіцієнт, що враховує зношення механізму та інструменту).

г) - розрахункова потужність двигуна приводу подачі:

$$P_{\text{р.п.}} = (P_{\text{тер}} + P_{\text{п}}) / \eta,$$

де $P_{\text{п}} = (0,01 \div 0,02) \cdot P_{\text{різ}}$ – для токарних і свердлильних та $(0,02 \div 0,03) \cdot P_{\text{різ}}$, - для фрезерних.

Перевірка перевантажувальної здатності двигуна. Для цього визначаються:

Початковий пусковий момент (Н•м) вибраного двигуна:

Номинальне ковзання:
$$S_{\text{ном}} = \frac{n_0 - n_{\text{ном}}}{n_0}$$

Момент сил опору при пуску при коефіцієнті тертя спокою μ_0 :

$$M_{\text{со}} = \frac{P_{\text{тер}} 10^3}{\eta_{\text{п}} \omega_0 (1 - \lambda_1 S_{\text{ном}})} \cdot \frac{\mu_0}{\mu},$$

де μ_0/μ - складає $1,05 \div 1,1$;

$\omega = \pi n_0 / 30$ – синхронна кутова швидкість двигуна;

$P_{\text{тер}}$ – потужність тертя, кВт.

Якщо виконується умова: $0,85 M_{\text{поч}} > M_{\text{со}}$, то двигун вибрано правильно.

Для вибраного двигуна будується механічна характеристика аналогічно двигуну головного приводу. Механічна характеристика двигунів приводу подачі перевіряється на жорсткість.

Лекція № 15

Тема: Електроустаткування свердлильних і розточних верстатів. Типи, призначення, будова, електропривод радіально-свердлильного верстату. Розрахунок потужності електродвигуна.

Мета: Набуття студентами знань з питань електроустаткування свердлильних і розточних верстатів. Типи, призначення, будова, електропривод радіально-свердлильного верстату. Розрахунок потужності електродвигуна.

Методи: словесний, наочний.

План:

1. Електроустаткування свердлильних і розточних верстатів. Типи, призначення, будова, електропривод радіально-свердлильного верстату.

2. Розрахунок потужності електродвигуна.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

- 1 Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувазов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981
- 2 Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок.-М:Высшая школа, 1982

Роздивимось електропривод та схему управління радіально-свердлильного верстату моделі 2А55, призначеного для обробки отворів діаметром до 50 мм. Верстат має 5 асинхронних короткозамкнених двигунів: обертання шпинделя Д1 (4,5 кВт), переміщення траверси Д2 (1,7 кВт), гідрозатиску колони Д3 і шпиндельної головки Д4 (по 0,5 кВт) а також електронасосу Д5 (0,125 кВт).

Частота обертання шпинделя регулюється механічним шляхом за допомогою коробки швидкостей в діапазоні від 30 до 1500 об/хв. (12 швидкостей). Привод подачі виконаний від головного двигуна Д1 через коробку подач. Швидкість подачі регулюється від 0,05 до 2,2 мм/об, найбільше зусилля подачі 20000Н. траверса може обертатися на 360° і вертикально переміщується по колоні на 680 мм із швидкістю 1,4 м/хв.. затиск траверси на колоні автоматичний. Все обладнання, крім електронасосу, встановлено на обертовій частині верстату, тому напруга мережі 380 В подається через ввідний вимикач ВВ на кільцевий мережоз'ємник КТ і далі в розподільчу шафу, встановлену на траверсі.

Перед початком роботи треба зробити затиск колони і шпиндельної головки, для чого нажати кнопку Зажим. Контакт КЗ отримує живлення і вмикає двигуни Д3 і Д4, які приводять в дію гідравлічний затиск. Одночасно через допоміжний контакт контактора КЗ вмикається реле РН, що готує живлення мережі управління через свій контакт після відключення контактора КЗ. Для віджиму колони і шпиндельної головки при необхідності їх переміщення натискається кнопка Отжим. При цьому реле РН не живиться, що не дає можливість працювати на верстаті при віджатих колонах і шпиндельній головці.

Управління двигунами шпинделя Д1 і переміщення траверси Д2 робиться при допомозі хрестового перемикача КП, рукоятка якого може переміщуватися в чотири положення: Влево, Вправо, Вверх і Вниз, замикаючи при цьому відповідні контакти КП1-КП4. Так, в положенні рукоятки Влево вмикається контактор КШВ і шпиндель обертається проти часової стрілки. Якщо рукоятку перемістити в положення Вправо, то відключиться контактор КШВ, вмикається контактор КШН і шпиндель верстату буде обертатися по часовій стрілці.

При установці рукоятки хрестового перемикача КП в положення Вверх вмикається контактором КТВ двигун Д2. При цьому ходовий гвинт механізму переміщується спочатку вхолосту, пересуваючи гайку. Це викликає віджим траверси (при цьому

замикається контакт ПА3-2 перемикача автоматичного затиску), після чого підіймається траверса. При досягненні траверси необхідного рівня переводять рукоятку КП в середнє положення, тому відключається контактор КТВ, вмикається контактор КТН і двигун Д2 реверсується. Реверс необхідний для автоматичного затиску траверси за допомогою обертання гвинта зворотною стороною і переміщенню гайки до положення затиску, після чого двигун розімкнутим контактом ПА3-2 відключається. Якщо тепер встановити рукоятку перемикача КП в положення Вниз, то спочатку пройде затиск траверси, а потім її опускання і т.д. переміщення траверси в крайніх положеннях обмежується кінцевими вимикачами ВКВ і ВКН, які розривають коло живлення контакторів КТВ або КТН.

Захист від к.з. в силових колах, колах управління і освітлення здійснюється плавкими запобіжниками Пр1-Пр4. Двигун шпинделя захищений від перенавантажень тепловими реле РТ. Реле РН здійснює нульовий захист, запобігаючи самозапуск двигунів Д1 і Д2, включених перемикачем КП, при зніманні і подальшим відновленням напруги живлення. Відновлення кола управління можливо тільки при повторному натиску кнопки Зажим.

Розрахунок потужності двигунів

При свердлильні нормативна швидкість різання, м/хв., може бути знайдена за формулою:

$$v = \frac{C_v d^{z_v}}{T^m s^{y_v}},$$

де C_v - коефіцієнт, залежний від матеріалу виробу і свердла;

d – діаметр свердла, мм;

T – стійкість свердла, хв.;

S – подача, мм/об;

M, z_v, y_v - показники ступеню, залежать від матеріалу виробу і діаметру свердла.

За знайденим значенням швидкості різання розраховується частота обертання шпинделя, об/хв.:

$$n_{\text{шп}} = 10^3 v'(\pi d).$$

Обертний момент на шпинделі при свердлінні визначається за формулою:

$$M = 9,81 C_M d^{1,9} s_M^{\nu_M} \cdot 10^{-3}.$$

Коефіцієнти і показники в цих формулах знаходять в довідниках по режимах різання, там же даються пояснення до формул.

Знаючи момент і частоту обертання шпинделя, можна знайти потужність різання при свердлінні, кВт:

$$P_z = Mn_{\text{шп}}/9550.$$

Розрахував потужність різання для кожної операції, машинний і допоміжний час, можна побудувати діаграму навантаження і використовуючи її, знайти потужність двигуна.

Потужність двигуна подачі, кВт, кутова швидкість якого регулюється зміною тільки напруги на якорі, у випадку природного охолодження або примусової вентиляції двигуна знаходиться по формулі

$$P_{\text{дв.п}} = \frac{F_{\text{п.мак}} v_{\text{б.п}}}{6(\eta_{\text{п}})} 10^{-3},$$

де $F_{\text{п.мак}}$ найбільше зусилля подачі, діюче на робочій частині діапазону, Н; $v_{\text{б.п}}$ - найбільша швидкість швидкого переміщення, м/хв; $\eta_{\text{п}}$ - ККД передачі.

Так як при швидких переміщеннях вимагається зусилля подачі в 6-8 разів менше ніж робоче зусилля, то регулювання швидкості електроприводу можна здійснювати послабленням потоку двигуна. Це дає можливість зменшити номінальну потужність двигуна подачі в $\frac{n_{\text{мак}}}{n_{\text{ном}}}$ разів і здійснювати автоматичне регулювання частоти обертання.

Лекція № 16

Тема: Електропривід і схеми управління універсально-розточного верстата.

Мета: Набуття студентами знань з питань електроприводу і схеми управління універсально-розточного верстата.

Методи: словесний, наочний.

План:

1. Електропривід і його особливості.
2. Схема управління універсально-розточного верстата по системі ТП-Д.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

- 3 Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувашов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981
- 4 Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок.- М:Высшая школа, 1982

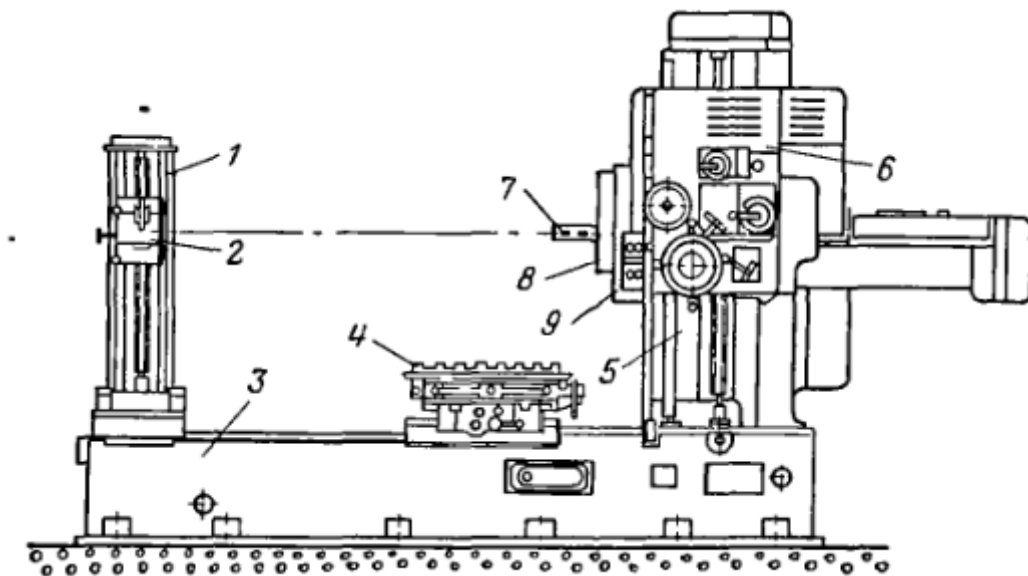


Рисунок 8-2 Загальний вид горизонтально-розточного верстату

Використання: в області обробки металів різанням. Сутність винаходу: верстат містить станину 1 з розташованими на ній опорами 4, за яким направляється пруток 5 в зону обробки. На переміщається у взаємно перпендикулярних напрямках стійці 7 вертикально переміщається обробляє пристрій 8. На стійці 7 розташований інструментальний магазин 10. Відрізний вузол 11 розміщений на каретці 12, що переміщається по стійці 7, і несе круглу пилку 13. У круглому столі 14 виконано отвір, через яке проходить пруток 5 для розміщення його в робочій зоні інструментального шпинделя. 1 з. п. ф-ли, 5 іл.

Винахід стосується горизонтально-розточувального верстата з пристосуванням для затиску виробу у вигляді прутка, яке може періодично повертатися навколо горизонтальної осі гойдання, що збігається з віссю прутка, і щонайменше з одним інструментальним шпинделем, який має вісь, розташована під прямим кутом до осі гойдання, і може регулюватися вздовж цієї осі шпинделя.

Мета винаходу розширення технологічних можливостей і підвищення продуктивності за рахунок безпосередньої обробки прутків без їх попередньої відрізки і автомат  вид збоку; на фіг.2 те ж, вигляд зверху; на фіг.3 розріз А-А на фіг.1; на фіг.4 збільшений фрагмент фіг.1 з уточненнями; на фіг.5 вид по стрілці на фіг.4.

Горизонтально-розточний верстат містить станину 1 і звичайний шафа 2 управління. Робоча зона горизонтально-розточувального верстата закрита щонайменше частково прозорим захисним корпусом 3.

За однією з опор 4 направляється пруток 5, правий у відповідності з фіг.1 кінцевий ділянка 6 якого утворює підлягає обробці деталь. Поздовжня вісь прутка 5 позначена символом С, вона є горизонтальною. Пересувна стійка 7 вертикально виступає над станиною 1 верстата. Пересувна стійка 7 може переміщатися уздовж осі, паралельної осі D, а також під прямим кутом до неї вздовж також горизонтальній осі E. На пересувній стійці 7 направляється вертикально-обробляє пристрій 8, останнє несе інструментальний шпиндель 9 (фіг.3), вісь якого утворює вісь просторової системи координат і в разі зображеного приклад виконання є перпендикулярною. Крім того, також відомий по собі магазин інструментів 10 укріплений на пересувній стійки 7 з можливістю обертання навколо власної осі 3.

Відрізний вузол 11 розташований на кареОтрезной вузол 11 містить круглу пилку 13, і за допомогою пересувної стійки 7 може переміщатися паралельно подовжньої осі 3 прутка. Таким чином, кругла пила 13 може позиціонуватися в осьовому напрямку щодо прутка 5. Для відпилювання ділянки 6 від прутка 5 кругла пила 13 переміщається з допомогою своєї каретки 12 радіально щодо поздовжньої осі прутка 5.

Відповідно до фіг.1 і 2 на станині 1 верстата круглий стіл 14 розташований таким чином, що він може повертатися навколо поздовжньої осі прутка 5. Круглий стіл 14 містить в центрі отвір, через яке проходить пруток 5 з тим, щоб його кінцевий ділянку 6, який утворює деталь, входив в робочу зону інструментального шпинделя 9. На фіг.1 показано, що на правій стороні круглого столу 14 розташований використовується в

якості власника 15 деталі затискний кулачковий патрон, за допомогою якого пруток 5 може зажиматися далеко від його кінцевого ділянки 6, в результаті чого кінцевий ділянка 6 при обробці різанням точно позиціонується за допомогою затиснутого в інструментальному шпинделі 9 інструменту. При обробці різанням кінцевого ділянки 6 пруток 5 рухається.

Для повороту прутка 5 в різні положення обробки, в яких кінцевий ділянка 6 обробляється за ме~~ж~~ою осі С. Таким чином, кінцевий ділянка 6 може повертатися в будь-яке положення щодо інструменту, зокрема, при наявності деталі з кубічної форми всі чотири сторони периметра можуть позиціонуватися щодо інструмента з метою обробки. Круглий стіл 14, стаціонарно з'єднаний з ним тримач 15 деталі і затиснутий у ньому пруток 5 можуть поступово повертатися навколо осі С.

Утворюється при обробці деталі стружка надходить через жолоб 16 для стружки і транспортер 17 для відведення стружки в контейнер 18 для стружки.

Паралельно і поперечно до поздовжньої осі прутка 5 в напрямку осей і може переміщатися хрестовий супорт 19, приводиться в дію за допомогою двох приводів 20 і 21. На фіг.1 показаний перший варіант хрестового супорта 19. В даному випадку на хрестовому супорті 19 змонтований грейферний і поворотний вузол 22. З допомогою грейфера 23 може захоплюватися пруток 5 після відрізання ділянки 6 з допомогою кругової пилки 13. Грейферний і поворотний вузли 22 можуть повертатися навколо осі S, яка перетинає під прямим кутом поздовжню вісь 3 прутка 5. Після повороту на 90^{про} хрестовий супорт 19 (фіг. 1) переміщується ліворуч, за рахунок цього може бути здійснено позиціонування~~м~~ в інструментальному шпинделі 9 кутовий розточної головки, за допомогою якої можуть оброблятися обидві осьові торцеві поверхні ділянки 6, а саме, в тому випадку, якщо деталь ще не відокремлена з допомогою круглої пилки 13 від прутка 5, а також розташована на фіг.1 праворуч торцева поверхня і, якщо деталь вже відокремлена і захоплена грейфером, розташована на фіг.1 зліва вільна торцева поверхня. У цьому випадку грейферний вузол 22 може бути виконаний без можливості повороту.

На фіг.2 показаний варіант винаходу, в якому кілька прутків 5 можуть підбиватися в одному магазині горизонтально-расточному верстата. Таким чином досягається нескладна можливість автоматизації. Магазины прутка та інші пристрої для підведення відомі кожному фахівцю.

Замість описаного грейферного і поворотного вузла 22 на хрестовому супорті 19 (фіг.4) змонтована револьверна головка 24, яка несе кілька інструментальних шпинделів 25, які приводяться в дію з допомогою електродвигуна 26. Цей електродвигун 26 може бути відключений від інструментальних шпинделів 25 і підключений до револьверної голівці 24 з метою переведення інструменту, наприклад інструменту 27, в робочу позицію.

Такого роду револьверна головка 24 може з допомогою різних інсттка 6. Таким чином може бути доповнена радіальна обробка, яка була проведена раніше за допомогою інструментального шпинделя 9.

Після цього ділянка 6 відрізається з допомогою круглої пилки 13 (фіг.1) і відводиться транспортуючих пристроєм, або передається у описаний вище грейферний і поворотний вузол 22.

На фіг.4 штрихпунктирної лінією показано, що інструментальний шпиндель 9 може бути заблокований і оснащений контрдержателем 28, який утримує ділянка 6 на її вільно розташованому кінці. Ця міра є кращою, зокрема, при використанні тонкого дроту 5.

1. ГОРИЗОНТАЛЬНО-РОЗТОЧНИЙ ВЕРСТАТ, на станині якого розміщені пристосування для кріплення деталі, встановлений з можливістю повороту навколо горизонтальної осі, і принаймні одна інструментальна головка, встановлена з можливістю переміщення у вертикальному напрямку, що відрізняється тим, що, з метою розширення технологічних можливостей і підвищення продуктивності шляхом безпосередньої обробки прутків без їх попередньої відрізки і автоматического підведення деталей в зону обробки і їх відведення, верстат обладнаний несучою ~~?~~заимно перпендикулярних напрямках, кареткою, встановленою на стійці з можливістю переміщення під кутом до згаданої горизонтальній площині, розміщеним в каретці відрізним вузлом, встановленим на станині супортом, розміщеною на останньому контропорой, грейферним вузлом, встановленим на супорті з можливістю повороту навколо осі, перпендикулярної до осі повороту пристосування для кріплення деталі, і закріпленим на грейферном сайті затискним патроном.

2. Верстат по п.1, що відрізняється тим, що він забезпечений розміщеною на супорті револьверною голівкою, несучою принаймні один інструментальний шпиндель.

Лекція № 17,18

Тема: ЕУ стругальних, фрезерних та шліфувальних верстатів

Мета: Набуття студентами знань з питань електроустаткування повздожно-стругальних верстатів. Типи, призначення, будова, електропривід повздожно-стругального верстату. Розрахунок потужності електродвигуна.

Методи: словесний, наочний.

План:

1 Електроустаткування повздожно-стругальних верстатів. Типи, призначення, будова, електропривід повздожно-стругального верстата.

2 Розрахунок потужності електродвигуна.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

- 1 Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувашов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981
- 2 Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок.-М:Высшая школа, 1982
1. Призначення, класифікація і будова повздожно-стругальних верстатів

Повздожно-стругальні (поперечно)-стругальні верстати призначені для обробки різцями плоских горизонтальних і вертикальних поверхонь деталей великої довжини. На поперечно- стругальних верстатах обробляють невеликі деталі.



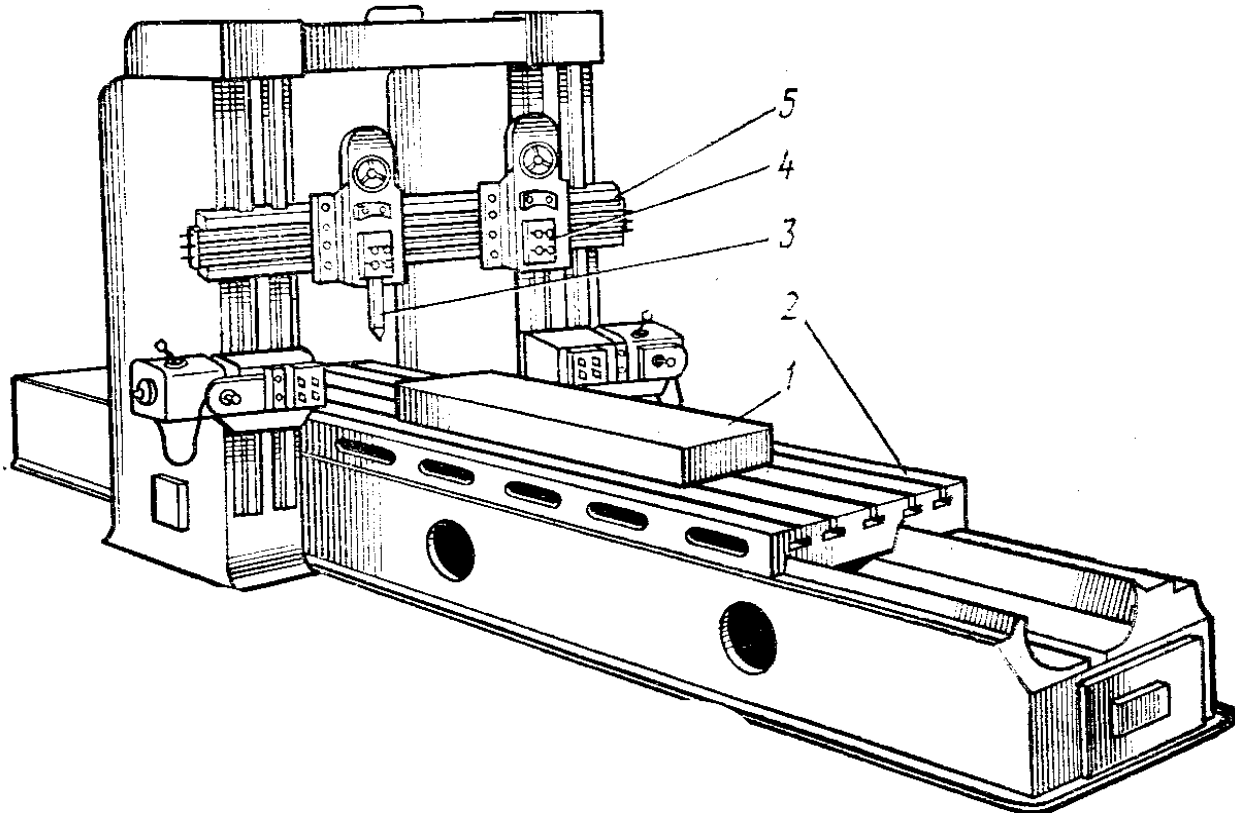


Рис.1. Будова поздовжньо- стругального верстату

- 1- деталь;
- 2- робочий стіл;
- 3- різець;
- 4- вертикальний супорт;
- 5- траверса.

Класифікація поздовжньо-стругальних верстатів по довжині стола.

- 1. Малі верстати: $L_{ст} = 3 \div 4$ м, $F_{тяг.} \leq 30 \div 50$ кН.
- 2. Середні верстати: $L_{ст} \leq 5$ м, $F_{тяг.} = 50 \div 70$ кН.
- 3. Важкі верстати: $L_{ст} > 5$ м (до 15 м), $F_{тяг.} > 70$ кН.

Характерною особливістю стругальних верстатів є: головним рухом являється зворотно-поступове переміщення різця або деталі і здійснення переривчатої подачі після кожного одинарного або подвійного робочого ходу.

2. Кінематична схема і система приводів механізмів стругального верстата.

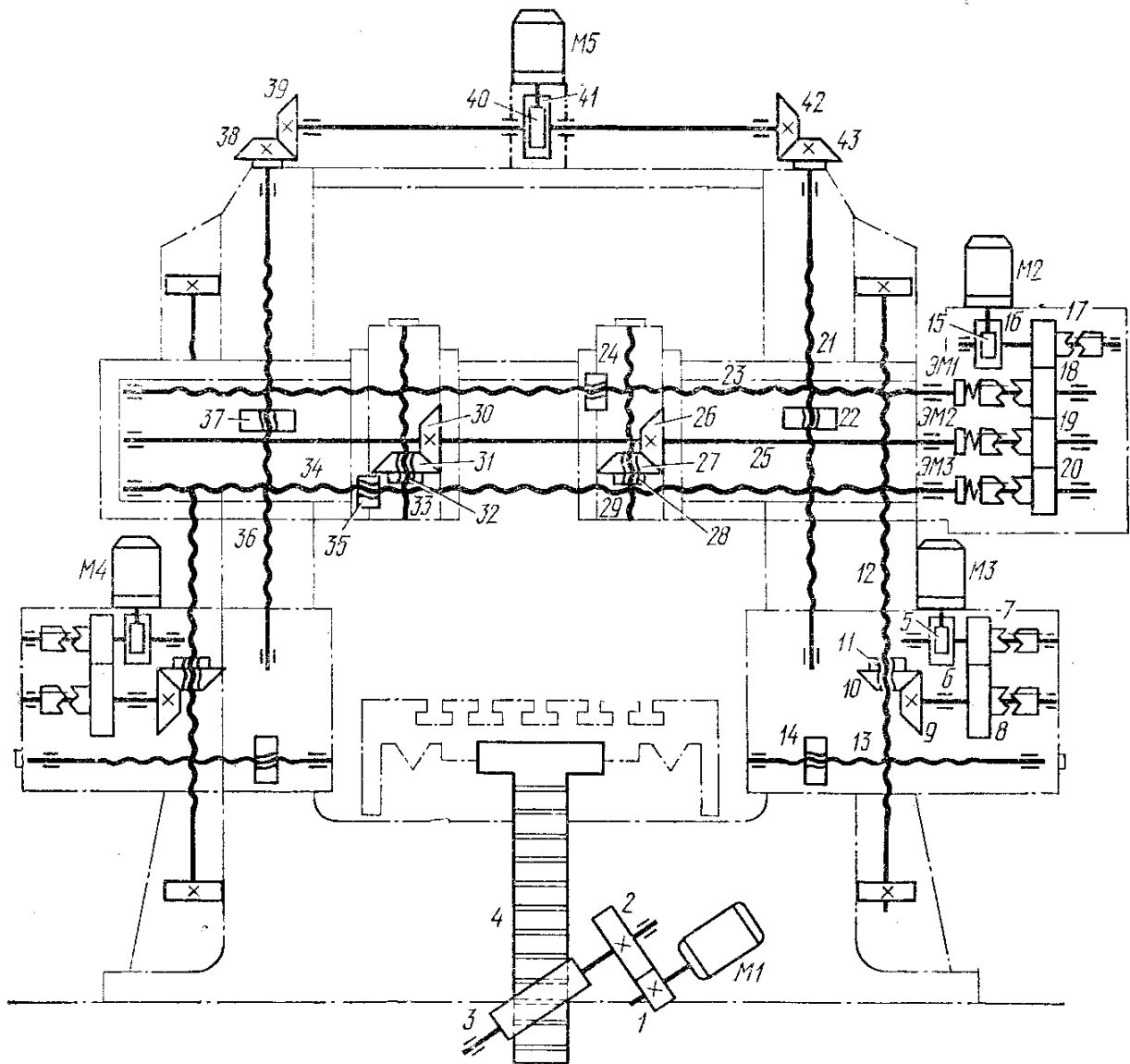


Рис.2. Кінематична схема стругального верстата.

М1- двигун головного приводу, М2- двигун подачі поперечних супортів, М3, М4- двигуни вертикальної подачі бокових супортів, М5- двигун переміщення траверси,

1, 2, 7, 8, 9, 10, 17, 18, 19, 20, 26, 27, 30, 31, 38, 39, 42, 43- шестерні, 3- рейкова шестерня, 4- зубчата рейка, 5-6, 15-16, 40-41- черв'ячні пари, 11-12, 13-14, 21-22, 23-24, 34-35, 36-37- гвинтові пари, ЭМ1, ЭМ2, ЭМ3- електромагнітні муфти.

Головний рух здійснюється від зубчатої рейки, яка разом з рейковою шестернею перетворює обертовий рух приводу в поступовий рух стола.

Рухи подачі і допоміжні рухи здійснюються ходовими гвинтами.

Кінематична схема також передбачає виконання установочних рухів вручну.

3. Особливості роботи і типи головних приводів стругального верстату.

Процес обробки виробів на стругальних верстатах складається з послідовних циклів, які повторюються і являють собою робочий (прямий) хід, при якому здійснюється обробка, і зворотного ходу, - повернення стола у вихідне положення.

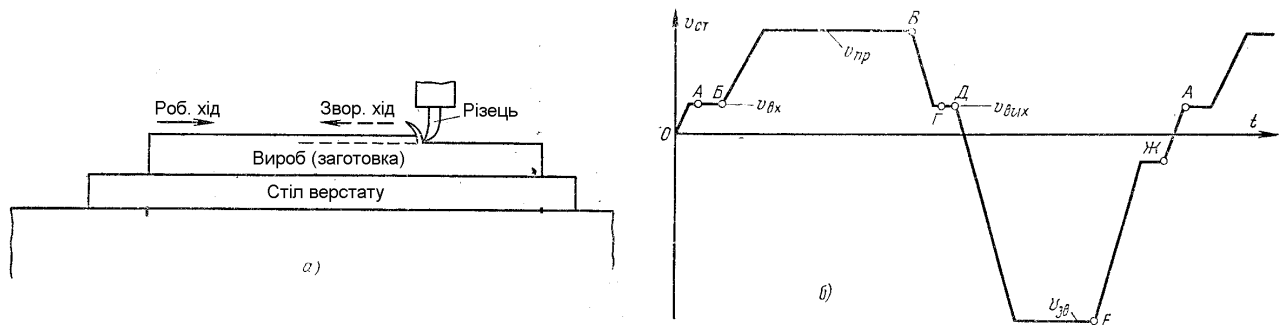


Рис.3. Схема різання (а) і діаграма швидкості руху стола верстату (б).

Діапазони швидкостей різання залежать від нормативів обробки та від матеріалу виробу, а також від матеріалу і форми різця.

Швидкість прямого ходу $V_{пр} = 5 \div 120$ м/хв..

Швидкість зворотного ходу $V_{зв} = 15 \div 120$ м/хв..

Час циклу $T_{ц}$ складається:

- час пуску (розгону) на прямий хід $T_{п пр.}$;
- час прямого ходу $T_{пр}$;
- час гальмування наприкінці робочого ходу $T_{г пр.}$;
- час пуску (розгону) на зворотний хід $T_{п зв.}$;
- час зворотного ходу $T_{зв}$;
- час гальмування наприкінці зворотного ходу $T_{г зв.}$;

Тобто: $T_{ц} = T_{п пр.} + T_{пр} + T_{г пр.} + T_{п зв.} + T_{зв} + T_{г зв.}$.

Час пуску (гальмування) визначається за формулою:

$$T_{п(г)} = \frac{J_{\Sigma} \cdot \omega_c}{M_{п.сер.} \pm M_c}, \text{ де}$$

де $M_{п.сер.}$ – середнє значення пускового моменту двигуна, Н·м;

M_c – статичний момент опору, Н·м;

ω_c – кутова швидкість двигуна при M_c , рад/с;

J_{Σ} – сумарний момент інерції електроприводу, кг·м².

Момент інерції двигуна $J_{дв.}$ складає 80 ÷ 85% від загального приведенного моменту інерції. В зв'язку з чим усувають наступні способи зменшення J_{Σ} :

- використання двигунів з подовженим ротором;

- використання двомоторних приводів;
- реверсування ходу стола за рахунок редуктора з використанням електромагнітних муфт (без реверсування двигуна).

Для головного приводу доцільно використовувати двигуни, які мають підвищену перевантажувальну здатність і малий момент інерції ротора. Ці двигуни забезпечують менший час пуску і гальмування.

Для малих верстатів $D = (3 \div 4) : 1$, використовуються асинхронні КЗ двигуни в сполученні з коробкою швидкостей і реверсивною муфтою.

Для середніх і важких верстатів $D = (6 \div 8) : 1$, $D = (15 \div 25) : 1$, відповідно використовуються двигуни постійного струму, які керуються по системі ТП-Д, яка має достатньо високий ККД і дозволяє відносно просто реалізувати високу швидкодію приводу при добрій якості перехідних процесів.

Для живлення кола якоря використовують системи автоматичного керування з уніфікованою блочною системою регуляторів УБСР. Широке використання мають трифазні тиристорні перетворювачі серії ЕТЗР.

4. Розрахунок потужності двигуна приводу стола.

При робочому ході потужність двигуна витрачається на подолання зусилля різання і на подолання втрат в верстаті.

При зворотному ході потужність двигуна витрачається на подолання лише втрат в механізмах верстату.

1) Вихідні дані для попереднього визначення потужності двигуна ГП.

1. Найбільше зусилля різання $F_{z \max}$, Н.
2. Найбільша швидкість прямого ходу, яка відповідає $F_{z \max}$, - $V_{\text{пр.1}}$, м/хв..
3. Найбільша швидкість стола $V_{\max}$, м/хв..
4. Найбільша вага деталі і стола $G_{\text{дет.}}$, $G_{\text{ст.}}$, Н.
5. ККД передачі при повному навантаженні $\eta_{\text{п.}}$
6. Довжина ходу стола L , м.
7. Коефіцієнт тертя стола в напрямляючі $\mu = 0,05 \div 0,08$.
8. Сумарний момент інерції частин механізму приводу, які обертаються і рухаються поступово разом з деталлю J_{Σ} , $\text{кг} \cdot \text{м}^2$.

Потужність різання (для найбільш навантаженого режиму):

$$P_z = \frac{F_{z \max} \cdot V_{\text{пр1}}}{60} \cdot 10^{-3}, \text{кВт}.$$

Потужність втрат на тертя стола в напрямляючих при прямому ході:

$$\Delta P_{\text{напр.}} = (G_{\text{дет.}} + G_{\text{ст.}}) \cdot \mu \cdot V_{\text{пр1}} / (60 \cdot 10^3), \text{кВт}.$$

Потужність на валу двигуна:

$$P_{\text{дв.пр.}} = \frac{P_z + \Delta P_{\text{напр.}}}{\eta_{\text{п}}} = \frac{F_{\text{т.мак}} \cdot V_{\text{пр1}}}{60 \eta_{\text{п}}} \cdot 10^{-3}, \text{кВт. де}$$

$F_{\text{т max}} = F_{z \max} + (G_{\text{дет.}} + G_{\text{ст}} + F_x + F_y) \cdot \mu$, - тягове зусилля на рейці стола, Н,

$F_x, F_y, F_{z \max}$, - складові зусилля різання, Н.

1) Попередній вибір потужності двигуна.

Виконується враховуючи спосіб регулювання швидкості приводу стола.

А) привод з асинхронним КЗ двигуном ($n = \text{const}$).

Вибирається за умовою: $P_{\text{ном}} \geq P_{\text{дв.пр.}}$, $n_{\text{ном}} = V_{\text{пр1}} / \rho$, де

$\rho = V_{\text{ст}} / n_{\text{дв}}$, - радіус приведення стола до валу двигуна, м / об.

Б) привод з двигуном постійного струму (регулювання зміною ЕРС ТП).

Попередньо з каталогу вибирається двигун для довготривалого режиму роботи за умовою: $P_{\text{ном}} \geq P_{\text{дв.пр.}} \cdot V_{\text{мак}} / V_{\text{пр1}}$, $n_{\text{ном}} = V_{\text{мак}} / \rho$.

В) при використанні двозонного регулювання.

1) визначити можливий діапазон зміни потоку двигуна:

$$D_{\text{Фрозр.}} = n_{\text{мак}} / n_{\text{ном}} \leq D_{\text{Фдоп.}}$$

2) визначити:

$$V_{\text{розр.}} = V_{\text{мак}} / D_{\text{Фрозр.}}$$

3) розрахувати $P_{\text{дв.розр.}}$.

$$P_{\text{дв.розр.}} = P_{\text{дв.пр.}} \cdot V_{\text{розр.}} / V_{\text{пр1}}.$$

4) по каталогу вибрати двигун за умовою:

$$P_{\text{ном}} \geq P_{\text{дв.розр.}}, \quad n_{\text{ном}} \approx V_{\text{розр.}} / \rho.$$

5) по номінальним даним вибраного двигуна вибираємо тиристорний перетворювач.

5. Електроприводи подачі стругального верстата.

Подача супортів здійснюється періодично при реверсуванні зі зворотного ходу на прямий і повинна закінчуватися до початку різання, при цьому найбільший час подачі не повинен перевищувати часу реверсу.

$T_{\text{под.}} \leq T_{\text{рев.}} + T_{\text{звор.}}$ – при одинарному робочому ході,

$T_{\text{под.}} \leq T_{\text{рев.}}$ – при подвійному робочому ході.

Тривалість подачі складає десяті частини секунди.

Діапазон регулювання приводів подачі складає $(40 \div 80) : 1$.

В якості електродвигунів приводів подачі, як правило використовуються асинхронні КЗ двигуни.

Крім електричних приводів використовуються також гідравлічні та електро – механічні приводи. Можливо використання крокових електродвигунів.

Мірні переміщення механізму подачі можуть бути виконані в функції шляху електромеханічними пристроями або в функції часу електронними таймерами, які забезпечують витримки часу від частин до одиниць секунди.

6. Електроустаткування та схема керування стругального верстату.

Розглянемо для прикладу електричну схему верстата мод. 7М108.

А. Схема керування головного електропривода (рис. 2.27).

Склад схеми.

Силова частина:

1. Електродвигун постійного струму П-82 ($P_{\text{ном}} = 42 \text{ кВт}$, $\omega_{\text{ном}} = 157 \text{ с}^{-1}$, $U_a = \text{var}$, $D = 20:1$).
2. Тиристорний перетворювач ШУ602-3463 з проміжними магнітними підсилювачами МП1, МП2.
3. TV1, VD27 - ТВБ1 електроживлення задатчика швидкості.
4. TV2, VD28 – ТВБ2 електроживлення обмотки збудження LM.
5. TV3, VD29 – ТВБ3 електроживлення схеми керування.
6. R_r – резистор аварійного гальмування.
7. R_{36} – резистор послаблення потоку збудження.

Апарати захисту:

1. Автоматичні вимикачі QF1 – QF5.
2. Теплові реле KK1, KK2,
3. Реле максимального струму КА забезпечує відсічку при $I \geq I_{\text{ном}}$.
4. Реле нульового струму K3 забезпечує мінімально-струмовий захист ОЗД.
5. Реле мінімальної напруги і нульового захисту KM1, KM2.
6. Реле послаблення потоку збудження КУ (при збільшенні обертів на 20%).
7. Реле тиску KSP1 забезпечує захист від зниження тиску в системі змащування і сигналізацію лампою HL2.
8. SQ1 – блок кінцевих вимикачів обмеження ходу стола при несправності схеми керування.

Схема керування.

Регулювання швидкості здійснюється задатчиком швидкості ЗШ, який складається з двох плат регуляторів швидкості РШ1, РШ2 з резисторами R1-3, R4, R5 разом з реле реверсу K4 і K5 (K4 – вперед, K5 – назад).

Вихідна напруга ЗШ являється задавальною U_z .

Напруга тахогенератора є напругою негативного зворотного зв'язку U_{zz} .

Напруга керування $U_k = U_z - U_{zz}$ подається на вхід МП1 і МП2 тиристорного перетворювача ТП, які встановлюють необхідну вихідну напругу ТП, – $U_{\text{вих.ТП}}$.

Рівень U_k обмежується діодами VD10 – 13 і резистором R9 з метою попередження виходу двигуна на позамежеві оберти.

Робоче гальмування рекуперативне і забезпечується тиристорним перетворювачем.

Аварійне гальмування динамічне шляхом замикання обмотки якорю на резистор R_r .

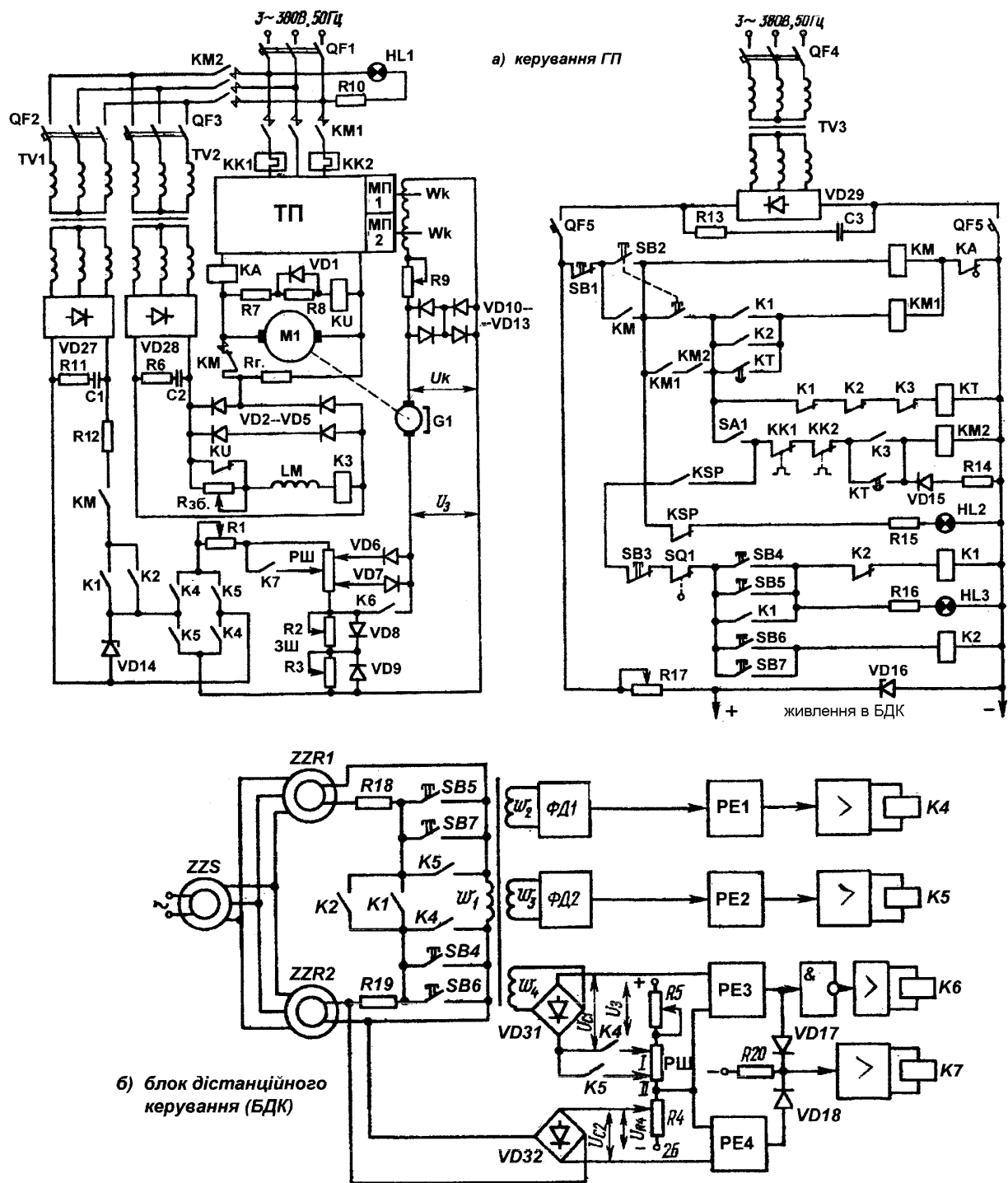


Рис.2.27. Схема керування головним приводом стругального верстата мод. 7М108.

Склад схеми керування:

SA1 – вимикач керування;

SB1 – кнопка «Стоп»;

SB2 – кнопка керування;

SB3 – кнопка відключення реле циклу;

SB4,5 – кнопки включення реле циклу; } розташовані

SB6,7 – кнопки налагоджувального режиму, на двох пультах

КМ – контактор гальмування і включення живлення ЗШ;

КМ1 – контактор включення живлення ТП;

КМ2 – контактор включення живлення ТВБ1 і ТВБ2;

КТ – реле часу;

К1 – реле циклу;

К2 – реле налагоджувального режиму.

Блок дистанційного керування:

ZZS1 – сельсин-датчик;

ZZR1, ZZR2 – сельсин-приймачі;

ФД1, ФД2 – фазові дискримінатори (фазочутливі випрямлячі);

РЕ1 – РЕ4 – безконтактні релейні елементи;

> – електронні підсилювачі;

К4, К5, К6, К7 – вихідні реле підсилювачів:

- К4 – реле включення прямого ходу (вперед);

- К5 – реле включення зворотного ходу (назад);

- К6 – реле малої швидкості;

- К7 – реле реверсу;

- TV4 – трансформатор ФД.

Робота схеми.

1. Підготовка схеми.

В вихідному положенні QF1, QF2 ввімкнені.

Ротори сельсинів-приймачів обертаються через окремі редуктори, які пов'язані з редуктором головного приводу таким чином, що при повному ході стола, кут повороту їх роторів складає $+90^\circ \div 0 \div -90^\circ$.

Натискання SB2: включається КМ і КТ1, при цьому :

- відключається коло динамічного гальмування R_r , включається (готується) коло живлення ЗШ1 і блокується SB2;

- КТ1 з витримкою часу вмикає коло живлення КМ1, КМ2;

- КМ1 вмикає живлення ТП додатковими контактами

- КМ2 вмикає живлення ОЗД блокується SB2.

В обмотці збудження зростає магнітний потік і спрацьовує реле нульового струму КЗ.

- КЗ відключає КТ1 і підхоплює живлення КМ2.

Якщо за цей час К1 і К2 не спрацює, то схема прийде у вихідне положення при включеному КМ.

2. Режим циклу.

Вмикається кнопками SB4,5 при цьому вмикається реле циклу К1.

- К1 відключає КТ1, КМ, підхоплює живлення КМ1 і блокує SB4,5, вмикає живлення ЗШ1, підключає ротор ZZR1 до первинної обмотки трансформатора TV4;

- SB4,5, які утримуються блокують вихід ZZR2.

Початок руху стола. При цьому на вхід ТП подається мінімальна задавальна напруга (запобігання динамічного удару приводу), двигун розганяється з мінімальною швидкістю.

- одночасно на вхід РЕ3 поступає $U_K = U_3 - U_{ZZR1}$, РЕ3 вмикається (U_{ZZR1} пропорційна куту непогодження ($\Delta\alpha = \alpha_1 - \alpha_2$) роторів сельсинів;

- коли $U_{ZZR1} > U_3$ К6 (реле малої швидкості) відключено. Одночасно на вхід РЕ4 поступає $U_{K4} = U_{ZZR2} - U_{R4}$.

- коли $U_{ZZR2} < U_{R4}$ РЕ4 включений.

Таким чином: одночасно включається РЕ3 і РЕ4, тоді схема збігу (VD17, VD18, R20) забезпечує через підсилювач 4 включення К7, - реле реверсу.

Врізання: К7 вмикає повзунок РШ, який і задає необхідну швидкість врізання різця.

Вихід різця: При русі стола вперед $\Delta\alpha$ сельсинів ZZR1 і ZZRS зменшується, відповідь – зменшується U_{ZZR1} . При $U_{ZZR1} < U_3$ відключиться РЕ3 і включиться К6, яке в ЗШ забез –

печує зниження U_3 , що і приводить до зменшення швидкості при виході різця.

Реверс: При $\Delta\alpha$ ZZR1 і ZZS ≈ 0 , К4 відключається, тоді вихід ZZR2 підключається до TV4, а напруга ротора ZZR2 через РЕ2 і підсилювач 2 включає К5, яке в свою чергу шунтує ZZR1 і змінює полярність напруги живлення ЗШ. Таким чином відбувається гальмування і реверс приводу стола.

Припинення циклу здійснюється натисканням кнопки SB3.

Налагоджувальний режим: При натисканні і утриманні кнопки SB6 (вперед) або SB7 (назад) вмикається реле керування K2.

- K2 вмикає живлення ЗШ і коло роторів сельсинів-приймачів: ZZR1 при натисканні SB6 або ZZR2 при натисканні SB7. При цьому ротор другого сельсина-приймача блокується.

В залежності від положення стола і фази непогодження вихідної напруги сельсина –приймача стіл рухається у відповідному напрямку.

Рух стола відбувається при натиснутій кнопці SB6 або SB7, а зупинка в кінці ходу відбувається автоматично.

Призначення, класифікація і будова фрезерних і зубофрезерних верстатів.

Фрезерні верстати призначені для обробки зовнішніх і внутрішніх плоских та фасонних поверхонь, прорізання канавок, нарізання різьби, зубів шестернів та ін..

Характерною особливістю верстатів фрезерної групи є робота обертовим багатопезовим інструментом – фрезею. Схема фрезерування приведена на рис.2.20

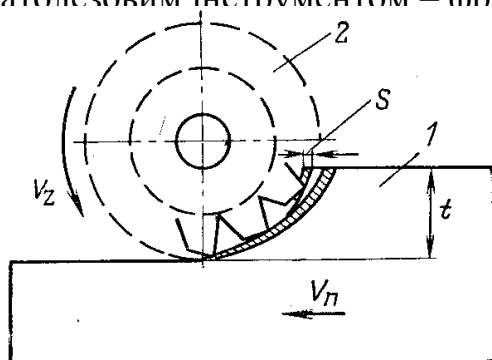


Рис.2.20. Схема фрезерування.

1 – виріб (заготовка).

2 – фреза.

V_z – швидкість різання.

V_n – швидкість подачі.

t – глибина різання.

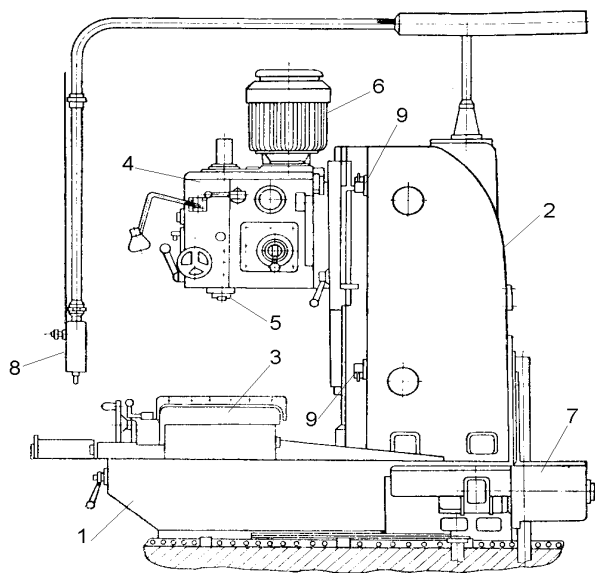
S – переріз стружки.

Головним рухом в фрезерних верстатах є обертання фрези V_n , рухом подачі є поступове переміщення виробу V_n .

Фрезерні верстати поділяються на дві основні групи: 1) верстати загального призначення, до яких відносяться горизонтальні, вертикальні та поздовжньо- фрезерні; 2) спеціалізовані верстати – копіювально-фрезерні, зубофрезерні, різьбофрезерні та ін..

Вертикально-фрезерні і горизонтально-фрезерні верстати відрізняються між собою встановленням шпинделю, осі обертання яких розташовані, відповідно, або вертикально, або горизонтально.

Копіювально-фрезерні верстати призначені для обробки складних у просторі деталей методом копіювання по моделях.



- 7 – привод подачі;
- 8 – пульт керування;
- 9 – кінцеві вимикачі.

Рис. 2.21. Зовнішній вигляд універсального вертикально-фрезерного верстату

- 1 – основа;
- 2 – корпус з електрошафою;
- 3 – робочий стіл;
- 4 – фрезерна головка;
- 5 – шпиндель;
- 6 – двигун ГП;

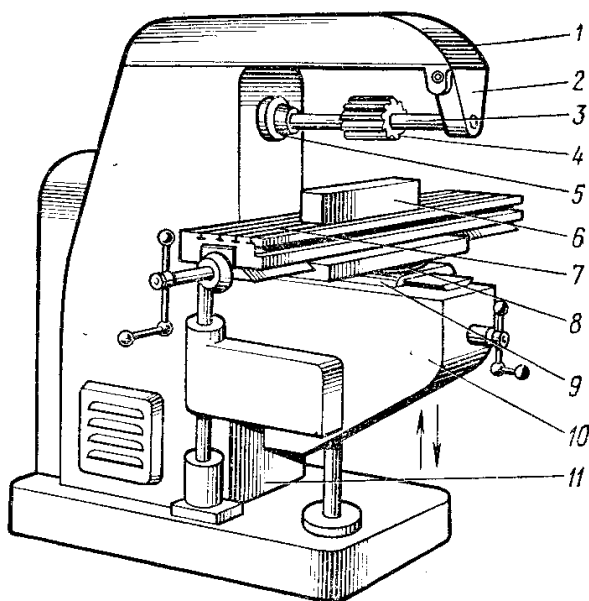


Рис. 2.22. Зовнішній вигляд горизонтально-фрезерного верстату

- 1 – хобот;
- 2 – підвіска;
- 3 – фрезерна оправка;
- 4 – фреза;
- 5 – шпиндель;
- 6 – виріб;
- 7 – робочий стіл;
- 8 – поворотна плита;
- 9 – салазки;
- 10 – консоль;
- 11 – станина.

Вимоги до електроприводу і схем керування фрезерних верстатів.

Діапазон регулювання кутових швидкостей шпинделю фрезерних верстатів складає від 20:1 до 60:1 при постійній потужності електродвигуна.

Змінювати кутову швидкість для визначеного режиму обробки не має потребу, тому використовується ступеневе регулювання головного приводу за допомогою коробки швидкостей. Гальмування головного приводу використовується, як правило, електричне (протівключенням або електро- динамічне), тому що особливих вимог до тривалості пуску та гальмування не висувається.

Для верстатів малих і середніх розмірів в якості двигунів головного руху використовуються асинхронні короткозамкнені двигуни. Привод подачі таких верстатів в більшості випадків здійснюється від головного двигуна через багатоступеневу коробку подач, або від окремих асинхронних двигунів.

Головний привод важких поздовжньо-фрезерних верстатів виконується від асинхронних двигунів з фазним ротором або від короткозамкнених двигунів з можливістю переключення статорних обмоток з «зірки» на «трикутник» (з метою розвантаження цехової мережі від великих пускових струмів). Для приводів подачі, діапазон регулювання яких складає $(40\div 60):1$, використовують двигуни постійного струму, керування якими здійснюється від тиристорних перетворювачів (ТП) або комплектний електропривод.

В допоміжних приводах фрезерних верстатів: приводи насосів охолодження, змащування і гідросистем, швидкого руху механізмів використовуються окремі асинхронні короткозамкнені електродвигуни.

Налагоджувальні режими здійснюються шляхом зміни передаточного числа редукторів відповідних приводів дистанційно електромеханічними пристроями або вручну за допомогою рукояток переключення.

Вимоги до систем керування є загальними як і для інших металообробних верстатів. Схеми керування також передбачають наявність блокіровок, які відповідно технологічним умовам роботи забезпечують необхідну послідовність включення окремих елементів електроприводів.

3. Розрахунок потужності двигунів електроприводів.

Потужність електродвигунів приводів механізмів визначається за єдиною методикою, яка приведена в Т.2.2. п.п.2, 3, 4.

4. Електроустаткування і схеми керування фрезерними верстатами.

Верстати фрезерної групи різних моделей мають ряд однотипних вузлів і подібні схеми керування електроприводами. Як приклад розглянемо схему вертикально-фрезерного верстату 6А59 з хрестовим робочим столом.

Склад схеми.

Силова частина:

М1 – електродвигун ГП;

М2 – електродвигун приводу подачі по осі «Х»;

М3 – електродвигун приводу подачі по осі «У»;

М4 – електродвигун приводу насосної станції охолодження;

TV1 – трансформатор схеми керування і місцевого освітлення;

VD1 – 4 – діодний міст живлення фрикційних електромагнітних муфт налагоджувального режиму;

YS1, YS2 - фрикційні електромагнітні муфти налагоджувального режиму;

EL1 – лампа місцевого освітлення.

Апарати керування:

SB1 – кнопка аварійної зупинки механізмів верстату;

SB2 – кнопка відключення живлення (зупинки) М1;

SB3 – кнопка включення живлення М1;

SB4 – кнопка пуску М1;

SB5 – кнопка зупинки М1;

SB6, SB7 – кнопки зупинки і пуску М2 в прямому напрямку;

SB8, SB9 – кнопки зупинки і пуску М2 в зворотному напрямку;

SB10, SB11 – кнопки зупинки і пуску М3 в прямому напрямку;

SB12, SB13 – кнопки зупинки і пуску М3 в зворотному напрямку;

SB14, SB15 – кнопки включення налагоджувального режиму;

SA1 – вимикач місцевого освітлення;

SA2 – перемикач ручного і автоматичного реверсування приводів подачі;

SA3 – вимикач насосу охолодження;

SQ1, SQ2 – кінцеві вимикачі обмеження руху і автоматичного реверсування приводу подачі по осі «Х»;

SQ3, SQ4 – кінцеві вимикачі обмеження руху і автоматичного реверсування приводу подачі по осі «У»;

KM1 – контактор включення живлення статорної обмотки M1;

KM2 – контактор включення статорної обмотки M1 на «зірку»;

KM3 – контактор включення статорної обмотки M1 на «трикутник»;

KT1 – реле часу запуску двигуна M1;

KM4 – контактор пуску M2 на прямий хід;

KM5 – контактор пуску M2 на зворотний хід;

KM6 – контактор пуску M3 на прямий хід;

KM7 – контактор пуску M3 на зворотний хід;

KM8 – контактор пуску M4 насоса охолодження.

Апарати захисту:

QF1 – ввідний автоматичний вимикач;

QF2, KK1 – автоматичний вимикач і теплове реле в колі двигуна M1;

QF3, KK2 – автоматичний вимикач і теплове реле в колі двигуна M2;

QF4, KK3 – автоматичний вимикач і теплове реле в колі двигуна M3;

FU1 – FU3 – запобіжники в колі M4;

FU4, FU5 – запобіжники в колі первинної обмотки TV1;

FU6 – запобіжник в колі місцевого освітлення;

FU7 – FU8 – запобіжники в колі схеми керування;

FU9 – FU10 – запобіжники в колі керування налагоджувальним режимом;

Принципова електрична схема верстату приведена на рис.2.23.

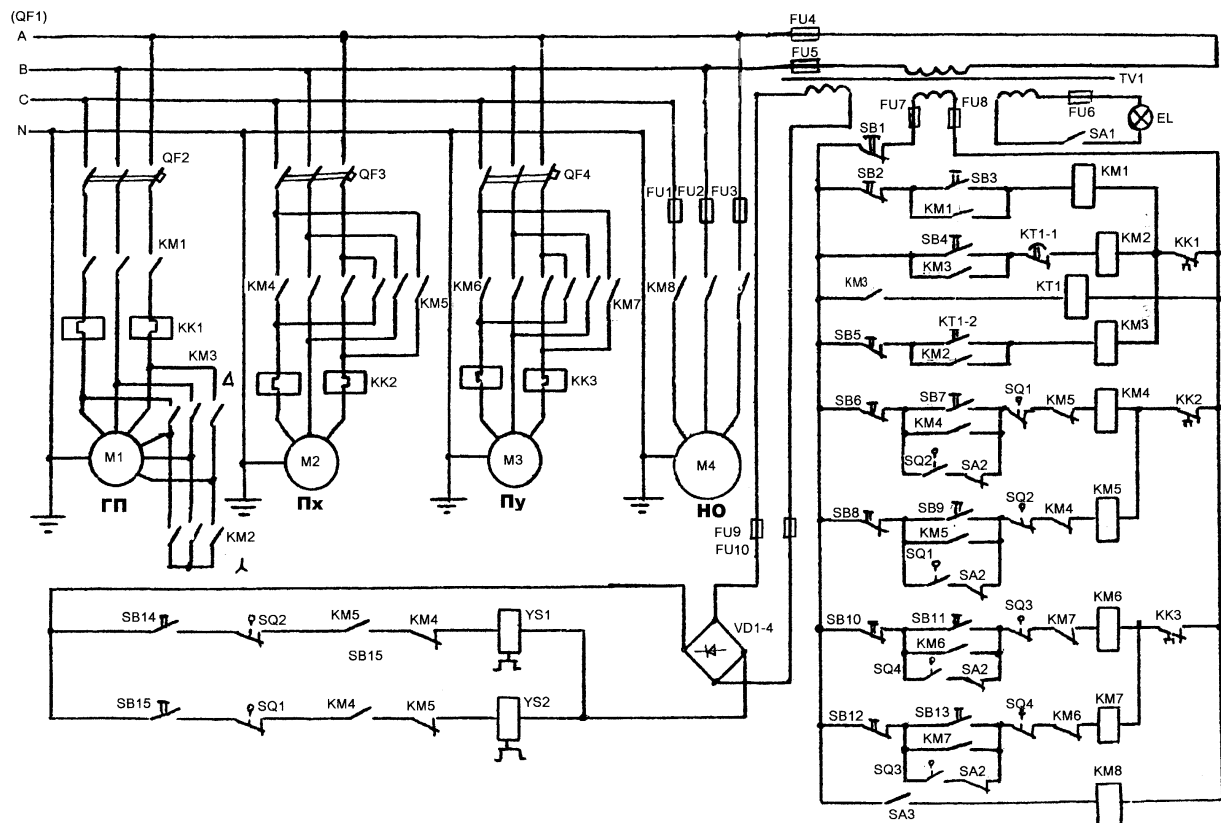


Рис. 2.23. Схема електрична принципова фрезерного верстату 6А59

Лекція № 19

Тема: Головний електропривід верстатів по системі Г-Д з МУ

Мета: Набуття студентами знань про систему Г-Д з МУ та її застосування для головного електроприводу верстатів

Методи: словесний, наочний.

План:

1. Головний електропривід верстата по системі Г-Д з МУ
2. Електрична схема головного приводу повздовжньо-стругального верстата за системою Г-Д з МУ

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувашов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981

Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок.- М:Высшая школа, 1982

З метою підвищення надійності приводу, отримання високої жорсткості механічних характеристик і необхідної швидкодії при заданій якості перехідних процесів у верстатах тих же моделей останнім часом замість ЕМУ стали використовувати МУ з проміжними транзисторними підсилювачами (у важких верстатах).

Розглянемо особливості електроприводу і робочі схеми управління стосовно повздовжньо-стругального верстата моделі 7242Б. Верстат призначений, для обробки виробів розміром 4000X1500 мм, швидкість різання регулюється від 5 до 75 м/хв, максимальне тягове зусилля при швидкості $v_{\text{нр}} = 5 \div 25$ м/хв рівне 90 кН.

Для приводу столу використовуються два двигуни постійного струму на напругу 110 В і потужністю по 32 кВт кожний, сполучених послідовно і живлених від одного генератора. Заміна одного двигуна повної потужності двома двигунами половинної потужності зменшує момент інерції приводу столу, а отже, і втрати енергії в перехідних процесах, або збільшує продуктивність верстата за рахунок підвищення прискорення. Регулювання кутової швидкості двигунів проводиться тільки зміною напруги генератора в діапазоні 15: 1.

На рис.1.5 а показана дещо спрощена електрична схема головного приводу. Обмотка збудження генератора розділена на дві частини (ОВГ-I і ОВГ-II), включені в плечі урівноваженого моста з двома баластними резисторами. В діагоналі моста включено два магнітні підсилювачі МУ1 і МУ2 (з внутрішнім зворотним зв'язком і виходом на постійному струмі), полярність напруги яких така, що струми $I_{\text{МУ1}}$ і $I_{\text{МУ2}}$ в напівобмотках збудження віднімаються, а в $R_{\text{в1}}$ і $R_{\text{в2}}$ складаються. Обмотки управління магнітних підсилювачів включені послідовно-зустрічно, тому при подачі в них струму один підсилювач підмагнічується, а інший розмагнічується. При цьому струм навантаження першого підсилювача зростатиме, а другого підсилювача-знижуватися (рис. 1.5,б). При зміні полярності струму управління зміни струмів навантаження будуть зворотними. За відсутності підмагнічування МУ1 МУ2 напруги на їх виході будуть однаковими, різниця струмів в навантаженні рівна нулю. При повному підмагнічуванні одного з магнітних підсилювачів, наприклад МУ1, і розмагнічуванні іншого (МУ2) рознесення струмів в навантаженні рівна максимальному значенню. На обмотки управління ОЗ1 і ОЗ2 подається різниця напруг задаючого U_z , що знімається з регулятора швидкості РС через потенціометр R_0 , і сигналу зворотного зв'язку по

швидкості $U_{0,\epsilon}$, що знімається з тахогенератора ТГ. Таким чином, управляюча напруга МУ, МУ2, від якого залежить струм збудження і напруга генератора, визначається виразом

$$U_y = U_z - U_{0,\epsilon} = U_z - k_{0,\epsilon} \omega \quad (1)$$

де $k_{0,\epsilon} = U_{m2} / \omega_{m2}$ - коефіцієнт зворотного зв'язку по швидкості, величина якого визначається діапазоном регулювання швидкості і необхідною жорсткістю механічних характеристик двигуна.

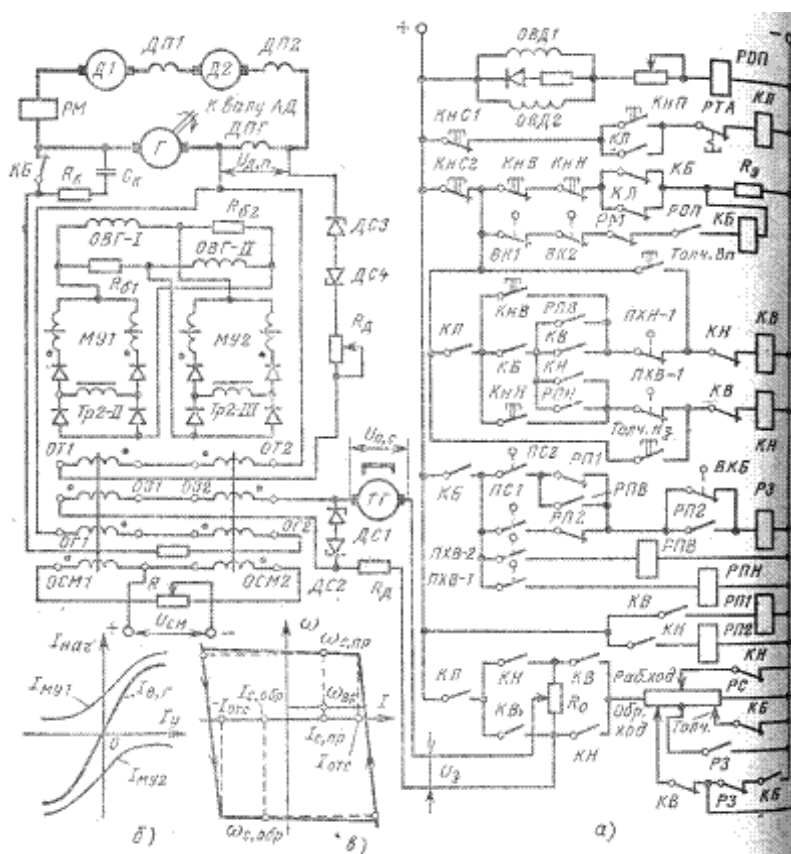


Рис. 1.5. Електрична схема головного приводу повздовжньо-стругального верстата за системою Г-Д з МУ.

З виразу (1) виходить, що при заданій величині U_z із зростанням навантаження двигунів Д1 і Д2 їх кутова швидкість знижуватиметься, що приведе до зменшення напруги $U_{0,\epsilon}$. Результуючий сигнал на вході МУ1, МУ2 збільшуватиметься, що викличе зростання напруги генератора і забезпечить підтримку заданого значення кутової швидкості двигунів (рис. 1.5, в).

Обмеження струму якірного кола при перевантаженнях і в перехідних режимах пуску, гальмування і реверсу двигунів проводиться за допомогою вузла відсічки по струму. В цей вузол входять: стабілітрони ДС3 і ДС4; обмотки управління магнітних підсилювачів ОТ1 і ОТ2, включені на різницю напруг: $U_{\Delta n}$, що знімається з обмоток додаткових полюсів генератора, і $U_{пр}$ пробую стабілітронів, вибраних по умові

$$U_{\text{нр}} = (1.8 + 2.0) I_{\text{ном}} R_{\text{д,н}} = I_{\text{отс}} R_{\text{д,н}} \quad (2)$$

Якщо $U_{\text{д,н}} < U_{\text{нр}}$, то стабілітрони замкнуті і вузол обмеження струму не діє. Коли ж струм в якірному ланцюзі перевищує значення $I_{\text{отс}}$, то $U_{\text{д,н}} > U_{\text{нр}}$ і по обмотках ОТ1, ОТ2 починає проходити струм. Магніторушійна сила (МДС) цих обмоток направлена назустріч МДС задаючих обмоток, тому різниця струмів в навантаженні магнітних підсилювачів зменшуватиметься, а це викличе зниження напруги генератора і обмеження подальшого зростання струму в якірному ланцюзі.

Схема управління головним приводом передбачає автоматичний і налагоджувальний режим роботи верстата в автоматичному режимі управління приводом здійснюється у функції шляху, контрольованого кінцевими перемикачами напрямку ходу столу (вперед, назад) ПХВ, ПХН і швидкості столу ПС1 і ПС2. Заздалегідь на столі верстата розставляються в потрібному положенні упори а і б, впливаючі на шляхові перемикачі (рис. 1.6, а), а рукоятками Роб.хід і Звор.хід регулятора швидкості РС встановлюються відповідно до заданих значень швидкості робочого і зворотного ходів столу.

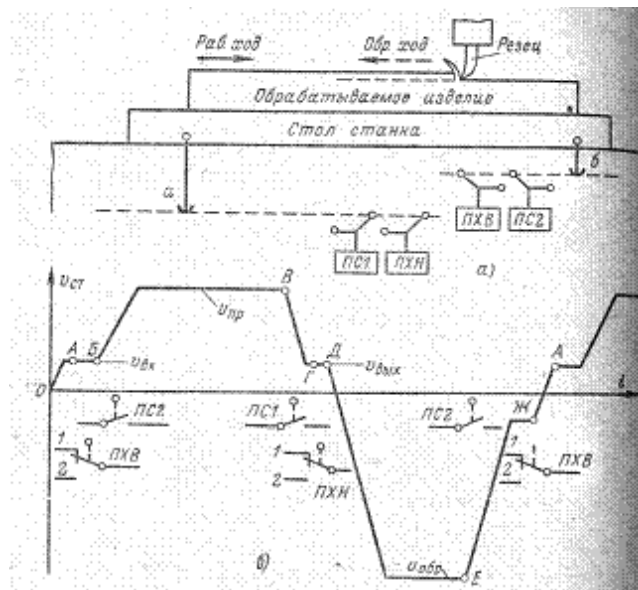


Рис. 1.6. Схематичне розташування перемикачів (а) і діаграма швидкості руху столу за цикл роботи повздовжньо-стругального верстата (б).

Розглянемо спочатку послідовність дій контактів перемикачів. Перед закінченням робочого ходу упор а натискає послідовно на вимикачі ПС1 і ПХН. При дії на ПС1 знижується швидкість столу перед виходом різця з виробу, а потім при дії на ПХН відбувається реверс з прямого ходу на зворотний. На початку зворотного ходу упор а, впливаючи на ПХН і ПС1, повертає їх контакти в колишнє положення. В кінці зворотного ходу упор б натискає на ПХВ – відбувається зниження швидкості, а потім,

при дії на ПХВ дається сигнал на реверсування, при якому відбувається урізування різця у виріб. Упор на початку робочого ходу повертає контакти ПХВ і ПС2 в колишнє положення.

Перед пуском верстата включається ввідний автоматичний вимикач ВА, при цьому подається напруга на силову частину схеми і на трансформатори Тр1 і Тр2 (вказані апарати на рис. 1.5, а не показані), до вторинних обмоток яких підключені: випрямляч, що живить обмотки збудження двигунів Д1, Д2 і схему управління, а також магнітні підсилювачі МУ1, МУ2 і інші вузли схеми. Натисненням на кнопку КнП включається контактор КЛ і своїми головними контактами підключає асинхронний двигун АД (на схемі не показаний) перетворюючого агрегату (Д-Г).

Розглянемо роботу схеми в автоматичному режимі. На рисунку. 1.6,б приведена діаграма швидкості руху столу за подвійний хід. Хай робота приводу починається в крапці 0. Якщо рукоятка Роб.хід регулятора швидкості РС встановлена в положення, відповідне $v_{ст} > 12 \text{ м/хв}$, то контакт перемикача ВКБ замкнутий. Шляхові вимикачі ПХВ і ПС2 натискають, а ПХН і ПС1 - звільнені.

Для пуску приводу натискаємо кнопку КнВ. Включаються контактори КБ і КВ, реле РПВ і РП1, а також реле РЗ. Знижена задаюча напруга $+U_{з.мін, тшп}$, що знімається з потенціометра R_0 , в даному випадку не залежить від установки рукояток регулятора швидкості РС. Ця напруга поступає на задаючі обмотки МУ1, МУ2, генератор Г збуджується і двигуни розганяються до кутової швидкості $\omega_{ер}$. Стіл верстата переміщається у напрямі робочого ходу, і при зниженій швидкості різець входить у виріб (точка А на діаграмі рис. 1.6,б). Потім звільняється перемикач ПХВ, і його контакт ПХВ-2 розмикається (точка Б). Відключається реле РПВ і потім реле РЗ. На задаючі обмотки ОЗ1, ОЗ2 подається напруга, обумовлена установкою рукоятки Роб.хід регулятора швидкості. Напруга, що підводиться до якоря двигуна, збільшується, і його кутова швидкість зростає до встановленого значення. В процесі руху столу звільняється перемикач ПС2.

У кінці робочого ходу (точка В) упор а натискає на важіль перемикача швидкості ПС1. Включається реле РЗ, а на вхід МУ1, МУ2 знову подається напруга $+U_{з.мін}$. Напруга генератора зменшується і двигун гальмується до кутової швидкості, відповідної швидкості руху столу. На цій швидкості різець виходить з виробу (точка Г). Потім упор натискає на перемикач ПХН. Розмикається контакт, ПХН-1 і замикається

контакт ПХН-2. При цьому відключається контактор КВ, спрацьовує реле РПН і своїм замикаючим контактом включає контактор КН. Допоміжний контакт КН включає реле РЛ2. Воно в свою чергу розмикаючим контактом розриває ланцюг котушки реле РЗ. Тому на задаючі обмотки ОЗ1 і ОЗ2 відразу подається повна напруга $-U_{z.z}$ відповідно до установки рукоятки регулятора швидкості Зв.хід. Струм в обмотках управління ОЗ1, ОЗ2 швидко зменшується до нуля, а потім зростає у зворотному напрямі. Аналогічним чином змінюватиметься напруга генератора. Відбувається реверс двигуна зниженої кутової швидкості прямого ходу, встановленої швидкості зворотного ходу. При русі столу в процесі розгону звільняються перемикачі ПХН і ПС1.

Перед закінченням зворотного ходу (в точці Е) замикається контакт ПС2 і включається реле РЗ. Замикаючий контакт цього реле в ланцюзі РС закривається, а розмикаючий - відкривається, тому до задаючих обмоток ОЗ1 і ОЗ2 підводиться знижена напруга $-U_{z.min}$. Двигуни переходять в гальмівний режим з рекуперацією енергії в мережу через генератор, який при цьому працює двигуном, і асинхронний двигун переходить в генераторний режим. Подальше переміщення стола відбувається із зниженою швидкістю до точки Ж, коли упор б натискуватиме на перемикач ПХВ. Контакт ПХВ-1 розмикається, контакт ПХВ-2 замикається. Відключається контактор КН і включаються реле РВП, а потім контактор КВ, реле РП1 і РЗ. На задаючі обмотки ОЗ1 і ОЗ2 подається сигнал. Відбувається реверс приводу із зниженої швидкості зворотного ходу на знижену швидкість прямого ходу. Надалі цикл роботи верстата повторюється. Для зупинки приводу натискаємо кнопку КнС2. Відключається контактор КВ, U_z стає рівною нулю, і двигуни швидко загальмовуються.

При роботі на верстаті з швидкостями різання менше 12 м/хв реле РЗ при робочому ходу не діє, оскільки розмикається контакт ВКБ і задаючі сигнали, що знімаються з регулятора РС, визначатимуться тільки установкою рукоятки Роб.хід.

У налагоджувальному режимі забезпечується отримання швидкостей столу 5 м/хв і менш. встановлюваних рукояткою регулятора швидкості Пошт.овх. Налагоджувальний режим, здійснюється при натисненні однієї з кнопок Пошт.Вп або Пошт.Нз, що викликає включення контактора КВ або КН. На вхід МУ1 і МУ2 подається знижена задаюча напруга, і двигуни переміщатимуть стіл в прямому або зворотному напрямі з малою швидкістю. При відпуску натиснутої кнопки відключається відповідний контактор і двигуни швидко зупиняються.

Схема управління електроприводом передбачає аварійне гальмування двигунів Д1 і Д2, яке відбувається при відключенні блокувального контактора КБ в результаті відсутності струму в ОВД1 і ОВД2, спрацьовування обмежувачів ходу столу, ВК2 або максимального реле РМ. З відключенням контактора КБ втрачають живлення контактори КВ або КН, і якір генератора підключається на обмотки управління ОП, ОГ2 магнітних підсилювачів таким чином, що вихідний струм МУ1, МУ2 розмагнічує генератор.

У даній схемі електроприводу передбачені: корекція системи шляхом з'єднання якоря генератора через ланцюжок $R_k - C_k$ з обмотками управління ОГ1, ОГ2 і обмеження напруги на задаючих обмотках ОЗ1, ОЗ2 магнітних підсилювачів за допомогою стабілітронів ДС1 і ДС2 в перехідних режимах, коли мають місце різкі зміни напруг U_z і $U_{0,c}$.

Розглянута схема головного приводу повздовжньо-стругального верстата відрізняється великою надійністю, достатньо високою швидкістю і забезпечує широке і точне регулювання частоти обертання двигунів. Недоліком системи Г-Д з МУ є низький (до 25%) КПД пристрою збудження. Перспективним слід рахувати вживання пристрої збудження на тиристорах або навіть заміну системи Г-Д реверсивною системою ТП-Д.

Лекція № 20

Тема: Головний електропривід верстата по системі ТП-Д. Привід подачі супортів.

Мета: Набуття студентами знань з застосування системи ТП-Д в головних електроприводах верстатів. Привід подачі супортів.

Методи: словесний, наочний.

План:

1. Головний електропривод верстату по системі ТП-Д.
2. Схема управління головним приводом повздовжньо-стругального верстата за системою ТП-Д з полагодженим регулюванням.
3. Привід подачі супортів.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

3 Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувашов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981

4 Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок.-М:Высшая школа, 1982

1. Головной электропривод верстату по системі ТП-Д.

Найперспективнішою для головного приводу повздовжньо-стругальних верстатів в даний час є замкнута система електроприводу з живленням якоря двигуна постійного струму від реверсивного тиристорного перетворювача і з підлеглим регулюванням параметрів.

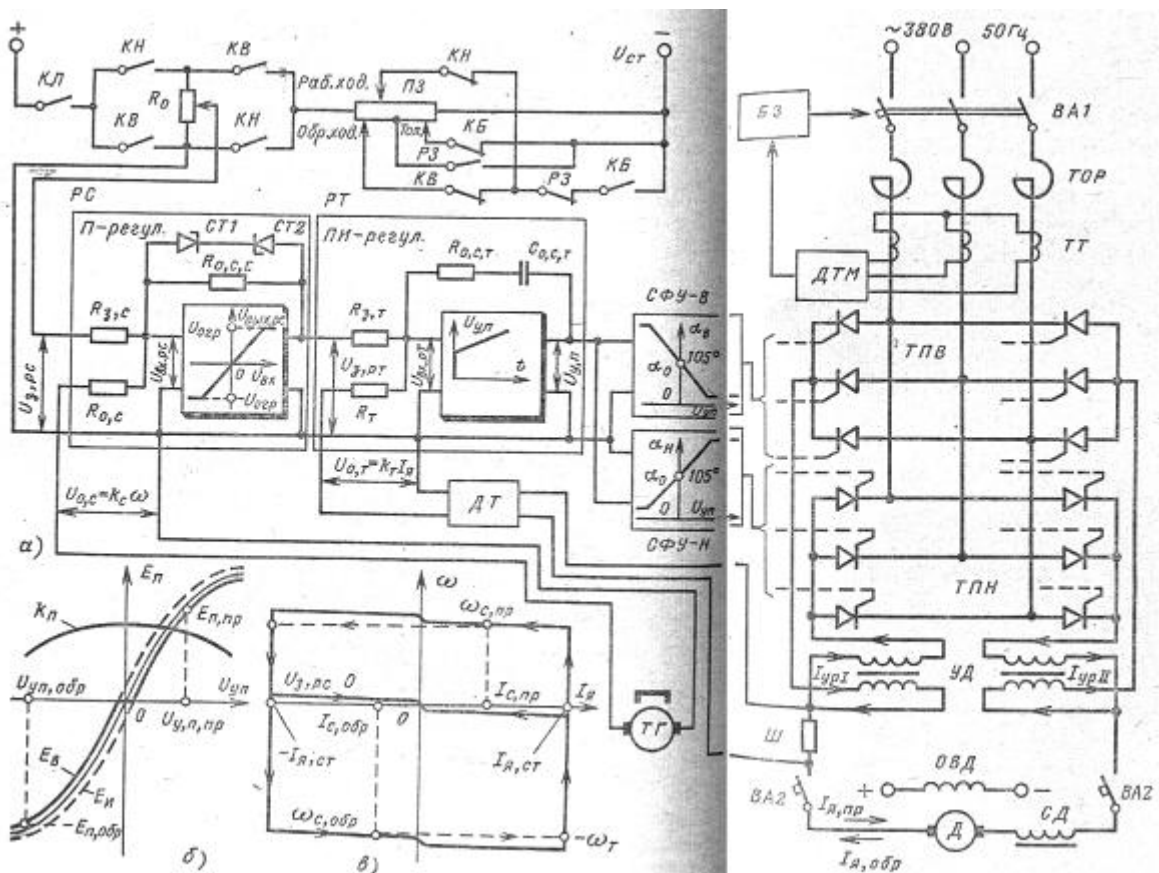


Рис. 1. Схема управління головним приводом повздовжньо-стругального верстата за системою ТП-Д з полагодженим регулюванням.

а - функціонально-принципова схема електроприводу; б - регулювальна характеристика перетворювача; в- статичні характеристики двигуна.

В подібних системах як підсилювачі, датчики, задаючі пристрої, і джерела живлення застосовуються прилади уніфікованої блокової системи регуляторів. Як приклад розглянемо один з варіантів схеми такого приводу для повздовжньо-стругального верстата середніх розмірів.

На рис. 1, а приведена функціонально-принципова схема реверсивної системи ТП-Д з підлеглим регулюванням параметрів і послідовно корекцією. Якір двигуна Д одержує живлення від тиристорного перетворювача, що складається з двох груп вентилів ТПВ і ТПН, сполучених по зустрічно-паралельній мостовій схемі для роботи з сумісним управлінням групами при нелінійному узгодженні регулювальних характеристик. Перетворювач ТП підключений до мережі 380 В через струмообмежувальні реактори ТОР. На стороні випрямленого струму встановлений згладжуючий дросель СД. В колі зрівняльних струмів включений чотирьохобмотувальний дросель УД з електромагнітним зв'язком контурів зрівняльних струмів $I_{\text{зр}1}$ і $I_{\text{зр}2}$.

Вузол управління пуском, гальмуванням і реверсом двигуна виконаний у вигляді подвійного задаючого потенціометра, одержуючого живлення від джерела стабілізованої напруги +24 В через контакти контакторів КВ і КН.

На вхід підсилювача РС, що є регулятором швидкості, подається сигнал $U_{\text{вх. РС}}$, рівний різниці задаючої напруги і напруги зворотного зв'язку, що знімається з тахогенератора ТГ. Отже, підсилювач РС є пропорційним регулятором (П-регулятор).

Окрім основного зовнішнього контура регулювання швидкості в схемі є внутрішній замкнутий контур регулювання струму якоря двигуна. Для цього пропорційний струму негативний сигнал, що знімається з шунта Ш і посилений датчиком струму ДТ, п ланцюгу негативного зворотного зв'язку вводиться на вхід другого підсилювача РТ - регулятора струму. Тут він алгебраїчно підсилюється з сигналом, утворюючи результуючий сигнал. Отже, вхідний сигнал регулятора швидкості є задаючим сигналом для регулятора струму. На виході РТ, який охоплений місцевим зворотним зв'язком у вид ланцюжка, формується сигнал, що поступає на блоки фазового управління СФУ-В і СФУ-Н тиристорними групами ТПВ і ТПН. У вихідному сигналі містяться дві складові, один з яких пропорційна сигналу, інша - інтегралу за часом від, тобто регулятор РТ - пропорційно-інтегральний (ПІ-регулятор). Такий регулятор підтримуватиме значення струму якоря двигуна відповідно до

завдання, тобто з сигналом $I_{\text{ж}2}$. Тому і говорять, що контур регулювання струму в даній схемі є підлеглим контуру регулювання швидкості, звідси і термін «підлегле регулювання».

Для обмеження струму якоря двигуна вихідний сигнал регулятора РС має обмеження.

Обмеження вихідної напруги регулятора РС проводиться за допомогою стабілітронів СТ1 і СТ2, що підключаються паралельно резистору зворотного зв'язку $R_{0,с.с.}$.

Пуск двигуна в даній схемі проводиться подачею задаючого сигналу з регулятора швидкості столу ПЗ натисненням кнопки Вперед (релейно-контакторна частина схеми управління приводом виконана приблизно так само, як в попередній схемі для системи Г-Д з МУ і тут не розглядається). Оскільки сигнал $U_{\text{з.РС}}$ у багато разів перевищує стале значення вхідного сигналу $U_{\text{ек,РС}}$ регулятор РС входить в зону обмеження, і на його виході діє сигнал $U_{\text{обмеж}}$. Контур регулювання швидкості як би розмикається, а контур регулювання струму вступає в дію, і двигун починає розганятися практично при постійному струмі якоря, рівному $I_{\text{я.ст}}$. У міру розгону зростає сигнал від тахогенератора ТГ. При кутовій швидкості двигуна, близькій до заданої, регулятор РС виходить із зони обмеження, і з цієї миті вступає в дію зворотний зв'язок по швидкості.

Розгін двигуна закінчується, і він переходить в сталий режим при кутовій швидкості $\omega_{\text{с.ж}}$ і струмі якоря $I_{\text{с.ж}}$, відповідних навантаженню столу при прямому ході.

У кінці прямого ходу столу перемикаються контакти шляхового вимикача ПХН, при цьому змінюється полярність задаючого сигналу, і регулятор РС входить в зону обмеження. Сигнал управління перетворювача на вході обох СФУ зменшується. Перетворювач ТПВ закриється, а ТПН працюватиме в інверторному режимі при $\alpha_i > 90^\circ$. Струм якоря, змінивши напрям, стане гальмівним і завдяки дії регулятора РТ підтримуватиметься на рівні $I_{\text{я.ст}}$. Відбувається рекуперативне гальмування двигуна Д і далі його розгін в напрямі Назад (зворотний хід столу).

При відключенні контактів КВ або КН задаючий сигнал стане рівним нулю, і під дією сигналу зворотного зв'язку здійснюватиметься рекуперативне гальмування двигуна в зоні великих швидкостей, і по характеристиці $\omega = f(I_a)$, при низьких швидкостях (рис. 1, в).

Рівняння статичних електромеханічної і механічної характеристик двигуна в даній системі на ділянці роботи регулятора швидкості можна одержати з умови рівності сигналів $U_{0,ж} = U_{1,PT}$, звідки знаходимо вирази для кутової швидкості

$$\omega = \frac{U_{1,PC}}{k_c} - I_a \frac{k_{ж}}{k_c k_{PC}}$$

де $k_c = U_{1,PCmax} / \omega_{max}$ - коефіцієнт зворотного зв'язку по швидкості, Вс/рад;
 $k_{ж} = U_{1,PTmax} / I_{a,ст}$ - коефіцієнт зворотного зв'язку по струму, Ом; $k_{PC} = T_{ж} C k_T / (4 T_{ж} k_c)$ -
 коефіцієнт передачі регулятора швидкості; $c = E_{аном} / \omega_{ном}$ - стала двигуна по ЕРС, вс/рад.;
 $k_{дв}$ - коефіцієнт передачі двигуна, А/ (Н • м).

Жорсткість характеристик двигуна на цій ділянці визначається співвідношенням параметрів k_c , k_T , k_{PC} і може бути забезпечено достатньо високою. На ділянці роботи регулятора струму, як наголошувалося вище, $I_a = I_{a,ст}$. Вид електромеханічних характеристик двигуна при прямому і зворотному ходах столу, відповідних різним значенням сигналу $U_{1,PC}$ показаний на рис. 1, в.

Використання підлеглого регулювання на базі використання як регулятор струму і швидкості елементів УБСР спрощує монтаж, наладку і експлуатацію складних електроприводів, дає можливість зручно і ефективно коректувати перехідні процеси електроприводу. Аналогічно реалізовується підлегле регулювання і в інших системах електроприводу, наприклад в системі Г-Д з тиристорним збуджувачем генератора.

2. Привод подачі супортів

Подача супортів повздовжньо-стругальних верстатів проводиться періодично, звично при реверсуванні із зворотного ходу на прямій, і повинна закінчитися до початку різання. Подача здійснюється механічними, електромеханічними, електричними або гідравлічними пристроями. Привід подачі повинен забезпечувати регулювання подачі в діапазоні (40-80) : 1, при цьому час найбільшої подачі не повинен перевищувати часу реверсу столу верстата (десяті частки секунди).

У сучасних верстатах для періодичної подачі супортів знаходять широке вживання електромеханічні пристрої з приводом від окремого асинхронного двигуна, який автоматично включається у відповідний момент циклу, проводить переміщення супорта і потім також автоматично вимикається.

Лекція № 21

Тема: Електроустаткування фрезерних верстатів. Призначення, будова, типи електроприводу. Розрахунок потужності електродвигуна фрезерного верстата.

Мета: Ознайомлення з електроустаткуванням фрезерних верстатів, призначенням, будовою, типами електроприводу. Вміти розрахувати потужність електродвигуна фрезерного верстата.

Методи: словесний, наочний.

План:

1. Електроустаткування фрезерних верстатів.
2. Призначення, будова, типи електроприводу.
3. Розрахунок потужності електродвигуна фрезерного верстата.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

5 Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувашов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981

6 Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок.-М:Высшая школа, 1982

1.Електроустаткування фрезерних верстатів. Призначення, будова, типи електроприводу.

Фрезерний верстат — металообробний верстат призначений для обробки фрезою плоских і фасонних поверхонь, тіл обертання, зубчастих коліс та інших заготовок. Деталь, закріплена на столі, робить поступальний рух (криволінійний або прямолінійний), при цьому фреза робить обертовий рух. Керування металорізальним верстатом здійснюється вручну, механічно або автоматично за допомогою системи ЧПУ.

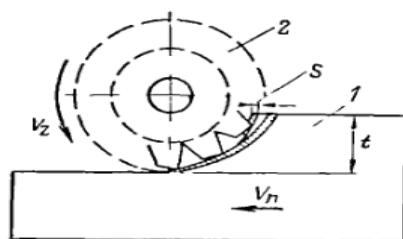


Рис. 10-1 Схема фрезирования.

На рисунку 1 показана схема фрезування. Головним рухом є обертання фрези 2, рухом подачі – переміщення виробу 1. Кожне з лез фрези знімає стружку протягом долі оберту фрези, при цьому перетин стружки змінюється від нуля до найбільшої величини.

Основні типи фрезерних верстатів

Фрезерні верстати поділяють на 6 видів:

- універсально-фрезерний верстат,
- горизонтально-фрезерний верстат,
- широкоуніверсальний фрезерний верстат,
- вертикальний консольно-фрезерний верстат,
- вертикально- і горизонтально-фрезерний безконсольний верстат,
- поздовжно-фрезерний верстат.

Універсально-фрезерний верстат — це металорізальний верстат із горизонтальним розташуванням шпинделя, призначений для роботи з різними типами фрез. Цей фрезерний верстат використовується для обробки вертикальних і горизонтальних фасонних і гвинтових поверхонь, пазів і кутів. У горизонтальній площині верстат має поворотний стіл, що дозволяє фрезерувати гвинтові канавки.

Горизонтально-фрезерний верстат відрізняється від універсально-фрезерного відсутністю поворотного механізму.

Широкоуніверсальний фрезерний верстат — це металорізальний верстат, який має додаткову шпиндельну головку. Її можна повертати під будь-яким кутом у двох взаємно перпендикулярних площинах. Для більшої ефективності на поворотній головці монтують накладну фрезерну головку. З її допомогою можна обробляти на верстаті деталі складної форми не лише фрезеруванням, але і свердлінням, зенкеруванням, розточуванням і т. д.

Вертикальний консольно-фрезерний верстат — металорізальний верстат з вертикально розташованим шпинделем. У деяких моделях верстатів допускається зсув уздовж своєї осі й поворот навколо горизонтальної осі, розширюючи тим самим технологічні можливості верстата.

Вертикально- і горизонтально-фрезерний безконсольний верстат призначений для обробки різних поверхонь, а також пазів у великогабаритних деталях. У цих верстатах

відсутня консоль, а полози та стіл переміщаються по напрямляючим станини, встановлених на фундамент.

Поздовжньо-фрезерний верстат — металорізальний верстат, який використовується для обробки великогабаритних заготовок. Обробка здійснюється, головним чином, торцевою фрезою, також є можливість обробки циліндричними, кінцевими, дисковими та фасонними фрезами.

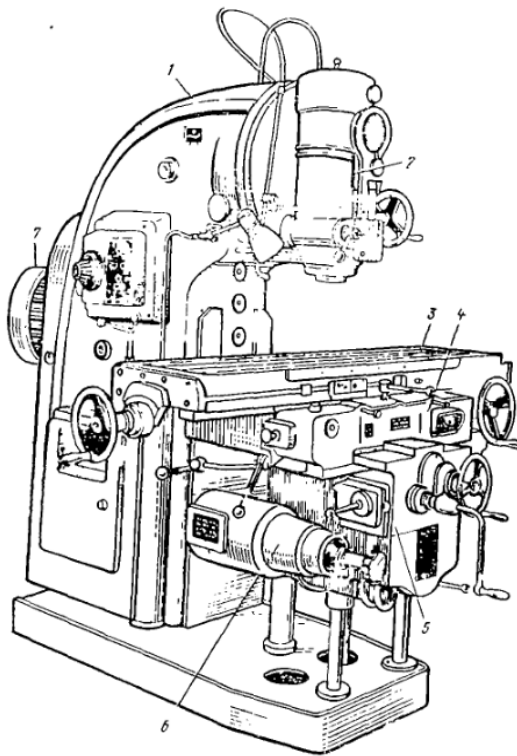


Рис 10.2 Вертикально-фрезерний станок модели 6H13
20*

Вертикально-фрезерний верстат показаний на рисунку 2. Основні вузли верстату: станина 1, в верхній частині якої знаходиться поворотна фрезерна головка 2, консоль 5, що несе салазки 4, робочий стіл 3. Консоль рухається вгору і вниз по вертикальним напрямляючим станини. По горизонтальним напрямляючим консолі переміщуються салазки 4, а по напрямляючим салазок – робочий стіл. Таким чином, верстат має три взаємно перпендикулярних рухи подачі, що здійснюються через коробку передач 6 від вбудованного в неї асинхронного двигуна. Обертання фрези передається від двигуна 7 через коробку швидкостей, що знаходиться усередині станини. Вертикально-фрезерні верстати використовують для обробки поверхності торцевими фрезами, а також для фрезювання пазів, шпоночних канавок і т.п.

За прийнятою класифікацією фрезерні верстати відносять до шостої групи, але частина фрезерних верстатів входить й у п'яту групу - зубо- і різьбообробних верстатів.

Кожен верстат має свій шифр, який складається з цифр і букв: перша цифра позначає групу верстата, друга - його тип:

- 1 - консольні вертикально-фрезерні,
- 2 - безперервної дії,
- 3 - одностійкові поздовжно-фрезерні,
- 4 - копіювальні та гравірувальні,
- 5 - вертикальні безконсольні (із хрестовим столом),
- 6 - поздовжньо-фрезерні,
- 7 - широкоуніверсальні,
- 8 - консольні, горизонтальні,
- 9 - різні.

Третя та четверта цифри позначають один з характерних розмірів верстата. Якщо буква розташована між першою та другою цифрами, то це означає, що конструкція верстата модифікована. Наприклад, універсальний консольно-фрезерний верстат протягом багатьох років вдосконалювався, тому змінювався шифр його позначення: 682, 6Н82, 6М82, 6Р82, 6Т82 та 6Р82Ш.

Коли буква розташована наприкінці номера верстата, те це означає наступне: конструктивну модифікацію основної моделі, наприклад, 6Р82М - верстат горизонтально-фрезерний; 6Р12Б - швидкохідна модель, 6Р82Ш - широкоуніверсальний; різне виконання верстатів по класах точності: Н - нормальної точності, П - підвищеної, В - високої, А - особливо високої і З - верстати особливо точні; різні виконання по використовуваних системах керування верстатами.

Фрезерні верстати із програмним управлінням можуть бути додатково оснащені механізмами автоматичної зміни інструментів. Якщо цей механізм виконаний у вигляді револьверного барабана, у позначенні моделі верстата після цифр ставиться буква Р (наприклад, 6Р13РФ3), якщо ж він виконаний у вигляді інструментального магазину - буква М (наприклад, 6Т13МФ4).

В окремих випадках після основного позначення моделі через дефіс (ризку) ставляться одна або дві цифри, які вказують на те, що заводом-виготовлювачем внесені зміни в базову модель, пов'язані в основному із приводами подач або із системами керування. У чому складаються ці зміни, вказується в паспорті верстата.

Устрій верстатів фрезерної групи

Найпоширенішими типами фрезерних верстатів є широкоуніверсальні, горизонтальні, вертикальні та універсальні верстати.

На консольних горизонтально-фрезерних та універсально-фрезерних верстатах можна проводити обробку горизонтальних та вертикальних плоских поверхонь, пазів, кутів, рамок, зубчастих коліс та ін. Універсальні верстати, які мають поворотний стіл, можна використовувати для фрезерування різних гвинтових поверхонь. Технологічні можливості цих верстатів розширюються із застосуванням ділильних, довбальних, накладних універсальних головок та інших пристосувань.

У горизонтально-фрезерних верстатів розташування шпинделя горизонтальне, у вертикально-фрезерних — вертикальне. Консольно-фрезерні універсальні верстати відрізняються від горизонтально-фрезерних наявністю конструкції, яка забезпечує поворот стола щодо вертикальної осі. Широкоуніверсальні фрезерні верстати від універсальних відрізняються наявністю на станині спеціального хобота, на якому встановлена додаткова головка зі шпинделем. Деталі та вузли фрезерних верстатів широко уніфіковані.

2 Типи електроприводів фрезерних верстатів

Фрезерні верстати відносяться до групи верстатів з головним обертовим рухом. Діапазон регулювання кутових швидкостей шпинделя складає від 20 : 1 до 60 : 1 при збереженні постійності віддаючої електродвигуном потужності. Зміна кутової швидкості шпинделя в процесі роботи не потребується, тому для фрезерних верстатів використовують ступінчате регулювання швидкості головного приводу. Особистих вимог до пускового моменту, тривалості пуску і гальмування приводу не пред'являється.

Для приводів головного руху фрезерних верстатів малих та середніх розмірів використовуються одно- або багатошвидкісні асинхронні короткозамкнені двигуни з коробкою передач. Виконання двигунів зазвичай фланцеве. Привод подачі таких верстатів здійснюється від головного двигуна через багатоступінчасту коробку подачі. Загальний діапазон регулювання подачі до (20-30) : 1. У верстатах, на яких не виконуються зуборізні роботи, для привода подачі застосовують окремі електродвигуни, що спрощує конструкцію верстату.

Головний привод важких повздовжньо-фрезерних верстатів також виконується від асинхронних двигунів з механічним ступінчатою зміною кутової швидкості шпинделя

для приводів подачі столу і фрезерних головок таких верстатів. Діапазон регулювання швидкості яких досягає значень (40-60) :1, використовують двигуни постійного струму, підключені по системі Г-Д з ЕМУ в якості збудника. В даний час для таких приводов використовують систему ТП-Д.

Допоміжні приводи фрезерних верстатів: приводи насосів охолодження, мастила і гідросистем, швидкого переміщення фрезерних головок і поперечин у повздовжньо-фрезерних верстатах і інших – здійснюються від окремих асинхронних електродвигунів.

3.Розрахунок потужності двигунів фрезерних верстатів

Фрезерні верстати загального призначення і зубофрезерні верстати працюють у тривалому режимі з постійним навантаженням. Тому потужність двигунів визначається по розрахованому, найбільшому навантаженні, можливий для даного верстату.

Нормативна швидкість різання, м/хв., при фрезеруванні визначається по формулі:

$$v_z = \frac{C_v d^q}{T^m s^y t^x B^k z^n}, \quad (10-1)$$

де C_v — коефіцієнт, залежний від оброблюваного матеріалу, типу фрези (циліндрична, торцева, і т.п.) та виду обробки (чорнова або чистова); d — діаметр фрези, мм; z — число зубів фрези; s — подача на зуб фрези, мм; t — глибина фрезування, мм; B — ширина фрезування, мм; T — стійкість фрези, для циліндричних, торцевих, дискових і фасонних фрез при обробці сталі і ковкого чавуну = 180 хв, , при обробці сірого чавуну = 240 хв.

Зусилля різання при фрезуванні:

$$F_z = 9,81 C_F t^{x_F} s^{y_F} z d^k. \quad (10-2)$$

Значення показників ступеню і коефіцієнтів в рівняннях (10-1) і (10-2) знаходяться по довіднику по режиму різання. Подача для циліндричних фрез при чорновому фрезуванні на потужних верстатах $s= 0,02-0,6$ мм на зуб. При чистовому фрезуванні подача знижується до 0,02-0,08 мм на зуб. Глибина фрезування t може доходити до 15 мм. Потужність різання знаходимо за формулою

$$P_z = F_z v_z / (60 \cdot 10^3). \quad (10-3)$$

Потужність на валу головного електродвигуна, знаходимо по формулі

$$P_{\text{дв}} = P_{\text{з, ном}} / \eta_{\text{ст, ном}}, \quad (10-4)$$

де $P_{\text{з, ном}}$ – найбільш можлива потужність різання;

$\eta_{\text{ст, ном}}$ – ККД верстату при номінальній потужності (0,75-0,8).

По знайденому значенню $P_{\text{дв}}$ обираємо двигун рівний або більший потужності на відповідну номінальну частоту обертання.

При механічному приводі подачі від головного двигуна через коробку подач потужність цього двигуна повинна бути приблизно на 5% більше потужності, необхідної для кола головного руху.

Машинний час, хв., за один прохід фрези при циклічному фрезуванні знаходимо по формулі

$$t_{\text{м}} = (l + l_0 + y) / s_{\text{м}}, \quad (10-5)$$

де l – довжина фрезування, мм;

l_0 – довжина врізання, мм;

y – пробіг фрези, мм;

$s_{\text{м}}$ – швидкість подачі, мм/хв..

Довжина врізання визначається по формулі

$$l_0 = \sqrt{t(d - t)}, \quad (10-6)$$

де t – глибина різання, мм; d – діаметр фрези, мм.

Викликає інтерес розрахунок потужності двигуна подачі столу важких повздовжньо-фрезерних верстатів, діапазон регулювання швидкості робочих подач

яких $D_{\text{раб}} = (30 \div 200) : 1$, швидкі переміщення в 1,5-4,2 рази більше $v_{\text{раб, п.}}$.

Кінематична схема приводу стола найбільш проста при умові, що весь діапазон подач забезпечується за рахунок регулювання кутової швидкості двигуна. При цьому

потужність двигуна, кВт, при регулюванні кутової швидкості зміною $U_{\text{п}}$ визначається

: найбільшим тяговим зусиллям на столі $F_{\text{т, max}}$, найбільшою швидкістю швидкого

переміщення $v_{\text{б, пер}}$ і втратою в передачі. Розрахункова формула має вид:

$$P_{\text{дв, расч}} = \frac{F_{\text{т, max}} v_{\text{б, пер}}}{60 \eta_{\text{п}}} 10^{-3}. \quad (10-7)$$

Лекція № 22

Тема: Електропривід і схеми управління вертикально-фрезерного верстата. Копіювання.

Мета: Набуття студентами знань з питань електроприводу та роботи схеми управління вертикально-фрезерного верстата. Особливості копіювання.

Методи: словесний, наочний.

План:

1 Електропривід і схеми управління вертикально-фрезерного верстата.

2 Схема управління копіювально- вертикальним верстатом.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

3 Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувашов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981

4 Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок.- М:Высшая школа, 1982

1. Електропривод і схема управління вертикально-фрезерного верстату.

Вертикально- і горизонтально-фрезерні верстати різних моделей мають ряд однотипових вузлів і схожі схеми управління електроприводами. В якості прикладу розглянемо електрообладнання вертикально-фрезерного верстату моделі 654.

Шпиндель верстату одержує обертання від асинхронного двигуна потужністю 13 кВт при 141 рад/с через коробку швидкості, яка дає 18 ступенів кутової швидкості (від 2,5 до 125 рад/с). Перемикання швидкості робиться вручну. Продольне і поперечне переміщення столу (в діапазоні регулювання швидкості подачі від 10 до 1000 мм/хв.) і вертикальне переміщення шпиндельної бабки (в діапазоні регулювання від 4 до 400 мм/хв.) здійснюється від двигуна постійного струму через коробку подач при безступінчатому електричному регулюванні кутової швидкості в діапазоні 10 : 1. Електромеханічне регулювання швидкості забезпечує робочі подачі і швидке переміщення столу і шпиндельної бабки верстату. Зміна напрямку руху здійснюється електромагнітними муфтами, які змонтовані усередині корпусу коробки подач. Електромагнітні муфти забезпечують як незалежне включення всіх переміщень, так і їх одночасну дію.

Електрична схема управління електроприводами приведена на рисунку 10-6. Напрямок обертання шпинделя задається перемикачем ВП. Пуск двигуна шпинделя ДШ для тривалої роботи здійснюється натисканням кнопки КнП1, при цьому вмикається контактор КШ і реле РП1. Для швидкої зупинки двигуна шпинделя слід натиснути кнопку КнС1 і утримувати її протягом 1,5-2 с. При цьому відключається контактор КШ і вмикається контактор КТ, обмотка статора з'єднується з випрямлячем Вп1 і відбувається динамічне гальмування двигуна. З відпусканням кнопки КнС1 контактор КТ відключається і схема приходить в початкове положення.

Налагоджувальний режим, призначений для перевірки правильності встановлення оброблювальних виробів і інструменту, а також для опробування окремих вузлів верстату, може бути здійснений короткочасним натисканням кнопки Кн «Толчок». Двигун ДШ в цьому випадку буде працювати протягом дії на кнопку.

Для рухів подач застосовується комплектний привод типу ПМУ6М. пуск двигуна подачі ДП здійснюється натиском кнопки КнП2 і можливий тільки після вмикання приводу шпинделя і автоматичного вимикача ВЛ2. Якір двигуна ДП живиться від трифазного силового магнітного підсилювача МУ, робочі обмотки ω_p якого включені через діоди Д1-Д6. Кутова швидкість двигуна ДП регулюється від 15 до 150 рад/с зміною напруги, що підводиться до якоря, і від 150 до 300 рад/с – послабленням магнітного потоку. Напруга управління U_y , що поступає на обмотки управління ω_y магнітного підсилювача, що визначає кутову швидкість двигуна в робочому діапазоні, рівне алгебраїчній сумі напруг: задаючого U_z , зникаючого з регулятора – потенціометра РС, сигналу негативного зворотнього зв'язку по напрузі $U_{o,n}$ на затискачах якоря і сигналу позитивного зворотнього зв'язку по струму $U_{c,t}$, отриманого за допомогою трансформатора струму ТТ і випрямляча Вп2.

Обмеження струму якірного кола при пуску двигуна подачі виконується за допомогою реле РМ. При вмиканні контактора КП по обмоткам управління ω_y проходить струм I_y , більший номінального струму управління $I_{y\text{ ном}}$, магнітний підсилювач «відкривається» і пусковий струм двигуна зростає до $I_n \approx 2I_{\text{ном}}$; реле РМ спрацьовує і розмикаючим контактом відключає задаючу напругу з обмоток ω_y . при цьому напруга при виході магнітного підсилювача знижується, а струм якоря зменшується до значення при якому реле РМ відключається і замикає свій контакт.

Обмотка ω_y знову підключається до напруги U_3 , струм якоря двигуна збільшується, РМ знову спрацьовує і т.д. таким чином, реле РМ буде працювати в вібраційному режимі до закінчення пуску двигуна ДП, коли $I_{\pi} = I_c$.

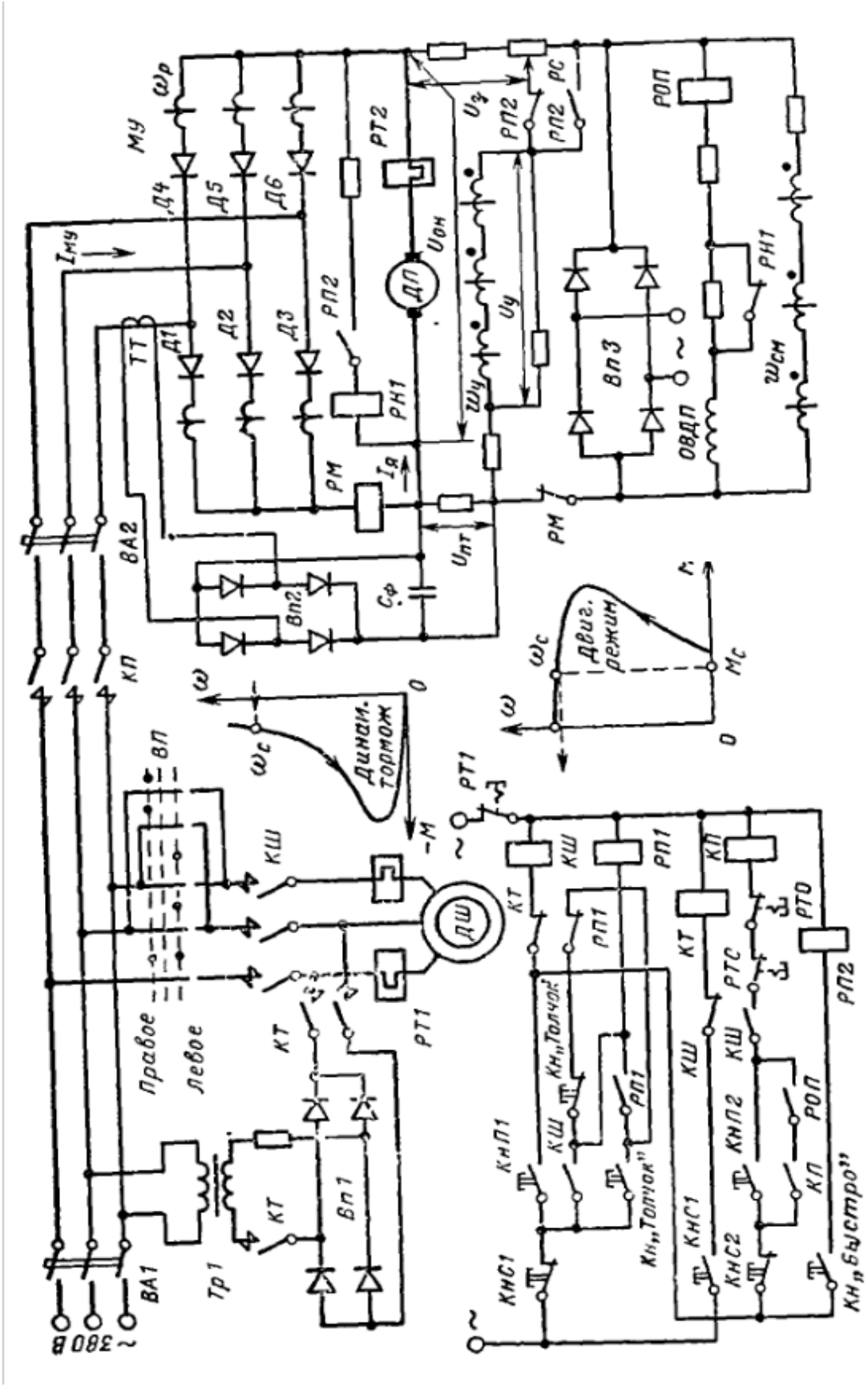


Рис 10.6 Схема управління електроприводами вертикального фрезерно-с станка

Для виконання швидкого переміщення стола або шпindelьної бабки верстату, необхідно натиснути кнопку Кн «Быстро». При цьому включається реле РП2 і на обмотки ω_y незалежно від положення движка регулятора РС подається максимальна напруга $U_{z, max}$. Двигун розганяється і при кутовій швидкості, близькій до номінальної включається реле РМ1, в коло обмотки збудження вводиться додатковий опір струм збудження зменшується і двигун дорозганяється до максимальної швидкості (300 рад/с). Швидке переміщення триває стільки часу, скільки буде знаходитися в натиснутому положенні кнопка Кн «Быстро».

Крім головного двигуна ДШ і двигуна подачі ДП верстат має ще два невеликих короткозамкнених двигуни (на схемі не показані) для насосів змащування і охолодження.

Захист двигунів шпинделя, насосів змащення і охолодження від тривалих перевантажень здійснюється тепловими реле – відповідно РТ1, РТС, РТО.

2. Особливості електрообладнання копіювально-фрезерних верстатів

Копіювальні верстати застосовуються для обробки деталей з просторово-складними поверхнями. Обробка деталей на копіювальних верстатах здійснюється по раніше підготовленим моделям або шаблонам. Корпус копіювального прибору жорстко зв'язаний з шпindelьною бабкою. в процесі копіювання по поверхні моделі рухається копіювальний палець, форма якого відповідає ріжучому інструменту. Переміщення копіювального пальця передаються інструменту через проміжну систему управління. Тому розрізняють два види копіювання: 1) з безпосереднім механічним управлінням і 2) із слідкуючим управлінням.

В копіювально-фрезерних верстатах широко застосовуються системи електричного копіювання, які можна розділити на :

- 1) Системи переривистого релейного управління з контактним копіювально-вимірювальним приладом (електроконтактною копіювальною головою), який управляє електромагнітними муфтами подач. В якості двигунів подач використовують асинхронні короткозамкнені двигуни і двигуни постійного струму. Регулювання швидкості подач в першому випадку механічне ступінчате, в другому – комбіноване електромеханічне. Електрокопіювальні системи переривистого управління завдяки їх

простоті і надійності широко застосовуються в копіювальних пристроях, що встановлюються на універсально-фрезерних верстатах;

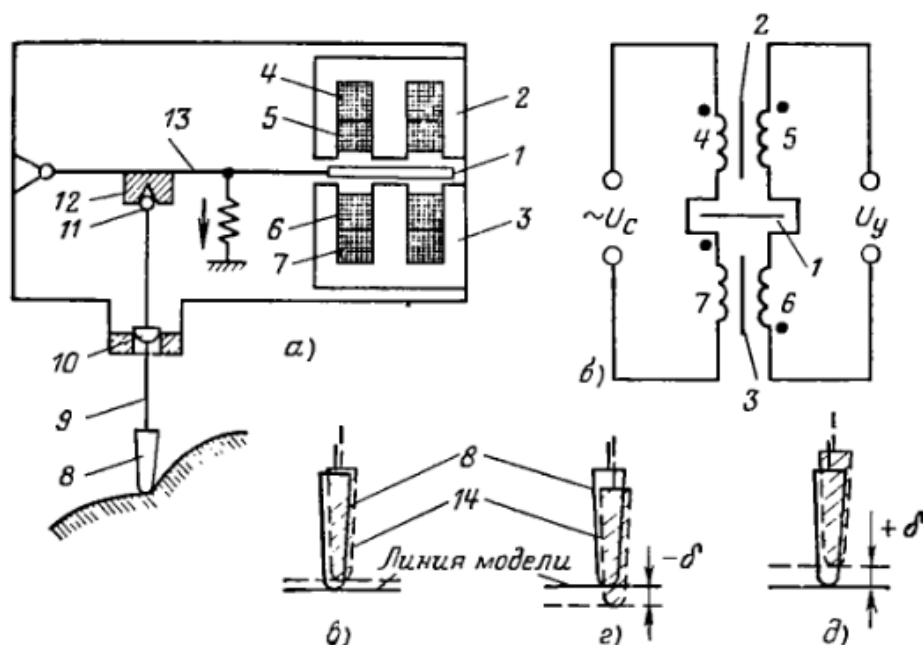


Рис. 10-7. Бесконтактная индуктивная копировальная головка.

2) системи безперервного управління з безконтактною індуктивною копіювальною головкою і безступінчатим регулюванням швидкості подач. В верстатах з таким управлінням приводи подач виконані від двигунів постійного струму, включених по системі ЕМУ-Д або ТП-Д.

На рис. 10-7,а схематично показано улаштування безконтактної копіювальної головки (КГ). Копіювальний палець 8 розміщений на шпинделі 9, який зв'язаний з корпусом головки кульковим шарніром 10. Шпиндель через кульку 11 опирається у втулку 12, закріплену на важелі 13. На кінці важелю встановлений ярмір 1, поміщений між сердечниками 2 і 3 диференційного трансформатору. Магнітна система цього трансформатору складена з двох Ш-подібних сердечників, на середніх стержнях яких укладені обмотки. Первинні обмотки 4 і 7 з'єднані послідовно-зустрічно и ЕРС направлені в протилежні сторони.

Коли натиснення на палець 8 таке, що ярмір 1 знаходиться в середньому положенні, магнітні потоки в сердечниках 2 і 3 будуть однакові. ЕРС вторинних обмоток рівні, і напруга на виході відсутня. Цей стан КГ відповідає випадку точного узгодження положення копіювального пальця 8 і фрези 14 (рис. 10-7, в).

При збільшенні натиснення на палець, тобто появи неузгодження $-\delta$ (рис. 10-7,г), якір 1 переміщується к сердечнику 2, потік в якому зростає і потік в сердечнику 3 зменшується. При ослабленні натиснення на палець, тобто при неузгодженості $+\delta$ (рис.10-7,д), якір 1 зміщується ближче до сердечника 3, що викликає зростання потоку в цьому сердечнику і зменшення потоку в сердечнику 2. Таким чином, на виході трансформатору появляється напруга U_y , амплітуда і фаза якого залежать від значення і знаку неузгодження δ .

Принципова електрична схема верстату наведена на рис. 10-8.

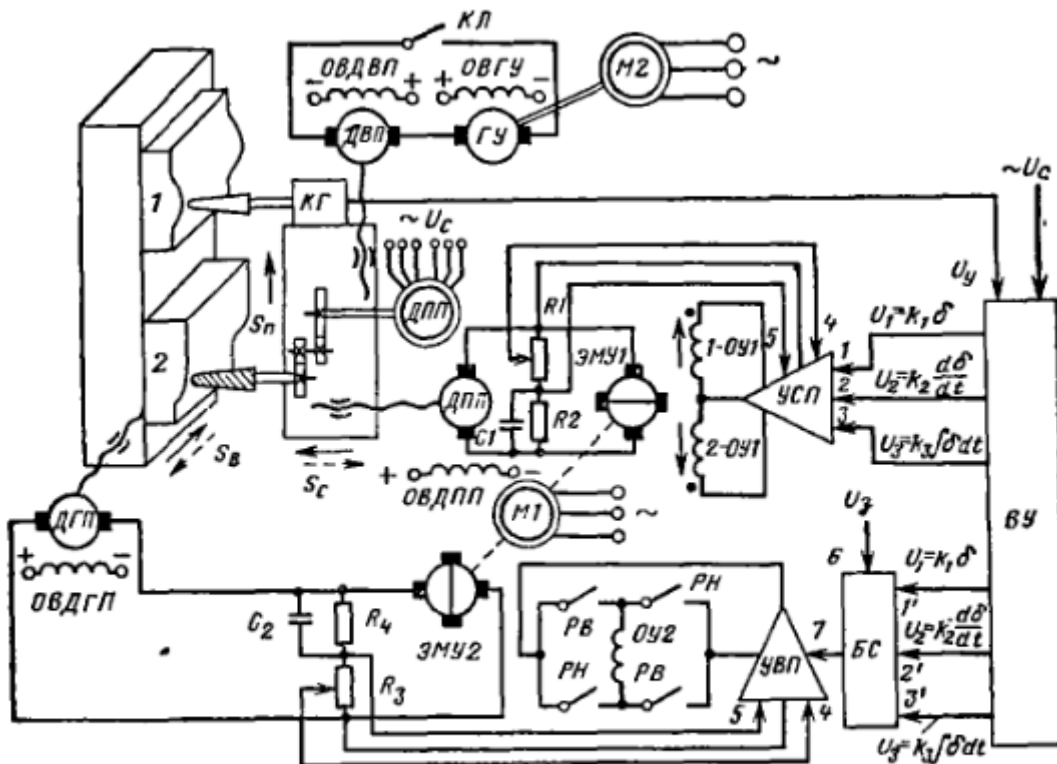


Рис. 10-8. Схема управління електроприводами копірально-фрезерного станка 644Б.

Шпиндель верстату обертається від двошвидкісного асинхронного двигуна ДШ, потужністю 2,6 кВт при 1430/2850 об/хв.. Частота обертання шпинделя регулюється ступінчато електромеханічним шляхом в діапазоні від 75 до 850 об/хв.. Привод всіх трьох подач верстату (горизонтальний, вертикальний і поперечний) виконаний від окремих регулюючих двигунів постійного струму (відповідно ДГП, ДВП і ДПП) по системі ЕМУ-Д. потужність кожного двигуна подачі 0,37 кВт при 1000 об/хв.. в якості генератора для живлення двигунів подач використовуються два електромашинних підсилювача поперечного поля ЕМУ1 і ЕМУ2 (0,5 кВт, 110 В) і генератор постійного струму ГУ. Швидкість подач регулюється плавно в діапазоні від 25 до 315 мм/хв.

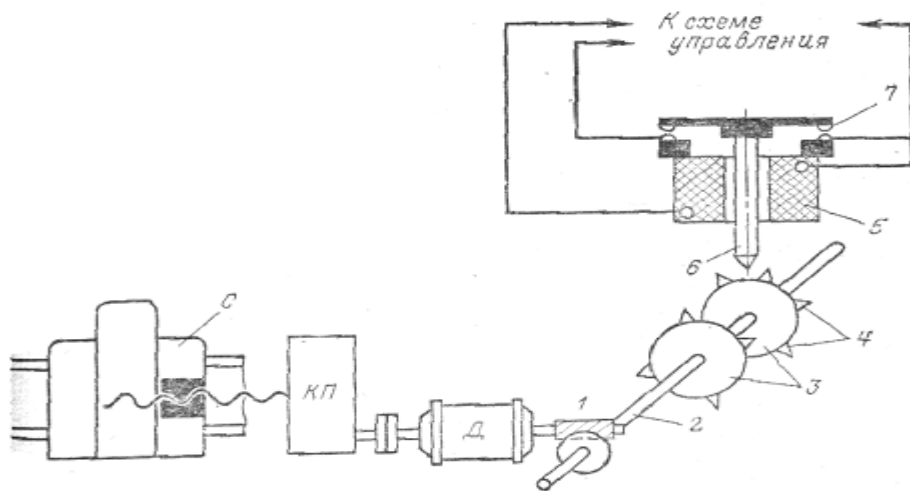


Рис.1.8 Електромеханічна система подачі супорта повздовжньо-стругального верстату.

Приклад такого пристрою показаний на рис. 1.8. Двигун Д через коробку передач КП приводить в рух супорт верстата С, а через черв'ячну передачу 1 обертає вал 2, який несе декілька дисків 3 одного діаметру, але різне число виступів (шпильок) 4. Відстань між сусідніми виступами кожного диска відповідає певній подачі супорта.

Кількість дисків рівна числу подач при даному передавальному відношенні коробки передач, яка звичайно має три ступені. Над дисками встановлено електромагнітне реле 5, яке може переміщатися уздовж осі валу 2 за допомогою каретки і рейкової передачі (на схемі не показані). Нижня частина якоря реле має наконечник 6, а верхня - замикаючі контакти 7. В кінці зворотного ходу столу верстата одночасно одержують живлення двигун подачі супортів Д і реле 5, якір якого опускається. Починається подача супорта, одночасно обертається вал 2 з дисками 3. Коли виступ диска, що знаходиться під якорем, підводить останній, контакти реле розмикаються, двигун подачі відключається від мережі і швидко зупиняється. Механізм подачі готовий до наступного циклу.

Лекція № 23 (24)

Тема: Електроустаткування шліфувальних верстатів. Призначення, будова, типи електроприводу.

Мета: Ознайомлення з електроустаткуванням шліфувальних верстатів, призначенням, будовою, типами електроприводу.

Методи: словесний, наочний.

План:

1. Електроустаткування шліфувальних верстатів.
2. Призначення, будова, типи електроприводу.
3. Особливості шліфування.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

5Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувашов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981

6Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок. - М:Высшая школа, 1982

Шліфування

На верстатах шліфувальної групи деталі обробляють методами шліфування, тонкого шліфування і точіння, хонінгування, суперфінішування, притирання, полірування, абразивно-рідкого полірування.

Шліфування - це процес обробки поверхні металу абразивним (шліфувальним) інструментом (шліфувальними кругами, брусками, шкуркою). Абразивний інструмент складається із зерен абразивного матеріалу, скріплених між собою зв'язуючою речовиною. Шліфування є основним методом одержання виробів високої точності з незначною шорсткістю поверхні та застосовується переважно для завершальної чистової обробки.

Тонке шліфування - це обробка зовнішніх і внутрішніх циліндричних поверхонь за підвищених вимог щодо точності розмірів, форми і високої чистоти поверхні. Високу точність виготовлення виробів забезпечує шліфування спеціальними м'якими високопористими кругами за рахунок зрізання дуже тонкої (5 мкм) стружки.

Тонке точіння здійснюють застосовуючи великі швидкості різання при малій товщині шару, що зрізується. Найкращим матеріалом для тонкого точіння, за умов масового виробництва виробів з кольорових металів і сплавів, вважають алмази, які характеризуються високою розмірною стійкістю. Для завершальної обробки заготовок з чорних металів застосовують різці з твердосплавними пластинами або пластинками з кубічного нітриду бору.

Хонінгування - метод завершальної обробки дрібнозернистими абразивними брусками. Такий інструмент закріплюють у спеціальній хонінгувальній головці, яка здійснює разом з ним обертальний (головний) рух і поступальне переміщення вздовж осі заготовки (рух подачі). Хонінгування застосовують здебільшого при обробці точних отворів.

Суперфінішування - метод тонкої кінцевої обробки для одержання дуже гладкої поверхні. Здійснюють, використовуючи дрібнозернисті абразивні бруски, закріплені у спеціальній головці, за умов поєднання обертального і поступального рухів головки вздовж осі оброблюваної деталі та коливального руху брусків. Така обробка забезпечує шорсткість (чистоту) поверхні $Ra = 0,025 \dots 0,012 \text{ мкм}$.

Притирання забезпечує одержання точних розмірів (до 0,1 мкм) і дуже малу шорсткість поверхні ($Ra = 0,025 \dots 0,012 \text{ мкм}$). Обробку здійснюють з використанням так званого — "притира", на поверхню якого наносять абразивну пасту або абразивний порошок, змішаний з маслом. Притирами служать різні диски, що обертаються, плити, бруски, кільця, стрижні з чавуну, міді, свинцю, твердих порід дерева та інше. Притирання виконують на універсальних і спеціальних притирочних верстатах або вручну.

Полірування - це кінцева обробка виробів дрібнозернистим абразивом зі зв'язкою (оливою, сумішшю воску, парафіну, сала з гасом), нанесеного на поверхню круга, диска або стрічки з м'якого еластичного матеріалу. Деталі після полірування добре працюють у потоках газів або рідини, іноді полірування використовують як попередню обробку декоративних виробів або перед нанесенням гальванічних покриттів. Абразивно-рідке полірування з використанням водно-абразивної суспензії (подають під тиском до 0,3 МПа на оброблювану поверхню) застосовують для ють під тиском до 0,3 МПа на оброблювану поверхню) застосовують для кінцевої обробки фасонних деталей. Шорсткість поверхні за такого полірування залежить від зернистості абразиву.

Серед наведених методів обробки металів найпоширенішим у виробництві є шліфування.

Залежно від характеру шліфувальних робіт верстати поділяють на такі основні типи:

- круглошліфувальні - для обробки зовнішніх поверхонь обертання;
- внутрішньо-шліфувальні - для обробки внутрішніх поверхонь обертання;
- плоскошліфувальні — для обробки площин;
- спеціальні (шліцешліфувальні, зубошліфувальні, різешліфувальні та інші);
- заточувальні — для заточування інструмента.

Найпоширеніші кругло- й плоскошліфувальні верстати.

Залежно від форми деталей, при обробці поверхонь застосовують різні схеми (види) шліфування:

- кругове зовнішнє з поздовжньою подачею;
- кругове зовнішнє з радіальною подачею;
- внутрішнє;
- плоске периферією круга на верстатах з прямокутним столом;
- плоске торцем круга на верстатах з прямокутним столом;
- плоске периферією круга на верстатах з круглим столом;
- плоске торцем круга на верстатах з круглим столом;
- безцентрове з поздовжньою подачею;
- безцентрове з радіальною подачею.

Найпоширеніші схеми кругового і плоского шліфування.

Під час кругового зовнішнього шліфування з поздовжньою подачею, як і при інших видах шліфування, головний рух зі швидкістю $V_{кр}$ здійснює шліфувальний круг. Заготовка обертається зі швидкістю K , і поступально переміщується вздовж осі ($S_{поз}$ - поздовжня подача). Поперечну подачу $S_{П}$ на глибину шліфування шліфувальний круг здійснює наприкінці поздовжнього ходу в напрямку, перпендикулярному осі заготовки.

Ця схема застосовується при шліфуванні циліндричних, конічних і фасонних поверхонь, ширина яких менша за ширину круга. При внутрішньому шліфуванні основним робочим рухом є обертання шліфувального круга зі швидкістю $V_{кр}$, який здійснює також і зворотно-поступальне переміщення зі швидкістю поздовжньої подачі $S_{поз}$ і періодично, в кінці ходу, поперечну подачу $S_{п}$ на глибину різання t . Заготовка обертається в напрямку, протилежному напрямку обертання шліфувального круга зі швидкістю V_3 , яка у кілька разів менша за швидкість обертання шліфувального круга, що робить головний рух.

При круговому шліфуванні елементами різання є кругова швидкість заготовки, поздовжня і поперечна подачі. Кругова швидкість заготовки V_3 (м/хв) — це кругова подача. Поздовжня подача $S_{поз}$ (мм/об) — це переміщення заготовки відносно шліфувального круга за один оберт. Поперечна подача S_n — це величина переміщення шліфувального круга в напрямку, перпендикулярному осі заготовки в крайніх її положеннях.

Вона визначає товщину шару металу, що знімається за один прохід, і чисельно дорівнює глибині різання t . При плоскому шліфуванні, крім швидкості різання $V_{кр}$, елементами режиму різання є поздовжня $S_{поз}$, поперечна S_P і вертикальна S_B подачі

Продуктивність і якість обробки шліфуванням залежить не тільки від ширини круга B та діаметра $D_{кр}$, а також і від параметрів, які характеризують абразивний інструмент. Однією з найважливіших характеристик абразивного інструменту є зернистість (величина зерна) абразиву. Залежно від розміру зерна абразиви позначають номерами. Грубозернисті (2000... 160 мкм) мають номери від 200 до 16, їх називають шліфувальними зернами. Більш дрібні, з розміром зерен 125...28 мкм (шліфувальні порошки), позначають номерами від 12 до 3. Мікропорошки з розміром зерен від 40 до 3 мкм позначають номерами від M40 до M5.

Алмазні матеріали за розміром зерна поділяють на дві групи:

- шліфувальні порошки;
- мікропорошки.

Їхня зернистість позначається дробом, в якому чисельник відповідає найбільшому розмірові зерна основної фракції, а знаменник - найменшому. Шліфувальні порошки мають номери від 630/500 до 50/40 мкм, мікропорошки - від 60/40 до 1/0 мкм.

Важливою характеристикою абразивного інструменту є також зв'язуюча речовина (неорганічна, органічна, металева), що об'єднує абразивні зерна в одне ціле. На практиці широко застосовують інструмент з використанням неорганічної зв'язуючої речовини на основі вогнетривкої глини — керамічний (К), на основі синтетичної смоли — бакелітовий (Б), на основі каучуку та сірки — вулканітовий (В). Металеві зв'язуючі речовини складаються з металевої основи (порошки Sb, Al, Si та інші) та наповнювача. Застосовують їх переважно в алмазних кругах.

Параметром, що характеризує абразивний інструмент, є твердість. Цей показник визначає опір зв'язуючої речовини видаленню зерен абразиву під дією зовнішньої сили. Розроблено шкалу, що має сім класів твердості (вони також поділяються на кілька ступенів): Т - твердий, ВТ - вельми твердий, ДТ - дуже твердий.

Структуру абразивного інструменту оцінюють за співвідношенням (в %) об'ємів, зайнятих зернами абразиву, зв'язуючою речовиною і порами.

Змінюючи ці співвідношення, одержують абразивні круги різної структури і властивостей. Розрізняють 12 номерів структур. Найменшій пористості відповідає найбільший номер. Тип шліфувальних кругів характеризується також формою. Так, круги прямого профілю позначають ПП. Регламентована швидкість різання керамічними і бакелітовими кругами до 35 м/с, а вулканітовими - 40 м/с.

Основні характеристики відображено у маркуванні абразивних матеріалів.

Так, круг марки 24А10ПС27К5, ПП500х50х305 розшифровують так:

24А - вид абразивного матеріалу (електрокорунд білий);

10П - зернистість (П - вміст основної фракції зерен);

С2 - ступінь твердості;

7 - номер структури;

К5 - вид керамічної зв'язуючої речовини;

ПП - форма круга (прямий, плоский);

500 — зовнішній діаметр, мм;

50 - ширина, мм;

305 - діаметр отвору, мм.

1.2. Характеристика будівлі Будівля цеху являє собою збірну залізобетонну конструкцію. Каркас будівлі - несучі залізобетонні колони (сітка 6 х 6 м) і ферми, ерекриття - залізобетонні плити, підлоги - монолітні бетонні, зовнішні стіни і перегородки - цегляна кладка. Будівельним проектом в підлозі цеху передбачені канали для прокладки кабелів. На стадії будівництва будівлі було споруджено заземлювальний пристрій і змонтований внутрішній контур заземлення.

Опір заземлювального пристрою не менше 4 Ом.

За ступенем небезпеки ураження людей електричним струмом будівля цеху відноситься до приміщень з підвищеною небезпекою.

Середа всередині цеху нормальна.

За вибухо-пожежонебезпеки більшість ділянок цеху відносяться до категорії Г і Д

Круглошліфувальні центрові верстати застосовують для обробки зовнішніх поверхонь деталей типу тіл обертання з прямолінійними утворюючими, циліндричні і конічні поверхні. В якості технологічних баз використовують центрові отвори або зовнішні циліндричні поверхні. Залежно від напрямку поступального руху подачі розрізняють наступні способи шліфування:

- врізного шліфування - забезпечується рухом поздовжньої подачі в одному напрямку, перпендикулярному до осі оброблюваної заготовки, яка шліфується при її обертанні.

- осцилюють шліфування: шліфувальний круг або заготовка поряд з обертальним рухом здійснює зворотно-поступальний рух, призначене для обробки поверхонь значної довжини, що перевищує висоту шліфувального круга. В кінці кожного проходу коло подають на встановлену глибину шліфування.

- Шліфування уступами (комбінація врізного і осцилюючі шліфування): окремі ділянки поверхні (уступи) заготовки обробляють послідовно врізанням кола, уступи при цьому повинні перекривати один одного. Частину припуску знімають осцилюють шліфуванням.

- Глибинне шліфування може бути як з поздовжньою так і з поперечною подачею. При шліфуванні з поздовжньою подачею весь припуск знімають за один прохід кола. Останній правлять сходиною або на конус. При шліфуванні з поперечною подачею заготівлі повідомляють повільне обертання. За час одного обороту заготовки знімається весь припуск. [2, стор. 243-244]

Кругле зовнішнє шліфування (рис. 3, а) здійснюють поєднанням наступних рухів: обертання шліфувального круга 1 (головний рух V_k різання), обертання шліфований заготовки 2 навколо своєї осі (кругова подача V_3), прямолінійний зворотно-поступальне переміщення заготовки або шліфувального круга уздовж своєї осі (поздовжня подача S_{pr}); поперечне переміщення шліфувального круга на заготівлю (або навпаки) (поперечна подача S_p або подача на глибину різання). При шліфуванні з

поздовжньою подачею $S_{пр}$ поперечна подача $S_{п}$ здійснюється періодично (в кінці кожного подвійного або одинарного ходу столу верстата). При круглому зовнішньому шліфуванні методом врізання (рис. 3, б) висота кола дорівнює або більше довжини шліфованій заготовки, тому немає необхідності в поздовжньої подачі, а поперечна подача здійснюється безперервно протягом обробки. [2, стор. 209].

Промисловість випускає круглошліфувальні верстати класів точності П, В і А. Для них регламентовані допуски на геометричну точність і шорсткість шліфованих поверхонь. Верстати забезпечують круглість 0,3 мкм на зразку діаметром 100 мм і шорсткість $R_a = 0,04$ мкм. На сучасних прецизійних круглошліфувальних верстатах цикл шліфування автоматизований. Автоматичне управління режимами обробки забезпечує стабільну якість шліфованих поверхонь. [2, стор. 236]

Круглошліфувальний верстат 3М151

Круглошліфувальний верстат марки 3М151 призначений для зовнішнього шліфування циліндричних, конічних і торцевих поверхонь тіл обертання. Цифра 3 позначає, що даний верстат відноситься до групи шліфувальних верстатів. Буква М означає, що дана конструкція верстата модернізована. Цифра 1 означає, що верстат відноситься до типу круглошліфувальних верстатів.

При обробці на верстаті деталі встановлюють у центрах або закріплюють у патроні. Для обробки деталей на зазначеному верстаті забезпечується обертання шпинделя кола, обертання оброблюваної заготовки, поздовжнє переміщення столу, безперервна або періодична подачу на товщину зрізаного шару. Деталі, довжина яких менше ширини круга, шліфують без подовжнього переміщення заготовки методом врізання.

Технічна характеристика верстата

Найбільші розміри встановлюваної заготовки:

Діаметр: 200 мм

довжина: 700 мм

Висота центрів: 125 мм

Діаметр шліфувального круга:

Найменший: 450 мм

Найбільший: 600 мм

Частота обертання шліфувального круга: 1590 хв-1

Частота обертання заготовки: 50--500 хв-1

Потужність електродвигуна приводу шліфувального круга: 10 кВт

Швидкість переміщення столу від гідроприводу: 0,05--5 м / хв

Врізна подача: 0,01-3 мм / хв

Габаритні розміри верстата:

Довжина: 4635 мм

Висота: 2450 мм

ширина: 2170 мм

Маса: +6032 кг

Рухи у верстаті

Для визначення всіх рухів у верстаті розглянемо кінематичну схему круглошлифовального верстата 3М151 (рис. 10).

Головний рух - обертання шліфувального круга (забезпечується через передачу 112/147 (128)). Кругова подача - обертання оброблюваної заготовки (забезпечується через передачі 63/130 - 63/168). Поздовжня подача - прямолінійний зворотно-поступальний рух столу із заготівлею (забезпечується автоматично від гідроциліндра.). Поперечна подача - періодичне радіальне переміщення шліфувальної бабки за один хід столу (забезпечується автоматично від гідродвигуна через передачі 1/50, 39/39, 2/40, 10). Допоміжні руху - ручне поздовжнє переміщення столу (забезпечується від маховичка через передачі 17/51; 51/51, 1/31, рейкову передачу з колесом Z20), ручне поперечне переміщення шліфувальної бабки (забезпечується від маховичка через передачі 39/39, 2 / 40 і передачу гвинт-гайка з кроком $p = 10$ мм). ручне переміщення пінолі задньої бабки, а також настановні переміщення робочих органів верстата за допомогою гідроприводу. Привід механізму виправлення кола забезпечується від маховичка через передачі 2 і від гідроциліндрів.

При роботі верстата заготовку встановлюють у центрах передньої і задньої бабок, розташованих на поворотній плиті столу. При обробці циліндричних деталей вісь центрів бабок паралельна напрямних столу, а при шліфуванні конічних деталей вона розташована під кутом, рівним половині кута конусності деталі.

Обертання шліфувального круга відбувається від електродвигуна М2 потужністю $N = 10$ кВт через клиноремennу передачу. Шпиндель 1 шліфувальної бабки (рис. 11) встановлено у двох гідродинамічних підшипниках ковзання. Підшипники мають по три

однакових вкладиша 8, які являють собою окремі сегменти. Вкладиші сферичними лунками спираються на гвинти 6 з сферичними головками, в результаті чого вкладиші Самоустановлювальні по шейкам шпинделя. Конструкція вкладишів забезпечує масляний клин 7 між шийкою шпинделя 1 і вкладишами 8, що запобігає зношуванню і нагрівання. Гвинтами 6 регулюють діаметральний зазор між вкладишами 8 і шпинделем 1 і положення осі шпинделя відносно напрямних столу. Шпиндель шліфувальної бабки фіксують в осьовому напрямку двома сферичними бронзовими кільцями 2 і 8, притискуються з двох сторін до торців бурту шпинделя гайкою 4 з контргайкою 5.

Кругова подача - обертання оброблюваної заготовки - проводиться від регульованого постійного струму електродвигуна М1 (див. Рис. 10) потужністю $N = 0,8$ кВт через два кліноремених передачі. Кругова подача, де i - передавальне відношення кліноремених передач. Шпиндель передньої бабки нерухомий, а заготівля отримує обертання від повідця, закріпленого на планшайбе.

Підвищення вимог до точності розмірів, форми і розташування поверхонь, якості поверхневих шарів робочих елементів деталей машин, до надійності і довговічності роботи машин і механізмів, викликало значне розширення області застосування абразивної обробки. [1, стор. 5-6]

Найбільш поширеним видом абразивної обробки є шліфування, при якому головний рух різання здійснює інструмент і воно буває тільки обертальним. [2, стор. 9].

Шліфування є одним з продуктивних методів обробки різноманітних поверхонь, особливо тіл обертання, різьбових, шліцьових, зубчастих та ін. У шліфувальній обробці абразивний інструмент має великий вплив на якість обробки і продуктивність процесу. [1, стор. 3]

Шліфувальні верстати сучасних моделей забезпечують виготовлення деталей з малими відхиленнями форми, розмірів, малим параметром шорсткості поверхні і високою продуктивністю. Ці верстати поряд з іншими металорізальними верстатами вбудовуються в автоматичні лінії. Випускають шліфувальні верстати і з ЧПУ.

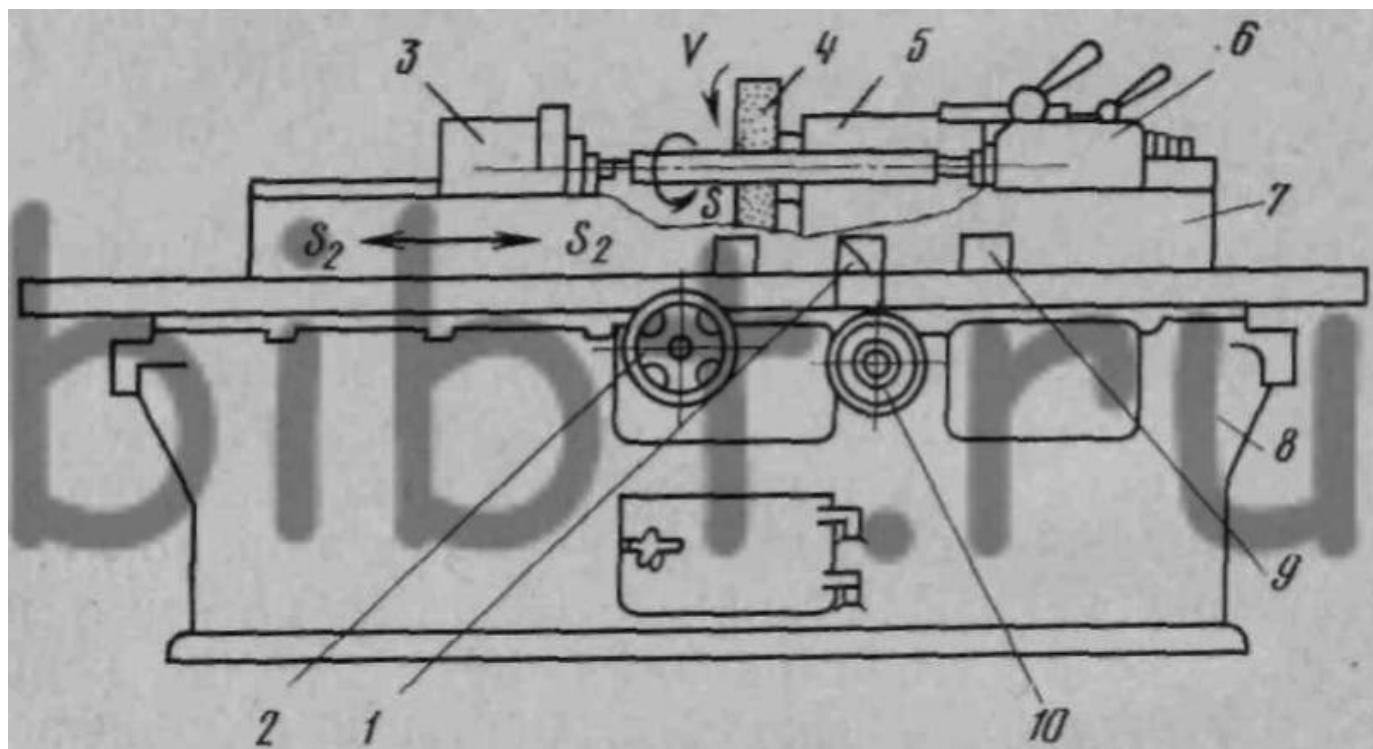
ОСОБЛИВОСТІ ОБРОБКИ МЕТОДОМ ШЛІФУВАННЯ

Поняття про шліфуванні

Шліфуванням називають різання металів абразивними кругами. Шліфувальний круг - пористе тіло, що складається з великого числа абразивних зерен з матеріалів високої твердості, скріплених між собою зв'язкою.

На ріжучих поверхнях кола зерна розташовані безладно на деякій відстані один від одного і виступають на різну висоту. Тому всі зерна працюють неоднаково. Число зерен досягає десятків і сотень тисяч. Коло, обертаючись навколо своєї осі при переміщенні заготовки, знімає тонкий шар металу (стружку) вершинами абразивних зерен. Знімання стружки величезним числом безладно розташованих зерен призводить до її сильному подрібненню і великій витраті енергії. Шліфувальні кола розрізняють по виду абразивного матеріалу, зернистості, зв'язці, твердості, структурою (будовою), формою і розмірами. Шліфуванням обробляють гладкі і ступінчасті вали, складні колінчаті вали, шліцевальні вали, кільця і довгі труби, зубчасті колеса, направляючі станини, плоскі поверхні і отвори корпусних деталей і т. Д.

Круглошліфувальні верстати для зовнішнього шліфування дозволяють шліфувати зовнішні циліндричні і конічні поверхні деталей.



Мал. 18. Конструктивна схема круглошліфувального верстата:

1 - важіль, 2, 10 - маховики, 3 - передня бабка, 4 - шліфувальний круг, 5 - шліфувальна бабка, 6 - задня бабка, 7 - стіл, 8 - станина, 9 кулачки

Схема круглошлифовального верстата наведена на рис. 18. Верстат має жорстку коробчатую станину 8, на якій розміщені всі основні вузли верстата, а всередині її розміщені всі приводні механізми та агрегати гідроприводу.

Стіл 7 верстата отримує зворотно-поступальний рух від гідравлічного приводу і може переміщатися від ручного приводу маховиком 2 при налагодженні верстата або ручному способі шліфування. На верхній поверхні столу є Т-подібні пази для розміщення і кріплення передньої 3 і задньої 6 бабок.

Передня бабка 3 призначена для установки деталі в центрах або в патроні і обертання в процесі роботи. Бабка має окремий привід від електродвигуна, поміщеного зверху, і найпростішу передачу до шпинделя з декількома (двома-трьома) швидкостями або з безступінчатим фрикційної передачею з невеликим діапазоном регулювання швидкості обертання шпинделя.

Задня бабка 6, переміщувана по напрямних столу і встановлюється залежно від довжини оброблюваної деталі, служить для установки деталі в центрах і має рухливу піноль з центром. Фіксується задня бабка на столі звичайними кріпильними засобами або ексцентриковим затискачем.

Шліфувальна бабка 5 верстата встановлена окремо на поперечних напрямних за столом, має поперечне переміщення для здійснення радіальних подач при шліфуванні і управляється з робочої зони верстата маховиком 10. Верхня плита столу може бути повернена щодо основної на кут $\pm 10^\circ$ для шліфування кінцевих поверхонь.

Збоку стіл забезпечений поздовжніми пазами, де помішані пересувні кулачки 9 на відповідну довжину ходу стола і важіль 1 перемикає напрямку ходу столу верстата.

Шліфувальний круг 4 приводиться в рух від самостійного електродвигуна з однією постійною швидкістю обертання.

Усередині шліфувальні верстати в основному призначені для шліфування отворів різної конфігурації: наскрізних східчастих, глухих циліндричних, кінцевої форми.

Універсальний круглошліфувальний верстат мод. ШУ 321 призначений для обробки зовнішніх, торцевих і внутрішніх поверхонь високоточних деталей циліндричної та конусоподібної форми допомогою шліфування.

При шліфуванні зовнішніх поверхонь деталь може бути закріплена в центрах, або затиснута в патроні. При шліфуванні внутрішніх поверхонь затиск деталі проводиться тільки в патроні.

Шпиндель верстата обладнаний спеціальними гідравлічними опорами, що дозволяє досягати шорсткості оброблюваної поверхні 0,4 мкм і допусків відхилення від круглості оброблюваної поверхні в поперечному перерізі в межах 0,0025 мм, циліндричності - в межах 0,01 мм.

Круглошліфувальний верстат оснащений гідравлічною системою управління подачею, що дозволяє проводити циклічну обробку поверхонь з мінімальними витратами основного і допоміжного технологічного часу.

Круглошліфувальний верстат володіє зручною системою налагодження і управління, що дозволяє виробляти переналагодження між однотипними деталями, а також між настройками на шліфування зовнішніх і внутрішніх поверхонь з мінімальними тимчасовими витратами.

ОСНОВНІ ПАРАМЕТРИ

Параметр	ед. изм.	Показатель
Висота центрів	мм	165
Діаметр обробки		
Зовнішнє шліфування	мм	8 ... 320
Внутрішнє шліфування	мм	30 ... 250
Довжина обробки		
При зовнішньому шліфуванні (в центрах)	мм	710, 1000
при внутрішньому шліфуванні (в патроні)	мм	135
Максимальний кут повороту		
За годинниковою стрілкою (в центрах)	deg	30
проти годинникової стрілки	deg	110
Розміри шліфувального круга	мм	400x203x50
Кут повороту шліфувального супорта	deg	+/- 90o
Обороти шліфувального супорта	мин-1	1700/1980

МЕХАНІЗМ ПОДАЧІ СТОЛУ

Поздовжня подача		
найбільшу поздовжнє переміщення столу	мм	760
найменший хід столу між двома обмежувачами	мм	8

діапазон поздовжніх подач	мм/мин	0.1 ... 8
---------------------------	--------	-----------

Поперечна подача

найбільшу поперечне переміщення столу	мм	235
дискретність поперечної подачі	мм	0.0025
діапазон поперечних подач	мм/мин	75 ... 4000

ПЕРЕДНЯ БАБКА з шліфувальним кругом для внутрішнього шліфування

Кут повороту за годинниковою стрілкою	deg	30o
Кут повороту проти годинникової стрілки	deg	90o

Діапазон зміни оборотів шліфувального круга	мин-1	30 - 400
Розміри шліфувального круга	мм	30x16x10

Задньої бабки

Конус задньої бабки	Morse	4
Хід пінолі	мм	35

ПОТУЖНІСТЬ

Потужність головного двигуна	кВт	5.5
Потужність двигуна гідроприводу	кВт	1.5
Потужність двигуна приводу передньої бабки	кВт	0.75
Потужність двигуна системи охолодження	кВт	0.25
Потужність двигуна системи змащення	кВт	0.25

ГАБАРИТНІ РОЗМІРИ

Д x Ш x В	мм	3175(3500)x1880x1700
Маса	кг	4500/5000

Лекція № 25

Тема: Верстати з програмним управлінням . Електроустаткування верстатних ліній. Електроустаткування автоматичних верстатних ліній. Принцип побудови схем управління.

Мета: Ознайомлення з роботою верстатів з програмним управлінням, електроустаткування верстатних ліній, електроустаткуванням автоматичних верстатних ліній, принципом побудови схем управління.

Методи: словесний, наочний.

План:

1. Електроустаткування автоматичних верстатних ліній.
2. Принцип побудови схем управління.
3. Електроустаткування верстатних ліній.
4. Верстати з програмним управлінням.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

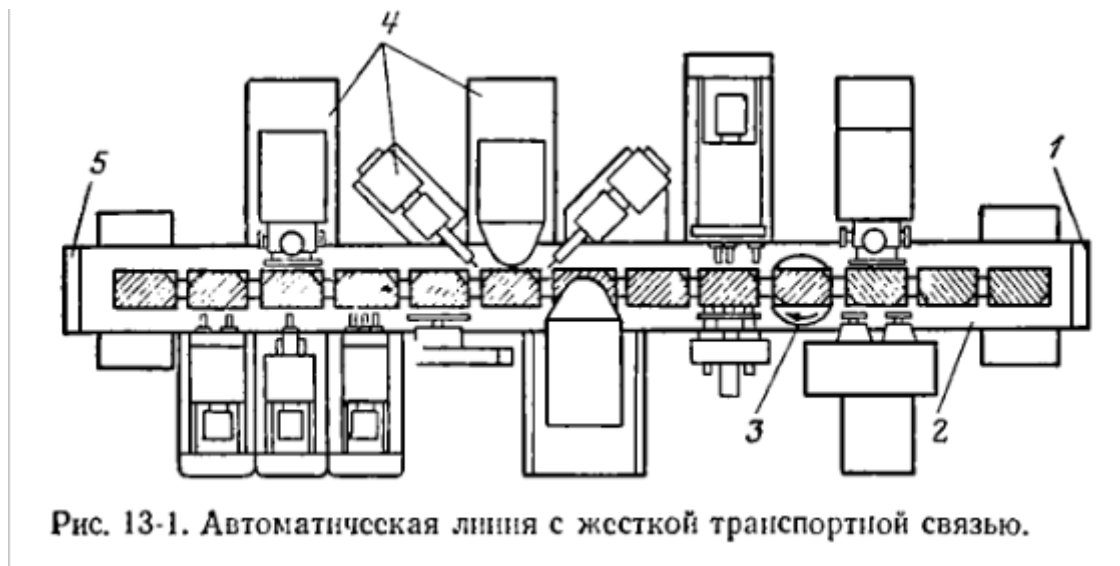
Підручник, плакати, стенди.

Література:

7Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувашов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981

8Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок. - М:Высшая школа, 1982

На рис. 13-1 показана схема механізмів невеликої автоматичної лінії з жорстким між агрегатним зв'язком між верстатами. З позиції 1 завантаження вироби переміщуються крокуючим транспортером 2 до верстатів 4, які здійснюють обробку. Закінчується лінія розвантажувальною позицією 5. Лінія має поворотний пристрій 3, який здійснює поворот деталі на $90-180^{\circ}$ під час обробки інших деталей на своїх позиціях.



При гнучкому транспортному зв'язку кожний верстат працює у власному ритмі, а транспортні пристрої між верстатами виконуються у виді лотків, безперервно рухомихся транспортерів і т.п.

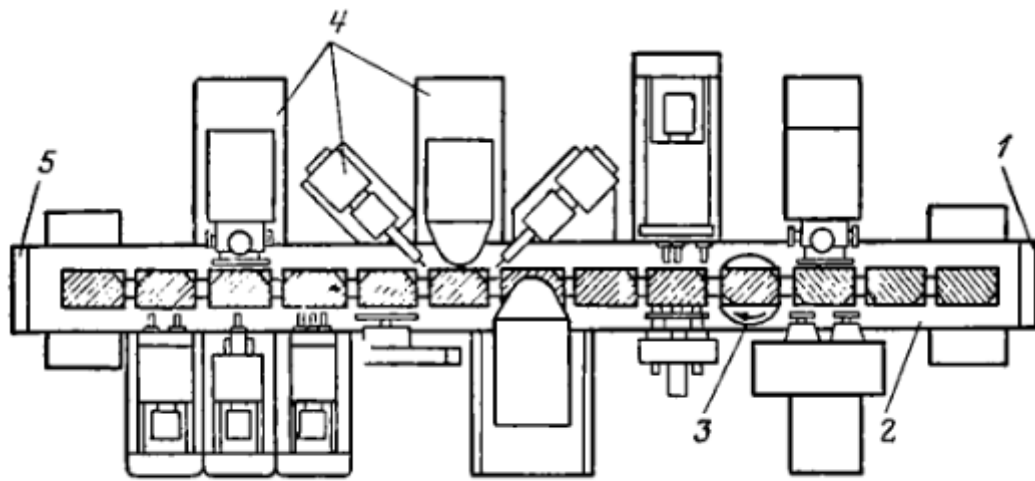


Рис. 13-1. Автоматическая линия с жесткой транспортной связью.

На рис. 13-2 показана схема автоматической линии, которая складывается из трех верстатів, з'єднаних транспортуєчими пристроями, і двох міжопераційних бункерів накопичувачів. Із елеватора 1 через лоток деталі, які обробляються, подаються до верстату 3, транспортером 6 переміщуються в бункер-накопичувач 2, звідки поступають на верстат 4. Потім транспортер 7 подає їх в бункер 8, з якого вироби подаються на верстат 5. Наявність бункерів-накопичувачів дозволяє продовжувати працювати верстатам, які розміщені після них і при зупинці верстату перед ними.

В електромашинобудуванні автоматичні лінії застосовуються для обробки валів, станин, підшипникових щитів, для просочування статорів і роторів, для збірки і випробування електричних машин.

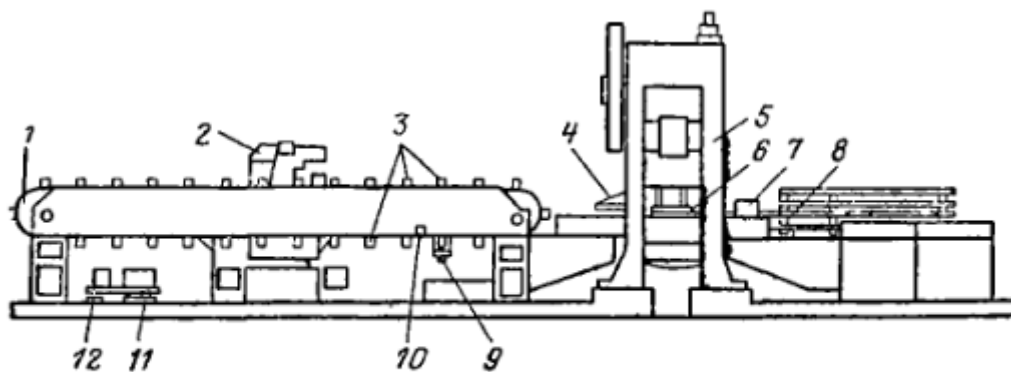


Рис. 13-3. Автоматическая линия изготовления коллекторных пластин

На рис. 13-3 показана автоматична лінія для виготовлення колекторних пластин. Мідні смуги укладаються в завантажуючий пристрій 8, з якого механізм подачі 7 штовхає смугу 6 до пресу на крок, рівний довжині колекторної пластини. На чеканочному пресі 5 здійснюється правка смуги, виробка контуру пластини і відрубка її від смуги. Відрублена пластина за допомогою передаючого механізму 4 подається на

транспортер 1, який переміщує її до горизонтально-фрезерного верстату 2. Де здійснюється фрезерування шліца «в гребешку» колекторної пластини. При цьому установка пластин в лещата верстату знімання обробленої деталі з подальшою установкою в затиск транспортера здійснюється за допомогою робота-маніпулятора. Потім у ванні 12 пластина покривається флюсом, а у ванні 11 здійснюється луження шліца. Готові пластини вивільнюються штовхачем 9 із затисків 3 падають в бункер. Електроімпульсний лічильник 10 показує кількість оброблених пластин. Тривалість циклу лінії 7 сек.

Лекція № 26

Тема: Електроустаткування ковальсько-пресових машин. Призначення, будова, принцип роботи, управління електроприводом ковальсько-пресових машин.

Мета: Набуття студентами знань з питань електроустаткування ковальсько-пресових машин. Ознайомитись з призначенням, будовою, принципом роботи, електроприводом ковальсько-пресових машин та схемами управління.

Методи: словесний, наочний.

План:

1. Електроустаткування ковальсько-пресових машин.
2. Призначення, будова, принцип роботи.
3. Особливості електроприводу ковальсько-пресових машин.
4. Схеми управління.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

1 Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувашов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981

2 Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок.- М:Высшая школа, 1982

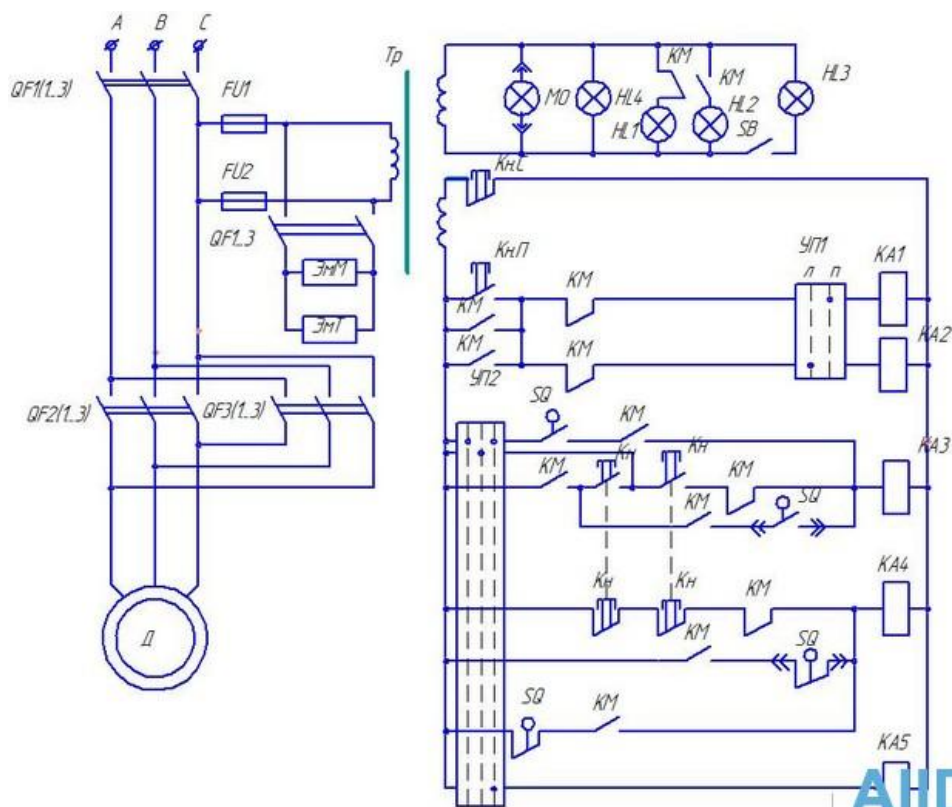


рис. Принципиальная электрическая схема кривошипного кобачно-штамповочного преса

Робочою частиною кривошипного преса є штамп, нерухому частину якого кріплять до столу, рухому - до повзуна преса. Повзун переміщається кривошипно-повзунковим механізмом. За один оберт кривошипа шатун робить повний хід, під час якого при русі повзуна вперед відбувається штампування. Зусилля кривошипного преса створюється за рахунок крутячого моменту, що передається кривошипному валу електроприводом. Привод складається з електродвигуна, маховика, муфти включення, гальма і понижуючої зубчастої передачі, від якої обертання передається кривошипному валу. Електродвигун обертає маховик, за рахунок сили інерції якого на кривошипному валу виникає крутящий момент. Прес може працювати в режимі одиночних ходів, тобто, з виключенням муфти після кожного повного ходу, або в автоматичному режимі, коли муфта включена постійно. Найважливіші характеристики преса, в сукупності визначають його технологічні можливості - розміри столу, хід повзуна, номінальне зусилля, число ходів повзуна в хвилину в автоматичному режимі. Кривошипний прес різних конструкцій використовують для об'ємного і листового штампування.

До кривошипних пресів об'ємного штампування відносяться горизонтально-кувальні машини, холодновисадочні автомати, чеканочні преси, гарячештамповочні і деякі спеціальні преси. Гарячештамповочні кривошипні преси відрізняються

швидкохідністю, мають високу жорсткість конструкції, яка необхідна для зниження пружних деформацій і отримання точних розмірів поковок. Такі преси будують з номінальним зусиллям до 100 МН (10000 тс).

Кривошипні преси для листового штампування поділяються на преси простої, подвійної і потрійної дії і листоштамповочні автомати. Преси простої дії призначаються для вирубки, гнуття, неглибокої витяжки і мають один повзун, що приводиться одним, двома або чотирма кривошипами. Преси простої дії, що застосовуються замість спеціальних обрізних пресів, служать також для обрізки поковок. На пресі подвійної дії виробляють витяжку. Особливістю такого пресу є наявність двох повзунів: зовнішнього, слугуючого для вирубки і притиску заготовки, і внутрішнього - для витяжки. Кривошипний прес потрійної дії має три повзуна. На ньому виконують особливо складну витяжку. Кривошипний прес для листового штампування будують зі стійками, розташованими позаду столу, - відкриті (номінальне зусилля до 4 МН, або 400 тс) і зі стійками, що знаходяться збоку столу, - закриті (номінальне зусилля до 40 МН, або 4000 тс).

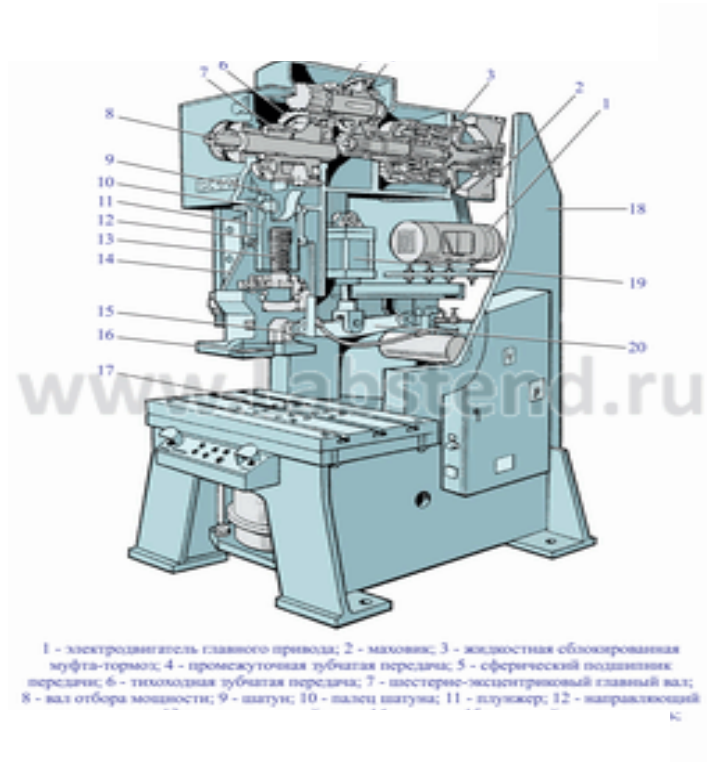


Рисунок 2.3. Загальний вид кривошипного пресу

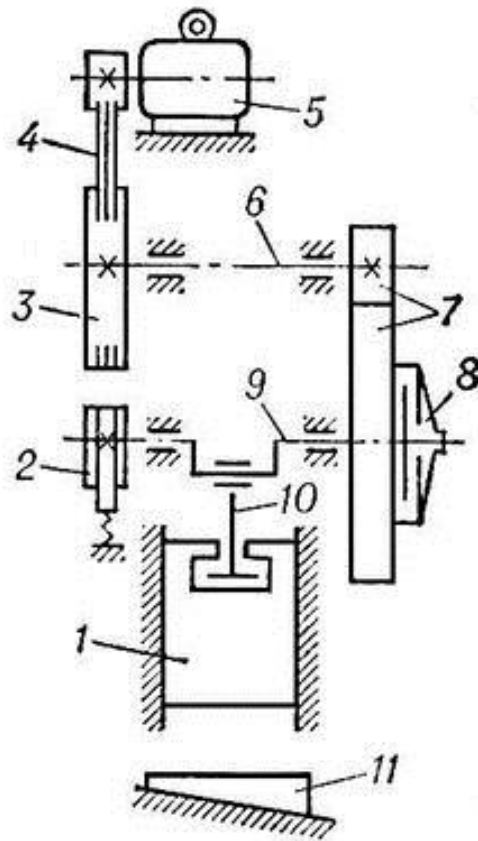


Рисунок 2.4 Кінематична схема кривошипного пресу.

1 - повзун; 2 - гальмо; 3 - маховик; 4 - клинопасова передача, 5 - електродвигун; 6 - передавальний вал; 7 - зубчата передача, 8 - муфта; 9 - кривошипний вал, 10 - шатун, 11 - плита для зміцнення матриці штамп.

Технічна характеристика кривошипного пресу

Найбільше зусилля пресу, т 100

Хід повзуна регульований, мм

найменший 10

найбільший 130

Частота безперервних ходів, хв^{-1} 100

Максимальна відстань між столом і повзуном в його нижньому положенні при найбільшому ході, мм

400

Регулювання відстані між столом і повзуном, мм

100

Розміри столу, мм

зліва направо 950

спереду назад	630
Розміри повзуна, мм	400x370
Відстань від осі повзуна до станини (виліт), мм	340
Відстань між стійками станини у світлі, мм	400
Товщина підштампової плити, мм	100
Потужність електродвигуна, кВт	15
Шлях номінального зусилля до НМТ, мм	5
Габаритні розміри, мм	
зліва направо	1745
спереду назад	2360
висота	3180
Маса пресу, кг	9015

Пресові машини працюють в режимі різкозмінного ударного навантаження, коли періоди піку моменту чергуються з холостим ходом. Ця обставина є визначальним фактором для вибору потужності двигуна і типу електроприводу.

Головні електроприводи ковальсько-пресових машин можна розділити на дві групи: електроприводи механічних ковальсько-пресових машин, що мають маховики (кривошипні преси, фрикційні преси, кувальні машини та ін), і електроприводи механічних ковальсько-пресових машин без маховиків (рейкові преси, правильні і відрізні машини та ін).

Залежно від характеру обробки, а також матеріалу, величини, форми і температури заготовки доводиться змінювати швидкість деформації. Для проведення налагоджувальних робіт необхідно переміщати робочий орган вхолосту з малою швидкістю. Все це може бути забезпечено зміною швидкості головного приводу преса.

Основним типом електропривода ковальсько-пресових машин є привод від асинхронного двигуна з короткозамкненим або фазним ротором, переважно в закритому виконанні.

Для приводу кривошипного пресу проектується двигун асинхронний з к.з. ротором.

Потужність, необхідна для роботи пресу, визначається режимом його роботи з врахуванням забезпечення високої продуктивності, економічності і безпеки обслуговування.

Лекція № 27 (28)

Тема: Електроустаткування компресорів та вентиляторів. Схеми управління.

Мета: Набуття студентами знань з питань роботи компресорних і вентиляторних електроустановок та схем управління.

Методи: словесний, наочний.

План:

1. Електроустаткування компресорів та вентиляторів.
2. Схеми управління.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

1 Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувашов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981

2 Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок.- М:Высшая школа, 1982

1. Призначення, класифікація і будова компресорів і вентиляторів.

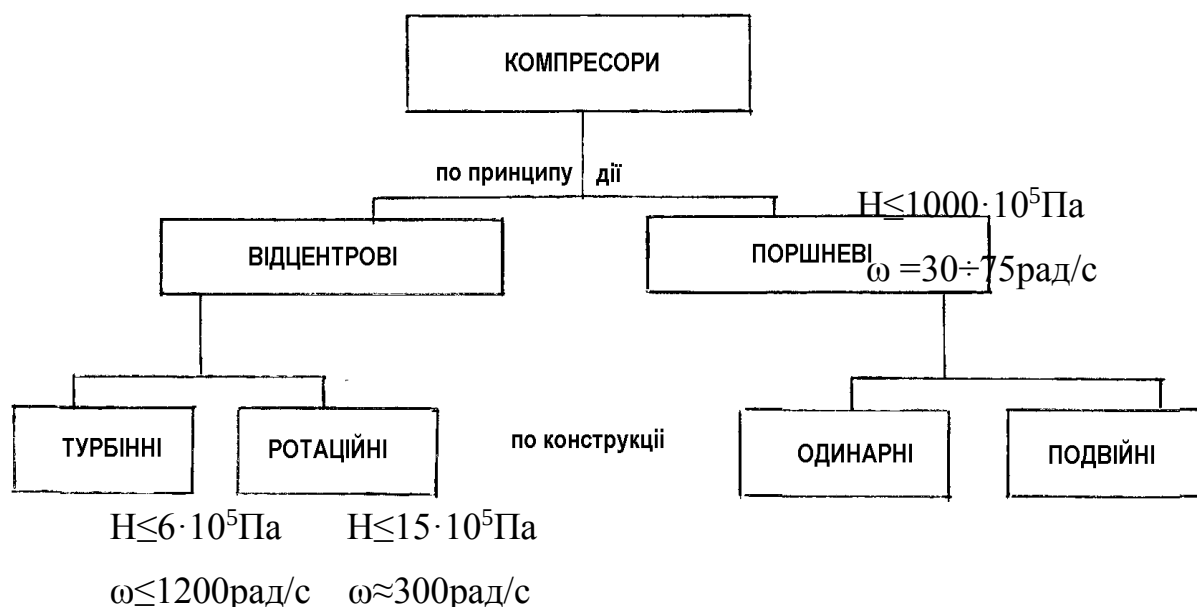
Загальні відомості. До числа механізмів, найбільш розповсюджених на промислових підприємствах, електричних станціях, шахтах, гідротехнічних спорудах, у комунальному господарстві міст, належать компресори, помпи і вентилятори, котрі споживають близько 20 % вироблюваної електроенергії.

Особливе місце вони займають в зв'язку з будівництвом і експлуатацією газо- і нафтопроводів, з експлуатацією зрошувальних систем, оскільки перекачування великої кількості нафти, газу і води вимагає застосування компресорів і pomp великої подачі, а отже, і великої встановленої потужності приводних електродвигунів - від одиниць до десятків тисяч кіловат, наприклад, для турбокомпресорів - до 18 000 кВт, pomp - до 73 000 кВт і вентиляторів - до 5 000 кВт. Тиск в таких механізмах і їхня подача

знаходяться в широких межах: наприклад, для гідропресування використовуються компресори, котрі створюють тиск до 1 600 МПа.

Енергія стиснутого повітря використовується для приводу різного обладнання і інструменту, в пристроях пневмоавтоматики. Компресори також використовують для відділення газів з повітря на газодобувних станціях.

Класифікація компресорів.



За принципом роботи розглянуті механізми бувають поршневі, відцентрові і ротаційні (останні через їхню складність і малу надійність застосовуються рідко). Поршневі механізми у більшості випадків працюють на малих швидкостях, а відцентрові і ротаційні - на середніх і високих.

Компресори. За принципом дії компресори поділяються на відцентрові і поршневі. Відцентрові компресори за конструкцією підрозділяють на турбінні і ротаційні. У турбінному компресорі (рис. 5.2,а) ротор 1 своїми лопатями під час обертання захоплює газ із впускного трубопроводу 2 і викидає його у випускний трубопровід 3. Збільшення тиску відбувається за рахунок підвищення швидкості руху частинок газу і його стискування між лопатями і корпусом компресора внаслідок ексцентричного розташування ротора.

У ротаційному компресорі (рис. 5.2,б) збільшення тиску здійснюється стискуванням газу в камерах, утворених за допомогою пластин /, котрі переміщуються під дією відцентрових сил у напрямних ротора 2 під час його обертання і притискаються до стінок корпуса. Впускний вентиль 6 і випускний вентиль 3 під час

роботи компресора відкриті. Для забезпечення роботи компресора за відсутності споживання стиснутого газу слугує обхідний трубопровід 4 з вентилем 5.

Такі компресори застосовуються для одержання тисків до $6 \cdot 10^5$ Па (турбінні) і до $15 \cdot 10^5$ Па (ротаційні). Для їхніх механізмів характерна простота конструкції, надійність в експлуатації і висока продуктивність.

Продуктивність Q , статичне навантаження M і P на валу відцентрових компресорів, за відсутності протитиску і втрат неробочого ходу зв'язана з частотою обертання ω залежностями (рис. 6.2.а,б,в) -(механізми з вентилятор-ною характеристикою). Однак у реальних установках показник степеня P може коливатися в межах $2,5 \div 6$.

У поршневому компресорі (рис. 5.2,в) під час обертання кривошипного вала і переміщення поршня 2 вниз газ засмоктується через відкритий впускний клапан 3. Під час руху поршня вгору клапан 3 закривається, відбувається стискування газу, який через випускний клапан 4 направляється до споживачів.

Поршневі компресори відрізняються нерівномірністю подачі газу. Вони бувають одно- і багатоступеневі. У компресорі одинарної дії подача газу здійснюється тільки під час ходу поршня вгору. У компресорі подвійної дії подача газу здійснюється під час ходу поршня в обидва боки.

Миттєва потужність p , на валу таких механізмів змінюється за синусоїдним законом в залежності від кута повороту ϕ кривошипа (рис. 5.3,г). З метою згладжування графіка навантаження на валу приводного двигуна встановлюють маховик. Для зменшення коливань тиску у споживача між ним і компресором ставлять ресивер (проміжний герметичний резервуар - повітрозбірник). Поршневі компресори мають більш складну конструкцію, ніж відцентрові, і застосовуються для одержання тисків до $1000-105$ Па з відносно невеликою продуктивністю.

Високі тиски газу можна отримати тільки в багатоступеневих компресорах, у яких газ стискується послідовно в декількох циліндрах або камерах. Під час стискування газу в компресорах виділяється велика кількість тепла, яке звичайно відводиться за допомогою проточної води, що проходить через кожух компресора. Завдяки охолодженню зберігається незмінною температура стисненого газу і знижується потужність приводного двигуна. Кутова швидкість робочого вала у

компресорів складає: в поршневих -30-75 рад/с, у ротаційних - 300 рад/с, у турбінних - до 1200 рад/с.

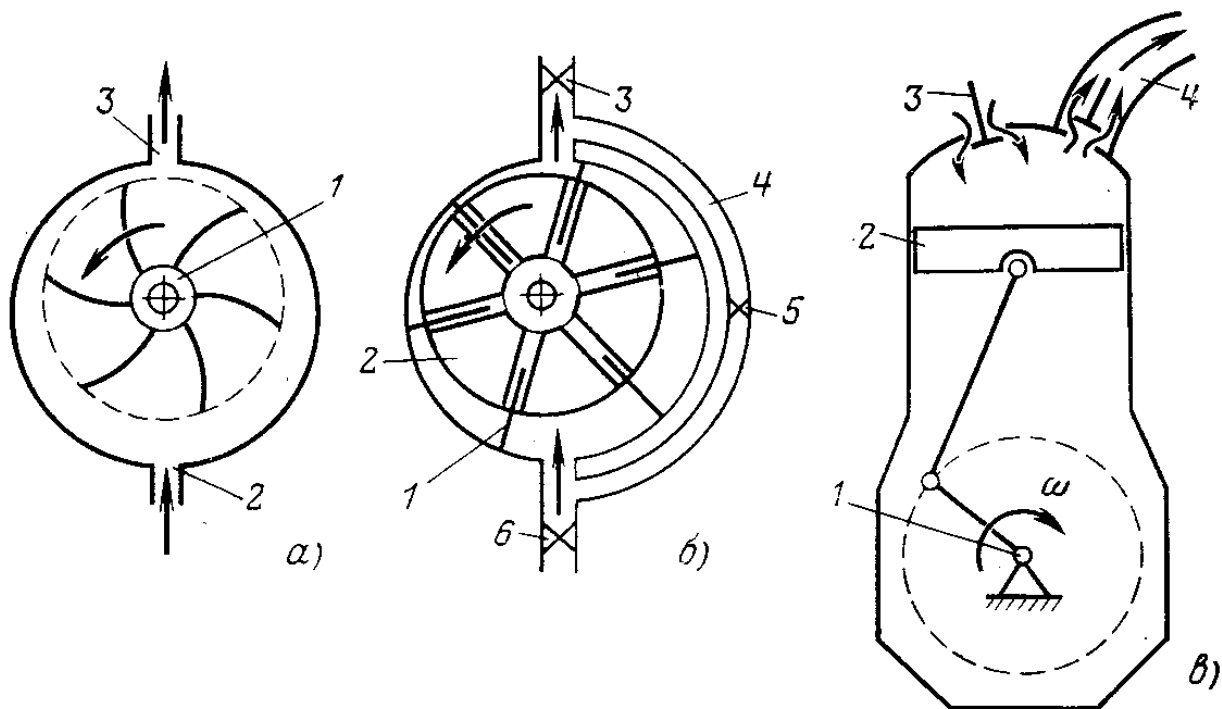
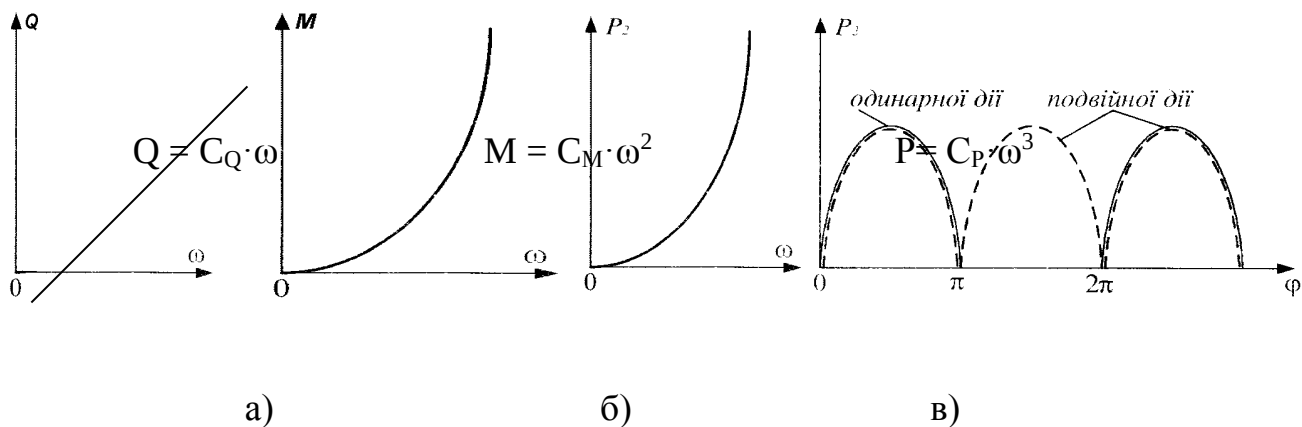


Рис.5.2. Конструкція компресорів.

а)- відцентрового, б)- ротаційного,
в)- поршневого.



г)

Рис.5.3. Характеристики відцентрового (а,б,в) і поршневого (г) компресорів.

Вентилятори призначені для вентиляції виробничих приміщень, відсмоктування газів, подачі повітря або газу в камери електропечей, до котелень і інших установок. Вентилятори створюють перепад тиску $(0.01 \div 0,1) \cdot 10^5$ Па.

За конструкцією вентилятори поділяються на відцентрові й осьові. Вони випускаються в декількох виконаннях у залежності від напрямку виходу повітря (вверх, вниз, горизонтально і т. д.) і напрямку обертання.

Робоче колесо 1 відцентрового вентилятора (рис. 5.4,а) обертається в кожусі 2. Повітря засмоктується через бічний отвір 4 і викидається через вихідний розтруб 3.

Осьовий вентилятор (рис. 5.4,б) має робоче колесо з декількома лопатями, подібними за формою до лопаті повітряного чи гребного гвинта. Колесо обертається електродвигуном 2, укріпленим усередині корпуса 3, і таким чином створюється тяга (потік) повітря через розтруб вентилятора.

Найбільше поширення на промислових підприємствах одержали відцентрові вентилятори. Вони мають таку ж, як і відцентрові компресори, залежність статичної потужності на валу від швидкості, тобто вентиляторну характеристику. Момент на валу вентилятора змінюється пропорційно до квадрату швидкості, а продуктивність вентилятора пропорційна до кутової швидкості в першому степені. (C_Q , C_M , C_P – конструктивні коефіцієнти механізмів відцентрового типу).

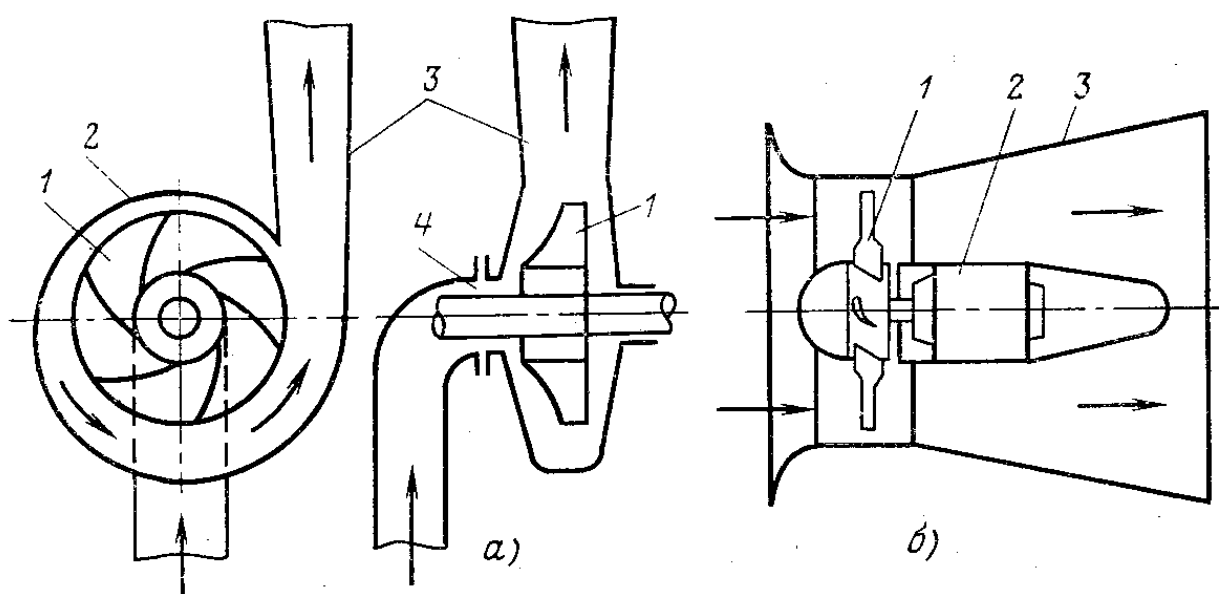


Рис.5.4. Конструкція вентиляторів: а) – відцентрового, б) – осьового.

2.Електропривод компресорів і вентиляторів.

Для даної групи механізмів характерним є довготривалий режим роботи, тому вони мають електропривод нереверсивний з рідкими пусками.

Для вентиляційних установок і відцентрових компресорів застосовують асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором і синхронні двигуни. При

потужностях $> 50 \div 100$ кВт синхронні двигуни економічно більш вигідні. Крім того вони підвищують $\cos\varphi$ підприємства.

Для поршневих компресорів, які мають на валу пульсуючий момент, характерними є коливання ротора синхронного двигуна. Щоб зменшити такі коливання та усунути можливість випадіння двигуна з синхронізму, для при -

водів поршневих компресорів використовують спеціальні тихохідні синхронні двигуни ($250 \div 300$ об/хв.) з великою перевантажувальною здатністю, під - вищеним моментом інерції ротора і великим значенням синхронізуючого моменту. Для передачі обертового моменту від двигуна до валу компресора, як правило, використовують

$P_2 \cdot 10^5, \text{Па}$	3	4	5	6	7	8	9	10
$A \cdot 10^3, \text{Дж/м}^3$	132	164	190	213	230	245	260	272

клино-пасові передачі з масивними шківками, які відіграють роль маховиків для згладжування пульсацій моменту наванта - ження на валу двигуна.

Вибір потужності електродвигуна.

Потрібну потужність двигуна знаходять по потужності на валу механізму враховуючі втрати в проміжних механічних передачах.

Потужність двигуна поршневого компресора визначається по формулі:

k_3 – коефіцієнт запасу $= 1,05 \div 1,15$;

Q – продуктивність, $\text{м}^3/\text{с}$;

A – адіабатична робота стиснення 1м^3 повітря від атмосферного тиску $P_1=1,01 \cdot 10^5$ Па до необхідного P_2 . A визначається за спеціальними таблицями:

Таблиця 5.1. Залежність адіабатичної роботи стиснення повітря від тиску.

η_k – ККД компресора, $(0,6 \div 0,8)$;

η_n – ККД передачі, $(0,9 \div 0,95)$.

Потужність двигуна приводу вентилятора і відцентрового компресора визначається по формулі:

$$P_{\text{дв.в.}} = k_3 \cdot \frac{Q \cdot H}{\eta_v \cdot \eta_n} \cdot 10^{-3}, \text{кВт},$$

k_3 – коефіцієнт запасу $= 1,1 \div 1,2$ – при $P_{\text{дв.}} > 5$ кВт; $1,5$ – при $P_{\text{дв.}} \leq 2$ кВт; $2,0$ – при $P_{\text{дв.}} \leq 1$ кВт

Q – продуктивність, $\text{м}^3/\text{с}$;

H – напір газу, Па;

η_v – ККД вентилятора, $(0,5 \div 0,85)$ – для осьових; $(0,4 \div 0,7)$ – для відцентрових;

η_n – ККД передачі, $(0,9 \div 1,0)$.

При виборі двигуна з каталогу користуємося умовами:

1. $P_{\text{ном.}} \geq P_{\text{дв.}}$,

2. $\omega_{\text{ном}} \approx \omega_p$, де ω_p – розрахункова кутова швидкість вентилятора (відцентрового компресора), яка визначається відповідно характеристики $Q(\omega)$.

Для перевірки вибраного двигуна на навантаження визначається номінальний момент двигуна і використовується характеристика $M(\omega)$.

3. Схеми керування компресорними і вентиляційними установками.

А) схема керування електроприводом компресорної установки, технологічна схема якої представлена на рис. 5.5.

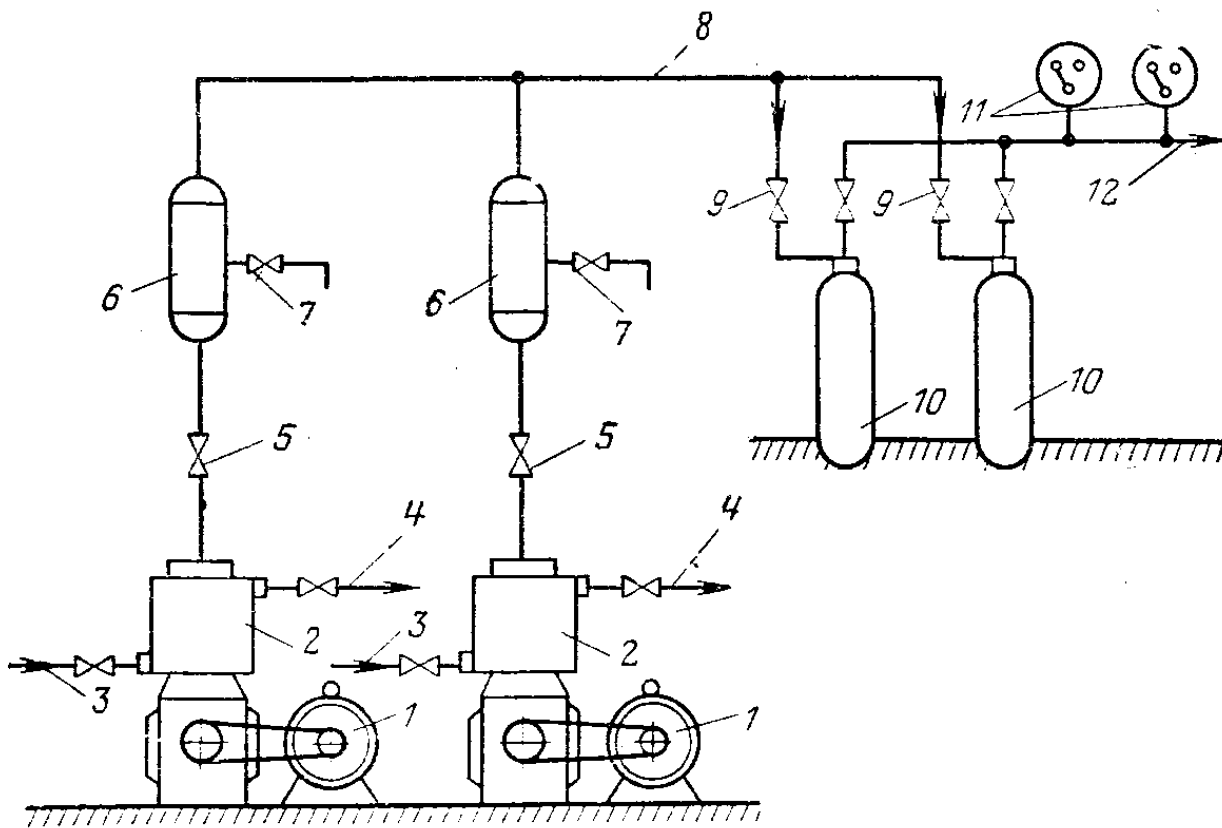


Рис.5.5. Технологічна схема компресорної установки.

1 – приводні електродвигуни; 2 – поршневі компресори; 3,4 – трубопроводи охолодження; 5,9 – зворотні клапани; 6 – повітроочисні пристрої; 7 –розвантажувальний вентиль; 8 – повітропроводи; 10 – ресивери; 11 – електроконтактні манометри; 12 – вихід.

Для автоматизації роботи компресорних установок використовується спеціальна апаратура керування компресорами, - електроконтактні манометри та струминні реле, схеми яких представлені на рис.5.6.

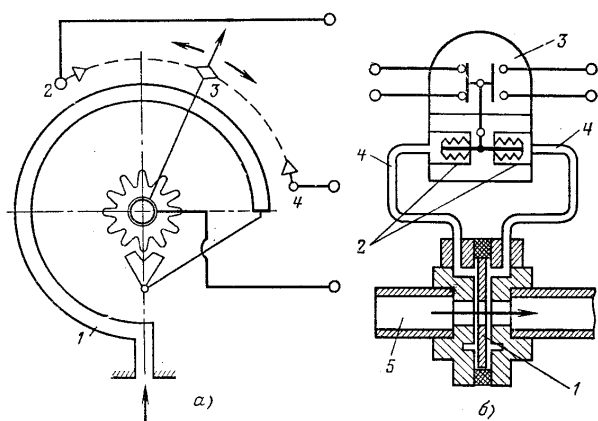


Рис.5.6. Апаратура керування компресо -

рами: а) – електроконтактний манометр:

1 – чутливий елемент – трубка Бурдона;

2 – нерухомий контакт нижнього рівню;

3 - нерухомий контакт верхнього рівню;

4 – рухомий контакт.

б) струминне реле: 1 – діафрагма; 2 – сильфони; 3 – контакти; 4 – сигнальні трубки;

5 – розхідний трубопровід.

Для регулювання по поточному значенню тиску використовуються диференційні індуктивні манометри, які вмикаються в мостові вимірювальні системи і працюють разом з виконавчими механізмами.

Схема керування компресорною установкою.

Схема призначена для підтримання тиску в встановлених межах в системі постачання стиснутого повітря від компресорної установки з двох агрегатів.

На рис. 5.7. представлена схема керування компресорною установкою, яка складається з двох агрегатів з приводом від асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором.

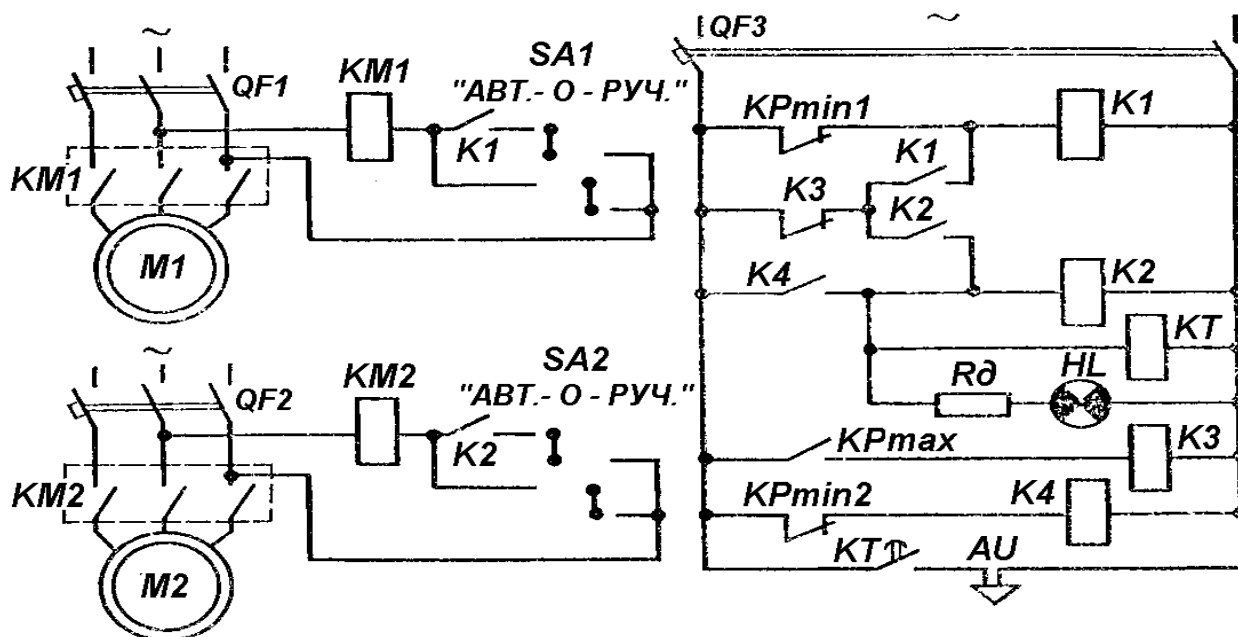


Рис.5.7. Схема керування компресорною установкою.

Склад схеми:

А) – силова частина:

М1, М2 – електродвигуни приводу компресорів.

Б) – схема керування:

SA1, SA2 – перемикачі режимів роботи;

КР_{min1} – контакти електроконтактного манометра середнього тиску;

КР_{min2} – контакти електроконтактного манометра низького тиску;

КР_{max} – контакти електроконтактного манометра високого тиску;

К1 – К4 – проміжні реле;

КТ – реле часу;

KM1, KM2 – силові контактори пуску двигунів компресорів.

В) – елементи сигналізації:

HL, AU – сигнальна лампа і акустичний (звуковий) апарат низького тиску.

Г) – апарати захисту:

QF1, QF2, QF3 – автоматичні вимикачі.

Робота схеми.

А) *ручний режим* вмикається встановленням перемикачів SA1(SA2) в положення «РУЧ.». При цьому спрацьовують контактори KM1(KM2) і вмикають двигуни компресорів. Значення тиску в системі контролюється візуально по манометрам.

Б) *автоматичний режим* вмикається встановленням перемикачів SA1(SA2) в положення «АВТ.». При цьому при увімкннутих автоматичних вимикачах спрацьовують реле К4, К1 і К2, через силові контактори KM1, KM2 запускають двигуни компресорів і стають на самоблокування через контакти К3.

1) З початком роботи компресорів розмикаються контакти манометрів низького і середнього тиску КР_{min1} і КР_{min2}.

2) При досягненні максимального тиску в системі замикаються контакти манометра високого тиску КР_{max}, спрацьовує реле К3 і своїми контактами розмикає коло живлення реле К1 і К2, що приводить до зупинки двигунів.

3) При зниженні тиску до середнього значення замкнуться контакти КР_{min1} внаслідок чого запуститься перший компресор (М1).

4) При зниженні тиску до мінімального значення замкнуться контакти КР_{min2} внаслідок чого запуститься і другий компресор (М2).

(або не зростає при запуску установки) буде світитися сигнальна лампа HL, а з витримкою часу спрацює акустичний апарат AU (сирена) і подасть звуковий сигнал.

двигуна показаний на рис. 5.8.

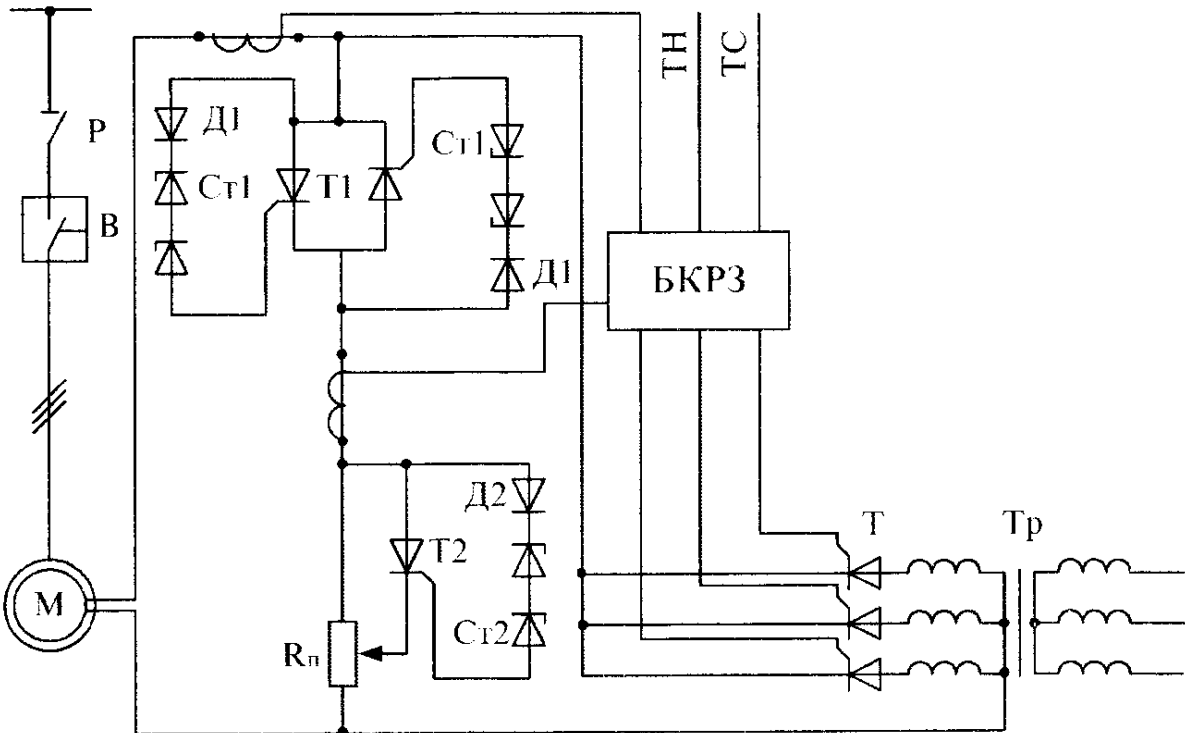


Рис.5.8. Схема керування синхронним двигуном з тиристорним збудником.

У схемі є роз'єднувач Р, масляний вимикач В; синхронний двигун М з обмоткою збудження; тиристорний збудник Т, виконаний за трифазною нульовою схемою з узгоджувальним трансформатором Тр і блоками керування, регулювання і захисту БКРЗ. з'єднаними з трансформаторами напруги ТН і струму ТС: тиристорні ключі Т1 і Т2 з колами керування Д1, Ст1 і Д2. Ст2; пусковий резистор R_n (його опір більший від опору обмотки збудження в чотири і більше разів).

Схема забезпечує автоматичну подачу збудження під час пуску двигуна у функції струму статора і ковзання, автоматичне форсування збудження в момент зниження напруги мережі (до певного значення), автоматичне гасіння поля збудження двигуна в час його відімкнений, захист від коротких замикань в системі збудження, від зтяжного пуску і від перенапруг на ти - ристорах збудника.

Якщо трансформатор T_r вже підключений до мережі (працює в режимі неробочого ходу), а роз'єднувач P замкнений, то для пуску двигуна досить включити вмикач B . Тоді під дією пускового струму БКРЗ блокує тиристорний збудник T , а на обмотку статора подається напруга мережі, яка індукуює в обмотці збудження напругу, достатню для спрацювання стабілізаторів $Ст1$, і через діоди $Д1$ відкриваються тиристори $T1$, котрі підключають обмотку збудження до пускового резистора R_p . Таким чином розгін двигуна здійснюється із замкненою обмоткою збудження на пусковий резистор R_p .

Для форсованого розгону двигуна з більшим струмом в обмотці збудження слугує другий тиристорний ключ $T2$, котрий працює подібно до першого, тільки він шунтує частину опору резистора R_p (таке ввімкнення обмотки збудження двигуна знижує перенапругу на ній і на тиристорах збудника).

Керування подачею збудження синхронного двигуна здійснюється у функції струму статора і ковзання, а саме: з досягненням двигуном підсинхронної частоти обертання струм статора знижується, блокування збудника знімається, ключі $T1$ і $T2$ закриваються, система автоматики БКРЗ подає команду на підключення збудника до живлення і подачу підвищеного струму збудження в обмотку (усі ці операції узгоджені у часі). Після того, як двигун увійде у синхронізм, струм збудження знижується до номінального значення.

З відключенням масляного вмикача система автоматики БКРЗ переводить тиристорний збудник в інверторний режим, забезпечуючи тим самим гасіння поля двигуна, а надалі повернення схеми у початковий стан.

Для системи збудження синхронного двигуна розглянутих механізмів випускаються комплектні тиристорні пристрої серій КТУ, ТВУ і ВУ для синхронних двигунів потужністю від 100 до 12 500 кВт.

Схема керування вентиляційною установкою

Схема, яка представлена на рис.5.9. призначена для підтримання на заданому рівні температури в овочевих сховищах шляхом регулювання інтенсивності їх вентиляції. Це можливо здійснити зміною кількості паралельно працюючих механізмів і зміною їх продуктивності.

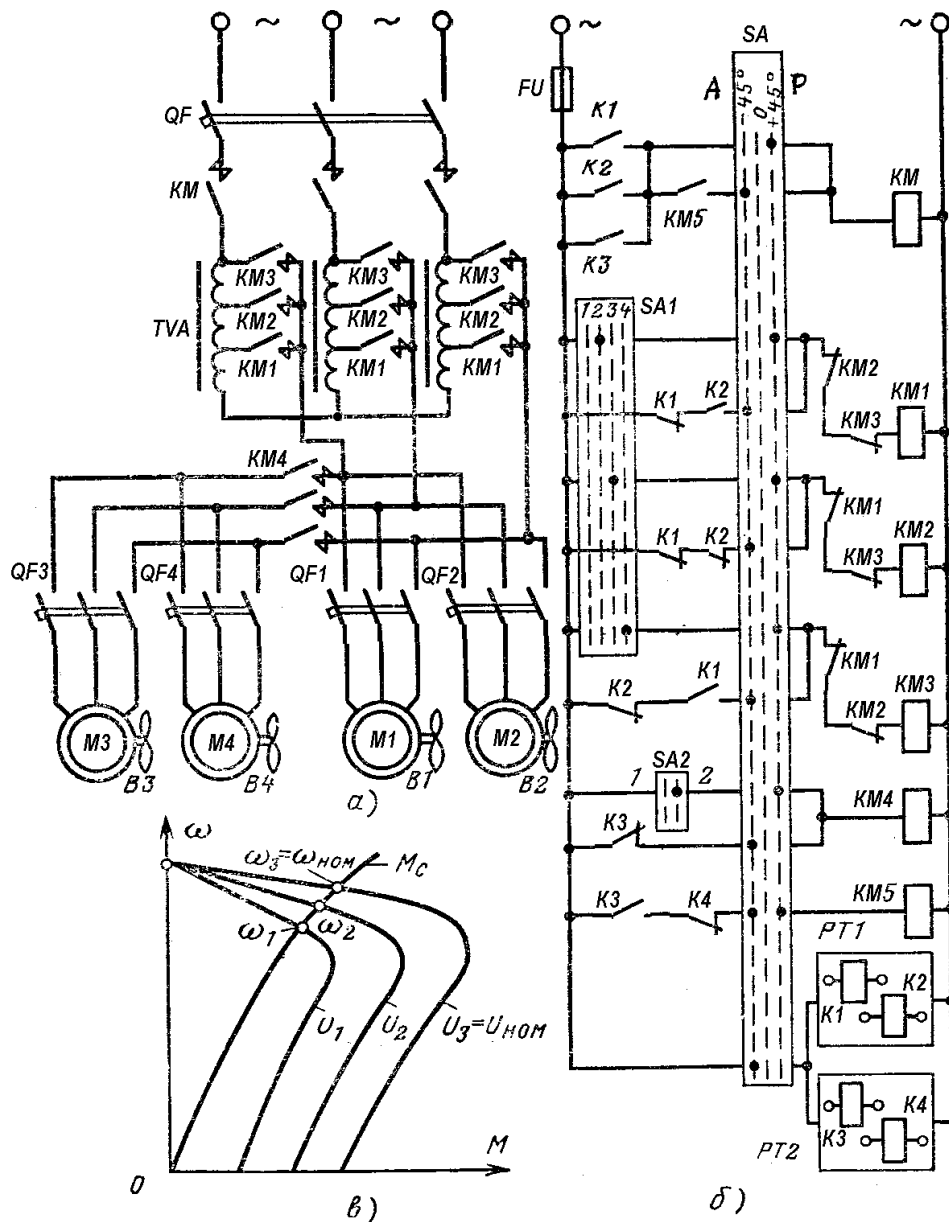


Рис.5.9. Схема електроприводу вентиляційної установки.

а) – схема силового кола; б) – схема кіл керування; в) – механічні характеристики М.

Склад схеми.

а) – силова частина:

М1 – М4 – електродвигуни вентиляторів В1 – В4;

ТВА – автотрансформатор.

б) – схема керування:

SA – перемикач роду роботи;

SA1 – перемикач перемикач ручного керування швидкістю;;

SA2 – перемикач ручного включення групи вентиляторів В3, В4;

PT1, PT2 – регулятори температури;

К1 – К4 – виконавчі реле РТ;

КМ – лінійний контактор;

КМ1 – КМ3 – силові контактори регулювання напруги;

КМ4 – контактор включення В3, В4;

КМ5 – силове реле.

Робота схеми.

1. *Температура відповідає заданий:* реле регуляторів К1, К2, К3, К4 знеструмлені, заживлені КМ і КМ2, - вентилятори працюють на середній швидкості.

2. *Підвищення температури:* РТ1 вмикає К1, внаслідок чого КМ2 вимикається, а КМ3 вмикається, - вентилятори працюють на номінальній швидкості.

3. *Зниження температури:* РТ1 вмикає К2, внаслідок чого вимикається КМ3, а КМ1 вмикається, вентилятори працюють на пониженій швидкості.

4. *Подальше зниження температури:* РТ2 вмикає К3, внаслідок чого вимикається КМ4 і вимикається група вентиляторів В3, В4.

5. *Подальше зниження температури:* РТ2 вмикає К4, внаслідок чого вимикається КМ5, яке відключає лінійний контактор КМ і вимикаються всі вентилятори.

Електронна схема регуляторів РТ забезпечує включення вентиляторів на середню швидкість при досягненні заданого значення температури.

Лекція № 29(30)

Тема: Електроустаткування насосних установок. Призначення, будова, особливості електроприводу, вибір потужності електродвигуна, регулювання продуктивності насосних установок

Мета: Набуття студентами знань з питань електроустаткування насосних установок, призначення, будови, особливості електроприводу. Вміти розрахувати та вибрати потужність електродвигуна. Ознайомитися з особливостями регулювання продуктивності насосних установок.

Методи: словесний, наочний.

План:

1. Електроустаткування насосних установок.
2. Призначення, будова, особливості електроприводу.
3. Розрахунок та вибір потужності електродвигуна.
4. Регулювання продуктивності насосних установок.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

1 Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувашов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981

2 Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок.- М:Высшая школа, 1982

1.Призначення і будова насосів.

Поршневі насоси використовуються для перекачки рідин при великих глибинах всмоктування ($> 5 - 6$ м).

Внаслідок зворотно-поступового руху поршню для таких насосів мають місце пульсації навантаження на валу приводного двигуна. Напір на виході такого насосу є нерівномірним.

Поршневий насос пускається в хід під навантаженням, тому двигун приводу повинен мати підвищений пусковий момент.

Двигуни поршневих насосів з'єднуються з робочім валом насосу через понижуючий редуктор.

Відцентрові насоси (помпи) мають більше розповсюдження завдяки простоті їх конструкції, можливості установки робочого органу помпи безпосередньо на вал двигуна і легкому пуску провідних електродвигунів.

У спіральному корпусі 1 помпи міститься робоче колесо 2 з лопатями. Під час обертання колеса двигуном Д рідина, яка надходить до центра колеса із забірного резервуара 6 через усмоктувальний трубопровід 7 і відкриту засувку 8, викидається відцентровою силою. Установки з відцентровими помпами (рис. 5.10) мають значно ширше застосування. У спіральному корпусі 1 помпи міститься робоче колесо 2 з лопатями. Під час обертання колеса двигуном Д рідина, яка надходить до центра колеса із забірного резервуара 6 через усмоктувальний трубопровід 7 і відкриту засувку 8, викидається відцентровою силою лопатів на периферію корпусу. В результаті у центрі робочого колеса створюється розрідження, рідина засмоктується в помпу, знову викидається лопатями колеса на периферію корпусу і далі подається в напірний трубопровід 3. Отже, у системі з відкритою засувкою 5 створюється безупинний плин рідини і відцентрова помпа працює рівномірно.

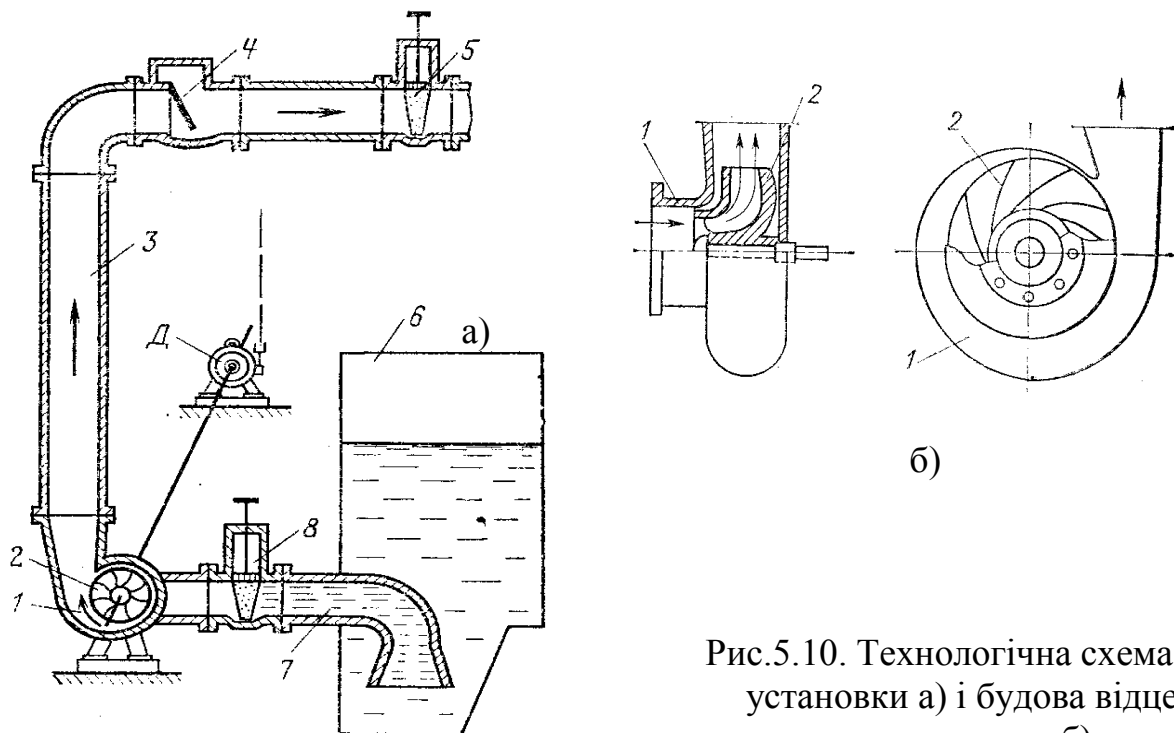


Рис.5.10. Технологічна схема насосної установки а) і будова відцентрового насосу б).

1 – спіральний корпус помпи; 2 – робоче колесо з лопатями; 3 – напірний трубопровід; 4 – зворотний клапан; 5,8 – засувки; 6 – забірний резервуар; 7 – усмоктувальний трубопровід; Д – електродвигун приводу.

Залежність потужності на валу двигуна від швидкості у таких помп подібна до аналогічних характеристик відцентрових компресорів і вентиляторів (рис. 5.3 а,б,в).

Перед пуском відцентрову помпу потрібно заповнити рідиною. Помпа може знаходитися як нижче, так і вище від рівня рідини, яку потрібно або підійняти або просто перепомпувати. Якщо помпа розташована нижче від рівня рідини (рис. 5.10 а), то для її наповнення достатньо відкрити вентиль 8.

Якщо ж помпа знаходиться вище від рівня рідини, то для її наповнення потрібно створити розрідження усередині корпусу помпи за допомогою спеціальної вакуум-помпи, якою може бути звичайна поршнева помпа. Також можна установлювати акумуляторні баки вище від рівня помпи, крізь які проходить всмоктувальний трубопровід, і після зупинки помпа залишається наповненою рідиною.

Після заповнення корпусу помпи можна вмикати приводний двигун.

Способи пуску відцентрових помп:

Пуск із закритою напірною засувкою, під час якого плавно підвищується тиск у напірному трубопроводі і вимикається гідравлічний удар у системі. Пуск відбувається практично на неробочому ході (момент на валу двигуна складає 10 - 20 % від $M_{\text{ном}}$ на початку пуску і 30 – 40 % наприкінці), але витрачається додатковий час на наступне відкривання засувки.

Пуск з відкритою напірною засувкою доцільний, якщо помпа розташована нижче від рівня рідини в забірному резервуарі і є зворотний клапан. У цьому випадку не тратиться час на відкривання засувки, і загальний час пуску агрегату буде меншим, хоча тривалість пуску самого двигуна дещо збільшується.

Пуск з одночасним ввімкненням приводу відкривання напірної засувки помпи можна розглядати як окремий випадок першого і другого способів у залежності від співвідношення часу відкривання засувки і пуску помпи.

Для зупинки помпи треба спочатку повільно (з метою уникнення гідрав - лічного удару) закрити напірну засувку, а потім відключити двигун.

Попереднє закривання засувки до зупинки помпи є вимушеним, якщо нема зворотного клапана, щоби запобігти роботі помпи як гідротурбіни під напором рідини, яка знаходиться в системі. Такий режим може призвести до аварії агрегату.

2. Вибір потужності двигунів відцентрових насосів.

Відцентрові насоси (помпи) мають необхідну для їх нормальної роботи кутову швидкість $\omega_0 = 150 - 300$ рад/с (1500 – 3000 об/хв.).

Розрахункова потужність двигуна визначається по формулі:

ρ – густина рідини (вода – 1000 кг/м³) ;

H_c – висота напору, м;

ΔH – втрати напору, приймаються 10 – 15 % від H_c

η_n – ККД насосу ($\eta_n = 0,6 \dots 0,75$)

$\eta_{пер}$ – ККД передачі ($\eta_{пер} = 1$)

K_3 – коефіцієнт запасу 1,1 ... 1,3

g – прискорення вільного падіння ($g = 9,81$ м/с²)

Q – продуктивність насосу, м³/с.

Продуктивність насосу, напір, момент і потужність залежать від кутової швидкості і визначаються співвідношеннями:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2}; \quad \frac{H_1}{H_2} = \frac{M_1}{M_2} = \frac{\omega_1^2}{\omega_2^2}; \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{\omega_1^3}{\omega_2^3}, \text{ тобто :}$$

при завищенні швидкості, потужність, яка споживається двигуном різко зростає, а при зниженні, напір, який створюється, може бути недостатнім.

Крім того при занадто високих обертах виникає кавітація*) насосу.

*) Кавітацією називається процес створення повітряної оболонки між корпусом і робочим колесом насосу за рахунок відділення молекул повітря, яке розчинено у рідині, від молекул самої рідини. При виникненні кавітації продуктивність відцентрового насосу зменшується практично до нуля. Виникненню кавітації сприяє також низький атмосферний тиск і висока температура рідини.

3. Апаратура автоматизації насосних установок.

Крім апаратури загального призначення в системах автоматизації використовуються спеціальні апарати керування і контролю:

реле контролю рівню рідини; струминні реле; реле тиску; реле контролю заливки відцентрових насосів.

Реле контролю рівня: поплавкові; електродні; манометричні; ємнісні; радіоізотопні.

Струминні реле призначені для контролю наявності потоку (розходу) рідини в трубопроводі.

Реле тиску призначені для контролю за тиском рідини на різних ділянках трубопроводів.

Реле контролю заливки призначені для мінімально необхідного рівню рідини, який забезпечує пуск насосу. Звичайно встановлюються на 0,3 - 0,5 м вище рівню насосу.

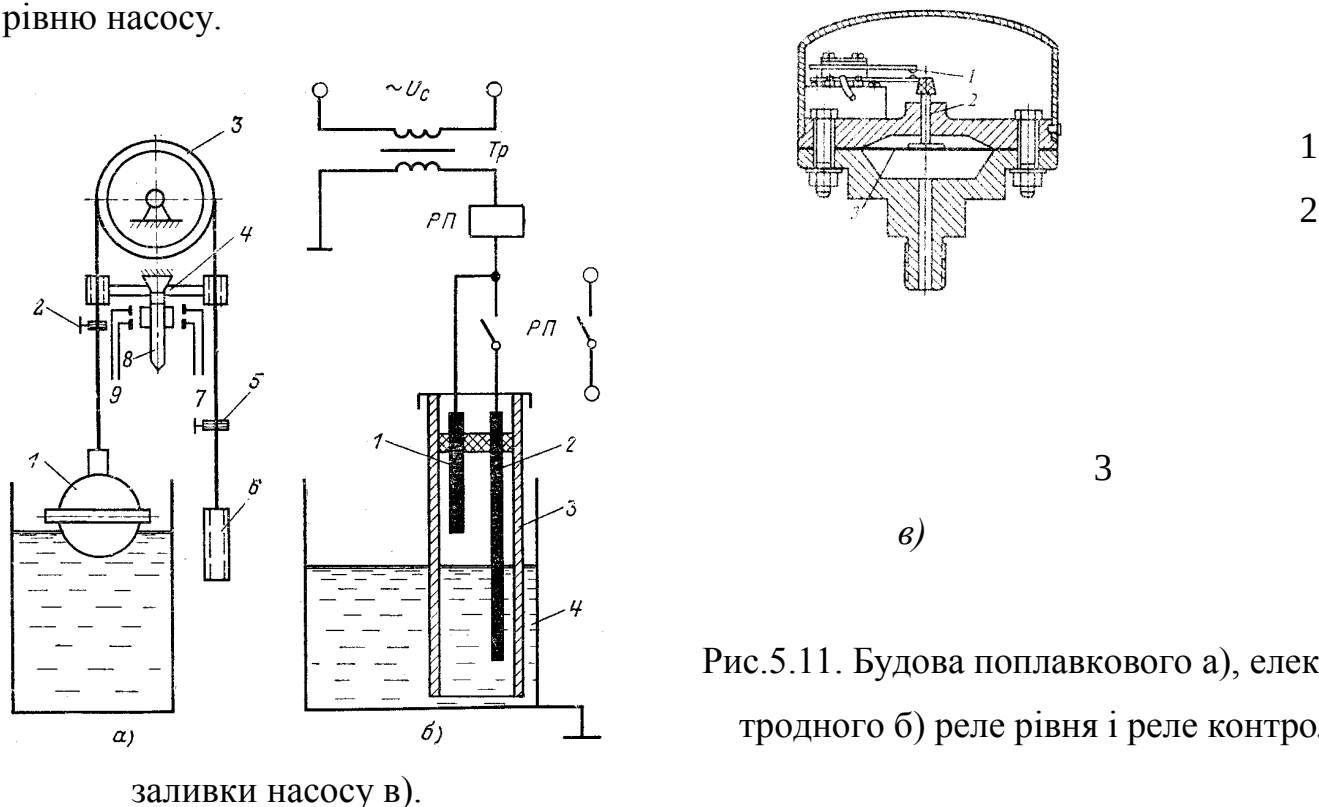


Рис.5.11. Будова поплавкового а), електродного б) реле рівня і реле контролю заливки насосу в).

а) 1 – поплавок; 2, 5 – переключаючі шайби; 3 – блок; 4 – коромисло; 6 – врівноважувальний вантаж; 7, 8 – контакти; 8 – контактний пристрій.

б) 1, 2 – електроди; 3 – корпус; 4 – резервуар з рідиною. Тр – трансформатор; РП – проміжне реле.

в) 1 – контакти; 2 – шток; 3 – мембрана.

На рис.5.11. а) представлена схема електромеханічного поплавкового реле.

Крім електромеханічних поплавкові реле бувають: індуктивні, герконові і фотоелектричні.

Ємнісні і індуктивні датчики використовуються разом з мостовими схемами і пороговими пристроями (релейними елементами), а також в схемах частотного керування (АВК) електроприводів насосних установок.

4 Схеми автоматизації роботи насосних установок

Схема з електродним реле рівня.

Схема забезпечує автоматичний пуск і зупинку насосів в залежності від рівня рідини при роботі на відкачування.

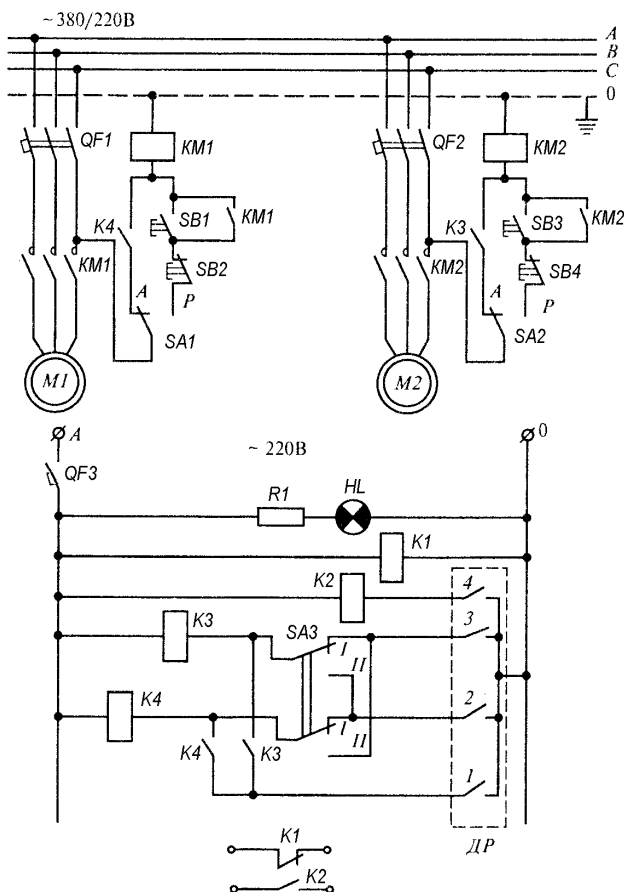


Рис.5.12. Схема установки з двома насосами.

M1, M2 – електродвигуни приводів насосів Н1, Н2.

SB1, SB2 – кнопки пуску і зупинки насосу Н1 в ручному режимі.

SB3, SB4 – кнопки пуску і зупинки насосу Н2 в ручному режимі;

SA1, SA2 – перемикачі режимів роботи;

SA3 – перемикач резерву;

ДР – електродний датчик рівню;

K1 – реле контролю наявності напруги; K2 – аварійне реле;

K3, K4 – реле керування Н1, Н2;

KM1, KM2 – силові контактори М1, М2;

HL – лампа контролю напруги в колі керування.

QF1 – QF3 – автоматичні вимикачі.

З двох насосів один є робочим, - другий є резервним, що задається перемикачем SA3.

В положенні I Н1 (М1) –робочій, Н2 (М1) –резервний, а в положенні II, - навпаки.

Робота схеми в автоматичному режимі

SA1, SA2 в положенні «А», SA3 в положенні «I», контакти якого в колах керування K3 робочого і K4 резервного насосів замкнені. Але ці кола лише розімкненими внаслідок відсутності контактів електродів 2 і 3 з рідиною.

При підвищенні рівню рідини в резервуарі до електроду 2 коло котушки K4 замикається, реле спрацьовує і його контакт подає живлення в котушку KM1 і стає на самоблокування через контакт електроду 1. Вмикається електродвигун М1 першого насосу Н1, який буде працювати поки рівень рідини не спаде нижче електроду 1.

Якщо вийде з ладу робочій насос або продуктивність його буде недостатньою, рівень рідини буде підвищуватися до контакту з електродом 3 датчика рівню. При цьому отримає живлення котушка K3, яке спрацює і увімкне KM2

електродвигуна М2 резервного насосу. Резервний насос зупиниться при падінні рівня нижче електроду 1.

При досягненні рідиною електроду 4 спрацює реле K2, яке вмикає коло аварійної сигналізації.

Кола сигналізації отримують живлення від окремих (аварійних) джерел.

Лекція № 31

Тема: Електропривід насосів та компресорів від спеціальних електродвигунів.

Мета: Набуття студентами знань з питань електроприводу насосів та компресорів від спеціальних електродвигунів.

Методи: словесний, наочний.

План:

1. Електропривід насосів та компресорів від спеціальних електродвигунів.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

- 1 Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок.-М:Высшая школа, 1982
- 2 Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувазов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981

Синхронні двигуни повинні бути тихохідні, так як при роботі поршневого компресора виникають коливання ротора синхронного двигуна, що призводить до збільшення споживаної потужності. Крім того необхідно підтримувати в мережі мінімальну напругу щоб усунути можливість випадання двигуна з синхронізму. Величина цієї напруги

$$U_{\min} < 1.3U_n/\lambda, \text{ де } \lambda = M_{\max} / M_n$$

Для пуску синхронних двигунів застосовується пускова обмотка, яка забезпечує розворот синхронного двигуна до під синхронної швидкості в асинхронному режимі. Опір пускової обмотки повинен забезпечувати необхідний пусковий момент при зниженому пусковому струмі.

Компресор, на якому встановлений синхронний двигун, включається без навантаження; момент на валу компресора складає біля 0,3 M_n . Якщо пускова обмотка двигуна виконується з малим опором, то пусковий момент двигуна складає більше 0,4 M_n і забезпечує його розгін для втягування в синхронізм.

Для надійного втягування в синхронізм необхідно встановити граничне ковзання, тоді може бути подано збудження в ротор при визначеному співвідношенні між асинхронним і синхронним моментами. Це ковзання для синхронних двигунів з явно вираженими полюсами орієнтовно

$$S_{\text{пред}} = (243/n_0) \sqrt{\frac{P_c}{fGD^2}}$$

де P_c - синхронізуюча потужність, кВт, при даному струмі збудження.

Явище ковзання синхронних двигунів, що встановлені на поршневих компресорах, потрібно враховувати також після запуску двигуна. Ці вимушені коливання з частотою γ_v можуть виникнути як при раптовій зміні навантаження, так і у випадку періодичної зміни статичного моменту механізму, що є характерним для поршневих компресорів.

Величина $\gamma_v = h (n_0/60)$,

де h – число періодів возмущающей сили компресора за один оберт.

Динамічна стійкість синхронного двигуна визначається його здатністю розвивати необхідний момент, не виходячи з синхронізму при коливаннях навантаження. У синхронного двигуна середня швидкість строго постійна (синхронна), і обмін енергією між синхронним двигуном і маховиком здійснюється за рахунок зміни кута здвигу θ між напругою мережі U і е.р.с. E .

Струм, споживаний двигуном,

$$I = (U - E) / jx_d$$

Величина струму буде змінюватися при коливаннях ротору на кут $\pm\Delta\theta$ відносно свого середнього положення.

Коли $\theta = \theta_1 - \Delta\theta$, струм $I' < I$ (при $E = E'$) і відбувається гальмування ротора, що супроводиться збільшенням кута θ до величини $\theta + \Delta\theta$. При цьому струм збільшується до величини $I'' > I$ (при $E = E''$) і відповідно збільшується споживана з мережі потужність, що приводить до прискорення. Ці зміни величини кута θ в межах $\pm \Delta\theta$ створюють кочення ротору, які будуть відбуватися з частотою власних коливань γ_0 , визначених параметрами синхронного двигуна і величиною його махового моменту. Частота власних коливань двигуна

$$\gamma_0 = (7,6 / n_0) \sqrt{\frac{fP_c}{GD^2}}$$

$$P_c = (P_n / \theta_n^0) 57,3 = P_n / \theta^0$$

де P_c , P_n – синхронізуюча і номінальна потужності, кВт;

θ_n^0 – кут в електричних градусах при номінальному навантаженню;

θ^0 – кут в електричних радіанах;

57,3 – число градусів в 1 рад.

Величина синхронізуючої потужності залежить від реактивного опору і величини струму збудження, тобто від величини $\cos \varphi$, і визначається із співвідношення:

$$\cos \varphi \quad 1,0 \quad 0,9 \quad 0,8 \quad 0,7$$

$$P_c / P_n \quad 1,8 \quad 2,3 \quad 2,9 \quad 3,5$$

$$\text{Тоді } GD^2 = 1,4 \cdot 57,3 \cdot fP_c / \gamma^2 n^2 \approx 80 fP_c / \gamma^2 n^2$$

Величина GD^2 може бути обрана по синхронізуючому моменту M_c і коефіцієнту резонантності Z . Маховий момент, $\text{кГ} \cdot \text{м}^2$,

$$GD^2 = Z \cdot 10,8 \cdot M_c / (0,01 \cdot n)^3$$

де $M_c = M_n (57,3 / \theta_n^0)$;

$$Z = (\gamma_b / \gamma_0)^2 = (0,75/1)^2 \approx 0,56 \text{ (приймається в межах } 0,7 - 0,8).$$

Лекція № 32

Тема: Електроустаткування установок ерозійної обробки металів.

Мета: Набуття студентами знань з питань електроустаткування установок ерозійної обробки металів.

Методи: словесний, наочний.

План:

1. Призначення, принцип дії і загальна будова електроерозійного верстата.
2. Електроустаткування електроерозійного верстата.
3. Схеми автоматичних регуляторів електроерозійних верстатів.
4. Електрична схема електроерозійного верстата моделі 18М2

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

1 Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувашов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981

2 Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок.- М:Высшая школа, 1982

Електроустаткування установок електроерозійної обробки матеріалів.

1. Призначення, принцип дії і загальна будова електроерозійного верстату.

Електроерозійна обробка сталі, твердих сплавів та других струмопровідних матеріалів являється одним з різновидів електротехнології – методів розмір – ної обробки, в основу яких покладено використання термічної, хімічної або комбінованої дії електричного струму. Вона використовується в тих випадках, коли обробка матеріалів звичайними механічними способами різання пов'язана з великими труднощами, а підчас і взагалі неможлива.

Електроерозійна обробка заснована на ефекті корисного знімання металу з заготовки в результаті теплової дії коротких за часом уніполярних імпульсів – електричної енергії. Ця енергія виділяється в каналі електричного розряду між поверхнею заготовки (деталі) і електродом – інструментом, зануреним в рідке середовище (гас, соляріві або машинні масла, дистильовану і технічну воду). Слідуючи один за одним через проміжок електрод – заготовка імпульсні розряди з амплітудою струму в сотні і тисячі ампер виплавляють і випаровують мікропорції матеріалу

заготовки. Краплі і пари розплавленого матеріалу завдяки залишковому тиску в області розряду викидаються за її межі і захолюються в робочій рідині в вигляді дрібних частинок, які не осаджуються на електроді-інструменті. Останній, таким чином, отримує можливість втручатися в заготовку. При електроерозійній обробці немає необхідності в інструментах більш твердих, ніж матеріал заготовки. Електрод-інструмент при електроерозійній обробці служить для підведення імпульсів електричної енергії до заготовки. Механічної дії на деталь він не створює. Операції, які виконуються таким способом, получили назву копіювально-прошивних.

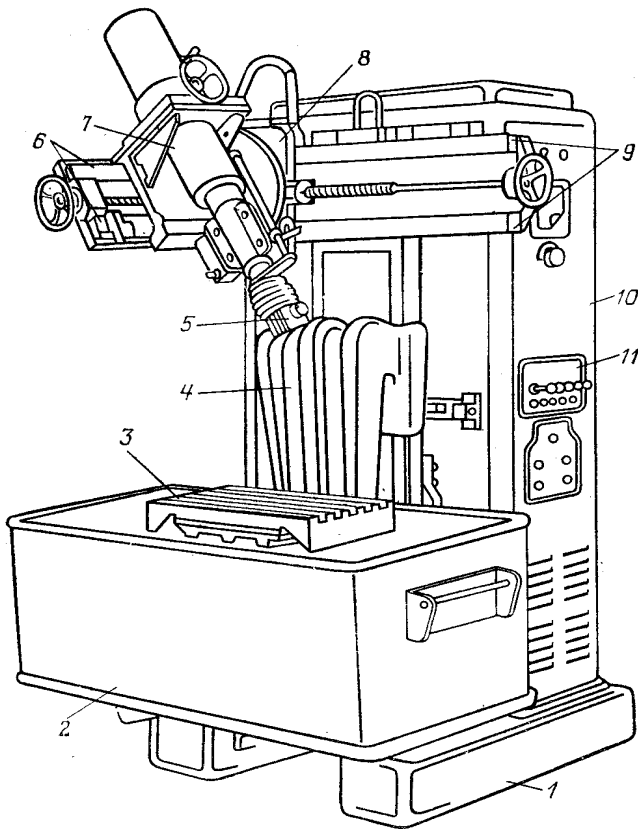
Відрізняють два види електроерозійної обробки: *електроімпульсну*, при якій використовується дугова форма електричного розряду, і *електроіскрову*, для який типічною є іскрова форма розряду. При електроіскровій обробці імпульсами (з енергією імпульсу від сотих частин до одиниць джоулів і тривалістю $T_i < 10^{-4}$ с) великої частоти (до десятків і сотень кілогерц) деталь, як правило, являється анодом (так названа пряма полярність). Електроімпульсна обробка виконується більш широкими імпульсами (з енергією від одиниць до декількох десятків джоулів і $T_i > 10^{-4}$ с) меншої частоти (до сотень і тисяч герц) і звичайно при зворотній полярності, коли деталь являється катодом.

Продуктивність електроерозійної обробки – кількість металу, який знімається з деталі в одиницю часу і зношення електроду-інструменту залежать від потужності, частоти і тривалості імпульсів, їх полярності та форми, складу робочої рідини, матеріалу деталі і інструменту. Тому для кожного конкретного випадку обробки є свій оптимальний режим, тобто найкраще сполучення даних факторів.

Електроерозійна обробка використовується при виготовленні деталей для прошивання отворів (круглого і складного профілю), прорізання канавок, пазів и шліців, виготовлення матриць штампів, обробки порожнин прес-форм, виготовлення і профілювання твердосплавних різців, шліфування площин постійних магнітів і т. д. Електроімпульсна обробка продуктивніша і економічно вигідніша за електроіскрову завдяки використанню більш потужних імпульсів. В свою чергу електроіскрова обробка дозволяє отримати більш високу, точність і чистоту поверхні.

Для виконання електроерозійної обробки використовують *електроерозійні верстати* (рис.1).

Рис. 1. Зовнішній вигляд електро -
ерозійного верстату мод. 183.



- 1 – основа;
- 2 – ванна з робочою рідиною;
- 3 – робочий стіл;
- 4 – кронштейн стійки;
- 5 – електродотримач;
- 6 – напрямні поперечного супорту;
- 7 – поперечний супорт з робочою говкою;
- 8 – поздовжній супорт;
- 9 – напрямні стійки;
- 10 – стійка;
- 11 – пульт керування.

На столі верстату встановлюються деталі розміром $1100 \times 400 \times 120$ мм.

Механізм подачі з електроприводом знаходиться в робочій головці і забезпечує рух подачі електроду – інструменту по поздовжній осі головки.

2. Електроустаткування електроерозійного верстата.

1. Генератори імпульсів.

Для нормального ходу процесу електроерозійної обробки необхідно щоб між електродом – інструментом і виробом проходили стабільний імпульсний струм і попереджував ся його перехід в безперервний дуговий розряд.

Формування імпульсів струму здійснюється за допомогою спеціальних генераторів імпульсів, схеми яких представлені на рис. 7.8.

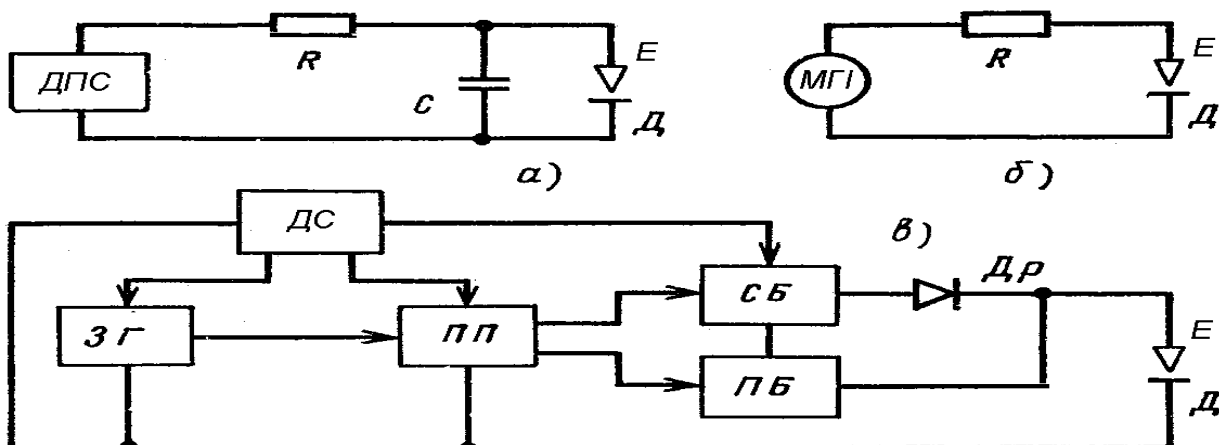


Рис. 7.8. Принципові схеми генераторів імпульсів електроерозійних верстатів.

ДПС – джерело постійного струму; Е – електрод; Д – деталь; МГІ – машинний генератор імпульсів; ДС – джерело струму; ЗГ – задавальний генератор; ПП – проміжний підсилювач; СБ – силовий блок; ПБ – підпалювальний блок; Др – діод розділювальний.

В релаксаційному генераторі типу RC (рис. 7.8, а) від джерела постійного струму ДПС з напругою 100—250 В через струмообмежувальний опір R конденсатор С запасє енергію. Напруга на конденсаторі підвищується до $U_{пр}$, при якому відбувається пробій проміжку між електродом-інструментом Е і деталлю Д. Енергія, яка запасена в конденсаторі, виділяється в проміжку Е–Д в вигляді імпульсу струму I_i . По мірі розряду конденсатора напруга на йому падає і через деякий час становиться менше значення, при якому може підтримуватися провідний стан проміжку Е–Д. Струм I_i швидко зменшується і припиняється. Одразу ж починається заряд конденсатора, і описаний процес повторюється з частотою, яка залежить від параметрів схеми. Регулювання частоти слідування і параметрів імпульсів здійснюється шляхом зміни ємності конденсатора С (підключенням різних конденсаторів). Генератор RC дає імпульси великої частоти (до 200 Гц) шпаруватості. Шпаруватість q імпульсу – відношення інтервалу часу між сусідніми імпульсами до часу тривалості імпульсу. Середня потужність генераторів типу RC — від 0,05 до 10 кВт. Основні їх переваги — простота і надійність.

На рис. 7.8,б приведена принципова схема машинного генератора імпульсів типу МГІ. Імпульс енергії подається на проміжок Е –Д через струмообмежувальний опір R від спеціального індукторного генератора МГІ на частоту 400 Гц з щітковим комутатором для отримання уніполярної напруги на виході генератора. Генератори такого типу дають потужні імпульси (десятки кіловат) з малою шпаруватістю і використовуються для режимів чорнової обробки. Інші конструкції машинних індукторних генераторів типу МГІ розраховані на більш високі частоти.

Розповсюдження получили також широкодіапазонні генератори імпульсів на транзисторах (рис. 7.8, в). Задавальний частоту імпульсів генератор ЗГ через проміжний підсилювач ПП відкриває на заданий час силовий транзисторний блок СБ (транзистори працюють в режимі ключа). Блок СБ приєднаний до джерела живлення ДС (випрямляча) з напругою 50 – 60 В. Одночасно підпалювальний блок ПБ видає короткий імпульс з напругою амплітудою 150—300 В (підпалювальний імпульс), який пробиває проміжок Е–Д. Тепер по проміжку Е–Д по колу від джерела струму ДС

через блок СБ і розділювальний діод Др проходить імпульс струму заданої форми, амплітуди і тривалості. Широкодіапазонні транзисторні генератори імпульсів типу ШГІ забезпечують середню потужність на виході до 4 кВт при частотах от 0,1 до 440 кГц при будь якій необхідній шаруватості імпульсів.

Автоматичні регулятори (автоматичні електроприводи подачі).

В процесі електроерозійної обробки по мірі видалення матеріалу деталі і зношення електроду-інструменту відбувається збільшення проміжку Е – Д, тому необхідно безперервне наближення електрода до деталі. Воно забезпечується за допомогою автоматичного регулятора подачі електрода, який підтримує визначену величину проміжку Е – Д для заданого режиму обробки.

На рис. 2. показані електричні схеми автоматичних регуляторів.

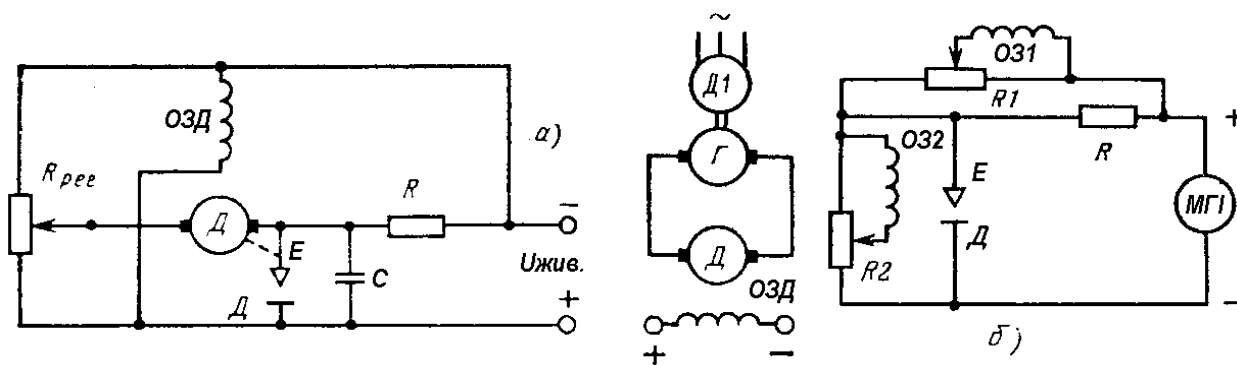


Рис. 2. Схеми автоматичних регуляторів електроерозійних верстатів.

На рис. 2, а) схема з безпосереднім включенням (без підсилювача). Для приводу подачі електроду-інструменту використовується двигун постійного струму з незалежним збудженням. Якір двигуна Д включений в діагональ моста, плечі якого створені потенціометром R_{peg} , струмо-обмежувальним резистором R генератора імпульсів типу РС і розрядним проміжком Е–Д. Обмотка збудження двигуна ОЗД живиться від джерела постійного струму генератора імпульсів. Двигун Д спеціального виконання має високу чутливість до зміни напруги і струму якоря. Напруга і струм зрушення двигуна не більше 3 В і 0,16 А.

Контрольованим параметром для регулятора являється середня напруга на проміжку Е–Д. Якщо режим обробки відповідає заданому, то міст збалансований і двигун нерухомий. Коли середня напруга на проміжку Е–Д відхиляється від заданої в ту чи іншу сторону, на якорі двигуна з'являється напруга відповідної полярності, двигун починає обертатися і переміщує за допомогою ходового гвинта електрод-інструмент в необхідному напрямку. Задана середня напруга встановлюється потенціометром R_{peg} .

З метою підвищення чутливості регулятора використовують схеми живлення якоря двигуна подачі електроду через проміжний підсилювач (електромашинний, транзисторний або тиристорний).

Для прикладу на рис. 2, б) приведена схема регулятора з електромашинним проміжним підсилювачем. В даному випадку в якості генератора імпульсів використано машинний генератор МГІ. Проміжний підсилювач представляє собою невеликий генератор постійного струму Г з двома обмотками збудження ОЗ1 і ОЗ2, який приводиться до обертання асинхронним двигуном Д1 з короткозамкненим ротором. Генератор Г живить якір двигуна Д подачі електроду-інструменту.

Обмотка ОЗ1 включена через потенціометр R1 на падіння напруги в струмообмежувальному резисторі R, яке пропорційне струму через проміжок Е-Д. Обмотка ОЗ2 включена через потенціометр R2 на напругу цього проміжку. При цьому МРС обмоток направлені зустрічно. В нормальному (заданому) режимі обробки результуюча МРС F_r генератора Г дорівнює нулю. Якщо проміжок Е-Д збільшиться, то відповідно зростає напруга на ньому, а струм зменшиться. В результаті появиться МДС $F_r < 0$, генератор збудиться, що приведе до зрушення двигуна Д і переміщенню електроду-інструменту в сторону зменшення проміжку Е-Д. При $F_r > 0$ рух електроду-інструменту буде відбуватися в протилежному напрямку.

Електрична схема електроерозійного верстата мод. 18М2.

Основними елементами електричної частини електроерозійного верстата являються генератор імпульсів, автоматичний регулятор подачі, допоміжні електроприводи підйому ванни, переміщення робочої головки та інших вузлів верстата, пристрої для регулювання режимів обробки, контролю і захисту.

На рис. 3. приведена електрична схема копіювально-прошивочного електроерозійного верстата загального призначення моделі 18М2. Потужність, що споживається верстатом, не більше 7 кВА. Об'єм робочої рідини (солярне масло) 250 л.

Двигун Д1 переміщення ванни з робочою рідиною асинхронний, з короткозамкненим ротором. До мережі 380 В двигун підключається реверсивними контакторами КП і КО. Про наявність напруги мережі сигналізує лампа ЛС1.

Для підйому ванни двигун Д1 включається кнопкою КнП, для її опускання – кнопкою КнО. Кінцеві вимикачі ВКП и ВКО обмежують граничні положення ванни. На схемі позначені: КРС1 і КРС2 – контактні роз'ємні з'єднання (Ш — штир, Г — гніздо).

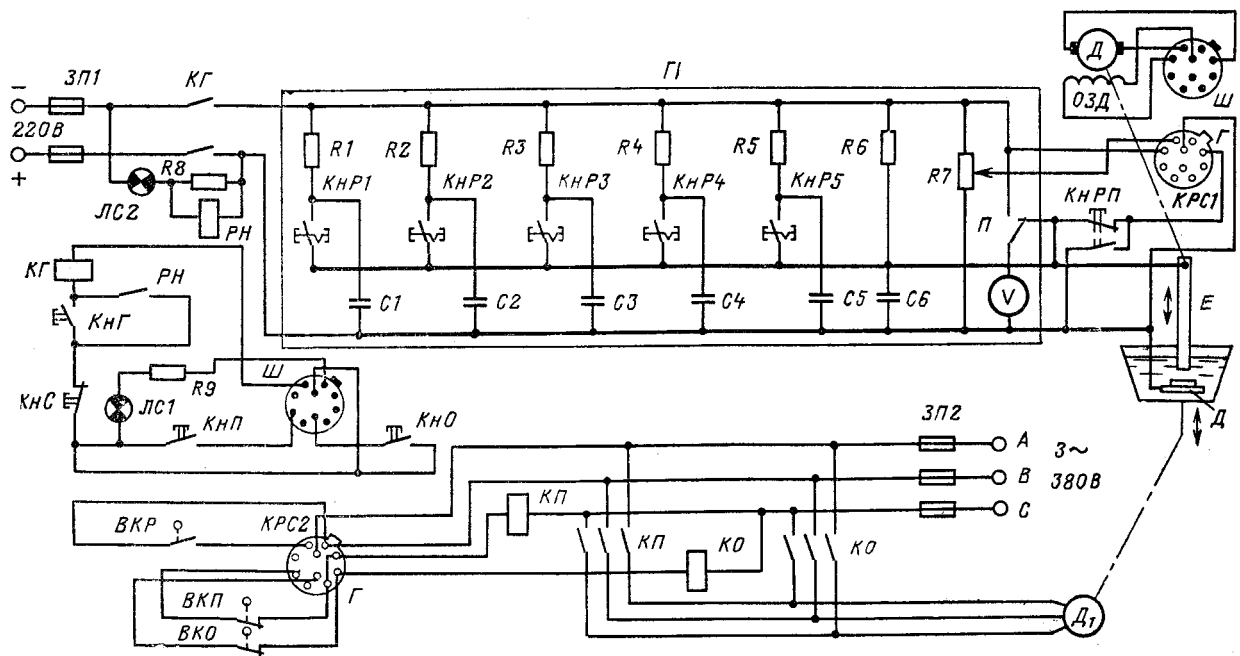


Рис. 3. Схема копіювально-прошивочного електроерозійного верстата мод. 18М2

Живлення RC-генераторів імпульсів ГІ здійснюється від джерела постійного струму (генератора або випрямляча) з вихідною напругою 220 В (на схемі не показаний).

Установка робочої частоти імпульсів виконується кнопками с зачіпкою КНР1 – КНР5, які підключають конденсатори С1 – С5 до проміжку електрод – деталь (Е – Д). При цьому кожному конденсатору буде відповідати визначений струмообмежувальний резистор R1 – R5. Конденсатор С6 і резистор R6 включені постійно. Таким чином, можна задати шість режимів обробки по частоті. Для самого тонкого режиму використовують комбінацію С6, R6 при виключених кнопках КНР1 – КНР5.

Автоматичний регулятор подачі електродів з двигуном Д виконаний по схемі (рис. 2, а). Встановлення середньої напруги на проміжку Е – Д здійснюється за допомогою потенціометра R7. Для контролю служить вольтметр V при правому положенні перемикача П. В лівому положенні перемикача контролюється напруга живлення генератора ГІ.

Робота схеми відбувається наступним чином. Для підйому ванни натискається кнопка КНП, включаються контактор КП і двигун Д1. Ванна піднімається. По досягненні нею необхідного положення кнопку КНП відпускають, і ванна зупиняється. В робочому положенні ванни контакт кінцевого вимикача ВКР замкнеться, тому буде подана напруга на котушку контактора КГ. Якщо попередньо було включено джерело живлення постійного струму 220 В, то після натискання на кнопку КНГ включиться

контактор КГ и приєднає Г І до джерела живлення. При цьому включиться реле напруги РН и загориться сигнальна лампа ЛС2, контакт РН заблокує кнопку КнГ. На обмотку збудження ОЗД двигуна Д буде подана напруга 220 В.

Тому як електрод Е відведений від деталі Д, на якір двигуна Д через повзунок потенціометра R7 подається частина напруги джерела живлення, і двигун переміщує електрод по напрямленню до поверхні деталі. Коли електрод приблизиться до деталі настільки, що виникне пробій проміжку Е – Д, почнеться робочий процес електроерозійної обробки при автоматичному підтриманні регулятором заданого режиму. Натискання на кнопку реверсу КнРП припиняє робочий процес, тому що один кінець обмотки якоря двигуна Д переключається з негативного електрода на позитивний полюс джерела, двигун реверсується і відводить електрод від деталі.

Електричні схеми багатьох електроерозійних верстатів інших моделей подібні розглянутій.



Рис. 7.11. Сучасний електро-ерозійний прошивочний верстат з ЧПУ.

Лекція № 33

Тема: Електроустаткування установок ультразвукової обробки металів.

Мета: Набуття студентами знань з питань електроустаткування установок ультразвукової обробки металів.

Методи: словесний, наочний.

План:

1 Призначення і принцип дії установок ультразвукової обробки.

2 Джерела живлення установок ультразвукової обробки.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

ІЗимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувашов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981

2Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок.- М:Высшая школа, 1982

Електроустаткування установок ультразвукової обробки.

1. Призначення і принцип дії установок ультразвукової обробки.

Даний вид обробки металів і твердих матеріалів заснований на використанні пружних коливань з понадзвуковою частотою – ультразвукових коливань.

Для промислових ультразвукових верстатів і установок звичайно характерні частоти 16 – 30 кГц.

Можна назвати два різновиди, ультразвукової обробки: розмірну обробку на верстатах з використанням інструментів і очистку в ваннах з рідким середовищем.

Основним робочим механізмом ультразвукового верстату служить акустичний вузол, призначення якого – приведення робочого торця інструменту в коливальний рух.

Спрощена схема будови акустичного вузла і ультразвукової ванни представлена на рис. 1.

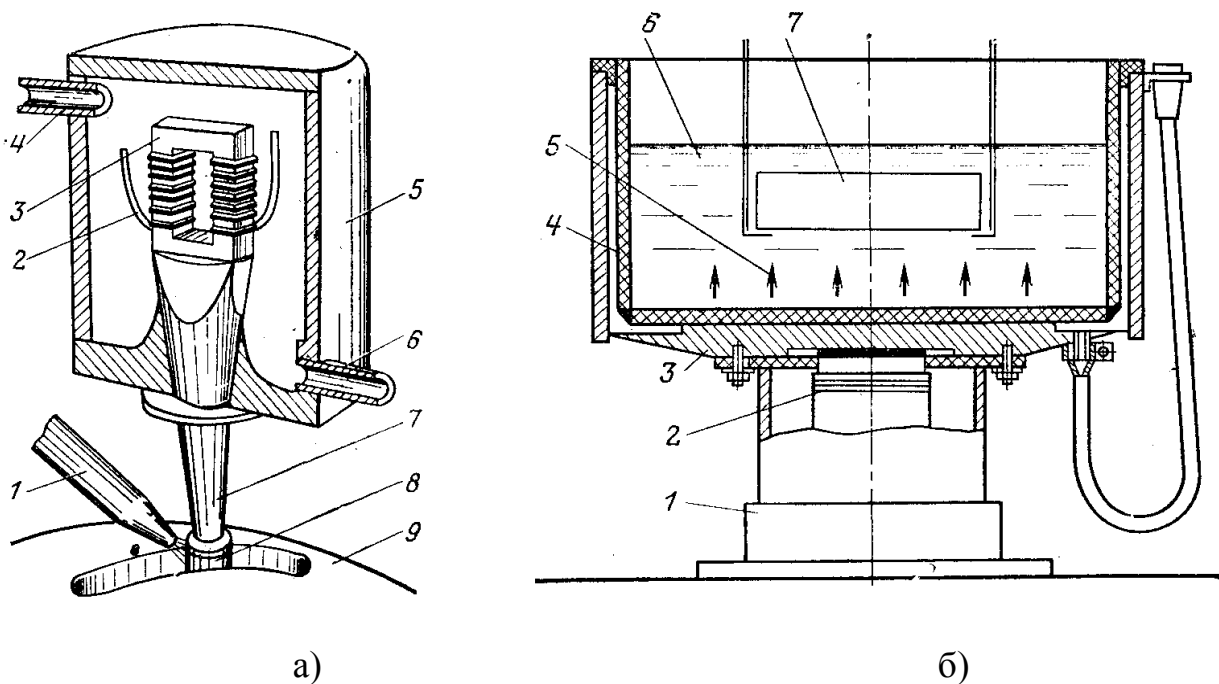


Рис. 7.12. Схеми акустичного вузла -а) і ультразвукової ванни -б).

Акустичний вузол складається:

1 – сопло подачі робочої рідини; 2 – обмотка вібратора; 3 – магнітострикційний вібратор; 4, 6 – трубки подачі охолоджувальної води; 5 – ебонітовий кожух; 7 – концентратор; 8 – інструмент; 9 – деталь.

Будова ультразвукової ванни:

1 – основа; 2 - магнітострикційний вібратор; 3 – діафрагма; 4 – бачок; 5 – ультразвукові хвилі; 6 – миюча рідина; 7 – деталь.

Акустичний вузол (головка) отримує енергію від генератора електричних коливань. Головним елементом акустичного вузла являється п'єзоелектричний або магнітострикційний перетворювач енергії електричних коливань в енергію механічних пружних коливань — вібратор (рис. 1,а).

При обробці отвору інструмент 8 повинен мати форму заданого перерізу отвору. В простір між торцем інструменту і поверхнею деталі з сопла 1 подається рідина, в який звішені абразивні зерна. Від торця інструменту зерна абразиву придбають велику швидкість, вдаряються об поверхонь деталі і вибивають з неї найдрібнішу стружку. По мірі зняття шарів матеріалу відбувається автоматична подача інструменту. Абразивна рідина подається в зону обробки під тиском і вимиває відходи обробки.

За допомогою ультразвукової технології можна виконувати чистку поверхонь металевих деталей від корозії, плівок окислив, бруду та ін.

Робота ультразвукової ванни (рис. 1,б) основана на використанні ефекту локальних гідравлічних ударів, які виникають в рідині під дією ультразвуку.

Деталь 7 занурюється в бачок 4, заповнений миючою рідиною 6, в середині якої від діафрагми 3 розповсюджуються хвилі ультразвукових коливань 5.

Діафрагма поєднана з магнітострикційним вібратором 2. Апаратура ультразвукових установок порівняно дорога, тому економічно доцільно використовувати ультразвукову очистку невеликих по розміру деталей тільки в умовах масового виробництва.

2. Джерела живлення установок ультразвукової обробки.

Джерелами живлення установок ультразвукової обробки, звичайно являються лампові генератори. Схема лампового генератора приведена на рис. 3.

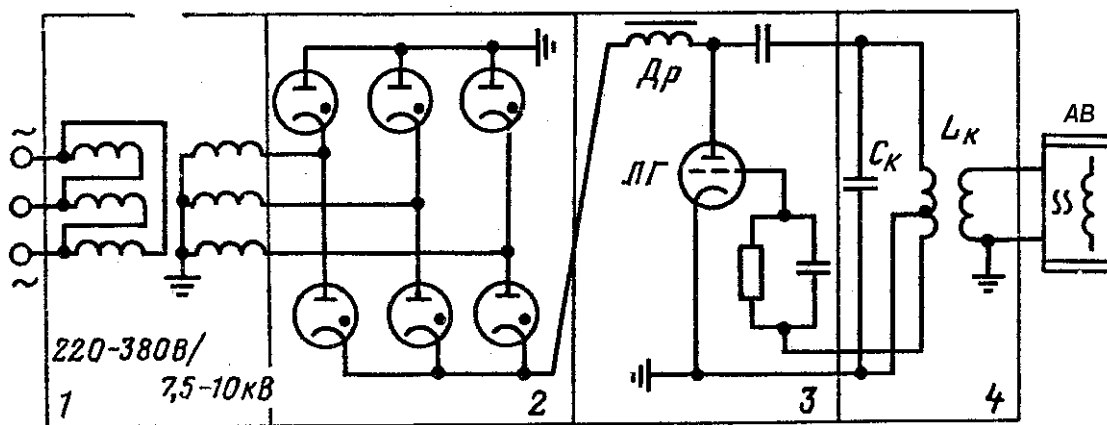


Рис. 3. Принципова електрична схема лампового генератора.

Основні елементи генератора: трифазний підвищувальний анодний трансформатор 1, випрямний міст 2 на тиратронах (або на високовольтних кремнієвих вентилях) зі згладжуючим дроселем. Др, генераторний блок 3 з трьохелектродною лампою ЛГ, яка перетворює енергію постійного струму в енергію високочастотних електричних коливань, коливальний контур 4, який складається з конденсаторної батареї C_K та трансформатора L_K , у вторинне коло якого включений акустичний вузол АВ. Генератор зібрано по схемі з самозбудженням. Для отримання незатухаючих коливань на сітку лампи подається напруга індуктивного зворотного зв'язку від коливального контуру, яка знаходиться в протифазі з її анодною напругою.

Лекція № 34

Тема: Електроустаткування гальванічних установок та установок електростатичного наведення фарби.

Мета: Набуття студентами знань з питань електроустаткування гальванічних установок та установок електростатичного наведення фарби.

Методи: словесний, наочний.

План:

1 Електроустаткування гальванічних установок.

2 Електроустаткування установок електростатичного наведення фарби.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

Ізмин Е.Н., Преображенский В.И., Чувазов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981

Електроустаткування гальванічних установок.

1.Призначення і принцип дії гальванічних установок.

Гальванічні установки призначені для нанесення металевого покриття на інші метали. Найбільш поширеним є електролітичний спосіб – гальваностегія.

Вироб (катод) з'єднується з негативним полюсом джерела постійного струму і занурюється в вану з електролітом – кислотним або лужним розчином, який вміщує іони покривного металу. В вану занурюється також електрод з покривного металу (анод), який з'єднаний з позитивним полюсом джерела струму. В процесі електролізу метал аноду переноситься через електроліт і осаджується на виробі.

Для підвищення корозійної стійкості виробів з алюмінію та його сплавів використовують потовщення оксидної плівки до 10 – 12 мкм. Цей процес характерний тим, що анодом служить сам вироб.

Кількість осажденного металу пропорційна кількості електрики, яка пройшла через електроліт з врахунком втрат з-за побічних хімічних реакцій, витіку струму та інших причин.

Час витримки T , хв., виробів в гальванічній ванні для отримання шару покриття товщиною h , мкм, визначається по формулі:

$$T = \frac{\rho h \cdot 10^{-6}}{60 \eta_{\text{т}} c \delta_{\text{к}}}, \quad \text{де}$$

c – електрохімічний еквівалент покривної речовини, кг/К,

$\eta_{\text{т}}$ – катодний вихід металу по струму (відношення фактичної кількості виділеної речовини до теоретичної),

ρ – густина покривної речовини, кг/м³,

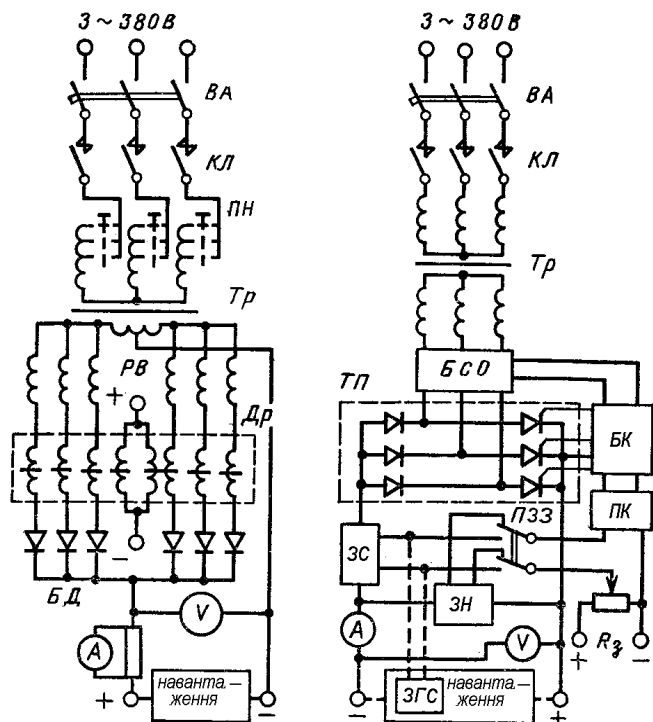
δ – катодна густина струму, А/м².

Гальванічна ванна являє собою прямокутні резервуари з листової сталі, футеруються матеріалом, стійким до впливу кислот і лугів (свинцем, гумою або вініпластом).

Схеми живлення гальванічних ванн забезпечують струми до декількох тисяч ампер при напрузі 6 – 12 В. Напівпровідникові з некерованими вентилями (сер. ВАКТ,

ВАЗ) та тиристорні випрямлячі (сер. ВАК, ВАКР) являються останнім часом основними видами джерел живлення установок гальванічного покриття і випускаються на струми від 100 до 25000 А і напруги від 6 до 48 В.

Електричні схеми таких установок надані на рис.1.



а)

б)

Рис. 1. Схеми електроживлення гальванічних установок, а) – з некеруваним випрямлячем, б) – з керованим випрямлячем.

ВА – ввідний автомат;
КЛ – лінійний контактор;
ПН – перемикач напруги;
Тр – трансформатор;
РВ – реактор вирівняльний;
Др – дросель насичення;
Б.Д. – блок діодів;
ТП – тиристорний перетворювач;
БСО – блок струмового обмеження;

БК – блок керування;
ПК – пульт керування;

ПЗЗ – перемикач зворотного зв'язку; ЗС, ЗН, ЗГС – датчики зворотного зв'язку по струму, напрузі і густині струму відповідно; з – резистор задатчика режиму.

Наявність перемикача зворотного зв'язку дозволяє виконувати регулювання режиму роботи ванн з різними типами зворотних зв'язків.

В багатьох гальванічних цехах живлення декількох ван здійснюється від загального джерела живлення постійного струму ДПС (рис. 2). В цьому випадку для регулювання струму в колі кожної ван вмикається реостат $R_{\text{рег.В.}}$. Якщо для процесу покриття потребується напруга більша, ніж дає одне джерело, використовують послідовне включення джерел.

В автоматичних конвеєрних установках гальванічного покриття всі операції механізовані, починаючи від знежирювання до сушіння виробів. Конвеєрні лінії цих установок приводяться в рух електроприводом з широким діапазоном регулювання для забезпечення часу витримки виробів в гальванічній ванні.

Для підтримання необхідного режиму і параметрів гальванічних ванн використовують автоматичні пристрої — регулятори густини струму, температурного режиму, заданої кислотності та рівню електроліту.

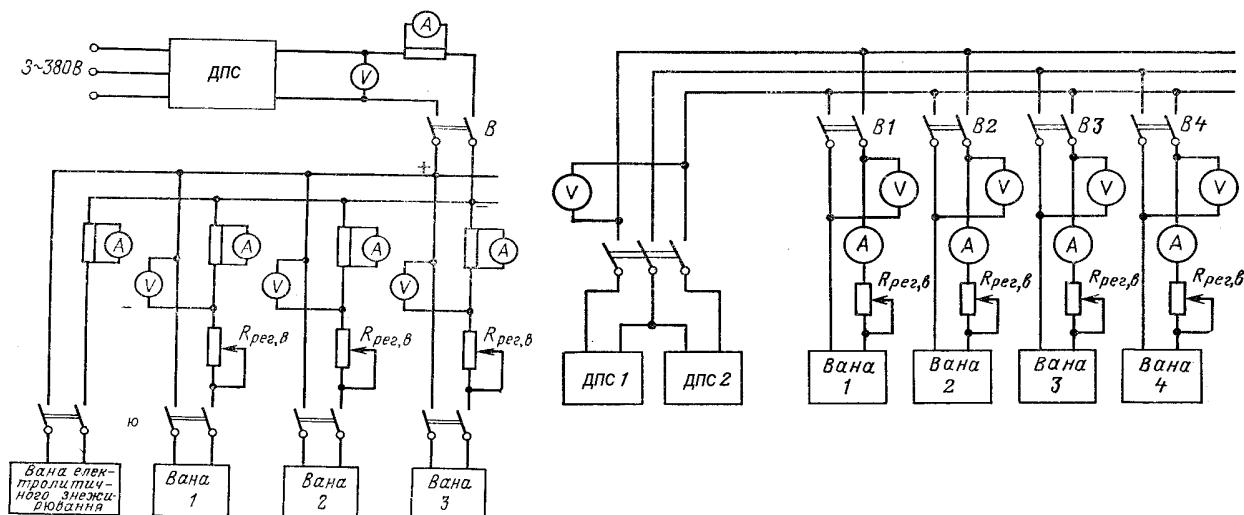


Рис. 2. Схеми включення гальванічних ван: а) по двопровідній схемі, б) по трьохпроводній схемі.

Регулятори густини струму працюють на принципі вимірювального елементу, який отримує вхідний сигнал від зонда, зануреного в ванну з електролітом і передаючого вихідний сигнал на серводвигун регулюючого трансформатора. Схема регулятора представлена на рис. 3.

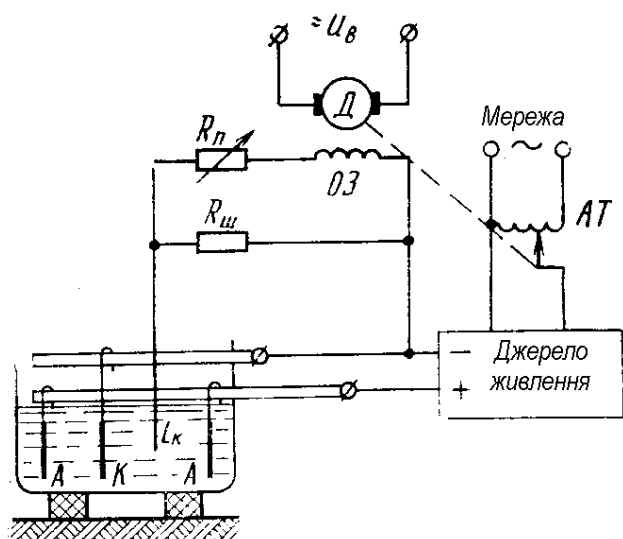


Рис. 7.3. Схема регулятора густини струму.

U_B – вихідна напруга вимірювального елемента;

I_K – струм вимірювального зонду;

Д – серводвигун з обмоткою збудження ОЗ;

АТ – автотрансформатор;

А-К-А – електроди зонду;

$R_{ш}$ – опір шунта;

$R_{п}$ – підстроювальний опір.

Регулятор підтримує задану густину струму в електроліті, яка пропорційна струму в вимірювальному зонді I_K . Цей струм, протікаючи по опору $R_{ш}$, створює падіння напруги, яка потрапляє на вхід вимірювального елемента (на схемі не показаний). Вихідний параметр вимірювального елемента компенсується до нуля підстроювальним опором $R_{п}$. При роботі ванн відбувається відхилення густини струму від заданого значення, в опорі $R_{ш}$ створюється падіння напруги. При цьому компенсація порушується і на виході вимірювального елемента з'являється сигнал,

який впливає на серводвигун Д. Останній переміщує движок автотрансформатора в напрямку зменшення отриманого сигналу.

Для регулювання кислотності електроліту використовується регулятор заданої кислотності електроліту (рН), приведений на рис. 4.

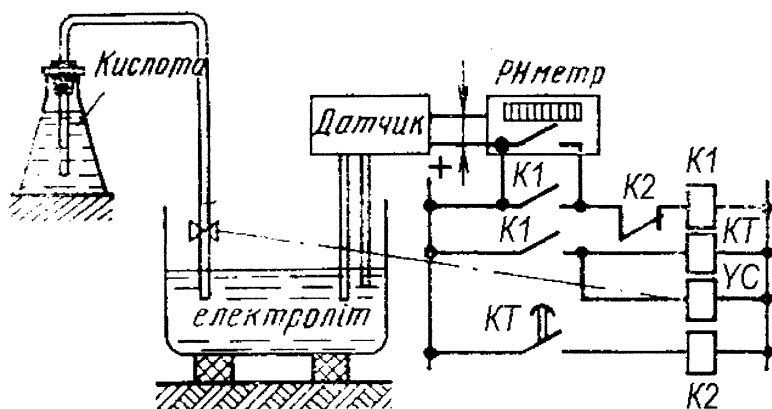


Рис.4. Схема підтримання заданої кислотності електроліту.

Датчик відбирає проби електроліту в ванні і в залежності від змісту рН-іонів на виході датчика з'являється напруга, яка вимірюється рН-метром. Цей прилад настраюється на визначене значення рН, відхилення від якого призводить до замикання контактів рН-метра. Останніми включаються реле K1, контакти якого включають електромагніт УС крана-дозатора кислоти і реле часу КТ. По закінченні заданої витримки часу реле КТ вмикає реле K2, яке відключає реле K1 і електромагніт УС. Подача кислоти в ванну припиняється. При роботі ванн гальванічного покриття відбувається витрата електроліту за рахунок виносу його з виробами і випарювання при високих температурах в ваннах. Тому ванни мають регулятори рівню електроліту, датчиками яких являються поплавкові реле та інші прилади, які вимірюють рівень.

В якості регулятора температурного режиму в ванне використовують електроконтактні термометри, контакти якого при визначених змінах температури замикаються, термометри опору та термоелектричні термометри. Через проміжне реле К цей сигнал передається на включення електромагніту, який керує вентилем гарячої води, пару, або на включення нагрівальних елементів, які вбудовані в стінки ванни.

Для підвищення швидкості процесу і поліпшення якості покриття використовують реверс струму в ванні. Реверс переключає полярність на джерелі живлення або безпосередньо на ванні з використанням контакторів на великі струми.

Автоматизацію всієї лінії гальванічного покриття здійснюється в функції шляху за допомогою кінцевих вимикачів.

Лекція № 35

Тема: Електроустаткування установок електростатичного наведення фарби.

Мета: Набуття студентами знань з питань електроустаткування установок електростатичного наведення фарби.

Методи: словесний, наочний.

План:

1 Електроустаткування установок електростатичного наведення фарби.

2 Схема електрофарбувальної камери.

3 Джерела живлення установок електростатичного фарбування.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

1 Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувашов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981

2 Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок.- М:Высшая школа, 1982

Електроустаткування установок електростатичного фарбування.

1. Призначення, принцип дії та будова установок.

На установках електростатичного фарбування фарбуються різні вироби, в тому числі корпуси електричних машин і апаратів.

Сутність методу фарбування розпиленням в електростатичному полі високої напруги до 140 кВ складається в тому, що між заземленим виробом, який фарбується і так названим коронувальним електродом, який знаходиться під негативним потенціалом, створюється постійне електричне поле, в яке вводиться розпилений лакофарбовий матеріал. Потрапляючи в це поле, частинки (дрібні краплі) матеріалу придбають негативний заряд і рухаються по лініям поля до виробу.

Фарбування ведуть в спеціальній камері, яка служить для огороження електродної системи, яка знаходиться під високою напругою, а також запобігає від запилення фарбовані вироби. Камера виконується металевою, прохідного типу, частково зашклована і добре освітлюється для спостереження за процесом. Вхід в камеру має блокування безпеки. Розміри, камери визначаються умовами виробництва. На рис. 7.5. представлена схема електрофарбувальної камери.

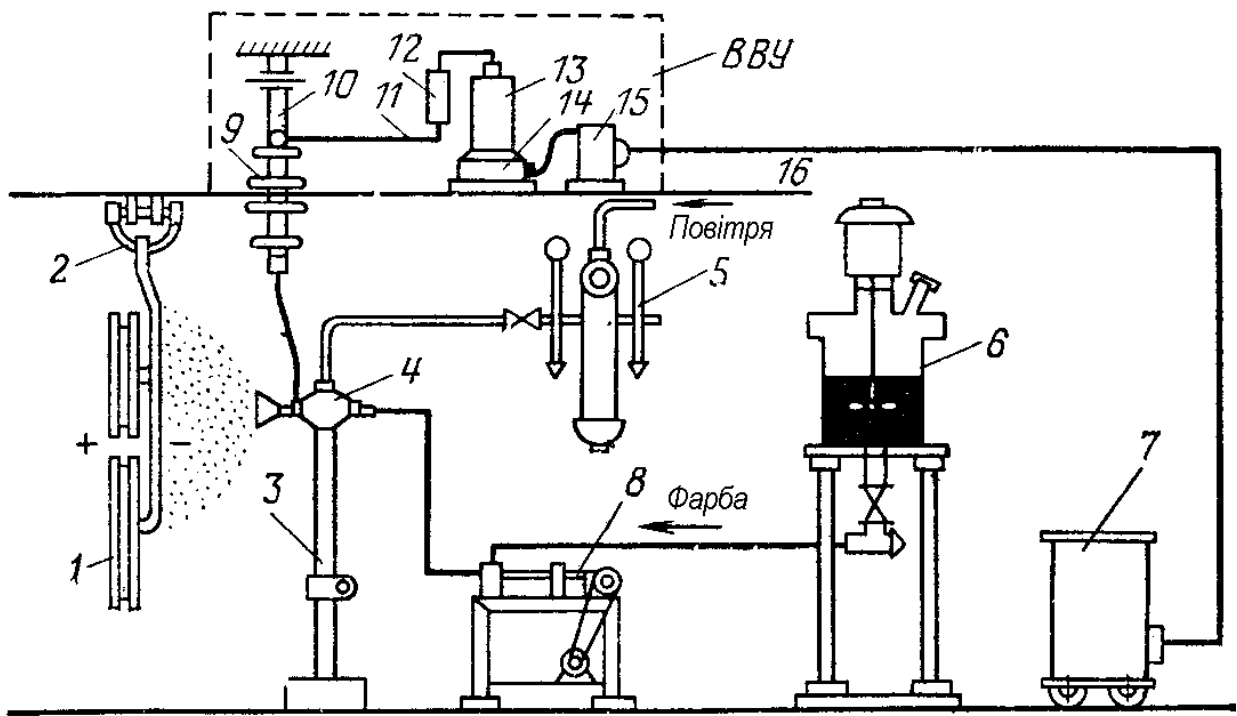


Рис. 1. Схема електрофарбувальної камери.

1 – вироби; 2 – конвеєр; 3 – ізольована стійка; 4 – розпилювач; 5 – очищувач повітря; 6 – бачок з мішалкою для фарби; 7 – пульт дистанційного керування; 8 – дозуючий пристрій; 9 – прохідний ізолятор; 10 – розрядник; 11 – струмопровід; 12 – додатковий опір; 13 – кенотрон; 14 – трансформатор розжарювання; 15 – підвищувальний трансформатор; 16 – ізольований корпус; ВВУ – високовольтна установка.

Приводи механізмів електрофарбувальних установок виконуються від асинхронних двигунів в вибухозахищеному виконанні (для приводу відцентрових вентиляторів, турбін розпилювачів, насоса дозуючих пристроїв, розміщувачів фарби, коливання розпилювачів).

Керування двигунами механізмів виконується за допомогою магнітних пускачів и кнопочних станцій.

Основні блокувальні пристрої в схемах керування установок електростатичного фарбування забезпечують неможливість: 1) включення високої напруги сторонніми особами; 2) пуску конвеєру без попереджувального звукового сигналу і послідуочної витримки часу протягом 5—15 с; 3) включення високої напруги в тих випадках, коли не подана напруга на нитку розжарювання кенотрону; 4) при відкритому огороженні фарбувальної камери і кабіни з обладнанням високої напруги; 5) регулятор високої напруги не знаходиться в вихідному положенні; 6) включення розпилювача при

відключеній вентиляції, нерухомому конвеєрі, виключеній високій напрузі; 7) включення високої напруги при виключеній вентиляції.

Всі елементи установки електростатичного фарбування, які підлягають заземленню (камера, стійки розпилювачів, конвеєр, вентиляційна система та ін.), заземлюються відповідно правилам заземлення установок високої напруги.

Джерела живлення установок електростатичного фарбування.

Електроживлення установок електростатичного фарбування здійснюється від випрямляючих пристроїв (рис.2).

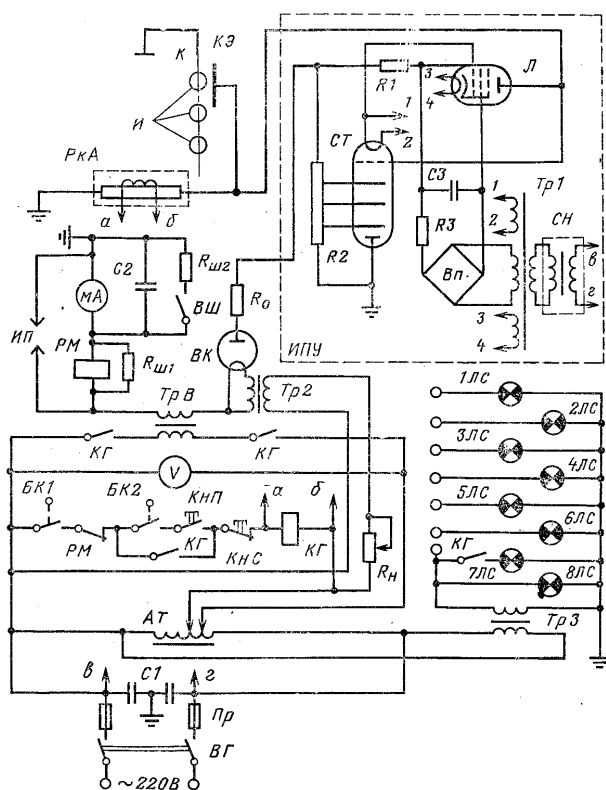


Рис.2 . Електрична схема пристрою В-140-5.

Коронувальний електрод КЭ живиться однопівперіодною напругою від випрямляча, який складається з кенотрона високої напруги ВК типа КР-220 і підвищувального трансформатора ТрВ. Первинна обмотка цього трансформатора ідключена до мережі 220 В через автотрансформатор АТ, який дозволяє плавно регулювати випрямленою напругою в межах від 65 до 140 кВ.

Трансформатор Тр2 розжарювання кенотрона включений через настроювальний реостат R_n . Для контролю напруги на коронувальному електроді служить вольтметр V. Струм навантаження випрямляча високої напруги вимірюється мікроамперметром μA на 500 мкА, межі вимірювання якого можуть бути збільшені в 10 разів за допомогою шунта $R_{ш2}$ з вимикачем ВШ. Для запобігання мікроамперметра від високочастотних струмів служить конденсатор С2.

Включення високої напруги виконується за допомогою головного контактора КГ після натискання пускової кнопки КнП. Одночасно автоматичний розрядник РКА знімає заземлення з негативного полюса кола високої напруги. При перевантаженнях по струму спрацьовує максимальне реле РМ і відключає контактор КГ. Як і при

відключенні установки кнопкою КнС разом з контактором КГ втрачає живлення електромагніт розрядника РкА, який заземлює коронувальний електрод КЭ.

В коло високої напруги послідовно з обмежувальним резистором R0 включено також іскро-попереджувальний пристрій ИПУ. Призначення ИПУ - попередити іскровий пробій між коронувальним електродом КЭ і виробом И, який може виникнути під час розкачування виробів на конвеєрі К, обриві електродних проволоч, падіння виробу на коронувальний електрод і т. п. Іскровий розряд в деяких випадках викликає загорання фарби на виробі, тому іскро-попереджувальний пристрій повинен бути надшвидкодійним. Дане ИПУ являє собою тиратронне реле, яке в аварійних випадках знімає високу напругу з коронувального електроду протягом одної мільйонної частини секунди.

Вузол ИПУ оформлений конструктивно в вигляді самостійного блока, в бакелітовому циліндрі, який заповнений маслом.

Секціонований тиратрон високої напруги СТ блоку ИПУ включений паралельно кенотрону ВК. Напруга на коронувальний електрод потрапляє через пентод Л, в коло катоду якого включений резистор зміщення R1. На екранну сітку пентоду подається позитивний потенціал від випрямляча Вп через фільтр R3, С3. Живлення випрямляча Вп і кіл розжарювання тиратрону і пентоду здійснюється від трансформатора Тр1, який в свою чергу підключений до мережі 220 В через стабілізатор напруги СН.

Якщо виникло замикання коронувального електроду КЭ з виробом И, збільшується анодний струм пентоду Л і напруга зміщення на опорі R1. Внутрішній опір пентоду різко зростає, тому на керуючу сітку тиратрону СТ подається відпираючий потенціал, тиратрон запалюється і шунтує коло високої напруги і знімає напругу з коронувального електроду. Після цього реле РМ відключає контактор КГ.

Трансформатор Тр3 служить для живлення сигнальних ламп пониженою напругою. Лампа 8ЛС контролює наявність напруги па схемі; лампа 7ЛС («світлофор»), встановлена на вході в фарбувальну камеру, загорається при включенні високої напруги. Інші сигнальні лампи призначені для контролю за роботою допоміжних пристроїв установки.

Крім захисту кола високої напруги від перевантаження і іскрового розряду, в схемі передбачений захист від к. з. в трансформаторі ТрВ і на стороні низької напруги плавкими запобіжниками Пр. Конденсатори С1 захищають живлячу мережу від

радіоавад. Мікроамперметр і обмотка реле РМ захищені від перенапруг іскровим проміжком ИП.

Електроапаратура керування і захисту випрямляючого пристрою високої напруги розміщена в пульті керування, на кришці якого знаходяться прилади, вимикачі, сигнальні лампи і кнопки КнП, КнС. Іноді також використовують додаткові підвісні пульти керування.

Лекція № 36

Тема: Електроустаткування електротеплових та електротехнологічних установок. Класифікація та конструкція електротеплових установок. Електрокалорифери, водонагрівачі, парові котли.

Мета: Набуття студентами знань з питань електроустаткування електротеплових та електротехнологічних установок. Класифікація та конструкція електротеплових установок. Електрокалорифери, водонагрівачі, парові котли.

Методи: словесний, наочний.

План:

1. Електроустаткування електротеплових та електротехнологічних установок.
2. Класифікація та конструкція електротеплових установок.
3. Електрокалорифери, водонагрівачі, парові котли.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

- 1 Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувазов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981
- 2 Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок.-М:Высшая школа, 1982



Електричні конвектори та радіатори

Електричні конвектори - це зручні та ефективні обігрівачі приміщення. "Електричні

конвектори економічні і надійні у використанні, працюють від електрики і забезпечують швидке нагрівання температури повітря в житловому або службовому приміщенні.

Електричні конвектори опалення контролюють повітря за допомогою електронного управління (термостата) і автоматично відключається коли нагріває задану температуру повітря в приміщенні. Електричний конвектор можна встановлювати перед скляними фасадами, вбудовувати в стіни, завдяки їх компактним розмірам вони дуже зручні і прості в застосуванні. Електричний конвектор можна використовувати як для додаткового опалення квартири, офісу так і основного опалення дачі, заміського будинку або іншого приміщення. Сучасні технології обігріву дозволили створити максимально вузький корпус - обігрівачі не займає багато місця і виглядають цілком витончено в квартирі, на дачі, в офісі або заміському будинку.

Водонагрівачі

- Водонагрівачі
- Накопичувальні водонагрівачі
- Електронні воднагреватели
- Радіус дії водонагрівача

Водонагрівачі призначені вирішити постійно виникає проблему з перебоями в подачі гарячої води. Існує кілька різних варіантів виконання водонагрівачів - вони відрізняються, як за принципом дії (накопичувальні, проточні), так і по установці, габаритам, ємності і виконання.

Накопичувальні водонагрівачі

Накопичувальні водонагрівачі нагрівають воду до + 75 ... + 85 градусів. Після чого підтримують її температуру в автоматичному режимі. Охолодження відбувається поступово і накопичувальний водонагрівач не вимагає великих електричних витрат на підтримання температури. Невелика електрична потужність 1,5-2 кВт дозволяє встановлювати водонагрівач практично в будь-якому приміщенні - і міській квартирі, і на дачі. Гаряча вода може витрачатися декількома водорозбірними точками одночасно, мити посуд на кухні і приймати душ.

Електронні водонагрівачі



Більш складні і, відповідно, більш дорогі "проточники" - електронні. Ці прилади забезпечують стабільну температуру води незалежно від протоки і коливань температури або тиску води на вході. Датчик потоку тут безступінчатий, він не тільки розпізнає протока, але і реєструє його інтенсивність .. Управління цими водонагрівачами може здійснюватися за допомогою дротових або бездротових вологозахищених пультів дистанційного керування.

Радіус дії

Радіус дії бездротових пультів становить 30-50 м, а до одного приладу може підключатися до чотирьох таких пультів з можливістю програмування до чотирьох фіксованих значень температури і завдання пріоритету користування. Застосування подібної системи значно полегшує користування проточних водонагрівачів при його установці в закритому або важкодоступному місці. А завдяки вологозахищеності пульта регулювання температури може здійснюватися безпосередньо в душовій кабіні або ванною.

Котли опалення: газові та електричні

Як вибрати котли опалення?

Проблеми з відсутністю подачі гарячої води і перебоями в роботі централізованого опалення залишаються актуальними для багатьох людей. Але на сьогоднішній день вирішити таку проблему просто. Для цього достатньо купити котел і встановити його в обраному приміщенні. При виборі опалювального котла, необхідно звертати уваги на котли, які працюють на тому виді палива, використання якого буде економічно доцільним. Ми допоможемо вам вибрати і придбати котел в Новосибірську від перевірених та відомих виробників теплового обладнання. Вони відрізняються малогабаритністю, компактністю, простотою експлуатації і, звичайно ж, високою якістю.

Типи газових і електричних котлів

Перед покупкою котла необхідно визначитися з типом необхідного обладнання. Наприклад, ми можемо запропонувати вам двоконтурні (вони служать не тільки для опалення, але і для обігріву води) і одноконтурні (тільки для опалення приміщень), газові та електричні котли. Котли можуть бути призначені для установки на підлозі і для установки на стіні. Також на вибір обладнання впливають такі параметри: площа, висота, тип вентиляції.

Установка і монтаж опалювального котла

У будівлях, до яких підведено природний газ, переважно встановлюють навісні або підлогові газові котли. Вони відрізняються економічністю, зносостійкістю і не займають багато місця. Газові котли також можуть бути з атмосферними пальниками або пальниками вентиляторів. Наша компанія пропонує котли, які виробляють такі відомі торгові марки, як: FER і BIASI.

Вибір на користь електричного котла

У разі відсутності газового трубопроводу або недоцільність газового опалення встановлюють електричні котли. Вони підходять для установки в містах з суворими екологічними нормами. Також вони не створюють вібрацію і шум і можна не боятися витоків газу. Такі котли бувають однофазні та трифазні. За типом установки і контурам вони діляться на такі ж категорії, як і газові. Наша компанія пропонує котли, які виробляють такі відомі торгові марки, як: STIEBEL ELTRON і AEG.

Лекція № 37

Тема: Електроустаткування електротехнологічних установок. Класифікація та конструкція електротеплових установок. Електрокалорифери, водонагрівачі, парові котли.

Мета: Набуття студентами знань з питань електроустаткування електротеплових та електротехнологічних установок. Класифікація та конструкція електротеплових установок. Електрокалорифери, водонагрівачі, парові котли.

Методи: словесний, наочний.

План:

- 1 Електроустаткування електротеплових та електротехнологічних установок.
- 2 Класифікація та конструкція електротеплових установок.
- 3 Електрокалорифери, водонагрівачі, парові котли.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

1Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувашов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981

2Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок.- М:Высшая школа, 1982

ООО «Промислова компанія» створена в 2002 році. Основними напрямками діяльності є: виготовлення та постачання модульних електрокотелень блокових МЕК, електричних водогрійних котлів КЕВ, промислових парогенераторів електричних КЕП, електричних індукційних котлів ІКН. Компанія здійснює надійну і своєчасну поставку якісного обладнання в будь-який регіон Казахстану, а також займається зовнішньоекономічною діяльністю.

Електрокотельня модульні блокова - електрична котельня мобільна. Електрокотельні модульні блокові призначені для теплопостачання житлових громадських та промислових будівель, а також для забезпечення гарячою водою з температурою до 95 С (макс 115) і паром технологічних процесів у промисловості, комунальному господарстві та с / г.

Теплопродуктивність: від 0,086 Гкал / год

Паропроизводительность: від 100 кг / год



Електричний водогрійний котел КеВ електрокотел опалення.

Котли електричні водогрійні КЕВ призначені для застосування в системах опалення з примусовою циркуляцією і системах гарячого водопостачання.

Теплопродуктивність, Гкал / год - від 0,086

Максимальна потужність, кВт - від 100



Парогенератор електричний КЕП промисловий електропарогенератори.

Електричні парогенератори є електродними, що виробляють насичена пара з робочою температурою 160 С, розрахункової 200 С.

Паропроизводительность, кг / год - від 100

Встановлена потужність, кВт - від 75

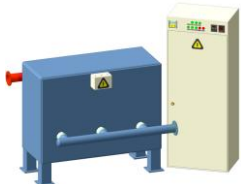


Індукційний котел опалення ІКН нагрівач.

Казан індукційний застосовується в автономних системах опалення, гарячого водопостачання і технологічних процесах, в яких необхідний нагрів теплоносія.

Теплопродуктивність, Гкал / год - від 0,022

Електрична потужність, кВт - від 25

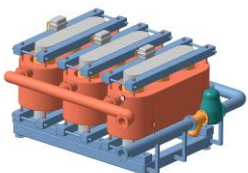


Вузол нагрівання індукційний ІКН-УН.

Вузли нагріву індукційні представляють єдиний збірний блок індукційного котла і всього допоміжного обладнання необхідного для опалення, гарячого водопостачання або технологічного нагріву.

Теплопродуктивність, Гкал / год - від 0,022

Електрична потужність, кВт - від 25



Протинакипної пристрій АНУ антінакіпная установка.

Установка антінакіпной електрообработки воды АНУ предназначена для запобігання

накипформування в водогрійних теплогенераторах.

Номінальна продуктивність, від 35 м3 / год до 200 м3 / год



Електричний водогрійний котел КЕВ застосовується в системах опалення з примусовою циркуляцією і системах гарячого водопостачання житлових і громадських будівель.

Електрична потужність від 100 до 1000 кВт

Теплопродуктивність від 0,086 до 0,86 Гкал / год



Електричний паровий котел КЕП призначений для централізованого забезпечення технологічним паром підприємств промисловості.

Виробляє насичену пару з робочою температурою 160 градусів, розрахункової 200 С.

Продуктивність від 100 до 1000 кг пари / год

Електрична потужність від 75 до 770 кВт



Продукція:

електричні водогрійні котли,

електричний водогрійний котел КЕВ-400 / 0,4 електрокотел опалення,

водогрійний котел електричний КЕВ-200 / 0,4 електрокотел опалення,

електричний котел водогрійний КЕВ-300 / 0,4 електрокотел опалення,

котел електричний електродний КЕВ-500 / 0,4,

електричний котел КЕВ-350 / 0,4,

електричний котел електродний КЕВ-150 / 0,4,

котел електричний водогрійний КЕВ-250 / 0,4 водогрійні,
водогрійний котел електричний КЕВ-160 / 0,4 водогрійні,
котел водогрійний електричний КЕВ-100 / 0,4 водогрійні,
котел водогрійний електричний КЕВ-1000 / 0,4,
парогенератори електричні,
парогенератор електричний електродний КЕП-100,
електричний парогенератор,
парогенератор електричний,
електричний парогенератор електродний КЕП-150,
електропарогенератори промисловий КЕП-385,
електро парогенератор КЕП-270,
електродний парогенератор КЕП-230,
парогенератор електричний промисловий КЕП-190,
промисловий парогенератор електричний КЕП-115,
промисловий електричний парогенератор КЕП-75,
парогенератор електродний КЕП-400,
електричний промисловий парогенератор КЕП-350,
електропарогенератори електродний КЕП-200,
електричний електродний парогенератор КЕП-300,
парогенератор промисловий електричний КЕП-250,
електричний парогенератор промисловий КЕП-160,
електропарогенератори,
індукційний парогенератор ІКНП-50,
парогенератор електричний індукційний ІКНП-100,
електропарогенератори індукційний ІКНП-200,
електрокотельні,
електрична котельня автономна автоматизована МЕК,
електрокотельня промислова МЕК,
котельня електрична установка МЕК,
модульна електрокотельня МЕК-500,
блокова електрокотельня МЕК-320,
електрокотельня модульна МЕК-200,
електрокотельня блокова МЕК-800,

промислова електрокотельня МЕК-1000,
автоматизована котельня МЕК-1200,
електрична котельня установка МЕК -1600,
автономна котельня електрична МЕК-2000,
транспортабельна котельня електрична МЕК-2400,
електрична котельня МЕК,
котельня на електроенергії МЕК,
котельня на електриці МЕК,
електрокотельня теплоакumuляційного МЕК,
електрокотельня

Лекція № 38

Тема: Електроустаткування машин і апаратів спеціального призначення для промисловості будівельних матеріалів

Мета: Ознайомлення з електроустаткуванням машин і апаратів спеціального призначення для промисловості будівельних матеріалів

Методи: словесний, наочний.

План:

1.Електроустаткування машин і апаратів спеціального призначення для промисловості будівельних матеріалів

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

3 Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувазов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981

4 Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок.-М:Высшая школа, 1982

Машины та апарати для зварювання пластмасс

Компанія LEISTER — постачальник професійного та промислового обладнання для зварювання полімерних матеріалів та систем гарячого повітря для використання в різних технологічних процесах. Провідні світові виробники: Leister Technologies AG (Швейцарія) і Miller Weldmaster Corp. (США).

Більше 60-ти років компанія Leister Technologies AG (Ляйстер) розташована в центрі Швейцарії, займає лідируюче положення в розробці, виробництві і продажу високотехнологічного обладнання для зварювання пластмас (у тому числі гарячим повітрям).

Спектр продукції LEISTER широкий: від промислових систем до простих в експлуатації і компактних ручних інструментів. Все обладнання LEISTER відрізняється високою продуктивністю і винятковою надійністю.

Для досягнення найвищої якості, компанія LEISTER розробляє і виробляє всю продукцію (більше 10 000 найменувань) на власному виробництві в Швейцарії. Розвинена мережа торговельних і сервісних центрів по всьому світу — понад 120 представництв у більш ніж 90 країнах — робить можливими консультації по продукції та її демонстрацію, а також гарантовано якісне обслуговування. Майже вся продукція LEISTER йде на експорт.

Обладнання LEISTER використовується в самих різних галузях промисловості і виробництва. Ось лише деякі з найбільш затребуваних і успішно розвиваються:

зварювання і обробка листових полімерних матеріалів гарячим повітрям за допомогою прутка і екструзійне зварювання

Виготовлення всіляких конструкцій ємностей і їх полімерів. Ремонт полімерних авто — і мотодеталей. Використовуються ручні зварювальні апарати гарячого повітря різних модифікацій і зварювальні екструдери різної продуктивності.

укладка і зварювання полімерних підлогових покриттів

Використовуються ручні зварювальні апарати, автоматичні зварювальні машини, інструмент для укладання, фрези для оброблення шва.

зварювання внахлест тентових і банерних технічних полімерних тканин

Виготовлення тентів, наметів, укриттів, завіс, всіляких рекламних конструкцій. Використовуються автоматичні зварювальні машини і ручні зварювальні апарати.

зварювання рулонних полімерних покрівельних покриттів

Монтаж сучасної полімерної та бітумно-полімерної покрівлі. Використовуються високотехнологічні і продуктивні зварювальні автомати і напівавтомати, ручні зварювальні апарати, тестове і перевірочне обладнання.

зварювання гідроізолюючих покриттів і геомембран в підземному і гидростроительстве

Монтаж полімерних мембран при облаштуванні всіляких полігонів і сховищ, дорожнє і тунельне будівництво, штучні водойми, підземні споруди і т. д. Використовуються високопродуктивні зварювальні автомати з різними системами нагріву (гаряче повітря, комбінований клин, гарячий клин; можлива автоматична зварювання з перевірочним каналом і без нього), в тому числі і з можливістю протоколювання процесу зварювання, ручні зварювальні екструдери, ручні апарати, різне перевірочне та випробувальне обладнання.

технологічні процеси з використанням гарячого повітря

Реалізація процесів сушіння та нагрівання, термоусадка і зварювання пакувальної плівки і фасонних виробів, активування та відділення термоплавкого клею, розігрів прохідних печей, різання і оплавлення синтетичних волокон і тканин, стерилізація та знезараження упаковки, прискорення різних процесів і багато іншого. Використовуються промислові нагрівачі як з вбудованою так і з окремою подачею повітря, промислові вентилятори, електронні системи контролю і управління.

LEISTER — єдина в світі компанія, яка може запропонувати технологічну реалізацію практично всіх можливих видів зварювання термопластів: зварювання гарячим повітрям, нагрітим інструментом, комбіновані види зварювання, кілька варіантів лазерного зварювання, в тому числі унікальних, таких як зварювання лазером тривимірних об'єктів. LEISTER знаходиться на вістрі інновацій: підрозділ LEISTER AXETRIS займається розробкою і виробництвом мікросистем, наприклад, мікрооптичних елементів, оптичних газових мікродатчиків і датчиків потоку, всіляких мікродетекторів, які використовуються в медицині.

Теорія продуктивності машин-автоматів є одним із розділів теорії машин-автоматів. Поява цієї теорії пов'язане з розробкою машин напіваавтоматичної дії, автоматів і автоматичних ліній спочатку у верстатобудуванні, а потім - в інших обробних галузях, в тому числі і в легкій промисловості.

Основоположником теорії продуктивності є академік Г.А. Шаумян [1], який створив наукову школу з теорії продуктивності машин-автоматів.

У цієї методичної розробки викладені основні відомості з теорії продуктивності машин-автоматів легкої промисловості.

Методична розробка призначена для студентів спеціальності 1-36 1 серпня «Машини і апарати легкої, текстильної промисловості та побутового обслуговування»

спеціалізації 1-36 1 серпня 01 «Машини і апарати легкої промисловості», які вивчають дисципліну «Розрахунок і конструювання типових машин легкої промисловості».

1 Основні поняття і визначення теорії продуктивності машин-автоматів

Технологічний процес являє собою безліч прийомів обробки, в результаті яких сировина, матеріали переробляються в готові вироби (одяг, взуття тощо).

Технологічний процес складається з технологічних операцій.

Технологічною операцією називають сукупність прийомів обробки, виконуваних комплектом робочих інструментів на одному робочому місці, і що володіють рисами технологічної спільності та завершеності.

У сучасному виробництві більшість операцій виконується за допомогою машин-автоматів. На машині-автоматі може виконуватися одна операція або кілька операцій.

Агрегат - машина-автомат, на якій виконується кілька операцій.

Технологічну операцію можна підрозділити на окремі складові, які будемо називати технологічними переходами.

Можна виділити технологічні переходи, які є загальними при обробці штучних виробів: завантаження, вивантаження, обробка.

Позиція - місце, займане виробом в машині-автоматі в процесі обробки. Під час обробки на позиції виріб може здійснювати переміщення, необхідні для обробки: обертальний, поступальний, плоскопараллельное, коливальний і т. п.

При наявності в машині-автоматі декількох позицій виріб може переміщатися з однієї позиції на іншу за допомогою транспортуючого пристрою у вигляді ротора, барабана і т. п.

Час операційного циклу T_{on} є тривалість виконання операції.

Час робочого циклу T_p - Час, що припадає на випуск з машини-автомата одного виробу.

Теоретична продуктивність Q_m - кількість виробів, оброблюваних в машині-автоматі за певний відрізок часу (секунду, годину, зміну) при безперервній роботі без простоїв.

Секундна продуктивність визначається за формулою

$$Q_{\delta} = \frac{1}{T_{\delta}} \text{ (шт / с),}$$

де T_p - Час робочого циклу, с.

Годинна продуктивність визначається за формулою

$$Q_{\delta} = \frac{3600}{T_{\delta}} \text{ (шт. / год).}$$

Змінна продуктивність визначається за формулою

$$Q_{\delta} = \frac{28800}{T_{\delta}} \text{ (шт. / зміну).}$$

Фактична продуктивність Q_{ϕ} - кількість виробів, оброблюваних в машині-автоматі за певний відрізок часу з урахуванням простоїв.

Продуктивність праці - кількість виробів, що припадають на одного оператора, обслуговуючого машину-автомат за певний відрізок часу.

2. Класифікація машин-автоматів за способом організації робочого та технологічного циклів

Розвиток технологічних машин-автоматів йде в напрямку підвищення їх продуктивності. Підвищення продуктивності часто стримується тією обставиною, що в складі технологічної операції є переходи, тривалість яких велика в порівнянні з тривалостями інших переходів. Такими можуть бути деякі види обробки (вишивка, склеювання деталей взуття, лиття низу взуття і т. п.), а іноді переходи завантаження, вивантаження виробів, наприклад, у напіваавтоматах для зборки плоских заготовок верху взуття.

При великій тривалості обробки продуктивність може бути підвищена, якщо в машині-автоматі синхронно обробляється N виробів. У результаті час, що припадає на випуск одного виробу, знижується приблизно в N разів. Однак при цьому потрібно мати на машині-автоматі N комплектів робочих інструментів, що значно підвищує вартість машини-автомата.

Інший спосіб підвищення продуктивності - це використання N машин-автоматів, що працюють несинхронно, що дозволяє частково або повністю поєднати обробку із завантаженням-вивантаженням виробів і, тим самим, скоротити час робочого циклу.

Нарешті, можна застосувати багатопозиційні обробку виробу, при якій воно переміщається усередині машини-автомата. При цьому, найбільш тривалі переходи поділяються на менш тривалі таким чином, щоб час переходів, включаючи завантаження-вивантаження, було б однаковим. Це призводить до скорочення часу, що припадає на обробку одного виробу, і зростанню продуктивності.

За наявності декількох операцій, що мають приблизно однакову тривалість і утворюють якийсь технологічний цикл, можливо об'єднати їх виконання в одному пристрої, званому машиною-агрегатом.

У машині-агрегаті повинні бути пристрої багатоопераційного транспортування і виключені пристрої завантаження-вивантаження на другий і передостанній операції, виконуваних в агрегаті. Так як обслуговування машини-агрегату, як правило, проводиться одним оператором, то багато разів збільшується продуктивність машини-автомата.

Якщо в машині-автоматі об'єднати всі операції деякого технологічного процесу, а також виконувати операції обробки групою робочих інструментів, то можна значно знизити час обробки, що припадає на один виріб, і кардинально підвищити продуктивність. Такий спосіб організації технологічного процесу реалізований в автоматичних роторних лініях, запропонованих академіком Л.М. Кошкіним.

Розглянуті способи підвищення продуктивності обробки дозволяють створити класифікацію машин-автоматів, представлену на рис. 1 у вигляді блок-схеми.

Згідно класифікації всі машини-автомати підрозділяються на дві групи: одноопераційні - призначені для виконання однієї операції, і багатоопераційні - призначені для виконання декількох взаємопов'язаних операцій (агрегати).

У однопозиційних машинах-автоматах одночасно обробляється один виріб, при цьому воно займає одну позицію. У багатопозиційних машинах-автоматах оброблюваний виріб займає кілька позицій, на яких виконуються окремі переходи, що входять до складу операції.

У багатоголовочними напівавтоматах з єдиним приводом голівок синхронно виконується одна операція обробки за допомогою безлічі комплектів робочих інструментів (головок), що приводяться в рух від єдиного двигуна. Не виключена можливість використання загального механізму, що здійснює, наприклад, синхронне транспортування виробів в процесі обробки. При цьому переходи завантаження і вивантаження виробів можуть бути винесені за межі часу обробки і виконуватися вручну.

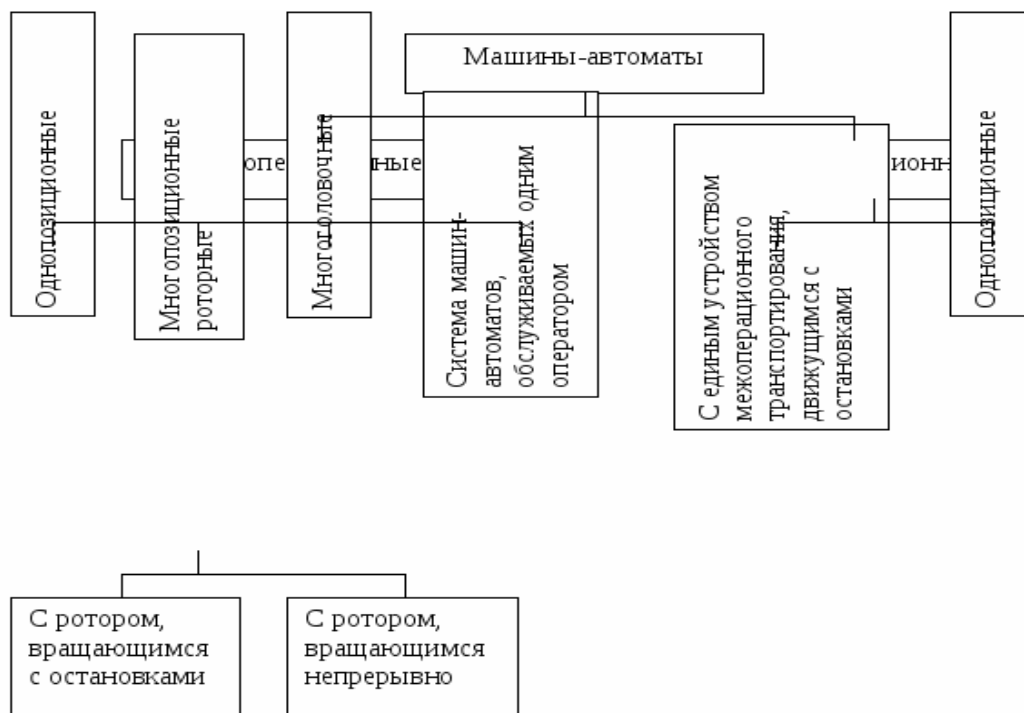


Рисунок 1 - Блок-схема класифікації машин-автоматів за способом організації технологічного циклу

В системі автономних машин-автоматів, що обслуговуються одним оператором, операції обробки виконуються несинхронно по мірі завантаження і вивантаження виробів оператором. При цьому, при певному числі машин-автоматів, часи завантаження і вивантаження виробів повністю суміщаються з часом обробки і не впливають на тривалість робочого циклу.

Багатоопераційні машини-автомати можна поділити на дві групи.

В агрегатах з єдиним пристроєм міжопераційного транспортування, рухомим із зупинками, обробка виробів на всіх операціях проводиться під час зупинки. В цей же час проводиться завантаження виробів перед першою операцією і вивантаження - після останньої. При цьому тривалість робочого циклу дорівнює сумі часу зупинки і переміщення виробу між позиціями.

Роторна лінія складається з робочих роторів, на яких виконується обробка виробів на операціях, причому число робочих роторів дорівнює числу операцій. Міжопераційного транспортування здійснюється транспортними роторами, які передають вироби з одного робочого ротора на інший. На одному робочому роторі одночасно обробляється кілька виробів. В результаті зростає темп обробки та знижується час, що припадає на випуск одного виробу.

Лекція № 39

Тема: Електроустаткування заводів залізобетонних виробів

Мета: Набуття студентами знань з питань електроустаткування заводів залізобетонних виробів

Методи: словесний, наочний.

План:

1. Електроустаткування заводів залізобетонних виробів

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

3 Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок. - М:Высшая школа, 1982

4 Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувазов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981

Завод залізобетонних виробів – це комплекс споруд із з складів заповнювачів, складів цементу, бетонозмішувального цеху, арматурного цеху, формувального цеху и ряду допоміжних цехів. Технологічна схема виробництва залізобетонних виробів (ВЗВ), яка складається з таких процесів :

- а) приймання і видача із складів заповнювачів і цементу;
- б) приготування бетонної суміші в бетонозмішувальну установках;
- в) підготовка арматури і виготовлення каркаса сіток в арматурному цеху;
- г) формування виробів, укладання арматури і бетонної суміші на потоково-конвеєрній установці;
- д) тепловологісна обробка виробів та їх твердиння в камерах;
- е) стендове виробництво і транспортування виробів.

Для механізації і автоматизації цих процесів залізобетонні заводи оснащені рядом автоматичних механізмів і засобами автоматизації.

Склади заповнювачів мають механізми для штабелювання, транспортування і подачі заповнювача в бетонозмішувальна установку. Для приводів вказаних механізмів застосовують короткозамкнені електродвигуни, схеми управління яких виконуються за системою поточно-транспортних систем (ПТС).

Склади цементу також мають механізми для транспортування цементу транспортерами, елеваторами, шнеками, пневматичним транспортом. Схеми управління також побудовані по системі ПТС. Щити станцій управління заблокованих механізмів складу заповнювачів і складу цементу встановлюються в окремих приміщеннях для оператора, де розміщений пульт управління двигунами і сигналізація роботи всіх механізмів.

Бетонозмішувачі і розчинозмішувачі – це основне обладнання бетонозмішувальних виробів. В якості приводів бетонозмішувачів застосовують короткозамкнені двигуни, укомплектовані редукторами для здобуття швидкості, необхідної для обертання змішувальних барабанів (14-18 об/хв.). потужність двигунів бетонозмішувачів визначається їх типом і продуктивністю. Наприклад, для бетонозмішувача безперервної дії типу С-314А продуктивністю 120 м³ /ч потужність двигуна складає біля 40 кВт.

Для приводу бетонозмішувачів і розчинозмішувачів застосовують асинхронні короткозамкнені двигуни потужністю 20-40 кВт, які вмикаються за допомогою магнітних пускачів по звичайним схемам. Для управління клапанами різних затворів бетонозмішувального тракту застосовуються електромагнітні соленоїди.

Дозатори застосовуються для точного дозування заповнювачів бетону, води, різних добавок. Дозатори можуть працювати з ручним, полу- автоматичним і автоматичним управлінням. При ручному управлінні відкриття і зачинення клапанів здійснюється вручну оператором. При полу- автоматичному управлінні відчинення і зачинення впускного клапану здійснюється автоматично після досягнення необхідної ваги, а управління випускним затвором для завантаження бункера - дистанційно з пульта управління; при автоматичному – управління затворами здійснюється дистанційно з пульта управління з використанням електричної і електропневматичної апаратури, зв'язаної відповідними блокуваннями. Блокування здійснюються між ваговою важельною системою дозаторів, що розміщена у ваговій шафі з впускними затворами і живильниками.

Бетоноукладачі слугують для розподілу бетонної суміші при виготовленні залізобетонних виробів. Бетоноукладач являє собою самохідний візок, що пересувається по спеціальним рельсам, укладених по обом сторонам конвеєра. На його рамі встановлений бункер, під котрим знаходиться три стрічкових живильників. Підключення електроенергії до бетоноукладача здійснюється гнучким кабелем, якій

змотується з кабельного барабану. До електрообладнання бетоноукладачів відносяться двохшвидкісний двигун переміщення, двигун живлення, реверсивні пускачі, контактори перемикання швидкостей, пускачі двигуна живлення, кінцеві вимикачі, сигнальну та захисну апаратуру, кнопки управління.

Формувальні машини призначені для виготовлення багатопустотних панелей перекриттів, силікатних і шлакових блоків на заводах з конвеєрною, агрегатно-поточною і стендовою технологією виробництва. Формувальна машина складається з приводу, траверси з формуючими вкладишами, рухливого борту і механізмів пересування борту і траверси. Формувальна машина, яка застосовується при конвеєрному виробництві має таке електрообладнання: асинхронні короткозамкнені електродвигуни на вібропрокатних станах, кінцеві вимикачі, електромагнітні клапани, шафу і пульт управління.

Лекція № 40

Тема: Електроустаткування машин текстильної промисловості.

Мета: Набуття студентами знань з питань електроустаткування машин текстильної промисловості.

Методи: словесний, наочний.

План:

1. Електроустаткування машин текстильного виробництва.
2. Електроустаткування машин прядильного виробництва.
3. Електроустаткування машин озшдблювального виробництва.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

5Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувашов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981

6Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок.- М:Высшая школа, 1982

Текстильне і легке машинобудування

Текстильне і легке машинобудування, спеціалізована галузь *машинобудування*, що забезпечує технологічним устаткуванням і запчастинами *легку промисловість*, промисловість хімічних волокон, а також підприємства побутового обслуговування

населення. Т. і л. м. виробляє потокові лінії для бавовноочисної промисловості, комплектне автоматизоване устаткування для прядіння і ткацтва, потокові лінії і агрегати для фарбувально-обробного виробництва, прядильні машини, човникові і безчовникові ткацькі верстати, круглотрікотажніє машини, напіваавтоматичні лінії для виробництва взуття і ін. види продукції. Близько 70% устаткування легкої промисловості використовується в текстильній галузі.

В Росії виробництво текстильних машин було організоване в початку 19 ст (1823) на Александровській мануфактурі в Петербурзі. Великій ролі в технічному розвитку текстильної промисловості Т. і л. м. не грало: фабриканти ввозили устаткування в основному з Великобританії. Побудовані в 80—90-х рр. 19 ст невеликі заводи в Москві, Іванові, Шує виготовляли нескладні ткацькі верстати, деякі види машин для прядильних і фарбувальних фабрик.

В СРСР Т. і л. м. почало розвиватися з середини 20-х рр. До виробництва текстильних машин були притягнені ряд заводів Ленінграда, Києва, Москви, Тули, Іванова. При «Металлосиндікате» створено перше конструкторське бюро по текстильному машинобудуванню, по проектах якого початий випуск чесальних, ровнічних машин і автоматичних ткацьких верстатів (1925—26). У 1932 організовано Центральне конструкторське бюро легкого машинобудування (ЦКБЛМ). перетворене потім в перший науково-дослідний інститут. За роки перших довоєнних п'ятирічок (1929—40) побудовані найбільші комбінати — Ташкентський, Барнаульський, Ленінаканський, Куровської, Смоленський, Оршанський і др.; випущено близько 400 найменувань текстильного устаткування, у тому числі ткацьких автоматичних верстатів 24 тисячі штук, прядильних машин 5700 штук; почато створення устаткування для виробництва хімічних волокон.

В роки Великої Вітчизняної війни 1941—1945 виробництво Т. і л. м. було тимчасово припинено; заводи стали виробляти мінометне озброєння і боеприпаси. У післявоєнні роки підприємства Т. і л. м. знов почали випуск цивільної продукції. У 4-ій п'ятирічці (1946—50) випуск машин для текстильної і легкої промисловості в 4 рази перевищив обсяг довоєнного виробництва. Були організовані крупні центри текстильного машинобудування в Пензі, Ташкенті, Орле. Відповідно до постанови ЦК КПРС і Ради Міністрів СРСР «Про заходи по подальшому підйому текстильної промисловості» (опубліковане 10 грудня 1959) 69 заводів реконструйовано, побудований Орловський («Химтекстільмаш») і Чебоксарський машинобудівний

заводи. Почато виробництво устаткування для нетканих матеріалів. Розширено виробництво фарбувально-обробного і трикотажного устаткування. Були створені научно-дослідницький і експериментально-конструкторський інститут прядильних машин в Пензі, научно-дослідницький і експериментально-конструкторський машинобудівний інститут в Іванові НДІ(науково-дослідний інститут) легкого машинобудування в Орлові і НДІ(науково-дослідний інститут) машин для виробництва синтетичних волокон в Чернігові.

Після постанови ЦК КПРС і Ради Міністрів СРСР «О збільшенні виробництва сучасної техніки для підприємств легкої і харчової промисловості, торгівлі, громадського харчування і побутового обслуговування» (опубліковано 8 грудня 1972) значно збільшені капіталовкладення на реконструкцію основних заводів Т. і л. м., почато будівництво нового заводу прецизійних вузлів текстильних машин в м. Бресті. У 1975 в галузі налічувалося близько 90 заводів із загальною чисельністю 150 тис. чіл. промислово-виробничого персоналу. Виробничі потужності Т. і л. м. дозволили випускати до 1,6 млн. комплектних прядильних веретен і 31,2 тисяч ткацьких верстатів в рік (у тому числі безчовникових і пневморاپірних 18,2 тисяч штук). Організовані спеціалізовані об'єднання: по виробництву бавовноочисного («Союзхлопкомаш» з головним заводом в Ташкенті), фарбувально-обробного («Союзтськстільотделмаш» з головним заводом в Іванові), шкіряно-взуттєвого устаткування («Госькожобувьмаш» з головним заводом в Орле), прядильно-крутильних і ровнічних машин («Узбектекстільмаш» з головним заводом в Ташкенті), Ленінградське машинобудівне об'єднання по випуску устаткування для виробництва хімічних волокон і трикотажу. Завершена спеціалізація заводів: наприклад, Пензенський машинобудівний випускає кільцепрядильні і пневмомеханічні машини для бавовни; Костромський завод текстильного машинобудування — прядильні машини для шерсті і льону; Клімовський машинобудівний завод (з філією в селищі Товарково) — безчовникові ткацькі верстати для бавовни типа АТПР; Чебоксарський машинобудівний завод — безчовникові ткацькі верстати для шерсті і бавовни; Подільський механічний завод ім. Калинина — промислові швацькі машини; Шуйський машинобудівний завод — ткацькі верстати для технічних тканин; Оршанський завод легкого машинобудування — промислові швацькі машини і плоскотрікотажні машини; Орловський завод текстильного машинобудування — комплектне устаткування для льону і ін. Заводами Т. і л. м. освоєний випуск 1700 найменувань машин. Конструкції технологічного устаткування

безперервно удосконалюються. За 1970—75 доля нової продукції склала по номенклатурі 49%, за об'ємом виробництва 65%.

Зростання випуску основного технологічного устаткування див.(дивися) в таблиці. № 1 і 2.

Таблиця. 1. Випуск основних видів устаткування для легкої промисловості в СРСР, шт.

Прядильні машини	1940	1960	1965	1970	1975
Ткацькі верстати	1109	2679	3227	4027	5359
Круглотрікотажніє машини	1823	16472	24252	19753	3128 440
Швацькі промислові машини, тисяч	—	444	321	676	147,7
штук	20,3	104,5	105,1	128,6	396
Мездрільніє машини	—	118	176	230	220
Обтяжні машини	.	165	452	84	

Таблиця. 2. — Випуск устаткування для легкої промисловості і виробництва хімічних волокон в СРСР

Віди технологічного устаткування	Обсяг виробництва, млн. рублів (у оптових цінах підприємств на 1 липня 1967)			1970 до 1965	Среднего- дової темп приросту	1975 до 1970	Среднего- дової темп приросту
	1965	1970	1975				
Технологічне устаткування і запасні частини до нього для легкої промисловості	281	430	691	152,9	8,85	160,6	9,95
з нього:	180 19,5	265 36,0	476 43,7	147,5	8,1	179,7	12,4
для текстильної промисловості	18,5	29,2	36,1	184,8	13,05	121,1	3,9
для трикотажної промисловості	17,3	23,9	29,0	157,6	9,5	123,9	4,35
для фарбувально-обробного виробництва	28,7	47,9	70,6	138,0	6,65	121,5	3,95
для бавовноочисної промисловості	13,8	24,5	29,2	167,1	10,8	147,3	8,05
для швацької промисловості	51,9	69,3	95,1	177,3	12,15	119,3	3,60
для шкіряно-взуттєвої, хутряної і кожгалантерейної промисловості				133,4	5,95	137,3	6,55
Технологічне устаткування і запасні частини до нього для виробництва хімічних волокон							

Частка експорту у виробництві устаткування легкої промисловості в 1975 склала 9,5%, Рівень механізації і автоматизації виробничих процесів на заводах галузі в 1975 складав близько 70%. міра обхвату робітників механізованою працею — близько 65%, питома вага верстатів-автоматів, напіваавтоматів, спеціальних і агрегатних верстатів — 16%. Продуктивність праці за роки 9-ої зросла на 44%.

В зарубіжних соціалістичних країнах Т. мул. м. отримав великий розвиток (див. таблиці. 3).

Таблиця. 3. — Випуск прядильного і ткацького устаткування в деяких країнах — членах СЕВ(Рада економічної взаємодопомоги) (1974)

Країни	Прядильні машини		Ткацькі верстати, штук
	шту к	тисяч веретен (місць)	
НРБ	83	34,0	176
ВН	224	16,3	—
Р	395	158	2120
ГДР	500	185	2273
ПН	326	133	3241
Р	929	218	7015
СРР			
ЧС			
СР			

В ГДР(Німецька Демократична Республіка) випускають гребнечесальніє, кругловязальніє, основовязальніє і трикотажні машини, устаткування для виробництва нетканих матеріалів по технології «маліватт», машини для виробництва килимів; у ЧССР(Чехословацька Соціалістична Республіка) — безчовникові ткацькі верстати (гідравлічні і пневматичні), пневмомеханічні прядильні машини (створені спільно з СРСР), трикотажне устаткування, основомотальніє автомати, окремі типи фарбувально-обробного устаткування, устаткування для шкіряно-взуттєвої промисловості; у ПНР(Польська Народна Республіка) — прядильне устаткування для шерстяної промисловості (чесальні машини і апарати, прядильні машини). Високий

технічний рівень устаткування, вироблюваного країнами — членами СЕВ(Рада економічної взаємодопомоги), забезпечує його експорт в багато країн світу.

В розвинених капіталістичних країнах понад 90% всього виробництва Т. і л. м. зосереджено в 7 країнах: ФРН(Федеральна Республіка Німеччини), США, Японії Великобританії, Швейцарії, Франції і Італії. У 1973 обсяг виробництва склав у ФРН(Федеральна Республіка Німеччини) близько 1,6 млрд. доларів, в Японії — близько 820 млн. доларів, в США — 785 млн. доларів, в Швейцарії — близько 650 млн. доларів. Західнонімецькі фірми спеціалізуються переважно на випуску трикотажного (До. Mayer, Mayer and Cie), прядильного (Schubert and Salzer-, Zinzer), підготовчоткацького устаткування (Schlafhorst and Co); японські фірми (Howa Machinery, Osaka Kiko Co, Toyoda Automatic Loom Works, Tsudakoma Industrial Co) випускають устаткування практично для всіх галузей і виробництв текстильної промисловості. У США найбільші фірми: Saco-lowell, Whitin (прядильне устаткування), Draper Corp, Crompton and Knowles (ткацьке), The Singer Co (швацьке і трикотажне); у Швейцарії — Rieter A. G., Heberlien-hispano (прядильне устаткування), Ruti, Saurer, Suizer (ткацьке); у Великобританії — Platt International (прядильне устаткування), Bentley Engineering (трикотажні машини), British Northrop (ткацьке устаткування).

Лит.: Куренков Ю. Ст, Зубчанінов Ст Ст, Ітін М. І., Економіка текстильного машинобудування СРСР, М., 1969; Азарних А. До., Іхильчик І. Е., Основні напрями розвитку техніки для текстильної і легкої промисловості в 1971—1975 рр., М., 1971; Куренков Ю. Ст, Лівшиц Ст Би., Текстильне машинобудування капіталістичних країн, М., 1972; Лівшиц Ст Би., Прогноз розвитку текстильного машинобудування капіталістичних країн до 1990 р., Огляд, М., 1975.

Лекція № 41

Тема: Електроустаткування машин хімічної промисловості.

Мета: Набуття студентами знань з питань електроустаткування машин хімічної промисловості.

Методи: словесний, наочний.

План:

1. Електроустаткування машин хіміко-прядильного виробництва.
2. Електроустаткування анідного виробництва.
3. Електроустаткування екструдерів.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

7Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувазов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981

8Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок.- М:Высшая школа, 1982

1. Машины і апарати для хімічних процесів: дробарки і млини, змішувачі, дозатори, живильники, бункера і затвори, грохоти і гідро-пнемо-класифікатори, магнітні і електричні класифікатори, гранулятори, таблетіровочні машини.

2. Обладнання для гідромеханічних процесів:

- для розділу рідинних систем: відстійники, фільтри, центрифуги, сепаратори, гідроциклони, піногасники, паро рідинні сепаратори;
- для очищення газів: циклони, електрофільтри, апарати центробіжного типу мокрі пилопоглиначі;
- для створення неоднорідних систем: змішувачі та мішалки псевдоорідинителі, роторно-модуляційні апарати, пеностворювачі.

3. Апарати для теплових процесів:

- теплообмінники: кужухотрубні, змієвидні, «труба в трубі», пластинчасті, АВО, регенератори, випарювальні апарати;
- технологічні печі: коксові і пекококсіві, скловарні, з киплячим шаром, барабанні, багатозонні, для обробки твердих матеріалів і розплаву, трубчасті, плазмохімічні;
- кріотехніка.

4. Масообмінні апарати:

- для абсорбції, адсорбції, ретифікації: колонні апарати, ретифікаційні, абсорбційні, поглинаючі, і т.д.
- для сушки: поличні, барабанні, розпилювальні, стрічкові, вальцеві, киплячого шару, циклонні, шахтні і т.д.
- для кристалізації, сублімації, теплообміну поверхневого і крізь стінку, випарювальні вакуумні, безпосереднього змішування;
- для мембранних і дифузійних процесів, зворотного осмосу ультра і мікрофільтрації,

диаліза і електролізу;

- для екстракції рідко фазної і твердо фазної.

5. Реактори хімічні: рідинні, газові, твердофазні, плівочні, барботажні, спеціальні і т. д.

6. Агрегати для переробки та виготовлення полімерів, гуми та виробів з них:

- обладнання підготовче, пресове, для лиття, екструзії, видування, формування, ротаційне, відцентрове, виробництво композитів та листоматеріалів.

7. Апарати та трубопроводи високого тиску, синтез-колони, їх конструкції, затвори, арматура, спец матеріали.

8. Спеціальне обладнання для виготовлення і утилізації енергонасичених матеріалів: апарати, реактори, печі, спецтехніка, технічне оформлення нанотехнологій.

9. Спеціальне обладнання для переробки і утилізації відходів виробництва і споживання:

- обладнання для підготовки і класифікація відходів;

- сміттязпалювальні печі, апаратура, реактори, у тому числі «біо...» спеціальні очисні апарати та пристрої і т.д.

10. Спеціальне обладнання підприємств будівельних матеріалів:

-виробництва скла і скловиробів, виробництва кераміки і вогнетривів:

- спеціальні печі і теплоагрегати різноманітного призначення (для плавлення, спікання, сушки, прокалки і т.п.), формовочні машини і преси, обладнання для виробництва пористих, волокнистих, теплоізоляційних матеріалів і виробів, компактуюче обладнання.

11. Спеціальні машини і обладнання коксохімічних заводів (коксовиштовхувачі, вуглезавантажувальні і дверез'ємні машини, обладнання сухого і мокрого тушіння коксу і т.п.).

Відповідно до найменування обладнання необхідні знання щодо конструкції, принципу дії, основних розрахунків продуктивності, потужності, міцності, напрямів підвищення надійності, захисту від корозії, особливостей експлуатації, монтажу, змащення, економічних показників, екологічної безпеки і охорони праці.

При підготовці до вступного випробування необхідно звернути увагу на наступне обладнання, а також технологічні процеси, які пов'язані з роботою даного обладнання, а саме:

1. Стрічковий живильник сипких матеріалів

2. Лопатевий живильник сипких матеріалів
3. Барабанна дробарка
4. Молоткова дробарка
5. Двовалкова дробарка
6. Зубчаста дробарка
7. Вібраційний молот
8. Барабанний молот
9. Гіраційний молот
10. Аеродинамічний гравітаційний класифікатор сипких матеріалів
11. Вагоноперекидач
12. Механізм пересування коксовиштовхувача
13. Сховище для рідинних матеріалів
14. Пилоосаджувальна камера
15. Циклон і батареї циклонів
16. Механізований відстійник
17. Багатополічний відстійник
18. Гідроциклон
19. Механізм відкривання затворів вугільної башти
20. Механізм виштовхування коксу
21. Обладнання для виведення газів з камер коксування
22. Кожухотрубний теплообмінний апарат
23. Пластинчастий і спіральний теплообмінний апарат
24. Запорна, регулююча і запобіжна трубопровідна арматура
25. Компенсатори температурних деформацій і дренажні пристрої трубопроводів
26. Фільтри рукавні
27. Електрофільтри
28. Двокаскадні центрифуги з видаленням осаду пульсуючим товкачем
29. Центрифуги з видаленням осаду ножом
30. Фільтри для розділення суспензій і очищення стічних вод
31. Фільтр-прес автоматизований камерний
32. Барабанний вакуумний фільтр
33. Вальцевий кристалізатор

34. Реактор з механічним пристроєм для перемішування розчину
35. Протиточна колона синтезу аміаку з теплообмінними трубками Фільда
36. Прямоточна колона синтезу аміаку з теплообмінними трубками Фільда
37. Полочна колона синтезу аміаку
38. Колони синтезу аміаку з використанням тепла реакції
39. Змішувачі рідини
40. Змішувачі сипких матеріалів
41. Шнековий дозатор сипких матеріалів
42. Гранулятор валковий
43. Гранулятор киплячого шару
44. Прес гідравлічний для пластичного формування виробів
45. Бункер з дозуючим пристроєм
46. Стругач і ріжуче обладнання
47. Кульовий вібраційний млин
48. Трубопроводи високого тиску і арматура
49. Спеціальні машини і обладнання коксового цеху
50. Спеціальне обладнання підприємств будівельних матеріалів

Апарати і процеси хімічної технології

Апарати для гідромеханічних процесів.

Гідромеханічні процеси - це найпростіші процеси, з якими ми стикаємося в хімічній технології. Свою назву вони отримали тому, що використовуються для механічного розділення неоднорідних сумішей рідин і газів, їх очищення від твердих частинок. Всім добре знайомі неоднорідні суміші, з якими ми зустрічаємося в повсякденному житті,- туман, запилене повітря, каламутна вода. Вони складені з не змішуються один з одним фаз: газової і рідкої, газової і твердої, рідкої і твердої. Причому одна фаза суцільна, наприклад повітря або вода, а інша дисперсна, тобто знаходиться в суцільній фазі у вигляді дрібних зважених частинок. Метою поділу неоднорідних сумішей в промисловості буває або очищення рідин і газів від забруднень, або ж виділення цінних продуктів, які містяться у вигляді дрібних частинок.

Проїхав автомобіль - знялася курява. Через деякий час пил осів, повітря знову став чистим. Тут ми спостерігаємо найпростіший можливий спосіб розділення неоднорідних сумішей - шляхом осадження під дією сили тяжкості. У хімічній

технології теж іноді використовується такий принцип, наприклад у відстійниках для суспензій - рідин, що містять у зваженому стані тверді частинки. Основне гідність процесу відстоювання - простота. Однак сили тяжіння, що діють на дрібні частинки, невеликі, і осадження відбувається дуже повільно. Набагато ефективніше осадження під дією відцентрових сил. Такий принцип використовують в широко поширених апаратах - циклонах і центрифугах.

В циклоні запилений газ вводиться в циліндричну частину апарату з великою швидкістю по дотичній. Завдяки цього газовий потік починає інтенсивно обертатися, і частинки пилу відкидаються до стінок. Рухаючись по спіралі до нижньої частини апарату, вони зсипаються в бункер, з якого видалено. Уздовж осі апарату встановлена труба, по якій відводиться очищений газ.

Центрифуг і використовують для очищення рідин від дрібних частинок. В нерухомому кожусі центрифуги обертається з великою частотою барабан. Суспензія подається всередину барабана і завдяки силам тертя починає обертатися разом з ним. Тверді частинки відкидаються до стінок і осідають на них. Освітлена рідина витісняється в простір між кожухом і барабаном і виводиться з центрифуги. Осад видаляють або періодично, після заповнення барабана, або безперервно.

Найбільш повне очищення рідин і газів від домішок досягається за допомогою фільтрування. Для фільтрування суспензій часто застосовують барабанні вакуум-фільтри - барабани, покриті зовні фільтрувальною тканиною. Вони мають безліч отворів (). Перегородки ділять барабан на кілька ізольованих один від одного камер. При обертанні барабана кожна камера по чергову з'єднується з допомогою труб з вакуумом або стисненим повітрям. Завдяки цьому на фільтрі відбувається одночасно декілька процесів: фільтрування, підсушування і промивка осаду.

Для тонкого очищення газів використовують рукавні фільтри електрофільтри. В рукавних фільтрах газ пропускають через гумові рукави, які затримують тверді частинки. Електрофільтри мають два електрода, проходячи між якими газ іонізується. Негативно заряджені іони і електрони, рухаючись до позитивного електрода, стикаються з пилинками або крапельками і повідомляють їм свій заряд. В результаті частинки пилу або туману теж починають рухатися до позитивного електрода й осідають на ньому.

Інша важлива складова частина гідромеханічних процесів - перемішування. У хімічній технології перемішування використовують для приготування розчинів,

суспензій, емульсій та пін, а також для збільшення швидкості хімічних, теплових і масообмінних процесів.

Не складно шматок цукру розчинити в склянці води з допомогою ложки. Зовсім інша справа - перемішування великих промислових апаратах. Щоб рідина перемішувалася у всьому обсязі апарата, недостатньо одного кругового руху мішалки. Необхідно створити і осьовий потік рідини - за висоті, апарату і радіальний - від центру до стінок. Чим більше розміри мішалки і частота її обертання, тим інтенсивніше перемішування. Однак при цьому різко зростає споживана потужність. Знання теорії дозволяє вибрати оптимальну конструкцію мішалки і її розміри, розрахувати необхідну потужність двигуна.

Апарати для масообмінних процесів

Поділ продуктів хімічних реакцій та отримання бензину з нафти, очищення стічних вод і виділення кисню з повітря - ці і багато інших, настільки не зовні схожі один на. одного завдання вирішуються з допомогою масообмінних процесів (див. Очищення стічних вод і Очищення відхідних газів). Зараз в промисловості використовують понад 10 масообмінних процесів, а учені і інженери працюють над створенням нових. У цих процесах поділ однорідних сумішей відбувається завдяки відмінності у фізико-хімічних властивостях компонентів - температури кипіння, розчинність тощо Найважливіші масообмінні процеси - абсорбція, адсорбція, ректифікація, екстракція, сушка, кристалізація, мембранні поділу: зворотний осмос, ультрафільтрація, діаліз, електродіаліз, дифузійне поділ.

Абсорбція - це поглинання окремих компонентів з газових сумішей рідкими поглиначами - абсорбентами. В якості абсорбентів використовують рідини, які добре розчиняють виймається компонент. Абсорбція - основна технологічна стадія ряду найважливіших виробництв. Наприклад, шляхом абсорбції оксидів азоту, сірки та хлористого водню водою отримують азотну, сірчану і соляну кислоти; з коксового газу витягують аміак, бензол та інші цінні компоненти. Абсорбція широко використовується при санітарній очистці відхідних газів від шкідливих домішок - отруйних оксидів, сполук фтору і т. д.

Процес абсорбції проводять в апаратах, званих абсорберами. Головна вимога до конструкції абсорбера - створити як можна велику поверхню контакту фаз (газової і рідкої). Для цього рідину дробиться на краплі, струменя або плівки, а газ - на бульбашки і струменя.

Адсорбція. Це процес поглинання компонентів з газових або рідких сумішей твердим речовиною - адсорбентом.

Адсорбція відбувається на поверхні будь-якого матеріалу, будь той метал або скло, дерево або пластмаса. Усередині твердого тіла атоми або молекули взаємно притягують один одного. Ті з них, які знаходяться на поверхні, відчують тяжіння тільки з одного боку - зсередини матеріалу, а надлишкові сили притягують молекули інших речовин ззовні. Значення цих сил залежать від будови поглинається молекули і природи адсорбенту. Якщо адсорбент помістити в розчин, що містить суміш речовин, то переважно поглинеться тільки одне або декілька з них, для яких сили тяжіння, максимальні.

Чим більше поверхня адсорбенту, тим більше молекул може на ній затриматися.

Тому найчастіше в якості адсорбенту використовують активоване вугілля, який володіє виключно високою пористістю: 1 г вугілля поверхню пір досягає 1500 м²!

Спочатку адсорбенти використовували тільки в медицині для лікування отруєнь, на початку XX ст. їх стали застосовувати в протигазах для поглинання отруйних речовин. Тепер же адсорбція - один з важливих масообмінних процесів хімічної технології. З її допомогою вдається практично повністю очистити хімічні продукти від домішок, витягти з сумішей цінні речовини, навіть якщо їх концентрація дуже мала.

Принципова схема адсорбера показана на рис. 7. На сітку в нижній частині апарату завантажують адсорбент. Після цього апарат подають газову або рідку суміш. Необхідний компонент витягується адсорбентом, а очищена суміш виводиться з апарату.

Ректифікація. Цей процес розділення рідких сумішей заснований на різниці температур кипіння компонентів суміші. Якщо випаровувати суміш двох рідин, наприклад води та ацетону, то пари будуть збагачуватися ацетоном, так як у нього температура кипіння нижче. При конденсації отриманих парів першу чергу сконденсується вода - у неї температура кипіння вище.

Повторюючи процеси випаровування та конденсації багаторазово, можна отримати практично чисті ацетон і воду.

Ректифікацію почали використовувати в XIX ст. у нафтовій і спиртової промисловості. Тепер її можна зустріти в самих різних областях хімічної технології - в органічному синтезі, виробництві ізотопів, полімерів, напівпровідників, у багато разів зросли масштаби застосування ректифікації для отримання продуктів з нафти.

Екстракція. Це процес вилучення компонентів з розчинів або з твердих тіл за допомогою виборчих розчинників - екстрагентів. Розділення засновано на різній розчинності компонентів суміші в екстрагентів. Вміло підібраний екстрагент дозволяє виділити з суміші тільки цікавить нас компонент. На відміну від ректифікації при екстракції не вдається відразу отримати чисте речовина: утворюється нова суміш - розчин потрібного компонента в екстрагентів. І для остаточного поділу необхідно використовувати який-небудь інший массообменний процес. Тому екстракцію застосовують головним тоді, коли первісну суміш важко розділити іншими методами.

Сушіння. Це видалення вологи з твердих матеріалів шляхом її випаровування. Завдяки сушці зменшується злежуваність добрив, підвищується якість вугілля і торфу, здешевлюється транспортування матеріалів. Тому сушка широко поширена в хімічній технології. Цей процес часто є останньою стадією виробництва, що передуює випуску готового продукту. Зазвичай у промисловості використовують конвективну, контактну та радіаційну сушіння.

При конвективної сушки матеріал обдувається гарячим повітрям або топковими газами. Швидкість сушіння досить висока. Однак безпосередній обігрів можливий не завжди - багато матеріали псуються від зіткнення з киснем повітря, топковими газами. У цих випадках застосовують контактну сушку - тут теплота передається висушуваного матеріалу через стінку. Для висушування плівок, тонких листів, лакофарбових покриттів часто застосовують радіаційну сушіння, при якій теплота повідомляється інфрачервоними променями (див. Інфрачервона техніка).

Кристалізація. Це виділення речовини у вигляді кристалів з розчинів або розплавів. У хімічній технології частіше використовують кристалізації з розчинів, для чого їх охолоджують або ж видаляють частина розчинника випарюванням.

Мембранні методи розділення. Ці масообмінні процеси почали використовувати в хімічній технології зовсім недавно. Але в природі вони існують вже мільйони років. Всі процеси обміну речовин в організмі живої істоти відбуваються з допомогою напівпроникних мембран (у перекладі з латинського «мембрана»-«шкірка», «перетинка»), які пропускають одні речовини і затримують інші. Мембрани підтримують наше життя, пропускаючи необхідні організму речовини всередину клітини і видаляючи з неї відходи. Повністю відтворити властивості біологічних мембран сучасної науці поки що не під силу. Проте в останні десятиріччя створено ряд процесів поділу з допомогою мембран - зворотний осмос, ультрафільтрація,

електродіаліз, діаліз і дифузійний розділення газів. Кожен з цих процесів характеризується своїм особливим механізмом переходу речовин через мембрану.

У 1748 р. абат А. Нолле, перегородивши воду і спирт плівкою з бичачого міхура, помітив, що вода проникає через цю перегородку і змішується зі спиртом. Це явище отримало назву осмос, що в перекладі з грецького означає «тиск». І дійсно, рушійною силою для проникнення води через мембрану є тиск, правда не зовсім звичайне - осмотичний.

Цей тиск проявляється тільки тоді, коли чисту воду і водний розчин (скажімо, морську воду) розділити напівпроникною мембраною, яка затримує молекули і іони розчиненої речовини, але пропускає молекули води. Чиста вода потече через мембрану в розчин, і зупинити це протягом можна, тільки приклавши до розчину тиск, що дорівнює за величиною осмотичному тиску.

Якщо до розчину додати тиск більше осмотичного, то вода піде у зворотному напрямку - з розчину. І ми можемо, наприклад, з морської води отримати воду, придатну для пиття. На цьому і заснований про б-ратний осмос. Для цього процесу потрібно дуже мало енергії, поділ відбувається при звичайних температурах. Воду можна очистити відразу від усіх розчинених речовин. бактерій, вірусів, а також і інших забруднень.

У зворотному осмосі використовують мембрани з безліччю дрібних пор. Однак за розміром вони все-таки в кілька разів більше, ніж діаметри молекул і іонів, навіть з гидратними оболонками. І довго було незрозуміло, завдяки чому мембрани є полупроницаемыми. Лише недавно вчені знайшли відповідь. Виявляється, вода, укладена всередині пор мембрани, зв'язується фізико-хімічними силами з нею. З-за цього вода втрачає свою розчиняють здатність і стає як би перешкодою на шляху розчинених речовин. Звідси зрозуміло, що найкращий матеріал для мембрани такий, з яким вода добре «зв'язується». Цій вимозі відповідають сильно набухаючі гідрофільні полімери, наприклад ацетат целюлози.

Сучасні апарати можуть вміщати декілька тисяч квадратних метрів мембран в 1 м³ свого обсягу. Тому в одній кімнаті поміщається апарат, здатний переробляти стічні води великого заводу. Звичайні ж очисні споруди займають кілька гектарів!

Конструкція мембранного апарату з плоскопараллельной укладанням мембран показана на рисунку 8. Кожен елемент апарату складається з пористою підкладки, на

якій укладені мембрани. Підкладка дозволяє мембранам витримувати робочий тиск і створює канали для відведення фільтрату.

Крім очищення стічних вод зворотний осмос використовують для одержання особливо чистої і питної води з природних вод прісної води з морський, концентрованих фруктових ;: овочевих соків, розділення і очищення водних розчинів в хімічній промисловості.

Якщо необхідно очищати розбавлені розчини, що містять тільки неорганічні солі, то застосовують е л е к т р о д і а л і з. При цьому спосіб розділяється розчин прокачують між мембранами в електричному полі. Іони розчинених речовин, рухаючись до протилежно заряджених електродів, переходять через мембрани, і вода очищається від солей.

Все більше застосування в промисловості знаходить дифузійний розділення газів. Метод заснований на відмінності швидкостей дифузії (проходження) газів через мембрану. Він використовується для збагачення киснем повітря, що застосовується для дуття при виплавці металів, виділення водню з відхідних газів і гелія - з природних.

Апарати для теплообмінних процесів

Подібно до того як не можна приготувати обід без нагрівання, так і жодна хімічна «кухня» не обходиться без теплових процесів. Процеси поширення тепла називаються теплопередачею. Знання цієї науки' необхідно для розрахунку теплообмінників - апаратів, в яких здійснюють нагрівання і охолодження рідин, газів і твердих речовин, конденсацію випаровування та кипіння рідин. У будь-якому з цих процесів теплота передається від більш нагрітого тіла - гарячого теплоносія до менш нагрітому тілу - холодного теплоносія.

Як гарячі теплоносії в хімічній технології найбільш часто застосовують топочні гази, водяна пара, гарячу воду, розплавлені метали і деякі органічні речовини. Для охолодження зазвичай використовують повітря і воду.

Найбільш широко в промисловості використовують кожухотрубні теплообмінники (рис. 9). Такий теплообмінник складається з кожуха і приварених до нього трубних решіток, в яких закріплені труби. Один теплоносії рухається всередині труб, інший - в міжтрубному просторі кожуха. Головна гідність таких теплообмінників - компактність, оскільки поверхня теплообміну, утворена стінками труб, дуже велика. У кожухотрубних теплообмінниках можна здійснювати процеси нагрівання, охолодження та конденсації.

Випаровування рідин відбувається у випарних апаратах (рис. 10). У гріючій камері апарату подається гарячий теплоносіє, який віддає теплоту киплячого розчину. При кипінні розчину утворюються бульбашки пари, і вони разом з рідким розчином піднімаються вгору по трубках. З зовнішньої необогреваної циркуляційної труби опускається рідкий розчин, щільність якого значно більше, ніж щільність парожидкостної емульсії в трубах гріючої камери. Цим забезпечується інтенсивне перемішування розчину в апараті. В сепараторі пар відділяється від крапельок розчину завдяки брызгоотбойнику, а також того, що площа перерізу сепаратора у багато разів більше площі перерізу трубок і швидкість пара тут різко знижується.

Апарати для хімічних процесів

В більшості хімічних виробництв хімічна стадія - найважливіша частина технологічного процесу, а реактор (апарат для проходження хімічної реакції) - основний апарат. І хоча реактор може, будь по конструкції і далеко не найдорожчим з застосовуваного в хімічній технології обладнання, вибір його найкращою конструкції надзвичайно важлив. Справа в тому, що будь-які відхилення від оптимального проведення хімічної реакції здатні не тільки різко знизити її швидкість, але і привести до утворення багатьох непотрібних домішок.

Задача вибору оптимальної конструкції реактора дуже складна - крім чисто хімічних закономірностей треба використовувати дані гідродинаміки, теплопередачі, масо-передачі та економіки. Важко уявити собі, як справлялися з цим завданням ще кілька десятиліть тому, коли у інженерів-хіміків не було вірних помічників - каталізаторів, які змінюють швидкість хімічної реакції, вступаючи в проміжні хімічні взаємодії з її учасниками. Однак до складу продуктів реакції каталізатори не входять, і після реакції каталізатор залишається таким же, як і до її початку. Каталізатори здатні збільшити швидкість необхідної реакції під багато тисяч разів, різко підвищуючи вихід основного продукту. Іноді вдається підібрати такий каталізатор, який одночасно знижує швидкості побічних реакцій, є по відношенню до них інгібітором, тобто речовиною, сповільнює швидкість проходження реакції (див. Корозія). Інгібітори бувають потрібні і для зниження швидкості основної реакції, якщо вона надто велика. Наприклад, реакції, в звичайних умовах протікають з вибухом, завдяки інгібіторів «приручаються». З одного і того ж сировини в присутності різних каталізаторів утворюються різні продукти. Так, із суміші оксиду вуглецю і водню, змінюючи

каталізатори, можна отримати метан, метиловий спирт, ізобутиловий спирт і навіть тверді високомолекулярні речовини.

Практично всі нові хімічні процеси є каталітичними, тобто здійснюються за допомогою каталізаторів. Розрізняють гомогенні і гетерогенні каталітичні процеси. У першому випадку каталізатор знаходиться в тій же фазі, що і реагують речовини, у другому - утворює окрему фазу. Найбільш часто в промисловості застосовують гетерогенні каталітичні процеси, в яких реагують речовини - рідини або гази, а каталізатор - твердий, у вигляді пористих гранул.

Реактори для гомогенного каталітичного процесу зазвичай не складні. Реакції в однорідному середовищі легко здійсненні, наприклад в апаратах типу кожухотрубного теплообмінника. В трубне простір подається зміесь вихідних реагентів. При їх русі по трубах відбувається реакція та її продукти виводяться з іншого боку апарату. В міжтрубному просторі пропускають теплоносій для підведення або відведення теплоти.

Реактори для гетерогенних каталітичних процесів різноманітні. Їх конструкція залежить від фазового стану реагуючих компонентів і каталізатора, способу контакту між ними.

Лекція № 42

Тема: Енергозбереження на підприємствах в будівництві, транспорті, сільському господарстві.

Мета: Набуття студентами знань з питань енергозбереження на підприємствах в будівництві, транспорті, сільському господарстві.

Методи: словесний, наочний.

План:

1. Енергозбереження на будівельних підприємствах
2. Енергозбереження в транспортній галузі.
3. Енергозбереження в сільському господарстві.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

1 Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувашов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981

2Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок.- М:Высшая школа, 1982

Загальновідомо, що зростання виробництва і споживання енергії нерозривно зв'язане з прогресом людського суспільства, яке на протязі всієї своєї історії, а особливо протягом останнього століття, постійно веде боротьбу за збільшення свого енергетичного багатства.

Людство дуже неекономно використовує майже всі види енергоресурсів. Тільки в сільському господарстві споживання електроенергії подвоюється. Вогонь, вода, атом — ось три основні, три могутні стихії, з яких людина навчилася черпати необхідну для своїх потреб енергію. Боротьба за енергію, за її джерела, за відкриття нових способів її перетворення і використання йде безперервно й дедалі наростаючими темпами.

Нині приділяється велика увага питанням економного використання енергоресурсів через різке збільшення витрат на їх видобування і виробництво, а також високу вартість нафти та газу на світовому ринку.

Дослідження вчених багатьох країн світу показують, що в сучасних умовах економія 1 т умовного палива вимагає, як правило, менших витрат, ніж приріст видобування еквівалентної його кількості.

Енергозберігаючий шлях розвитку економіки передбачає: значне зниження в розрахунку на одиницю продукції витрат палива, електроенергії і теплоти на кінцевій стадії їх споживання; докорінне вдосконалення видобутку, виробництва, перетворення, транспортування і зберігання енергоресурсів, що зумовлює підвищення коефіцієнту їх використання (ККВ); вдосконалення структури енергобалансу у напрямку заміщення в ньому дефіцитних і дорогих енергоресурсів дешевшими і доступнішими, а також нетрадиційними джерелами енергії.

Останнім часом, після Чорнобильської трагедії, проблеми розвитку енергетики надзвичайно загострилися, тому що ядерну енергетику перестали вважати єдиним надійним магістральним шляхом енергозабезпечення України. Альтернативними джерелами енергії можуть стати сонце, вітер, теплота Землі, але до останнього часу немає ефективних розробок для їх економічного широкомасштабного використання.

Одним з найбільших споживачів енергії у народному господарстві є сільськогосподарське виробництво. Так, агропромисловий комплекс України споживає 35 млн т умовного палива за рік, половина якого — у вигляді дефіцитного рідкого палива. Тому у найближчі роки необхідно поліпшити енергетичну

базу сільськогосподарського виробництва, а насамперед – забезпечити теплотою та енергією житло та комунально-побутові потреби. Однак. Поки що ці завдання вирішуються без належного економічного обґрунтування.

Досвід передових зарубіжних країн в питаннях економії енергії важко запозичити, тому що енергетика і сільське господарство у нас розвивалися за іншими економічними схемами, внаслідок чого технологічний рівень сільськогосподарського виробництва значно нижчий від світового.[1]

Останнім часом прийнято ряд урядових постанов про економію паливно-енергетичних ресурсів та розвиток нетрадиційних джерел енергії. Однак через їх недостатню економічну обґрунтованість і недосконалу політику ці бажані результати не досягнуто.

2. Енергозбереження у вугільній промисловості.

Вугілля – дешевий і надійний енергоносіє, запасів якого на відміну від дефіцитних нафти та газу повинно вистачити на кілька століть дуже інтенсивного використання, - має істотні недоліки. По-перше, ККД його утилізації занадто низький, по-друге, цей процес упроводжується надмірним забрудненням навколишнього середовища. Слід відмітити, що для розвинених країн світу цілком досить цих двох пунктів, тоді як для тих, що розвиваються, істотним є третій - видобуток вугілля супроводжується занадто великими людськими жертвами.

Проблеми екологічних ризиків вугільної енергетики найретельніше розв'язує Західна Європа. Відкриття першої в світі вугільної електростанції в комерційному масштабі намічено аж на 2014 рік.

Більше того, саме німецькі енергетичні компанії беруться відроджувати вугільну енергетику й у Великобританії. Там і зараз частка вугілля у виробництві електроенергії сумірна з часткою природного газу й істотно переважає частку атомної енергетики. Правда, усе це забезпечується старими вугільними електростанціями, останню з яких було побудовано 1974 року.

Прийнято рішення про реалізацію нового проекту вартістю 3,7 млрд. євро, результатом чого стане поява через три роки на східному узбережжі Великобританії нової, оснащеної найсучаснішим очисним устаткуванням,

вугільної електростанції. Здійснюватиме цей проект британський підрозділ німецького концерну E.On.

Відзначилася в цьому сенсі й Данія, де запущено пілотний проект найбільшої в світі очисної установки димових газів.

Правда, у реалізації цього проекту брали участь 30 компаній із 11 європейських країн, і 50% від його загальної вартості в 16 млн. євро надала Європейська комісія. У результаті вдалося не лише скоротити на 90% емісію вуглекислого газу, а й знизити витрати на кожну тону зв'язаного CO₂ з 50–60 євро, як у Японії, до 20–30.

"Спійманий" газ закачують у підземні сховища, де, як запевняють автори проекту, він без жодних ризиків для навколишнього середовища та без особливих витрат може зберігатися століттями. Не менших успіхів у "озелененні" вугільної енергетики домоглися і британські фахівці, зокрема, стосовно десульфуризації димових газів. Їм вдалося також на 90–95% знизити викиди двоокису сірки, підвищений вміст якої в атмосфері викликає так звані кислотні дощі.

Враховуючи, що стандартна середньостатистична 1000-мегаваттна вугільна електростанція за рік викидає в атмосферу 7 млн. т вуглекислого газу, 200 тис. т двоокису сірки і стільки ж зольного пилу (у складі якого виявляють у значних кількостях миш'як, кадмій, свинець та інші інгредієнти), переоцінити такі досягнення складно. При цьому вугілля має унікальну перевагу – його родовища виявлено більш як у 90 країнах світу (хоча 88% запасів і 76% видобутку припадає на вісім країн – США, Росію, Китай, Індію, Австралію, ПАР, Україну та Казахстан), а ступінь монополізації у вугільній промисловості дуже низький.

Видобуток вугілля у США, за запасами якого Сполучені Штати Америки посідають перше місце, обходиться досить дешево, крім того, там вважають за доцільніше імпортувати чуже дешеве вугілля, ніж дотувати видобування власного. До того ж США, котрі так і не приєдналися до Кіотського протоколу, до останнього часу не надто забивали собі голову технологіями очищення димових газів (600 діючих там вугільних електростанцій викидають в атмосферу близько двох мільярдів тонн вуглекислого газу на рік). Зате американці дуже наполегливо йшли шляхом підвищення ефективності вугільної енергетики. ККД вугільних електростанцій, які працюють за традиційними схемами, ледь

перевищує 30%. При цьому існує безліч технологій, що не лише істотно підвищують цей коефіцієнт, а й значно розширюють можливості використання вугілля.

Метод Фішера-Тропша (він дозволяє перетворювати тверде вугілля на рідке паливо) відомий давно. У 1920-х роках його запропонували німецькі вчені Франці Фішер і Ганс Тропш, в умовах, коли повоєнна Німеччина задихалася від браку нафти, зате не відчувала дефіциту вугілля. Найактивніше ця технологія використовувалася Німеччиною і Японією в роки Другої світової війни, а також у часи апартеїду в Південній Африці. Сьогодні переробка вугілля в рідке паливо дає чимало екологічних переваг.

Наразі існують також інші досить ефективні способи підвищення ККД вугільної енергетики. Зокрема, це стосується утилізації метану, котрий досить часто супроводжує поклади вугілля. Із одного боку, це винятково вибухо- та викидонебезпечна речовина, яка є чинником високого ризику в процесі вуглевидобутку. З іншого – найцінніша енергетична сировина. У США, приміром, із вугільних родовищ отримують понад 40% усього газу, що видобувається в країні (найближчим часом цей показник збираються довести до 60). При цьому США за ступенем газоносності перебувають на п'ятому місці в світі, поступаючись першістю за запасами Китаю, Росії, Канаді й Україні. Але позмагатися в ефективності утилізації метану зі США може хіба що Канада.

Утилізація метану й інші технології, кожна окремо, дають змогу довести ККД вугільної енергетики до 40–45%, а комплексне використання когенераційних технологій допоможе підвищити цей показник при виробництві теплової й електричної енергії до 85%. Не дивно, що найближчим часом у США планується ввести в дію ще близько восьми десятків нових вугільних електростанцій, котрі використовують найостанніші розробки.

І все-таки головними локомотивами вугільної енергетики, як і раніше, залишаються Індія та Китай. До 2020 року вони забезпечуватимуть 33% приросту енергоспоживання в світі та 90% – світового приросту використання вугілля. Великі запаси цього виду палива (хоча Індія і стала вже імпортером вугілля) дозволяють не вельми замислюватися над підвищенням ефективності його використання. На природозберігаючі технології в цих країнах елементарно бракує грошей. Тим паче що забруднення атмосфери їх поки ще турбує набагато меншою мірою, ніж необхідність відновлення дефіцитної землі після досить варварського вуглевидобутку.

3. Енергозбереження в сільській промисловості.

Значне економії енергії у сільському господарстві можна досягти за рахунок:

- впровадження нових конструктивних рішень при проектуванні сільськогосподарської техніки та енергетичного обладнання, які передбачають зниження питомих метало- та енергомісткості;
- поліпшення структури машинотракторного парку, максимального підвищення частки дизельного транспорту, формування автопоїздів з використанням причепів та автопричепів;
- повного задоволення потреб сільського господарства типовими нафтосховищами, пересувними заправочними станціями; поліпшення якісних показників палива, підвищення надійності енергопостачання;
- розвитку і поліпшення мережі автомобільних доріг у сільській місцевості;
- впровадження індустриальних технологій виробництва, безвідходних технологій і переробки сільськогосподарської продукції;
- інтенсифікації процесу фотосинтезу;
- використання у сільському господарстві побічних енергетичних ресурсів;
- використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії;
- посилення теплозахисних властивостей конструкцій промислових приміщень та житлових будинків.

У всіх випадках можливе використання кількох варіантів енергозберігаючих заходів.

Найраціональніший варіант енергозберігаючих заходів вибирають на основі розрахунку порівняльної економічної ефективності капітальних вкладень з комплексним аналізом вартісних і натуральних показників. При виборі варіанту використовують варіантний, екстремальний метод різниці та узагальненої різниці. Найкраще користуватися останніми двома. При розрахунках за методом різниці визначають різницю зведених витрат тільки за тими показниками, за якими відрізняються варіанти, що дозволяє спростити розрахунки.

Лекція № 43

Тема: Підвищення коефіцієнту потужності електроустановок

Мета: Ознайомлення з заходами підвищення коефіцієнту потужності електроустановок

Методи: словесний, наочний.

План:

1. Заходи з підвищення коефіцієнту потужності електроустановок

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

9Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувашов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981

10 Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок.-М:Высшая школа, 1982

Техніко економічне значення коефіцієнта потужності

Залежно від виду використовуваного устаткування електричне навантаження підрозділяється на активне, індуктивне і ємнісне. Найчастіше споживач має справу із змішаними активно-індуктивними навантаженнями. Відповідно, з електричної мережі відбувається споживання як активної, так і реактивної енергії.

Активна енергія перетвориться в корисну - механічну, теплову та ін. енергії. Реактивна енергія не пов'язана з виконанням корисної роботи, а витрачається на створення електромагнітних полів в електродвигунах, трансформаторах, індукційних печах, зварювальних трансформаторах, дроселях і освітлювальних приладах.

У загальному випадку вираз для визначення реактивної потужності має вигляд $Q = U \times I \times \sin \varphi$. Вона позитивна при струмі, який відстає (індуктивне навантаження -- $0 < \varphi < 180$) і негативна при струмі, який випереджає (ємнісне навантаження -- $180 < \varphi < 360$). Показником споживання реактивної енергії (потужності) є коефіцієнт потужності $\cos \varphi$, який показує співвідношення активної потужності P і повної потужності S , споживаній електроприймачами з мережі: $P = S \cdot \cos \varphi$. Одиницею вимірювання реактивної потужності є вольт-ампер реактивний (ВАр). Активна, реактивна і повна потужності пов'язані наступним співвідношенням.

Значення коефіцієнта потужності незкомпенсованого устаткування наведені в табл.1. В оптимальному режимі показник повинен прямувати до одиниці і відповідати нормативним вимогам.

Таблиця 1

Тип навантаження

Приблизний коефіцієнт
потужності

Асинхронний електродвигун до 100 кВт	0,6-0,8
Асинхронний електродвигун 100-250 кВт	0,8-0,9
Індукційна піч	0,2-0,6
Зварювальний апарат змінного струму	0,5-0,6
Електродугова піч	0,6-0,8
Лампа денного світла	0,5-0,6

Реактивна потужність, яка споживається промисловим підприємством у кожній даній точці мережі, визначається величиною намагнічувальної потужності, яка необхідна для окремих елементів електроустановки, які розташовані за даною точкою в напрямку передачі енергії. Реактивні навантаження підприємств не залишаються незмінними не тільки протягом більш-менш тривалих проміжків часу доби місяця року, але й протягом однієї виробничої зміни. Ці навантаження безупинно змінюються залежно від виробничої програми окремих струмоприймачів, від ступеня їхнього завантаження і відносної тривалості ввімкнення, від коливань напруги в мережі, від якості обслуговування устаткування експлуатаційним і ремонтним персоналом та від інших факторів.

Компенсація реактивної потужності є найдешевшим і ефективним засобом підвищення техніко-економічних показників електропостачання, який зменшує всі види втрат електроенергії.

Основи компенсації реактивної потужності

Реактивний струм додатково навантажує лінії електропередачі, що призводить до збільшення перерізів проводів і кабелів і відповідно до збільшення капітальних витрат на зовнішні і внутрішньо майданчикові мережі. Реактивна потужність разом з активною потужністю враховується постачальником електроенергії, а отже, підлягає оплаті по тарифах, що діють, тому складає значну частину рахунку за електроенергію.

Найбільш дієвим і ефективним способом зниження споживаної з мережі реактивної потужності є застосування установок компенсації реактивній потужності (конденсаторних батарей, синхронних двигунів і синхронних компенсаторів). За рахунок приєднання до мережі компенсуючого пристрою КП зменшуються втрати потужності і напруги. На практиці коефіцієнт потужності після компенсації знаходиться в межах від 0,93 до 0,99.

Відносну ефективність зменшення реактивного навантаження в тому чи іншому пункті електричної мережі можна оцінити за допомогою так названого економічного еквівалента реактивної потужності. Економічний еквівалент чисельно дорівнює зменшенню втрат активної потужності в мережах при зменшенні реактивного навантаження на 1 кВАр.

Види та способи компенсації

Основним джерелом реактивної потужності (РП) є синхронні генератори електростанцій. Передавання РП з енергосистеми до споживачів не є раціональним, оскільки виникають додаткові втрати активної потужності у всіх елементах систем електропостачання, обумовлені завантаженням РП, та додаткові втрати в живлячих мережах. Щоб знизити ці втрати, необхідно біля споживачів встановлювати додаткові джерела РП, основними серед яких є конденсатори.

Використання конденсаторних установок

Одинична компенсація - краща там, де: потрібна компенсація потужних (понад 20 кВт) споживачів; потужність, яка споживається постійна протягом тривалого часу.

Групова компенсація - застосовується для випадку компенсації декількох індуктивних навантажень, які розташовані поруч і вмикаються одночасно, підімкнених до одного розподільного пристрою і які компенсуються однією конденсаторною батареєю.

Централізована компенсація. Для підприємств, які потребують змінної реактивної потужності постійно ввімкнені батареї конденсаторів не прийнятні, оскільки при цьому може виникнути режим недокомпенсації або перекомпенсації. У цьому випадку конденсаторна установка оснащується спеціалізованим контролером і комутаційно-захисною апаратурою. При відхиленні значення $\cos\varphi$ від заданого значення контролер підмикає або відмикає ступені конденсаторів. Перевага централізованої компенсації полягає в наступному: ввімкнена потужність конденсаторів відповідає спожитій в конкретний момент часу реактивній потужності без перекомпенсації або недокомпенсації.

При виборі конденсаторної установки необхідна потужність конденсаторів визначається як

$$Q_c = P \cdot \tan(\varphi_1 - \varphi_2), \text{ де}$$

$\text{tg}\alpha_1$ - коефіцієнт потужності споживача до встановлення компенсувальних пристроїв; $\text{tg}\alpha_2$ - коефіцієнт потужності після встановлення компенсувальних пристроїв (бажаний або коефіцієнт, який задає енергосистема).

Режим роботи конденсаторних установок повинен виключати можливість роботи підприємств із випереджальним коефіцієнтом потужності. У зв'язку із цим найдоцільнішим є застосування автоматичного регулювання потужності конденсаторних установок за напругою, за часом доби і за іншими параметрами.

Для розрахунку параметрів компенсаторної установки в мережі знімають характерні добові графіки навантаження і текуче значення $\cos\phi$, за якими визначають середнє значення коефіцієнта потужності за період. Знаючи фактичний і потрібний (за умовами компенсації) коефіцієнт потужності, а також споживання активної електроенергії, можна розрахувати потрібну потужність конденсаторної установки.

Коефіцієнт потужності -- безрозмірна фізична величина, що характеризує споживача змінного електричного струму з точки зору наявності в навантаженні реактивної складової. Коефіцієнт потужності показує, наскільки зсувається по фазі змінний струм, що протікає через навантаження, щодо прикладеного до нього напруги

2. Визначення коефіцієнта потужності

Потужність електричного струму -- фізична величина, що характеризує швидкість передачі або перетворення електричної енергії

Коефіцієнт потужності характеризує зсув фаз струму відносно напруги на реактивних елементах. Проте в більшості випадків його визначають з трикутника потужностей шляхом поділу активної потужності на повну.

Проте це можна робити тільки в колах синусоїдних струмів і напруг.

В колах з нелінійними елементами чи несинусоїдними напругою, чи струмом це призведе до хибного результату. Адже повна потужність включає і реактивну потужність спотворення, а отже буде завищеною.

Фізичний зміст коефіцієнта потужності (косинуса ϕ) - це косинус зсуву фаз між сигналами однакової форми і частоти. Тому коефіцієнт потужності можна визначати тільки для кожної гармоніки синусоїдного струму окремо

Споживання енергії насправді є дуже важливим фактором коли йдеться про насосні системи та насоси. Для насосів зі стандартними електродвигунами змінного струму, споживана потужність визначається шляхом вимірювання вхідної напруги вхідного струму, а також на основі значення величини $\cos\phi$ при повному навантаженні

згідно з даними заводської таблички електродвигуна. $\cos\varphi$ - це фазовий кут між напругою та струмом. $\cos\varphi$ також називають коефіцієнтом потужності (КП). Споживання енергії P_1 можна обчислити за формулою, яка зазначена нижче, враховуючи тип електродвигуна: однофазний чи трифазний.

Однофазний електродвигун змінного струму, наприклад, 1 x 230 В

$$P_1 = U * I * \cos\varphi$$

Коефіцієнт потужності це фізична величина без розмірності, що є енергетичною характеристикою електричного струму. Коефіцієнт потужності дає характеристику приймача електроенергії. Він вказує на лінійність або нелінійність навантаження. Коефіцієнт потужності дорівнює відношенню споживаної активної потужності до повної потужності. Активна потужність, споживана приймачем електричного струму, витрачається на роботу. Повна потужність складається з геометричної суми активної потужності і реактивної потужності (для синусоїдальної напруги і струму). Повна потужність цей твір середньоквадратичних значень струму і напруги в ланцюзі.

Повну потужність вимірюють у вольт-амперах ВА, а коефіцієнт потужності лежить в межах від нуля до одиниці. В якості позначення для коефіцієнта потужності застосовують позначення $\cos \varphi$ (косинус фі). Математично це косинус кута між векторами напруги та струму. Для синусоїдальної напруги і струму коефіцієнт потужності збігається з косинусом кута відставання відповідних фаз.

У разі наявності реактивності навантаження має характер відповідний навантаженні. Для ємнісний реактивності активно - ємнісний, а для індуктивної реактивності активно - індуктивний. При відсутності реактивності коефіцієнт потужності дорівнює коефіцієнту спотворення струму.

Нелінійні спотворення струму виникають якщо струм від нелінійних споживачів змінюється непропорційно напрузі. Струм при цьому стає несинусоїдальними і якість електроенергії погіршується через відповідної зміни форми напруги.

Два основних види спотворень це зрушення фаз і несинусоїдальність. Зрушення фаз це різниця між початковими фазами двох величин, що змінюються з однією частотою і з одним періодом. Зрушення фаз безрозмірний і може вимірюватися в частках періоду і градусах. Зрушення фаз між напругою і струмом викликає погіршення параметрів електричної мережі. Несинусоїдальність це нелінійні спотворення напруги мережі, пов'язані з появою гармонік з високими частотами у багато разів більшими, ніж напруга в мережі. Вищі гармоніки напруги погіршують

роботу системи електропостачання і призводять до втрат у трансформаторах , електрообладнанні і мережах ; підвищують аварійність ; зменшують коефіцієнт потужності гармонік . Вищі гармоніки струму дають плавильні дугові печі , зварювальні апарати , газорозрядні світильники і т.п.

3. Причини що визивають зниження коефіцієнта потужності

Більшість сучасних споживачів електричної енергії мають індуктивний характер навантаження, струми якої відстають по фазі від напруги джерела. Так для асинхронних двигунів, трансформаторів, зварювальних апаратів та інших реактивний струм необхідний для створення обертового магнітного поля біля електричних машин і змінного магнітного потоку трансформаторів.

Активна потужність таких споживачів при заданих значеннях струму і напруги залежить від $\cos\varphi$:

$$P = UI\cos\varphi, \quad I = P / U\cos\varphi$$

Зниження коефіцієнта потужності призводить до збільшення струму.

Косинус фі особливо сильно знижується при роботі двигунів і трансформаторів вхолосту або при великій недогрузке. Якщо в мережі є реактивний струм потужність генератора, трансформаторних підстанції та мереж використовується не повністю. Із зменшенням $\cos\varphi$ значно зростають втрати енергії на нагрів проводів і котушок електричних апаратів.

Наприклад , якщо активна потужність залишається постійною , забезпечується струмом 100 А при $\cos\varphi = 1$, то при зниженні $\cos\varphi$ до 0,8 і тієї ж потужності сила струму в мережі зростає в 1,25 рази ($I_a = I_{\text{сеті}} \times \cos\varphi$, $I_c = I_a / \cos\varphi$) .

Втрати на нагрів проводів мережі та обмоток генератора (трансформатора) $P_{\text{нагр}} = I_{\text{сеті}}^2 \times R_{\text{сеті}}$ пропорційні квадрату струму , тобто вони зростають в $1,25^2 = 1,56$ рази.

При $\cos\varphi = 0.5$ сила струму в мережі при тій же активній потужності дорівнює $100 / 0.5 = 200$ А , а втрати в мережі зростають в 4 рази (!) . Зростають втрати напруги в мережі , що порушує нормальну роботу інших споживачів.

Лічильник споживача у всіх випадках відраховує одне і те ж кількість споживаної активної енергії в одиницю часу , але в останньому випадку генератор подає в мережу силу струму , в 2 рази більшу , ніж у першому . Навантаження ж генератора (тепловий режим) визначається не активною потужністю споживачів , а повною потужністю в кіловольт - амперах , тобто твором напруги на силу струму, що протікає по обмотках .

Якщо позначити опір проводів лінії $R_{\text{л}}$, то втрати потужності в ній можна визначити так:

Таким чином , чим вище споживача , тим менше втрати потужності в лінії і дешевше передача електроенергії.

Коефіцієнт потужності показує , як використовується номінальна потужність джерела . Так , для живлення приймача 1000 кВт при $\cos \varphi = 0.5$ потужність генератора повинна бути $S = P / \cos \varphi = 1000 / 0,5 = 2000$ кВА , а при $\cos \varphi = 1$ $S = 1000$ кВА.

Отже, підвищення коефіцієнта потужності збільшує ступінь використання потужності генераторів.

Для підвищення коефіцієнта потужності ($\cos \varphi$) електричних установок застосовують компенсацію реактивної потужності

Збільшення коефіцієнта потужності (зменшення кута φ - зсуву фаз струму і напруги) можна домогтися наступними способами:

- 1) заміною мало завантажених двигунів двигунами меншої потужності,
- 2) зниженням напруги
- 3) вимкненням двигунів і трансформаторів , що працюють на холостому ходу ,
- 4) включенням в мережу спеціальних компенсуючих пристроїв, що є генераторами випереджаючого (ємнісного) струму.

На потужних районних підстанціях для цієї мети спеціально встановлюють синхронні компенсатори - синхронні перезбуджені електродвигуни .

Лекція № 44

Тема: Заходи з економії електроенергії.

Мета: Ознайомлення з заходами з економії електроенергії.

Методи: словесний, наочний.

План:

1. Заходи з економії електроенергії.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:

Підручник, плакати, стенди.

Література:

Ззимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувашов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. –М:Энергоиздат, 1981

4Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок.-
М:Высшая школа, 1982

В зв'язку з непростим економічним становищем країни, в умовах, коли за все приходится платити, постає нагальна проблема в економії всього і всюди. Тобто економія всіх видів ресурсів.

В даному контексті ми розглянемо проблему економії електроенергії. Заходи по економії електроенергії ділять на дві основні групи, де:

- 1.- Організаційні заходи,
- 2.- технічні заходи.

До організаційних заходів відносимо такі роботи:

1. Аналіз структури і об'єму енергоспоживання, виявлення втрат, їх причини, шляхи усунення.
2. Розробка заходів по енергозбереженню.
3. Впровадження енергозберігаючих технологій.

До технічних заходів відносимо роботи:

1. По своєчасному виконанню технічного обслуговуванню і поточному ремонту.
2. По реконструкції, модернізації як окремої машини так і цілої технологічної лінії..

Споживачів електроенергії в наших умовах поділяємо на дві категорії.

1. промисловість і сільське господарство.
2. житлово-комунальний сектор.

По першій категорії вирішальне значення для раціонального використання електроенергії має правильне нормування і систематичний контроль за її витратою.

В промисловості і в сільському господарстві витрата енергії залежить від деяких змінних факторів, тому норми її повинні бути диференційовані і максимально враховувати особливості технології, рівень електромеханізації, зональні особливості. В зв'язку з тим, що рівень електромеханізації постійно підвищується, норми витрати електроенергії потрібно періодично переглядати, враховуючи фактичне електроспоживання і перспективи електрифікації.

Раціональне використання електроенергії важко організувати без ретельного обліку її витрати, який ще недостатній. Періодична реєстрація показів лічильників на об'єктах дає змогу правильно вжити заходів по усуненню нераціональних втрат електроенергії.

Але тільки обліком і нормуванням відпуску електроенергії неможливо суттєво зменшити споживання.

Потрібно звернути увагу на споживачів електроенергії.

Так з усіх видів приймачів найбільш поширеним є асинхронний електродвигун для приводу різних механізмів. Як показали дослідження, частка електроенергії, яку споживають електродвигуни, становить близько 73%. Тому поліпшення використання асинхронних електродвигунів і режимів їх роботи може дати значну економію електроенергії. Показниками ефективності їх використання є ступінь завантаження і трудомісткість роботи. Відомо, що асинхронні електродвигуни мають найвищі коефіцієнти ККД та потужності при завантаженні на 70-90% від номінальної потужності. Під час роботи з таким навантаженням вони витрачають найменшу кількість електроенергії на виробництво одиниці продукції.

Разом з тим небагато машин забезпечують таке постійне завантаження електродвигунів. У результаті цього і невеликої тривалості роботи протягом року, більшість електродвигунів мають коефіцієнт використання активної потужності від 0,11 до 0,14, тобто використовуються тільки на 20%.

Щоб підвищити економність використання електродвигуна треба дотримуватись таких вимог:

- якщо двигун працює не більше 700 годин на рік, завантаження його повинно бути близько до номінального;
- при тривалості роботи більше 2000 годин на рік, завантаження повинно бути близько 70% від номінального.

Для зменшення невиробничих втрат електроенергії не можна, щоб двигун працював довгий час на холостому ході. Так як при цьому він споживає з мережі до 30% номінальної потужності. Якщо з'єднати його з вхолосту працюючим агрегатом, то споживана потужність збільшиться до 50-70%.

Найбільш економічний режим використання двигунів досягається за рахунок автоматизації керування і завантаження машин. Тоді робота двигуна на холостому ході практично виключена.

Застосування електроенергії в теплових процесах порівняно з іншими енергоносіями дозволяє значно зменшити затрати праці, підвищити її культуру і продуктивність, а також якість продукції шляхом удосконалення технології за рахунок

автоматичного регулювання технологічних процесів та зменшення забруднення навколишнього середовища.

Крім того, широке застосування електротермічних установок з акумуляцією тепла сприяє вирівнюванню протягом доби графіка електричних навантажень енергосистеми, підвищує коефіцієнт використання силових трансформаторів і пропускної здатності розподільчих мереж.

Економія електроенергії в електроосвітлювальних установках полягає в тому, щоб при мінімальних її витратах шляхом правильної експлуатації освітлювальних установок забезпечити нормовану освітленість робочих місць виробничих приміщень й територій та створити умови для найбільш продуктивної праці робітників.

Простим і ефективним засобом економії електроенергії в освітлювальних установках є недопущення роботи вуличного освітлення у денний час, а робочого освітлення виробничих приміщень і територій — у неробочий час. Крім того, необхідно максимально використовувати природне освітлення шляхом періодичного фарбування приміщень і очищення вікон. За рахунок цього заходу можна зменшити тривалість роботи ламп у зимовий час на 15, а у літній на 90 %.

Щоб підвищити ефективність використання електроенергії в освітлювальних установках, необхідно також використовувати найбільш економічні джерела світла і світильники. Наприклад, замість ламп розжарювання типу НБ, заповнених аргоном, слід застосовувати лампи НБК, заповнені криптоном, які дають на 11—16 % більший світловий потік. Найбільш економічні газорозрядні джерела світла—люмінесцентні лампи і дугові ртутні лампи високого тиску типу ДРЛ, заміна якими ламп розжарювання дозволяє при однаковій освітленості в 2—2,5 рази знизити витрати електроенергії.

Важливим заходом є своєчасна заміна спрацьованих ламп новими до виходу з ладу старих, тому що світловий потік у кінці строку служби лампи знижується на 15 % у ламп розжарювання, на 40—50 у люмінесцентних і на 30 % у ламп типу ДРЛ. Інтервал між двома послідовними замінами люмінесцентних ламп не повинен перевищувати 8000, для ламп типу ДРЛ — 7500 год.

Необхідно періодично очищати лампи й світильники від пилу, бруду, конденсату пари, які знижують їх ККД. У приміщеннях із значними виділеннями пилу, диму, кіптяви світильники слід очищати 2 рази на місяць, у приміщеннях з середнім і незначним виділенням — 1 раз у 3 місяці, у зовнішніх установках — 1 раз у 4 місяці.

Побутовий споживач-один із найбільших споживачів електроенергії. Майже 30% всієї енергії споживається житловим сектором і сферою культурно-побутового обслуговування населення.

Жилий сектор-найменш керований споживач електроенергії. Планувати економію в цьому секторі дуже важко. Головним методом боротьби за економію тут служать роз'яснення і переконування.

Особливо важко організувати зниження споживання електроенергії у вечірні години максимуму енергосистеми.

Велике значення для економії електроенергії в житловому секторі має перехід на літній час, при цьому економиться 2% електроенергії, що виробляється в країні.

Потрібно систематично економити електроенергію при користуванні освітлювальними пристроями. Тут повинно діяти правило: "Не вмикати світло, коли воно не потрібне". Тільки це дозволяє зекономити 15% енергії. По можливості, потрібно замінити лампи розжарення на люмінесцентні, замість кількох ламп низької потужності поставити одну лампу великої потужності, фарбувати стіни в світлі тони. Всі ці перераховані заходи повинні знизити споживання електроенергії освітлювальними установками на 30-40%.

На витрату електроенергії в будинках впливає їх теплоізоляція. В багатьох випадках вона недостатня і потребує покращення. Через не утеплені вікна і двері втрачається до 40% тепла. В утепленому будинку знижує в 3 рази витрати на опалення.

На економію електроенергії також впливає витрата гарячої і холодної води. Тому використовувати її слід по необхідності, систематично перевіряти справність системи водопостачання.

І взагалі купуючи апарати для побуту потрібно звернути увагу на їх економічність і надійність.

Економія електричної енергії.

При великих масштабах електроспоживання раціональне використання електроенергії у сільському господарстві набуває важливого народногосподарського значення. Так, економія 1% електроенергії, яка споживається щорічно сільським господарством, становить близько 1 млрд. кВт год, що рівноцінно збереженню на електростанціях 350 тис. т умовного палива. У той же час кожна 1 кВт год електроенергії, що використовується безпосередньо у сільськогосподарському

виробництві (наприклад, у стаціонарних процесах порівняно з механічним приводом), дає економію трудових затрат до 0,4 люд год.

Раціональне використання електроенергії передбачає, з одного боку, зниження затрат на її виробництво і передачу по електричних мережах, а з другого – одержання найбільшого економічного ефекту. У сільському господарстві країни на сучасному етапі його розвитку завдання раціонального використання електроенергії полягає у підвищенні рівня електромеханізації сільськогосподарського виробництва при одночасному зменшенні

Електромісткості продукції, зниженні втрат енергії в електроприймачах та мережах передачі електроенергії, у розширенні електрифікації побуту сільського населення.

Найбільш значну економію електроенергії (декілька десятків млрд. кВт год за рік) можна одержати безпосередньо у сільськогосподарському виробництві раціональною організацією електрифікованих технологічних процесів, більш широкою їх автоматизацією та оптимізацією режимів роботи електрообладнання.

Економія електроенергії в освітлювальних установках.

Економія електроенергії в електроосвітлювальних установках полягає в тому, щоб при мінімальних її втратах шляхом правильної експлуатації освітлювальних установок забезпечити нормовану освітленість робочих місць виробничих приміщень й територій та створити умови для найбільш продуктивної праці робітників.

Простим і ефективним засобом економії електроенергії в освітлювальних установках є недопущення роботи вуличного освітлення у денний час, а робоче освітлення виробничих приміщень і територій – у неробочий час. Крім того, необхідно максимально використовувати природне освітлення шляхом періодичного фарбування приміщень і очищення вікон. За рахунок цього заходу можна зменшити тривалість ламп у зимовий час на 15, а у літній на 90%.

Щоб підвищити ефективність використання електроенергії в освітлювальних установках, необхідно також використовувати найбільш економічні джерела світла і світильники. Наприклад, замість ламп розжарювання типу НБ, заповнених аргоном, слід застосовувати лампи НБК, заповнені криптоном, які дають на 11 – 16% більший світловий потік. Найбільш економічні газорозрядні джерела світла – люмінесцентні лампи і дугові ртутні лампи високого тиску типу ДРЛ, заміна якими ламп

розжарювання дозволяє при однаковій освітленості в 2 – 2,5 рази знизити витрати електроенергії.

Важливим заходом є своєчасна заміна спрацьованих ламп новими до виходу з ладу старих, тому що світловий потік у кінці строку служби лампи знижується на 15% у ламп розжарювання, на 40 – 50 у люмінесцентних і на 30% у ламп типу ДРЛ. Інтервал між двома послідовними замінами люмінесцентних ламп не повинен перевищувати 8000, для ламп типу ДРЛ – 7500 год.

Необхідно періодично очищати лампи й світильники від пилу, бруду, конденсату пари, які знижують їх ККД. У приміщеннях із значними виділеннями пилу, диму, кіптяви світильника слід очищати 2 рази на місяць, у приміщеннях з середнім і незначним виділенням – 1 раз у 3 місяці, у зовнішніх установках – 1 раз на 4 місяці.

Однією з основних причин не раціонального витрачання електроенергії в освітлювальних установках є відхилення напруги від номінальної у і бік зменшення. Як показали дослідження, виконані в ЦНИИПТИМЭЖ на 20 трансформаторних підстанціях (ТП), що живлять тваринницькі комплекси у деяких областях УРСР й Молдавії, більше 92% часу напруга ТП була вище номінальної. У межах + 5% вона знаходиться 46% часу. На окремих ТП протягом 3 – 5 діб вона змінювалась на 15 – 20%. Основними причинами значних відхилень напруги є: високий її рівень в енергосистемі на РТП, що не дозволяє знизити його навіть за рахунок граничних перемикачів відгалужень обмоток на трансформаторах ТП; відсутність або пошкодження регуляторів напруги на трансформаторах РТП; відсутність потрібного контролю за напругою як на ТП, так і на РТП. Так, реєстрація рівня напруги на п'яти РТП УРСР за 38 діб показала, що у мережах

+ 5% від номінальної відхилення напруги спостерігалось тільки протягом 30%, при чому більшу частину часу було вище номінальної. Як показав аналіз, величина відхилення напруги 0,38 кВ на ТП більше залежить від зміни напруги на РТП, ніж від зміни загального електричного завантаження споживачів тваринницьких комплексів.

Таким чином, обмеження не раціональних витрат електроенергії в освітлювальних установках залежить від організацій, що виробляють електроенергію, і тих, що займаються експлуатацією електроустановок. Їх головним завданням повинна бути постійна увага до контролю рівня напруги і своєчасне виконання необхідних перемикачів на трансформаторних підстанціях.

