

Міністерство освіти і науки України
Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА)

АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ У МАШИНОБУДУВАННІ

Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт
для студентів спеціальностей 7.05050201, 8.05050201
«Технології машинобудування»
денної і заочної форм навчання

Затверджено
на засіданні
методичної ради ДДМА
Протокол № від

Краматорськ
ДДМА
2016

Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні : методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 7.05050201, 8.05050201 «Технології машинобудування» денної і заочної форм навчання / уклад.: С. Л. Міранцов, В. І. Тулупов. – Краматорськ : ДДМА, 2016. – 35 с.

У методичних вказівках наведено основні відомості про зміст і порядок виконання самостійної роботи з дисципліни «Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні».

Укладачі:

С. Л. Міранцов, доц.,
В. І. Тулупов, доц.

Відп. за випуск

С. В. Ковалевський, проф.

ЗМІСТ

Лабораторна робота 1. Дослідження способів автоматичного контролю стану різального інструменту.....	4
Лабораторна робота 2. Дослідження характеристик автоматичного обкатаного вимірника діаметрів ОИД-2.....	8
Лабораторна робота 3. Вібраційний завантажувальний пристрій до металорізальних верстатів.....	13
Лабораторна робота 4. Дослідження вимірників неузгодженості на сельсинах.....	17
Лабораторна робота 5. Програмування й настроювання промислового робота МП-11 для роботи в РТК.....	21
Список рекомендованої літератури.....	29
Додаток А. Форма звіту за лабораторною роботою 1.....	30
Додаток Б. Форма звіту за лабораторною роботою 2	31
Додаток В. Форма звіту за лабораторною роботою 3.....	33
Додаток Г. Форма звіту за лабораторною роботою 4.....	34
Додаток Д. Форма звіту за лабораторною роботою 5.....	35

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1

Дослідження способів автоматичного контролю стану різального інструменту

Мета роботи: вивчити способи визначення стану різального інструменту в процесі обробки, дослідити залежність величини діагностичних сигналів від величини зносу інструменту та їх інформативність.

Загальні відомості

У системі механічної обробки деталей різальний інструмент - один з основних елементів, що визначають працездатність усієї системи в цілому. За даними ЭНИМС відмови різального інструменту становлять 20-60 % від загального числа порушень роботи верстатів [1]. Це – одна із причин, що стримують розробку й впровадження автоматизованого виробництва.

Останнім часом для контролю за станом об'єктів, що входять у систему механічної обробки в автоматизованому виробництві, застосовують підсистеми контролю. За допомогою системи датчиків можна одержати інформацію про стан об'єктів і пристроїв технологічного устаткування (зокрема, стани різального інструменту), а потім використовувати її для керування процесом обробки.

Контроль стану різального інструменту реалізується пристроями [2], в основу яких покладені або принцип безпосереднього виміру величини зношування (наприклад, контактні датчики, промислове телебачення та інші), або принцип виміру фізичних параметрів системи, які змінюються пропорційно зношуванню (сила й ЕРС різання, струм і потужність приводу, коливання, акустична емісія та інші). Фізичні параметри, що змінюються пропорційно зношуванню інструменту, називаються діагностичними сигналами.

До діагностичних сигналів належить ряд вимог:

- інформативність, тобто достатній приріст сигналу при зміні стану різального інструменту;
- функціональна сталість при впливі побічних збурювальних факторів;
- перешкодозахищеність, тобто простота виділення сигналу на тлі перешкод;
- швидкість виникнення сигналу після події (зношування або поломки інструмента);
- можливість реєстрації простими й доступними засобами.

У підсистемах контролю встановлюється певний рівень діагностичного сигналу, при якому подається команда на відвід інструмента й вимикання верстата. За звичаєм встановлюються два рівні: рівень граничного зношування та рівень руйнації інструмента.

На рисунку 1.1 наведений приклад осцилограм, що описують процес контролю стану інструменту за допомогою сили різання.

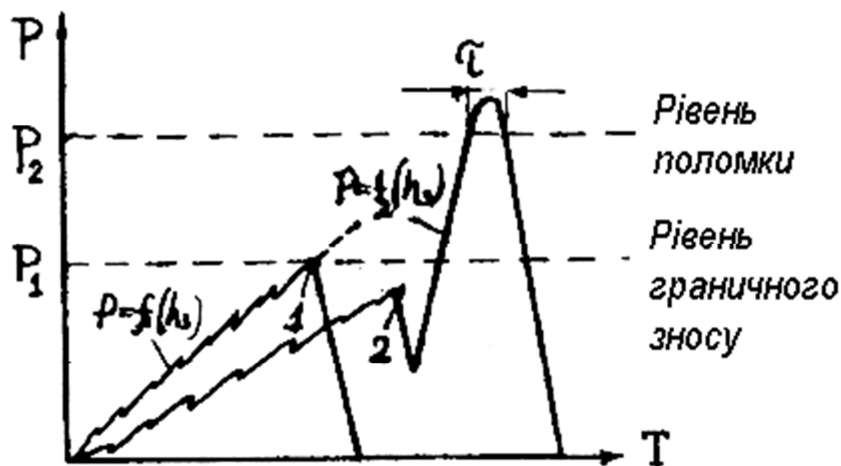


Рисунок 1.1 – Осцилограми змін сил різання при досягненні граничного зношування й поломки інструмента

Крива $P = f_1(h_3)$ відповідає процесу поступового наростання зношування. При цьому сила різання зростає до рівня, відповідного до граничного зношування (крапка 1). Після чого відбувається вивід інструмента із зони різання. У ході процесу різання, описаного кривою $P = f_2(h_3)$, відбулася руйнація (крапка 2). Сила різання різко падає, а потім при врізанні поламано інструменту в оброблювану деталь різко зростає до «рівень поломки».

Підсистема контролю дає сигнал для відводу інструменту та відключення верстату. Величина τ характеризує швидкодію підсистем контролю та виконавчих пристроїв. У сучасному автоматизованому виробництві вона міститься у межах (40 ... 200) мс.

Для створення ефективних підсистем автоматичного контролю стану інструменту, як правило, використовують декілька критеріїв зношування інструменту [1].

Опис лабораторної установки

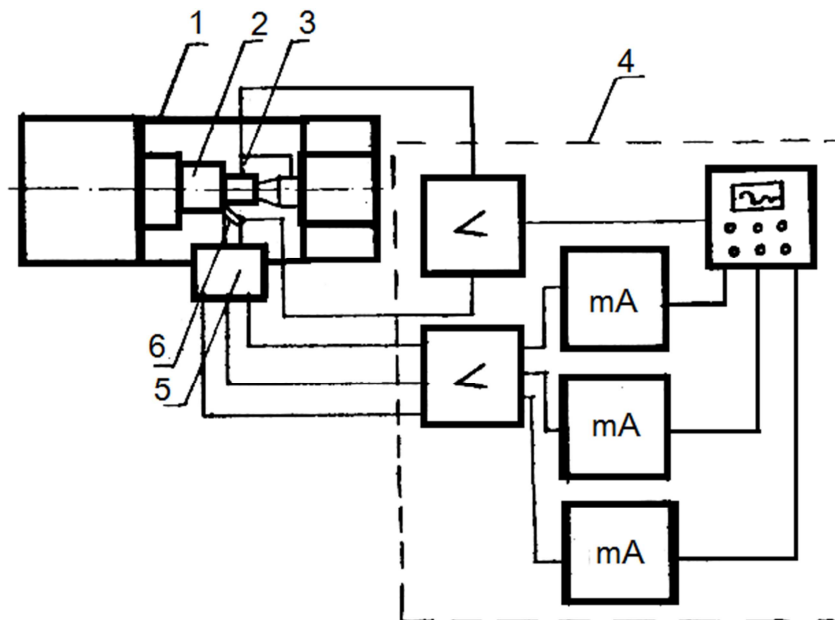
Лабораторна установка реалізує два способи контролю різального інструменту: за допомогою сили різання та ЕРС різання.

Вимір сил різання (рисунок 1.2) реалізується на базі універсального динамометра 5 (тип УДМ-600), що дозволяє вимірювати три складові сили різання, а ЕРС – на за допомогою природньої термопари 3, яка утворюється у місті контакту заготовки 2 і різальної пластини інструмента 6.

На рисунку 1.3 представлена схема вимірювального блоку, до складу якого входять: чотириканальний підсилювач УТ4-1 (В), мікроамперметр М907 (ІІ) та осцилограф Н-117 (О).

Вимір проводиться в такий спосіб. Сила різання, що діє на різець у процесі обробки заготовки, сприймається динамометром (Д) і перетворюється в електричні сигнали. Підсилювач підсилює сигнал і подає на міліамперметри. Зміна сили різання може також записуватися на осцилографі.

До складу вимірювальної системи для виміру ЕРС природньої термопари (Т) входять: цифровий вольтметр Щ-4310 (В) і осцилограф Н-117 (О).



1 – токарний верстат; 2 – заготовка; 3 – термопара, закріплена на задньому центрі токарського верстата; 4 – вимірювальний блок; 5 – універсальний динамометр; 6 – різальний інструмент
Рисунок 1.2 – Схема лабораторної установки

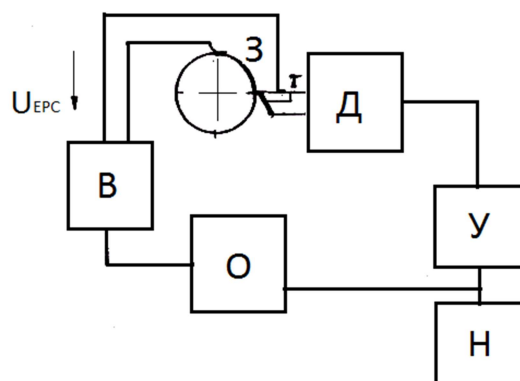


Рисунок 1.3 – Схема вимірювального блоку

Вимірювальна система працює у такий спосіб: сигнал від термопари подається безпосередньо на вольтметр, а також може бути записаний на осцилографі.

Устаткування, прилади й приналежності

1. Токарний верстат.
2. Універсальний динамометр.
3. Різцетримач.
4. Набір різальних пластин.
5. Вимірювальний блок у складі: підсилювача УТ4-1, мікроамперметрів М907, цифрового вольтметра Щ-4310, осцилографа Н-117.
6. Мікроскоп до пресу Бринелля.
7. Заготовка.

Порядок виконання роботи

1. З'єднати динамометр УДМ-600 з підсилювачем УТ4-1 за допомогою кабелю.
2. З'єднати підсилювач УТ4-1 з мікроамперметрами.
3. З'єднати клеми термопари із цифровим вольтметром Щ 4310.
4. Підключити осцилограф Н 117 до мікроамперметрів і вольтметру.
5. Перевірити наявність заземлення приладів.
6. Включити в мережу підсилювач і цифровий вольтметр.
7. Підготувати до роботи підсилювач, мікроамперметри й цифровий вольтметр.
8. Дослідити зміну діагностичних сигналів (сила різання та ЕРС різання) від величини зношування ріжучих пластин при токарній обробці:
 - а) одержати у викладача наступні дані: режим різання (глибину, подачу, швидкість різання) і граничну величину зносу ріжучої пластини по задній поверхні (критерій зношування). Критерій зношування вибирається залежно від виду обробки згідно із загальномашинобудівними нормативами режимів різання;
 - б) виміряти за допомогою мікроскопа до пресу Бринелля величину зносу h_3 ріжучих пластин. Пронумерувати їх у порядку збільшення зносу;
 - в) установити у різцетримач першу ріжучу пластину, виконати обробку та виміряти складові сили різання й ЕРС термопари. Занести дані в таблицю 1 (Додаток А);
 - г) повторити експеримент із усіма ріжучими пластинами;
 - д) побудувати графіки:

$$P_x = f(h_3, t, S, V); P_y = f(h_3, t, S, V); \\ P_z = f(h_3, t, S, V); U_{EPC} = f(h_3, t, S, V).$$

9. Визначити рівні діагностичних сигналів, відповідні до критерію зношування ріжучих пластин.
10. Визначити інформативність діагностичних сигналів за допомогою коефіцієнту інформативності. Коефіцієнт інформативності діагностичного сигналу розраховується по формулі:

$$\Delta P_{p_i} = \frac{P_{p_i(i+1)} - P_{p_i}}{P_{p_i}}; \quad \Delta P_{h_i} = \frac{h_{3(i+1)} - h_{3i}}{h_{3i}}.$$

де ΔP_{p_i} – відносне збільшення параметру, що реєструється (діагностичні сигнали P_x, P_y, P_z, U_{EPC});

ΔP_{h_i} – відносне збільшення контрольованого параметра (зношування ріжучої пластини h_3);

i – кількість інтервалів зміни параметрів.

Занести результати розрахунків у таблицю 2 (Додаток А). Провести аналіз інформативності діагностичних сигналів.

11. Зробити висновки по роботі.
12. Скласти звіт (зміст звіту наведений у додатку А).

Контрольні питання

1. Що таке діагностичний сигнал?
2. Які вимоги ставляться до діагностичних сигналів?
3. Назвіть критерії зношування інструменту та поясніть їхній фізичний зміст.
4. Як вимірюється ЕРС різання в роботі?
5. Як вимірюються сили різання в роботі?
6. Поясніть, як визначати величину діагностичного сигналу, відповідну до встановленого критерію зношування?
7. Поясніть, як можна використовувати інформацію про стан інструменту для автоматичного керування процесом обробки?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2

Дослідження характеристик автоматичного обкатаного вимірника діаметрів ОИД-2

Мета роботи: дослідження характеристик автоматичного обкатаного вимірника діаметрів та придбання навичок з автоматизації контролю розмірів деталей у процесі обробки.

Загальні відомості

Точність розмірів оброблюваних деталей є найважливішою передумовою якості виробів машинобудування [4, 5, 6, 7].

Для виміру діаметральних розмірів на токарних, карусельних і шліфувальних верстатах, залежно від точності розмірів, використовують калібри, скоби, шаблони, мікрометри, штангенциркулі. Причому для кожного виміру необхідно, як правило, зупиняти верстат, що збільшує трудомісткість виготовлення деталей і не забезпечує необхідної точності, внаслідок суб'єктивних погрешностей. Для виключення зазначених недоліків в наступний час застосовують автоматичні засоби контролю.

Так, для контролю діаметрів деталей у процесі їх обробки на токарних, карусельних і шліфувальних верстатах можна застосувати обкатаний вимірник діаметрів ОИД-2. Принцип роботи приладу заснований на обкатуванні периметра деталі мірним роликом-калібром.

Принцип вимірювання полягає в тому, що електронний лічильник протягом певного числа повних обертів вимірюваної деталі робить підрахунок кількості імпульсів, які виробляє вбудований у ролик-калібр магнітоелектричний перетворювач куту. Тривалість підрахунку, яка обумовлена числом повних обертів вимірюваної деталі, вибирається так, щоб кількість імпульсів, що надходять у лічильник за один цикл вимірів, було рівним діаметру, помноженому на 100 при точності вимірювання 0,01 мм, або на 1000 при точності - 0,001 мм.

При обкатуванні деталі визначається шлях, пройдений поверхнею ролика по вимірюваній поверхні:

$$L = \pi d_p n_p, \quad (2.1)$$

де L – довжина шляху, мм;

d_p – діаметр вимірювального ролика, мм;

n_p – число обертів вимірювального ролика за один оберт деталі.

Цей же шлях можна виразити через діаметр вимірюваної деталі:

$$L = \pi D N, \quad (2.2)$$

де D – діаметр деталі, мм;

N – число обертів деталі, хв^{-1} .

З виразів (2.1) і (2.2) одержуємо:

$$\pi d_p n_p = \pi D N,$$

звідки визначається діаметр, що вимірюється

$$D = d_p n_p / N. \quad (2.3)$$

Стислі відомості про прилад ОИД-2

Обкатаний вимірник діаметрів ОИД-2, розроблений у НДПТмаш (м. Краматорськ) і призначений для виміру зовнішніх діаметрів циліндричних деталей з безперервною поверхнею при обробці їх на важких токарних і шліфувальних верстатах, а також зовнішніх і внутрішніх діаметрів на карусельних верстатах.

Технічна характеристика приладу:

- діапазон вимірюваних діаметрів, мм:
 - зовнішніх – від 50 до 10 000;
 - внутрішніх – від 500 до 10 000;
- число розрядів цифрового індикатора – 6;
- номінальна ціна одиниці молодшого розряду:
 - в основному режимі, мм – 0,01,
 - у режимі «мкм», мм – 0,001;
- кількість обертів деталі для виміру, не більш:
 - в основному режимі – 4;
 - у режимі «мкм» – 40;
- споживана потужність, ВА – 40;
- номінальний діаметр ролика-калібру, мм – $60^{+0,0012}$;
- число періодів сигналу за один оберт ролика – 750.

Прилад складається з наступних функціональних блоків і пристроїв (рисунки 2.1):

- привод ручний 1, оснащений шарнірним пристроєм 3, призначеним для забезпечення самовстановлення перетворювача 2 (BR1) вимірювального ролика, що представляє собою, калібр із вбудованим у нього магнітоелектричним перетворювачем куту; для вимірів ролик-калібр притискають до деталі 4;

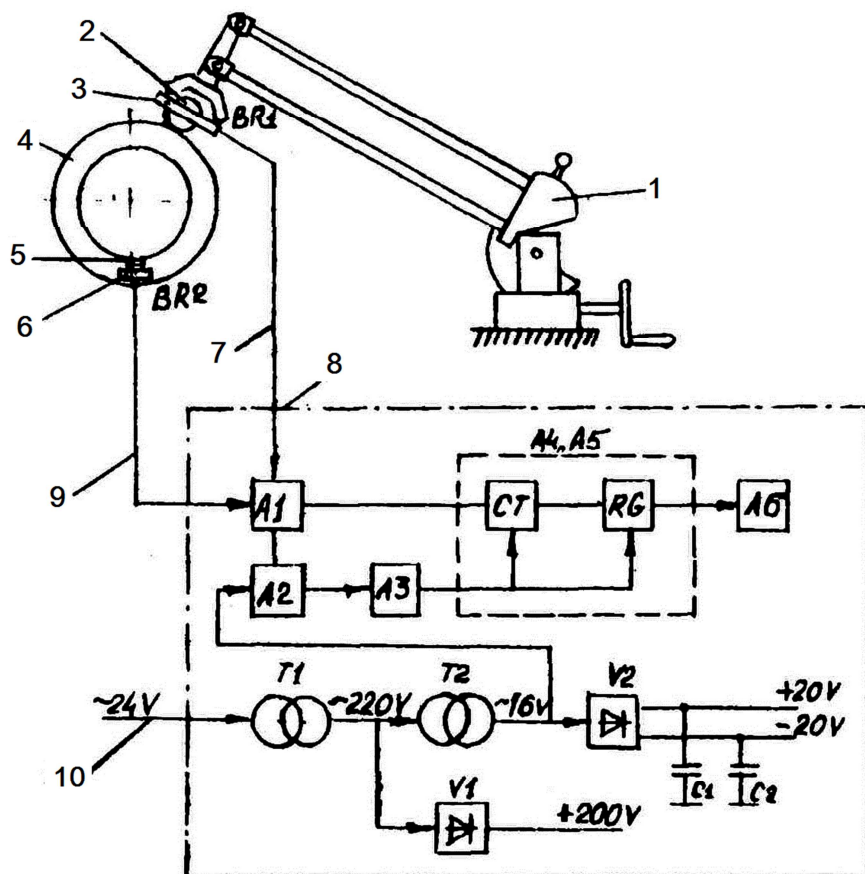


Рисунок 2.1 – Структурна схема приладу ОИД-2

- якір 5, установлюваний на планшайбі й статор 6, що закріплюється на нерухливій частині верстата, котрі утворюють спільно датчик обертів деталі – відсікач (BR2);

- перетворюючий блок 8, призначений для формування та рахування імпульсів, що надходять від вимірювального перетворювача і датчика обертів деталі та індикації результату у цифровій формі;

- з'єднання 7, 9, 10, що підключають до перетворюючого блоку 8 перетворювач вимірювальний 2 і статор 6 для подачі напруги живлення від низьковольтної мережі (24 В, 50 Гц).

Перетворювач вимірювальний 2 являє собою генератор перемінного струму із збудженням від постійного магніту. Після складання перетворювача, ротор намагнічується при обертанні ролика, і перетворювач працює за рахунок залишкового магнетизму ротора. На одному ободі ротора нарізано 750 зубців трикутної форми. При обертанні ролика змінюється зазор між вершинами зубів статора і поверхнею зубів ротора. В обмотці індуктується близька до синусоїдальної напруга, частота якої пропорційна частоті обертання ролика. За один оберт ролика датчик виробляє 750 імпульсів.

Перетворюючий блок містить наступні функціональні вузли:

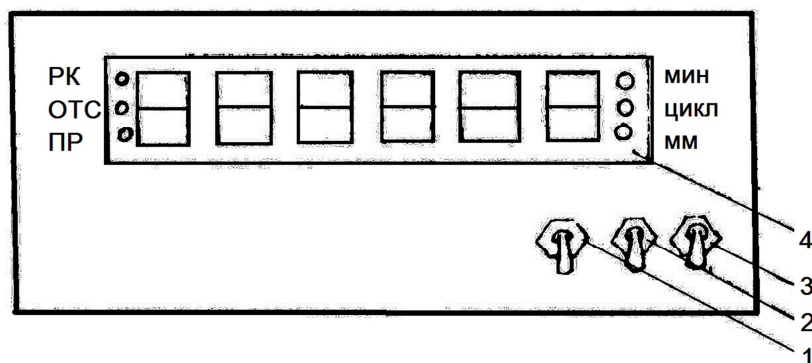
- блок вхідний А1 для формування сигналів;
- блок командний А2 для завдання тривалості циклу вимірів;
- блок керуючий А3 для завдання черговості операцій по нагромадженню й видачі інформації;

▪ блок індикаторний, що складається із двох рахункових блоків А4, А5 та дешифраторного блоку А6 для видачі інформації.

Рахунковий блок А4 містить молодші розряди, а блок А5 - старші розряди лічильника СТ і пам'яті RG для нагромадження й збереження інформації.

Для живлення приладу в перетворюючому блоці встановлені підвищувальний і понижувальний трансформатори Т1 і Т2, високовольтний і низьковольтний випрямлячі V_1 і V_2 , згладжувальні фільтри на конденсаторах С1 і С2.

Передня панель перетворюючого блоку наведена на рисунку 2.2.



- 1 - перемикач - мкм; 2 - перемикач - м/хв; 3 - перемикач - мережа;
 4 - блок дешифратор з індикаторними лампами й світлодіодами для сигналізації про стан окремих вузлів приладу; РК - ролик-калібр;
 ОТС - датчик обертів; ПР - притиснення ролика-калібру;
 м/хв. - розмірність результату при вимірі окружної швидкості;
 цикл - сигнал виділення циклів для орієнтації при зчитуванні результатів;
 мм - розмірність результату при вимірі діаметра.

Рисунок 2.1 – Передня панель перетворюючого блоку

Прилад починає працювати після притиснення ролика до поверхні вимірюваної деталі. Перший контрольований оберт деталі призначається для розгону ролика, індикатор у цей час показує цифри 00000,0. За другий оберт деталі проводиться її вимір грубий, індикатор показує діаметр із точністю 0,1 мм, а після 4 або 40 обертів прилад реєструє розмір, відповідно, з точністю 0,01 або 0,001 мм. При відводі ролика від деталі всі елементи пам'яті встановлюються у вихідний стан, на цифровому табло з'являється 00000,0 і прилад припиняє роботу.

Перевага приладу полягає в тому, що вимір можливий у процесі обробки, тобто допоміжний час на контроль перекидається основним часом.

У найбільшій мірі ефективність приладу проявляється при вимірі великогабаритних (до 10000 мм) деталей.

Прилад відрізняється високою точністю, стабільністю показань, можливістю автоматичного контролю розмірів, відсутністю попереднього настроювання на розмір і можливістю візуального спостереження на відстані за результатом.

Устаткування, прилади, принадлежности

1. Токарний верстат.
2. Обкатаної вимірник діаметрів ОИД – 2.
3. Секундомір.
4. Комплект мікрометрів.
5. Штангенциркуль.
6. Заготовка деталі.

Порядок виконання роботи

1. Вивчити принцип роботи приладу ОИД-2.
2. Встановити заготовку на токарний верстат.
3. Встановити ручний привод приладу на верстат.
4. Налаштувати прилад.
5. Дослідити вплив частоти обертання заготовки діаметром 150 мм на точність виміру розміру:
 - а) змінюючи частоту обертання заготовки в межах $(96...1080) \text{ хв}^{-1}$ виміряти діаметр приладом з точністю 0,001 мм (тривалість одного виміру 30 с), занести результати вимірів у таблицю 1 (додаток Б);
 - б) виконати п. а) три рази;
 - в) побудувати графік залежності точності виміру розміру від швидкості обертання заготовки.
6. дослідити вплив діаметра заготовок на точність виміру при частоті її обертання 96 хв^{-1} :
 - а) виконати на приладі виміри з точністю 0,001 мм заготовок діаметром 70, 100, 125, 150, 175 мм (тривалість одного виміру 30 с). Занести результати в таблицю 2 (додаток Б);
 - б) виконати п. а) при частоті обертання заготовок $273, 530, 777 \text{ хв}^{-1}$;
 - в) побудувати графік залежності точності виміру від величини діаметру заготовки.
7. Виміряти діаметр заготовок за допомогою мікрометра. Занести результати в таблицю 3 (додаток Б). Розрахувати погрішність виміру.
8. Визначити за допомогою секундоміра витрати часу на вимір кожного діаметра.
9. Проаналізувати результати досліджень і зробити висновки.
10. Скласти звіт (додаток Б).

Контрольні питання

1. Поясніть принцип роботи приладу ОИД-2.
2. Назвіть основні вузли приладу та поясніть їхнє функціональне призначення.
3. Розкажіть порядок налаштування приладу.
4. Вкажіть область застосування приладу.
5. Назвіть причини виникнення погрішності при вимірі деталі на приладі.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3

Вібраційний завантажувальний пристрій до металорізальних верстатів

Мета роботи: дослідження параметрів вібраційного завантажувального пристрою при різних експлуатаційних режимах.

Загальні відомості

При автоматизації завантаження верстатів застосовують різні конструкції завантажувальних пристроїв, але із усіх існуючих, вібраційні завантажувальні пристрої із круговими бункерами, одержали найбільше поширення. Такі пристрої легко вбудовуються в автоматичні лінії, дозволяють здійснити дистанційне керування швидкостями переміщення деталей, легко узгодяться з робочим циклом верстата або машини. Вони відрізняються простотою конструкції, універсальністю, надійністю й довговічністю роботи, економічністю.

Вібрація вносить ряд нових позитивних якостей у процес подачі штучних заготовок:

- дозволяє робити вибірку заготовок з бункера без загарбних органів;
- запобігає ушкодженню поверхні заготовок;
- спрощує проблему орієнтації деталей простими елементами (щілинами, уступами, пазами або скосами на лотку).

Устаткування й прилади

Робота виконується на вібробункері, загальна схема якого показана на рисунку 3.1.

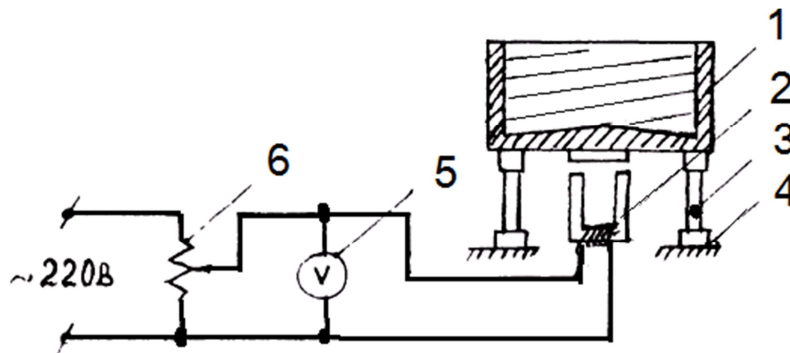


Рисунок 3.1 – Схема вібраційного завантажувального пристрою

У пристрій входять наступні вузли:

- 1 Чаша бункера 1 зі спіральним лотком, закріпленим на підставці 4 трьома плоскими похилими пружинами 3.
- 2 Вібратор 2, який складається з електромагніту і котушки.
- 3 Вольтметр 5.
- 4 Автотрансформатор 6.
- 5 Бінокулярний мікроскоп для визначення амплітуди коливань.
- 6 Секундомір для визначення часу переміщення заготовок по лотку.
- 7 Заготовки деталей.

Опис конструкції й принципу роботи вібробункера

У процесі коливань лотка на заготовки діє відцентрова сила, яка відсуває їх від центру до внутрішньої стінки спірального лотку, який захоплює й транспортує заготовки нагору. У якості привода використовується електромагніт 2, який живиться регульованою перемінною напругою від автотрансформатора 6.

Чаша бункера закріплена на плоских пружинах (рисунок 3.2), розташованих відносно вертикальної осі під кутом

$$\Delta = \alpha + \beta, \quad (3.1)$$

де α – кут підйому спірального лотка;

β – кут між лотком і перпендикуляром до пружин.

При роботі лоток виконує коливальний рух у напрямку, перпендикулярному пружинам, розташованим по окружності. Цей рух можна розкласти на обертальний (щодо вертикальної осі бункера) і зворотно-поступовий (уздовж цієї осі). При цьому на деталь діє сила інерції P . При русі лотка вниз-уліво (рисунок 3.2, а) вертикальна складова сили інерції P_v буде спрямована убік, протилежний вазі деталі. За рахунок цього зменшується нормальна сила тиску деталі на лоток, а також сила тертя F між деталлю й лотком. При певному значенні амплітуди коливань під дією складової сили інерції P_v деталь буде прослизати щодо лотка. При русі лотка нагору-вправо (рисунок 3.2, б) за рахунок складової сили інерції P_v , що міняє знак, нормальний тиск і сила тертя між деталлю й лотком збільшується, деталь рухається також нагору-вправо з лотком. У цьому випадку сума складових ваги й інерції менше сили тертя F . За рахунок зазначених сил при малих значеннях амплітуд коливань спостерігається стійкий рух деталі по лоткові.

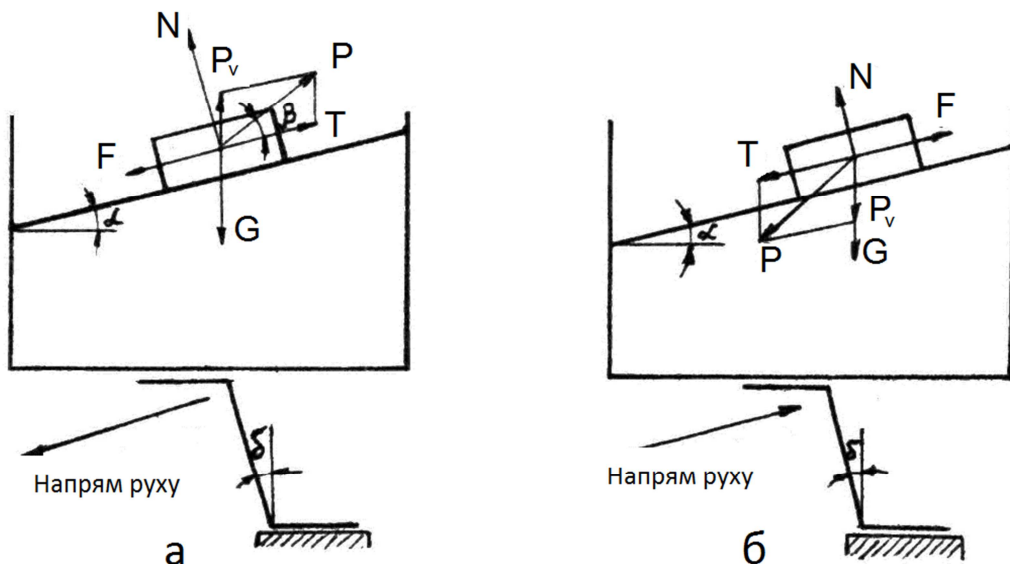


Рисунок 3.2 – Схема сил, що діють у вібраційному завантажувальному пристрої

Зі збільшенням амплітуди коливань швидкість руху збільшується. Такий режим роботи називається «рухом заготовок із проковзуванням».

При подальшому збільшенні амплітуди коливань зростають і сили інерції та при певному її значенні складова P_v стає більше маси деталі. Наступає новий режим роботи – «рух заготовок з підкиданням». Значення амплітуди, відповідне до перехідного режиму, визначають за формулою:

$$A = \frac{g \cos \alpha}{\omega \sin \beta}, \quad (3.2)$$

де, g – прискорення вільного падіння;

$\omega = 2\pi\theta$ – кругова частота коливань лотку;

θ – частота коливань лотку, Гц.

У режимі роботи з «підкиданням» до певних значень амплітуд збільшується швидкість руху деталей, а отже, і продуктивність вібробункера. Надмірне збільшення амплітуди A різко знижує його продуктивність.

Продуктивність вібробункера визначають за формулою:

$$Q_T = k \frac{60X\theta}{h} \quad (3.3)$$

де, $k = 1$ – коефіцієнт, що враховує розрив між заготовками при русі по лоткові;

X – зсув заготовки за один цикл;

θ – частота коливань, при живленні промисловим струмом – $\theta = 100$ Гц;

h – розмір деталі по напрямковій руху, мм.

Невідомі величини у формулі (3.3) – зсув X і коефіцієнт K . Першу величину можна визначити за формулою:

$$X = 10A \sin \beta (0,7f - \operatorname{tg} \alpha), \quad (3.4)$$

де, $f = (0,2 \dots 0,3)$ – коефіцієнт тертя.

При визначенні X експериментальним шляхом використовують вираз:

$$X_{cp} = \frac{S}{\theta t} \quad (3.5)$$

де S – шлях, пройдений заготовкою, приймається $S = 50$ мм.

Значення коефіцієнта K визначають експериментально в процесі виконання роботи.

Порядок виконання роботи

1. По опису і схемі (рисунки 3.1) лабораторної установки вивчити принцип роботи вібробункера.

2. По формулі (3.2) визначити значення амплітуди A_0 , яка визначає найбільшу продуктивність.

3. За формулою (3.4) визначити X , використовуючи значення параметрів: $\alpha = 50$, $\beta = 70$, $f = 0,3$.

4. Включити вібробункер. Установити за допомогою автотрансформатора 6 різні режими роботи, змінюючи напругу на електромагніту від 100 до 220В. Визначити для кожного з них величину амплітуди A і зсув заготовки X . Амплітуду визначають за допомогою бінокулярного мікроскопа. Для виміру A на бункері нанесена риска шириною H (заміряти необхідно мікроскопом при нерухливому бункері). При вібраціях риска дає розтягнуту пляму, величину L , а амплітуду визначають за формулою $A = 1/2(L - H)$, а зсув заготовки X за один цикл – шляхом виміру часу проходження мірної ділянки лотка 50 мм однієї заготовкою (дивись формулу 3.5). Час заміряють секундоміром. Результати порівнюють із розрахунковим значенням (3.4).

5. Побудувати залежність амплітуди коливань лотка від напруги живлення електромагніту від 100 до 220 В (послідовно, через кожні 20 В).

6. Для кожного встановленого режиму визначити фактичну продуктивність вібробункера шляхом прямого виміру Q як числа заготовок, що пройшли за 1 хв у приймач.

7. Приймаючи $K = 1$, визначити за формулою (3.3) теоретичну продуктивність Q для різних режимів роботи.

8. За значеннями Q і Q_T визначити коефіцієнт K , $K = Q/Q_T$.

9. Побудувати залежність $Q = f(A)$ і $Q_T = f(A)$ в одній системі координат. Визначити по графічній залежності значення A при максимальній продуктивності. Отримане значення порівняти з розрахунковим (3.2).

10. Результати експериментів занести в таблицю 1 (додаток В).

11. Проаналізувати результати й зробити висновки.

12. Скласти звіт (зміст звіту наведений у Додатку В).

Контрольні питання

1. Поясніть принцип дії вібраційного завантажувального пристрою.
2. Назвіть області застосування вібраційних завантажувальних пристроїв.
3. Які основні переваги вібраційного завантажувального пристрою?
4. Перелічіть параметри, від яких залежить продуктивність вібраційного завантажувального пристрою.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4

Дослідження вимірників неузгодженості на сельсинах

Мета роботи: ознайомлення з конструкцією, принципом дії, режимом роботи сельсинів та експериментальне дослідження характеристик однофазних сельсинів.

Загальні відомості

Сельсини служать для синхронного й синфазного повороту, а також обертання двох або декількох осей, механічно не зв'язаних між собою та використовують як елементи дистанційної передачі руху або датчиків куту повороту [10]. Вони являють собою одне- або трифазні асинхронні машини. Використовуються в роботах та обробляючих центрах.

Сельсини застосовуються попарно. Один називається сельсином-датчиком (СД), а інший – сельсином-приймачем (СП). Працюють сельсини у двох режимах: індикаторному і трансформаторному.

Схема підключення обмоток сельсинів при дистанційній самонастроювальній передачі кутових переміщень (індикаторний режим) показана на рисунок 4.1.

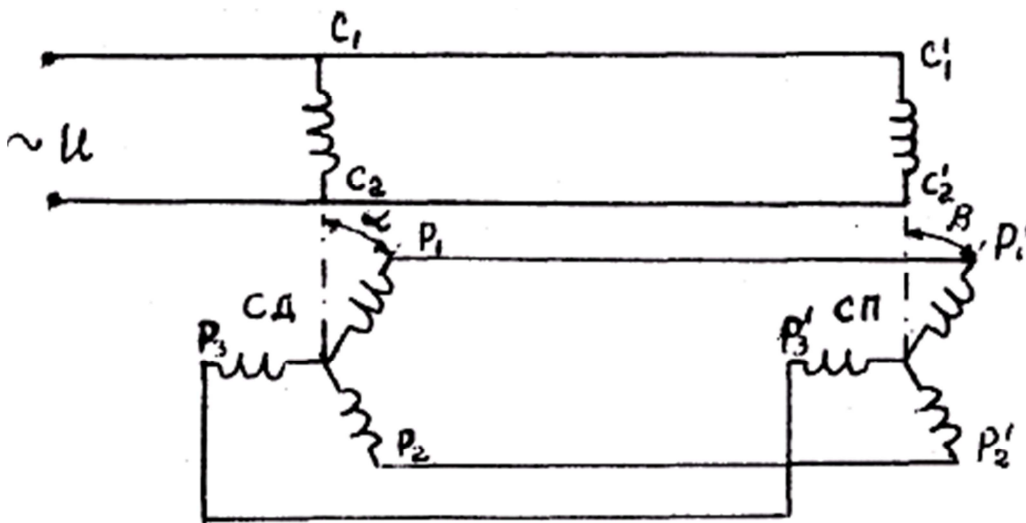


Рисунок 4.1 – Схема підключення сельсинів в індикаторному режимі

Статорна обмотка СП так само, як і статорна обмотка СД, підключена до джерела змінного струму. Положення ротора СП не фіксується, він може вільно обертатися на своїй осі.

Змінна напруга живлення створює в статорних обмотках пульсуючі магнітні потоки $\Phi_c = \Phi \sin \omega t$, напрямки яких збігаються з напрямком осей статорних обмоток. Ці магнітні потоки індукують в обмотках роторів ЕРС, величина яких залежить від розташування осей обмоток роторів щодо обмоток статора.

$$E_1 = E_m \cos \beta; \quad (4.1)$$

$$E_2 = E_m \cos(\beta - 120^\circ); \quad (4.2)$$

$$E_3 = E_m \cos(\beta + 120^\circ); \quad (4.3)$$

де, E_m – максимальне значення ЕРС фазової обмотки ротора, коли вісь її збігається з віссю статорної обмотки.

При $\alpha = \beta$ ЕРС у відповідних фазових обмотках $P_1 - P_1, P_2 - P_2, P_3 - P_3$ рівні між собою й протилежні за напрямком. Отже, результуючі ЕРС у кожній парі з'єднаних обмоток дорівнюють нулю й струм у ланцюзі ротора відсутній:

$$I_1 = I_2 = I_3 = 0 \quad (4.4)$$

Якщо ротор СД повернути на деякої кут $\theta = \alpha - \beta$ щодо ротора СП, то результуючі ЕРС у відповідних обмотках роторів не дорівнюють нулю й у ланцюгах роторів виникнуть зрівняльні струми I_1, I_2, I_3 . З'являється синхронізуючий момент

$$M_{\text{син}} = M_{\text{max}} \sin \theta, \quad (4.5)$$

де M_{max} – найбільший синхронізуючий момент для даної конструкції сельсинів.

Тому, якщо ротор СД після розвороту на заданий кут α зупинити, ротор СП під дією крутного моменту буде обертатися, поки не досягне положення $\alpha = \beta$. При безперервному обертанні ротора СД із певною швидкістю ротор СП буде обертатися з тою же швидкістю й стежити за ротором СД.

Формула (4.5) дійсна тільки для статичних режимів і для невеликих швидкостей обертання ($n = 500 - 600 \text{ хв}^{-1}$). Стійкими є положення при $\theta = 0^\circ$ і $\theta = 360^\circ$. Кут неузгодженості (погрішність) сельсинної передачі залежить від погрішності виготовлення сельсинів і робочого моменту M_p вала СП:

$$M_p = M_{\text{тр}} + M_{\text{нагр}} \quad (4.6)$$

Погрішність (кут неузгодженості) від M_p визначається за формулою:

$$\theta = \arcsin (M_p / M_{\text{max}}). \quad (4.7)$$

Схема підключення сельсинів у трансформаторному режимі показана на рисунку 4.2.

Статорна обмотка СД харчується змінним струмом. Кінці статорної обмотки СП виведені до вихідних клем. Пари включених у такий спосіб сельсинів є датчиком, що перетворює кутове переміщення ротора СД в електричний сигнал, що знімається зі статорної обмотки СП. Вхідним сигналом датчика є кут повороту СД щодо ротора СП, тобто різниця в кутових положеннях роторів. Вихідним сигналом є напруга, що наводиться в статорній обмотці СП.

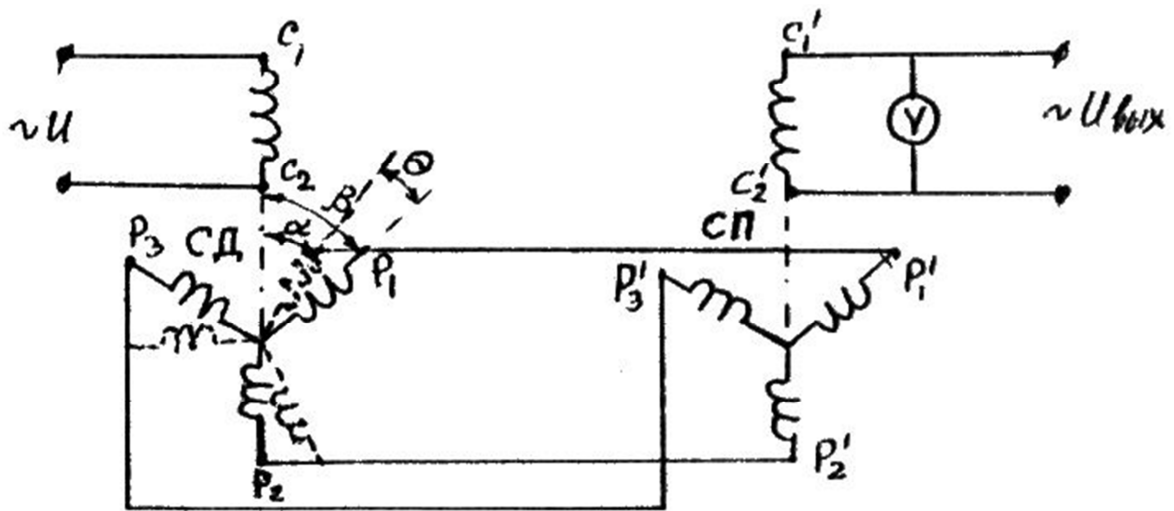


Рисунок 4.2 – Схема підключення сельсинів у трансформаторному режимі

Магнітний потік обмотки збудження сельсина-датчика індукуює у фазових обмотках його ротора ЕРС:

$$E_1 = E_m \cos \beta; \quad (4.8)$$

$$E_2 = E_m \cos(\beta - 120^\circ); \quad (4.9)$$

$$E_3 = E_m \cos(\beta + 120^\circ) \quad (4.10)$$

Тому, що в обмотках ротора СП ніякі додаткові ЕРС не наводяться, то для фазових струмів можна записати:

$$I_1 = \frac{E_1}{2z}; \quad I_2 = \frac{E_2}{2z}; \quad I_3 = \frac{E_3}{2z}, \quad (4.11)$$

де z – повний опір кожної фазової обмотки.

Ці потоки створюють перемінні магнітні потоки котушок 1, 2, 3, які в однофазній статорній обмотці сельсина-приймача будуть індукувати ЕРС:

$$E_1' = A \cos \alpha; \quad (4.12)$$

$$E_2' = A \cos(\alpha - 120^\circ); \quad (4.13)$$

$$E_3' = A \cos(\alpha + 120^\circ), \quad (4.14)$$

де A – коефіцієнт пропорційності.

Сумарна ЕРС на виході статорної обмотки сельсина-приймача:

$$U_{вих} = E_1' + E_2' + E_3'. \quad (4.15)$$

Підставляючи сюди вирази (7), (6), (5) і виконуючи тригонометричні перетворення, одержуємо:

$$U_{вих} = Um \cos(\beta - \alpha) = Um \cos \theta \quad (4.16)$$

де $\theta = \beta - \alpha$ – кут неузгодженості.

Отже, напруга на виході статорної обмотки сельсина-приймача не залежить від кутового положення ротора, а залежить від кута неузгодженості. Якщо положення ротора сельсина-приймача зафіксувати, то по величині $U_{вих}$ можна судити про кут повороту ротора сельсина-датчика.

Опис лабораторної установки

Лабораторна установка, схема якої зображена на рисунку 4.3, складається із сельсина-датчика ОД і сельсина-приймача СП, мережі зв'язку між ними, вольтметра V , перемикача Π виду роботи сельсинів.

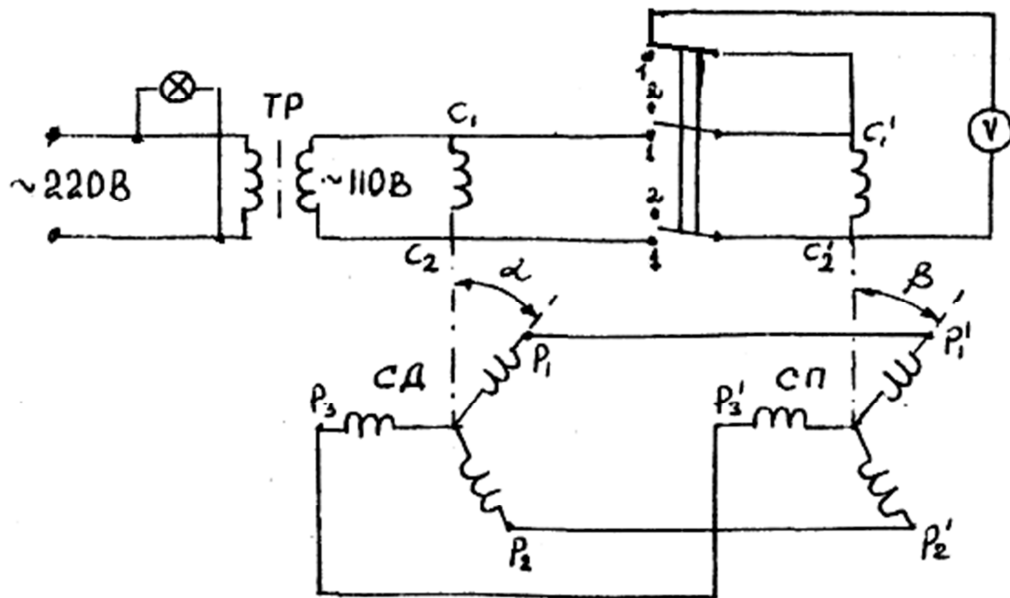


Рисунок 4.3 – Принципова електрична схема лабораторної установки

На осях роторів сельсинів укріплені проградуйовані від 0 до 360° диски, які служать для визначення кута повороту роторів сельсинів. По показанню вольтметра V судять про напругу на обмотці статора сельсина-приймача (у трансформаторному режимі). Живлення статорних обмоток здійснюється від мережі перемінного струму напругою 220/110 В через трансформатор ТР.

Порядок виконання роботи

1. Вивчити конструкцію сельсинів, їх призначення, принцип дії, режими роботи, а також пристрій лабораторної установки.

2. Дослідити роботу сельсинів в індикаторному режимі. Для цього перемикач Π установити в положення 1. Включити установку в електричну мережу і подати напругу живлення на статорні обмотки сельсинів:

а) плавним обертанням ротора сельсина-датчика за годинниковою стрілкою задавати (попередньо, через кожні 20°) кут повороту α . Для кожного фіксованого значення кута повороту сельсина-датчика визначити кут повороту сельсина-приймача β . Результати записати в таблицю 1 (додаток Г);

б) аналогічно повторити експеримент при обертанні ротора сельсина-датчика у зворотному напрямку. Результати записати в таблицю 1 (додаток Г), вимкнути лабораторну установку;

в) визначити кут неузгодженості θ при обертанні праворуч і ліворуч ротора сельсина-датчика. Визначити погрішність передачі кутових переміщень при роботі сельсинів в індикаторному режимі.

3. Дослідити роботу сельсинів у трансформаторному режимі. Для цього перемикач П установити в положення 2. Включити установку в електричну мережу і подати напругу живлення на статорні обмотки сельсинів:

а) установити ротори сельсина-датчика й сельсина-приймача в нульове положення (при цьому прилад V покаже максимальне значення напруги);

б) повернути ротор сельсина-приймача на кут 90° для одержання нульового показання приладу й закріпити його в цій положенні;

в) послідовно повертати ротор сельсина-датчика через 30° і для кожного значення кута повороту (неузгодженості) визначити напругу $U_{вих}$, що наводиться в статорній обмотці сельсина-приймача. Результати експерименту записати в таблицю 2 (додаток Г), вимкнути лабораторну установку;

г) за експериментальними даними побудувати залежність вихідної напруги $U_{вих}$ від куту неузгодженості θ .

4. Провести аналіз отриманих даних і зробити висновки.

Скласти звіт по лабораторній роботі (зміст звіту наведений у додатку Г).

Контрольні питання

1. Поясніть принцип дії, конструкцію однофазних сельсинів.
2. Розповідайте принцип роботи передачі сельсинів.
3. Опишіть режими роботи передачі сельсинів.
4. Вкажіть область застосування сельсинів.
5. Назвіть причини виникнення кута неузгодженості й погрішності роботи передачі сельсинів.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 5

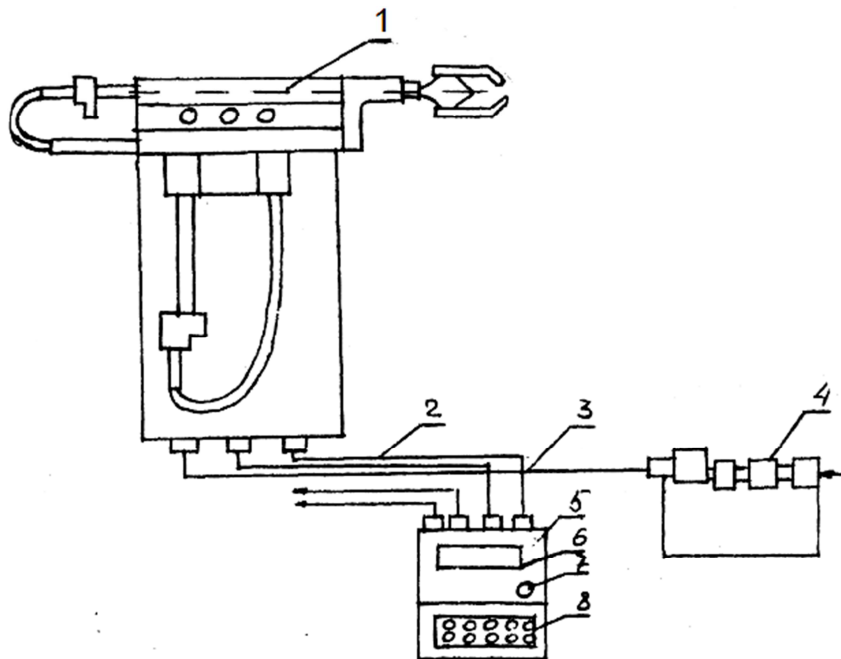
Програмування й налаштування промислового робота МП-11 для роботи в РТК

Мета роботи: вивчення конструкції промислового робота МП-11 і придбання навичок з програмування його роботи в РТК.

Загальні відомості

Промисловий робот МП-11 призначений для виконання операцій транспортування, орієнтування й завантаження деталей (заготовок) при автоматизації технологічних процесів механообробки. Одночасно промисловий робот здійснює керування технологічним устаткуванням [11, 12].

Структурна схема промислового робота МП-11 представлена на рисунку 5.1.



1 – маніпулятор керування (МК); 2 – сполучні кабелі; 3 – пневмотруба;
4 – вузол підготовки повітря (ВПП); 5 – пристрій керування (ПК);
6 – програмоносій; 7 – кнопка аварійної зупинки робота; 8 – пульт ПК
Рисунок 5.1 – Структурна схема промислового робота МП-11

Промисловий робот МП-11 являє собою комплекс, що включає в себе маніпулятор МП-11, з'єднаний пневмотрубою з вузлом підготовки повітря (ВПП) і кабелями із пристроєм керування. Взаємне стикування вузлів промислового робота МП-11 пояснюється на рисунку 5.1.

Маніпулятор призначений для виконання операцій транспортування й орієнтування деталей (заготовок) при роботі в автоматичному режимі по команді з ПК. Він виконаний за модульним принципом, укомплектован двома руками та модулем руху і ротації захвату.

Живильне стиснуте повітря надходить із ВПП, який забезпечує регулювання величини необхідного тиску повітря і його очищення. Перемикання електропневморозподільників маніпулятора відповідно до заданої програми забезпечує ПК, формуючи необхідні керуючі команди. Послідовність рухів встановлюються на програмних перемикачах пристрою керування. Сигнал про виконання запрограмованого руху (крім захватів) видають датчики (КЕМИ) за шляховим принципом (або він формується в ПК при за часовим принципом); при відсутності сигналу підтвердження виконання руху маніпулятор зупиняється. ПК забезпечує керування технологічним устаткуванням, що працює разом з роботом, а також приймання й обробку відповідних сигналів.

Керуючий пристрій (рисунок 5.2) призначений для формування керуючих сигналів на маніпулятор МП-11 і технологічне устаткування відповідно до послідовності заданої програми. Керуючий пристрій також контролює відповідні сигнали з датчиків і технологічного устаткування й робить їхню логічну обробку.

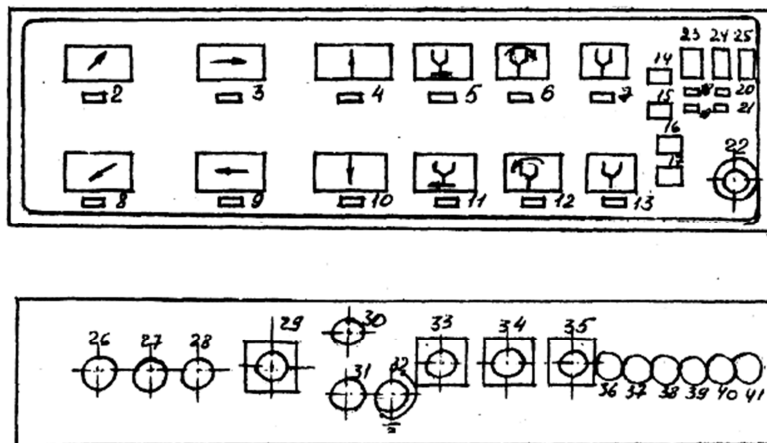


Рисунок 5.2 – Лицьова і задня панелі пульта керування роботом МП-11

Технічна характеристика промислового робота МП-11:

Початкова вантажопідйомність однієї руки, кг	0,5
Погрішність позиціонування, мм	0,1
Максимальна величина горизонтального переміщення, мм	200
Максимальний кут повороту в горизонтальній площині, град.	120°
Максимальна величина вертикального переміщення підйому, мм	65
Максимальна величина переміщення захвату, мм	25
Максимальний кут повороту (ротації) захвату навколо поздовжньої осі,	180°
Максимальний кут між руками	100°
Мінімальний кут між руками	20°
Тип пристрою керування – цикловий	
Кількість команд для керування маніпулятором	12
Кількість технологічних команд	6
Максимальна кількість блокувань у циклі	4
Кількість програмованих витримок часу	1
Діапазон регулювання програмованої затримки, с	(0... 0,7)

У таблиці 5.1 наведені значення елементів пульта керування. Основними режимами роботи пристрою є: "Ручне", команда "Цикл" і "Автомат".

У режимі "Ручне" здійснюється керування окремими модулями маніпулятора. У режимі "Команда" проводиться перевірка програми роботи маніпулятора й технологічного устаткування. Після кожної відпрацьованої команди робота ПК переривається, відпрацьовування наступної команди здійснюється після повторного натискання пускової кнопки. У режимі "Цикл" проводиться перевірка відпрацьовування одного повного циклу за програмованих команд і перевірка тимчасових параметрів відповідно до заданої циклограми роботи РТК. У режимі "Автомат" відбувається багаторазове повторення відпрацьовування запрограмованих команд в автоматичному режимі.

Контроль положення робочих органів маніпулятора здійснюється за допомогою табло індикації.

Таблиця 5.1 – Значення елементів пульта керування

Номер елемента пульта	Найменування елемента пульта керування	Призначення елемента
1	Кнопка "Аварійний стоп"	Аварійна зупинка робота
2...7	Кнопки ручного керування	Ручне керування ланками маніпулятора
8...13	Кнопки ручної установки ланок	Ручне керування вихідним положенням ланок маніпулятора
14	Кнопка "Автомат"	Багаторазове повторення циклу в автоматичному режимі
15	Кнопка "Цикл"	Відпрацьовування одного повного циклу
16	Кнопка "Команда"	Перевірка програми роботи робота й технологічного встаткування
17	Кнопка "Ручний"	Керування окремими ланками маніпулятора
18	Кнопка "+ІМК"	Зміна числа кадрів програми
19	Кнопка "Скидання"	Установка лічильника кадрів на нуль
20	Кнопка "Пуск"	Перевірка правильності відпрацьовування програми
21	Кнопка "Стоп"	Відключення пульта керуючого пристрою
22	Кнопка "Мережа"	Підключення пульта до мережі живлення
23	Індикація "Лічильник"	Рахунок і індикація кадрів
24	Індикація "Робот"	Сигналізація про роботу робота по програмі
25	Індикація "Мережа"	Сигналізація про підключене живлення мережі
26...28	Потенціометри регулювання затримки часу	Програмна затримка в часі
29	Рознімання "ХВ"	Підключення маніпулятора до ПК
30, 31	Запобіжники	Запобіжники ПК
32	Болт заземлення	Заземлення ПК
33...35	Рознімання "Х7", "ХВ", "Х9"	Підключення маніпулятора й технологічного встаткування до ПК
36	Тумблер "Отк. ТК"	Відключення технологічного встаткування (скасувань ТК)
37...41	Тумблери відповідного сигналу ланок і ТК	Формування відповідного сигналу ланок і ТК

Програма роботи РТК формується на програмних перемикачах, що складаються з двох полів - верхнього й нижнього. Команда набирається одночасно на верхньому й нижньому полі відповідно до таблиці 5.1. Команди 1...6, що набираються на нижньому полі, можуть бути сполучені з командами 1...6, що набираються на верхньому полі, при цьому вони спрацьовуються одночасно.

Підготовка робота до роботи

Скласти програму, відповідну до алгоритму роботи робота

Для складання програми цикл роботи розбити на окремі технологічні переходи, які робот повинен виконати. Зазначені переходи записати послідовно в порядку їх відпрацьовування в циклі в технологічну карту переходів.

Закодувати за допомогою таблиці 5.2 технологічні переходи й набрати її на програмоносії.

Таблиця 5.2 – Основні команди режиму роботи пристрою

Номер команд	Найменування команди	Код	
		Верхнє поле	Нижнє поле
1	"Уперед"	1	0
2	"Назад"	2	0
3	"Вправо"	3	0
4	"Уліво"	4	0
5	"Нагору"	0	1
6	"Униз"	0	2
7	"Зрушення охопту вправо"	0	3
8	"Зрушення охопту вліво"	0	4
9	"Ротація охопту за годинниковою стрілкою"	5	0
10	"Ротація охопту проти годинникової стрілки"	6	0
11	"Захват стиснути"	0	6
12	"Захват розтиснути"	0	5
13	"ТК1"	9	1
14	"ТК2"	9	2
15	"ТК3"	9	3
16	"ТК4"	9	4
17	"ТК5"	9	5
18	"ТК6"	9	6
19	"Опитування 1"	7	0
20	"Опитування 2"	8	0
21	"Опитування 3"	0	7
22	"Опитування 4"	0	8
23	Витримка часу	0	9
24	"Пропуск"	9	7
25	"Перехід"	9	8
26	"Зупин"	9	9
27	"Кінець програми"	0	0

Установити перемикач режимів на лицьовій панелі ПК в положення "Ручне", натиснувши кнопку 17.

Установити тиск у пневмомережі (0,2...0,3) МПа, контролюючи його величину по манометру.

Натиснути кнопку "Мережа" на лицьовій панелі ПК, переконатися, що індикатор 25 сигналізує про наявність живлення, на пульті, а індикатор 23 показує нульовий крок програми, а якщо ні, то натиснути на клавішу 19.

Довести тиск у пневмомережі до (0,4...0,5) МПа, ланки маніпулятора повинні при цьому встановитися в положення, відповідне до нижнього ряду індикаторів.

Натиснути по черзі кнопки 2–13 і переконатися в справності амортизатора повороту й демпферів і в забезпеченні необхідної швидкості спрацьовування ланок маніпулятора. При необхідності відрегулюйте швидкість спрацьовування ланок, амортизатор і демпфери.

Кнопками 2–13 встановити маніпулятор у положення, відповідне до початку циклу при його спільній роботі з технологічним устаткуванням.

Установити технологічне устаткування в положення, відповідне до початку циклу.

Установити тумблери 39...41 у положення, відповідне до обраного способу формування сигналу переходу до наступного кадра програми:

- у положення "Отв." (нагору), якщо сигнал переходу формується датчиком положення на технологічному устаткуванні;

- у положення ВВ (униз), якщо сигнал переходу формується в ПК.

Установити перемикач режимів у положення "Крок", натиснувши на кнопку 16.

Натиснути на кнопку 20 "Пуск" і переконатися у правильності відпрацьовування програми. Після загасання табло "Робота" натиснути повторно кнопку 20. Послідовно натискаючи на кнопку, переконатися в правильності відпрацьовування всієї програми. При необхідності зробити корекції нижніх кадрів програми.

У вихідному положенні маніпулятора й технологічного устаткування встановити перемикач режимів у положення "Цикл", натиснувши кнопку 15.

Встановити нульове значення лічильника кадрів, натиснувши на кнопку 19 "Скидання".

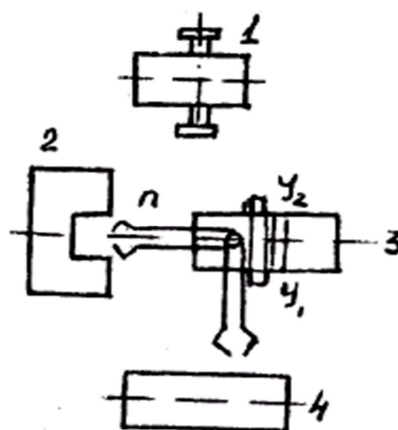
Натиснути на кнопку "Пуск" і перевірити правильність відпрацьовування одного повного циклу роботи комплексу.

Перевірити по циклограмі роботи комплексу час відпрацьовування одного циклу. При необхідності відкоригувати програму, уводячи в неї затримки часу. Величину програмної затримки встановити потенціометром 28 (ВВ₃). При установці тумблерів 39...41 у положення "ВВ" величина затримки на відпрацьовування технологічної команди встановлюється потенціометром 27 (ВВ₂).

Установити величину затримки на спрацьовування захватів потенціометром 25 (ВВ₁). Величина затримок може змінюватися в межах (0...0,7).

При необхідності зупинки роботи робота раніше, чим буде виконаний один цикл, натиснути кнопку 21 "Стоп".

Приклад. Програма роботи робота для обслуговування встаткування, представленого на рисунку 5.3.



1 – конвеєр; 2 – верстат; 3 – робот; 4 – стелаж; Л – ліва рука маніпулятора; П – права рука маніпулятора; В₁ – крайній лівий кутовий упор маніпулятора; В₂ – крайній правий упор маніпулятора
Рисунок 5.3 – Компонування РТК

Робот бере деталь зі стелажа заготовку й встановлює її в пристосування верстата для обробки, після обробки робот знімає деталь з верстата й встановлює її на конвеєр для переміщення до наступного верстата.

Вихідні дані

Колона маніпулятора повернена в крайнє ліве положення; захвати розціплені, губки захватів перебувають у горизонтальному положенні; руки витягнуті; конвеєр верстата й стелаж розташовані на 65 мм вище, чим руки робота у вихідному положенні.

Таблиця 5.3 – Приклад програми

№ п/п	Переходи
1	Рух рук вгору
2	Рух лівої руки вперед до стелажа
3	Рух лівої руки до деталі
4	Затискач деталі лівою рукою
5	Підйом лівої руки з деталлю
6	Рух лівої руки з деталлю від стелажа
7	Поворот колони маніпулятора вправо до упору
8	Рух лівої руки з деталлю до верстата
9	Орієнтування деталі (поворот на 180°) для установки в пристосування
10	Установка деталі в пристосування верстата
11	Розтискання захвату

Продовження таблиці 5.3

№ п/п	Переходи
12	Рух лівої руки від деталі
13	Рух лівої руки від верстата
14	Орієнтування захватів (поворот на 90°)
15	Поворот колони маніпулятора вліво до упору
16	Рух лівої руки вперед до стелажа й правої до верстата
17	Рух рук до деталей
18	Затискання деталі на стелажі й верстаті
19	Підйом рук з деталями
20	Рух рук з деталями від стелажа й верстата
21	Поворот колони маніпулятора вправо до упору
22	Рух лівої руки до верстата й правої - до конвеєра
23	Орієнтування деталі в лівій руці
24	Установка деталей на верстат і конвеєр
25	Розтискування захватів рук
26	Рух рук від деталей
27	Рух лівої руки від верстата й правої - від конвеєра
28	Орієнтування захватів лівої руки
29	Поворот колон маніпулятора вліво до упору

Устаткування й приналежності:

- 1 Робот МП-11.
- 2 Стенд-Стелаж.
- 3 Комплект деталей.
- 4 Набір ключів.

Порядок роботи на роботі

У вихідному положенні маніпулятора й технологічного встаткування встановити перемикач режимів у положення "Автомат", натиснувши кнопку 14.

Встановити нульове значення кадрів, натиснувши кнопку 19 "Скидання".

Натиснути кнопку 20 "Пуск". При цьому робот повинен працювати в автоматичному режимі, багаторазово виконуючи запрограмовані дії.

Для зупинки робота перемикач режимів установити в положення "Цикл", натиснувши кнопку 15.

Екстрена зупинка роботи виконується кнопкою 21 "Стоп", при натисканні кнопки 20 "Пуск" робот відновить роботу за програмою.

Повне вимикання роботи виконується кнопкою 1 "Аварійний стоп".

При роботі спільно з технологічним устаткуванням дотримуватися наступного порядку: робот повинен включатися першим, а вимикатися останнім стосовно технологічного встаткування.

Вмикання роботи при зниженому тиску повітря (0,2...0,3) МПа, а вимикання при знятому тиску у пневмережі.

Зробити висновки.

Скласти звіт.

Контрольні питання

1. Назвати призначення й область застосування робота МП-11.
2. Назвати основні вузли робота та пояснити їхнє функціональне призначення.
3. Назвати основні елементи ПК.
4. Пояснити складання технологічної карти переходів.
5. Розповісти, як набирається програма на програмоносій.
6. Розповісти про порядок роботи робота.
7. Чи можливо створення робото-технічного комплексу із застосуванням неавтоматизованих верстатів?

Список рекомендованої літератури

1. Автоматический контроль состояния режущего инструмента и размеров обрабатываемых деталей в токарных ГПМ : методические рекомендации) / Сост.: С. К. Палей, М. Г. Сахаров. – ЭНИМС, 1988. – 65 с.
2. Вальков В. М. Контроль ГАП / Вальков В. М. – Л. : Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1986. – 232 с.
3. Волосов С. С. Приборы для автоматического контроля в машиностроении / Волосов С. С., Педь Е. М. – М. : Изд-во стандартов, 1975. – 336 с.
4. Чудов В. А. Размерный контроль в машиностроении / Чудов В. А., Цидулко Ф. В., Фрейдгейм Н. И. – М. : Машиностроение, 1982. – 328 с.
5. Активный контроль размеров / С. С. Волосов [и др.] ; под ред. С. С. Волосова. – М. : Машиностроение, 1984. – 224 с.
6. Малов А. Н. Загрузочные устройства для металлорежущих станков / Малов А. Н. – М. : Машиностроение, 1972. – 400 с.
7. Активный контроль в машиностроении : справочник / под ред. Е. Н. Педя. – М. : Машиностроение, 1978. – 352 с.
8. Камышный Н. И. Автоматизация загрузки станков / Камышный Н. И. – М. : Машиностроение, 1977. – 288 с.
9. Волчкевич Л. И. Автоматы и автоматические линии. Ч. П. Системы управления и целевые механизмы : учеб. пособие для вузов. / Волчкевич Л. И., Кузнецов М. М., Усов Б. А. ; под ред. Г. А. Шаумяна. – М. : Высш. шк., 1976. – 336 с.
10. Промышленные роботы: конструирование, управление, эксплуатация / В. И. Костюк, А. П. Гавриш, Я. С. Ямпольский, А. Г. Карлов. – Киев : Высш шк., 1985. – 359 с.
11. Роботизированные производственные комплексы / под ред. Ю. Т. Козырева. – М. : Машиностроение, 1987. – 272 с.

Додаток А
Форма звіту за лабораторною роботою 1

ЗВІТ
за лабораторною роботою
«ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ АВТОМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ СТАНУ
РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТА»

1. Мета роботи
2. Схема лабораторної установки
3. Заготовка й інструмент

- оброблюваний матеріал: сталь 45;
- матеріал ріжучої пластини: Т5К10;
- геометрія ріжучої пластини: $\gamma = 10$, $\alpha = 7$, $\phi = 45$.
- режим різання: $=$ мм, $=$ мм/про, $=$ м/хв

4. Таблиця 1 – Експериментальні дані

№ п/п	Номер пластини	Величина зношування h_3	Складові сили різання			ЕРС різання
			P_x , Н	P_y , Н	P_z , Н	

5. Таблиця 2 – Розрахункові дані інформативності діагностичних сигналів

Коефіцієнт інформативності, $I(x)$	Діагностичний сигнал			
	Від складової сили різання			Від ЕРС термопари, $U_{ЕРС}$
	P_x , Н	P_y , Н	P_z , Н	

6. Графіки залежності

$$P_x = f(h_3, t, s, v) \quad P_y = f(h_3, t, s, v)$$

$$P_z = f(h_3, t, s, v) \quad U_{\text{зас}} = f(h_3, t, s, v)$$

7. Висновок.

Додаток Б
Форма звіту за лабораторною роботою 2

ЗВІТ
за лабораторною роботою
«ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМАТИЧНОГО
ОБКАТАНОГО ВИМІРНИКА ДІАМЕТРІВ ОИД-2»

1. Мета роботи
2. Структурна схема приладу ОИД - 2;
3. Таблиці експериментальних і розрахункових даних

Таблиця 1 – Результати виміру діаметра при різних частоті обертання заготовки

Найменування параметра	Кількість вимірів	Частота обертання заготовки хв^{-1}					
		96,5	188,0	385,0	530,0	777,0	1080,0
Діаметр заготовки	1						
	2						
	3						
Середнє значення							

Таблиця 2 – Результати виміру діаметра заготовок у процесі їх обробки

Частота обертання заготовки, хв^{-1}		Діаметр заготовки, мм				
		70	100	125	150	175
95,6	1					
	2					
	3					
Середнє значення						
273,0	1					
	2					
	3					
Середнє значення						
530,0	1					
	2					
	3					
Середнє значення						
777,0	1					
	2					
	3					
Середнє значення						
1080,0	1					
	2					
	3					
Середнє значення						

Таблиця 3 – Результати виміру діаметра заготовок універсальним інструментом і на приладі ОИД-2

Характер вимірів		Діаметр заготовки, мм				
		70	100	125	150	175
Приладом ОИД - 2	Середнє значення діаметра заготовки, мм					
Універсальним інструментом	Середнє значення діаметра заготовки, мм					
	Погрішність виміру					

4. Графіки $\Delta = f(n)$ і $\Delta = \psi(D)$.

5. Висновок.

Додаток В
Форма звіту за лабораторною роботою 3

ЗВІТ
за лабораторною роботою
**«ВІБРАЦІЙНИЙ ЗАВАНТАЖУВАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ
ДО МЕТАЛОРИЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ»**

1. Мета роботи.
2. Схема вібробункера.
3. Розрахунки кінематичних параметрів вібробункера.
4. Експериментальне визначення параметрів вібробункера.

Таблиця 1 – Експериментальні і розрахункові дані

№	U	Експеримент				Розрахунки			
		V, В	X _{ср} , мм	Q, шт/мм	A, мм	X, мм	QT, шт/мм	Ao, мм	K
1	120								
2	140								
3	160								
4	180								
5	200								
6	220								
7	240								

5. Графік залежності $A = f(V)$.
6. Графік залежності $Q = f(A)$.
7. Висновок.

Додаток Г
Форма звіту за лабораторною роботою 4

ЗВІТ
за лабораторною роботою
«ДОСЛІДЖЕННЯ ВИМІРНИКІВ НЕУЗГОДЖЕНОСТІ НА СЕЛЬСИНАХ»

1. Мета роботи
2. Електрична схема лабораторної установки.

Таблиця 1 – Результати досліджень сельсинів в індикаторному режимі.

Кут повороту сельсина-датчика α , град.	Кут повороту сельсина-датчика β , град.	Кут неузгодженості θ , град.	Погрішність, %
За годинниковою стрілкою 0 30 60 ... 360			
Проти годинникової стрілки 360 330 ... 0			

Таблиця 2 – Результати досліджень сельсинів у трансформаторному режимі

Вихідна напруга $U_{\text{вих}}$ В	Кут неузгодженості θ , гради												
	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
1													
2													
3													
Середнє значення													

5. Графік $U_{\text{вих}} = f(\theta)$
6. Висновок.

Додаток Д
Форма звіту за лабораторною роботою 5

ЗВІТ
за лабораторною роботою
**«ПРОГРАМУВАННЯ Й НАСТРОЮВАННЯ ПРОМИСЛОВОГО РОБОТА
МЛ-11 ДЛЯ РОБОТИ В РОБОТОТЕХНІЧНОМУ КОМПЛЕКСІ»**

1. Мета роботи.
2. Блок-схема робота МЛ-П.
3. Компонування робототехнічного комплексу.
4. Технологічна карта переходів програми роботи робота.

Таблиця 1 – Програма робота

Технологічний перехід	Номер команди	Найменування команди	Код	
			Верхнє поле	Нижнє поле

5. Висновок за роботою.

Навчальне видання

АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ У МАШИНОБУДУВАННІ

Методичні вказівки

до виконання лабораторних робіт
для студентів спеціальностей 7.05050201, 8.05050201
«Технології машинобудування»
денної і заочної форм навчання

Укладачі: МІРАНЦОВ Сергій Леонідович,
 ТУЛУПОВ Володимир Іванович

За авторським редагуванням

Комп'ютерне верстання О. М. Болкова

7/2014. Формат 60 × 84/16. Ум. друк. арк. 2,09.
Обл.-вид.арк. 1,63. Тираж 2 пр. Зам. №

Видавець і виготівник
Донбаська державна машинобудівна академія
84313, м. Краматорськ, вул. Шкадінова, 72.
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру
серія ДК №1633 від 24.12.2003.