

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання контрольних робіт та
самостійної роботи студентів з дисципліни
«Автоматизація виробництва в машинобудуванні»

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання контрольних робіт та
самостійної роботи студентів з дисципліни
«Автоматизація виробництва в машинобудуванні»

Вінниця
ВНТУ
2017

Рекомендовано до друку Методичною радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 10 від 21.06.2017 р.)

Рецензенти:

Л. К. Поліщук, кандидат технічних наук, професор

Ю. В. Булига, кандидат технічних наук, доцент

Методичні вказівки до виконання контрольних робіт та самостійної роботи студентів з дисципліни «Автоматизація виробництва в машинобудуванні» / Уклад. : Ю. І. Муляр, Л. Г. Козлов, С. В. Репінський. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 30 с.

У методичних вказівках наводяться: мета та задачі дисципліни «Автоматизація виробництва в машинобудуванні» (спеціальність 131 – Прикладна механіка), рекомендації щодо вивчення дисципліни, програма дисципліни, теми лекційних, практичних та лабораторних занять, зміст індивідуального завдання (контрольної роботи для студентів заочної форми навчання), перелік питань для складання іспиту, задачі для індивідуального завдання, приклад виконання індивідуального завдання, критерії оцінювання відповідей на іспиті та список рекомендованої літератури.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 МЕТА ТА ЗАДАЧІ ДИСЦИПЛІНИ.....	5
2 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ.....	6
3 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	6
3.1 Лекційні заняття.....	6
3.2 Теми практичних занять.....	9
3.3 Теми лабораторних занять.....	10
3.4 Індивідуальне завдання (контрольна робота для студентів заочної форми навчання).....	11
4 ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ СКЛАДАННЯ ІСПИТУ.....	12
5 ЗАДАЧІ ДЛЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ (КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ).....	13
6 ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ (КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ).....	16
7 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВІДПОВІДЕЙ НА ІСПИТІ.....	28
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	29

ВСТУП

Автоматизація – вищий ступінь розвитку сучасного виробництва. Вона можлива на базі узагальнення та використання великих накопичених наукових й технічних знань передового виробничого досвіду. Проектування технологічних процесів та засобів виробництва в умовах автоматизації потребує глибоких обґрунтувань та знань закономірностей протікання технологічних процесів. Лише на базі цих закономірностей можна розв'язати задачу автоматизації виробництва. У кожному конкретному випадку прийнятий варіант автоматизації має підтверджуватися точними технологічними та економічними розрахунками. Неправильні технологічні й конструкторські рішення та прорахунки при виборі варіанта збільшують витрати виробництва і подовжують терміни його підготовки.

Як прикладна наукова дисципліна автоматизація виробничих процесів має велике значення в підготовці спеціалістів для машинобудівної промисловості. Вона озброює їх знаннями, необхідними для повсякденної та творчої діяльності із розробки прогресивної технології й створення конструкцій машин, які дозволяють застосовувати при їхньому виробництві високопродуктивні методи та засоби автоматизації.

1 МЕТА ТА ЗАДАЧІ ДИСЦИПЛІНИ

Метою викладання дисципліни «Автоматизація виробництва в машинобудуванні» є теоретична та практична підготовка інженерів-механіків (спеціальності 131 – Прикладна механіка) на рівні магістрів, розширення світогляду студентів, а також надання комплексу спеціальних знань та навичок, необхідних при роботі у складанні виробництв, де застосовуються засоби автоматизації, та організації нескладних ефективних автоматизованих виробничих процесів у машинобудуванні.

Завдяки автоматизації виробничих процесів реалізується один з основних напрямів діяльності людини – удосконалення процесів виробництва з метою полегшення важкої фізичної праці, підвищення продуктивності, якості й ефективності процесу загалом. У теперішній час робота машинобудівних підприємств в умовах ринку вимагає постійного вдосконалення технологічних процесів, засобів автоматизації та технології управління на всіх рівнях виробництва.

Дисципліна «Автоматизація виробництва в машинобудуванні» є профільною і завершальною в системі підготовки інженерів, яка базується на знанні всіх попередніх дисциплін за спеціальністю 131 – Прикладна механіка, передбачає проведення комплексу лекційних занять і практичних робіт, виконання лабораторних робіт та контрольної роботи для студентів заочної форми навчання. Контроль знань студентів протягом триместру здійснюється за допомогою вхідного контролю, поточних контрольних робіт та колоквиумів. Дисципліна має не тільки самостійне значення, а й забезпечує основними базовими знаннями студентів для успішного вивчення інших дисциплін технологічного циклу, передбачених навчальним планом.

До задач дисципліни відноситься комплекс знань та умінь, який має набути студент під час вивчення дисципліни. Тобто, студенти мають **знати**:

- головні цілі, завдання та переваги автоматизації машинобудування;
- найбільш розповсюджені елементи та пристрої систем автоматичного керування (регулювання) та принципи їхньої дії;
- склад та принципи дії систем автоматизованого керування роботою технологічного обладнання;
- методи та засоби оснащення автоматичних процесів в умовах різних типів виробництва;
- закономірності побудови автоматичних виробничих процесів;

вміти:

- оцінювати рівень автоматизації виробництва;
- робити розрахунки основних параметрів деяких засобів та пристроїв автоматизації;
- орієнтуватися на застосування пристроїв та засобів автоматизації, а також технологічного обладнання із системами автоматичного керування при реалізації механообробних та складальних технологічних процесів.

2 РЕКОМЕНДАЦІ ЩОДО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Вивчення дисципліни «Автоматизація виробництва в машинобудуванні» базується на знанні таких курсів як «Основи автоматизації виробництва», «Основи технології машинобудування», «Металорізальні верстати та промислові роботи», «Завантажувально-транспортні пристрої технологічних систем», «Ріжучий інструмент та інструментальне забезпечення виробництва», «Механоскладальні дільниці та цехи в машинобудуванні», «Гідравліка, гідро- та пневмоприводи» та інших дисциплін, які забезпечують фахові знання з механіки, фізики, теоретичної електротехніки, електроніки, електронних машин, електроприводу, гідроприводу, обчислювальної техніки.

Матеріал дисципліни є теоретичною основою для вивчення спеціальних дисциплін:

- «Роботизовані технологічні комплекси»;
- «САПР технологічної підготовки машинобудівного виробництва» при курсовому проектуванні та виконанні магістерських кваліфікаційних робіт.

3 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

3.1 Лекційні заняття

Тема 1. Вступна лекція:

- мета та основні задачі дисципліни;
- автоматизація – найважливіший напрямок підвищення продуктивності праці, якості виробів, раціонального використання ресурсів виробництва та охорони здоров'я людини;
- етапи автоматизації виробничих процесів у машинобудуванні;
- проблеми й тенденції розвитку автоматизації виробничих процесів у машинобудуванні;
- народногосподарське та соціальне значення автоматизації;
- особливості автоматизації машинобудування як бази для механізації й автоматизації інших галузей промисловості.

Література: базова [3].

Тема 2. Загальні відомості про автоматизацію виробництва та її основні положення:

- термінологія, основні поняття та визначення;
- узагальнена структура виробничого процесу в машинобудуванні;
- складові елементи технологічних процесів отримання заготовок, виготовлення деталей та складання виробів; об'єктивна необхідність їхньої автоматизації у різних типах виробництва;

- процеси транспортування, завантаження та розвантаження, складування та зберігання, контролю якості та інше; об'єктивна необхідність їхньої автоматизації у різних типах виробництва;

- продуктивність праці в автоматизованому виробництві; основні положення теорії продуктивності, методи розрахунку та оцінки продуктивності автоматичних машин і систем, шляхи підвищення продуктивності;

- методи та засоби автоматизації виробничих процесів в умовах різних типів виробництва.

Література: базова [1, 3].

Тема 3. Елементи та пристрої систем автоматичного керування:

- класифікація елементів за призначенням, основні характеристики;

- розпоряджувальні елементи (датчики);

- проміжні елементи (кількісного перетворення енергії – підсилювачі, зменшувачі та сповільнювачі; якісного перетворення енергії);

- виконавчі пристрої;

- надійність елементів та автоматичних систем.

Література: базова [1, 2],

допоміжна [6].

Тема 4. Системи автоматичного керування (САК) технологічними машинами:

- загальні положення, автоматичний цикл та його елементи, автоматизація керування циклом роботи, механізми автоматичного керування;

- системи автоматичного керування, класифікація систем керування;

- системи керування з упорами;

- кулачкові системи керування;

- системи керування з копірами;

- системи числового програмного керування;

- автоматизація робочих циклів металорізальних верстатів;

- основи програмування процесу механічної обробки на верстатах з ЧПК.

Література: базова [1, 2],

допоміжна [6].

Тема 5. Методика побудови автоматичного виробничого процесу виготовлення деталей (АВП):

- побудова АВП;

- вирішення задачі проектування та забезпечення розмірних, часових й інформаційних зв'язків виробничого процесу;

- проектування операцій обробки деталей на верстатах з ЧПК, агрегатних верстатах та автоматичних лініях, зважаючи на автоматизацію їхнього виконання.

Література: базова [3].

Тема 6. Пристрої завантаження-розвантаження робочої зони верстата штучними заготовками, деталями, технологічною оснасткою, металорізальним інструментом:

- автоматизація орієнтування;
- завантажувальні пристрої (магазинні, бункерні);
- допоміжні механізми завантажувальних пристроїв;
- автооператори (маніпулятори);
- використання промислових роботів для завантаження-розвантаження;
- автоматичний затиск заготовок;
- вимоги до точності робіт завантажувально-орієнтувальних пристроїв.

Література: базова [1, 2],
допоміжна [6].

Тема 7. Класифікація автоматичних ліній:

- загальні відомості про комплексну автоматизацію великосерійного і масового виробництва;
- види автоматичних ліній;
- загальні відомості про комплексну автоматизацію серійного виробництва;
- основні задачі комплексної автоматизації та засоби їхньої реалізації;
- гнучкі виробничі системи;
- проблеми розвитку гнучкої автоматизації.

Література: базова [1, 3],
допоміжна [6, 7].

Тема 8. Особливості автоматизації складальних робіт:

- загальні положення, сутність та етапи автоматичного складання продукції;
- технологічність конструкції для автоматичного складання;
- теоретичні основи автоматичного складання;
- вибір і реалізація методів досягнення точності;
- способи відносного орієнтування з'єднаних деталей;
- схеми базування при автоматичному складанні;
- способи складання;
- складальний інструмент.

Література: базова [1],
допоміжна [6].

Тема 9. Мікропроцесорна техніка та контролери – найефективніший засіб в системах автоматичного керування:

- вільно програмовані контролери (PLS);
- структура контролерів;
- концепція промислових ПК (IPS);
- основи програмування в середовищі FST фірми Festo.

Література: базова [1],
допоміжна [8].

3.2 Теми практичних занять

У результаті проведення практичних занять студенти мають **знати**:

- методика та закономірності побудови автоматичних виробничих процесів;

- принципи дії елементної бази автоматизації в межах запланованого курсу;

- методика побудови циклограм роботи автоматичного обладнання;

вміти:

- орієнтуватися у виборі певних засобів автоматизації для певного функціонального призначення системи;

- розробляти елементарні автоматичні системи для виконання визначених функцій виробничих процесів;

- робити розрахунки основних параметрів деяких засобів та пристроїв автоматизації;

- складати структурну схему розробленої автоматичної системи зв'язків (інформаційних, енергетичних тощо), які мають бути передбаченими в системі для виконання свого функціонального призначення;

- складати алгоритм роботи автоматичної системи, у тому числі й роботизованого комплексу, які мають в автоматичному режимі виконувати певну послідовність дій у межах циклу;

- складати циклограму роботи автоматичної системи.

Практичні заняття проводяться за такою тематикою та змістом.

Тема 1. Розробка елементарних систем автоматичного керування певними функціональними параметрами виробничого процесу за заданим набором складових елементів.

Зміст заняття:

- визначення складу елементної бази для автоматизації процесу регулювання заданим параметром виробничого процесу (розглядається декілька варіантів);

- розробка структурної схеми автоматичної системи з поданням усіх зв'язків (інформаційних, енергетичних тощо), які мають бути передбачені в системі для виконання свого функціонального призначення;

- розробка ескізного проекту такої системи; виконання відповідних розрахунків параметрів системи.

Література: базова [4].

Тема 2. Вивчення роботи роботизованого комплексу (РК) та розробка алгоритму його функціонування в межах циклу для визначених умов виробничого процесу. Побудова циклограми роботи.

Зміст заняття:

- відповідно до завдання, у якому наводяться компонування РК і функція його роботи, розробка двох альтернативних варіантів алгоритму роботи в межах циклу;

- побудова циклограм роботи двох РК і за результатами визначення циклу в кожному вибирається найбільш продуктивний варіант алгоритму.

Література: базова [5],
допоміжна [6].

Тема 3. Розрахунок бункерних завантажувальних пристроїв штучними заготовками робочих зон технологічного обладнання.

Тема 4. Розробка елементарних контрольних пристроїв визначення розмірів оброблюваних поверхонь, форми або відносного розташування поверхонь.

3.3 Теми лабораторних занять

У результаті проведення лабораторних робіт студенти мають **знати**:

- конструкції та принцип дії всіх датчиків, які розглядаються на заняттях;

- можливі напрямки їхнього застосування на практиці;

- методики дослідження цих датчиків метою отримання статичних характеристик;

- склад стендів та схеми підключення датчиків для проведення досліджень;

- основні складові витрат часу, від яких залежить продуктивність обробки на верстаті з ручним керуванням та з ЧПК, і в яких випадках;

- підбирати найбільш раціональне обладнання, зважаючи на забезпечення потрібної продуктивності;

вміти:

- на лабораторних стендах зняти статичні характеристики датчиків, проаналізувати отримані результати;

- оцінювати продуктивність обробки на технологічному обладнанні для заданих умов виробництва і раціонально підбирати це обладнання.

Назва лабораторної роботи та її зміст.

Загальна тема лабораторних занять № 1–5: «Вивчення конструкцій, принципів дій, методик випробування для отримання робочих характеристик та експлуатації в роботі розпоряджувальних засобів автоматизації».

Лабораторна робота № 1. Вивчення конструкції та дослідження гідравлічного датчика тиску.

Вивчення конструкції датчика; вивчення схеми підключення до вимірювального ланцюга; вивчення лабораторного стенда; проведення дослідження залежності $U = f(p)$; зробити висновки; оформити звіт; захистити звіт.

Лабораторна робота № 2. Вивчення конструкцій та дослідження датчика частотно-імпульсного типу.

Вивчення конструкції датчика; вивчення схеми підключення до вимірювального ланцюга; вивчення лабораторного стенда і його гідравлічні схеми; проведення дослідження залежності $n = f(p, n_{\text{цд}})$; зробити висновки; оформити звіт; захистити звіт.

Лабораторна робота № 3. Вивчення конструкції та дослідження тахогенератора.

Вивчення конструкції датчика; вивчення схеми підключення до вимірювального ланцюга; вивчення лабораторного стенда і його гідравлічної схеми; проведення дослідження залежності $n = f(p, n_{тр})$; зробити висновки; оформити звіт; захистити звіт.

Лабораторна робота № 4. Вивчення конструкції та дослідження індуктивного датчика.

Вивчення конструкції датчика; вивчення схеми підключення до вимірювального ланцюга; вивчення лабораторного стенду і його гідравлічної схеми; проведення дослідження датчика з метою визначення кута повороту валу технологічної машини на певній ділянці руху та кутової швидкості на ній; зробити висновки; оформити звіт; захистити звіт.

Лабораторна робота № 5. Вивчення та дослідження датчика температури.

Вивчення конструкції датчика з термопарою; вивчення схеми підключення до вимірювального ланцюга; вивчення лабораторної установки; проведення дослідження залежності $I = f(t^{\circ}C)$; зробити висновки; оформити звіт; захистити звіт.

Лабораторна робота № 6. Програмування ПР у складі РТК, призначеного для складальної операції.

Лабораторна робота № 7. Ознайомлення із системою ЧПК роботою вертикально-фрезерного верстата. Розробка КП обробки контуру деталі.

3.4 Індивідуальне завдання (контрольна робота для студентів заочної форми навчання)

Індивідуальне завдання для денної форми навчання і контрольна робота для заочної форми навчання виконується за такими **завданнями**.

Завдання 1. Представити реферат на тему, яка виносилась на самостійну роботу (відповідь на теоретичне питання, яке входить до складу питань для складання іспиту з дисципліни для студентів заочної форми навчання).

Завдання 2. Розробити елементарну автоматичну систему регулювання визначеним параметром виробничого процесу:

- визначити склад елементарної бази для автоматизації процесу регулювання заданим параметром виробничого процесу;
- розробити ескізний проект такої системи;
- дати словесний опис системи;
- розробити структурну схему автоматичної системи з представленням всіх зв'язків (інформаційних, енергетичних тощо), які мають бути передбачені в системі для виконання свого функціонального призначення;
- виконати відповідні розрахунки параметрів системи;

- вказати, який принцип керування закладений у роботу цієї системи;
- обґрунтовано запропонувати більш спрощений варіант схеми.

Завдання 3. Вивчити роботу роботизованого комплексу (РК) та розробити алгоритм його функціонування в межах циклу для визначених умов виробничого процесу. Побудувати циклограму роботи.

Відповідно до завдання, у якому наводиться компоновка РК і функція його роботи, розробити два альтернативних варіанти алгоритму роботи в межах циклу. Побудувати циклограми роботи і за результатами визначення тривалості циклу обирати найбільш продуктивний варіант алгоритму (для денної форми навчання розглядаються декілька РК).

4 ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ СКЛАДАННЯ ІСПИТУ

1. Основні напрями автоматизації виробничих процесів у механообробці.
2. Основи поняття та визначення автоматизованого виробництва.
3. Продуктивність автоматичних машин.
4. Характеристика витрат часу в автоматичному виробництві.
5. Основні поняття та визначення, які застосовуються для засобів автоматизації.
6. Класифікація датчиків, які застосовуються для засобів автоматизації.
7. Шляхові датчики.
8. Фотоелектричні та індуктивні розмірні датчики.
9. Силові датчики.
10. Датчики тиску.
11. Датчики температури.
12. Швидкісні датчики.
13. Характеристика проміжних пристроїв засобів автоматизації.
14. Підсилювачі.
15. Зменшувачі.
16. Сповільнювачі.
17. Якісні реле-перетворювачі.
18. Характеристика виконавчих пристроїв засобів автоматизації.
19. Електромагніти.
20. Муфти.
21. Електродвигуни.
22. Магнітострикційний та кроковий електричні двигуни.
23. Гідро- і пневмодвигуни.
24. Класифікація систем керування технологічним обладнанням.
25. Системи керування загальним циклом.
26. Системи шляхового керування.
27. Системи керування від кулачків.
28. Системи керування від копіїв.

29. Системи числового програмного керування.
30. Схеми автоматизації робочих циклів, електромеханічний привод.
31. Автоматичне підналагодження металорізальних верстатів. Блокувальні пристрої.
32. Способи розміщення запасу штучних заготовок завантажувальних верстатних пристосувань.
33. Типи завантажувальних пристроїв штучними заготовками.
34. Види завантажувальних верстатних пристосувань залежно від способу переміщення в них деталей.
35. Бункерні завантажувальні пристрої.
36. Магазинні та бункерно-магазинні завантажувальні пристрої.
37. Штабельний завантажувальний пристрій.
38. Способи транспортування деталей у завантажувальних верстатних пристосуваннях.
39. Крокові транспортери з «прапорцями», поворотними штангами.
40. Грейферні та рейнерні крокові транспортери.
41. Вібраційні та кишенькові бункери.
42. Види робочих автоматичних циклів.
43. Приводи для реалізації робочих автоматичних циклів.
44. Транспортні й поворотні пристрої для деталей на автоматичних лініях.
45. Класифікація автоматичних ліній.
46. Компоновка автоматичних ліній.
47. Основні етапи автоматизації складальних робіт.
48. Задачі, які мають вирішуватися при впровадженні автоматизації складання.
49. Обладнання для виконання автоматичного складання.
50. Особливості автоматизації технологічних процесів на агрегатних верстатах.
51. Особливості автоматизації технологічних процесів на автоматичних лініях.
52. Особливості автоматизації технологічних процесів на верстатах з ЧПК.
53. Особливості автоматизації широкономенклатурного виробництва. Обладнання та системи, які для цього влаштовуються.

5 ЗАДАЧІ ДЛЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ (КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ)

1. Розробити принципову схему автоматичної системи для регулювання кутової швидкості на валу парової машини, застосувати такі складові елементи:

- розподільний золотник;
- гідроциліндр;

- заслонку;
- паровий двигун;
- важіль;
- відцентровий вимірювач швидкості.

2. Розробити автоматичний регулятор тиску повітря в трубопроводі, застосувавши такі складові елементи:

- заслонку;
- кривошипно-шатунний механізм;
- гідроциліндр;
- мембрану;
- струменеву трубку;
- джерело енергії.

3. Розробити автоматичний регулятор тиску повітря в трубопроводі, застосувавши такі складові елементи:

- розподільний золотник з електромагнітним керуванням;
- заслонку;
- гідроциліндр;
- мембрану;
- електричні контакти;
- джерело енергії.

4. Розробити схему автоматичного пневмоконтролю вимірювального перетворювача для сортування призматичних деталей по висоті. Рекомендований елементний склад:

- сильфон (и);
- вхідні та вихідні сопла;
- електроконтакти;
- інші необхідні елементи, пристрої, комутації.

5. Розробити систему автоматичного регулювання рівня води в резервуарі. Рекомендований елементний склад:

- поршневий серводвигун;
- струменева трубка;
- клапан;
- демпфер поршневого типу;
- інші необхідні елементи, пристрої.

6. Розробити систему автоматичного регулювання рівня води в резервуарі. Рекомендований елементний склад:

- гідроциліндр двосторонньої дії;
- розподільний золотник з електромагнітним керуванням;
- клапан;
- інші необхідні елементи, пристрої.

7. Розробити систему автоматичного регулювання тиску газу в резервуарі. Рекомендований елементний склад:

- поршневий сервопривод;
- сильфон;
- клапан;
- струменева трубка.

8. Розробити систему автоматичного регулювання рівня води в резервуарі. Рекомендований елементний склад:

- струменеві трубка;
- трубка Вентурі;
- диференціальний манометр з мембраною;
- розподільний золотник з електромагнітним керуванням;
- клапан;
- поршневий серводвигун.

9. Розробити принципову схему автоматичного регулювання кутової швидкості на валу парової машини. Рекомендований елементний склад:

- заслонка;
- паровий двигун;
- важіль;
- відцентровий вимірювач швидкості.

10. Розробити систему автоматичного регулювання рівня води в резервуарі. Рекомендований елементний склад:

- демпфер поршневого тиску;
- пружина;
- золотник;
- клапан;
- важіль;
- поплавок.

11. Розробити систему автоматичного регулювання рівня води в резервуарі. Рекомендований елементний склад:

- порошневий серводвигун;
- золотник;
- клапан;
- поплавок.

12. Розробити систему автоматичного регулювання тиску газу в резервуарі. Рекомендований елементний склад:

- поршневий сервопривод;
- сильфон;
- клапан;
- струменевий перетворювач.

13. Розробити принципову схему автоматичної системи для регулювання кутової швидкості на валу парової машини, застосувати такі складові елементи:

- серводвигун поршневого типу;
- клапан;
- струменеві трубки;
- поплавок;
- важіль;
- відцентровий вимірювач швидкості.

14. Розробити принципову схему пневмоелектричного вимірювального перетворювача з мембраною для контролю одного з параметрів габариту призматичної деталі, застосувати такі складові елементи:

- сільфон (и);
- вхідні та вихідні сопла;
- електроконтакти;
- інші необхідні елементи.

15. Розробити принципову схему автоматичного диференціального рівнеміра, застосувати такі складові елементи:

- гідроциліндр двосторонньої дії;
- розподільний золотник з електромагнітним керуванням;
- клапан;
- інші необхідні елементи.

16. Розробити систему автоматичного регулювання рівня води в резервуарі. Рекомендований елементний склад:

- поршневий серводвигун;
- важелі;
- струменева трубка;
- клапан;
- поплавок.

17. Розробити принципову схему із замкненою системою регулювання величини подачі при здійсненні позиціонування робочого органу круглошліфувального верстата. Застосувати елементи гідроприводу та датчик індуктивного типу.

18. Розробити систему автоматичного регулювання рівня води в резервуарі. Зокрема, у схемі передбачити ртутний контакт, важіль, соленоїдний клапан.

19. Розробити схему автоматичного вимірювання одного з габаритних розмірів призматичної деталі, застосувати датчик типу «сопло-заслінка» пневматичної дії, вхідні сопла та датчик тензорезисторного типу.

20. Розробити схему автоматичного регулятора температури, яка змінюється за визначеною в часі залежністю в печі для гартування деталей. Згідно з варіантом завдання, потрібно навести схему, записати специфікацію складових елементів, описати принци дії.

6 ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ (КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ)

Завдання 1. Наводиться відповідь на теоретичне питання (обсяг до 5 сторінок набраного комп'ютерного тексту).

Завдання 2 (приклад 1).

А. Розробити принципову схему автоматичної системи для регулювання кутової швидкості на валу парової машини, застосувавши такі елементи:

- розподільний золотник;
- гідроциліндр;
- заслонку;
- паровий двигун;
- важіль;
- відцентровий вимірювач швидкості (ВВШ).

Б. Обґрунтовано запропонувати більш спрощений варіант схеми за варіантом А з використанням відцентрового вимірювача швидкості.

Для варіантів А та Б дати словесні описи систем (склад, принцип дії).

В. Побудувати структурну схему однієї з розроблених систем за варіантами А або Б, яка зображає інформаційні та енергетичні зв'язки між окремими функціональними елементами системи (віднести всі складові елементи системи за функціональною ознакою до відповідного засобу автоматизації та до відповідного функціонального блока однойменної схеми, відомої з курсу «Основи автоматизації виробництва», визначити необхідні зв'язки між складовими елементами та віднести їх до інформаційних, енергетичних тощо, вказати і назвати згідно з прийнятою термінологією обов'язкові сигнали, які мають міститися в будь-якій системі автоматичного регулювання, вказати, який принцип керування закладений в роботу такої системи.

Виконання завдання

Варіант А

Гідравлічний двигун (золотник 1 із силовим поршнем 2 разом з ізодромом (пружина 7 із демпфером 8 можуть знаходитись в спокої тільки при одному певним положенні важеля 4, коли пружина знаходиться у ненапруженому стані, а золотник 1 – у середньому положенні (як показано на рис. 1). При цьому муфта ВВШ займає положення, яке відповідає заданій кутовій швидкості Ω .

При відхиленні швидкості Ω від заданого значення муфта 6 зсунеться, змістить золотник 1 і вся система прийде в рух до тих пір, поки швидкість Ω знову не стане заданою.

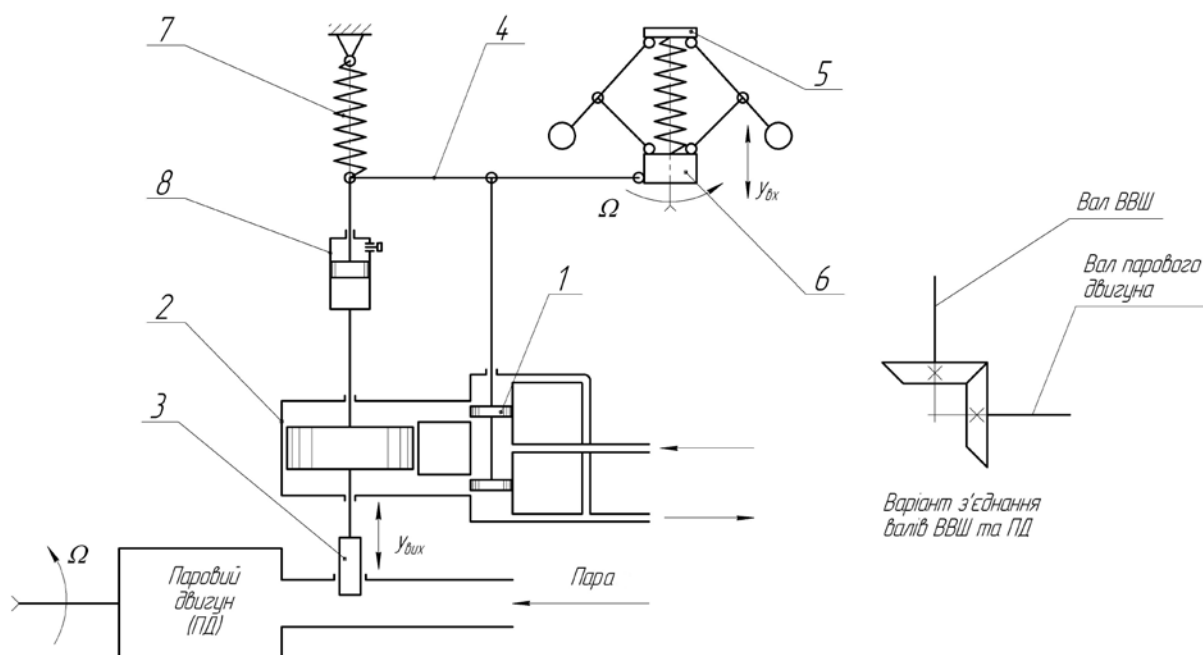


Рисунок 1 – Автоматична система

для регулювання кутової швидкості на валу парової машини:

- 1 – розподільний золотник; 2 – гідроциліндр;
- 3 – заслінка; 4 – важіль; 5 – відцентровий вимірювач швидкості;
- 6 – муфта ВВШ; 7 – пружина; 8 – демпфер

Варіант Б

Заданій кутовій швидкості Ω відповідає певне положення муфти ВВШ і, відповідно, – заслінки 5, яка утворює такий прохід для пари, що задовольняє виникненню на валу ПД заданої швидкості Ω .

При відхиленні Ω від заданого значення змінюється положення муфти 2, яка через важелі 3, 4 змінює відповідно положення заслінки і, таким чином, регулюється кількість пари, що надходить до парового двигуна – після чого кутова швидкість Ω знову приймає значення заданої (рис. 2).

У роботу такої системи закладено принцип керування за відхиленням, тобто існує канал зворотного зв'язку, що робить систему замкненою.

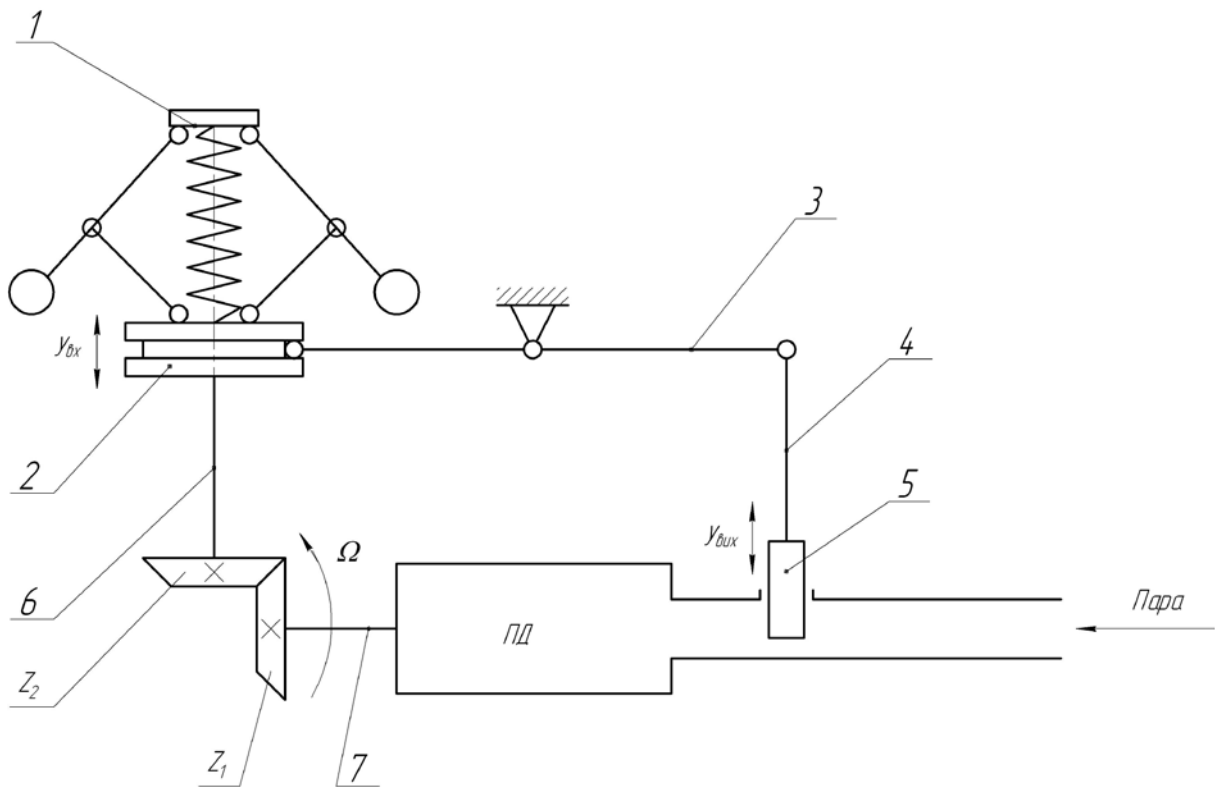


Рисунок 2 – Спрощений варіант автоматичної системи для регулювання кутової швидкості на валу парової машини:
 1 – ВВШ; 2 – муфта ВВШ; 3, 4 – важелі; 5 – заслінка; 6, 7 – вали;
 Z_1, Z_2 – пара конічних зубчастих коліс

Варіант В

Розроблені системи працюють за принципом керування за відхиленням. Розглянемо систему, розроблену за варіантом Б. Її структура може бути представлена функціональною схемою (рис. 3).

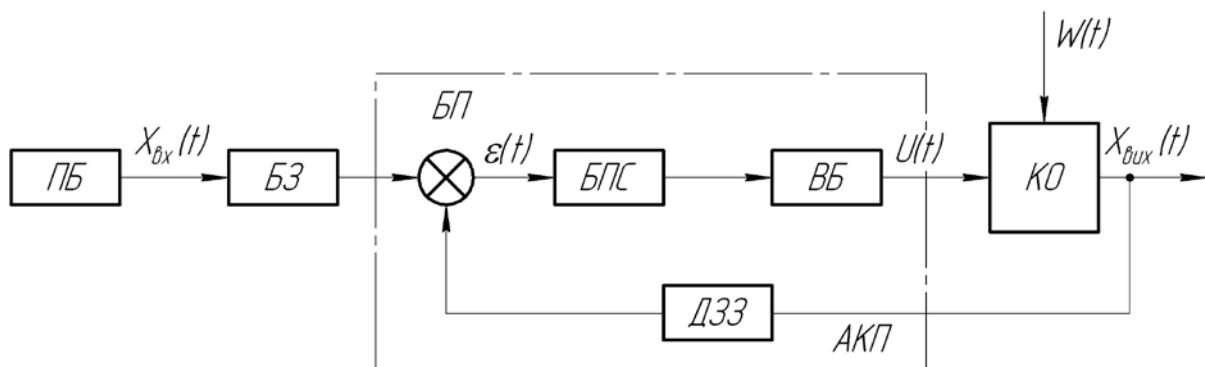


Рисунок 3 – Функціональна схема системи

На схемі вказані такі функціональні блоки: ПБ – програмний блок; БЗ – блок зчитування програми; БП – блок порівняння; БПС – блок підсилення; ВБ – виконавчий блок; АКП – автоматичний керувальний пристрій; КО – керований об’єкт; $X_{вх}(t)$ – програмний сигнал; $\varepsilon(t)$ – розбіжність між програмним сигналом та сигналом на виході $X_{вих}(t)$; $W(t)$ – внутрішні або зовнішні збурення, які діють на керований об’єкт та викликають розбіжність (відхилення) $\varepsilon(t)$; ДЗЗ – датчик зворотного зв’язку.

Відповідність між складовими елементами системи та функціональними блоками така: КО – парова машина; керувальний орган (він закладений як керований об’єкт) – заслінка 1; $X_{вх}(t)$ – потрібна кутова швидкість Ω обертання вала парової машини; $X_{вих}(t)$ – переміщення заслінки 1; БЗ – муфта ВВШ – 5; ланцюг керування – важелі 3 та 2; БПС – важіль 3; ВБ – важіль 2; ланцюг зворотного зв’язку – осі 7 та 6, шестерні Z_1 та Z_2 ; ДЗЗ – відцентровий вимірювач швидкості ВВШ.

Завдання 2 (приклад 2).

Розробка елементарних автоматичних систем регулювання певним параметром виробничого процесу.

Умова. Розробити автоматичну систему підтримання постійної швидкості подачі шліфувальної бабки круглошліфувального верстата, застосувавши елементи гідроприводу та відомі засоби автоматизації в ланцюзі керування. Розглянути альтернативні варіанти.

Виконання завдання

1. Визначення елементної бази системи. До складу системи повинні входити такі елементи:

- гідравлічна насосна станція;
- гідроциліндр, шток якого жорстко з’єднаний зі шліфувальною бабкою;
- автоматично керований дросель;
- датчик вихідного сигналу (як альтернативні варіанти можна розглянути реостатний датчик, ємнісний, індуктивний);
- порівнювальний пристрій;
- підсилювальний пристрій.

Будемо вважати, що хід шліфувальної бабки здійснюється на невеликій відстані, тобто для розробки системи не знадобляться занадто потужні, тобто великогабаритні датчики. Таким чином, усі запропоновані датчики зворотного зв’язку можуть бути застосовані в такій розробці.

2. У роботу заданої системи доцільно закласти принцип керування за відхиленням, тобто в ній має бути зворотний зв’язок. Наведемо функціональну схему такої системи (рис. 4).

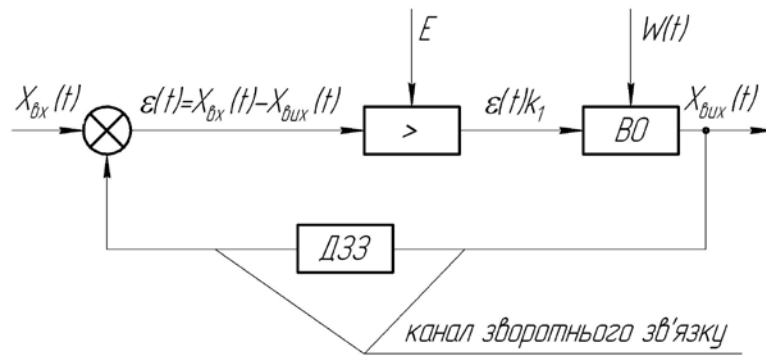


Рисунок 4 – Функціональна схема системи

На функціональній схемі позначено: $X_{вх}(t)$ – програмний сигнал; $X_{вих}(t)$ – відпрацьований системою програмний сигнал – вихідний сигнал; $>$ – підсилювач, який живиться від окремого джерела енергії E ; ВО – виконавчий орган; ДЗЗ – датчик зворотного зв’язку; $\varepsilon(t)$ – розбіжність між програмним сигналом та сигналом на виході $X_{вих}(t)$; k_1 – коефіцієнт підсилення; \otimes – порівнювальний пристрій.

3. Розробка ескізного проекту цієї системи.

Варіант А

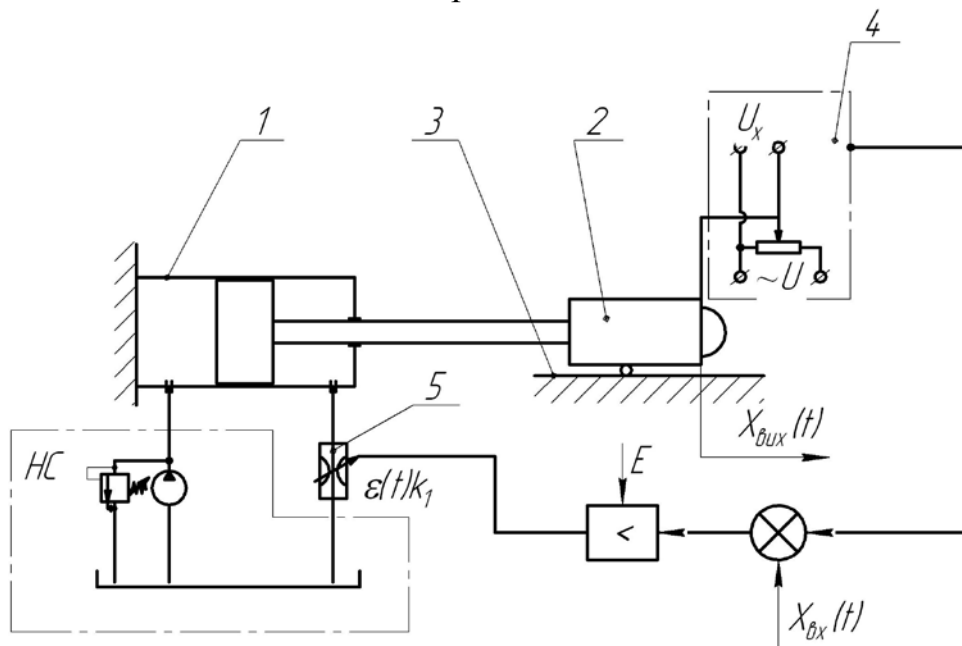


Рисунок 5 – Ескізний проект системи (варіант А)

На рис. 5 позначено: НС – насосна станція; 1 – гідроциліндр; 2 – шпindelна бабка (вона ж шліфувальна); 3 – напрямні верстата; 4 – датчик зворотного зв’язку реостатного типу; 5 – автоматично керований дросель, який встановлено за схемою регулювання швидкості «на виході виконавчого органу».

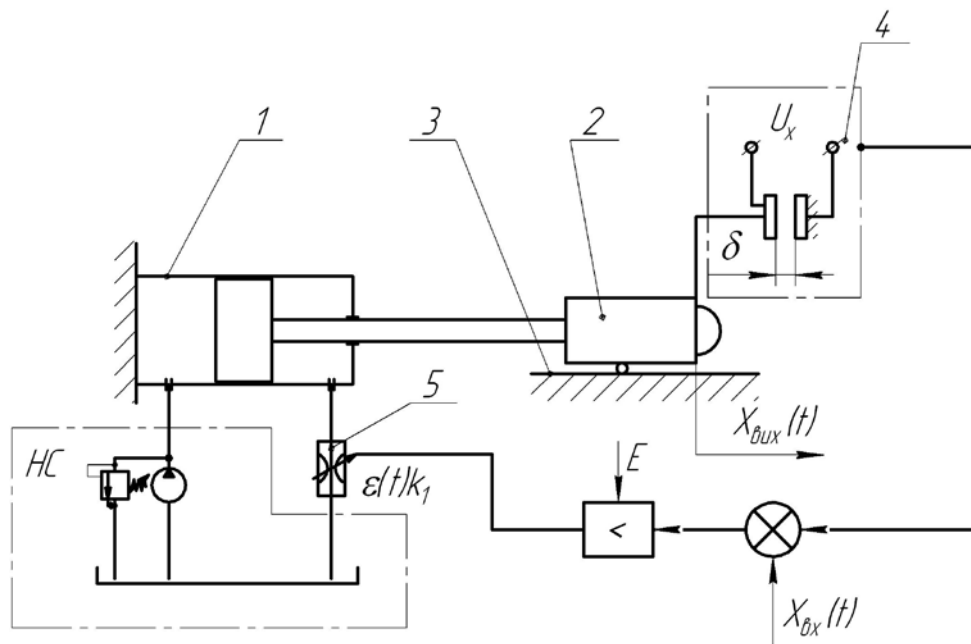


Рисунок 6 – Ескізний проект системи (варіант Б)

Позначення на рис. 6 відповідають позначенням на рис. 5, крім позиції 4 – датчик зворотного зв'язку ємнісного типу.

У розроблених схемах гідроциліндр 1 є виконавчим органом, шліфувальна бабка із кругом – робочим органом, дросель 5 – регулювальним органом.

Завдання 3. Розробити алгоритм роботи роботизованого комплексу та побудувати циклограму роботи для заданої схеми. У варіанті А накопичувач деталей (НД) і накопичувач заготовок (НЗ) розміщені окремо, у варіанті Б – НПЗ і НПД суміщені.

Стислі теоретичні відомості

Роботизований комплекс (РК), відповідно до ГОСТ 26228–85, визначений як сукупність одиниці технологічного обладнання, промислового робота (ПР) і засобів оснащення, що автономно функціонує і здійснює багаторазові цикли.

Засобами оснащення РК можуть бути пристрої накопичення, орієнтування, поштучної видачі об'єктів виробництва й інші пристрої, які забезпечують функціонування РК.

Роботизовані комплекси підлягають класифікації, деякі ознаки яких такі:

- функціональна (роботизований технологічний комплекс (РТК), роботизований виробничий комплекс (РВК));
- структурна (однопозиційний РК, багатопозиційний, груповий);
- тип компонування (лінійно-паралельна, лінійна, кутова, кругова, комбінована).

Якщо ж у роботизованому комплексі ПР (або група ПР) виконує основні операції технологічного процесу, то він називається РВК, а якщо допоміжні операції – РТК.

Однопозиційний РК – один ПР обслуговує одну одиницю технологічного обладнання; груповий РК – один ПР обслуговує групу однотипового або різнотипового обладнання; багатопозиційний РК (роботизований центр) – група ПР виконує взаємопов'язані або взаємодоповнювальні функції при обслуговуванні одного або декількох робочих місць.

За типом конструювання РК розрізняються за розташуванням робочих місць, які обслуговує (або обслуговують) ПР.

Для визначення найбільш раціонального використання ПР у складі РК необхідно подбати про те, щоб були використані максимальні можливості ПР, наприклад, задіяна максимальна кількість ступенів рухомості, і, крім того, щоб ПР на виконання необхідної операції витрачав мінімальний час. Останнє може залежати від конструювання РК, від заданих режимів рухів виконавчих органів ПР, від концентрації (суміщення) декількох рухів і таке інше. Для виконання поставленого завдання можна скористатись циклограмами роботи як РК, так і ПР окремо.

Виконання завдання

З метою опису алгоритму роботи роботизованого комплексу застосовують умовні позначення. Рухи, що відбуваються в один і той же проміжок часу можна записувати в одному горизонтальному рядку.

Умовні позначення мають такі зображення з характеристиками рухів:

П – пристосування;

ЗЕ – захисний екран;

З₁, З₂ – захвати;

М – маніпулятор;

КМ – каретка маніпулятора;

НПЗ – накопичувач заготовок;

НПД – накопичувач деталей;

—→ Д-П ←— – наприклад, деталь (Д) затискається в патроні;

←З→ – наприклад, заготовка (З) розтискається в захваті З₂;

)← Д-П – наприклад, деталь встановлюється в патрон;

)→ З-З₁ – наприклад, заготовка вилучається із захвата З₁;

↙↘ М-90° – наприклад, маніпулятор піднімається або опускається на кут 90° (оскільки цей рух може здійснюватися в різних площинах, то

поруч з позначенням потрібно вказувати словами, куди здійснюється рух, наприклад, ($M-90^\circ$ – до робочої зони верстата);

$\leftarrow -ZE$ – наприклад, вказується напрямок поступального руху захисного екрана.

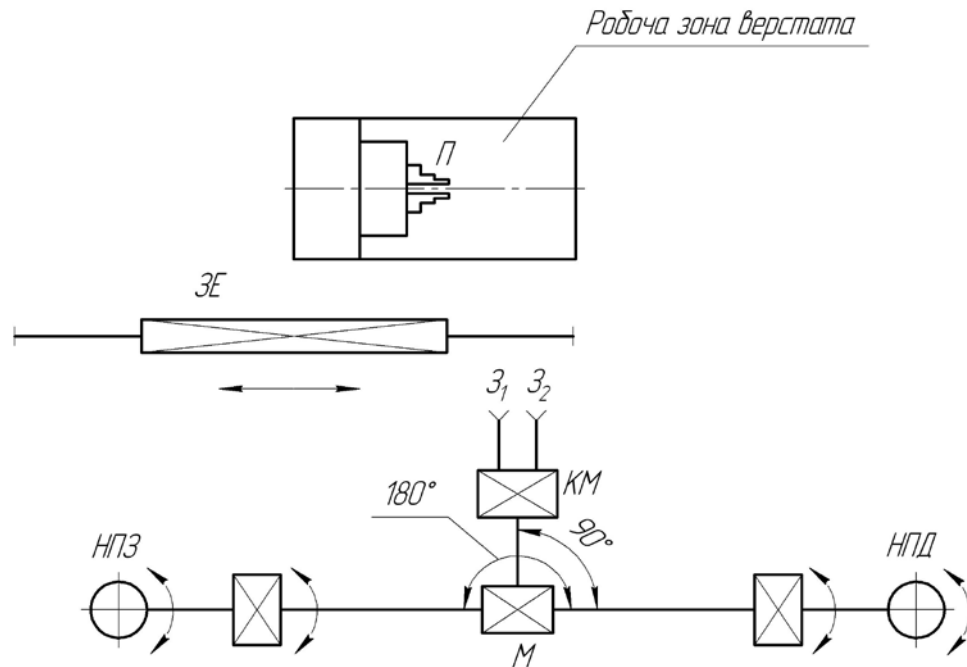


Рисунок 7 – Схема роботизованого комплексу

Режим роботи РК:

1) патрон

- закріплення 1,5 с,
- розкріплення 1 с.

2) накопичувачі

- поворот на 1 крок 2 с.

3) захисний екран

- довжина переміщення 1 м,
- швидкість переміщення 0,2 м/с.

4) промисловий робот

- швидкість кутових переміщень маніпулятора 2° за 1 с,
- швидкість ротації каретки маніпулятора 90° за 1 с,
- швидкість установчих переміщень 0,2 м/с,
- довжина ходу каретки маніпулятора 10 мм,
- час затискання захватами Z_1 і Z_2 по 1 с,
- час розтискання захватами Z_1 і Z_2 по 2 с.

Вихідні умови: деталь закріплена в пристосуванні верстата, відбувається процес обробки, екран закритий, маніпулятор встановлений вертикально, пустий захват Z_1 спрямований до робочої зони, у захваті Z_2 затиснена заготовка. Закінчується обробка заготовки.

Варіант А

Алгоритм:

1. Відкривається захисний екран.
2. М захватом Z_1 нахиляється на 90° у робочу зону верстата.
3. М рухається вліво до П.
4. Z_1 затискає оброблену деталь.
5. П розтискає деталь.
6. М рухається вправо.
7. М піднімається на 90° у вихідне положення.
8. К обертається на 180° .
9. М захватом Z_2 нахиляється на 90° у робочу зону верстата.
10. М рухається вліво до П.
11. П затискає заготовку.
12. Z_2 затискає заготовку.
13. М рухається вправо.
14. М піднімається на 90° у вихідне положення.
- Одночасно: 15. Закривається захисний екран, починається обробка заготовки.
16. М нахиляється вправо до НПД на 90° .
17. Z_2 розтискає деталь.
18. М піднімається на 90° у вихідне положення.
19. М нахиляється вліво на 90° до НПЗ.
20. Z_1 затискає заготовку.
21. М піднімається на 90° у вихідне положення.

Варіант Б

Алгоритм:

1. Відкривається захисний екран.
2. М захватом Z_1 нахиляється на 90° у робочу зону верстата.
3. М рухається вліво до П.
4. Z_1 затискає оброблену деталь.
5. П розтискає деталь.
6. М рухається вправо.
7. М піднімається на 90° у робочу зону верстата.
8. К обертається на 180° .
9. М захватом Z_2 нахиляється на 90° у робочу зону верстата.
10. М рухається вліво до П.
11. П затискає заготовку.
12. Z_2 затискає заготовку.
13. М рухається вправо.
14. М піднімається на 90° у вихідне положення.
- Одночасно: 15. Закривається захисний екран, починається обробка заготовки.
16. М нахиляється вліво до НПД та НПЗ на 90° .

Одночасно: 17. З₂ розтискає заготовку.

18. З₁ затискає заготовку.

19. М піднімається на 90° у вихідне положення.

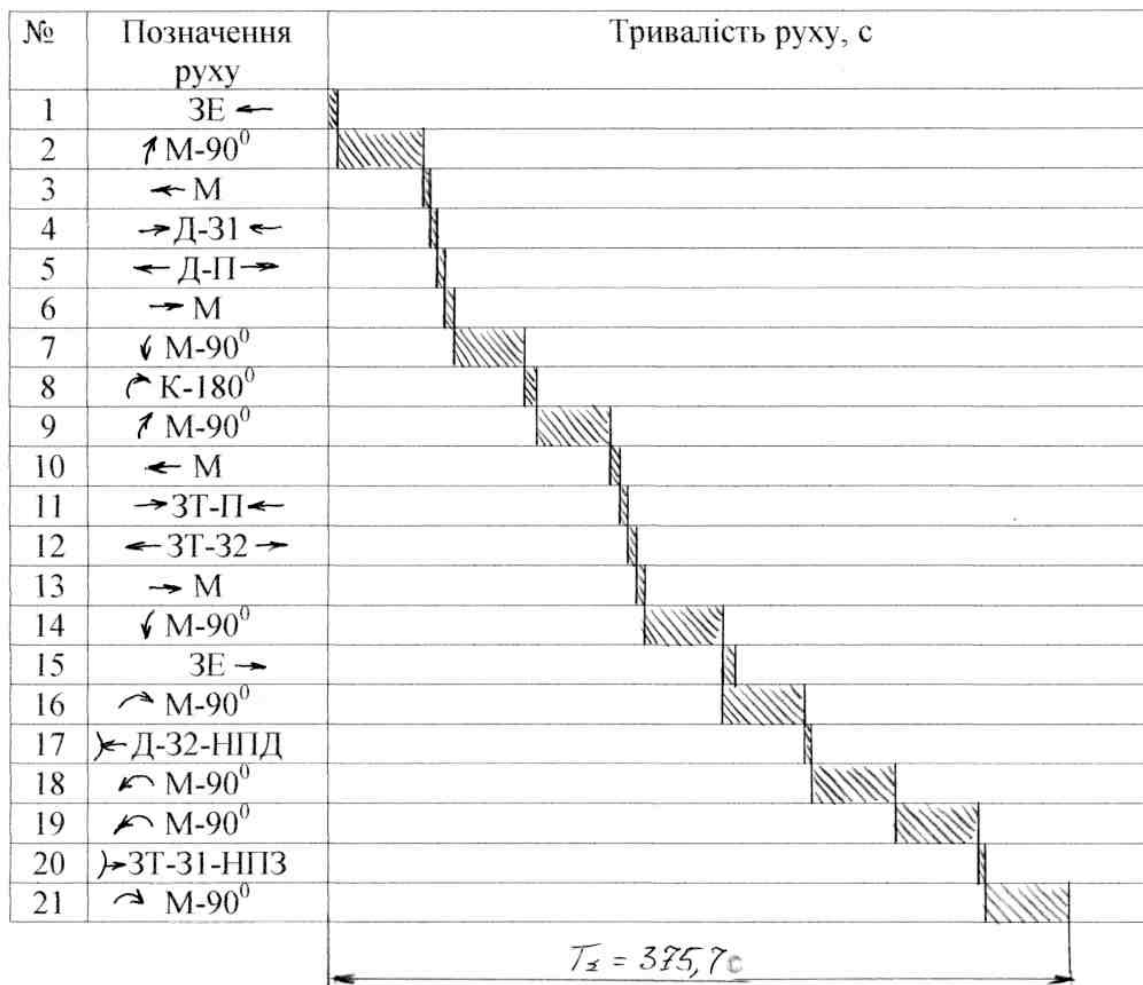


Рисунок 8 – Циклограма роботи для варіанта А

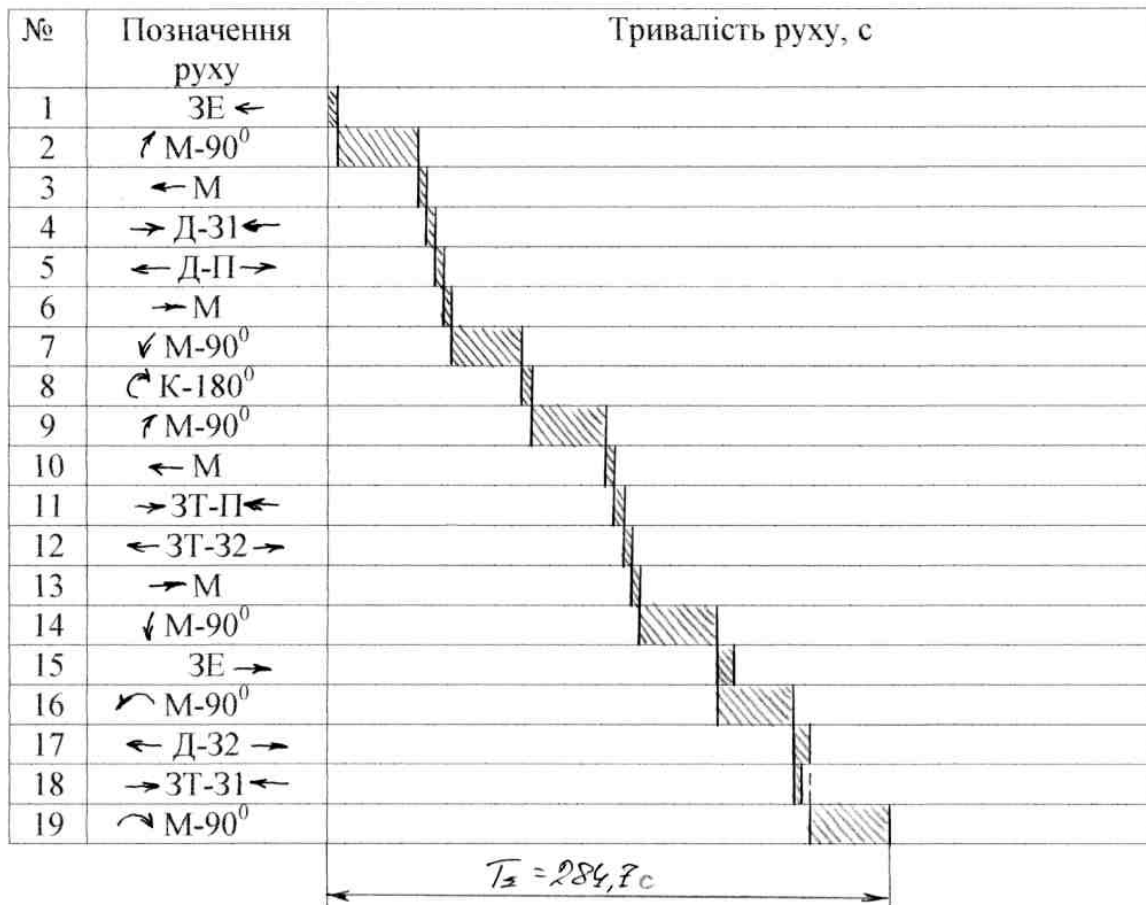


Рисунок 9 – Циклограма роботи для варіанта Б

Висновок. Оскільки у варіанті Б при суміщенні накопичувача деталей і заготовок разом сумарна тривалість руху менша на 91 с, то варіант Б є більш раціональним і економним за часом, ніж перший.

7 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВІДПОВІДЕЙ НА ІСПИТІ З ДИСЦИПЛІНИ

Відмінно (5+) – студент в повному обсязі, чітко, самостійно, грамотно, логічно обґрунтовано дає відповідь на теоретичне питання та виконує практичне завдання з елементами творчого підходу, що повністю підтверджує вільне володіння матеріалом і надбання відмінних практичних навичок у застосуванні цього матеріалу.

Відмінно (5) – студент дає загалом правильні відповіді, що адекватні попереднім характеристикам, але вони містять незначні неточності.

Відмінно (5–) – студент дає загалом правильні відповіді, але вони містять незначні неточності й у практичному завданні відсутній творчий підхід.

Добре (4+) – студент дає загалом правильні відповіді, але їхнє логічне обґрунтування недостатнє.

Добре (4) – студент дає загалом правильні відповіді, але вони в основному містять репродуктивний характер і є намагання їхнього логічного обґрунтування.

Добре (4–) – студент дає загалом правильні відповіді та є намагання їхнього логічного обґрунтування.

Задовільно (3) – студент дає відповіді, які в окремі моменти відображають суть запитань і є намагання їхнього логічного обґрунтування.

Задовільно (3–) – студент дає відповіді, які містять лише окремі моменти, що відображає суть запитання, без їхнього логічного обґрунтування.

Незадовільно (2) – відповіді студента містять або лише елементарні пояснення по суті запитань, або лише часткові елементарні пояснення, або лише елементарні натяки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Базова

1. Малов А. Н. Основы автоматике и автоматизация производственных процессов / А. Н. Малов, Ю. В. Иванов. – М. : Машиностроение, 1974. – 368 с.
2. Владзиевский А. П. Основы автоматизации производства в машиностроении / А. П. Владзиевский, А. П. Белоусов. – М. : Высш. шк., 1974. – 352 с.
3. Корсаков В. С. Автоматизация производственных процессов / Корсаков В. С. – М. : Высш. шк., 1978. – 295 с.
4. Головко Д. Б. Автоматика і автоматизація технологічних процесів : підруч. / Головко Д. Б., Реґо К. Г., Скрипник Ю. О. – К. : Либідь, 1997. – 232 с.
5. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Автоматизація виробництва в машинобудуванні» [Електронний ресурс] / Уклад. : Ю. І. Муляр, Л. Г. Козлов, С. В. Репінський. – Вінниця : ВНТУ, 2016.

Допоміжна

6. Белоусов А. П. Автоматизация процессов в машиностроении / Белоусов А. П. – М. : Выс. шк., 1973. – 456 с.
7. Гибкие производственные системы, промышленные роботы, робототехнические комплексы : практическое пособие. – М. : Высш. шк., 1989.
8. Пашков Є. В. Електропнемоавтоматика у виробничих процесах : навч. посіб. / Пашков Є. В., Осинський Ю. О., Четв'оркін О. О. ; під ред. Є. В. Пашкова. – [2-е вид., перероб. і доп.]. – Севастополь : Вид-во СевНТУ, 2003. – 496 с.

Навчальне видання

**Методичні вказівки
до виконання контрольних робіт та
самостійної роботи студентів з дисципліни
«Автоматизація виробництва в машинобудуванні»**

Редактор О. Ткачук

Укладачі: Юрій Іванович Муляр
Леонід Геннадійович Козлов
Сергій Володимирович Репінський

Оригінал-макет підготовлено С. Репінським

Підписано до друку 28.11.2017 р.
Формат 29,7x42¼ . Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Ум. друк. арк. 1,73. Зам. № 2017-415.
Наклад 40 (1-й запуск 1–20) пр.

Видавець та виготовлювач
інформаційний редакційно-видавничий центр.
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Хмельницьке шосе, 95
м. Вінниця, 21021.
Тел. (0432) 59-85-32, 59-87-38
pres.vntu.edu.ua;
E-mail: kivc.vntu@gmail.com.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р