

Ю. І. Муляр

**ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ГНУЧКОГО АВТОМАТИЗОВАНОГО
ВИРОБНИЦТВА**

Лабораторний практикум

Міністерство освіти і науки України
Вінницький державний технічний університет

Ю. І. Муляр

**ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ГНУЧКОГО АВТОМАТИЗОВАНОГО
ВИРОБНИЦТВА**

Лабораторний практикум

Затверджено Ученою радою Вінницького державного
технічного університету як навчальний посібник для студентів
спеціальності 7.090202 – “Технологія машинобудування”. Протокол
№ ___ від ___ _____ 2003 р.

Вінниця ВНТУ 2004

Рецензенти:

П.С. Берник, доктор технічних наук, професор

О.П. Шиліна, кандидат технічних наук, доцент

Р.Д. Іскович-Лотоцький, доктор технічних наук, професор

Рекомендовано до видання Ученою радою Вінницького державного технічного університету Міністерства освіти і науки України.

Муляр Ю. І.

Технологічні основи гнучкого автоматизованого виробництва : лабораторний практикум – Вінниця : ВНТУ, 2004. – 156 с.

В навчальному посібнику наведені лабораторні роботи з дисциплін “Технологічні основи гнучкого автоматизованого виробництва” та “Технологічні основи комп’ютеризованого виробництва”. Ці роботи забезпечують:

- засвоєння практичних навичок технологічної підготовки механообробного виробництва, яке працює на базі електронно-обчислювальної техніки, зокрема, в якому використовуються багатоцільові верстати з ЧПК (розробка технологічного процесу обробки отворів у корпусних деталях), вибір інструментального оснащення багатоцільової операції, вибір та збирання окремих комплектів інструменту, визначення їх налагодочних розмірів за методами повної та неповної взаємозамінності, розробка схеми налагодження верстату на перший інструмент, заповнення бланків відповідної технологічної документації, комплектація інструментального магазину верстата, складання керуючої програми обробки, введення її до системи ЧПК та спостереження за її відпрацюванням;

- ознайомлення з конструкцією основних цільових вузлів одного з представників багатоцільових верстатів, від яких залежить гнучкість процесу обробки;

- засвоєння практичних навичок при компоновці роботизованих комплексів (РК) на базі визначеного складового обладнання для виконання тільки складальної операції, або з додатковою механічною обробкою складових деталей складальної одиниці, розробці алгоритму роботи РК та керуючих програм роботи промислового роботу, введення їх до системи керування та спостереження за відпрацюванням, розрахунку та побудові циклограм роботи РК для альтернативних варіантів.

Перелік та зміст лабораторних робіт відповідає програмі дисциплін “Технологічні основи гнучкого автоматизованого виробництва” та “Технологічні основи комп’ютерного виробництва”.

УДК 007.52 : 621

© Ю.Муляр, 2004

З М І С Т

Передмова.....	6
Методичні рекомендації до використання навчального посібника	7
Вступ	8
Лабораторна робота № 1. Вивчення конструкції механізму автоматичної заміни інструменту багатоцільового верстату з ЧПК, як одного з основних функціональних вузлів, що забезпечує гнучкість механообробної операції, та його налагодження	
Загальні відомості	11
1.1 Місце багатоцільових верстатів в гнучкому автоматизованому виробництві (ГАВ)	11
1.2 Призначення та область застосування верстату моделі MC12-250M.	
Опис загального виду	13
1.2.1 Стисла технічна характеристика верстату та системи ЧПК	14
1.2.2 Різальний та допоміжний інструмент, який застосовується при механообробці деталей на верстаті MC12-250M	16
1.3 Загальна характеристика відомих механізмів автоматичної заміни інструменту (МАЗІ) на багатоцільових верстатах з ЧПК (призначення, склад, класифікація, приклади МАЗІ)	17
1.4 Опис циклу роботи МАЗІ	19
1.5 Опис конструкції окремих вузлів МАЗІ верстату моделі MC12-250M	20
1.5.1 Механізм заміни інструменту (призначення, склад)	20
1.5.1.1 Вихідне положення механізму	21
1.5.1.2 Цикл заміни інструменту	22
1.5.2 Кантувач	22
1.5.3 Маніпулятор	23
1.5.4 Магазин	26
1.5.5 Важіль	27
1.6 Деякі рекомендації по проведенню технологічної підготовки виробництва, пов'язаної з механічною обробкою деталей в системі координат багатоцільового верстату з ЧПК	28
1.6.1 Вибір загальної послідовності переходів обробки	28
1.6.2 Вибір послідовності переходів обробки окремих отворів	29
1.6.3 Склад постійного циклу обробки отворів	29
1.6.4 Комплектування інструментального магазину	30
1.6.5 Розмірне налагодження інструменту за методом неповної взаємозамінності	31
1.7 Необхідне обладнання та оснащення для проведення лабораторної роботи.....	32
1.8 Послідовність виконання лабораторної роботи.....	32
1.9 Зміст та вимоги до звіту	33
1.9.1 Зміст завдання.....	33

1.9.2	Опис роботи відповідного механізму МАЗІ.....	33
1.9.3	Розробка спрощеної схеми МАЗІ і складання алгоритму його роботи.....	34
1.9.4	Розробка маршруту обробки заданого комплексу поверхонь і підготовка верстату до відпрацювання його маршруту.....	34
1.9.5	Висновки по роботі.....	34
1.10	Контрольні питання для самоперевірки	35
	Лабораторна робота № 2. Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі типу “Корпус” в системі координат багатоцільового верстату з ЧПК	36
2.1	Загальні відомості	36
2.1.1	Вибір послідовності переходів обробки різних груп отворів	36
2.1.2	Рекомендації до комплектування інструментального магазину ..	38
2.1.3	Рекомендації до особливостей технологічного маршруту механічної обробки деталей типу “Корпус”	38
2.1.4	Вибір баз, призначення припусків та режимів обробки	40
2.1.5	Розмірне налагодження інструменту за методом повної взаємозамінності	41
2.2	Необхідне обладнання, оснащення, матеріали та приладдя	42
2.3	Послідовність виконання лабораторної роботи	42
2.4	Зміст та вимоги до звіту	46
2.5	Контрольні питання для самоперевірки	47
2.6	Література	48
	Лабораторна робота №3. Розробка керуючої програми роботи промислового роботу РФ-204 М у складі роботизованого комплексу	51
3.1	Необхідне обладнання, матеріали і приладдя	51
3.2	Загальні відомості	51
3.3	Опис конструкції і принципу дії промислового роботу	56
3.3.1	Промисловий робот РФ-204 М	56
3.3.1.1	Технічна характеристика	56
3.3.1.2	Склад конструкції	56
3.3.2	Система керування СУ-202 М	58
3.3.2.1	Характеристика системи	58
3.3.2.2	Опис пульта керування	59
3.3.2.3	Інші органи керування	62
3.4	Порядок виконання лабораторної роботи	62
3.5	Зміст звіту.....	63
3.6	Деякі методичні рекомендації до виконання роботи	63
3.7	Послідовність введення керуючої програми у систему керування	
3.7.1	Режим навчання	64
3.7.2	Автоматичний режим.....	64
3.8	Контрольні питання	65
3.9	Література	65

Додатки	66
А. Додатки до виконання лабораторної роботи № 1.....	67
Б. Додатки до виконання лабораторної роботи № 2.....	69
В. Додатки до виконання лабораторної роботи № 3.....	85

ПЕРЕДМОВА

Розробка даного навчального посібника має допомогти студентам факультету технології, автоматизації та комп'ютеризації машинобудування у засвоєнні матеріалів курсів, застосувати отримані навички при виконанні дипломних проектів та в подальшій професійній діяльності за фахом. Ці роботи забезпечують:

- засвоєння практичних навичок технологічної підготовки механообробного виробництва, яке працює на базі електронно-обчислювальної техніки, зокрема, в якому використовуються багатоцільові верстати з ЧПК (розробка технологічного процесу обробки отворів у корпусних деталях), вибір інструментального оснащення багатоцільової операції, вибір та збирання окремих комплектів інструменту, визначення їх налагодочних розмірів за методами повної та неповної взаємозамінності, розробка схеми налагодження верстату на перший інструмент, заповнення бланків відповідної технологічної документації, комплектація інструментального магазину верстата, складання керуючої програми обробки, введення її до системи ЧПК та спостереження за її відпрацюванням;

- ознайомлення з конструкцією основних цільових вузлів одного з представників багатоцільових верстатів, від яких залежить гнучкість процесу обробки;

- засвоєння практичних навичок при компоновці роботизованих комплексів (РК) на базі визначеного складового обладнання для виконання тільки складальної операції, або з додатковою механічною обробкою складових деталей складальної одиниці, розробці алгоритму роботи РК та керуючих програм роботи промислового роботу, введення їх до системи керування та спостереження за відпрацюванням, розрахунку та побудові циклограм роботи РК для альтернативних варіантів.

Слід відмітити, що лабораторна робота № 2 раніше вже видавалася в нашому університеті, але в російськомовному варіанті та з більш обмеженим складовим матеріалом.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОРИСТАННЯ НАВЧАЛЬНОГО ПОСІБНИКА

У зв'язку з тим, що дисципліна „Технологічні основи гнучкого автоматизованого виробництва” викладається також і студентам заочного відділення, у яких обсяг лабораторних занять відрізняється від стаціонару, то виникла необхідність рекомендувати викладачам, які проводять заняття, таке застосування викладеного в посібнику матеріалу:

1. Лабораторні роботи за номерами 2 та 3 виконуються студентами денної форми навчання (10 годин).
2. Лабораторні роботи за номерами 1 та 3 виконуються студентами заочної форми навчання (4 годин).
3. Лабораторну роботу за номером 2 рекомендовано використати у вигляді контрольної роботи для студентів заочної форми навчання за таким змістом завдання:
 1. Теоретичні питання (з переліку питань, які видаються студентам для підготовки до іспиту).
 2. Розробити технологічний процес механічної обробки отворів за схемами № ... та № ... (бажано одна схема – послідовна обробка, друга схема – паралельна обробка). Скласти карту налагодження інструменту на оптимальну схему обробки, схему налагоджування на перший різальний інструмент. Розробити фрагменти керуючої програми обробки, до якої повинні увійти 2–3 заміни інструмента та повороту столу.

ВСТУП

Мета лабораторного практикуму – надбання практичних навичок технологічної підготовки виробництва на базі сучасної техніки – багатоцільових верстатів з ЧПК та промислових роботів та складанні керуючих програм їх роботи; ознайомлення з конструкціями головних механізмів багатоцільового верстату, які забезпечують автоматизацію циклу обробки та значно підвищують гнучкість обладнання; навчання вибирати найбільш продуктивний та ефективний технологічний процес для багатоцільового верстату або для роботизованого комплексу; взагалі, поглиблення знань студентів з дисциплін “Технологічні основи гнучкого автоматизованого виробництва” та “Технологічні основи комп’ютеризованого виробництва”, вивчення яких покладено в основу підготовки інженерів – механіків за спеціальностями 7.090202 та 7.090202/04.

Порядок виконання лабораторних робіт. На першому занятті викладач ознайомлює студентів з планом лабораторних робіт на поточний семестр та прийнятою методикою їх виконання. Студентам пояснюється специфіка проведення робіт в аудиторії та лабораторії, що визначена правилами внутрішнього розпорядку, вимогами охорони праці та пожежної безпеки.

Кожний студент повинен самостійно вивчити відповідні документи та підтвердити знання цих правил і вимог та зобов’язатись суворо їх дотримуватись власним розписом у журналі даної лабораторії. Студентів попереджають, що вони несуть матеріальну відповідальність за збитки, які виникли через необережне чи недбале ставлення до лабораторних засобів та обладнання.

Лабораторні роботи виконують у такій послідовності:

1. Попереднє вивчення теоретичного матеріалу (наприклад, характеристик обладнання, рекомендованих маршрутів механічної обробки, методики проведення роботи і т. ін.).
2. Оформлення звіту (представляються необхідні розрахунки, схеми, характеристики підібраних необхідних атрибутів ТП і т.ін.).
3. Практичне виконання запланованих робіт на технологічному обладнанні (багатоцільовому верстаті з ЧПК та промислового роботів). Обладнання на цьому етапі буде працювати лише в імітаційному режимі згідно керуючій програмі, складеній студентом. Всі дії пов’язані з керуванням роботою обладнання, виконує учбовий майстер, за винятком процесу введення керуючих програм до відповідних систем керування.

Порядок проведення лабораторних робіт. До лабораторної роботи допускаються студенти, які за попереднім опитуванням підтвердили свою здатність виконувати цю роботу, тобто знають методику, послідовність, мету, характеристики та можливості обладнання. Після чого викладач більш детально ознайомлює студентів з обладнанням, учбовий майстер демонструє його роботу. Далі студенти отримують індивідуальні завдання за певними варіантами, за якими вони виконують необхідний обсяг робіт згідно

методики та послідовності виконання лабораторної роботи, оформлюють нароблені матеріали у звіт після попередньої перевірки викладачем. Закінченням лабораторної роботи є практична частина, яка виконується під керівництвом учбового майстра, факт виконання практичної частини засвідчується підписом останнього на титульному аркуші звіту. На наступному занятті студент повинен захистити оформлений звіт лабораторної роботи.

Зміст звіту та його оформлення. При оформленні звіту потрібно дотримуватись вимог Державного стандарту України (ДСТУ 3008-95). Згідно цього стандарту звітня документація повинна оформлюватись машинописно чи на комп'ютері на одному боці аркуша формату А4 з такими розмірами полів: правого – не менше 10 мм, решти – не менше 20 мм; номер сторінки проставляється у правому верхньому кутку; текст чорного кольору через 1.5 інтервалу (до 40 рядків на сторінці); висота літер та цифр не менше 1.8 мм. У випадку власноручного написання звіту використовується креслярський шрифт з висотою літер не менше 3.5 мм. Ілюстрації виконуються за вимогами ЄСКД та позначаються словом “Рисунок...”, яке разом з назвою ілюстрації розміщується після підрисункового тексту (пояснювальних даних). Номер ілюстрації складається з номеру розділу та порядкового номеру ілюстрації, відокремлених крапкою, наприклад, “Рисунок 1.2”-другий рисунок першого розділу. Наведені відомості є тільки окремими пунктами стандарту. Повністю із стандартом ДСТУ 3008-95 студенти повинні ознайомитись самостійно.

Кожна лабораторна робота оформлюється окремим комплектом під своїм титульним аркушем, на якому дається інформація про навчальний заклад, кафедру, назву лабораторної роботи та дисципліни, прізвище та ініціали студента, що виконав роботу, та викладача, який приймає звіт, дату останнього заняття по цій лабораторній роботі.

Зміст звіту наводиться у тексті кожної лабораторної роботи практикуму. Під час оформлення звіту студент повинен звертати увагу на стилістику викладання матеріалу та грамотність мови звіту, оскільки грамотність є невід'ємною складовою кваліфікації будь-якого фаху. Усі помилки повинні бути виправлені згідно ДСТУ. Сторінки, на яких більше трьох помилок, повинні перероблятися. За грамотність звіту несе відповідальність студент. Звіти з граматичними помилками, в тому числі, з помилками у виставленні розділових знаків, а також неохайно оформлені звіти до захисту не приймаються.

Система модульно – рейтингового оцінювання лабораторних робіт. Лабораторні роботи є невід'ємною складовою дисципліни, і тому результати виконання лабораторних робіт оцінюється балами, загальна кількість яких складає відповідну частину абсолютної бальної оцінки дисципліни. Трудомісткість (сума балів) кожної лабораторної роботи визначається об'ємом роботи у годинах та залежить від частки лабораторного практикуму у загальній трудомісткості дисципліни.

Кожна лабораторна робота оцінюється згідно з діючою бальною системою за такими показниками :

- якість підготовки студента до виконання лабораторної роботи (оцінюється під час опитування на початку заняття);
- рівень самостійності та ступінь розуміння матеріалу заняття (оцінюється в процесі виконання роботи та під час захисту звіту);
- якість оформлення результатів виконання роботи (оцінюється за остаточно оформленим звітом).

Якщо звіт повертається на доопрацювання у зв'язку з його низькою якістю (помилки, неохайність), то кожна наступна спроба знижує оцінку по цьому пункту на 1 бал.

Загальна оцінка визначається як середня з оцінок за наведені вище показники та перераховуються у абсолютні бали модульно-рейтингової системи.

Якщо робота чи звіт з роботи виконані із запізненням з неповажних причин більше, як на тиждень, загальна сума балів за відповідну роботу зменшується на 50%.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ МЕХАНІЗМУ АВТОМАТИЧНОЇ ЗАМІНИ ІНСТРУМЕНТУ БАГАТОЦІЛЬОВОГО ВЕРСТАТУ З ЧПК, ЯК ОДНОГО З ОСНОВНИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ВУЗЛІВ, ЯКІ ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ГНУЧКІСТЬ МЕХАНІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ, ТА ЙОГО НАЛАГОДЖЕННЯ ДО РОБОТИ

Мета роботи: Вивчення конструкції механізму автоматичної заміни інструменту та придбання практичних навичок по його налагодженню та експлуатуванню на базі верстату багатоцільового призначення моделі MC 12-250 M.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

1.1 Місце багатоцільових верстатів в гнучкому автоматизованому виробництві (ГАВ)

Багатоцільові, чи, як їх частіше називають у технічній літературі, багатоопераційні верстати (БВ), чи "обробляючі центри" (ОЦ), призначені для комплексної обробки деталей різними видами інструментів, з програмним керуванням і автоматичною зміною інструментів.

БВ використовують головним чином для обробки корпусних деталей, плит, кронштейнів і інших деталей, що мають велику кількість отворів, що вимагають обробки з різних сторін. Вони дозволяють сполучити операції фрезерування прямолінійних і криволінійних поверхонь, центрування, свердління, розсвердлювання, зенкування, розгортання, цекування, розточування, розкочування і накочування отворів і нарізання різі мітчиками, плашками, різцевим головками, різцями, кругового фрезерування зовнішніх і внутрішніх циліндричних, конічних у фасонних поверхонь і кругових пазів кінцевими і дисковими фрезами. Як правило, така концентрована обробка декількох поверхонь деталі виконується при одній її установці і закріпленні.

Верстати оснащені інструментальними магазинами і пристроями для автоматичної зміни інструмента. Універсальна система керування дозволяє реалізувати позиційну і контурну обробку. Число керованих координат доходить до 7-9, з них одночасно - до 3-4. Передбачено корекцію траєкторій інструментів у залежності від показників розмірного налагодження і зносу. Система буквено-цифрової індикації дає можливість оператору здійснювати контроль за ходом технологічного процесу.

Маючи переваги верстатів із ЧПК, багатоопераційні верстати вигідно відрізняються від них концентрацією обробки, скороченням кількості операцій, зменшенням витрат допоміжного і підготовчо-заклучного часу, а також тим, що продуктивність БВ у 4-10 разів перевищує продуктивність

відповідного устаткування. Один БВ може замінити чотири і більш універсальні верстати [1]. Підвищується коефіцієнт використання устаткування. Так, у середньосерійному і дрібносерійному виробництві частка машинного часу на прецизійних верстатах не перевищує 20% штучного часу, на верстатах з ЧПК він вже збільшується до 60...80%; а на БВ досягає 80...90%. Простоювання верстата при налагодженні скорочуються в середньому на 80%.

Простота налагодження верстатів досягається при переході від однієї деталі до іншої. Відсутність необхідності в складному технологічному оснащенні (шаблони, копії й ін.) створює гнучке і мобільне виробництво, дозволяє застосовувати БВ в умовах дрібносерійного і дослідного виробництва. Висока концентрація обробки збільшує тривалість циклу обробки, що сприяє багатOVERSTATному обслуговуванню. Зменшуються об'єм контрольних операцій, кількість інструментів і оснащення, а також кількість контролерів. При правильній експлуатації верстатів строк окупності не перевищує 2-3 років. Однак слід зазначити, що широкі технологічні можливості БВ тільки тоді вірно використовуються, коли правильно підібрані деталі. Ефективність застосування цього устаткування тим вище, чим вище складність деталей.

Однією з найбільш розповсюджених і економічно ефективних форм автоматизації сучасного серійного машинобудівного виробництва є гнучкі виробничі системи (ГВС) - узагальнене поняття, яке розповсюджується на всі організаційні структури і види гнучкого автоматизованого виробництва (ГАВ).

Виробництво на базі ГВС, до складу якого входять високоавтоматизоване устаткування, електронно-обчислювальна і керуюча техніка, вимагає значних первинних матеріальних витрат. Однак така властивість ГВС, як гнучкість (тобто здатність до швидкого переналагодження на виготовлення нового виробу), а також можливість застосування нових принципів організації виробництва, що обумовлюють значне зростання продуктивності праці, сприяє більш високій ефективності ГВС в порівнянні з традиційним виробництвом.

Незважаючи на велику (у 2-4 рази) вартість, застосування ГВС аналогічного (по обсягу випуску) виробництва на базі самостійно працюючих верстатів із ЧПК забезпечує зменшення кількості верстатів у 8 разів, обслуговуючого персоналу в 5 разів, виробничої площі в 4 рази, часу обробки партії деталей у 4 рази, часу переналагодження в 6 разів, збільшення прибутку в 3 рази. Крім того, застосування ГВС дозволяє знову організувати виготовлення виробів, знятих з виробництва, що дуже важливо для випуску, наприклад, запасних частин [2].

Для вирішення різних технологічних задач ГВС комплектується устаткуванням, що складається:

- з однотипних взаємозамінних багатоцільових верстатів із ЧПК;

- функціонально доповняючи один одного спеціалізованих верстатів із ЧПК (фрезерних, розточувальних, свердлильних, токарних і ін.);
- багатоцільових і спеціалізованих верстатів із ЧПК.

ГВС з устаткуванням першого виду має максимальну гнучкість, тому що будь-яка деталь може оброблятися на будь-якій робочій позиції і характеризується простотою обслуговування і планування завантаження верстатів. Однак вартість таких ГВС найвища.

ГВС з устаткуванням другого виду має обмежені технологічні можливості, характеризується більш складним обслуговуванням і плануванням завантаження верстатів, але при цьому вартість таких ГВС найнижча.

Найбільше поширення одержали ГВС з устаткуванням третього виду, частка яких у світовому парку складає 60...70.

ГВС для механічної обробки в основному призначені для виготовлення корпусних деталей і деталей типу тіл обертання. При обробці корпусних деталей технологічним устаткуванням є багатоцільові верстати з ЧПК. Вітчизняні ГВС для обробки корпусних деталей мають індекс АСК (автоматизована система обробки корпусних деталей). АСК оснащена багатоцільовими (фрезерно-свердлильно-розточувальними) верстатами з ЧПК, автоматизованою транспортно-накопичувальною системою і керуючою ЕОМ.

1.2 Призначення та область застосування верстату моделі МС 12-250 М. Опис загального виду

Верстат призначений для виконання різноманітних робіт (свердління, розсвердлювання, зенкування, розгортання, нарізання різей, розточування, легких фрезерних робіт з обробки прямокутних контурів і т.д.) послідовно декількома інструментами в автоматичному циклі з установкою виробу відносно осі шпинделя. Верстат доцільно використовувати в серійних цехах основного виробництва, зокрема приладобудівної промисловості.

Для обробки корпусних деталей середніх габаритних розмірів найбільше застосування знайшов верстат типу ОЦ моделі МС12-250М (рисунок 1.1) з системою ЧПК "Розмір 2М". Це високоавтоматизований верстат, оснащений спеціальним інструментальним магазином 1 на 20 інструментів та маніпулятором 2 для автоматичної зміни інструмента. Шпиндель 3 розташований горизонтально.

Обробка деталі здійснюється переміщенням її вздовж трьох координатних осей та обертанням навколо вертикальної вісі поворотного столу 4. В поворотному столі передбачено підведення мастила від гідростанції для гідроприводу затискних пристосувань оснастки. Стіл верстату може фіксуватися через 15⁰. Програмне керування та виконавчі механізми верстату забезпечують необхідну зміну швидкості обертання шпинделя, робочої подачі та холостих переміщень, включення та

відключення подачі ЗОР та інших пристроїв верстата. Система програмного керування "Розмір - 2М" є абсолютною позиційною схемою.

Керування переміщенням механізмів паралельно осям координат та зміна інструменту виконуються автоматично, підготовчі та допоміжні команди здійснюються по програмі, яка задана перфострічкою або органами

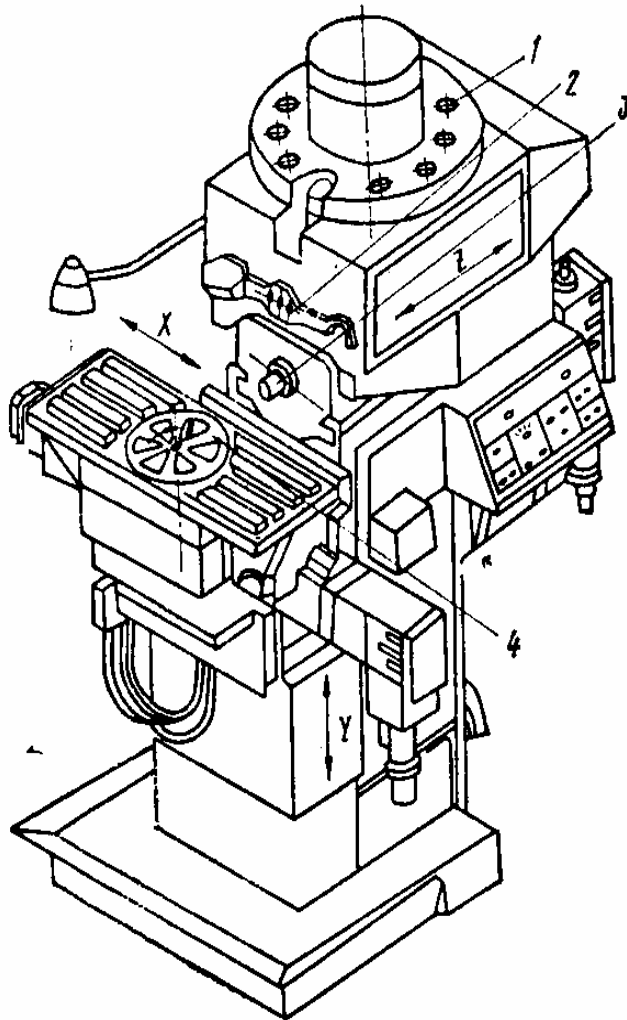


Рисунок 1.1 – Багатоцільовий станок з автоматичною заміною інструмента моделі MC12-250M.

ручного введення. Цифрова індикація введеної програми та поточного положення рухомих органів верстату висвітлюється на екрані пульта шафи. Система забезпечує керування по п'яти координатах. Кількість одночасно працюючих координат – 2. Режим роботи може бути автоматичним, напівавтоматичним та ручним (налагоджувальним).

1.2.1 Стисла технічна характеристика верстата і СЧПК

Діаметр планшайби поворотного столу, мм – 250.

Кількість фіксованих позицій поворотного столу – 24.

Координатні переміщення, мм;
салазок X – 250,
супорта Y – 280,
шпиндельної головки Z - 200 (з них 72 мм використовується для заміни інструменту).

Відстань від осі шпинделя до площини поворотного столу, мм:
найменша – 60,
найбільша – 340.

Кількість інструментів у магазині, шт. -20.

Найбільший діаметр інструмента, встановленого у магазині, мм - 57

Частота обертання шпинделя, об/хв - 45, 63, 90, 125, 180, 250, 355, 500, 710, 1000, 1400, 2000.

Потужність приводу головного руху, кВт-2,2.

Швидкості швидких переміщень, м/хв, не менш:
салазок X - 2,4,
супорта Y - 2,4,
шпиндельної головки Z - 2,4

Швидкості робочих подач салазок, супорта, шпиндельної головки, мм/хв - 10, 16, 25, 40, 63, 100, 130, 250, 400, 630, 1000.

Швидкість позиціонування, мм/хв:
салазок X – 16,
супорта Y – 2,5,
шпиндельної голівки Z - 16.

Точність позиціонування по координатах X, Y, Z., мм - 0,03.

Кількість установок розміру інструмента при корекції:
по довжині – 20,
по радіусу-5.

Найбільший діаметр різі, що нарізається по сталі ($\sigma_{ep}=60$ кгс/мм²), мм – 12.

Найбільші допустимі зусилля по координатних осях від зусиль різання, кгс:
по координатах X, Y догори, Z – 100,
по координаті Y донизу – 300,
по координаті Z при свердлінні – 350.

Найбільший діаметр свердління по сталі ($\sigma_{ep}=60$ кгс/мм²), мм – 12.

Найбільший діаметр отвору, що розточується, мм – 60.

Шорсткість оброблюваної поверхні, мкм:
по сталі, чавуну та алюмінієвим сплавам:
при чистовому розточуванні - 2.5; 1.25 (для алюмінієвих сплавів),
при чистовому фрезеруванні-2.5.

Найбільша маса інструменту, встановлюваного на верстаті, кг - 2,5.

Найбільша маса деталі з пристосуванням, кг 25.

Система програмного керування - "Размер - 2М", вик.12-01:
абсолютна-позиційна система;
двійково-десятковий код запису чисел з вагами 8, 4, 2, 1;
символи програми та їхні кодові позначення відповідають ГОСТ 13052-74 та рекомендаціям ISO;

система забезпечує режими роботи: автоматичний, напіваавтоматичний і переднабір.

1.2.2 Різальний та допоміжний інструмент, який застосовується при механообробці деталей на верстаті MC12-250M

Ефективне використання МС неможливо без підготовки допоміжного оснащення, призначеного для закріплення різального інструмента в шпинделі верстата. Допоміжний інструмент повинен забезпечити точність обробки, уніфікацію інструмента, можливість використання стандартного і спеціального ріжучого інструмента. Точність обробки корпусних деталей залежить від точності та жорсткості допоміжного інструменту. Крім того, повинне бути забезпечене точне взаємне розташування поверхонь, що базують різальний інструмент, та хвостовика допоміжного інструмента, щоб одержати точне і стабільне положення ріжучої кромки. Розроблена і впроваджена система допоміжного інструмента для верстатів із ЧПК по РТ П10-2-79, що використовують для верстатів свердлильно-розточувальної і фрезерної груп. Стосовно до верстата МС 12-250М в додатку А.5 наведений допоміжний інструмент і його можливості при сполученні з різальним інструментом.

Призначення окремих одиниць допоміжного інструмента наступне:

- **втулка перехідна** – призначена для установки в шпинделі і стакані (приналежність інструментального магазину) інструмента, конічний хвостовик якого відрізняється від конічного отвору шпинделя (конус шпинделя 7:24): свердла, зенкера, розвертки (з конусом Морзе 1 і 2); інструменти з затягуванням - фрези (з конусом Морзе 1 і 2);
- **борштанга регульована** – призначена для розточення отворів. У комплекті верстата додаються п'ять типорозмірів: від 16 до 70 мм;
- **розточувальний патрон** застосовується для розточування отворів діаметром 3...100 мм. У комплекті верстата додаються два типорозміри;
- **патрон цанговий** – призначений для установки і закріплення інструмента з циліндричним хвостовиком відповідно до набору цанг 3...12 мм: розвертки, фрези, свердла;
- **оправки для зенкерів і розверток** – призначені для насадних зенкерів діаметром 24...52 мм за ДСТ 12489-71 і розверток діаметром 25...52 мм за ГОСТ 1672-71 з посадкою на оправку з конусністю 1:30;
- **патрон для мітчиків** – призначений для нарізування різьблення мітчиками діаметром 1,6...12 мм за ГОСТ 17933-72 методом самозатягування при согласуванні подачі шпиндельної головки;
- **головка свердлильна швидкохідна** – призначена для свердління отворів діаметром від 1,2...3,0 мм. Затискання свердла здійснюється набором цанг;

- **оправки для насадних фрез** – призначені для закріплення фрез з посадковими діаметрами 43 мм (ГОСТ 9304-69) і 22 мм (ГОСТ І6222-70).

1.3 Загальна характеристика відомих механізмів автоматичної заміни інструменту (МАЗІ) на багатоцільових верстатах з ЧПК (призначення, склад, класифікація, приклади МАЗІ)

До механізмів автоматичної заміни інструментів (МАЗІ) відносяться пристрої, які містять набори необхідних інструментів, частіше за все це магазини, шпиндельні револьверні головки, накопичувачі, стелажі та т.і.; автооператори, захватні пристрої, затискні пристрої у шпинделі та у автооператорах; кодуєчі пристрої, які забезпечують вилучення визначеного інструменту з магазину та встановлення його у визначене гніздо магазину після робочого циклу; механізми приводу обертових та зворотно-поступальних відносних переміщень механізмів та т.і.

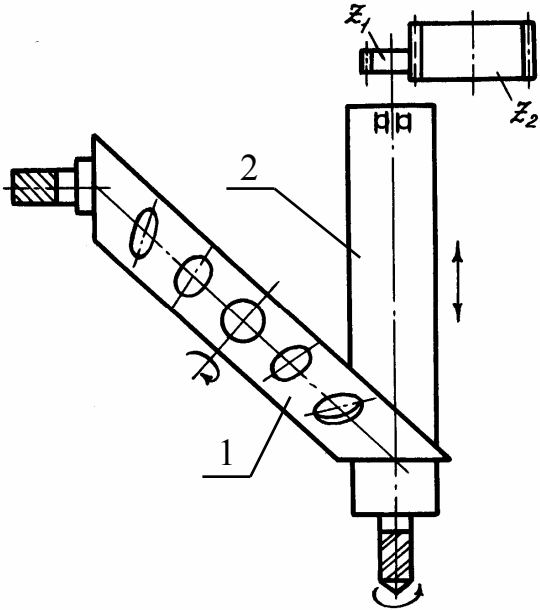


Рисунок 1.2 – Схема МАЗІ типу “корона”.

МАЗІ повинні забезпечувати стабільність точного та жорсткого положення інструменту у шпинделі після його закріплення; надійність закріплення інструмента у шпинделі, а також надійність роботи усіх ланок

МАЗІ; мінімальний час заміни інструментів; можливість змінювання місткості магазину; можливість уніфікації та вбудовування з мінімальними змінами в різні компоновки верстатів (МАЗІ виготовляють у вигляді окремого агрегатного вузла); компактність конструкції; добрий захист посадочних місць інструментів від пошкоджень та забруднювань; зручність обслуговування та дотримання вимог техніки безпеки.

Існує класифікація способів автоматичної заміни інструмента, згідно якої інструмент може замінюватися автооператорами, без їх застосування та комбіновано.

На рисунку 1.2 наведена схема МАЗІ із застосуванням револьверної головки для розміщення набору інструментальних оправок. Револьверна головка 1 розташована на шпиндельній бабці. Подібну револьверну головку іноді називають “короною”. У робочій позиції шпиндель 2 верстата проходить крізь діаметрально розташований отвір револьверної головки, захоплюючи при цьому інструмент. Просуваючись далі, шпиндель здійснює робочий цикл. При поверненні назад оправка з інструментом залишається в

магазині, а шпиндель виходить із револьверної головки, надаючи можливість здійснити повертання у наступну позицію. Далі цикл повторюється. Крутний момент на шпиндель передається від приводу головного руху верстата, який на рисунку 1.2 представлений умовно зубчастим зачепленням z_1 - z_2 .

Схема МАЗІ з автооператором наведена на рисунок 1.3. Після здійснення робочого ходу P_x двошпиндельна револьверна головка Ш_r виводить інструмент I_1 із зони обробки, повертається і, таким чином, вводить інструмент в зону роботи двозахватного автооператора АО, а інструмент I_2 встановлює перед робочою зоною.

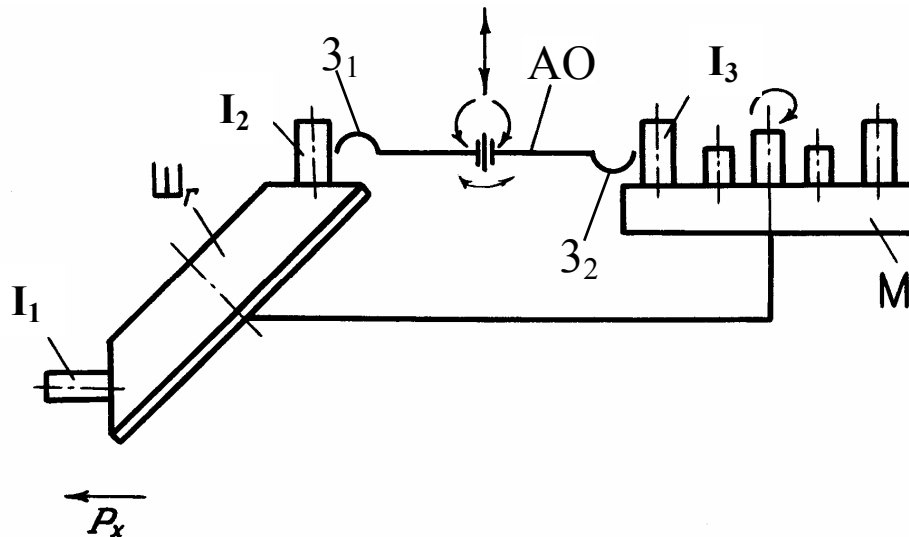


Рисунок 1.3 – Схема МАЗІ із застосуванням двошпіндельної револьверної головки, магазину та автооператора з кантуванням.

Автооператор АО, який знаходиться у крайньому верхньому положенні, кантує захвати на 90° та опускається донизу і здійснює захват і затискання інструментів I_1 у шпиндельній головці Ш_r та I_3 в магазині інструментів М. Рухом догори автооператор АО вилучає інструменти I_1 та I_3 відповідно із Ш_r та М та розвертається на кут 180° . В цей час магазин М повертається і зупиняється в положенні, в якому у зоні роботи автооператора буде знаходитися гніздо під відповідним номером, який привласнений у керуючій програмі обробки інструменту I_1 . Автооператор АО іде донизу, встановлює інструмент I_1 у магазин М, а інструмент I_3 у шпиндельну головку Ш_r , де він затискається. Після цього захвати автооператора розтискаються і він рухається догори, кантує захвати на 90° і чекає наступної команди на зміну інструмента (МОБ), а магазин- команди на пошук нового інструменту (Т...). Далі цикл повторюється.

1.4 ОПИС ЦИКЛУ РОБОТИ МАЗІ

З метою спрощення опису циклу роботи МАЗІ застосовують умовні позначення окремих рухів ланок МАЗІ. Рухи, сполучені у часі переміщення, вказуються у одному горизонтальному рядку.

Умовні позначення мають наступні зображення та характеристики рухів:

АО- автооператор;

М- магазин;

І- інструмент;

Ш_г- шпindelьна головка;

К- кантувач;

З₁ і З₂- захвати автооператора (1,2);

→ І-Ш_г ← - затискання інструмента у шпindelьній головці;

← І-Ш_г → - розтискання інструмента у шпindelьній головці;

→ І-З ← - затискання інструмента у захваті;

← І-З → - розтискання інструмента у захваті;

)→ І-М - вилучення інструменту із магазину;

)← І-М - встановлення інструменту у магазин;

)→ І-Ш_г - вилучення інструменту із шпindelьної головки;

)← І-Ш_г - встановлення інструменту у шпindelьну головку;

↺ - повороти відповідного органу МАЗІ за годинниковою стрілкою або проти годинникової стрілки; відносно горизонтальної вісі;

↻ - повороти відповідного органу МАЗІ за годинниковою стрілкою або проти годинникової стрілки відносно вертикальної вісі;

⇔ - поступальний рух в одному або іншому горизонтальних напрямках у площині креслення (захвату, магазину, тощо);

↑ ↓ - поступальний рух в одному або іншому вертикальному напрямках у площині креслення (захвату, магазину, тощо);

⇔ P_x - робочий рух шпindelьної головки при обробці інструментом певної поверхні.

Для МАЗІ, наведеного на рисунку 1.3, опис циклу роботи у мнемонічних позначеннях буде такий:

← P_x;

→ Ш_г;

↺ Ш_г;

↺ З₁ - 90° ; З₂ - 90° ;

↓ АО ;)← I₁ - Z₁ ;)← I₃ - Z₂ ;

$$\begin{aligned}
& \longleftarrow I_1 - \text{III}_r \longrightarrow ; \\
& \uparrow \text{AO} ; \quad \left. \right) \longrightarrow I_1 - \text{III}_r ; \quad \left. \right) \longrightarrow I_3 - \text{M} ; \\
& \curvearrowright \text{AO} - 180^0 ; \quad \curvearrowright \text{M} ; \\
& \downarrow \text{AO} ; \quad \left. \right) \longleftarrow I_3 - \text{III}_r ; \quad \left. \right) \longleftarrow I_1 - \text{M} ; \\
& \longleftarrow I_1 - 3_1 \longrightarrow ; \quad \longleftarrow I_3 - 3_2 \longrightarrow ; \\
& \uparrow \text{AO} ; \\
& \left(3_1 - 90^0 ; \quad \left(3_2 - 90^0 ; \\
& \longleftarrow P_x .
\end{aligned}$$

1.5 ОПИС КОНСТРУКЦІЙ ОКРЕМИХ ВУЗЛІВ МАЗІ ВЕРСТАТУ МОДЕЛІ МС 12 -250 М

1.5.1 Механізм заміни інструменту (призначення, склад)

Головне призначення механізму – це заміна інструменту у шпинделі верстата у автоматичному режимі.

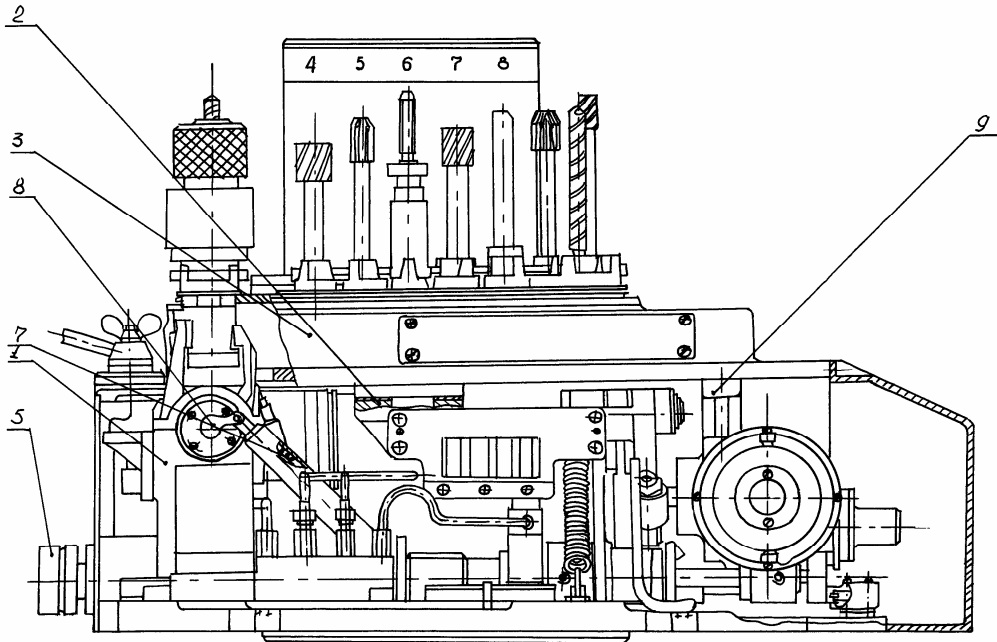


Рисунок 1.4 – Загальний вид МАЗІ.

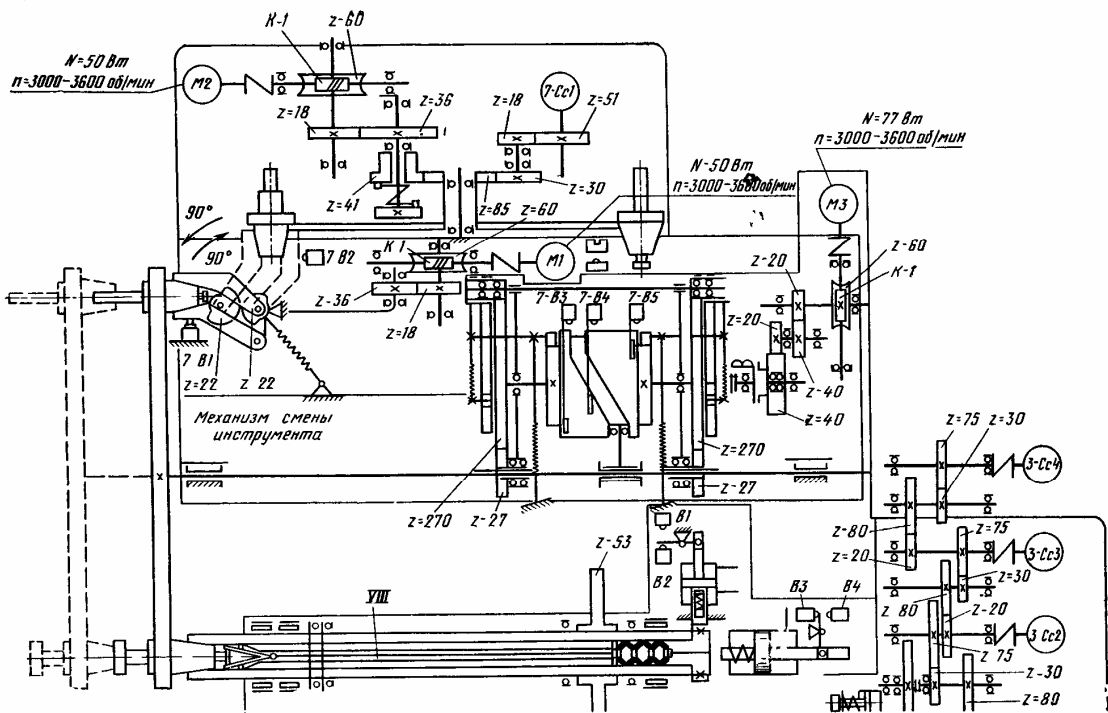


Рисунок 1.5 – Кінематична схема МАЗІ.

Механізм (загальний вид механізму представлений на рисунку 1.4, загальний вид верстату на рисунок 1.1, а кінематична схема на рисунку 1.5) складається з чотирьох головних вузлів:

- кантувача 1;
- маніпулятора 2;
- магазину 3;
- важіля 5.

Всі перераховані вузли змонтовані на одні плиті та зв'язані загальним циклом з механізмом орієнтування шпинделя та затискання інструменту в останньому.

1.5.1.1 Вихідне положення механізму

Важіль 5 маніпулятора 2 знаходиться у горизонтальному положенні, інструмент у шпинделі затиснутий. Інструмент у кантувачі теж знаходиться у горизонтальному положенні, шпиндельна головка у задньому кінцевому положенні (фіксоване положення), шпиндель - в орієнтованому положенні, на жорсткому упорі.

1.5.1.2 Цикл заміни інструменту.

Цей цикл складається із наступних рухів складових елементів механізму:

- поворот важеля 5 маніпулятора 2 на 90^0 із горизонтального у вертикальне положення, захоплення інструментів у шпиндельній головці та у кантувачі; в кінці повертання відбувається розтискання інструменту в шпиндельній головці;
- хід вперед важеля 5 маніпулятора 2 на відстань 72 мм – вилучення інструментів із шпиндельної головки та кантувача 1;
- поворот важеля 5 маніпулятора 2 на кут 180^0 – заміна місцями відпрацьованого та знов надходжуючого у роботу інструментів;
- хід назад важеля 5 маніпулятора 2 на відстань 72мм – подача (встановлення) інструментів у шпиндельну головку та у стакан кантувача; в кінці ходу відбувається затягування (затискання) інструменту у шпиндельній головці;
- поворот назад важеля маніпулятора на кут 180^0 , тобто у вихідне положення; в кінці повороту важеля в систему керування подається сигнал про те, що цикл заміни інструменту закінчено.

1.5.2 Кантувач

Цей механізм (див. рисунок 1.6) виконує функції кантування інструменту з вертикального положення, в якому він знаходиться в магазині на вихідній позиції, в горизонтальне, яке є початковим для здійснення заміни інструменту.

Кантувач складається з двох губок 8 та 10, які коливаються одна відносно вісі 9 корпусу 3, а друга разом з валом 5, закріпленому у корпусі 4, - відносно вісі 9. Корпус 3 в нижній частині має розточку в яку запресовані втулки 1 та 16. Ці втулки виконують функції підшипників ковзання вала маніпулятора. Губки 8 та 10 кінематично зв'язані між собою зубчастими секторами 6 та 7. Привод вісі 9 здійснюється від редуктора.

Затискання інструментального стакану в кантувачі відбувається при піджимі однієї губки до другої пружиною 7, яка діє на серйгу 8 (див.рисунок 1.4.), жорстко зв'язану з віссю 9 (дивись рисунок 1.6). Для того, щоб уникнути розкриття губок в момент реверсу двигуна, передбачено допоміжний піджим їх двома пружними елементами 12. Ці елементи розташовані на вісі 9, регулювання яких здійснюється гвинтами 11. Для подавання сигналу про початок та закінчення процесу кантування інструмента встановлені 2 мікроперемикача 7 – В1, 7-В2. Розкриття губок у вертикальному положенні здійснюється

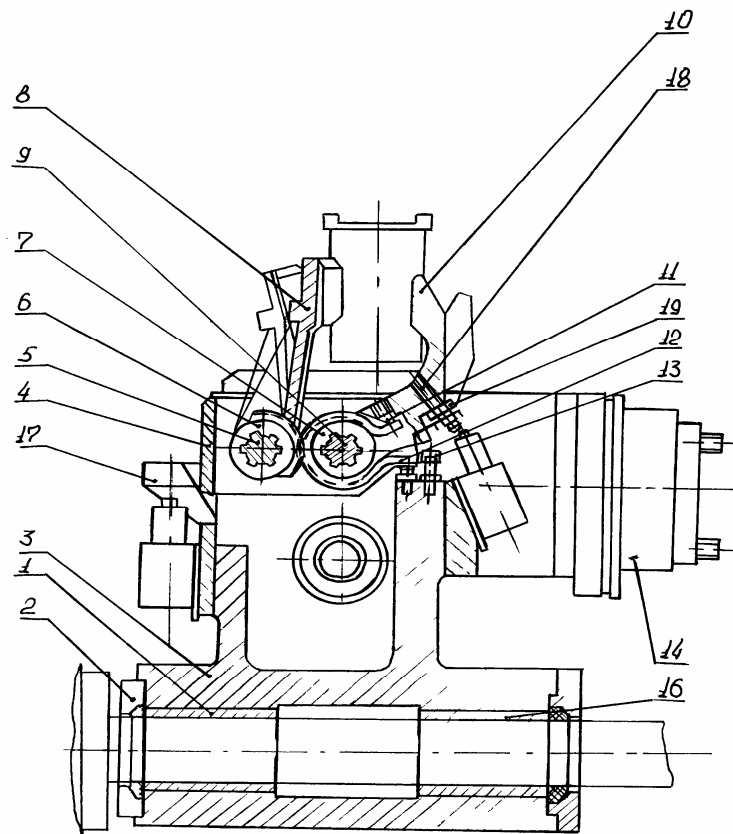


Рисунок 1.7 – Кантувач.

регулюванням гвинта 13.

1.5.3 Маніпулятор

Маніпулятор – це кулачковий механізм, який задає роботу механізму заміни інструмента та виконує замкнений цикл.

Приводом кулачкового барабану 4 та 5 (див. рисунок 1.7.1) є редуктор, який змонтовано на плиті корпусу 15. Корпус 15 має в одній стінці паралельну розточку базових отворів. Вал 14 маніпулятора є виконавчою ланкою та отримує рух від кулачкового барабану.

Цикл роботи маніпулятора має таку послідовність:

- повертання валу маніпулятора на кут 90° , 180° здійснюється від кулачка 5 із замкненим профілем посередництвом ролика кронштейну 7, сектора 6 та шестерні 11 з $i=10.375$, яка по черзі зчіплюється з валом 14. В кулачку 5 закладено поворот маніпулятора відповідно на кут 105° та 195° . Допоміжний кут (15°) компенсується спеціальним пристроєм кронштейну 7. Кути повороту на 90° та 180° регулюються упором 2 верхнього положення сектору 6 (див. рисунок 1.7.2);
- хід валу вперед на 72 мм здійснюється від кулачка 4 через осьову тягу 13 в опорах 1 та 16 (див. рисунок 1.7 та 1.7.1). При цьому відбувається зчеплення валу 14 по торцьовому шлицю напівмуфти 10 із шестернею 11 (виконавчі рухи від кулачка 5 відсутні);
- повернення валу 14 назад на 72 мм здійснюється аналогічно руху вперед – різниця лише в тому, що зчеплення валу 14 по торцьовому шлицю з муфтою 10 відбувається із шестернею 11, а розчеплення – з муфтою 12;
- повернення валу 14 у вихідне положення, тобто поворот проти годинникової стрілки на 90° здійснюється аналогічно повороту на 90° за годинниковою стрілкою. При повороті валу 14 на 90° відбувається повернення сектору 6 у вихідне положення (тобто в середнє положення сектора). Виконавчі рухи від кулачка 4 відсутні.

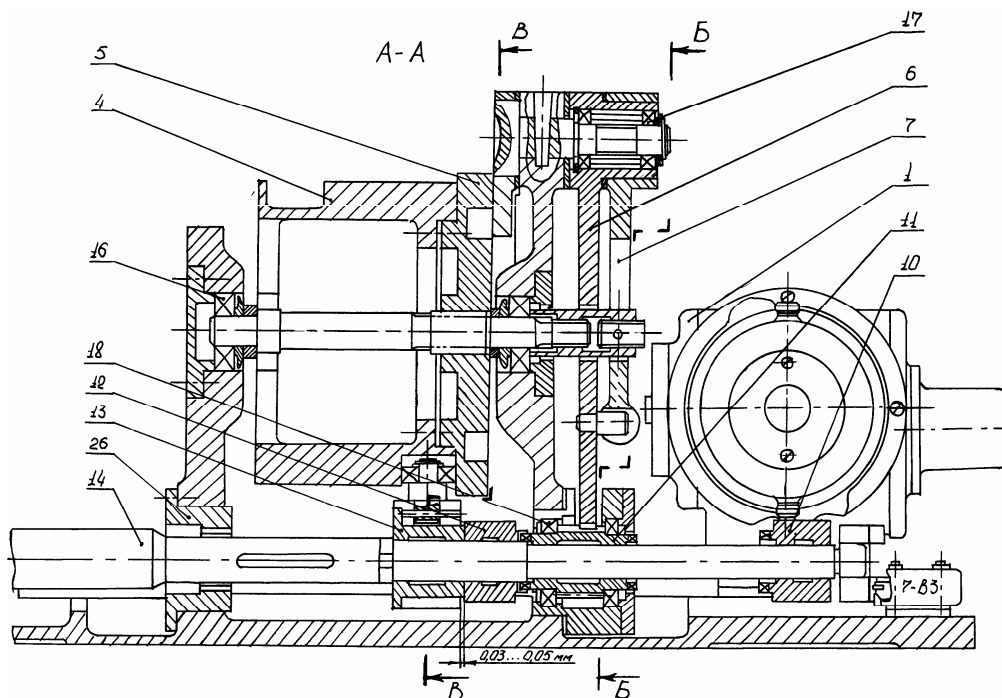


Рисунок 1.7.1 – Маніпулятор, вид у перерізі А-А.

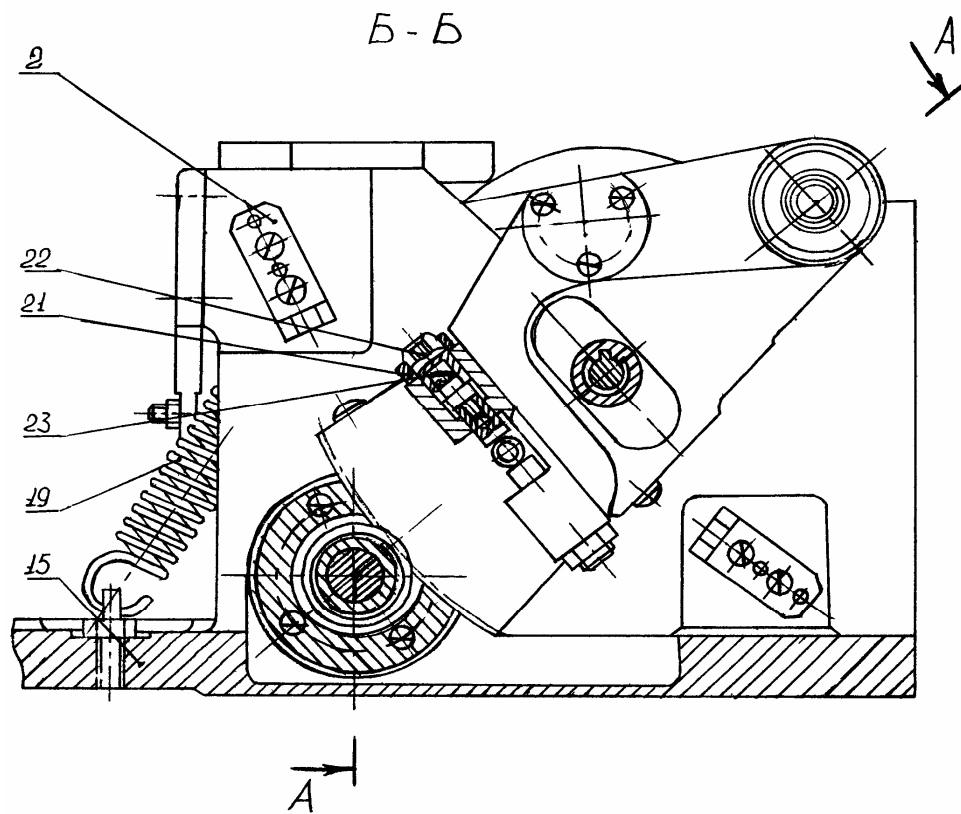


Рисунок 1.7.2 – Маніпулятор, вид у перерізі Б-Б.

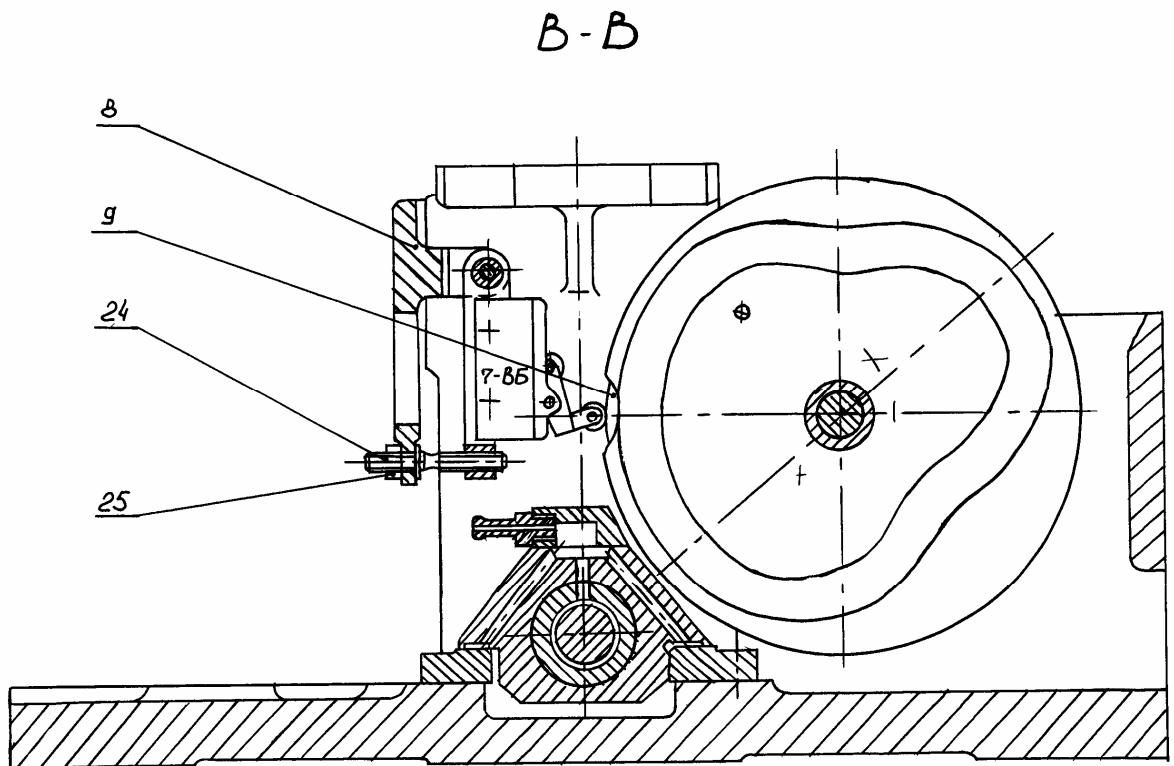


Рисунок 1.7.3 – Маніпулятор, вид у перерізі В-В.

На стійках корпуса 15 встановлено кронштейн 8 з мікроперемикачами 7-В3, 7-В4, 7-В5 (див. рисунок 1.4 та 1.7.3), які замикаються від упорів 9 кулачка 4.

Мікроперемикачі налагоджуються регулюванням упорів 9 для подачі електричних сигналів на привод механізму розтискання та затягування інструменту в шпинделі головки, а також встановлення валу 14 маніпулятора у вихідне горизонтальне положення (по важелю 5, див. рисунок 1.4), яке визначає закінчення циклу заміни інструменту. Встановлення кутів повороту важеля 5 маніпулятора (див. рисунок 1.4) виконується за допомогою упорів 2 (див. рисунок 1.7.2).

1.5.4 Магазин

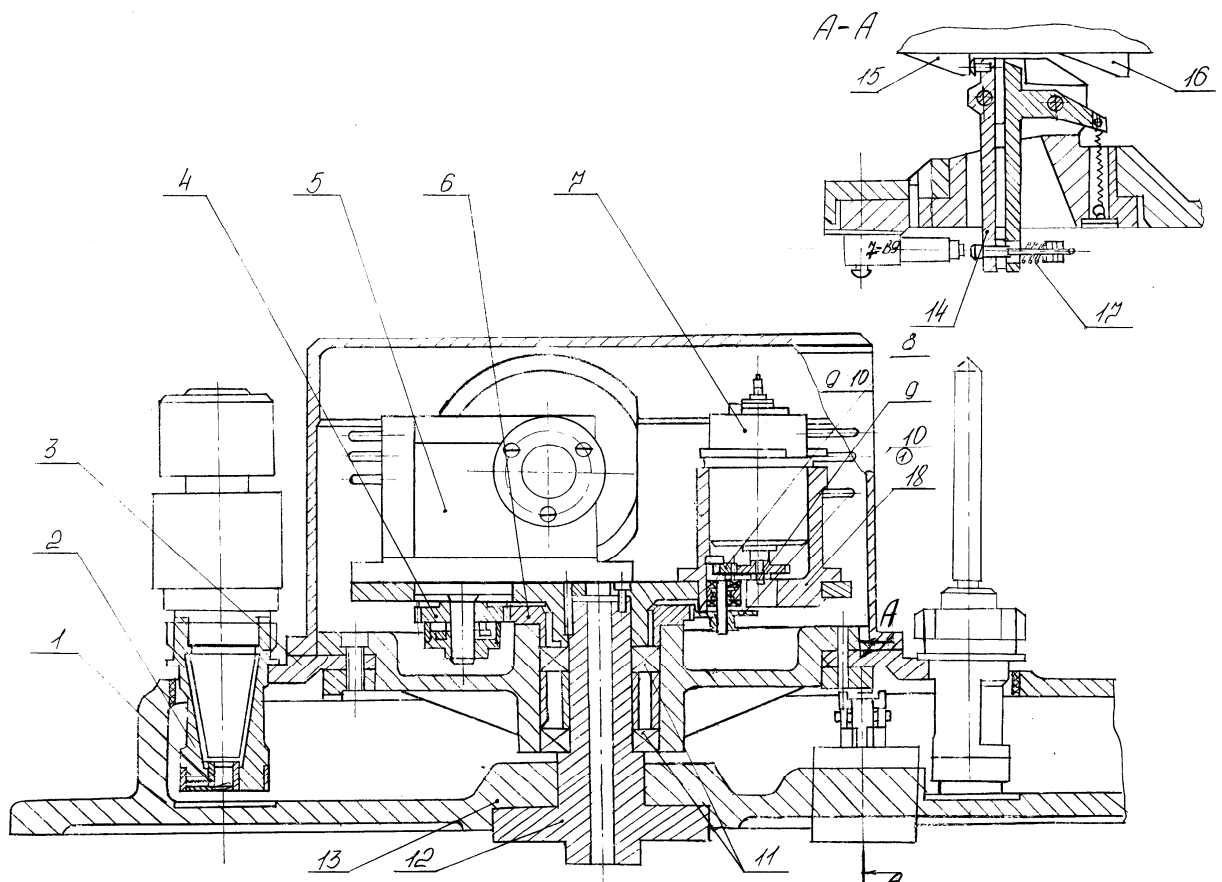


Рисунок 1.8 Магазин.

Магазин (див. рисунок 1.8) виконує функцію накопичувача інструмента. Він представляє собою диск 3 з 20-ма прорізами, які розташовані рівномірно по колу. В останніх встановлюються стакани з інструментом (комплекти “різальний інструмент-допоміжний інструмент”). Диск 3 має можливість обертатись відповідно до вісі 12 на підшипниках 11 від двигуна постійного струму через редуктор 5, шестерня 4 на виході якого зчіплюється із шестернею 6, жорстко зв’язану з диском 3. З шестернею 6 через зубчасті колеса 8, 9, 10 із передаточним відношенням $i=1$ зв’язаний вал сельсину 7, який визначає

номер позиції інструменту у вихідному положенні при роботі із системою ЧПК.

Вісь 12 закріплена в корпусі 13, який встановлено на стійці 9 (див.рисунок1.4) та центрується по посадці $d=35$ відповідно маніпулятора (див.рисунок1.5). В корпусі 13 є вікно, через яке кантувач забирає черговий інструмент. Інструмент в магазині знаходиться в стаканах, які фіксуються у визначеному положенні лисками. При цьому призма стакана повинна співпадати з призмою губок кантувача. Інструмент в стаканах 2 також фіксується у визначеному положенні спеціальними пазами та підпруженими фіксаторами 1. На нижньому торці диску 3 рівномірно по колу розташовано 20 односторонніх кулачків 15 – кожний проти відповідної прорізі, які служать для точного позиціонування магазину на одній з 20-ти позицій. Позиціонування відбувається після пошуку потрібного інструменту реверсом обертання диску 3, внаслідок чого один з кулачків 15 наїжджає на механізм упору 16, який передає через важіль 14 та перемикач 7-В9 сигнал на вимикання двигуна приводу магазину 5.

1.5.5 Важіль

Двоплечий важіль 5 (див.рисунок1.4) служить для захвату інструментів, закріплюється на валу маніпулятора 2. Цей важіль виконує такі функції (див.рисунок1.9):

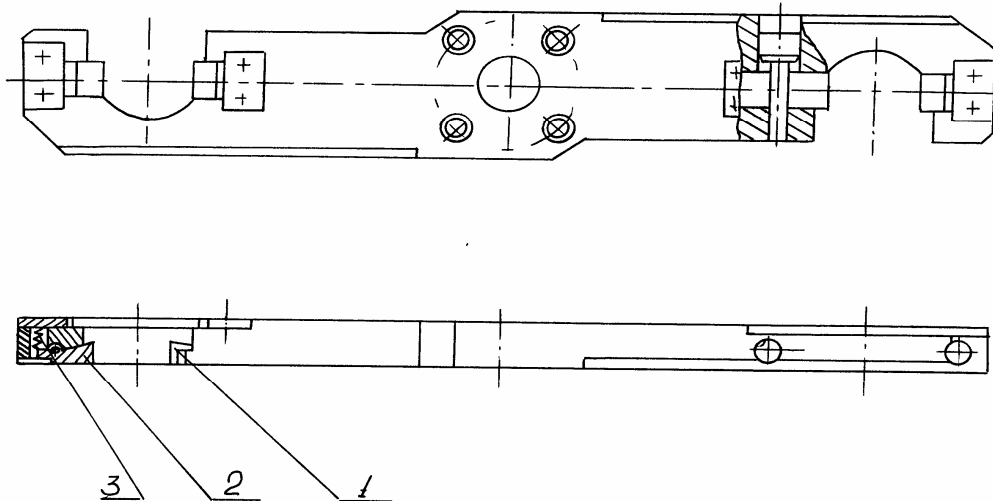


Рисунок 1.9 – Важіль.

- при повороті на 90^0 важіль заходить на інструмент, фіксатори 1 та 2 двох захватів знаходяться у зведеному стані;
- при ході важеля вперед фіксатори під дією пружини 3 запирають інструмент у важелі;
- після повороту на 180^0 при підході важеля до шпинделя інструмент розфіксується за допомогою шипів на шпинделі та стакані інструменту;
- важіль повертається у вихідне положення – поворот на 90^0 .

1.6 ДЕЯКІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ПРОВЕДЕННЮ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА, ПОВ'ЯЗАНОЇ З МЕХАНІЧНОЮ ОБРОБКОЮ ДЕТАЛЕЙ В СИСТЕМІ КООРДИНАТ БАГАТОЦІЛЬОВОГО ВЕРСТАТУ З ЧПК

1.6.1 Вибір загальної послідовності переходів обробки

При обробці корпусних деталей рекомендується така послідовність переходів:

- чорнове і напівчистове фрезерування відкритих площин, перпендикулярних до осі шпинделя (інструмент - торцеві фрези);
- свердління і розсвердлювання наскрізних і глухих основних отворів (інструмент - свердла);
- фрезерування отворів, пазів і інших виїмок на зовнішніх поверхнях (інструмент - кінцеві фрези);
- фрезерування напіввідкритих і закритих площин, перпендикулярних до осі шпинделя (інструмент - торцеві і кінцеві фрези);
- чорнове розточування в зенкування основних отворів (інструмент - розточувальні різці і зенкери);
- фрезерування чи розточування канавок, фасок і виточок, розташованих в основних отворах (інструмент - кінцеві, кутові, дискові й інші фрези, зенківки, канавкові і фасонні різці);
- фрезерування пазів і інших виїмок на напіввідкритих і закритих площинах (інструмент - кінцеві і шпонкові фрези);
- свердління, зенкування, зенкерування, нарізання різей великих кріпильних отворів (інструмент - свердла, зенкери, зенківки, мітчики);
- фрезерування фасок (інструмент - кутові фрези);
- чистове фрезерування відкритих площин (інструмент - торцеві фрези);
- розточування і розгортання основних отворів (інструмент - розточувальні різці і розвертки);
- обробка отворів під базові штифти і втулки (інструмент - свердла, розточувальні різці, розвертки);
- обробка канавок і інших виїмок, розташованих в отворах (інструмент - розточувальні різці, дискові тристоронні фрези й ін.);
- обробка зворотних зенківок, фасок і інших поверхонь, зв'язаних з основними отворами (інструмент - дискові і кутові фрези, канавкові і фасонні різці);
- центрування, свердління, зенкерування і нарізання різей дрібних кріпильних отворів (інструмент - свердла, зенківки, мітчики) .

1.6.2 Вибір послідовності переходів обробки окремих отворів

Послідовність переходів свердлильної операції вибирається з урахуванням конфігурації отворів, допустимих відхилень форми і відносного положення осей отворів, кількості груп однакових отворів на кожному з боків деталі і можливостей верстата з ЧПК. Ці можливості характеризуються точністю і часом позиціонування столу, заміни інструменту і повороту столу, а також кількістю позицій револьверної головки чи магазину інструментів.

До складу свердлильної операції входять переходи обробки окремих отворів. Типові переходи для кріпильних отворів поширених видів наведені в [3, табл. 2, с.38], а для основних отворів з низькою точністю розташування - у [4, табл. 5, с.565].

Обробку отворів з більш жорсткими допусками на міжцентрові відстані можна також зібрати з типових переходів, склад і показники яких визначені в [4, табл.4, с.564].

Послідовність обробки отворів також встановлюється виходячи з принципу вибору найкоротшого шляху переміщення вузлів верстата. При обробці однакових отворів декількома інструментами програма, звичайно, передбачає таку послідовність:

- обробка всіх отворів одним інструментом;
- зміна інструмента;
- обробка всіх отворів другим інструментом;
- зміна інструмента і т.д.

Крім того, інформацію про послідовність обробки окремих отворів можна знайти в Додатках А.6-А.12 посібника.

1.6.3 Склад постійного циклу обробки отворів

Більшість переходів свердлильної операції виконується за один прохід, ділянка траєкторії інструмента для якої починається і закінчується в точці на осі отвору, куди позиціонується вершина інструмента перед обробкою отвору. До багатопрохідних технологічних переходів умовно можна віднести обробку глибоких отворів з періодичними відведенням свердла (для ламання стружки і вилучення її з отвору) і обробку отворів у різних стінках.

Траєкторія інструмента в межах проходу складається з ділянок робочого і допоміжного ходів.

Робочий хід у повному наборі містить недобіг, ділянку різання і перебіг. При обробці глухих отворів (на відміну від наскрізних) ділянка перебігу відсутня.

Недобіг звичайно приймають рівним 5...10 мм для необроблених поверхонь і 1...3 мм - для попередньо оброблених поверхонь.

Перебіг залежить від розмірів забірного конуса інструмента і приймається більше його довжини на 1...3 мм.

На ділянці різання траєкторія інструменту може мати проміжні опорні точки, у яких змінюються частота обертання шпинделя і хвилинна подача чи виконуються, наприклад, вмикання чи вимикання реверсу обертання шпинделя.

Допоміжні ходи в межах проходу необхідні для швидкого підведення інструменту в раніше оброблений отвір і його повернення у вихідну позицію.

При програмуванні обробки отворів вибирають загальний для всіх переходів обробки групи отворів недобіг і для кожного *i*-го переходу обчислюють суму довжин ділянки різання і перебіги.

У загальному випадку постійний цикл обробки отворів для БВ містить:

- позиціонування зі швидкою подачею інструменту на площині (якщо необхідно, то і з обертанням столу); вибір частоти обертання шпинделя; включення обертання шпинделя і виконання інших команд, якщо вони запрограмовані;
- позиціонування зі швидкою подачею інструменту по осі (вісь збігається з віссю обертання шпинделя) у точку, що знаходиться на відстані 1...3 мм (5...10 мм) від поверхні заготовки;
- робочий хід вздовж осі *Z* із заданою подачею до необхідної глибини отвору;
- підготовку до повернення інструменту (наприклад, зупинка чи зміна напрямку обертання шпинделя);
- повернення інструменту по осі *Z* зі швидкою чи робочою подачею, з обертанням або без обертання шпинделя.

Крім постійних циклів обробки отворів ще існують типові і гнучкі. Зі складом усіх перерахованих циклів можна ознайомитися в [4, рисунок 23-26, с.555-557]. Технолог-програміст вибирає необхідний цикл і уточнює його зміст.

1.6.4 Комплектування інструментального магазину

Кожній технологічній схемі відповідає визначений набір інструментів. При обробці отворів різних видів інструментальна наладка комплектується так, щоб забезпечити проведення всіх переходів операції, однак при цьому пред'являється ряд вимог, без виконання яких неможливо реалізувати якісний технологічний процес механічної обробки отворів. Зокрема, вимоги до комплектування інструментальних магазинів МС наступні:

- у випадку неповного завантаження інструментального магазину рекомендується при кодуванні інструмент розташовувати рівномірно;
- для встановлення інструмента, діаметр якого перевищує припустимий, необхідно звільняти два суміжних з ним гнізда (комірки);

- кількість інструментів перевіряється по місткості інструментального магазину, і у випадку її перевищення частина переходів переноситься на наступну операцію або деякі інструменти заміняють комбінованими, чи переглядають всі операції на МС.

1.6.5 Розмірне налагодження інструменту за методом неповної взаємозамінності

Найбільш сприйнятливим методом розмірного налагодження різального інструменту в застосуванні його на багатоцільовому верстаті є автоматичне отримання розмірів на налагоджених верстатах. Сутність методу полягає в тому, що верстат попередньо налагоджують так, щоб потрібна точність досягалась автоматично незалежно від кваліфікації робітника. Задачу забезпечення потрібної точності вирішують наладчик, який виконує попереднє налагодження верстату, інструментальник, який виготовляє спеціальні пристосування, технолог, який визначає технологічні бази, метод встановлення та закріплення та режими різання.

При такому статичному налагодженні верстату використовують калібри, шаблони, еталони, еталон – деталі або універсальний вимірювальний інструмент. Однак, висока вартість БВ, широкі технологічні можливості і, як наслідок, вимога забезпечення максимальної продуктивності такого обладнання визначають необхідність раціонального використання часу циклу обробки окремих деталей або цілих партій на верстаті. Тому, для підвищення ефективності використання БВ суміщенням підготовчо-заключного допоміжного часу попереднє налагодження всіх інструментів на задані розміри здійснюються поза верстатом. При такому налагодженні забезпечується встановлення інструмента з високою ступінню точності для отримання строго визначеного положення різальних кромки. Для БВ незалежно від конструкції посадочного отвору шпинделя необхідно визначати довжину інструмента, за яку приймають відстань від торця шпинделя до його різальної кромки. Точність вимірювання по довжині забезпечує точність по глибині обробки. Для різних систем ЧПК може вводиться в коригувачі фактична довжина інструменту, або різниця між фактичною довжиною та раніше заданою. В якості коригувачів використовуються декадні перемикачі, які розташовані на панелі керування пристроєм ЧПК. Корегування можна здійснити при умові наявності у програмі відповідної підготовчої функції.

Для попереднього налагодження інструмента верстату МС12-250М застосовується спеціальне пристосування (див. додаток А.4), при цьому реалізується метод неповної взаємозамінності. Тобто кожний зібраний комплект інструменту (в комплект входить 2 інструменти-різальний та допоміжний) встановлюють в гніздо плити, розмір якого відповідає розміру отвору в шпинделі, суміщають головну різальну кромку з

вимірювальною ланкою штангенрейсмаса i , таким чином, зразу визначають загальний виліт комплекту із шпindelної головки, тобто-довжину $L_{\text{інстр}}$. Площина торця гнізда являється нульовою площиною відрахунку. Цей метод найбільш доцільний, тому що в кожний комплект входить той інструмент, який буде безпосередньо приймати участь в процесі обробки і це майже виключає необхідність в подальшому підналагоджуванні інструмента.

1.7 НЕОБХІДНЕ ОБЛАДНАННЯ, ОСНАЩЕННЯ, МАТЕРІАЛИ ТА ПРИЛАДИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. Багатоцільовий верстат з автоматичною заміною інструменту та числовим програмним керуванням мод. MC12-250M;
2. Комплекти різального та допоміжного інструментів для виконання фрезерно-свердлильно-розточувальних переходів обробки;
3. Спеціальне пристосування для налагодження комплектів інструменту (див. додаток А.4);
4. Варіант завдання (див. додаток А.13).

1.8 ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. Бригада студентів (2 чоловіка) отримує у якості завдання наступне:
 - а) вивчення одного з складових вузлів МАЗІ;
 - б) фрагмент поверхонь для обробки яких потрібно розробити маршрут обробки та підібрати комплекти інструменту (різального і допоміжного).
2. Користуючись складальними кресленнями МАЗІ і його складових вузлів студенти вивчають склад заданого вузла, його принцип дії і роблять відповідний опис у звіті.
3. Користуючись загальною кінематичною схемою МАЗІ (рисунок 1.1) студенти знаходять відповідний привод механізму, вивчають його і виконують його креслення у звіті.
4. Складається спрощена схема МАЗІ і за допомогою мнемонічних позначень розробляється алгоритм його роботи.
5. Згідно варіанта завдання (див. п. 1б) розробляється маршрут обробки на даному верстаті комплексу поверхонь і користуючись комплектом різального і допоміжного інструмента, який використовується на верстаті, збираються комплекти інструмента (різальний інструмент встановлений у допоміжний) і привласнюють кожному комплекту відповідну комірку інструментального магазину верстата (комплекти інструментів повинні бути розташовані згідно порядку виконання переходів обробки, рівномірно по комірках магазину).
6. Користуючись пристроєм (див. додаток А.14) визначається для кожного комплекту інструмента розмір налагодження по вісі z (параметр $L_{\text{інстр}}$ при цьому реалізується метод неповної взаємозамінності).
7. Виходячи із завдання (див. п. 1б) визначаються параметри R , Z (див. додаток А.4, схема 15).
8. Після закінчення всіх підготовчих робіт (пп. 1-7), лаборант демонструє на верстаті роботу визначеного у їх завданні складового вузла; встановлюються у відповідні комірки магазину підібрані згідно завдання (див. п. 1б) комплекти інструменту і лаборант демонструє у холостому режимі (без механічної обробки) відпрацювання верстатом (МАЗІ) складеного маршруту обробки.

1.9 ЗМІСТ ТА ВИМОГИ ДО ЗВІТУ

Звіт про виконання лабораторної роботи повинен вміщувати наступні матеріали:

1.9.1 Зміст завдання.

Наприклад :

1. Вивчити механізм кантувача інструментів.
2. Розробити спрощену схему МАЗІ та скласти за допомогою мнемонічних позначень алгоритм його роботи.
3. Розробити маршрут обробки заданого комплексу поверхонь (варіант №...), підібрати інструментальні комплекти з виконанням їх розмірного налагодження по вісі z і формуванням магазину інструментів.
4. Ознайомитись з роботою МАЗІ верстату і відповідно механізмом кантувача при роботі в холостому режимі (без механічної обробки) при відпрацюванні програми обробки заданого комплексу поверхонь.

1.9.2 Опис роботи відповідного механізму МАЗІ

В цьому розділі студенти згідно отриманого завдання повинні зробити опис роботи відповідного механізму і вивчити його склад, послідовність роботи з використанням складального креслення з посібника.

Потім, користуючись загальною кінематичною схемою МАЗІ, знайти відповідний кінематичний ланцюг, який керує роботою заданого механізму і перемалювати його у звіт з оформленням відповідної специфікації.

1.9.3 Розробка спрощеної схеми МАЗІ і складання алгоритму його роботи.

В розділі повинна бути наведена спрощена схема МАЗІ верстату (зразки таких схем розглядалися у лекційному матеріалі і теоретичних відомостях у даному посібнику) і складений за допомогою мнемонічних позначень алгоритм його роботи.

1.9.4 Розробка маршруту обробки заданого комплексу поверхонь і підготовка верстату до відпрацювання його маршруту

Цей розділ повинен вміщувати наступні матеріали:

- маршрут обробки ;
- вибір ріжучого інструменту (тип, ГОСТ);

- вибір допоміжного інструменту (назва, позначення), (див. додаток А.5);
- визначений параметр налагодження інструменту $L_{\text{інстр.}}$ (за методом неповної взаємозамінності з використанням спеціального пристосування, див. додаток А.4);
- привласнений номер комірки магазину для кожного інструментального комплекту.

1.9.5 Висновки по роботі

1.10 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Призначення механізму автоматичної заміни інструменту багатоцільового верстата з ЧПК.
2. Склад МАЗІ верстату моделі MC12-250M.
3. Призначення кантувача інструмента на даному верстаті.
4. Яким чином фіксується положення кантувача при роботі ?
5. Яким чином при роботі визначається позиція магазина ?
6. Як працює механізм руху маніпулятора ?
7. Склад інструментального комплекту для верстата багатоцільового призначення.
8. Характерні особливості інструментального оснащення багатоцільового верстата.
9. Склад комплекту, який встановлюється у комірку магазина.
10. Які переваги має метод неповної взаємозамінності при здійсненні налагодження інструменту по вісі z ?
11. Як здійснюється процес розмірного налагодження інструменту за методом неповної взаємозамінності ?
12. Які вимоги висуваються до загальної послідовності переходів обробки на БВ ?
13. Які вимоги висуваються до вибору послідовності обробки окремих отворів ?
14. Склад постійного циклу обробки отворів на БВ.
15. Які вимоги висуваються при комплектуванні інструментального магазину БВ ?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ ТИПУ “КОРПУС” В СИСТЕМІ КООРДИНАТ БАГАТОЦІЛЬОВОГО ВЕРСТАТУ З ЧПК

Мета роботи: придбання практичних навичок технологічної підготовки виробництва для розв’язання задачі розмірного налагодження комплекту інструментів та визначення найбільш продуктивного технологічного маршруту, що забезпечує точність механічної обробки різних отворів, розташованих з різних боків корпусної деталі, в системі координат багатоцільового верстату з ЧПК та технічної підготовки верстата до реалізації цієї обробки.

2.1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

2.1.1 Вибір послідовності переходів обробки різних груп отворів.

При великій кількості отворів різних діаметрів та точності, розташованих з різних боків заготовки, визначення послідовності обробки ускладнюється. Технолог при розробці технологічного процесу в цьому випадку повинен передбачити декілька різних схем (технологічних маршрутів) обробки [5] :

1. Обробка кожного отвору здійснюється повністю по всім переходам, які забезпечують потрібний квалітет точності, шорсткість та форму; всі переходи виконуються при одному позиціюванні заготовки із заміною інструменту до повного виготовлення отвору; після закінчення одного отвору заготовка переміщується для повної обробки другого отвору і т.д.; після закінчення обробки всіх отворів заготовка повертається для обробки отворів, розташованих з іншого боку і т.д.;
2. Одним інструментом послідовно обробляється кожний з однакових отворів групи, розташованих з одного боку заготовки; потім замінюється інструмент і аналогічно обробляється ця група по другому переходу і т.д., до повної обробки цієї групи отворів. Далі, проводиться таким же чином обробка другої групи отворів, потім – третьої і т.д.; після закінчення обробки всіх отворів з одного боку заготовки здійснюється її поворот для аналогічної обробки іншого боку;
3. Одним інструментом здійснюється послідовна обробка кожного з однакових отворів групи, розташованих в різних площинах заготовки; після закінчення обробки однакових отворів на всіх чотирьох площинах заготовки по першому переходу відбувається заміна інструменту і весь цикл повторюється знову для іншої групи однакових отворів і т.д.;

4. Одним інструментом по першому переходу послідовно обробляється кожний з однакових отворів групи, розташованих з одного боку заготовки; потім після заміни інструменту виконується перехід послідовної обробки другої групи отворів; після виконання першого переходу над всіма групами отворів, розташованих з одного боку заготовки, аналогічно обробляються отвори по другому, третьому, наступним переходам; після закінчення повної обробки в такій послідовності заготовка повертається на другу позицію і цикл повторюється знову і т.д.;
5. Одним інструментом по першому переходу послідовно обробляються кожний з однакових отворів групи, розташованих з різних боків заготовки; потім другим інструментом по першому переходу послідовно обробляються однакові отвори другого діаметра (другої групи), розташованих з різних боків заготовки і т. д., до повного закінчення обробки.

З наведених схем неважко зробити такий висновок : основний час свердлильної операції займає не різання, а допоміжні переміщення та заміна інструментів. Таким чином, варіант (схему) послідовності переходів обирають виходячи з часу обробки та допусків на міжцентрові відстані. Перемінна частка часу обробки отворів, яка залежить від варіанту технологічного маршруту, складається з часу позиціонування інструментів над отворами (або заготовки відносно інструменту), повороту столу та заміни інструментів. В загальному випадку ці схеми можна розбити на дві групи обробки – послідовної (схема 1) та паралельної (схеми 2 - 5).

Для послідовної обробки перемінна частка часу по одному боку деталі визначається так :

$$\tau = \sum_{j=1}^M t_{\text{поз.}j} + M \sum_{i=1}^N t_{\text{зам.}i} , \quad (1)$$

а для паралельної обробки :

$$\tau = \sum_{i=1}^N t_{\text{зам.}i} + M \sum_{j=1}^M t_{\text{поз.}j} , \quad (2)$$

де M – кількість отворів;

$t_{\text{поз.}j}$ – тривалість позиціонування інструмента над j -м отвором ($j = 1, 2, \dots, M$);

N – кількість інструментів;

$t_{\text{зам.}i}$ – час заміни i -го інструменту ($i=1, 2, \dots, N$).

При проведенні розрахунків в залежностях (1) та (2) потрібно враховувати час повороту столу – $t_{\text{пов.}}$ (при зміні боку обробки).

Із порівняння залежностей (1) та (2) можна зробити такий висновок: якщо сумарний час заміни інструментів більший, ніж час їх позиціювання, то продуктивніша паралельна обробка отворів, і навпаки.

Обробка отворів з жорсткими допусками на міжцентрові відстані здійснюється, як правило, послідовно. Якщо при цьому паралельна обробка більш продуктивна, то попередні переходи (центрування, свердління, зенкування, цекування) виконують по одному із варіантів паралельної обробки, а остаточні (зенкерування, розвертання, нарізання різьб) – по першому варіанту (послідовна обробка). Послідовність обходу отворів обирають із умови мінімізації сумарного часу позиціювання або довжини шляху обходу з врахуванням характеру переміщень (роздільно по всім або одночасно по двом або трьом вісям).

2.1.2 Рекомендації до комплектування інструментального магазину

Для реалізації якісного технологічного процесу механічної обробки поверхні деталі на багатоцільовому верстаті з ЧПК висуваються певні рекомендації до комплектування його інструментального магазину:

- інструмент бажано розташовувати за ходом технологічного процесу;
- у випадку неповного завантаження магазину рекомендується при кодуванні інструмент розташовувати або рівномірно по комірках, або вводити інструменти – дублери, що приведе, зокрема, до зменшення витрат часу на пошук інструмента (магазин при цьому повертається тільки в одному напрямку), особливо, якщо основний час обробки певної поверхні занадто малий, а це виключить можливість простоювання верстату;
- для встановлення інструменту, діаметр якого перевищує припустимий (або занадто важкий – можна порівняти, наприклад, перехідну втулку та розточувальний патрон), необхідно звільнити дві суміжних з ним комірки; це дає можливість або встановлення інструментів без перешкод, або до врівноваження магазину;
- кількість інструментів перевіряється по ємності накопичення інструментального магазину, і у випадку її перевищення частина переходів передається на наступну операцію або деякі інструменти замінюють комбінованими, або переглядають всі операції на БВ.

2.1.3 Рекомендації до особливостей технологічного маршруту механообробки деталей типу “Корпус”

Для досягнення високоефективної обробки на БВ необхідно суворо дотримуватись наступних технологічних умов:

- оброблювані поверхні деталі повинні бути зосередженими на її чотирьох боках із забезпеченням зручності виконання технологічних переходів; на двох інших боках є мінімальна кількість оброблених поверхонь, які являються установчими базами, або оброблювані поверхні взагалі відсутні;
- необхідно передбачити таке закріплення деталі, щоб воно не створювало перешкоди в процесі обробки та не викликало при цьому згинних напруг;
- потрібно забезпечити можливість встановлення та закріплення деталі на столі верстата за допомогою простіших пристосувань (упорів, прихватів і т.і.);
- загальна кількість інструментів, які потрібні для обробки деталі, повинна бути мінімальною – це досягається уніфікацією розмірів отворів, зенковок, різей і т.і.;
- бажано заміну інструменту виконувати після здійснення всіх переходів зі всіх боків оброблюваної деталі; це викликано тим, що індикатування столу являється операцією більш точною та надійною, ніж автоматична заміна інструменту;
- для групи отворів з точними міжцентровими відстанями, де по звичайній технології кожний отвір обробляється всіма інструментами, на БВ потрібно кожним інструментом обробляти всі отвори і лише після цього замінювати його, тому що при цьому інструмент зміщується з координати отвору;
- при виборі технологічних маршрутів необхідно намагатися до суміщення обробки різних поверхонь одним інструментом, наприклад, центрування отворів суміщається з формуванням фаски при наступному свердлінні отвору;
- довжина розточування з одного боку не повинна перевищувати припустиму для консольної обробки на даному БВ; максимальна довжина може бути не більше 5-6 діаметрів оправки, яка несе розточувальний різець;
- при далеко рознесених отворах, обробка яких повинна вестися з двох боків (поворот на 180^0), при призначенні допусків на співвісність потрібно враховувати подвоєння похибок при такому методі виконання;
- для уникнення уведення свердла на БВ перед свердлінням виконують центрування короткими центровими свердлами;
- фрезерування отвору замість його попереднього розточування продуктивніше при довжині отвору, яка не перевищує довжину ріжучої частини фрези; чим більше припуск на обробку отвору і чим нерівномірніше його розточування по довжині кола, тим ефективніше фрезерування в порівнянні з розточуванням.

2.1.4 Вибір баз, призначення припусків та режимів обробки

Базування визначає положення деталі в робочій зоні верстата. Обрані бази повинні забезпечити точність обробки та мінімальний час на базування та встановлення. Концентрація операцій на БВ дозволяє зменшити сумарну похибку базування, яка виникає при обробці на універсальному обладнанні. Базовими, в залежності від конструкції деталі та послідовності переходів, можуть бути необроблені та оброблені поверхні. В першому випадку це площини, в другому – площини та отвори. Бажано, щоб опорні базові площини були попередньо оброблені.

В деталях з обробленими установчими напрямними та опорними базовими поверхнями в якості технологічних баз приймають дві площини, отвір та площину або два отвори. Щоб зв'язати координати оброблюваних поверхонь деталі з системою відрахунку верстата, координати базових площин вводять до системи ЧПК. Деталь повинна бути орієнтована базовими елементами так, щоб розрахункові координати оброблюваних поверхонь деталі були зв'язані з координатною системою верстату. Це скоротить час введення базових координат до системи ЧПК.

Базуючі елементи повинні забезпечувати точність та стабільність встановлення деталі, і тому до них висуваються особливі вимоги по точності та жорсткості. Ці елементи не повинні перешкоджати обробці поверхонь. Аналогічні вимоги висувають до затискних елементів. Потрібно віддати перевагу при базуванні деталі поверхням, які не мають жорстких (менші за 0.1 мм) допусків на розмір до оброблюваних площин або отворам, а у випадку необхідності переустановлення деталі базувати її по поверхням, які оброблені у попередній операції.

При обробці на БВ підвищується стабільність точності обробки, зменшується кількість операцій та переходів більшості поверхонь деталі та кількість встановлень деталі на верстаті, збільшується кількість площин, пазів, отворів деталі, які обробляються в одному установі. Це дозволяє зменшити припуски на обробку деталей. Для отворів під чорнове розточування залишають припуск 2...3 мм на діаметр, під напівчистове – 0.5 – 1.0 мм, під чистове – 0.2 – 0.3 мм, під розвертання – 0.03...0.1 мм. Для отворів у виливках при литті в землю, враховуючи нестабільність припуску та можливість зміщення, передбачають припуск 8...10 мм і у випадку необхідності проводять обробку фрезеруванням. Крім того, припуски на обробку отворів можна призначати по [6, табл.1-7, с.7-8].

Від подачі та швидкості різання залежать такі важливі показники процесів механічної обробки деталей, як продуктивність обробки та стійкість інструментів, причому подача сприяє переважному впливу на продуктивність обробки, а швидкість різання – на стійкість інструментів. Тут необхідно відмітити, що скорочення кількості замін інструментів підвищує надійність механізму заміни та шпинделю верстата.

При багатопозиційній налагодці виконується розрахунок часу роботи кожного інструмента по стійкості, щоб комплектно здійснювати їх заміну. Це

дозволяє уникнути помилок при введенні корекції інструмента, підвищує організацію та покращує умови роботи. Задання режимів обробки на БВ можна виконати по [4, т.2, с.276-298; 6, с.9-11 (для обробки отворів); 7, с. 251-272; 8, п.10.12-10.15 (свердління), т.10.32 (розвертання), т.9.12-9.15]. Крім того, інформація про режими обробки різанням вміщена в “Общемашиностроительных нормативах резания...” (НИИМаш, 1984). Необхідні значення сил різання, які виникають при обробці деталі на різних операціях (переходах), вирази для їх розрахунку та відповідні рекомендації наведені в тих же джерелах, що і режими обробки. Зокрема, на практиці осьову силу різання підраховують за формулою [9]:

$$P_o = P_{\text{табл.}} * K_p,$$

де $P_{\text{табл.}}$ обирають в залежності від обробного матеріалу, діаметру свердла та подачі на оберт (див. додаток Б.6);

K_p – коефіцієнт різання, який обирають в залежності від твердості обробного матеріалу (див. додаток Б.7).

2.1.5 Розмірне налагодження інструменту за методом повної взаємозамінності

Розмірне налагодження інструменту на верстаті з ЧПК може здійснюватись також методом повної взаємозамінності, при цьому в розмірний ланцюг включають всі ланки інструментальної системи. Як вказувалось у розділі 1.6.5, для БВ необхідно визначити довжину інструмента $L_{\text{інстр}}$, точність якої обмежує точність по глибині обробки. Для реалізації цього методу налагодження різального інструменту з конічним хвостовиком користуються довідковою літературою, наприклад [15], з якої вибирається для визначеного інструменту розмір l_1 . Цей розмір відповідає вильоту цього інструмента при його встановленні в допоміжний інструмент. Після цього користуючись даними додатку А.5, в якому наведені технічні характеристики допоміжного інструменту верстату МС12-250М, визначають розмір l того інструменту, який буде складатися в єдиний комплект з обраним різальним інструментом. Сума параметрів l_1 та l дає нам шукану довжину $L_{\text{інстр}}$. Як можна побачити, з одного боку, цей метод забезпечує мінімальну трудомісткість налагодження, але, з іншого боку, він не гарантує якість обробки на протязі більш-менш тривалого проміжку часу, тому що в процесі експлуатації таких комплектів відбувається зношення як посадкового отвору допоміжного інструменту, так і зношення по довжині (зокрема) різального інструменту. Тобто, цей фактор зношення негативно впливає на розмір налагодження $L_{\text{інстр}}$, і не дає змогу використовувати оператору той інструмент, який є у нього “під рукою” і не втратив можливість давати якісну обробку, що не є реальним. Ну, а щодо застосування цього методу для налагодження різального інструменту з циліндричним хвостовиком, то він взагалі недоцільний.

2.2 НЕОБХІДНЕ ОБЛАДНАННЯ, ОСНАЩЕННЯ, МАТЕРІАЛИ ТА ПРИЛАДДЯ

При виконанні лабораторної роботи застосовується таке обладнання, матеріали та приладдя:

1. Багатоцільовий верстат з автоматичною заміною інструменту та програмним керуванням моделі MC12-250M.
2. Комплект інструментального допоміжного оснащення до верстату.
3. Комплект різального інструменту фрезерно-свердлильно-розточувального призначення.
4. Довідкова література [10,12].
5. Чисті бланки операційних карт механічної обробки на верстатах з ЧПК, карт наладки інструменту для верстатів типу “оброблюючий центр” та карт кодування інформації (ГОСТ 3.1404-86).
6. Аркуші міліметрового паперу (ф.А4 – 2 шт. на кожного студента, ф. А3 – 1 шт. на бригаду).
7. Спеціальний пристрій для налагодження інструменту.

2.3 ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Лабораторна робота виконується бригадами студентів по 5 чоловік (не більше) в такій послідовності :

1. Отримати у викладача варіант завдання – креслення корпусної деталі (одне креслення на бригаду), номер схеми технологічного маршруту обробки отворів та здійснити візуальний контроль повноти інформації, яка представлена в кресленні.
2. Визначити попередньо перелік поверхонь, базуючись на технічних та технологічних можливостях верстату МС12-250М, які не можливо обробити на даному верстаті.
3. Розмістити деталь на столі верстату. Цією роботою переслідується виконання наступних задач :
 - а) вибір варіанту першого установу деталі виходячи з критерію можливості обробки максимальної кількості поверхонь;
 - б) розміщення деталі на столі таким чином, щоб всі оброблювані отвори та площини лежали в робочій зоні верстату; визначення робочої зони наведено на рисунок 2.1; бажано, що вісь повороту столу співпадала з осями симетрії деталі (це найбільш раціональний варіант при використанні столів для обробки деталей з різних боків);
 - в) визначення початку відрахунку відносно абсолютного нуля відрахунку та перерахунок розмірів (у випадку необхідності) від початку відрахунку по координатам X, Y, Z (див. рисунок 2.1).

Пояснення. За абсолютний нуль відрахунку в системі стосовно даного верстату приймається така точка, в якій сигнали датчиків зворотнього зв'язку дорівнюють нулю. Початок відрахунку (плаваючий нуль) відносно абсолютного нуля відрахунку може бути довільним та визначається при налагодженні верстату та програмуванні :

- за абсолютний нуль відрахунку по вісі X приймається крайнє ліве положення столу (якщо дивитись на шпindelь спереду) плюс 100 мм;
- за абсолютний нуль відрахунку по вісі Y приймається крайнє верхнє положення столу плюс 100 мм ;
- за абсолютний нуль відрахунку по вісі Z приймається точка на відстані 200 мм від центру столу в бік, протилежний шпindelьній головці.

4. Скласти технологічний маршрут обробки отворів згідно заданої схеми, здійснити вибір та розміщення інструментів в інструментальному магазині.

Після вибору початку відрахунку та перерахунку всіх розмірів на кресленні деталі (у випадку необхідності) складається технологія обробки деталі з вибором оптимальної послідовності обробки, потрібного

інструменту та режимів різання. При цьому необхідно виконати наступні вимоги :

а) визначити послідовність обробки отворів згідно заданої схеми виходячи з умови мінімальних переміщень на холостих переходах по вісях X та Y (потрібно розглянути два варіанти послідовності обробки);

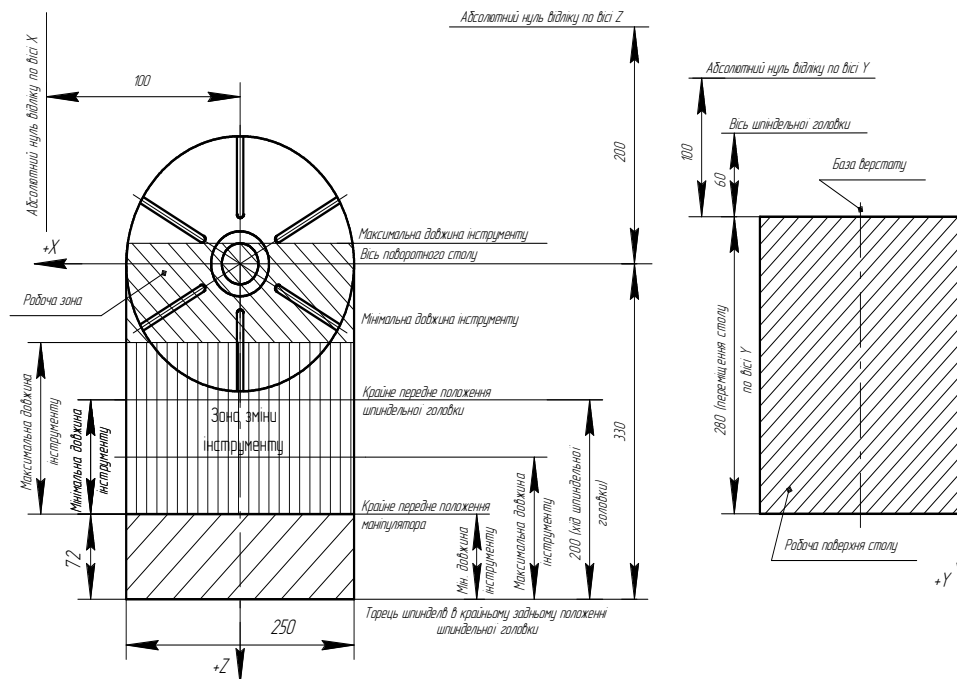


Рисунок 2.1 – Визначення робочої зони для обробки деталі на верстаті MC 12-250M

б) у відповідності з технологією вибирають допоміжний інструмент (див. додаток А.5) та різальний інструмент (див. довідкову літературу [10,12]); визначають розмір налагодження $L_{інстр.}$ для кожного комплекту “допоміжний інструмент – різальний інструмент”;

в) інструмент потрібно розмістити в інструментальному магазині таким чином, щоб забезпечити мінімальний час циклу обробки отворів в деталі; при цьому необхідно розташувати інструмент з врахуванням технологічної послідовності, з врахуванням можливості обробки різних по довжині та глибині різання отворів одним інструментом, а також інших вимог, викладених в п. 2.1.2;

Примітка. 1. При визначенні розміру налагодження $L_{інстр.}$ оперують не всією довжиною комплекту інструмента з голівкою, тобто з врахуванням довжини посадочного місця допоміжного інструменту, а тільки відстанню від його кінцевої точки (як правило, це співпадає з перефрійними точками ріжучої кромки, наприклад, вершиною свердла) до лінії більшого діаметру конусної частини вказаного вище посадочного місця. Параметр $L_{інстр.}$ визначається методом повної взаємозамінності (див. п.2.1.5).

Деякі рекомендації. 1). Для визначення вильоту мітчика із патрону для його закріплення (див. лабораторну роботу № 1, рисунку 1.1, поз.6)

приймають довжину квадрату, який заходить у патрон, 10 мм. Тоді виліт дорівнює різниці між загальною довжиною мітчика та довжиною квадрату.

2). Для визначення вильоту свердла з циліндричним посадочним кінцем приймають довжину заходу у цанговий патрон (див. лабораторну роботу № 1, рисунку 1.1, поз. 3) 15 мм, а у свердлильний патрон та у головку свердлильну швидкопрохідну – оперують всією довжиною посадочного місця (див. лабораторну роботу № 1, рисунку 1.1, поз. 4 та 5, відповідно).

2. Параметр $L_{\text{інстр}}$, який визначається по п. 1, перевіряється із умови обмеженості ходу шпіндельної головки та нормальної заміни інструмента за формулою:

$$330 - A_{\text{max}} - 72 \geq L_{\text{інстр}} \geq 330 - A_1 - 200, \quad (3)$$

де A_{max} – відстань від вісі центру столу верстата до найбільш виступаючої частини боку деталі, яка звернена до різального інструменту з врахуванням повороту столу;

72 – хід маніпулятора при заміні інструменту, мм;

330 – відстань від торця шпіндельної головки в крайньому задньому (втягнутому) положенні до вісі поворотного столу, мм;

A_1 – відстань від вісі поворотного столу до кінця робочого ходу при обробці, яка виконується даним інструментом, враховуючи хід інструмента з робочої зони (перебіг інструмента);

200 – найбільший хід шпіндельної головки, мм.

УВАГА! Всі відстані, які проходить інструмент, визначаються відносно його кінцевої точки. Наприклад, кінцевою точкою свердла є вершина ріжучої частини, мітчика – периферійна точка заборної частини.

Перевірка здійснюється для двох комплектів інструментів, відповідно з $L_{\text{інстрmax}}$ та $L_{\text{інстрмін}}$, якими проводиться обробка кожного боку деталі. Якщо умова (3) не виконується, то переглядається відповідний комплект інструмента – обробка відповідної поверхні передається на іншу операцію. В останньому випадку перевірячі підлягає наступний (по зміні параметру $L_{\text{інстр}}$) комплект інструмента за результатами перевірки визначити остаточно перелік поверхонь, які підлягають обробці на даному верстаті.

г) задати режими різання (вибрати або розрахувати, див. довідкову літературу).

5. Кожному члену бригади потрібно перевірити на спеціальному пристосуванні (див. додаток А.4) по одному комплекту інструменту – в першу чергу, це стосується комплектів з різальними інструментами, які мають циліндричний хвостовик, та мітчиків, а також борштанг з розточувальними різцями. До складу перевірки комплектів обов'язково повинні увійти ті, в яких є різальний інструмент з конічним хвостовиком. Мета перевірки – визначення розмірів корекції, тобто визначення дійсних розмірів $L_{\text{інстр}}$ та порівняння них з такими ж розмірами, визначеними за методом повної взаємозамінності.

6. Всю інформацію про вибрані допоміжні та різальні інструменти, визначені за п.п.4 та 5 параметри $L_{\text{інстр}}$ для кожного комплекту “допоміжний

інструмент – різальний інструмент”, режими різання з кодovими індексами (див. додатки Б.2 та Б.3) та послідовність обробки потрібно занести в операційні карти механічної обробки на верстатах з ЧПК та карти наладки інструменту для верстатів типу “оброблюючий центр”.

7. По кожному варіанту технологічного маршруту визначити перемінну частку часу τ (див. рисунок 2.1 п. 5), яка визначає продуктивність процесу обробки отворів деталі. В результаті порівняння отриманих результатів зробити загальний висновок про найбільш продуктивний варіант.

8. Скомпонувати інструментальний магазин верстату у відповідності з розробленою послідовністю переходів обробки отворів деталі по найбільш продуктивному варіанту технологічного процесу та рекомендацій, викладених в п.

9. Розробити схему наладки першого комплекту інструменту на обробку першого за технологічним маршрутом отвору з метою визначення розмірів налагодження X_n , Y_n , за якими оператор в ручному режимі керування суміщує вісь цього комплекту з віссю симетрії першого отвору (перший комплект інструменту встановлюється у шпindelний отвір вручну).

10. Розробити керуючу програму (КП) обробки фрагменту деталі (у відповідності із заданим варіантом процесу) з обов’язковою участю у циклі обробки 3 – 4 інструментів із зміною позиції столу (необхідна інформація стосовно розробки КП викладено у додатках Б.1). КП занести в карту кодування інформації (ГОСТ 3.1404 - 86).

11.3 пульта керування СЧПК ввести покадрово КП на найбільш продуктивний варіант процесу, спостерігаючи за результатами її відпрацювання робочими органами верстату, які індикуються на дисплеї пульта. Потім, для одного із комплектів інструменту, для якого у п. 5 визначені розбіжності параметру $L_{\text{інстр}}$, здійснити з пульта корекцію цього інструменту по його довжині, цю інформацію занести в карту керування та перевірити відпрацювання корекції на верстаті.

2.4 ЗМІСТ ТА ВИМОГИ ДО ЗВІТУ

Звіт про виконання лабораторної роботи повинен вмещувати таку інформацію:

1. Назву та мету роботи.
2. Завдання на роботу.
3. Призначення та область застосування верстату MC12-250M.
4. Попереднє заключення та перелік поверхонь, які не підлягають обробці на даному верстаті виходячи із його технічних та технологічних можливостей.
5. Вибір варіанту першого установу деталі на столі верстату, керуючись критерієм можливості обробки максимальної кількості поверхонь (графічна ілюстрація 2 – 3 варіантів схеми установу та підрахунок кількості поверхонь, див. додаток Б.5); застосовувати конструкції універсально-складальних пристосувань, які представлені в літературі, наприклад, [13] та [14].
6. Вибір різального та допоміжного інструменту. Визначення робочої зони інструментів з перевіркою умови (3) (див. п. 4 розділу 2.3). Остаточний висновок про те, які поверхні можна обробити на даному верстаті.
7. Задання режимів різання.
8. Визначення маршруту обробки отворів згідно заданого варіанту технологічного маршруту (див. додаток Б.5), керуючись критерієм мінімальної сумарної довжини позиціонування столу відносно вісі шпіндельної головки по вісях X та Y (враховуються відстані між центрами симетрії отворів, в тому числі і при зміні позиції поворотного столу) – потрібно розглянути два альтернативних маршрути обходу отворів.
9. Оформлену операційну карту механічної обробки на верстаті з ЧПК.
10. Розрахунок перемінної частки часу, пов'язаного з позиціонуванням, заміною інструментів та поворотів столу (див. формули (1) та (2) р. 2.1).
11. Схему наладки першого комплекту інструменту на обробку першого за технологічним маршрутом отвору з визначеними розмірами налагодження X_n та Y_n . На цій же схемі потрібно нанести положення “плаваючих” нулів для кожного комплекту інструментів.

Увага ! Схема наладки оформляється в 1 екземплярі на бригаду студентів.

12. Оформлену карту наладки інструменту для верстатів типу “обробляючий центр” (див. додаток Б.5) (розглядається кожним студентом задана схема обробки отворів).
13. Розроблений фрагмент керуючої програми за такими умовами :

- перший комплект інструменту за технологічним маршрутом знаходиться у шпіндельній головці і його вісь суміщена з віссю першого отвору; другий комплект інструменту – у кантувачі;
- в КП розглянути обробку не менш ніж 2 – 3 інструментами.

КП занести в карту кодування інформації (ГОСТ 3.1404-86).

14.Опис дій, які виконуються при здійсненні розмірної корекції комплекту інструмента по довжині.

15.Загальні висновки по роботі.

2.5 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

Для засвоєння матеріалу лабораторної роботи студентам пропонується вміти дати відповідь на такі питання:

1. Склад обладнання гнучкої виробничої системи.
2. Характеристика багатоцільового верстата з ЧПК.
3. Що покладено до основи вибору оптимального варіанту послідовності переходів при обробці груп отворів, розташованих з різних боків заготовки, на багатоцільовому верстаті ?
4. Можливі варіанти послідовності технологічних переходів при обробці груп отворів, розташованих з різних боків заготовки.
5. Як розрахувати тривалість перемінної частки часу циклу обробки отворів на багатоцільовому верстаті ?
6. Із яких переміщень інструмента складається траєкторія його руху в межах одного проходу і рекомендації до вибору довжини здійснюваних переміщень ?
7. Склад постійного циклу обробки отворів на багатоцільовому верстаті.
8. Які вимоги висуваються до комплектування інструментального магазину?
9. Як вибрати бази для деталі, яка обробляється на багатоцільовому верстаті ?
10. Які технологічні умови необхідно виконати при обробці деталі на багатоцільовому верстаті для досягнення високої ефективності?
11. Система інструментального оснащення багатоцільового верстату.
12. Вимоги до розміщення оброблюваної деталі в координатній системі багатоцільового верстата.
13. Як визначити довжину комплекту інструменту $L_{\text{інстр}}$ за методом повної взаємозамінності ?
14. Як визначити робочу зону для обробки деталі на верстаті MC12-250M?
15. Послідовність розмірного налагодження першого комплекту інструмента.
16. Як здійснити розмірну корекцію інструменту на багатоцільовому верстаті?
17. Команди, які використовуються при програмуванні процесу механічної обробки деталі на верстаті MC 12-250M.
18. Як запрограмувати постійний автоматичний цикл ?

2.6 ЛІТЕРАТУРА

1. Шарин Г.С. Обработка деталей на станках с ЧПУ. М.: Машиностроение, 1903. - 117 с., ил.
2. Брук И.В., Черпаков Б.И. Гибкие механообрабатывающие производственные системы. - М.: Высш. шк., 1987. - 103 с., ил.
3. Дерябин А.Л. Программирование технологических процессов для станков с ЧПУ. - М.: Машиностроение, 1984. - 224 с., ил.
4. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. /Под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1985.
5. Качество продукции автоматизированного машиностроительного производства /А.С.Зенкин, И.Б.Петко, Н.П.Стародуб, В.Д.Мельниченко. - К.: Техника, 1988. - 175 с.
6. Лакирев С.Г. Обработка отверстий: Справочник. - М.: Машиностроение, 1984. - 208 с., ил.
7. Монахов Г.А. и др. Станки с программным управлением: Справочник. - М.: Машиностроение, 1975. - 288 с. ил.
8. Ординарцев И.А. и др. Справочник инструментальщика. - Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1987. - 846 с., ил.
9. Шашков Е.В., Смирнов В.К. Работа на фрезерно-расточных станках. - М.: Высш. шк., 1986. - 216 с., ил.
10. Классификатор режущего инструмента для станков с ЧПУ. - М.: НИИмаш, 1975. - 99 с.
11. Станок многоцелевой с автоматической сменой инструмента и программным управлением. Модель МС 12-250М. Инструкция по программированию.
12. Станок многоцелевой с автоматической сменой инструмента и программным управлением. Модель МС 12-250М. Руководство по эксплуатации.
13. Кузнецов Ю.И. Конструкции приспособлений для станков с ЧПУ. -М.: Высш. шк., 1988. - 303 с., ил.
14. Станочные приспособления: Справочник: В 2 т. /Ред.совет: Б.Н.Вардашкин /пред./ и др. - М.: Машиностроение, 1984.
15. Кузнецов Ю.И. и др. Оснастка для станков с ЧПУ : Справочник.-М.: Машиностроение, 1990.-512 с., ил.
16. Дерябин А.Л., Эстерзон М.А. Технология изготовления деталей на станках с ЧПУ и в ГПС.-М.: Машиностроение, 1989.-288 с., ил.
17. Обработка металлов резанием : Справочник технолога / А.А. Панов и др.- М.: Машиностроение, 1988.-736 с.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

РОЗРОБКА КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ РОБОТИ ПРОМИСЛОВОГО РОБОТА РФ-204М У СКЛАДІ РОБОТИЗОВАНОГО КОМПЛЕКСУ

Мета роботи: Придбання практичних навичок у програмуванні роботи промислового робота у складі роботизованого комплексу.

3.1 НЕОБХІДНЕ ОБЛАДНАННЯ, МАТЕРІАЛИ І ПРИЛАДДЯ

При виконанні лабораторної роботи використовуються таке обладнання, матеріали та прилади:

1. Промисловий робот РФ-204М.
2. Пристрій керування СУ-202М.
3. Хронометр.
4. Варіант завдання у вигляді компоновки роботизованого комплексу (РК), характеристика операції, яку виконує промисловий робот, і її тривалість.
5. Креслярське приладдя.
6. Мікрокалькулятор.

3.2. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

У машинобудуванні одним із основних шляхів технічного переозброювання з метою комплексної автоматизації виробництва є широке застосування автоматичних маніпуляторів (промислових роботів).

Для автоматичних комплексів, які складаються з програмно-керованих пристроїв, не підходять автооператори. Останні використовуються у жорстких автоматичних лініях і автоматах, розповсюджених у масовому виробництві. На зміну їм приходять маніпулятори з програмним керуванням, або, як їх інакше називають, промислові роботи (ПР). За допомогою ПР автоматизують як допоміжні (перенесення об'єкта виробництва з однієї позиції до іншої, його кантування і т.ін.), так і основні технологічні операції (зварювання, складання і т.ін.). В такому випадку можна вести мову про створення роботизованих комплексів.

Роботизований комплекс (РК) у відповідності до ГОСТ 26228-85 визначений як сукупність одиниці технологічного обладнання, промислового робота і засобів оснащення, яка автономно функціонує і здійснює багаторазові цикли.

Засобами оснащення РК можуть бути пристрої накопичення, орієнтування, поштучної видачі об'єктів виробництва і інші пристрої, які

забезпечують функціонування РК.

Промисловий робот (ПР) - автоматична машина, стаціонарна або пересувна, яка складається з виконавчого пристрою у вигляді маніпулятора з декількома ступенями рухомості, та перепрограмованого пристрою програмного керування для виконання у виробничому процесі рушійних та керуючих функцій (ГОСТ 25686-85).

До цього визначення ГОСТ дає примітку: перепрограмованість - властивість промислового робота замінити керуючу програму автоматично або за допомогою людини - оператора. До перепрограмування відноситься змінення послідовності і (або) значення переміщень по степеням рухомості і керуючих функцій за допомогою засобів керування на пульті пристрою керування.

Термін "маніпулятор" той же ГОСТ визначає таким чином. Маніпулятор - пристрій, який керується, або машина для виконання рушійних функцій, аналогічних функціям руки людини при переміщенні об'єктів у просторі, оснащений робочим органом. Робочий орган - складова частина виконавчого пристрою ПР для безпосереднього виконання технологічних операцій і (або) допоміжних переходів (операцій). Прикладами робочих органів служать зварювальні клещі, фарбувальний пістолет, складальний інструмент, захоплюючий пристрій.

Маніпулятори роботів, як багатоланкові механізми, можуть мати різні кінематичні схеми і здійснювати рухи в різних просторових системах координат. Рука людини має тільки обертові вузли (плече, лікоть, кисть). На відміну від схеми людської руки, маніпулятор може мати не тільки повороти ланок однієї відносно іншої, але також і поступальні відносні рухи [3].

На рисунку 3.1 наведена загальна функціональна схема ПР, на якій позначено:

- КП - керуючий пристрій;
- ПК - пульт керування;
- ЗП - запам'ятовуючий пристрій;
- ОП - обчислювальний пристрій;
- БКП - блок керування переміщеннями;
- ПП - пристрій переміщень;
- М - маніпулятор.

До складу керуючого пристрою КП конструктивно входять: пульт керування ПК, за допомогою якого оператор здійснює введення і контроль завдання; запам'ятовуючий пристрій ЗП, в якому зберігаються програми роботи та інша необхідна інформація; обчислювальний пристрій ОП, в якому реалізується алгоритм керування роботом; блок керування приводами маніпулятора М і пристрою переміщення БКП.

Керуючий пристрій КП може бути виконаний у вигляді окремого самостійного пристрою або вбудованим у корпус робота.

Пристрої переміщення ПП роботів можуть бути основаними на будь-якому з відомих способів переміщення, починаючи від кочення і закінчуючи крокуванням.

Існує класифікація ПР, згідно з якою тип ПР характеризується такими ознаками [1]:

- кількість маніпуляторів (з одним, двома і більше);
- кількість степенів рухомості (з двома, трьома і більше);
- тип робочої зони маніпулятора (площина, поверхні у формі паралелепіпеда, циліндра, кулі і комбінована);
- вантажопідйомність маніпулятора (надлегкий-від 0.1 до 1.0 кг, легкий - від 1.6 до 10 кг, середній - від 16 до 100 кг, тяжкий-від 160 до 1000 кг, найтяжкий – вище 1000 кг);
- тип приводів маніпулятора і пристрою переміщення (пневматичний, гідравлічний, електромеханічний, комбінований);
- тип системи керування (за принципом керування, за кількістю керованих роботів);
- клас точності (кл. 0 - відносна похибка позиціонування до 0.01%, кл. I-над 0.01% до 0.05%, кл. 2-над 0.05% до 0.1%, кл.3 - над 0.1%);
- тип виконання (нормальне, теплозахисне, пилезахисне, вибухобезпечне).

Класифікації підлягають і роботизовані комплекси, деякі ознаки яких такі:

- функціональна (роботизований технологічний комплекс (РТК), роботизований виробничий комплекс (РВК));
- структурна (однопозиційний РК, багатопозиційний, груповий);
- тип компоновки (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 взаємодоповнюючі функції при обслуговуванні одного або декількох робочих місць.

За типом компоновки РК розрізняються по розташуванню 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 степенів рухомості, і, крім того, щоб ПР на виконання необхідної операції витрачав мінімальний час. Останнє може залежати від компоновки РК, від заданих режимів рухів виконавчих органів ПР, від концентрації (суміщення) декількох рухів і т.ін. Для виконання поставленого завдання можна скористатись циклограмами роботи як РК, так і ПР окремо [2]. На рисунку 3.2 наведений приклад побудови такої циклограми. Передбачається, що для необхідних альтернативних варіантів при складанні керуючої програми для ПР, або взагалі для всіх елементів РК будуються окремі циклограми, які визначають тривалість циклу роботи, і на базі їх порівняльного аналізу вносяться відповідні коригування у керуючі програми, або у компоновку РК і т.ін.

І наприкінці, до наведеної вище стислої інформативної бази про ПР і РК, треба додати, що промислові роботи передбачають два режими роботи: навчання і автоматичного відпрацювання керуючої програми. Треба відмітити, що ПР буде також доцільним у застосуванні, якщо кожна керуюча програма буде використовуватись багато разів. Тобто, спочатку з пульта керування програмного пристрою вводяться по чергово команди керуючої програми, відповідні виконавчі органи ПР відпрацьовують їх (при цьому перевіряється оператором відповідність відпрацьованого руху заданому, але оцінюється не тільки рух за потрібній степені рухомості, а і швидкість руху, кут повороту, вихід у потрібну позицію і т. ін. - це попередній етап) і якщо після цього у оператора не виникло ніяких зауважень до поведінки ПР при відпрацюванні відповідної команди, він заносить останню у пам'ять пристрою натисканням відповідної клавіші. Таким чином, вважається, що ПР навчився цієї команди, і далі його навчають всіх інших команд, які входять до складу керуючої програми робота. Але потрібно зауважити, що другий режим, тобто режим автоматичного відпрацювання керуючої програми, буде діяти тільки в тому випадку, якщо оператор навчив ПР працювати в межах одного циклу (положення виконавчих органів, які були досягнуті у кінці циклу, повинні бути вихідними на початку циклу).

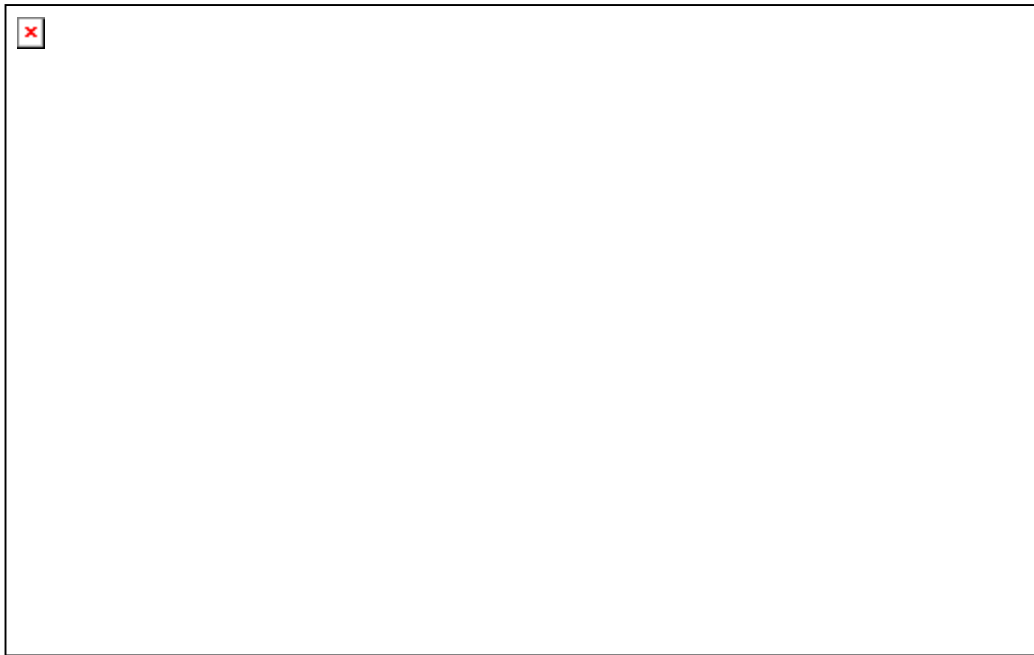


Рисунок 3.1 – Конструкція промислового робота

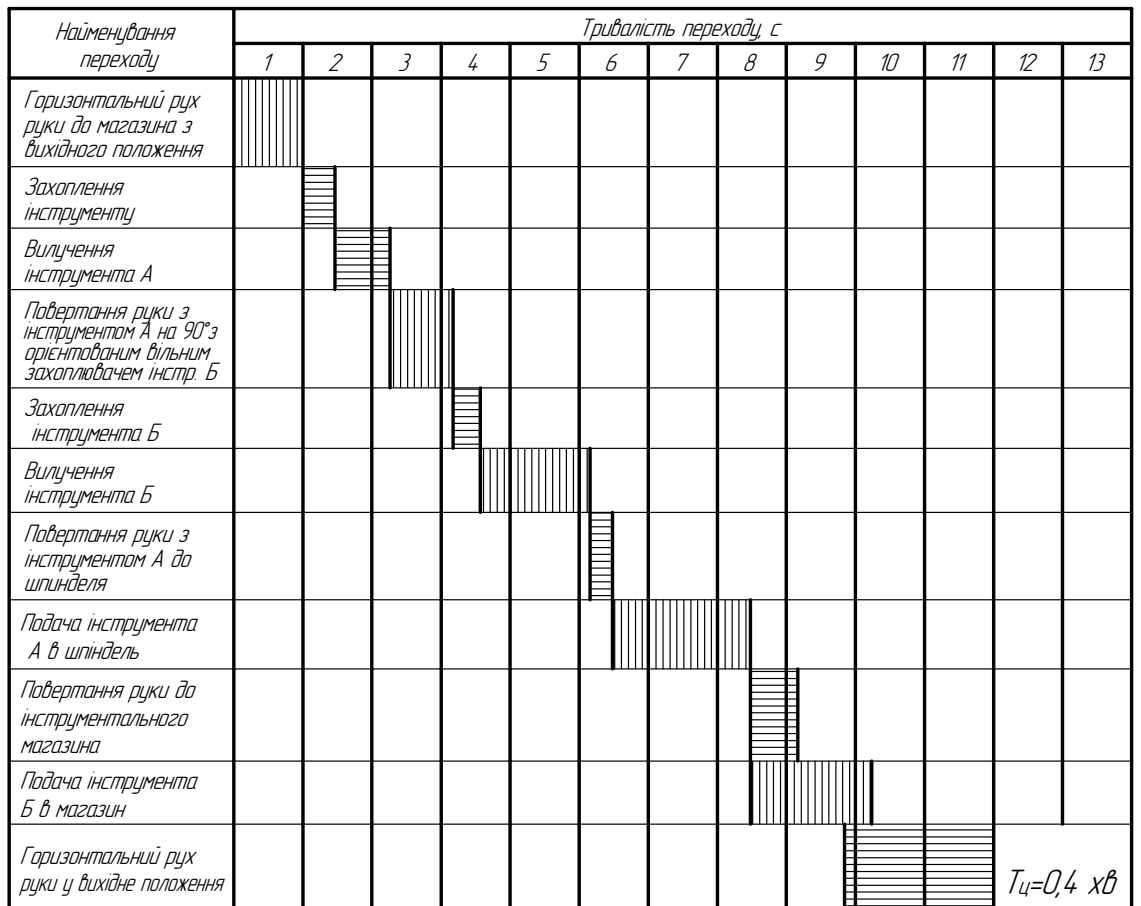


Рисунок 3.2 – Циклограма роботи промислового робота

3.3 ОПИС КОНСТРУКЦІЇ І ПРИНЦИПУ ДІЇ ПРОМИСЛОВОГО РОБОТА

3.3.1 ПРОМИСЛОВИЙ РОБОТ РФ-204М.

3.3.1.1 Технічна характеристика

- Виріб працює при живленні його від мережі перемінного струму напругою 220В, частотою 50 ± 1 Гц і тиском пневмомережі 0.4 - 0.6 МПа.
- Потужність, яка споживається виробом від джерела електроживлення, не більше, Вт - 150.
- Вантажопідйомність кожної руки виробу не більше, Н - 10.
- Максимальна абсолютна похибка позиціонування виробу не більше, мм - 0.05.
- Величина лінійного переміщення кожної руки, не менше, мм - 200; величина регулювання цього переміщення у витягнутому положенні руки, не менше, мм - 5.
- Величина вертикального переміщення колони:
 - максимальна, не менше, мм - 30;
 - мінімальна, не більше, мм - 10, з плавним регулюванням в цьому діапазоні.
- Величина повороту кожної руки відносно вертикальної осі - 120° , величина регулювання цього переміщення - $0^\circ - 120^\circ$.
- Величина ротації захоплюючого пристрою - $180^\circ + 2'$.
- Швидкості переміщень:
 - лінійного кожної руки, не більше, м/с - 1.5 (0.5);
 - колони, не більше, м/с - 0.3 (0.2);
 - повороту колони відносно своєї осі, не більше, рад/с - 5 (1);
 - ротації захватів (захоплюючих пристроїв), не більше, рад/с - 30 (5).

Примітка: В дужках вказані мінімально можливі режими рухів.

3.3.1.2 Склад конструкції

Конструкція промислового робота (ПР) наведена на рисунку 3.3. На кронштейні поз.1, який є основою ПР, закріплені блок електрокерованих клапанів (БЕК) поз.7 і модуль повороту (МПВ) поз.6 (колона), поз.12 (пневмоциліндр). З МПВ з'єднаний модуль підйому (колона - МП) поз.5. Кріплення МП і МПВ - фланцеве. На МП закріплений стакан поз.13, на якому встановлені два кронштейни поз.11 для закріплення модулів горизонтального переміщення (руки - МГП) поз. 3 і 9. З обох боків кожного МГП встановлені модуль ротації механізму затискання поз.2 і 10 і безпосередньо механізм затискання поз.4 і 8.

Підведення повітря до модулів здійснюється від пневмомережі крізь БЕК по полівінілхлоридних трубках, які (як і інші шляхопроводи) на рисунок

3.3 умовно не вказані. Ці трубки приєднані одним кінцем до штуцерів на модулях, а другим - до відповідних штуцерів на БЕК. Клапани або запирають, або пропускають повітря до відповідних модулів.

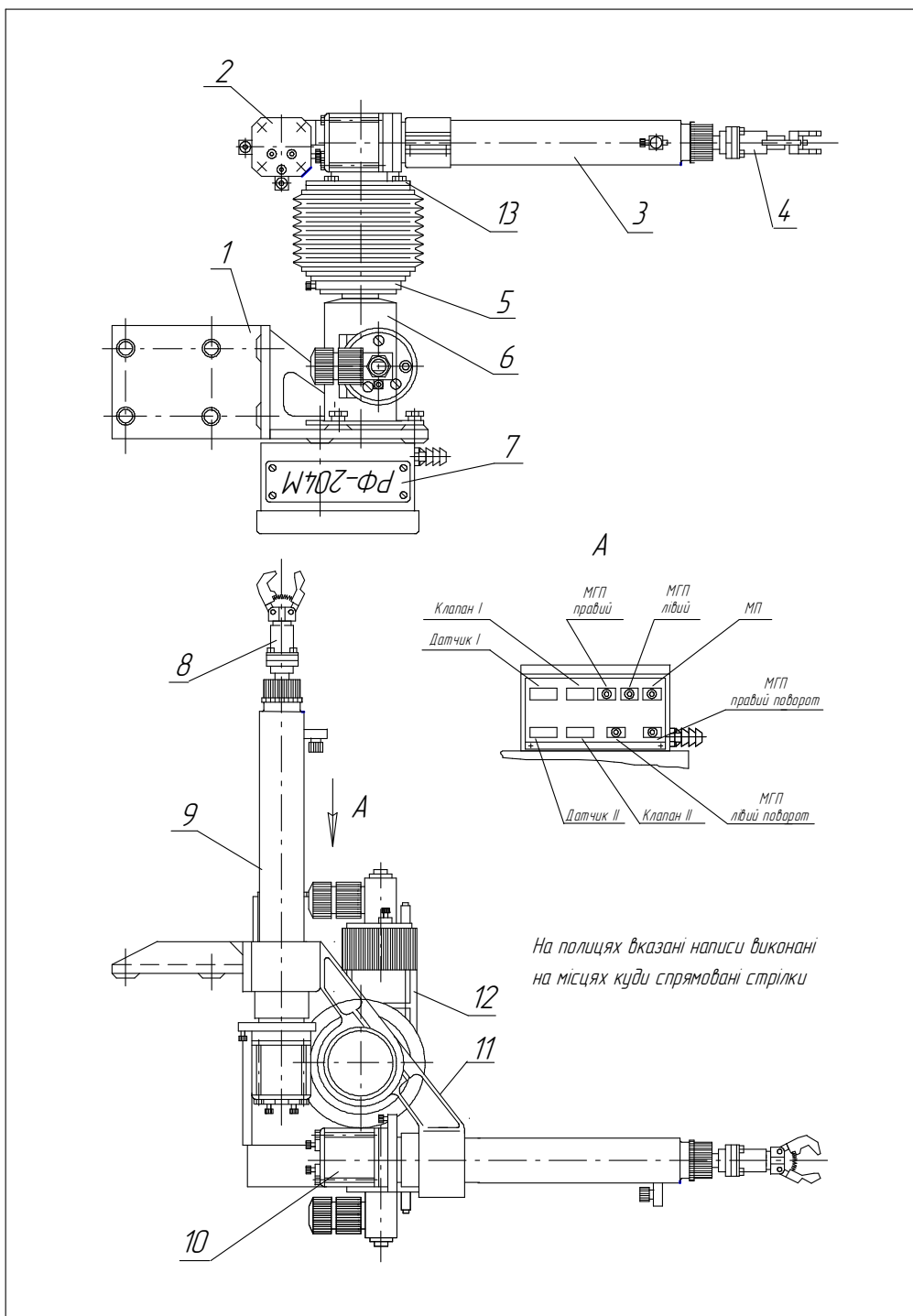


Рисунок 3.3 – Конструкція промислового робота

Конструктивне виконання кожного модуля не входить до задач вивчення дисциплін “Технологічні основи ГАВ” та “Технологічні основи комп’ютеризованого виробництва”, по якій виконується дана лабораторна робота. Але ці конструкції призводять до того, що ПР може здійснювати рухи по декільком степеням рухомості, тобто:

МГП - втягування і витягування механічних рук в осьовому горизонтальному напрямку;

МП - підйом і опускання колони разом з обома МГП (осьовий вертикальний напрямок);

МПВ - повертання колони разом з обома МГП за годинниковою стрілкою і в зворотньому напрямку (відносно вертикальної вісі);

МЗ - відкриття і закриття захоплювачів, крім того, їх ротація за годинниковою стрілкою і в зворотньому напрямку (відносно горизонтальної вісі).

Примітки:

1. Переміщення відповідних модулів у горизонтальному або вертикальному напрямках стосується розташування ПР так, як наведено на рисунку 3.3 (ПР за допомогою кронштейна 1 може по різному розташовуватися у просторі).
2. Окремі модулі (див. п. 3.3.1.1.), такі як МГП, МП і МПВ можна регулювати і, таким чином, змінювати параметри руху по відповідних степенях рухомості. Наприклад, регулювання меж ходу МП і повороту МПВ здійснюється за допомогою спеціальних упорів.

ДО УВАГИ СТУДЕНТА! Всі модулі ПР не передбачають у процесі роботи дискретність рухів, тобто, якщо відрегульований діапазон повороту МПВ складає величину 0° - 90° , то не можна здійснити поворот на кут, наприклад, 10° , а буде відпрацьований поворот на 90° .

3.3.2 СИСТЕМА КЕРУВАННЯ СУ – 202М

3.3.2.1 Характеристика системи

- Виріб перепрограмовується методом навчання, шляхом пробного переміщення. Максимальна кількість керованих координат, включаючи МЗ - 11, мінімальна - 1.
- Кількість зовнішніх каналів зв'язку з технологічним обладнанням- 7.
- Виріб забезпечує запис 9 програм і можливість переходу з програми на програму за сигналом зовнішнього обладнання або по вибору оператора.
- Виріб забезпечує програмування часу витримки механізму затискання у точці від 0 до 9 с з дискретністю 1 с, або від 0.5 до 4.5с з дискретністю 0.5 с.

- Забезпечується блокування роботи виробу за сигналом зовнішнього обладнання.
- Виріб забезпечує дистанційне керування та видавання контрольної інформації.
- При вимкненому виробі забезпечується зберігання інформації.


3.3.2.2 Опис пульта керування

Вузол завдання програми виконаний в кришці, яка може відкриватися для роботи на петлях. На лицевій панелі вузла розташований пульт керування - кнопки для набору програми, а також індикація перевірки набору і відпрацювання команд.

Нижче наводиться перелік мнемонічних позначень на пульті керування (див.рисунок3.4) і їх функціональне призначення:

 - рука /МГП/ вперед /випускається/;

 - рука /МГП/ назад /втягується/;

 - поворот колони /МПВ/ за годинниковою стрілкою;

 - поворот колони /МПВ/ проти годинникової стрілки;

 - ротація захоплювача /МЗ/ за годинниковою стрілкою;

 - ротація захоплювача /МЗ/ проти годинникової стрілки;

 - захоплювач /МЗ/ закритий;

 - захоплювач /МЗ/ відкритий.

Ці позначення і відповідні кнопки керування рухами МГП і МПВ і МЗ і лампочки індикації передбачені окремо для лівої /верхньої/ і правої /нижньої/ рук.

 - колона /МП/ доверху - з індикацією;


 - колона /МП/ донизу - з індикацією;

 - початок програми;


 - кінець програми;

 - запис програми /команди/;

 - автоматичний режим відпрацювання програми з індикацією;

 - режим навчання з індикацією.

Крім цього, на пульті розташовані кнопки і лампочки індикації, біля яких написана їх функція, тобто це:

- кнопка "СТИРАНИЕ" призначена для очищення запам'ятовуючого пристрою (ЗП);
- кнопка "ВКЛ. ИНДИКАЦИИ" призначена для індикації стану таймера і режимів роботи ручного та автоматичного керування;
- кнопка "СБРОС" призначена для переведення таймера в кульовий стан;
- кнопка  призначена для задання дискретності часу витримки захоплювача у визначеній точці (натиснутій кнопці відповідає дискретність 0.5);
- кнопки "КОМАНДИ 1,2,...7" призначені для керування технологічним обладнанням;
- лампочка індикації переповнення ЗП - "ПЕРЕПОЛН. ЗУ";
- лампочки, об'єднані назвою "ОТРАБОТКА КАДРА", призначені для ввімкнення індикації відпрацювання координат ПР - "КООРДИНАТЫ", технологічних команд - "КОМАНДЫ" і блокування обладнання - "БЛОКИР. ОБОРУДОВАНИЯ"

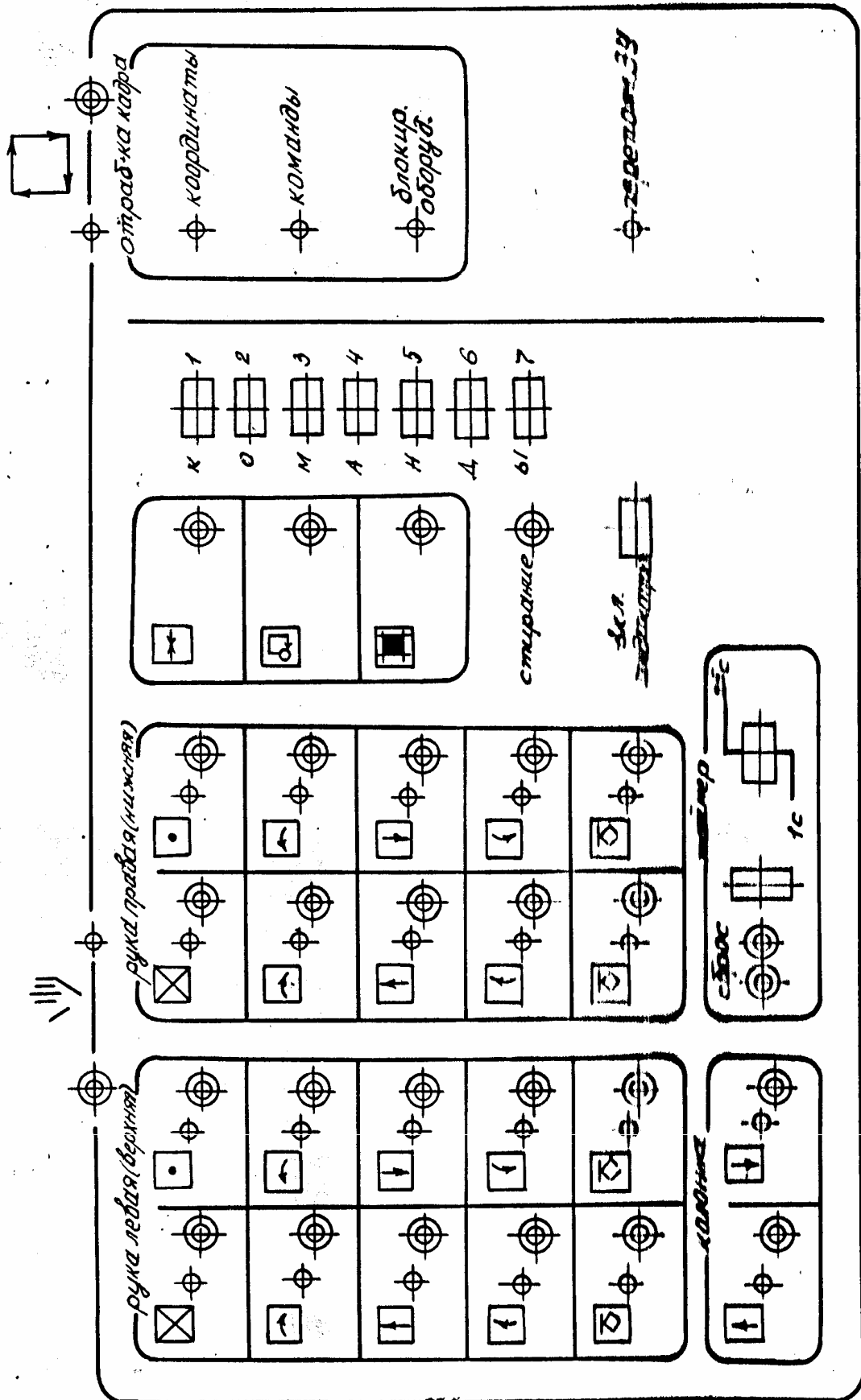


Рисунок 3.4 – Пульт керування.

3.3.2.3 Інші органи керування

На вертикальній панелі системи керування розташовані кнопки "ВКЛ." і "ВЫКЛ.", які призначені для вмикання та вимикання системи.

На горизонтальній панелі розташовані перемикач "НОМЕР ПРОГРАММЫ" і індикатор номера програми, а також кнопка "КОНТР. БАТ.", натисканням якої перевіряється наявність живлення у ЗП (загоряється лампочка індикації).

3.4 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Дану лабораторну роботу необхідно виконувати у такій послідовності:

1. Ознайомитись з теоретичними відомостями.
2. Ознайомитись із складом промислового робота РФ - 204М і його технічною характеристикою.
3. Ознайомитись з характеристикою системи керування СУ - 202М та зі складом пульта керування.
4. Згідно з класифікацією промислових роботів, наведеною в теоретичних відомостях, охарактеризувати даний пристрій по відповідних ознаках (зрозуміло, якщо є можливість).
5. Отримати у викладача варіант завдання (див. Додаток В.1) і відповідні вихідні дані (див. Додаток В.2).
6. Ознайомитись з наведеним у завданні роботизованим комплексом, охарактеризувати його згідно з класифікацією РК і скласти алгоритм його роботи. Використовуючи умовні позначення рухів та виконавчих органів, які були наведені в тексті вище, скласти керуючу програму КП) для ПР (приклад складання алгоритму роботи РК і КП роботи ПР наведений в Додатку В.3). Причому, спочатку в алгоритмі і КП не передбачати суміщення рухів виконавчих органів (модулів), а потім внести в нього корективи з урахуванням суміщених рухів.

УВАГА! Даний пристрій дозволяє суміщати в часі до двох рухів виконавчих органів, наприклад, втягування МГП з одночасною ротацією МЗ.

7. Побудувати для двох альтернативних варіантів алгоритму циклограми роботи РК і визначити для кожного тривалість циклу (приклад складання циклограми наведений у Додатку В.3).
8. Проаналізувати отримані циклограми і результати, і зробити висновки, які, наприклад, стосуються раціонального використання у часі всіх компонентів РК, ефективність використання при роботі ПР всіх технічних можливостей (наприклад, реалізація ступенів рухомості), визначити шляхи підвищення ефективності роботи РК (наприклад, для скорочення часу простоювання ПР інтенсифікувати режими здійснення відповідного процесу на робочому місці) і т.і.

9. Ввести керуючу програму роботи ПР з пульта керування у навчальному режимі, причому розглядається варіант роботи РК з найменшою тривалістю циклу.
10. Відпрацювати введений алгоритм роботи пристрою у автоматичному режимі з одночасним вимірюванням за допомогою хронометра тривалості циклу.
11. Порівняти отриману на практиці тривалість циклу з таким же параметром з циклограми роботи.
12. Зробити загальний висновок по роботі, який стосується, наприклад, отримання відповідних навичок у складанні алгоритму роботи РК, програмуванні ПР і т.ін.
13. Скласти звіт про виконання лабораторної роботи.

3.5 ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт про виконання лабораторної роботи повинен вміщувати таку інформацію:

1. Назву роботи.
2. Зміст завдання. Креслення заданого варіанта РК.
3. Характеристика ПР і РК згідно з відповідними класифікаціями.
4. Алгоритми і оклад керуючих програм для ПР роботи РК по двох альтернативних варіантах.
5. Накреслені циклограми роботи РК для двох альтернативних варіантів.
6. Величина тривалості циклу ПР, яка отримана за допомогою хронометра. Порівняльна оцінка з такою ж величиною на циклограмі. Висновки.
7. Загальні висновки по роботі.

3.6 ДЕЯКІ МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

При складанні керуючої програми для ПР потрібно дотримуватись таких рекомендацій:






1. Захоплення відповідної деталі з накопичувача проводити збоку за рахунок витягування МГП.
2. Поворот МПВ і ротації МЗ бажано здійснювати при втягнутих МГП.
3. Класти відповідну деталь на накопичувач за рахунок опускання МП на втягнутому МГП.
4. Після захоплення відповідної деталі з накопичувача, її перенесення на іншу позицію здійснювати за рахунок підйому МП, далі - втягування МГП і потім - поворот МПВ. Наступні дії див. по п. 3.3.
5. Не забувати, що розробляється керуюча програма для циклу роботи. Тобто, положення виконавчих органів (модулів) у кінці циклу повинні бути вихідними на початку циклу. Останнє стосується і модуля захоплення МЗ - якщо він здійснив, наприклад, ротацію на 180° за

годинниковою стрілкою, то потрібно не забути в кінці циклу повернути його в вихідне положення, тобто здійснити ротацію на 180° в протилежному напрямку.

6. У керуючій програмі можна передбачити суміщення рухів модулів, але не більше, ніж по двох степенях рухомості.

3.7 ПОСЛІДОВНІСТЬ ВВЕДЕННЯ КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ У СИСТЕМУ КЕРУВАННЯ


3.7.1 Режим навчання

1. Ввімкнути систему керування, натиснувши кнопку "ВКЛ" на блоці електроживлення.
2. Натиснути кнопку "ВКЛ. ИНДИКАЦИИ", при цьому загориться світлодіод "ИНДИКАЦИЯ".
3. Натиснути кнопку "СТИРАНИЕ" і не відпускаючи її, натиснути кнопку  (запис).
4. Встановити програмний перемикач "НОМЕР ПРОГРАММИ" в положення 1.
5. Натиснути кнопку навчання . При цьому повинна загорітись лампочка та цифра на індикаторі "НОМЕР ПРОГРАММИ".
6. Вивести МЗ ПР у вихідні точки програми, натискаючи необхідні для цього кнопки на панелі керування, які позначають координати ПР.
7. Записати координати вихідної точки (вихідних), для цього при натиснутій кнопці програми  натиснути і відпустити кнопку запису в пам'ять.
8. Записати час витримки МЗ ПР у певній точці, натиснувши необхідну кількість разів (від 0 до 9) кнопку "ТАЙМЕР", що відповідає запису витримки МЗ у точці від 0 до 9с при масштабі таймера 1с і від 0 до 4.5с при масштабі таймера 0.5. Масштаб таймера не програмується, він встановлюється в автоматичному режимі - натиснута кнопка відповідає масштабу 0.5с, а віджата-масштабу 1с.
9. Записати другий крок програми, натискаючи потрібні кнопки. При цьому МЗ ПР виводиться в другу точку програми, потім натискається кнопка запису в пам'ять.
ПРИМІТКА Якщо потрібно відпрацювати одночасно два рухи, то спочатку вводяться команди на здійснення цих рухів, а потім натискається кнопка запису в пам'ять .
10. В подальшому, виводячи МЗ ПР в наступну точку програми шляхом натискання кнопки запису , записати в пам'ять кожний крок програми крім останнього кроку.
11. Записати останній крок програми - він повинен відповідати початковій точці програми. Вивести МЗ ПР натисканням відповідних кнопок в цю

точку і при натиснутій кнопці кінця програми  натиснути і відпустити кнопку запису в пам'ять .

12. Для запису декількох програм потрібно виконати операції, описані в пп. 5-11, замінюючи положення перемикача "НОМЕР ПРОГРАММЫ" для кожної програми.

3.7.2 Автоматичний режим

1. Встановити програмний перемикач "НОМЕР ПРОГРАММЫ" на необхідний номер програми.
2. Встановити потрібний масштаб таймера кнопкою "ТАЙМЕР" (див. п.8 рисунок 3.7.1).
3. Натиснути кнопку автомата . При цьому повинна загорітись відповідна лампочка, а на індикаторі "НОМЕР ПРОГРАММЫ" повинна індіціюватися цифра, відповідна номеру, встановленому на програмному перемикачеві.
4. Натиснути кнопку "ПУСК". Система керування почне автоматично відпрацьовувати записану в ЗП під відповідним номером програму, при цьому ПР буде працювати по записаній програмі.
5. Для зупинки відпрацювання програми необхідно натиснути кнопку "СТОП" і коли потрібно відновити цей режим - натиснути кнопку "ПУСК".

3.8 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

Для засвоєння матеріалу лабораторної роботи студентам пропонується вміти дати відповідь на такі питання:

1. Дати визначення промислового роботу.
2. Дати визначення маніпулятору.
3. Що таке "перепрограмованість промислового робота"?
4. Дати визначення роботизованому комплексу (РК).
5. Що відноситься до засобів оснащення РК?
6. За якими ознаками класифікуються промислові роботи?
7. Дати характеристику промисловим роботам РК за певною ознакою класифікації.
8. За якими ознаками класифікуються РК?
9. Дати характеристику РК за певною ознакою класифікації.
10. В яких режимах може працювати промисловий робот? Дати характеристику кожному режиму.
11. Призначення органів керування системи СУ - 202М.
12. Які особливості потрібно враховувати при складанні керуючої програми рухів ПР типу РФ - 204М?
13. Для чого призначені циклограми роботи окремої автоматичної машини або комплексу таких машин? Основи побудови циклограм.

3.9 ЛІТЕРАТУРА

1. Устройство промышленных роботов /Е. И. Юревич, Б.Г. Аветиков, О.Б. Корытко и др. - Л.: Машиностроение. Ле-нингр. отд-ние, 1980. - 333 с., ил.
2. Промышленная робототехника и гибкие автоматизированные производства: Опыт разработки и внедрения./Под ред. проф. Е.И. Юревича.- Л. :Лениздат, 1984.-223с. ,ил.
3. Попов Е.П. Робототехника и гибкие производственные системы.- М.:Наука.Гл.ред.физ.-мат. лит.,1987.-192с.

ДОДАТКИ

Додатки

A. Додатки до виконання лабораторної роботи № 1.

- A.1. Середня точність та шорсткість обробленої поверхні циліндричних отворів.
- A.2. Середня точність та шорсткість обробки плоских поверхонь.
- A.3. Середня точність та шорсткість обробки різевих поверхонь.
- A.4. Складальне креслення пристосування для визначення розміру налагодження комплектів інструменту за методом неповної взаємозамінності.
- A.5. Номенклатура та основні технічні характеристики допоміжного інструменту верстату МС 12-250М.
- A.6. Вибір комплексу (див.Д.А.7) обробки поверхонь.
- A.7. Типові технологічні переходи обробки отворів на верстатах з ЧПК.
- A.8. Маршрутні технологічні схеми обробки отворів.
- A.9. Технологічні схеми обробки отворів.
- A.10. Номер технологічної схеми (див. Д.А.9) для обробки основних отворів.
- A.11. Номер технологічної схеми (див. Д.А.9) для обробки основних отворів.
- A.12. Номер технологічної схеми (див. Д.А.9) для обробки допоміжних отворів.
- A.12. Варіанти завдань до роботи.

Б. Додатки до виконання лабораторної роботи № 2.

- Б.1. Перелік команд, які виконуються при програмуванні процесу механообробки в пристрої ЧПК типу “Розмір 2М”.
- Б.2. Кодові позначення швидкостей подач по координатам X, Y, Z.
- Б.3. Кодові позначення частоти обертання шпинделю.
- Б.4. Кодові позначення кутових координат поворотного столу.
- Б.5. Приклад оформлення звіту про виконання лабораторної роботи.
- Б.6. Значення осьової сили $P_{\text{табл.}} \cdot H$.
- Б.7. Залежність коефіцієнту різання K_p від твердості обробного матеріалу.

В. Додатки до виконання лабораторної роботи № 3.

- В.1. Варіанти завдань до роботи.
- В.2. Характеристика завдань до виконання лабораторної роботи.
- В.3. Приклад розробки алгоритму роботи роботизованого комплексу.

Додаток А.1

Середня точність і шорсткість обробленої поверхні циліндричних отворів

Спосіб обробки	Квалітет точності	Параметр шорсткості R_a , мкм.
1	2	3
У суцільному металі		
Свердління	12	25...12,5
Свердління і зенкерування		6,3...3,2
Свердління і розгортання	8...9	3,2...1,6
Свердління, зенкерування і розгортання	9...8	1,6...0,8
Свердління і 2-кратне розгортання	8...7	1,6...0,4
Свердління, зенкерування і 2-кратне розгортання	8...7	0,8...0,4
У заготовках з отвором		
Зенкерування чи розточування	12	6,3...3,2
Розсвердлювання	12	25...6,3
2-кратне зенкерування чи 2-кратне розточування	11	12,5...6,3
Зенкерування чи розточування і розгортання.	9...8	3,2...1,6
Зенкерування і розточування, 2-кратне зенкерування і розгортання	9...8	6,3...3,2
чи 2-кратне розточування і розгортання	9...8	1,6...0,8
Зенкування або 2-кратне розгортання	8...7	0,8...0,4
Зенкування чи 2-кратне розточування і 2-кратне розгортання чи тонке розточування	8...7	0,8...0,2

Додаток А.2

Середня точність і шорсткість обробки плоских поверхонь

Спосіб обробки	Квалітет точності	Параметр шорсткості v , мкм
Фрезерування циліндричними і торцевими фрезами:		
чорнове	14...11	12,5...3,2
напівчистове й однократне	12...11	3,2...1,6
чистове	10	1,6...0,8
тонке	8...6	1,6...0,2

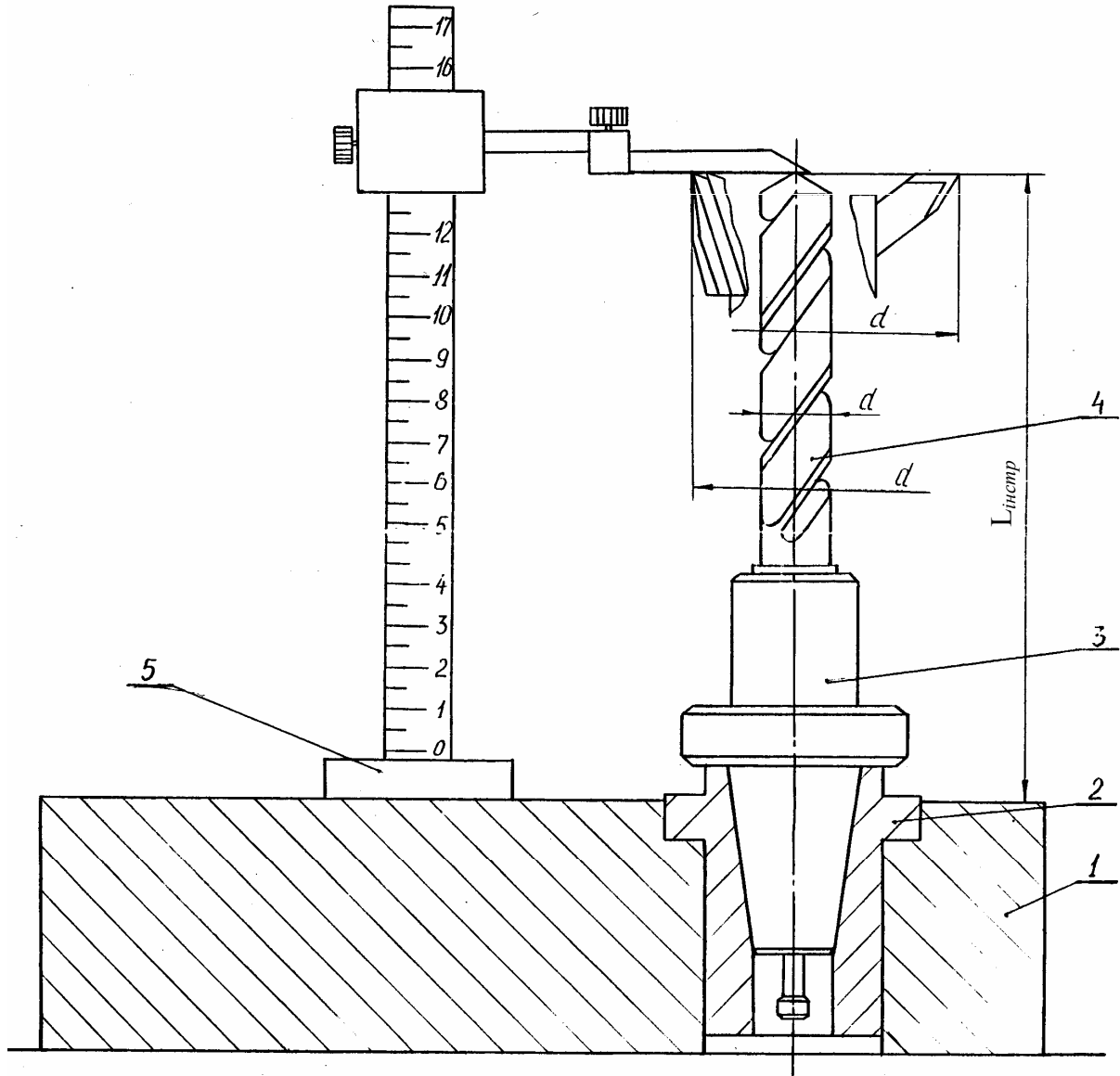
Додаток А.3

Середня точність і шорсткість обробки різьбових поверхонь

Спосіб обробки	Квалітет точності	Параметр шорсткості R_a , мкм
Мітчиками	6Н	6,3...3,2

Додаток А.4

Складальне креслення пристосування для визначення розміру налагодження комплектів інструменту за методом неповної взаємозамінності.



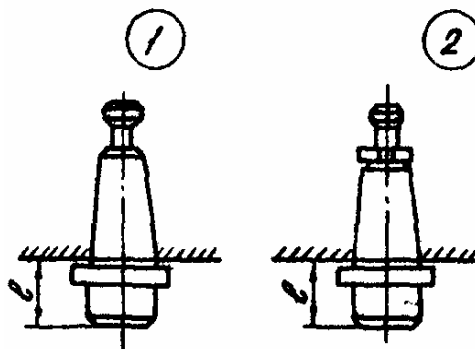
1 – плита; 2 – втулка; 3 – допоміжний інструмент; 4 – різальний інструмент; 5 – вимірювальний інструмент

Додаток А.5

Номенклатура та основні технічні характеристики допоміжного інструменту верстату МС 12-250М.

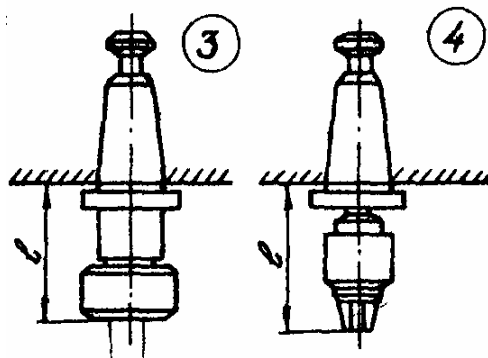
ВТУЛКИ ПЕРЕХІДНІ

П/п	Позначення	Конус морзе	<i>l</i>	Кількість	Маркування
1	01483095.60.00.000	1	28,6	10	01483-01
	01483095.00.00.000	2	41,6	8	01483-02
2	01483095.12.00.000	1	28,6	2	01483-31
	01483095.13.00.000	2	40,6	2	01483-32



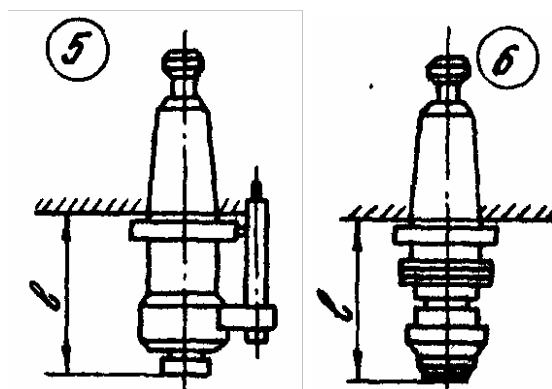
ПАТРОН ЦАНГОВИЙ, СВЕРДЛИЛЬНИЙ

п/п	Позначення	∅...∅	<i>l</i>	Кількість	Маркування
3	01483095.14.00.000	3...12	61,6	2	01483-34
4	01483095.11.00.000	0,8...6	71,6	2	01483-29
6	01483095.24.00.000	M16...M12	102,6	1	01483-44



ГОЛОВКА СВЕРДЛИЛЬНА ШВИДКОПРОХІДНА

п/п	Позначення	$\varnothing... \varnothing$	l	Кількість	Маркування
5	01483095.28.00.000	1,2...3,3	112,6	1	01483-46

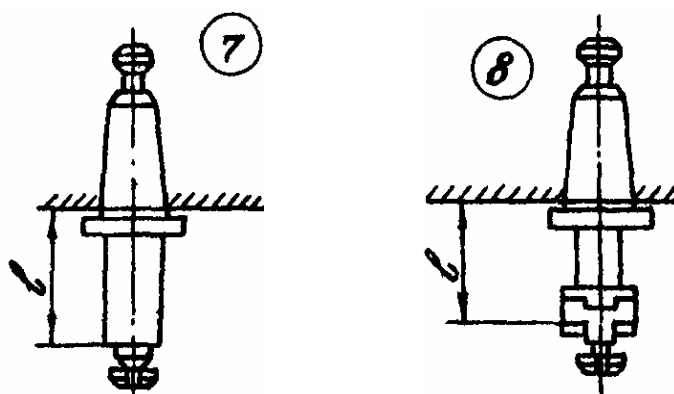


ПАТРОН ДЛЯ МІТЧИКІВ

п/п	Позначення	$\varnothing... \varnothing$	l	Кількість	Маркування
6	01483095.24.00.000	M16...M12	102,6	1	01483-44

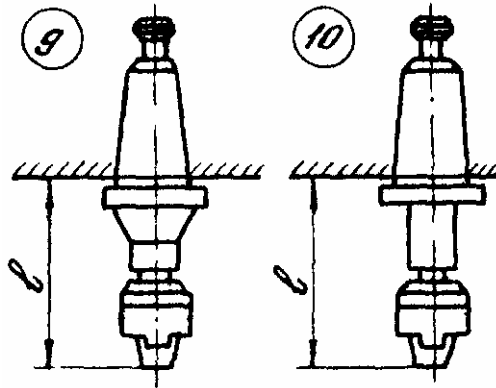
ОПРАВКА ДЛЯ ФРЕЗ

п/п	Позначення	Для фрез	l	Кількість	Маркування
7	01483095.15.00.000	$\varnothing 40$	104,6	1	01483-35
8	01483095.16.00.000	$\varnothing 50$	100,6	1	01483-36



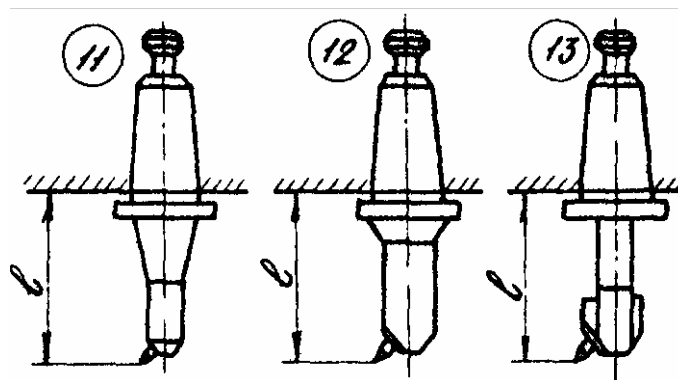
ОПРАВКИ ДЛЯ ЗЕНКЕРІВ ТА РОЗВЕРТОК

п/п	Позначення	$\varnothing... \varnothing$	l	Кількість	Маркування
9	01483095.18.00.000	–	136,6	2	01483-38
	01483095.19.00.000	–	136,6	1	01483-39
	01483095.21.00.000	–	136,6	1	01483-40
10	01483095.22.00.000	$\varnothing 50... \varnothing 52$	136,6	1	01483-41



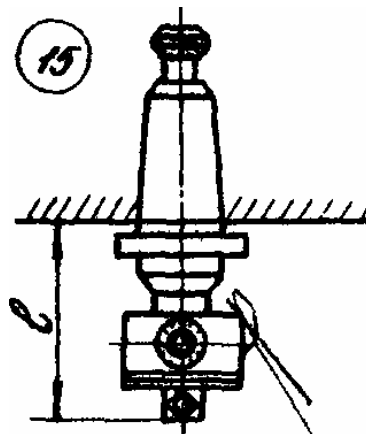
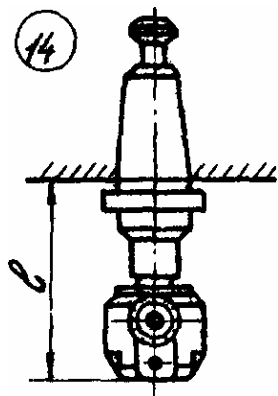
БОРШТАНГИ

п/п	Позначення	$\varnothing... \varnothing$	l_{min}	l_{max}	Кількість	Маркування
11	01483095.04.00.000	16...20	136,6	136,6	2	01483-21
12	01483095.05.00.000	19...25	136,6	140,4	2	01483-22
	01483095.04.00.000	24...32	135,5	140,6	2	01483-28
	01483095.04.00.000	30...40	138,6	144,6	1	01483-24
13	01483095.04.00.000	38...52	136,6	144,6	1	01483-25
	01483095.04.00.000	50...70	136,6	146,6	1	01483-26



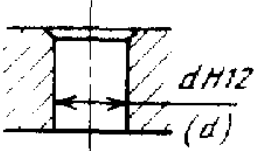
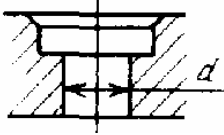
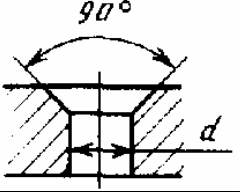
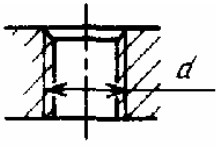
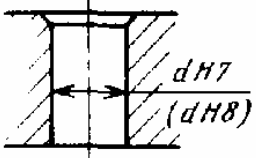
РОЗТОЧНІ ПАТРОНИ

п/п	Позначення	$\varnothing... \varnothing$	l	Кількість	Маркування
14	КР450И-9	3...100	65	1	И9.Ø100
15	КР450И-10	3...35	47	1	И9.Ø35



Додаток А.6

Вибір комплексу обробки поверхонь.

Номер групи отворів	Тип отвору	Діаметр отвору, мм	Номер комплексу при допуску на міжцентрові відстані, мм	
			0,1-0,2	Над 0,2
1		До 15	8	
		Над 15 до 30	8	3
2		До 15	1	
		Над 15 до 30	4	2
3		До 15	1	
4		До М16	5	
		Над М16 до М24	9	6
5		До 6	7	
		Над 6 до 10	10	
		Над 10 до 15	11	
		Над 15 до 30	13	12

Додаток А.7

Типові технологічні переходи обробки отворів на верстатах з ЧПК

Номер комплексу	Центрування	Свердління	Зенкування	Цекування	Обробка фаски	Розвертування		Нарізання різи мечиком	Кількість інструментів
						Попереднє	Остаточне		
1	○ →	○ →							2
2	○ →	○ →			○ →				2
3	○ →	○ →		○ →	○ →				3
4	○ →	○ →			○ →				3
5	○ →	○ →						○ →	3
6	○ →	○ →			○ →			○ →	3
7	○ →	○ →						○ →	3
8	○ →	○ →		○ →	○ →				4
9	○ →	○ →			○ →			○ →	4
10	○ →	○ →				○ →	○ →		4
11	○ →	○ →	○ →			○ →	○ →		5
12		○ →	○ →		○ →	○ →	○ →		5
13	○ →	○ →	○ →		○ →	○ →	○ →		6

Додаток А.8

Маршрутні технологічні схеми обробки отворів.

Тип отвору	Діаметр отвору, мм	Схема обробки при	
		$\Delta_0 > \sigma_c$	$\Delta_0 \leq \sigma_c$
З цековкою під гвинт, болт з циліндричною головкою	До 30	ЧС	—
З цековкою гвинт, болт з потайною головкою	До 15	ЧС	—
З циліндричною різзю	До М27	ЧС	—
	Св. М27	ЧР–ЧС	—
12, 13-го квалітетів и з ненормованими діаметрами	До 30	ЧС	—
	Св. 30	ЧР	—
11-го квалітет	До 30	ЧС	—
	Св. 30	ЧР—ЧС	—
8, 9-го квалітетів	До 15	ЧС	ОК
	15—30	ЧС	ЧС–ОК
	Св. 30	ЧР–ЧС	ЧР–ЧС–ОК
7-го квалітету	До 15	ЧС	ОК
	15—30	ЧС	ЧС–ОК
	Св. 30	ЧР–ЧС	ЧР—ЧС—ОК
6-го квалітету	До 15	ОК	ОК
	15—30	ЧС–ОК	ЧС–ОК
	Св. 30	ЧР–ЧС–ОК	ЧР–ЧС–ОК

Позначення: Δ_0 – допустима похибка положення отворів (співвісності, паралельності, перпендикулярності); σ_c – допуск, що характеризує точність даної технологічної системи; ЧС – чистова обробка на верстаті з ЧПК; ЧР – чорнова обробка на верстаті с ЧПК; ОК – остаточна обробка на верстаті з РК.

Додаток А.9

Технологічні схеми обробки отворів

Номер схеми	Перехід												
	Центрування	Свердління	Фрезерування	Розточування	Зенкерування	Розточування	Обробка* фаски	Розточування	Зенкування	Розточування	Разгортання		Нарізання різці
											чорнове	числове	
01		1											
02				1									
03			1										
04		1		2									
05				1				2					
06			1					2					
07	1	2											
08		1										2	
09		1			2								
10		1							2				
11		1									2	3	
12		1						2				3	
13		1				2		3					
14				1	2			3					
15			1			2		3					
16	1	2			3								
17	1	2							3				
18	1	2										3	
19	1	2											3
20		1		2					3				
21		1			2							3	
22		1						2			3	4	
23		1				2	3						4
24		1				2		3		4			
25				1		2		3		4			
26			1			2		3		4			
27		1				2		3				4	
28	1	2									3	4	
29	1	2			3							4	
30	1	2						3				4	
31		1				2		3			4	5	
32	1	2						3			4	5	

Примітка. 1—5 — порядкові номери переходів.

- При обробці фасок в отворах, якщо відсутнє центрування, вимагає додаткових переходів. При обробці отворів діаметром до 15 мм обробка фаски сполучена з центруванням.

Додаток А.10

Номер технологічної схеми для обробки основних отворів

Квалітет	Діаметр отвору, мм	Допуск на міжосьову відстань, мм						
		до 0.05	0,05-0.3		св. 0.3			
		Параметр шорсткості поверхні, мкм						
		R _a =1,25 R _a =2,5	R _z =20	R _a =2.5	R _a =1,25	R _z =1,25	R _a =2.6	R _a =1,25
9, 10	До 6		18	18		18	18	
	6-10		18	18		08	08	
	10-15		29	30		21	12	
	15-30	01 ^{*1}	30	30		13	12	
	30-50	01 ^{*1}	13	24.27		13	24,27	
	Св. 50	01 ^{*1}	13	24		13	13	
		02 ^{*1*2}	14 ^{*2}	25 ^{*2}		14 ^{*2}	25 ^{*2}	
	03 ^{*1*3}	15 ^{*3}	26 ^{*3}		15 ^{*3}	26 ^{*3}		
7,8	До 6			28			28	
	6-10			28			11	
	10-15			32	32		22	22
	15-30	01 ^{*1}		32	32		22	22
	30-50	04 ^{*1}		24	31		24, 31	31
	Св. 50	04 ^{*1}		24			24	
		05 ^{*1*2}		25 ^{*1*2}			25 ^{*2}	
	06 ^{*1*3}		26 ^{*3}			26 ^{*3}		
6	15-30	01 ^{*1}			01 ^{*1}			01 ^{*1}
	30-50	04 ^{*1}			04 ^{*1}			04 ^{*1}
	Св. 50	04 ^{*1}			04 ^{*1}			04 ^{*1}
		05 ^{*1*2}			05 ^{*1*2}			05 ^{*1*2}
		06 ^{*1*3}			06 ^{*1*3}			06 ^{*1*3}

^{*1} Подальша обробка виконується на верстатах інших типів.

^{*2} Отвір виконують у виливку або попередньо обробляють.

^{*3} Отвір виконують у виливку або попередньо обробляють і розташований у зовнішній стінці.

Додаток А.11

Номер технологічної схеми для обробки основних отворів.

Квалітет	Діаметр <i>P</i> отвору , мм	Допуск на міжосьову відстань, мм					
		0,05—0,3			Св. 0,3		
		Параметр шорсткості поверхні, мкм					
		R _z =80	R _z =40	R _z =20	R _z =80	R _z =40	R _z =20
13 і вище	До 6	07	07		07	01	
	6—10	07	07		01	01	
	10—15	07	04		01	04	
	15—30	04	04		01	04	
					04 ^{*1}		
	30—50	04	04		01	04	
	Св. 50	04	04		04	04	
		05 ^{*2}	05 ^{*2}		02 ^{*2}	02 ^{*2}	
		06 ^{*3}	06 ^{*3}		03 ^{*3}	03 ^{*3}	
11	До 6		07			07	
	6—10		07			01	
	10—15		16	16		09	09
	15—30		04	04		04	04
	30—50		04	13		04	13
	Св. 50		04	13		04	04
			05 ^{*2}	14 ^{*2}		05 ^{*2}	05 ^{*2}
			06 ^{*3}	15 ^{*3}		06 ^{*3}	06 ^{*3}

^{*1} Застосовувати, коли діаметр свердла и отвору не співпадає та потрібно додатковий перехід обробки отвору.

^{*2} Отвір виконано у виливку або попередньо оброблено.

^{*3} Отвір виконано у виливку або попередньо оброблено і розташований у зовнішній стінці.

Додаток А.12

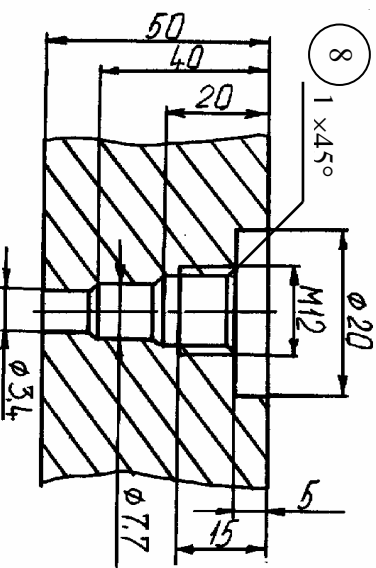
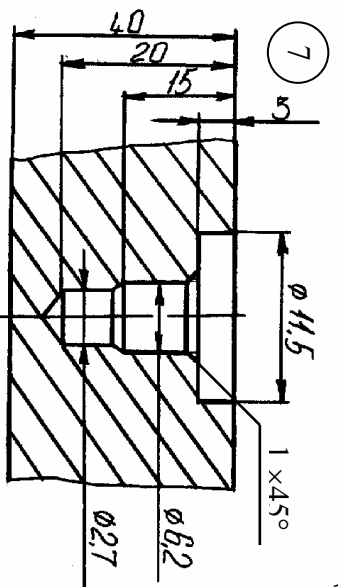
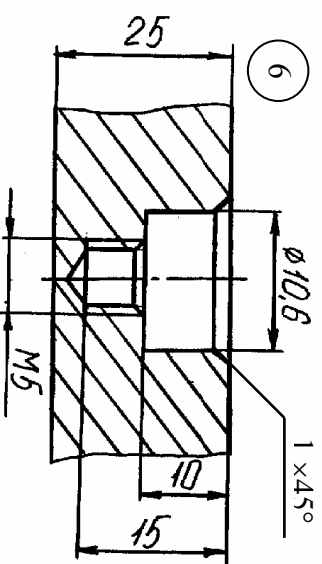
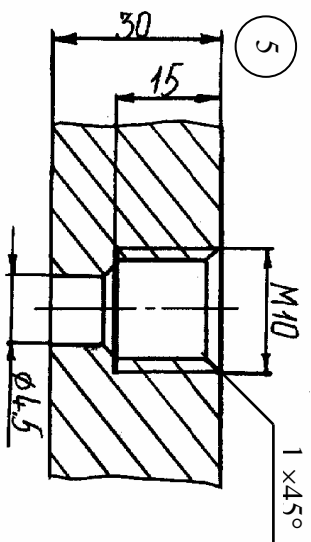
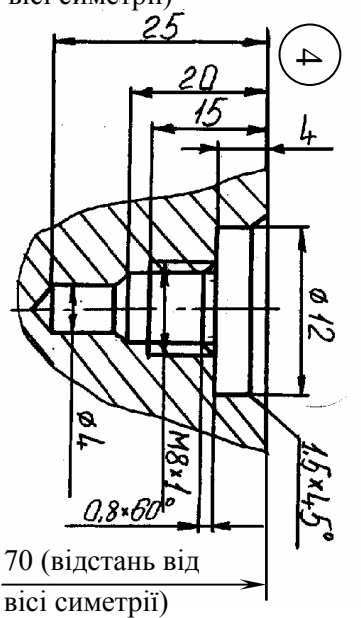
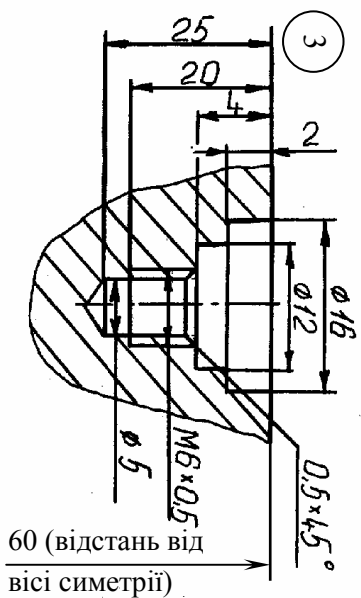
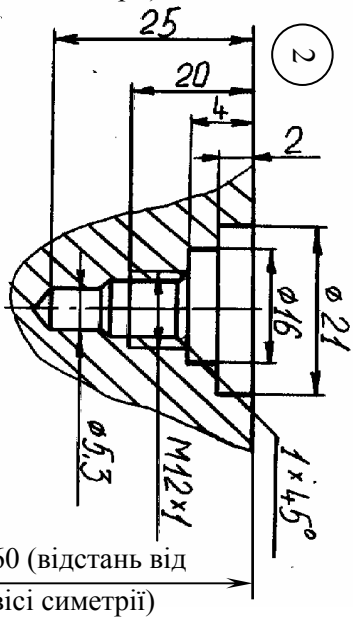
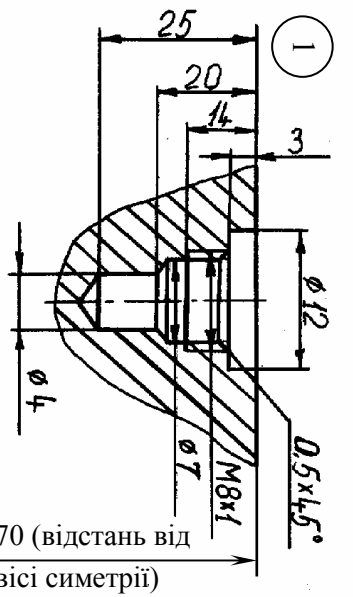
Номер технологічної схеми для обробки допоміжних отворів

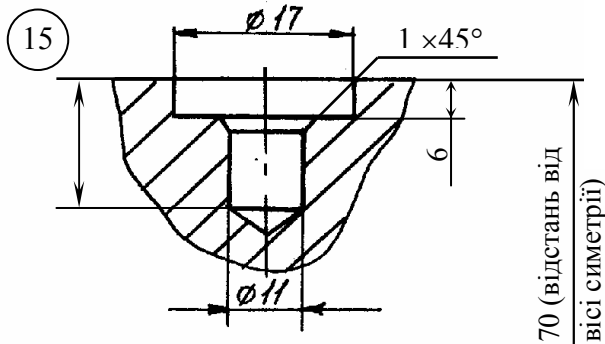
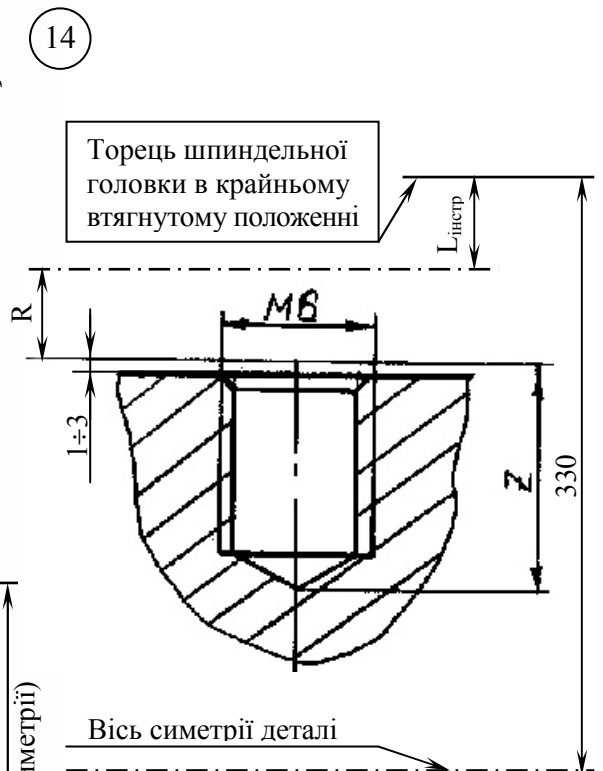
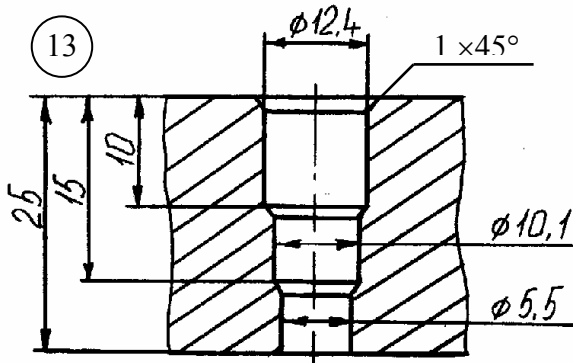
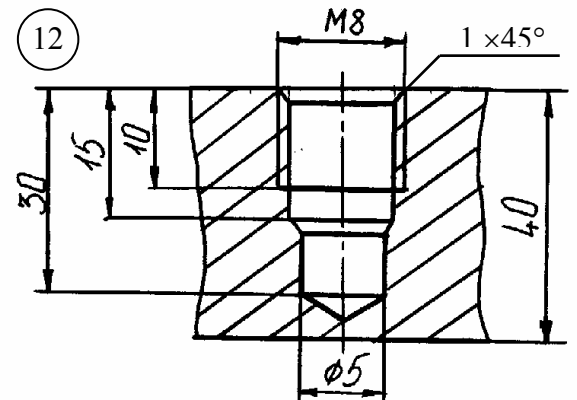
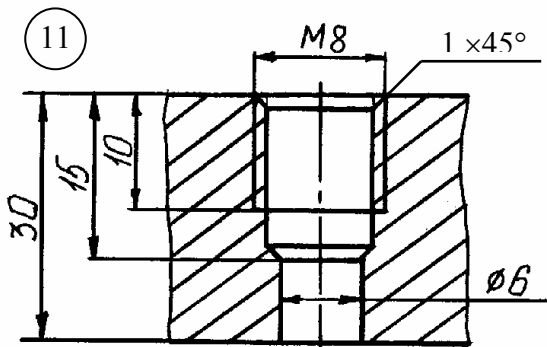
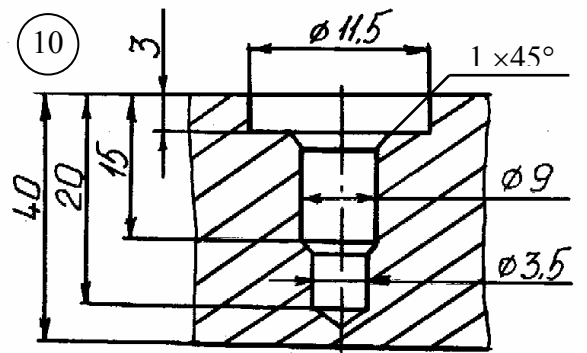
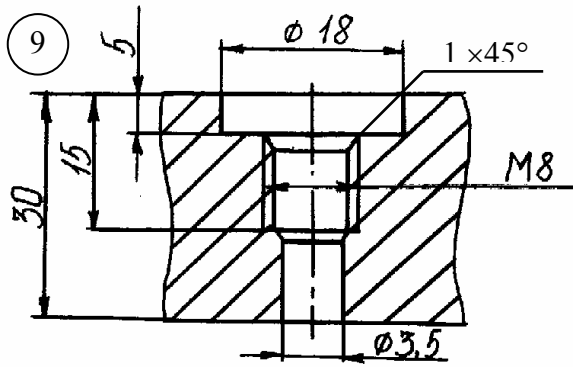
Отвір	Діаметр отвору, мм	Допуск на міжосьову відстань, мм		
		0,05–0,3	Над 0,3	
С циліндричною різзю	До М16	19	19	
	М16–М27	19; 23*	19; 23*	
	Над М27	23	23	
С конічною різзю	До К ^{3/4} "	19; 23*	19; 23*	
	Над К ^{3/4} "	23	23	
С циліндричною зенковкою під гвинт, болт	До 6	17	17	
	6–15	17	10	
	15–25	17; 20*	10; 20*	
С конічною зенковкою під гвинт, болт:	кут конуса $\alpha=90^\circ$	До 6	07	07
		6–15	07	10
	$\alpha \neq 90^\circ$	До 6	17	17
		6–15	17	10

* Ці номери застосовують, якщо діаметри свердла та отвору не збігаються та потрібен додатковий перехід, наприклад – розточування.

Додаток А.13

Варіанти завдань до роботи





Додаток Б.1

Перелік команд, які використовуються при програмуванні процесу механообробки в пристрої ЧПК типу “Розмір 2М”.

Нижче наводяться тільки ті команди, які потрібно використати при складанні КП процесу механообробки отворів в корпусній деталі в даній лабораторній роботі.

Таблиця Б.1.1. Підготовчі команди.

Кодове позначення	Найменування команд	Функції команд
G40	Відміна корекції інструмента (корекція 0/0)	Команда відмінює всяку корекцію
G53	Відміна корекції інструмента, встановлення нуля та зміщення площини	-
G60	Позиціонування точне 1	Задається режим точного позиціонування з підходом до заданої позиції в позитивному напрямку вісей координат
G61	Позиціонування точне 2	Задається режим точного позиціонування з підходом до заданої позиції в позитивному напрямку вісей координат
G80	Відміна автоциклу	Команда використовується для відміни автоциклів з G81 до G90
G81-G99	Автоматичні цикли	Функції команд з G81-G99 див. в наступній таблиці


Таблиця Б.1.2. Автоматичні цикли по вісі "Z" (АЦ)

Команди	Схема АЦ	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$
1	2	3	4	5	6	7
G81 (G91)	Свердління	R+Z Z=0	R2	R+Z R=0;Z=0	R+Z R=0;Z=0	Зміна кадру
		MO3				
G82 (G92)	Свердління та розточування	R+Z Z=0	R+Z	R+Z R=0;Z=0	R+Z R=0;Z=0	
		MO3				
G84	Різенарізання	R+Z Z=0	R+Z	R+Z Z=0	R+Z R=0;Z=0	
		MO3				
G85 (G95)	Розточування	R+Z Z=0	R+Z	R+Z Z=0	R+Z R=0;Z=0	
		MO3				
G86 (G96)	Розточування	R+Z Z=0	R+Z	R+Z R=0;Z=0	R+Z R=0;Z=0	
		MO3				
G87 (G97)	Розточування	R+Z Z=0	R+Z	R+Z	R+Z	
		MO3				
G88 (G98)	Розточування	R+Z Z=0	R+Z	R+Z	R+Z	
		MO3				
G89 (G99)	Розточування	R+Z Z=0	R+Z	R+Z Z=0	R+Z R=0;Z=0	
		MO3				

Умовні позначення в Б.1.2 :

—▶ Прискорений хід

---▶ Робоча подача (група команд G80 – подача грубо, група команд G90 – подача точно);

 Напрямок обертання головного приводу

 Пауза

Δ1 - Δ5 Частина АЦ

Таблиця Б.1.3. Допоміжні команди

Код команди	Дія (функція)	Дія команд на верстаті у відповідності до рекомендації ISO
1	2	3
M00	Запрограмована зупинка	Дія команди починається після відпрацювання заданих в цьому ж кадрі координатних переміщень. Застосовується для зупинки головного приводу, вимикання охолодження та приводу магазину інструментів. Продовження роботи по програмі можливо тільки після натискання кнопки “Пуск програми”
M01	Зупинка з підтвердженням	Теж, що і M00, тільки команда буде видана для виконання, якщо на пульті керування в будь-який час роботи по програмі до кадру з M01 була натиснута кнопка M01.
M02	Кінець програми	Команда записується в окремому кадрі, рівносильна сигналу “Стоп програми” та команди M00
M03	Обертання шпинделя за годинниковою стрілкою (праве обертання)	Ввімкнення обертання шпинделя в такому напрямку, при якому гвинт з правою різьго вгвинчується у деталь.
M04	Обертання шпинделя проти годинникової стрілки (ліве обертання)	Теж, тільки в зворотньому напрямку
M05	Відключення головного приводу (стоп)	Команда видається після відпрацювання переміщень заданих у кадрі, дія команди продовжується до заміни на M03 або M04.
M06	Заміна інструменту № 1	Використовується як сигнал початку жорсткого циклу заміни інструмента. Вимикає охолодження.
M08	Ввімкнення системи охолодження (пуск)	Команда видається на початку відпрацювання кадру, вмикає систему охолодження, зберігає свою дію до з’явлення команд M09, M00, M01, M02.
M09	Відключення охолодження (стоп1)	Команда виконується на початку відпрацювання кадру. Сигнал використовується для відключення системи охолодження.

Таблиця Б.1.4. Порядок запису інформації в кадрі КП

Адреса	Числовий зміст	Функція, яка виконується
1	2	3
%	-	Початок програми
N	000 - 999	Номер кадру
G	40;45 - 53	Вибір знаку корекції по радіусу інструмента
G	60 - 69	Вибір режиму позиціонування
G	80 - 99	Вибір автоматичного циклу
Z	+ -(0000,00-1999,99)	Розмір переміщення по вісі Z
R	0000,00-1999,99	Розмір третинного переміщення по вісі Z
F	00 - 99	Швидкість подачі
W	+(000000-000191)	Частота обертання шпинделя
T	00-99	Номер інструменту
M	00-99	Функція виконання (команда)
ПС	-	Кінець кадру

Додаток Б.2

Кодові позначення швидкостей подач по координатах X, Y, Z

п/п	Код ступіні	Швидкості подачі, мм/хв		
		X	Y	Z
1	F 00	00	00	00
2	F 20	10	10	10
3	F 24	13	16	16
4	F 28	25	25	25
5	F 32	40	4,0	40
6	F 36	63	83	63
7	F 40	100	100	100
8	F 44	160	160	160
9	F 48	250	250	250
10	F 52	400	400	400
11	F 56	630	630	630
12	F 60	1000	1000	1000
13	F 99	Прискорений хід 3000 мм/хв		

Додаток Б.3

Кодові позначення частоти обертання шпинделя

п/п	Код ступіні	Частота обертання шпинделя, об/хв
1	2	3
1	W + 000008	45
2	W + 000025	63
3	W + 000041	90
4	W + 000058	125
5	W + 000074	180
6	W + 000091	250
7	W + 000108	355
8	W + 000124	500
9	W + 000141	710
10	W + 000157	1000
11	W + 000174	1400
12	W + 000191	2000

Додаток Б.4

Кодові позначення кутових координат поворотного столу

Кут повороту столу, град	Кодове позначення в частках π	Кут повороту столу, град	Кодове позначення в частках
0	B + 000002	180	B + 000102
15	B + 000010	195	B + 000110
30	B + 000019	210	B + 000119
45	B + 000027	225	B + 000127
60	B + 000035	240	B + 000135
75	B + 000044	255	B + 000144
90	B + 000052	270	B + 000152
105	B + 000060	285	B + 000160
120	B + 000069	300	B + 000169
135	B + 000077	315	B + 000177
150	B + 000085	330	B + 000185
165	B + 000094	345	B + 000194
		360	B + 000002

Додаток Б.5

Приклад оформлення звіту про виконання лабораторної роботи.

1. Назва роботи: “ _____ ”

2. Мета роботи: “ _____ ”

3. Завдання:

- розробити технологічний процес механічної обробки деталі “Плата” (див. додаток Б.5.1) на верстаті моделі MC12-250M, причому послідовність обробки отворів виконати згідно схеми 1 по двом альтернативним варіантам маршруту, вважаючи, що всі площини деталі вже оброблені в розмір;
- по двом варіантам маршруту визначити тривалість невиробничого циклу процесу обробки і найбільш продуктивний варіант;
- заповнити операційну карту механічної обробки на верстаті з ЧПК та карту наладки інструменту для верстатів типу “обробляючий центр”;
- розробити схему розмірного налагодження першого комплекту інструменту за технологічним маршрутом обробки отворів (представляється тільки в одному звіті членів бригади студентів);
- скласти керуючу програму (КП) на фрагмент процесу обробки (уточнюється в робочому порядку викладачем) і занести її в карту кодування інформації;
- здійснити розмірну корекцію одного з інструментів (уточнюється в робочому порядку викладачем);
- зробити загальний висновок про виконання лабораторної роботи, зокрема – про найбільш продуктивний варіант обробки отворів (порівнюються показники продуктивності τ всіх варіантів маршрутів у бригаді, проаналізувати переваги і недоліки свого варіанту маршруту).

Виконання роботи.

1. Контроль повноти інформації, яка представлена кресленням деталі.

Візуальний контроль креслення деталі (див. рис. Б.5.1) показує, що інформація, яка представлена на ньому, достатня для розробки технологічного процесу механічної обробки її поверхонь згідно завдання.

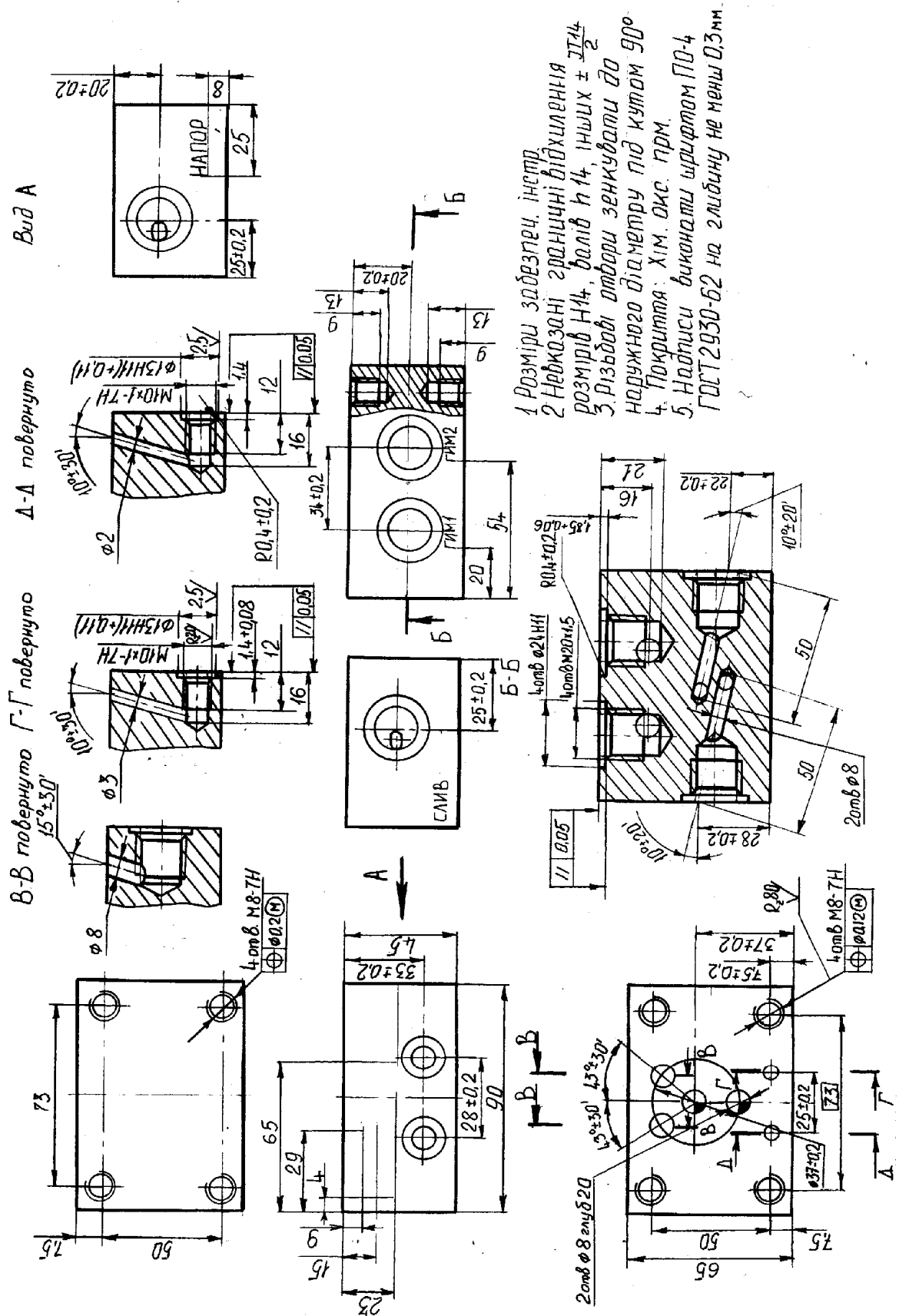


Рисунок Б.5.1 – Приклад завдання (деталь: "Плата", матеріал: Сталь 45)

2. Попереднє заключення з переліком поверхонь, які не можливо обробити на заданому верстаті.

Взявши за основу технічні та технологічні можливості верстату, приходимо до висновку про неможливість обробки таких поверхонь деталі:

2 поверхні – отвори $\varnothing 8$, вісь яких розташована під $\angle 15^\circ \pm 30'$ (див. переріз В-В),

2 поверхні – отвори $\varnothing 8$, вісь яких розташована під $\angle 10^\circ \pm 20'$ (див. переріз Б-Б),

1 поверхню – отвір $\varnothing 3$, вісь якого розташована під $\angle 10^\circ \pm 30'$ (див. переріз Г-Г),

1 поверхню – отвір $\varnothing 2$, вісь якого розташована під $\angle 10^\circ \pm 30'$ (див. переріз Д-Д),

4 поверхні – різі $M20 \times 1.5$ у 4-х отворах.

Неможливість обробки отворів, вісь яких розташована під кутом, обумовлена тим, що їх обробка потребує або додаткового переустановлення деталі, або застосування спеціального поворотного пристосування. І перше, і друге при використанні багатоцільового верстата з ЧПК фрезерно-свердлильно-розточувального типу із поворотним столом вважається економічно недоцільним. Тому, обробку цих отворів, а також нарізання різей $M20 \times 1.5$ рекомендуємо передати для виконання на інші операції. Всі інші поверхні можуть в принципі (попередній висновок) бути оброблені на заданому верстаті з дотриманням вимог креслення по параметрам шорсткості та точності.

3. Вибір варіанту першого установу деталі.

Мета цієї роботи полягає в тому, що перший установ деталі надає можливість сконцентрувати обробку максимальної кількості поверхонь, до складу яких повинні, як правило, увійти найбільш класні, а також поверхні, зв'язані між собою розмірами з жорсткими допусками, та іншими вимогами до відносного розташування.

Вибираємо три альтернативних варіанти такого установу (див рис. Б.5.2) і для кожного робимо розрахунок кількості поверхонь, які можна обробити:

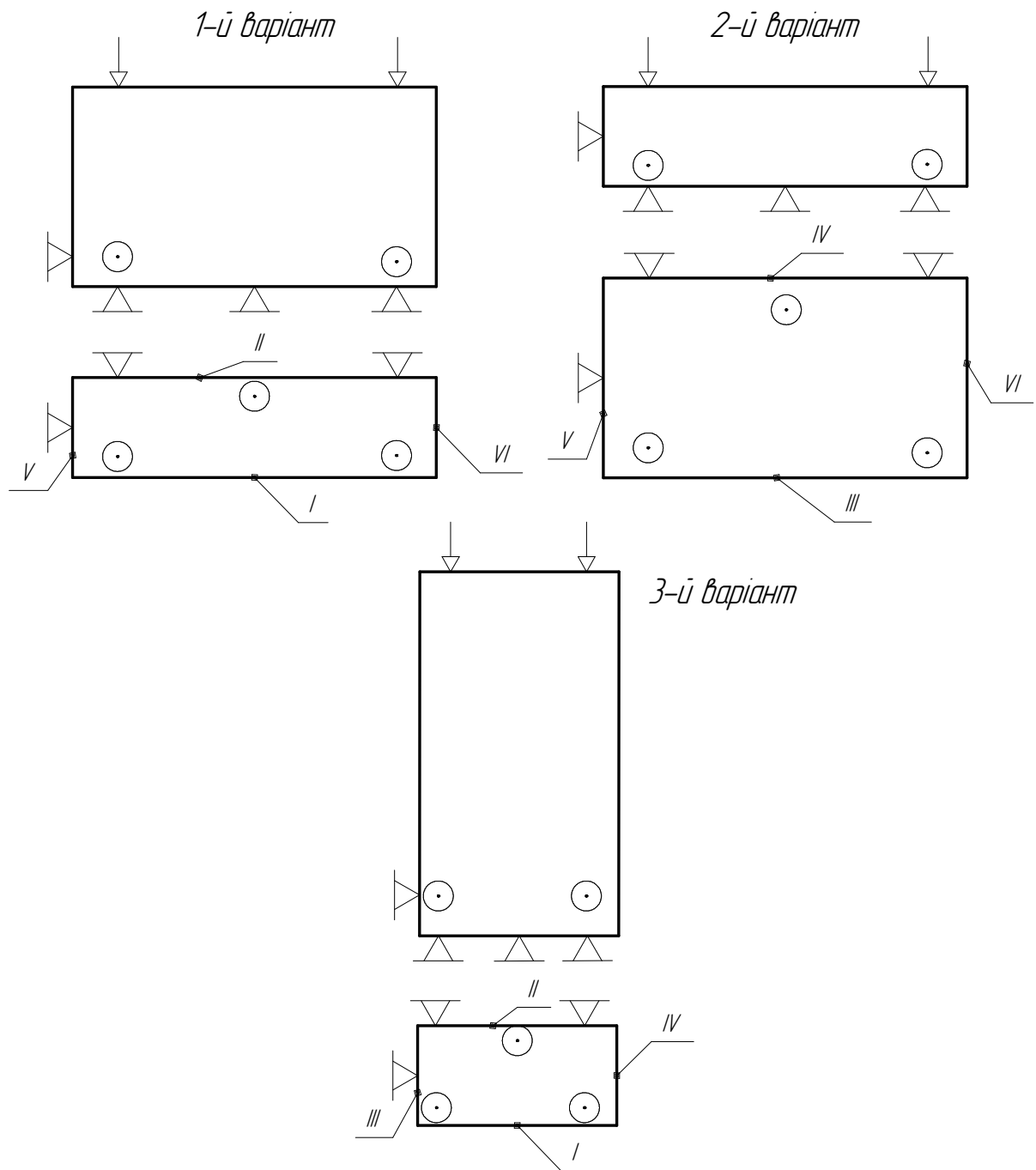
I площина – 6 центрів симетрії (ц.с.) (14 поверхонь – 4 отвори $\varnothing 6.5$, 4 фаски $1 \times 45^\circ$, 4 різі $M8 \times 1.5$, 2 отвори $\varnothing 8$);

II площина – 4 ц.с. (12 поверхонь – 4 отвори $\varnothing 6.5$, 4 фаски $1 \times 45^\circ$, 4 різі $M8 \times 1.5$);

III площина – 2 ц.с. (8 поверхонь – 2 отвори $\varnothing 9$, 2 отвори $\varnothing 13$, 2 фаски $1 \times 45^\circ$, 2 різі $M10 \times 1$);

IV площина – 2 ц.с. (6 поверхонь – 2 отвори $\varnothing 18.5$, 2 отвори $\varnothing 24$, 2 фаски $1.5 \times 45^\circ$);

V площина – 1 ц.с. (3 поверхні – 1 отвір $\varnothing 18.5$, 1 отвір $\varnothing 24$, 1 фаска $1,5 \times 45^\circ$);



исунок Б.5.2 – Вибір схеми першого установу деталі

P

VI площина – 1 ц.с. (3 поверхні – 1 отвір $\varnothing 18.5$, 1 отвір $\varnothing 24$, 1 фаска $1,5 \times 45^\circ$);

1-й варіант установу:

$$I (14 \text{ пов.}) + II (12) + V (3) + VI (3) = 32 \text{ поверхні.}$$

2-й варіант установу:

$$V (3) + VI (3) + IV (6) + III (8) = 20 \text{ поверхонь.}$$

3-й варіант установу:

$$I (14) + II (12) + III (8) + IV (6) = 40 \text{ поверхонь.}$$

Висновок: В якості першого установу вибираємо 3-й варіант:

$$\Sigma_{\text{пов}_{\text{max}}}=40 \text{ пов.}$$

До того ж, цей варіант повністю відповідає досягненню поставленої мети виконання цього етапу робіт.

6. Вибір різального та допоміжного інструменту. Визначення налагодного параметру $L_{\text{інстр}}$.

а) Вибір різального інструменту.

Користуючись інформацією [15], вибираємо потрібний для обробки різальний інструмент:

- свердло спіральне з циліндричним хвостовиком для зацентровки під свердління (ОСТ 2420-5-80): 035-2317-0102, $d=10\text{мм}$, $L=145\text{мм}$, $l_0=30\text{мм}$;
- свердло спіральне з конічним хвостовиком (ОСТ 2420-2-80) з $2\varphi=180^\circ$ та $\psi=55^\circ$: 035-2301-1003, $d=6,5\text{мм}$, $L=145\text{мм}$, $l_0=65\text{мм}$; $l=83\text{мм}$, К.М. №1 (конус Морзе);
- свердло спіральне з конічним хвостовиком (ОСТ 2420-2-80) з $2\varphi=118^\circ$ та $\psi=55^\circ$: 035-2301-1011, $d=8,5\text{мм}$, $L=160\text{мм}$, $l_0=80\text{мм}$; $l=98\text{мм}$, К.М. №1;
- свердло спіральне з конічним хвостовиком (ОСТ 2420-2-80) з $2\varphi=118^\circ$ та $\psi=55^\circ$: 035-2301-1053, $d=18,5\text{мм}$, $L=235\text{мм}$, $l_0=135\text{мм}$; $l=160\text{мм}$, К.М. №2;
- свердло спіральне з конічним хвостовиком (ОСТ 2420-2-80) з $2\varphi=118^\circ$ та $\psi=55^\circ$: 035-2301-1009, $d=8\text{мм}$, $L=155\text{мм}$, $l_0=75\text{мм}$; $l=93\text{мм}$, К.М. №1;
- мітчик машинний швидкоріжучий з метричною різью (ОСТ 2420-1-74): 035-2620-0517, $d=10\text{мм}$, $t=1.25\text{мм}$, $L=75\text{мм}$, $l=20\text{мм}$, $l_1=3\text{мм}$;
- зенківка конічна швидкохідна з конічним хвостовиком (ГОСТ 14953-80):
 1. 2353-0136, тип 10, $2\varphi=90^\circ$, $D=31,5\text{мм}$, $d_0=9\text{мм}$, $L=124\text{мм}$, $l=32\text{мм}$, $l_1=49\text{мм}$, К.М. №2;
 2. 2353-0134, тип 10, $2\varphi=90^\circ$, $D=20\text{мм}$, $d_0=4\text{мм}$, $L=116\text{мм}$, $l=24\text{мм}$, $l_1=41\text{мм}$, К.М. №2;
- зенківка циліндрична швидко ріжуча з конічним хвостовиком для обробки опорних поверхонь під кріпильні деталі (ОСТ 2422-2-80, тип 2): 035-2350-2112, $d=22\text{мм}$, $d_1=6\text{мм}$, $L=150\text{мм}$, $l_1=30\text{мм}$, $l_2=75\text{мм}$, К.М. №2;
- зенкер циліндричний швидко ріжучий з кількістю зубців $z=3$, з конічним хвостовиком (ТУ 2-035-926-83): 035-2323-0003, $d=12\text{мм}$,

$L=182\text{мм}$, $l_1=101\text{мм}$, $l_2=120\text{мм}$, К.М. №2 (2 шт.); 035-2320-0005, $d=14\text{мм}$, $L=189\text{мм}$, $l_1=108\text{мм}$, $l_2=127\text{мм}$, К.М. №1;

б) Вибір допоміжного інструмента.

Вибір цього інструменту здійснюємо за джерелом інформації додатку А.5.

- патрон цанговий 01483-34: $\varnothing 3\dots 12$, $l=61.6\text{мм}$ (для центрального свердла);
- втулка перехідна 01483-01: $l=28.6\text{мм}$, К.М. №1 (6 шт. – для свердл $\varnothing 6.5$, $\varnothing 8$, $\varnothing 8.5$, зенкерів $\varnothing 12$, $\varnothing 13$, $\varnothing 14$);
- втулка перехідна 01483-02: $l=41.6\text{мм}$, К.М. №2 (4 шт. – для свердл $\varnothing 18.5$, зенків конічних, зенківки циліндричної $\varnothing 22$);
- патрон для мітчиків 01483-44: $l=102.6\text{мм}$ (2 шт. – для мітчиків $M8\times 1,5$, $M10\times 1$);
- борштанга 01483-44: 1 шт. – $l=139.3\text{мм}$ (для напівчистового розточування отвору $\varnothing 23$), 1 шт. – $l=140\text{мм}$ (для напівчистового розточування отвору $\varnothing 23.7$);
- борштанга 01483-28: 1 шт. – $l=135.6\text{мм}$ (для чистового розточування отвору $\varnothing 24$);

в) Визначення налагодочного параметру $L_{\text{інстр}}$:

- для комплекту “свердло центральне – цанговий патрон”:

$$L_{\text{інстр } 1} = l_{\text{св.}} + l_{\text{ц.п.}} = 60 + 61,6 = 121,6\text{мм};$$

- для комплекту “свердло $\varnothing 6,5$ – втулка перехідна”:

$$L_{\text{інстр } 2} = l_{\text{св.}} + l_{\text{вт.п.}} = 83 + 28,6 = 111,6\text{мм};$$

- для комплекту “свердло $\varnothing 8$ – втулка перехідна”:

$$L_{\text{інстр } 3} = l_{\text{св.}} + l_{\text{вт.п.}} = 93 + 28,6 = 121,6\text{мм};$$

- для комплекту “свердло $\varnothing 8,8$ – втулка перехідна”:

$$L_{\text{інстр } 4} = l_{\text{св.}} + l_{\text{вт.п.}} = 98 + 28,6 = 126,6\text{мм};$$

- для комплекту “свердло $\varnothing 18,5$ – втулка перехідна”:

$$L_{\text{інстр } 5} = l_{\text{св.}} + l_{\text{вт.п.}} = 160 + 41,6 = 201,6\text{мм};$$

- для комплекту “зенкер $\varnothing 12$ – втулка перехідна”:

$$L_{\text{інстр } 6} = l_{\text{зен.}} + l_{\text{вт.п.}} = 120 + 28,6 = 148,6\text{мм};$$

- для комплекту “зенкер $\varnothing 13$ – втулка перехідна”:

$$L_{\text{інстр } 7} = l_{\text{зен.}} + l_{\text{вт.п.}} = 120 + 28,6 = 148,6\text{мм};$$

- для комплекту “зенкер $\varnothing 14$ – втулка перехідна”:

$$L_{\text{інстр } 8} = l_{\text{зен.}} + l_{\text{вт.п.}} = 127 + 28,6 = 155,6 \text{ мм};$$

– для комплекту “зенковка конічна – втулка перехідна”:

$$L_{\text{інстр } 9} = l_{\text{зен. кон.}} + l_{\text{вт.п.}} = 49 + 41,6 = 90,6 \text{ мм};$$

– для комплекту “зенковка конічна – втулка перехідна”:

$$L_{\text{інстр } 10} = l_{\text{зен. кон.}} + l_{\text{вт.п.}} = 41 + 41,6 = 82,6 \text{ мм};$$

– для комплекту “зенковка циліндрична – втулка перехідна”:

$$L_{\text{інстр } 11} = l_{\text{зен. цил.}} + l_{\text{вт.п.}} = 75 + 41,6 = 116,6 \text{ мм};$$

– для комплекту “борштанга для $\varnothing 23$ – різець розточувальний”:

$$L_{\text{інстр } 12} = l = 139,3 \text{ мм};$$

– для комплекту “борштанга для $\varnothing 23,7$ – різець розточувальний”:

$$L_{\text{інстр } 13} = l = 140 \text{ мм};$$

– для комплекту “борштанга для $\varnothing 24$ – різець розточувальний”:

$$L_{\text{інстр } 14} = l = 135,6 \text{ мм};$$

– для комплекту “патрон для мітчиків – мітчик $M8 \times 1,5$ ”:

$$L_{\text{інстр } 15} = l_{\text{п. м.}} + l_{\text{м.}} = 102,6 + 70 = 172,6 \text{ мм};$$

– для комплекту “патрон для мітчиків – мітчик $M10 \times 1,5$ ”:

$$L_{\text{інстр } 16} = l_{\text{п. м.}} + l_{\text{м.}} = 102,6 + 65 = 167,6 \text{ мм};$$

5. Перевірка можливості використання підібраних комплектів інструментів та остаточне визначення поверхонь, які не будуть оброблятися на даному верстаті.

а) Перевірка комплектів інструментів.

Ця робота виконується згідно умов обмеженості ходу шпиндельної головки та нормальної заміни інструмента за формулою [3]:

$$330 - A_{\text{max}} - 72 \geq L_{\text{інстр.}} \geq 330 - A_1 - 200$$

Перевірка проводиться для двох положень деталі (див. рисунок Б.5.3):

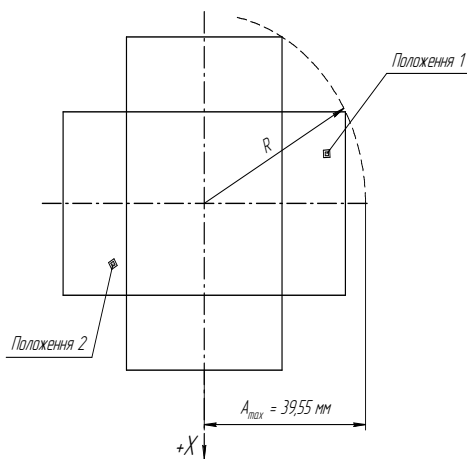
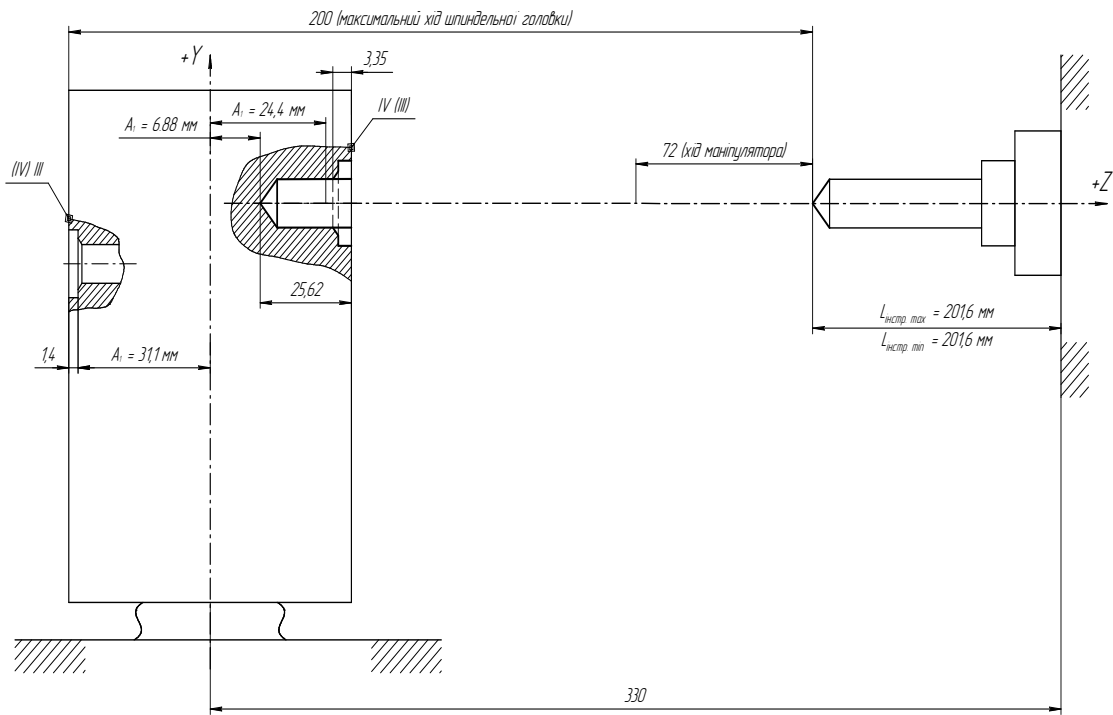
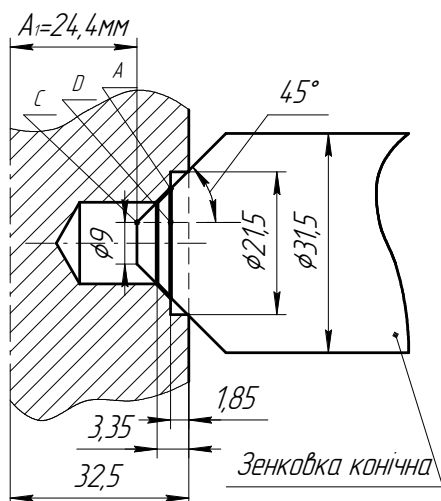


Рисунок Б.5.3 – Перевірка використання підбраного комплекту інструменту (наведені приклади нанесення розмірів відповідних параметрів, які входять до формули (3))

Положення 1: $L_{\text{інстр. min}} = 82.6 \text{ мм}$ (комплект №10);
 $L_{\text{інстр. max}} = 201.6 \text{ мм}$ (комплект №5);



Для $L_{\text{інстр. min}}$:

$$330 - 39,55 - 72 \geq 82,6 \geq 330 - 24,4 - 200$$

$$AB = (21,5 - 9) / 2 = 6,25 \text{ мм},$$

$$CB = 6,25 \text{ мм},$$

$$DC = 6,25 + 1,85 = 8,1 \text{ мм},$$

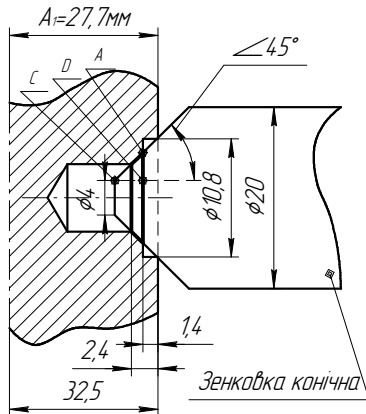
$$A_1 = 32,5 - 8,1 = 24,4 \text{ мм},$$

$218 \geq 82,6 \geq 105,6$ – умова не виконується, тобто цим інструментом фаску $1,5 \times 45^\circ$ в отворі $\varnothing 18,5$ обробити не можливо.

$$\text{Для } L_{\text{інстр. min}}: 330 - 39,55 - 72 \geq 201,6 \geq 330 - 6,88 - 200$$

218,45 ≥ 201,6 ≥ 123,12 – умова виконується.

Для цього ж положення 1 перевіряємо наступний комплект з мінімальною довжиною $L_{\text{інстр. min}}=90,6\text{мм}$:



$$330 - 39,55 - 72 \geq 90,6 \geq 330 - 27,7 - 200$$

$$AB = (10,8 - 4) / 2 = 3,4\text{мм},$$

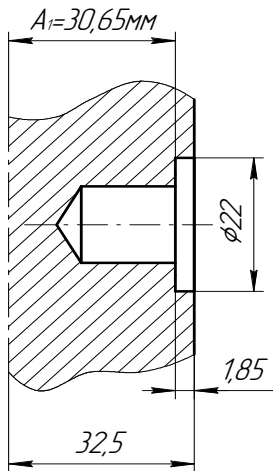
$$CB = 3,4\text{мм},$$

$$DC = 3,4 + 1,4 = 4,8\text{мм},$$

$$A_1 = 32,5 - 4,8 = 27,7\text{мм},$$

218,45 ≥ 90,6 ≥ 102,3 мм – умова не виконується, тобто цим інструментом фаску 1×45° в отворі Ø8,8 обробити не можливо.

Наступний комплект інструмента з $L_{\text{інстр. min}}=116,6\text{мм}$:



$$330 - 39,55 - 72 \geq 116,6 \geq 330 - 30,65 - 200$$

$$A_1 = 32,5 - 1,85 = 30,65\text{мм},$$

218,45 ≥ 116,6 ≥ 99,35 мм – умова виконується.

Корегуємо технологічний метод обробки фасок 1×45° та 1,5×45° – фаски можна отримати за допомогою спірального свердла для зацентровки з $\angle 2\varphi=90^\circ$ (в отворі Ø8,8) та шляхом розточування (в отворі Ø18,5):

Комплект №10: свердло 035-2317-0103 ($d=16\text{мм}$, $L=100\text{мм}$, $l_0=48\text{мм}$); патрон цанговий 01483-34 ($l=61,6\text{мм}$)

$$L_{\text{інстр } 10} = l_{\text{св.}} + l_{\text{ц.п.}} = 85 + 61,6 = 146,6\text{мм};$$

Комплект №9: борштанга 01483-21 (Ø16÷20) $l=139,6\text{мм}$; розточувальний різець, заточений під 45°.

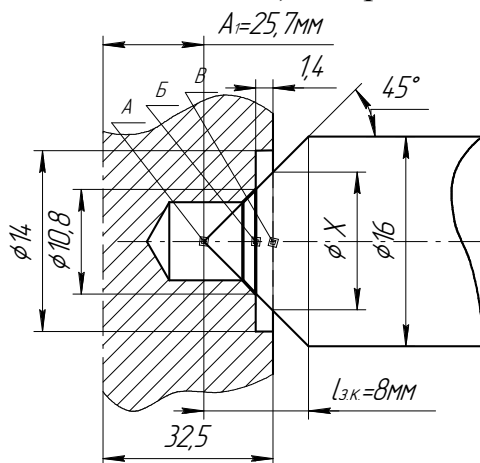
$$L_{\text{інстр } 9} = l = 139,6\text{мм}.$$

Робимо перевірку компонентів:

$$\text{а) } 330 - 39,55 - 72 \geq 146,6 \geq 330 - 25,7 - 200$$

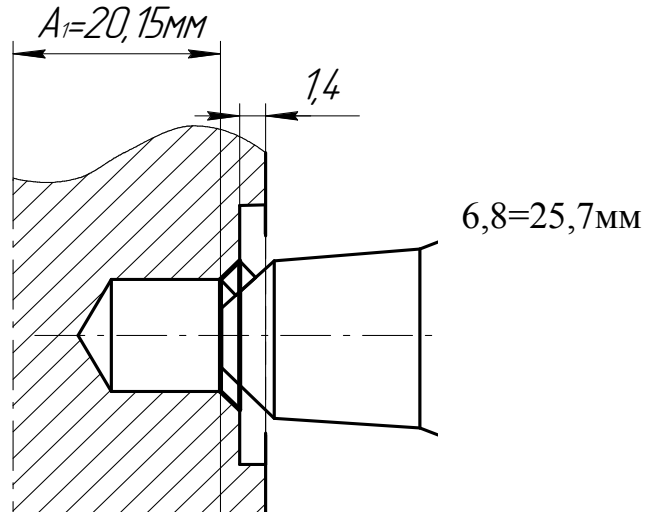
$$\frac{8}{5,4} = \frac{8}{AB}; \quad \frac{8}{5,4} = \frac{8}{x};$$

$$x = AB = \frac{5,4 \cdot 8}{8} = 5,4\text{мм}$$



$$AB=5,4+1,4=6,8\text{мм}$$

$$A_1=32,5-$$



$$\frac{8}{R_x} = \frac{8}{6,8}; R_x = \frac{8 \cdot 6,8}{8} = 6,8\text{мм}$$

$$\varnothing_x = 6,8 \cdot 2 = 13,6\text{мм} < \varnothing 14$$

218,45 ≥ 146,6 ≥ 104,3 мм – умова виконується.

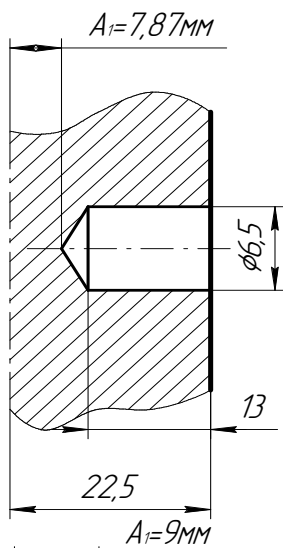
$$б) 330 - 39,55 - 72 \geq 139,6 \geq 330 - 29,15 - 200$$

218,45 ≥ 139,6 ≥ 100,85 мм – умова виконується.

Положення 2: $L_{\text{інстр. min}} = 111,6$ мм (комплект №2);
 $L_{\text{інстр. max}} = 172,6$ мм (комплект №16);

Для $L_{\text{інстр. min}}$:

$$330 - 39,55 - 72 \geq 111,6 \geq 330 - 7,87 - 200$$



$$l_{\text{заб. конусу}} = \frac{1}{4} \varnothing = \frac{1}{4} \cdot 6,5 = 1,625 \approx 1,63\text{мм}$$

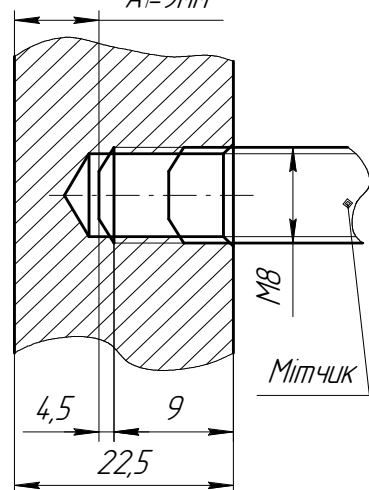
$$l_{\text{отвору}} = 13 + 1,63 = 14,63\text{мм}$$

$$A_1 = 22,5 - 14,63 = 7,87\text{мм},$$

218,45 ≥ 116,6 ≥ 122,13 – умова не виконується, тобто цим інструментом не можливо обробити отвір $\varnothing 6,5$ на задану глибину (200+111,6=311,6 мм – можливе переміщення, 330-7,87=322,13 мм – необхідне переміщення).

В зв'язку з тим, що даний інструмент – свердло $\varnothing 6,5$ вибрався по довіднику [15], в якому представлені інструменти, рекомендовані для застосування на верстатах з ЧПК з обмеженою номенклатурою, то можна скористатися інструментом – свердлом загальномашинобудівного застосування [17]:

свердло 2301-3356 ГОСТ12121-77 (L=165 мм, $l_0=85$ мм, К.М. №1), приймаємо виліт інструмента $l=103$ мм, а так як виліт цього



інструмента більше вильоту попереднього інструмента на 20 мм, то можна без перевірки зробити висновок про можливість обробки новим комплектом отворів $\varnothing 6,5$.

Для $L_{\text{інстр. max}}$:

$$330 - 39,55 - 72 \geq 172,6 \geq 330 - 9 - 200$$

$$218,45 \geq 172,6 \geq 121 - \text{умова виконується.}$$

б) Остаточне заключення про можливість обробки поверхонь, визначених у пункті 4.

В результаті підбору комплектів інструментів для реалізації вибраного методу обробки заданих поверхонь приходимо до остаточного висновку: до поверхонь, які визначені в пункті 4, в зв'язку з неможливістю їх обробки на даному верстаті, інші не додаються, тобто можна приступати до розробки технологічного процесу обробки отворів.

6. Визначення маршруту обробки поверхонь – отворів у відповідності до заданої у завданні схеми 1.

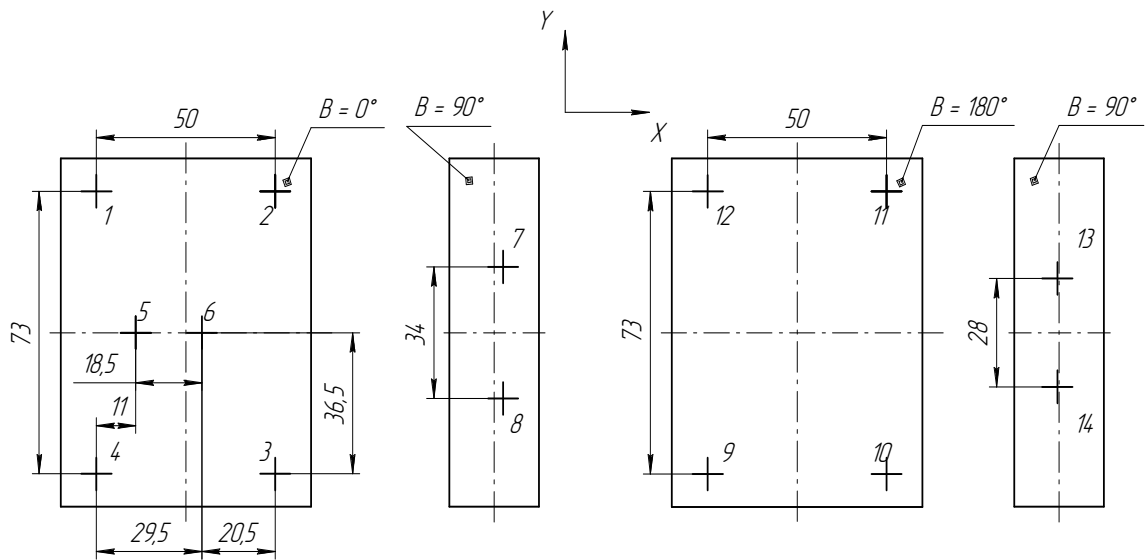
а) Зміст схеми №1: Обробка кожного отвору здійснюється повністю по всім переходам, які забезпечують потрібний квалітет точності, шорсткості та форму. Всі переходи виконуються при одному позиціюванні заготовки із зміною інструменту до повного виготовлення отвору. Після завершення обробки одного отвору заготовка переміщується для повної обробки другого отвору. Далі, після завершення обробки всіх отворів заготовка повертається для обробки отворів, розташованих з іншого боку.

б) Реалізація схеми (див рис. Б.5.4а):

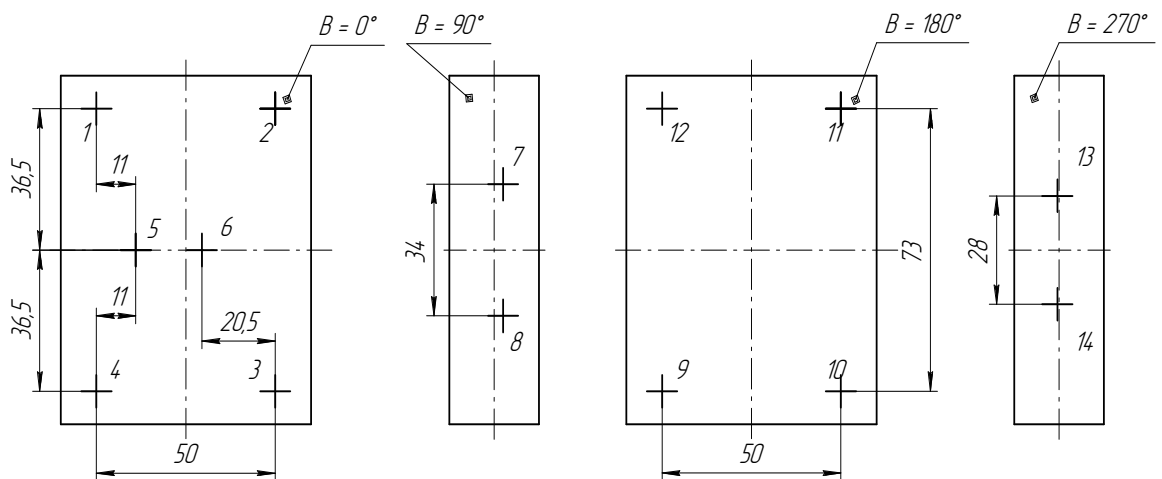
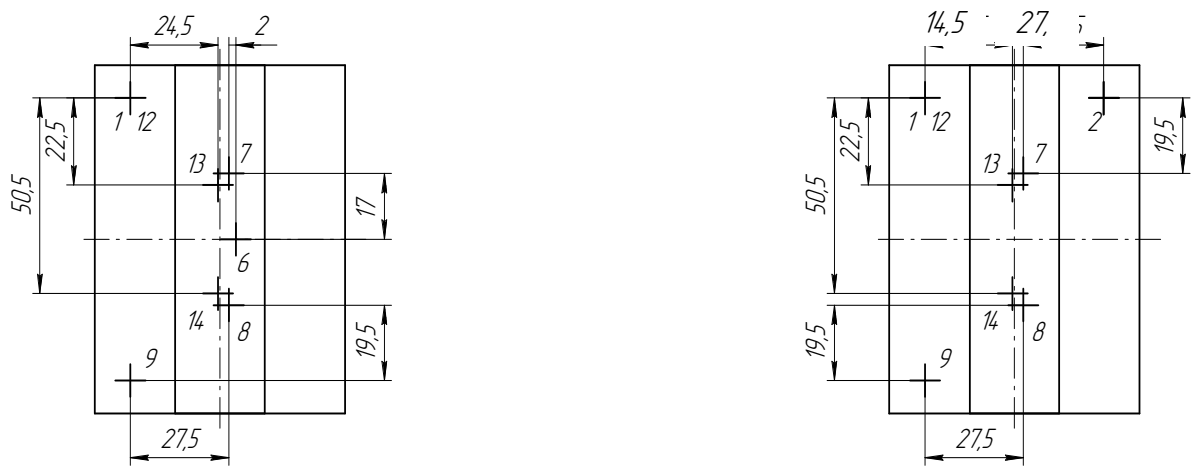
1-й варіант:

1-2 $x=80\text{мм}$; 2-3 $y=73\text{мм}$; 3-4 $x=50\text{ мм}$; над 1-м отвором – 2 заміни інструменту, над 2-м, 3-м, 4-м – по 3 заміни інструменту, $\Sigma=11$ замін;
4-5 $x=11\text{мм}$, $y=36,5\text{мм}$, $\Sigma=47,5\text{ мм}$; 5-6 $x=18,5\text{мм}$ над 5-м та 6-м отворами – по 2 заміни інструменту, $\Sigma=4$ замін; поворот столу на 90° ;
6-7 $x=2\text{мм}$, $y=17\text{мм}$, $\Sigma=19\text{ мм}$; 7-8 $y=34\text{мм}$, над 7-м та 8-м отворами по 6 замін інструмента, $\Sigma=6$ замін; поворот столу на 90° ;
8-9 $x=27,5\text{мм}$, $y=19,5\text{мм}$, $\Sigma=47\text{мм}$; 9-10 $x=50\text{мм}$; 10-11 $y=73\text{мм}$; 11-12 $x=50\text{мм}$; над кожним отвором 9, 10, 11, 12 – по 3 заміни інструменту, $\Sigma=12$ замін; поворот столу на 90° ;
12-13 $x=14,5\text{мм}$, $y=22,5\text{мм}$, $\Sigma=37\text{мм}$; 13-14 $y=28\text{мм}$; над кожним отвором 13,14 – по 6 замін інструменту, $\Sigma=12$ замін; поворот столу на 90° ;
14-1 $x=14,5\text{мм}$, $y=50,5\text{мм}$, $\Sigma=65\text{мм}$; заміна інструменту.

$$\Sigma_{\text{заг. поз.}}=672\text{мм}; \quad \Sigma_{\text{заг. замін}}=52\text{заміни}; \quad \Sigma_{\text{пов.}}=4\text{ повороти на }90^\circ;$$



а) 1-ий варіант - послідовна обробка



б) 2-ий варіант послідовна обробка

Рисунок Б.5.4 – Визначення маршруту обробки та тривалості циклу

2-й варіант: 1-5 $x=11\text{мм}$, $y=36,5\text{мм}$, $\Sigma=47,5\text{мм}$; над 1-м отвором – 2 заміни інструменту, над 5-м отвором – 2 заміни інструменту; 5-4 $x=11\text{мм}$, $y=36,5\text{мм}$, $\Sigma=47,5\text{мм}$; над 4-м отвором – 3 заміни; 4-3 $x=50\text{мм}$; над 3-м отвором – 3 заміни; 3-6 $x=20,5\text{мм}$, $y=36,5\text{мм}$, $\Sigma=57\text{мм}$; над 6-м отвором – 2 заміни; 6-2 $x=20,5\text{мм}$, $y=36,5\text{мм}$, $\Sigma=57\text{мм}$; над 2-м отвором – 3 заміни; поворот столу на 90° ; 2-7 $x=27,5\text{мм}$, $y=19,5\text{мм}$, $\Sigma=47\text{мм}$; над 7-м отвором – 6 замін; 7-8 $y=34\text{мм}$; над 8-м отвором – 6 замін; поворот столу на 90° ; 8-9 $x=27,5\text{мм}$, $y=19,5\text{мм}$, $\Sigma=47\text{мм}$; над 9-м отвором – 3 заміни; 9-10 $x=50$; над 10-м отвором – 3 заміни; 10-11 $y=73\text{мм}$; над 11-м отвором – 3 заміни; 11-12 $x=50\text{мм}$; над 12-м отвором – 3 заміни; поворот столу на 90° ; 12-13 $x=14,5\text{мм}$, $y=22,5\text{мм}$, $\Sigma=37\text{мм}$; над 13-м отвором – 6 замін; 13-14 $y=28\text{мм}$; над 14-м отвором – 6 заміни; поворот столу на 90° ; 14-1 $x=14,5\text{мм}$, $y=50,5\text{мм}$, $\Sigma=65\text{мм}$; заміна інструменту.

$$\Sigma_{\text{заг. поз.}}=690\text{мм}; \quad \Sigma_{\text{загю замін}}=52\text{заміни};$$

$$\Sigma_{\text{пов.}}=4\text{ повороти на }90^\circ;$$

$\Sigma_{\text{заг. поз. min}}=672\text{мм}$, тобто для подальшого розгляду приймемо 1-й варіант.

7. Визначення тривалості циклу обробки.

$$T_{\text{ц}} = T_{\text{поз.}} + T_{\text{зам.}} + T_{\text{пов.}}$$

$$T_{\text{поз.}} = 672/3000 = 0,224\text{хв.},$$

$$T_{\text{зам.}} = 52 \cdot 5 = 260\text{с} = 4,33\text{хв.},$$

$$T_{\text{пов.}} = 4 \cdot 9 = 36\text{с} = 0,6\text{хв.},$$

де $V=3000\text{ мм/хв}$ – швидкість руху виконавчого органу по координатам X та Y ; $t=5\text{с}$ – час заміни одного інструменту; $t=9\text{с}$ – час повороту столу на 90° .

$$T_{\text{ц}} = 0,224 + 4,33 + 0,6 = 5,154\text{хв} \approx 5,15\text{ хв}$$

8. Розробка схеми налагодження верстату.

Схема налагодження розроблюється на перший інструмент за маршрутом обробки і для першої деталі з партії. Ця робота виконується оператором в ручному режимі, але вся подальша робота з даною деталлю та з іншими з партії (окрім встановлення та зняття деталі) буде виконуватись в автоматичному режимі.

Перед налагодженням оператор повинен вручну встановити в шпindelь верстату перший інструмент згідно маршруту обробки, а у кантувач – наступний за маршрутом. Далі, він встановлює на поворотний стіл верстату у пристосування заготовку із забезпеченням розміру 60мм від площини столу до вісі найнижчого отвору у деталі (це один з отворів 3,4 або 9,10 див. рисунок Б.5.4) та суміщенням осей симетрії заготовки з віссю поворотного столу і в цьому положенні її закріплює (можливість такої орієнтації даної заготовки повинна бути передбаченою конструкцією пристосування – наприклад, застосовується вивірений упор – кутник).

Після цього, користуючись органами ручного керування оператор піднімає стіл по вісі Y у крайнє верхнє положення, яке прив'язано системою з ЧПК до абсолютного нуля по цій вісі (розмір 100мм), а по вісі X – в положення, в якому вісь поворотного столу співпадає з віссю шпинделя. Шпиндельна головка знаходиться у втягнутому положенні. В якості отвору, з якого починається розроблений технологічний маршрут обробки, обрано отвір №1 (див. рисунок Б.5.4). відстань між віссю симетрії цього отвору і отвору 3 (або 4), до якого прив'язана установча поверхня столу складає 73мм. Тобто, для того, щоб визначити розмір налагодження по вісі Y, потрібно сумісти вісь шпиндельної головки з віссю отвору №1, а для цього опускаємо стіл на величину 73мм і фіксуємо це положення в системі ЧПК шляхом натискання відповідної клавіші на панелі встановлення нуля. Таким чином, розмір налагодження Y_n буде складати величину 133мм і характеризуватися відстанню від абсолютного нуля рахуючи по вісі Y, яка дорівнює 173мм.

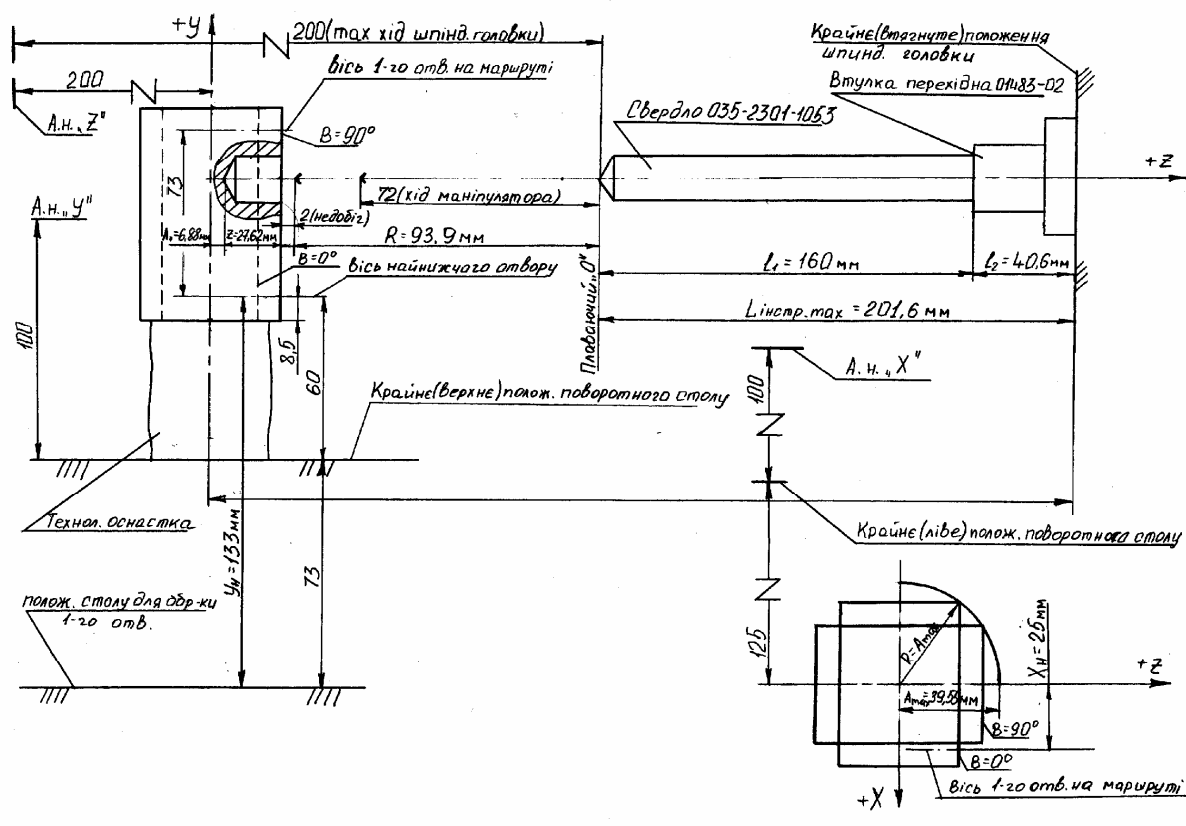


Рисунок Б.5.5 – Схема налагодження верстату на обробку першого отвору за маршрутом та для першої деталі з партії

Розмір налагодження по вісі X, тобто досягнення суміщення вісі шпиндельної головки з віссю отвору №1 в площині вісі X, визначаємо шляхом зміщення салазок вправо (якщо шпиндельна бабка знаходиться с переду нас) на величину 25мм (між центрована відстань між отворами 1 та 2 (або 3 та 4) складає величину 50мм) і знову фіксуємо цю координату в системі ЧПК. Розмір налагодження X_n буде складати величину 25мм, а

початок відліку буде знаходитись на відстані 240мм від абсолютного нуля рахуючи по вісі X.

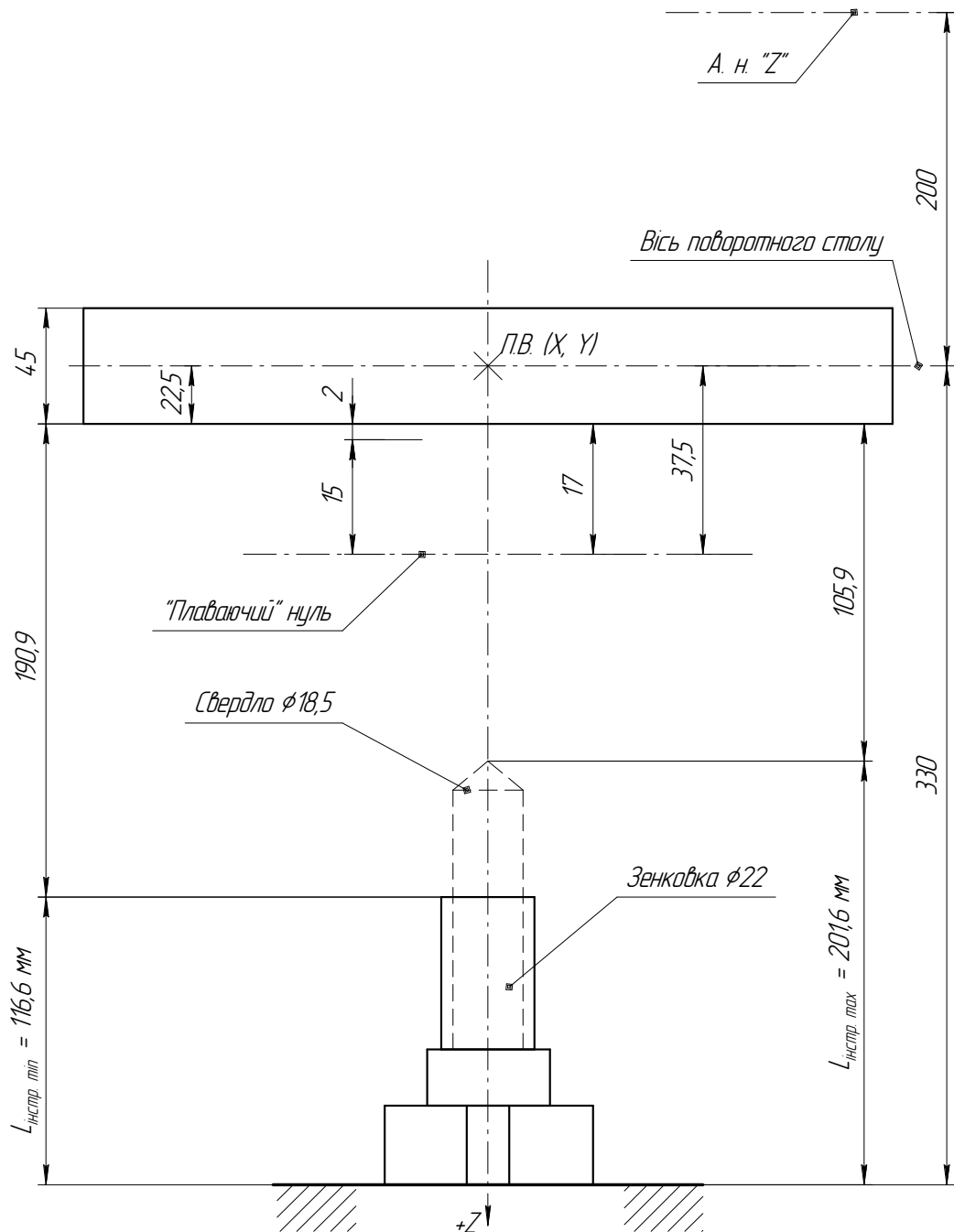


Рисунок Б.5.6 – Схема робочої зони для визначення місце розташування "плаваючого" нуля (вісь Z)

За допомогою схеми, представленої на рисунку Б.5.6, призначаємо місце розташування "плаваючого нуля" по вісі Z – це відстань 37,5мм від вісі поворотного столу. Після цього на наборному полі вузла корекції системи з ЧПК набираємо величини параметру $L_{\text{інстр.}}$ для кожного інструменту, а за допомогою декадних перемикачів наборного поля встановлення нуля вводимо величину зміщення нуля відліку, яка складає:

$$L_{\text{зм.}} = 200 + 37,5 = 237,5 \text{ мм,}$$

тобто, ця точка знаходиться на такій відстані від абсолютного нуля відліку по вісі Z.

Загальна схема налагодження верстату на обробку заданої деталі наведена на рисунку Б.5.5.

9. Оформлення операційної карти механічної обробки на верстаті з ЧПК та карти наладки інструменту для верстатів типу “обробляючий центр”:

а) Послідовність і зміст процесу обробки отворів згідно заданої схеми №1 заносимо у відповідну карту за формою з ГОСТу 3.1404-86 (див нижче).

б) Всю необхідну інформацію про допоміжний, різальний інструмент, режими різання, налагодочні розміри, розподіл інструментів між комірками магазину верстату заносимо у відповідну карту (див. нижче).

Дубл.																			
Взам.																			
Підп.																			
Розробив	Порхун		25.02.02	ВДТУ Кафедра ТАМ	ПЛАТА				08-28.ЛБ.02.015.000.000										
Перевірів	Муляр																		
Р				ПІ	Д	а	б	В	L	t	i	S	N	V	Т	о.	Т	в.	
001	3. Нарізати різь в отворі 1																		
T02	391391.XXXX - Мітчик																		
P03	XXX 8 13,5 0,75 1 160 180 -																		
004	4. Центрувати отвір 1																		
T05	391290.XXXX - Свердло BK8																		
P06	XXX 10 1,88 3,75 1 40 250 -																		
007	5. Свердлими отвір 2																		
T08	391267.XXXX - Свердло BK8																		
P09	XXX 6,5 14,38 3,25 1 100 2000 -																		
O10	6. Нарізати різь в отворі 2																		
T11	391391.XXXX - Мітчик																		
P12	XXX 8 13,5 0,75 1 160 180 -																		
OK Обробка деталей на металорізальних верстатах з ЧПК																			

Дубл.																			
Взам.																			
Підп.																			
Розробив	Порхун		25.02.02	ВДТУ Кафедра ТАМ	ПЛАТА				08-28.ЛБ.02.015.000.000										
Перевірів	Муляр																		
Р				ПІ	Д	а	б	В	L	t	i	S	N	V	Т	о.	Т	в.	
001	7. Центрувати отвір 3																		
T02	391290.XXXX - Свердло BK8																		
P03	XXX 10 1,88 3,75 1 40 250 -																		
004	8. Свердлими отвір 3																		
T05	391267.XXXX - Свердло BK8																		
P06	XXX 6,5 14,38 3,25 1 100 2000 -																		
007	9. Нарізати різь в отворі 3																		
T08	391391.XXXX - Мітчик																		
P09	XXX 8 13,5 0,75 1 160 180 -																		
O10	10. Центрувати отвір 2																		
T11	391290.XXXX - Свердло BK8																		
P12	XXX 10 1,88 3,75 1 40 250 -																		
OK Обробка деталей на металорізальних верстатах з ЧПК																			

Дубл.																			
Взам.																			
Підл.																			
Розробив	Порхун		25,02,02	ВДТУ Кафедра ТАМ	ПЛАТА						08-28.ЛБ.02.015.000.000								
Перевірів	Муляр																		
Р				ПІ	D або B	L	t	i	S	N	V	Т о.	Т в.						
O01	11. Свердлити отвір 4																		
T02	391267.XXXX - Свердло BK8																		
P03				XXX	6,5	14,38	3,75	1	100	2000	-								
O04	12. Нарізати різь в отворі 4																		
T05	391391.XXXX - Мітчик																		
P06				XXX	8	13,5	0,75	1	160	180	-								
O07	13. Центрувати отвір 5																		
T08	391290.XXXX - Свердло BK8																		
P09				XXX	10	1,88	3,75	1	40	250	-								
O10	14. Свердлити отвір 5																		
T11	391267.XXXX - Свердло BK8																		
P12				XXX	8	14	4,00	1	400	2000	-								
OK	Обробка деталей на металорізальних верстатах з ЧПК																		

Дубл.																			
Взам.																			
Підл.																			
Розробив	Порхун		25,02,02	ВДТУ Кафедра ТАМ	ПЛАТА						08-28.ЛБ.02.015.000.000								
Перевірів	Муляр																		
Р				ПІ	D або B	L	t	i	S	N	V	Т о.	Т в.						
O01	15. Центрувати отвір 6																		
T02	391290.XXXX - Свердло BK8																		
P03				XXX	10	1,88	3,75	1	40	250	-								
O04	16. Свердлити отвір 6																		
T05	391267.XXXX - Свердло BK8																		
P06				XXX	8	14	4,00	1	400	2000	-								
07	Позиція поворотного столу 90°																		
08																			
O09	17. Центрувати отвір 7																		
T10	391290.XXXX - Свердло BK8																		
P11				XXX	10	1,88	3,75	1	40	250	-								
12																			
OK	Обробка деталей на металорізальних верстатах з ЧПК																		

ГОСТ 3.1404.86 Форма 3														
Дубл.														
Взам.														
Підл.														
Розробив	Порхун		25,02,02	ВДТУ Кафедра ТАМ	ПЛАТА			08-28.ЛБ.02.015.000.000						
Перевірів	Муляр													
Р				ПІ	Д	або В	L	t	i	S	N	V	Т о.	Т в.
O01	18. Свердлими отвір 7													
T02	391267.XXXX - Свердло BK8													
P03				XXX	8,8	24,2	4,40	1	400	2000	-			
O04	19. Розвернути отвір 7													
T05	391267.XXXX - Свердло BK8													
P06				XXX	18,5	25,63	4,85	1	250	1000	-			
O07	20. Зенкувати отвір 7													
T08	391690.XXXX - Зенкер BK8													
P09				XXX	22	1,85	1,75	1	40	250	-			
O10	21. Розточити попередньо отвір 7													
T11	391267.XXXX - Свердло BK8													
P12				XXX	23	1,85	0,50	1	40	1000	-			
OK Обробка деталей на металорізальних верстатах з ЧПК														

ГОСТ 3.1404.86 Форма 3														
Дубл.														
Взам.														
Підл.														
Розробив	Порхун		25,02,02	ВДТУ Кафедра ТАМ	ПЛАТА			08-28.ЛБ.02.015.000.000						
Перевірів	Муляр													
Р				ПІ	Д	або В	L	t	i	S	N	V	Т о.	Т в.
O01	22. Розточити попередньо отвір 7													
T02	391267.XXXX - Свердло BK8													
P03				XXX	23,7	1,85	0,35	1	40	1000	-			
O04	23. Розточити остаточно отвір 7													
T05	391267.XXXX - Свердло BK8													
P06				XXX	24	1,85	0,15	1	40	1000	-			
O07	24. Розточити фаску в отворі 7													
T08	391267.XXXX - Свердло BK8													
P09				XXX	31,5	1,5	1,50	1	40	250	-			
O10	25. Центрувати отвір 8													
T11	391290.XXXX - Свердло BK8													
P12				XXX	10	1,88	3,75	1	40	250	-			
OK Обробка деталей на металорізальних верстатах з ЧПК														

Дубл.																		
Взам.																		
Підл.																		
Розробив	Порхун		25.02.02	ВДТУ Кафедра ТАМ	ПІАТА													08-28.ЛБ.02.015.000.000
Перевірив	Муляр																	
Р				ПІ	D або B	L	t	i	S	N	V	Т о.	Т в.					
O01	26. Свердлими отвір 8																	
T02	391267.XXXX - Свердло BK8																	
P03	XXX 8,8 24,2 4,40 1 400 2000 -																	
O04	27. Розсвердлими отвір 8																	
T05	391267.XXXX - Свердло BK8																	
P06	XXX 18,5 25,63 4,85 1 250 1000 -																	
O07	28. Зенкувати отвір 8																	
T08	391690.XXXX - Зенкер BK8																	
P09	XXX 22 1,85 1,75 1 40 250 -																	
O10	29. Розточити попередньо отвір 8																	
T11	391290.XXXX - Свердло BK8																	
P12	XXX 23 1,85 0,50 1 40 1000 -																	
OK	Обробка деталей на металорізальних верстатах з ЧПК																	

Дубл.																		
Взам.																		
Підл.																		
Розробив	Порхун		25.02.02	ВДТУ Кафедра ТАМ	ПІАТА													08-28.ЛБ.02.015.000.000
Перевірив	Муляр																	
Р				ПІ	D або B	L	t	i	S	N	V	Т о.	Т в.					
O01	30. Розточити попередньо отвір 8																	
T02	391290.XXXX - Свердло BK8																	
P03	XXX 23,7 1,85 0,35 1 40 1000 -																	
O04	31. Розточити омтаточно отвір 8																	
T05	391267.XXXX - Свердло BK8																	
P06	XXX 24 1,85 0,15 1 40 1000 -																	
O07	32. Розточити фаску в отворі 8																	
T08	391267.XXXX - Свердло BK8																	
P09	XXX 31,5 1,5 1,50 1 40 250 -																	
10																		
11	Позиція поворотного столу 180°																	
12																		
OK	Обробка деталей на металорізальних верстатах з ЧПК																	

Дубл.																			
Взам.																			
Підл.																			
Розробив	Порхун		25.02.02	ВДТУ Кафедра ТАМ	ПЛАТА								08-28.ЛБ.02.015.000.000						
Перевірив	Муляр																		
Р				ПІ	D або B	L	t	i	S	N	V	Т о.	Т в.						
О01	33. Центрувати отвір 9																		
Т02	391290.XXXX - Свердло ВК8																		
Р03	XXX 10 1,88 3,75 1 40 250 -																		
О04	34. Свердлити отвір 9																		
Т05	391267.XXXX - Свердло ВК8																		
Р06	XXX 6,5 14,38 3,25 1 100 2000 -																		
О07	35. Нарізати різь в отворі 9																		
Т08	391391.XXXX - Мітчик																		
Р09	XXX 8 13,5 0,75 1 160 180 -																		
О10	36. Центрувати отвір 10																		
Т11	391290.XXXX - Свердло ВК8																		
Р12	XXX 10 1,88 3,75 1 40 250 -																		
ОК	Обробка деталей на металорізальних верстатах з ЧПК																		

Дубл.																			
Взам.																			
Підл.																			
Розробив	Порхун		25.02.02	ВДТУ Кафедра ТАМ	ПЛАТА								08-28.ЛБ.02.015.000.000						
Перевірив	Муляр																		
Р				ПІ	D або B	L	t	i	S	N	V	Т о.	Т в.						
О01	37. Свердлити отвір 10																		
Т02	391267.XXXX - Свердло ВК8																		
Р03	XXX 6,5 14,38 3,25 1 100 2000 -																		
О04	38. Нарізати різь в отворі 10																		
Т05	391391.XXXX - Мітчик																		
Р06	XXX 8 13,5 0,75 1 160 180 -																		
О07	39. Центрувати отвір 11																		
Т08	391290.XXXX - Свердло ВК8																		
Р09	XXX 10 1,88 3,75 1 40 250 -																		
О10	40. Свердлити отвір 11																		
Т11	391267.XXXX - Свердло ВК8																		
Р12	XXX 6,5 14,38 3,25 1 100 2000 -																		
ОК	Обробка деталей на металорізальних верстатах з ЧПК																		

Дубл.																			
Взам.																			
Підл.																			
Розробив	Порхун		25.02.02	ВДТУ Кафедра ТАМ	ПЛАТА					08-28.ЛБ.02.015.000.000									
Перевірів	Муляр																		
Р				ПІ	D або B	L	t	i	S	N	V	Т о.	Т в.						
O01	41. Нарізати різь в отворі 11																		
T02	391391.XXXX - Мітчик																		
P03	XXX 8 13,5 0,76 1 160 180 -																		
O04	42. Центрувати отвір 12																		
T05	391290.XXXX - Свердло BK8																		
P06	XXX 10 1,88 3,75 1 40 250 -																		
O07	43. Свердлимо отвір 12																		
T08	391267.XXXX - Свердло BK8																		
P09	XXX 6,5 14,38 3,25 1 100 2000 -																		
O10	44. Нарізати різь в отворі 12																		
T11	391391.XXXX - Мітчик																		
P12	XXX 8 13,5 0,75 1 160 180 -																		
OK	Обробка деталей на металорізальних верстатах з ЧПК																		

Дубл.																			
Взам.																			
Підл.																			
Розробив	Порхун		25.02.02	ВДТУ Кафедра ТАМ	ПЛАТА					08-28.ЛБ.02.015.000.000									
Перевірів	Муляр																		
Р				ПІ	D або B	L	t	i	S	N	V	Т о.	Т в.						
O1	Позиція поворотного столу 270°																		
O2																			
O04	45. Центрувати отвір 13																		
T05	391290.XXXX - Свердло BK8																		
P06	XXX 10 1,88 3,75 1 40 250 -																		
O04	46. Свердлимо отвір 13																		
T05	391267.XXXX - Свердло BK8																		
P06	XXX 8,8 18,2 4,40 1 400 2000 -																		
O04	47. Зенкувати отвір 13																		
T05	391690.XXXX - Зенкер BK8																		
P06	XXX 14 1,4 2,60 1 250 500 -																		
O04																			
OK	Обробка деталей на металорізальних верстатах з ЧПК																		

10. Оформлення карти кодування інформації.

Для обраного фрагменту обробки (див. рисунок 2.4, п. 2.13) розроблена керуюча програма і її зміст занесено у карту кодування інформації за ГОСТ 3.1404-86.

Примітка: Нижче наведена вказана карта з керуючою програмою для обробки всіх отворів заданої деталі за прийнятим маршрутом обробки.

1	ВДТУ каф. ТАМ		Карта наладки інструменту для верстатів типу «обробляючий центр»			
2	СХЕМА НАЛАДКИ					
3	Номер комірки магазину		00	01	02	05
4	Різальний інструмент	Найменування та розмір	Свердло Ø10 035-2317-0102	Свердло Ø6,5 035-2301-3356	Мітчик Ø8 035-2320-0511	Свердло Ø10 035-2317-0102
5		ГОСТ, ТУ	ОСТ 2420-5-80	ГОСТ 12121-77	ОСТ 2452-1-74	ОСТ 2420-5-80
6	Оправка	ГОСТ, ТУ	Патрон	Втулка	Патрон для	Патрон
7	Державка	ГОСТ, ТУ	цанговий	перехідна	мітчиків	цанговий
8	Перехідник	ГОСТ, ТУ	014.83.095.1 4	014.83.095. 60	014.83.095.2 4	014.83.095.14
9	Цанга	ГОСТ, ТУ	00.000	00.000	00.000	00.000
10			75			
11			100			
12			150	121,6		121,6
13			200		164,6	172,6
14			250			
15			300			
16			Базова площина			
17			плаваючий нуль			
18	Відстань інструмента від деталі та профіль оброблюваної поверхні					
19						
20						
21						
22						
23	Частота обертання	Код W	W+000091	W+00019 1	W+000074	W+000091
24		об/хв.	250	2000	180	250
25	Подача	Код F	F32	F40	F44	F32
26		мм/хв.	40	100	160	40
27	Переміщення по осі Z, мм	Прискорене R	15	15	15	15
28		Робоче Z	3,88	16,38	15,5	3,88
29	<p>1 $Z_0 = L_{max} + R + H + l$</p> <p>2 $R = Z_0 - (L + H + l)$</p> <p>3 $Z = R + H_{обр} + l$</p>					

1	<i>Літер</i>	<i>Найменування деталі</i>	<i>№ деталі</i>		<i>Матеріал</i>										
		<i>Плата</i>	<i>ЗР8.074.295</i>		<i>Сталь 20 ГОСТ 1050-74</i>										
2	<i>СХЕМА НАЛАДКИ</i>														
3	<i>06</i>	<i>07</i>	<i>08</i>	<i>09</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>								
4	Свердло Ø8 <i>035-2301-1009</i>	Свердло Ø10 <i>035-2317-1008</i>	Свердло Ø8,8 <i>035-2301-0102</i>	Свердло Ø18,5 <i>035-2301-1053</i>	Зенковка Ø22 <i>035-2350-0112</i>	Борштанга Ø23	Борштанга Ø23,7								
5	<i>ОСТ 24.20-2-80</i>	<i>ОСТ 24.20-2-80</i>	<i>ОСТ 24.20-2-80</i>	<i>ОСТ 24.20-2-80</i>	<i>ОСТ 24.22-2-80, тип2</i>	<i>014.83.095.05</i>	<i>014.83.095.05</i>								
6	<i>Втулка</i>	<i>Патрон</i>	<i>Втулка</i>	<i>Втулка</i>	<i>Втулка</i>	<i>00.000</i>	<i>00.000</i>								
7	<i>перехідна</i>	<i>свердильний</i>	<i>перехідна</i>	<i>перехідна</i>	<i>перехідна</i>										
8	<i>014.83.095.60</i>	<i>014.83.095.14</i>	<i>014.83.095.60</i>	<i>014.83.095.00</i>	<i>014.83.095.00</i>										
9	<i>00.000</i>	<i>00.000</i>	<i>00.000</i>	<i>00.000</i>	<i>00.000</i>										
10															
11															
12															
13	<i>121,6</i>				<i>116,6</i>										
14		<i>131,6</i>	<i>126,6</i>			<i>139,3</i>	<i>140</i>								
15															
16															
17				<i>201,6</i>											
18															
19															
20															
21	Базова площина <i>плаваючий нуль</i>														
22															
23	<i>W+000191</i>	<i>W+000091</i>	<i>W+000191</i>	<i>W+000157</i>	<i>W+000091</i>	<i>W+000157</i>	<i>W+000157</i>								
24	<i>2000</i>	<i>250</i>	<i>2000</i>	<i>1000</i>	<i>250</i>	<i>1000</i>	<i>1000</i>								
25	<i>F52</i>	<i>F32</i>	<i>F52</i>	<i>F48</i>	<i>F32</i>	<i>F32</i>	<i>F32</i>								
26	<i>400</i>	<i>40</i>	<i>400</i>	<i>250</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>40</i>								
27	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>15</i>								
28	<i>16</i>	<i>3,88</i>	<i>25,2</i>	<i>27,63</i>	<i>3,85</i>	<i>3,85</i>	<i>3,85</i>								
29	<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> </table>														
	<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Зм.</i>									

1	Обладнання			Лабораторна робота			
	МС12-250М			Деталь «Плата», варіант маршруту №1			
2	СХЕМА НАЛАДКИ						
3	13	14	15	16	17	19	Примітка
4	Борштанга Ø24	Борштанга Ø16÷20	Свердло Ø8,8 035-2301-1011	Зенкер Ø14 035-2320-0005	Свердло Ø16 035-2317-0103	Мітчик Ø10 035-2620-0517	
5	014.83.095. 05	014.83.095. 04	ОСТ 24.20- 2-80	ТЧ2 035- 9216-83	ОСТ 24.20- 5-80	ОСТ 24.52- 1-74	
6	00.000	00.000	Втулка	Втулка	Патрон	Патрон для	
7			перехідна	перехідна	свердильний	Мітчиків	
8			014.83.095. 60	014.83.095. 60	014.83.095. 24	014.83.095. 24	
9			00.000	00.000	00.000	00.000	
10							
11							
12							
13							
14	135,6	139,6	126,6		146,6		
15				155,6		167,6	
16							
17							
18							
19							
20							
21	Базова площина						
	плаваючий нуль						
22							
23	W+000157	W+000091	W+000191	W+000124	W+000091	W+000074	
24	1000	250	2000	500	250	180	
25	F32	F32	F52	F48	F32	F44	
26	40	40	400	250	40	160	
27	15	18,75	15	15	18,2	15	
28	3,85	2,6	20,2	3,4	18,1	17	
29				Розробив	Порхун Ю.О.		Арк.
				Перевірив	Муляр Ю.І.		1
				Затвердив	Муляр Ю.І.		1
	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

11. Висновки по роботі.

За результатами виконання лабораторної роботи зроблені такі висновки:

1. Ознайомилися з методикою технологічної підготовки виробництва для механічної обробки корпусної деталі на багатоцільовому верстаті з ЧПК, в результаті чого:
 - розроблені два альтернативних варіанти маршруту механічної обробки отворів в деталі "Плата" для верстату моделі MC12-250M, побудованих на базі послідовної схеми;
 - проведено порівняння цих маршрутів за критерієм мінімального шляху позиціонування столу верстата із заготовкою;
 - розглянута схема маршруту згідно рекомендаціям матеріальних джерел є найбільш доцільним при обробці отворів складної форми, з високою ступінню точності, що потребує великої кількості переходів; якщо всі отвори різноманітні; якщо час позиціонування значно перевищує час заміни інструменту. Одним з недоліків схеми є втрата точності обробки, тому що при частих змінах інструменту зношується посадочне гніздо шпиндельної головки; також встановлено, що заміна інструменту у багатоцільових верстатах є більш складним елементом циклу роботи, ніж позиціонування столу;
 - ознайомилися з видами технологічної документації, яка використовується при розробці технологічного процесу та керуючої програми обробки для верстатів з ЧПК і згідно цього придбали практичні навички і її заповнення;
 - отримали практичні навички в розробці схем розмірного налагодження інструмента для даного верстату;
 - отримали практичні навички в розробці КП для системи ЧПК типу "Розмір –2М";
 - отримали практичні навички в коригуванні розміру інструменту.
2. Порівнявши всі розроблені іншими членами бригади можливі схеми маршруту механічної обробки отворів для заданої деталі (критерій порівняння – мінімальна тривалість циклу не виробничої частини процесу: час, який витрачається на позиціонування столу із заготовкою, заміну інструментів та повороти столу), визначили, що найбільш продуктивною схемою маршруту обробки є схема №..., яку і пропонуємо для практичної реалізації процесу обробки.

		Кодування інформації, зміст кадру		Зміст переходу	
					прискореного руху
		N018 G40 Z -000388 R001500 F32 T02 ПС			Центрування отвору 2
		N019 G53 Z +053000 ПС			
		N020 W +000191 M06 ПС			
		N021 M03 ПС			
		N022 G40 Z -001638 R001500 F40 T03 ПС			Свердління отвору 2
		N023 G53 Z +053000 ПС			
		N024 W +000074 M06 ПС			
		N025 M03 ПС			
		N026 G40 Z -001550 R001500 F44 T0 0 ПС			Обробка різі в отворі 2
		N027 G53 Z +053000 ПС			
		N028 W +000091 M06 ПС			
		N029 M03 ПС			
		N030 y -007300 F99 ПС			
		N031 G40 Z -000388 R001500 F32 T02 ПС			Центрування отвору 3
		N032 G53 Z +053000 ПС			
		N033 W +000191 M06 ПС			
		N034 M03 ПС			
		N035 G40 Z -001638 R001500 F40 T03 ПС			Свердління отвору 3
		N036 G53 Z +000074 M06 ПС			
		N037 W +000074 M06 ПС			
		N038 M03 ПС			
		N039 G40 Z -001550 R001500 F44 T0 0 ПС			Обробка різі в отворі 3
		N040 G53 Z +053000 ПС			
		N041 W +000091 M06 ПС			
		N042 M03 ПС			
		N043 X-005000 F99 ПС			
		N044 G40 Z -000388 R001500 F32 T02 ПС			Центрування отвору 4
		N045 G53 Z +053000 ПС			
				Разробив	
				Н. кантр	

		Керування інформації, зміст кадру			Зміст переходу		
		N046 W +000191 M06 ПС					
		N047 M03 ПС					
		N048 G40 Z -001638 R001500 F40 T03 ПС			Свердління отвору 4		
		N049 G53 Z +053000 ПС					
		N050 W +000074 M06 ПС					
		N051 M03 ПС					
		N052 G40 Z -001550 R001500 F44 T05 ПС			Нарізання різи в отворі 4		
		N053 G53 Z +053000 ПС					
		N054 W +000091 M06 ПС					
		N055 M03 ПС					
		N056 X +001100 Y +003650 F99 ПС			Вихід в координату отвору 5		
		N057 G40 Z -000388 R001500 F32 T06 ПС			Центрування отвору 5		
		N058 G53 Z +053000 ПС					
		N059 W +000191 M06 ПС					
		N060 M03 ПС					
		N061 G40 Z -001500 R001500 F40 T05 ПС			Свердління отвору 5		
		N062 G53 Z +053000 ПС					
		N063 W +000091 M06 ПС					
		N064 M03 ПС					
		N065 X +001850 F99 ПС			Вихід в координату отвору 6		
		N067 G40 Z -000388 R001500 F32 T06 ПС			Центрування отвору 6		
		N068 G53 Z +053000 ПС					
		N069 W +000191 M06 ПС					
		N070 M03 ПС					
		N071 G40 Z -001500 R001500 F40 T07 ПС			Свердління отвору 6		
		N072 G53 Z +053000 ПС					
		N073 B +000052 W +000091 M06 ПС			Поворот столу на 90°		
		N074 M03 ПС					
		N075 X -000200 Y +001700 F99 ПС			Вихід в координату отвору 7		
					Разробив		
					Н. кантр		

		<i>Керування інформації, зміст кадру</i>		<i>Зміст переходу</i>			
		N105 G53 Z +053000 ПС					
		N106 W +000091 M06 ПС					
		N107 M03 ПС					
		N108 Y -003400 F99 ПС		Вихід в координату отвору 8			
		N109 G40 Z -000388 R001500 F32 T08 ПС		Центрування отвору 8			
		N110 G53 Z +053000 ПС					
		N111 W +000191 M06 ПС					
		N112 M03 ПС					
		N113 G40 Z -002520 R001500 F52 T09 ПС		Свердління отвору 8			
		N114 G53 Z +053000 ПС					
		N115 W +000157 M06 ПС					
		N116 M06 ПС					
		N117 G40 Z -002763 R001500 F48 T10 ПС		Розсвердлювання отвору 8			
		N118 G53 Z +053000 ПС					
		N119 W +000091 M06 ПС					
		N120 M03 ПС					
		N121 G40 Z -000385 R001500 F32 T11 ПС		Зенкування отвору 8			
		N122 G53 Z +053000 ПС					
		N123 W +000157 M06 ПС					
		N124 M03 ПС					
		N125 G40 Z -000385 R001500 F32 T13 ПС		Розточування попереднє отвору 8			
		N126 G53 Z +053000 ПС					
		N127 W +000157 M06 ПС					
		N128 M03 ПС					
		N129 G40 Z -000385 R001500 F32 T13 ПС		Розточування попереднє отвору 8			
		N130 G53 Z +053000 ПС					
		N131 W +000157 M06 ПС					
		N132 M03 ПС					
		N133 G40 Z -000385 R001500 F32 T14 ПС		Розточування остаточне отвору 8			
					<i>Розробив</i>		
					<i>Н. контр.</i>		

		Керування інформації, зміст кадру			Зміст переходу		
		N134 G53 Z +053000 ПС					
		N135 W +000091 M06 ПС					
		N136 M03 ПС					
		N137 G40 Z -000260 R001875 F32 T00 ПС			Розточування фаски в отворі 8		
		N138 G53 Z +053000 ПС					
		N139 B +000052 W +000091 M06 ПС			Поворот столу на 90°		
					(вихід в кутову позицію 180°)		
		N140 M03 ПС					
		N141 X -002750 Y -001950 F99 ПС			Вихід у координати отвору 9		
		N142 G40 Z -000388 R001500 F32 T02 ПС			Центрування отвору 9		
		N143 G53 Z +053000 ПС					
		N144 W +000191 M06 ПС					
		N145 M03 ПС					
		N146 G40 Z -001638 R001500 F40 T03 ПС			Свердління отвору 9		
		N147 G53 Z +053000 ПС					
		N148 W +000074 M06 ПС					
		N149 M03 ПС					
		N150 G40 Z -001550 R001500 F44 T00 ПС			Нарізання різи в отворі 9		
		N151 G53 Z +053000 ПС					
		N152 W +000091 M06 ПС					
		N153 M03 ПС					
		N154 X +00500 F99 ПС			Вихід в координату отвору 10		
		N155 G40 Z -000388 R001500 F32 T02 ПС			Центрування отвору 10		
		N156 G53 Z +05300 ПС					
		N157 W +000191 M06 ПС					
		N158 M03 ПС					
		N159 G40 Z -001638 R001500 F40 T03 ПС			Свердління отвору 10		
		N160 G53 Z +053000 ПС					
		N161 W +000074 M06 ПС					
					Розробив		
					Н. контр.		

<i>Керування інформації, зміст кадру</i>				<i>Зміст переходу</i>			
		N162 M03 ПС					
		N163 G40 Z -001550 R001500 F44 T00 ПС		Нарізання різи в отворі 10			
		N164 G53 Z +053000 ПС					
		N165 W +000091 M06 ПС					
		N166 M03 ПС					
		N167 Y +007300 F99 ПС		Вихід в координату отвору 11			
		N168 G40 Z -000388 R001500 F32 T02 ПС		Центрування отвору 11			
		N169 G53 Z +053000 ПС					
		N170 W +000191 M06 ПС					
		N171 M03 ПС					
		N172 G40 Z -001638 R001500 F40 T03 ПС		Свердління отвору 11			
		N173 G53 Z +053000 ПС					
		N174 W +000074 M06 ПС					
		N175 M03 ПС					
		N176 G40 Z -001550 R001500 F44 T00 ПС		Нарізання різи в отворі 11			
		N177 G53 Z +053000 ПС					
		N178 W +000091 M06 ПС					
		N179 M03 ПС					
		N180 X -005000 F99 ПС		Вихід в координату отвору 12			
		N181 G40 Z -000388 R001500 F32 T02 ПС		Центрування отвору 12			
		N182 G53 Z +053000 ПС					
		N183 W +000191 M06 ПС					
		N184 M03 ПС					
		N185 G40 Z -001638 R001500 F40 T03 ПС		Свердління отвору 12			
		N186 G53 Z +053000 ПС					
		N187 W +000074 M06 ПС					
		N188 M03 ПС					
		N189 G40 Z -001550 R001500 F44 T07 ПС		Нарізання різи в отворі 12			
		N190 G53 Z +053000 ПС					
						<i>Разробив</i>	
						<i>Н. контр.</i>	

		<i>Керування інформації, зміст кадру</i>		<i>Зміст переходу</i>			
		N191 B +000052 W +000091 M06 ПС		Поворот столу на 90° (вихід в кутову позицію 270°)			
		N192 M03 ПС					
		N193 X -0014500 Y -002250 F99 ПС		Вихід в координати отвору 13			
		N194 G40 Z -000388 R001500 F32 T15 ПС		Центрування отвору 13			
		N195 G53 Z +053000 ПС					
		N196 W +000191 M06 ПС					
		N197 M03 ПС					
		N198 G40 Z -002020 R001500 F52 T16 ПС		Свердління отвору 13			
		N199 F53 Z +053000 ПС					
		N200 W +000124 M06 ПС					
		N201 M03 ПС					
		N202 G40 Z -000340 R001500 F48 T17 ПС		Зенкерування отвору 13			
		N203 G53 Z +053000 ПС					
		N204 W +000091 M06 ПС					
		N205 M03 ПС					
		N206 G40 Z -001810 R001820 F32 T19 ПС		Розсвердлювання фаски в отворі 13			
		N207 G53 Z +053000 ПС					
		N208 W +000074 M06 ПС					
		N209 M03 ПС					
		N210 G40 Z -001700 R001500 F44 T00 ПС		Нарізання різи в отворі 13			
		N211 G53 Z +053000 ПС					
		N212 W +000091 M06 ПС					
		N213 M03 ПС					
		N214 Y -002800 F99 ПС		Вихід координати отвору 14			
		N215 G40 Z -000388 R001500 F32 T15 ПС		Центрування отвору 14			
		N216 G53 Z +053000 ПС					
		N217 W +000191 M06 ПС					
		N218 M03 ПС					
					<i>Розробив</i>		
					<i>Н. контр.</i>		

Додаток Б.6

Значення осьової сили табл. Р_{табл}, Н

Діаметр свердла, мм	Сталь				Чавун			
	S, мм/об							
	0,1	0,16	0,3	0,5	0,1	0,13	0,3	0,5
6	1100	1500	-	-	550	800	-	-
10	1800	2500	3900	-	900	1300	2150 -	
16	2800	4000	6200	-	1400	2100	3400	5200
25	4500	6200	9700	13700	2200	3200	5400	8100

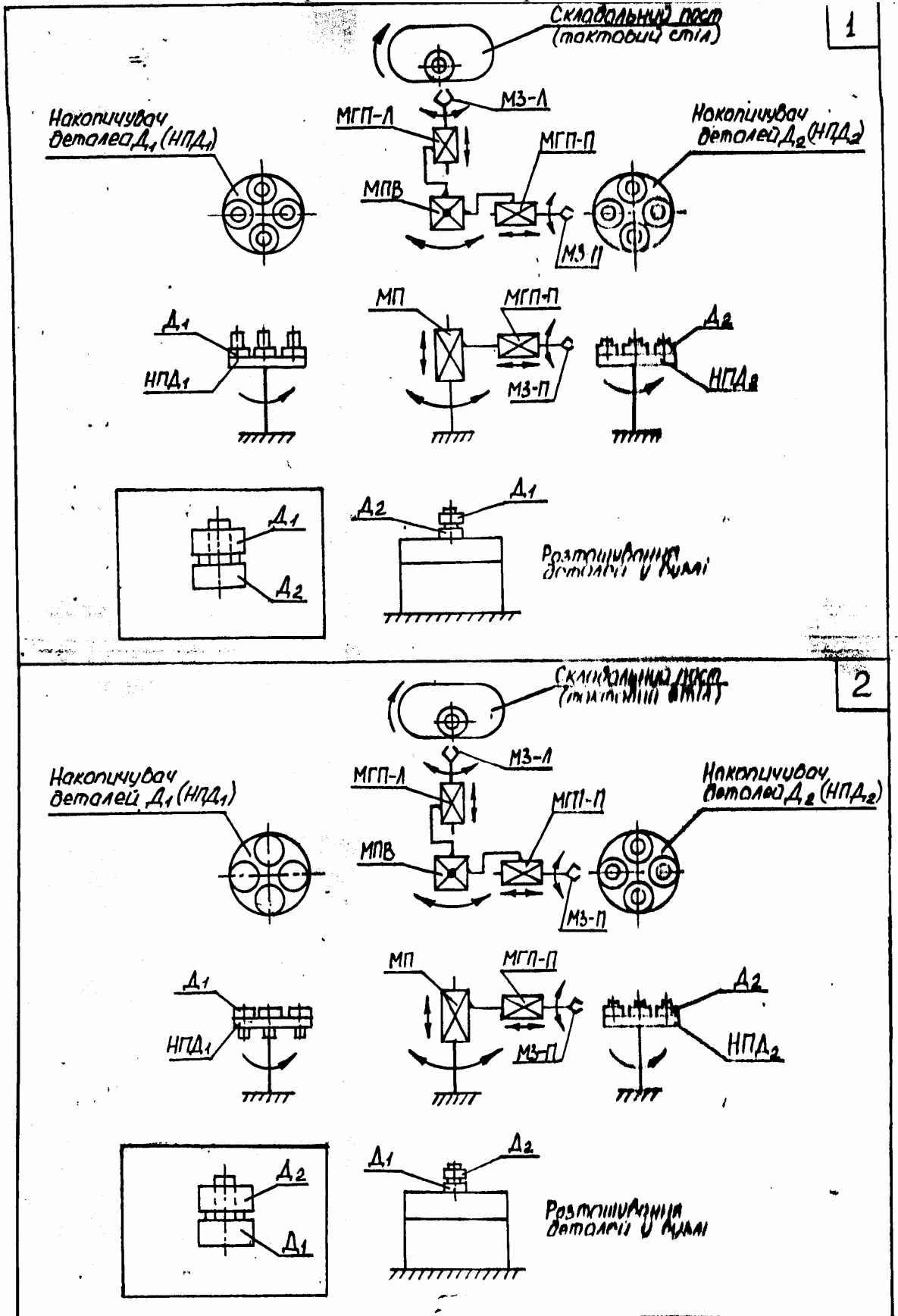
Додаток Б.7

Залежність коефіцієнта різання K_p від твердості оброблюваного матеріалу

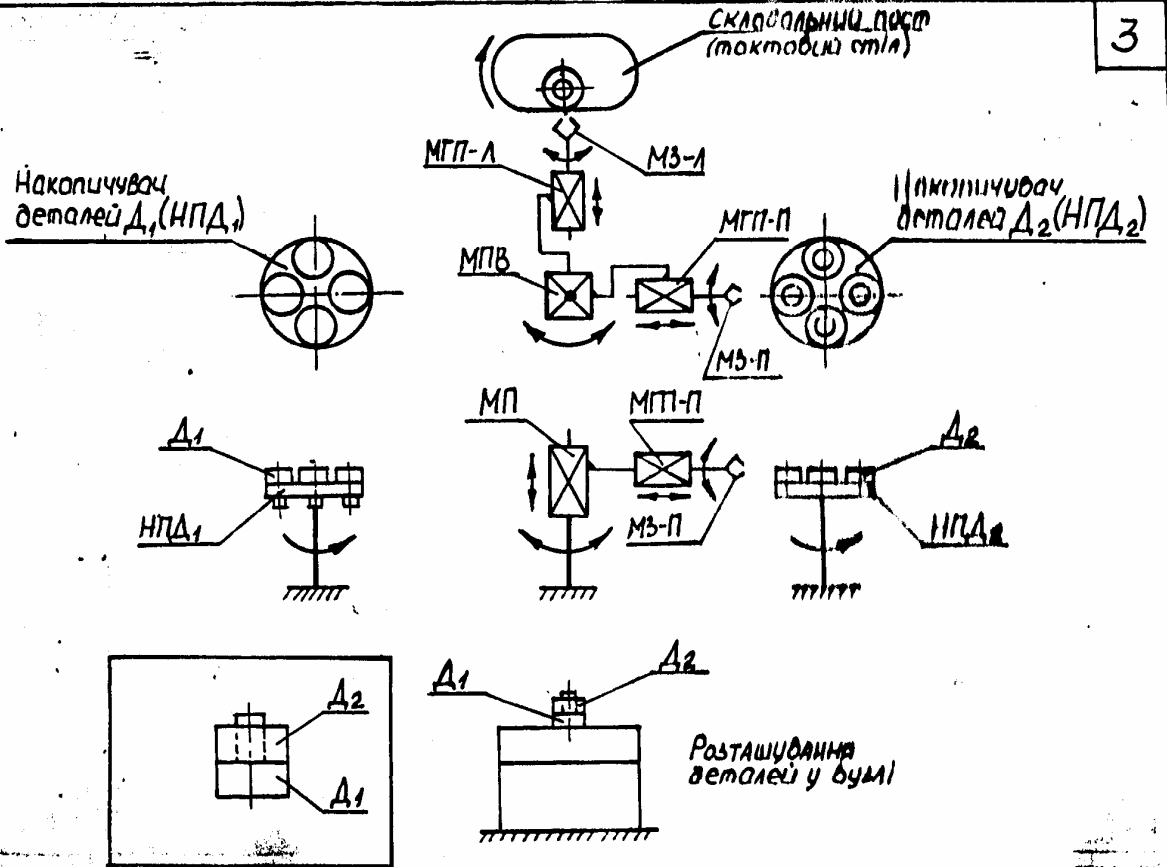
Сталь		Чавун	
HB	K _p	HB	K _p
143 - 207	0,9	130 - 170	0,9
170 - 229	1.0	-	-
207 - 269	1.1	207 - 229	1.1
869 - 302	1.25	265 - 285	1.25
285 - 321	1.3	-	-

Додаток В.1

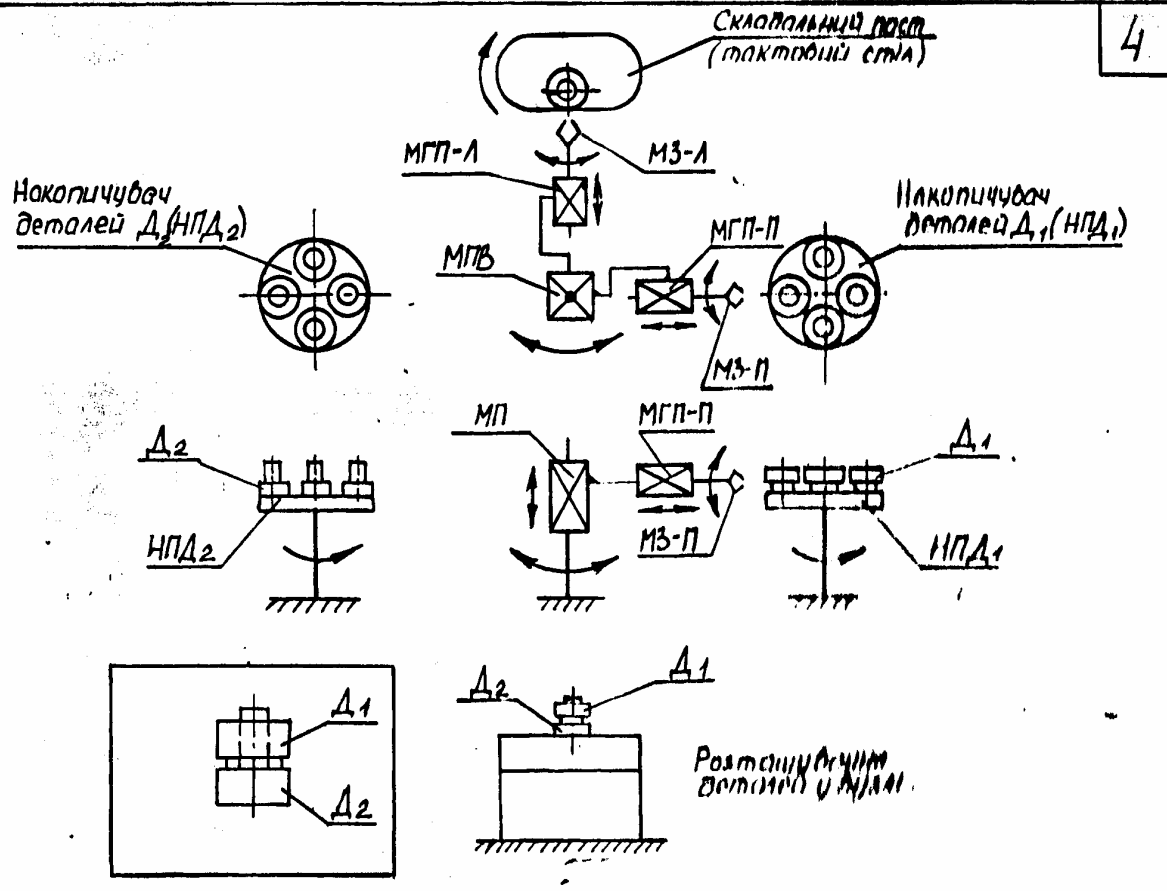
Варіанти завдань до роботи

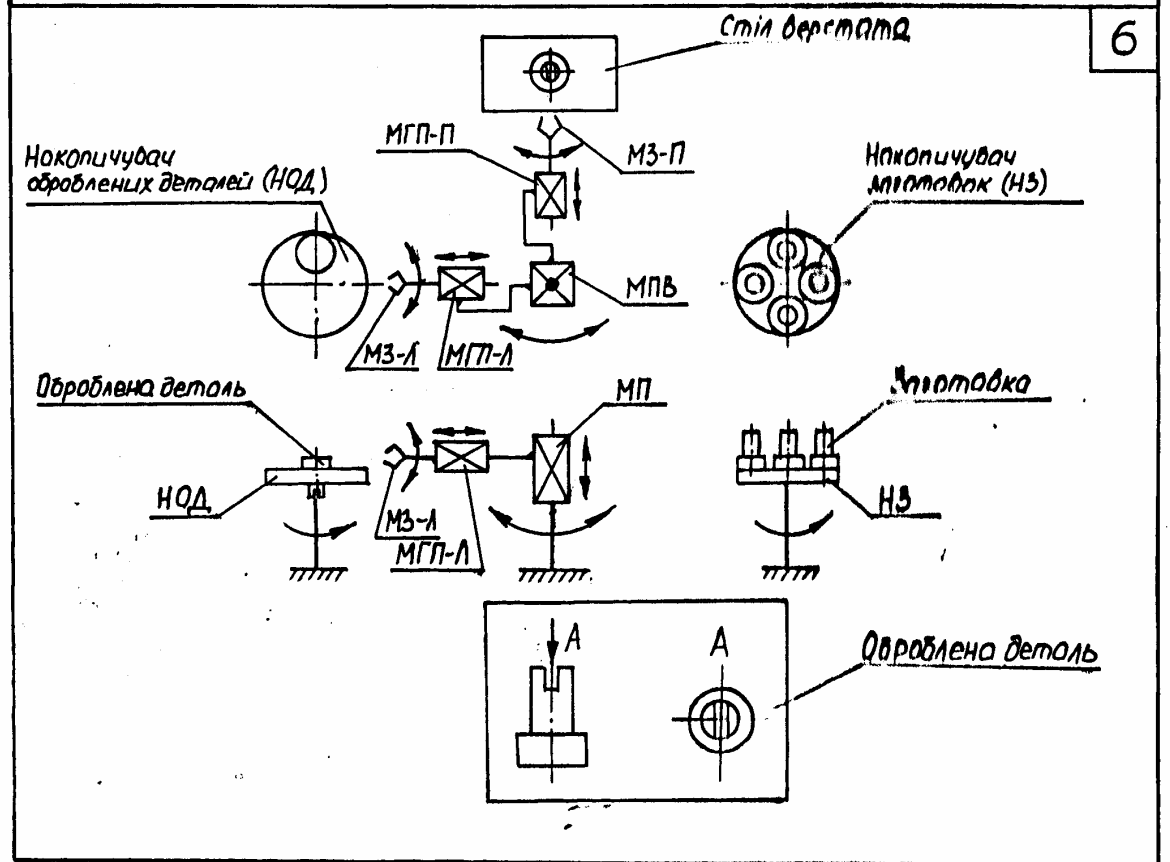
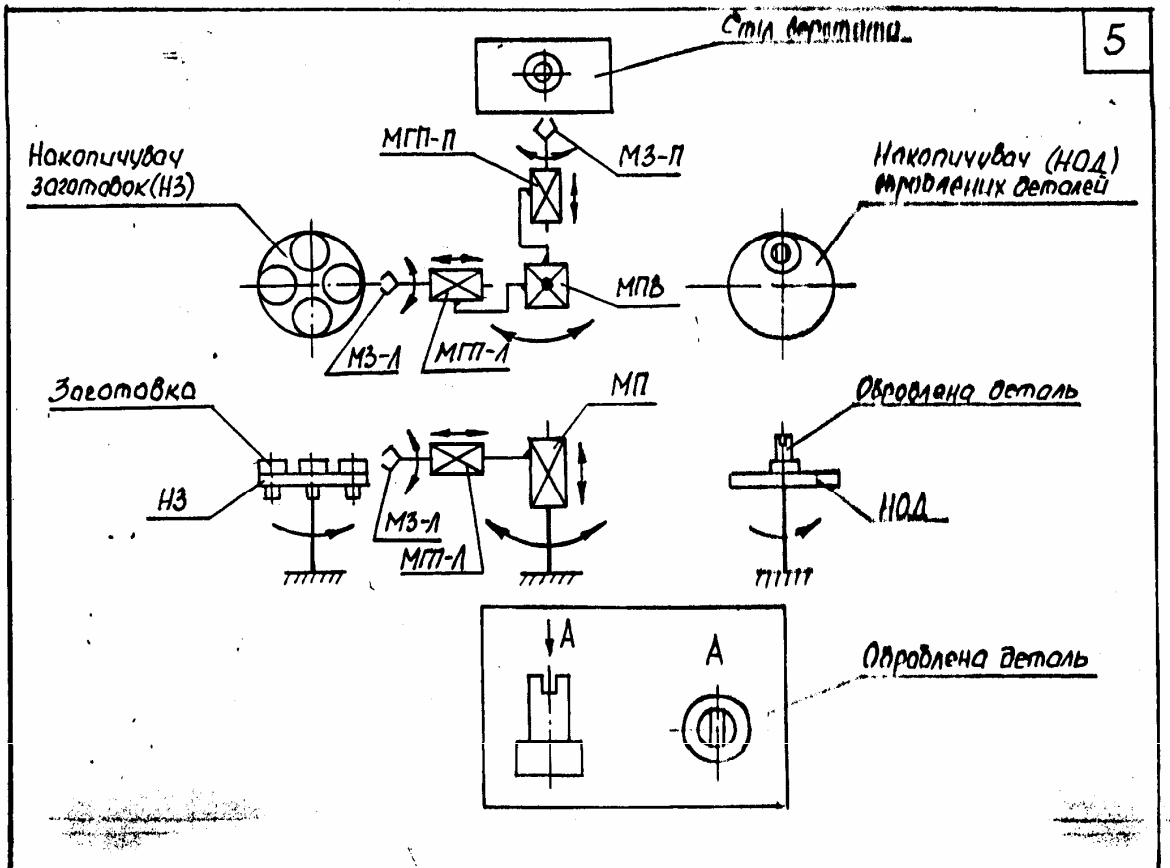


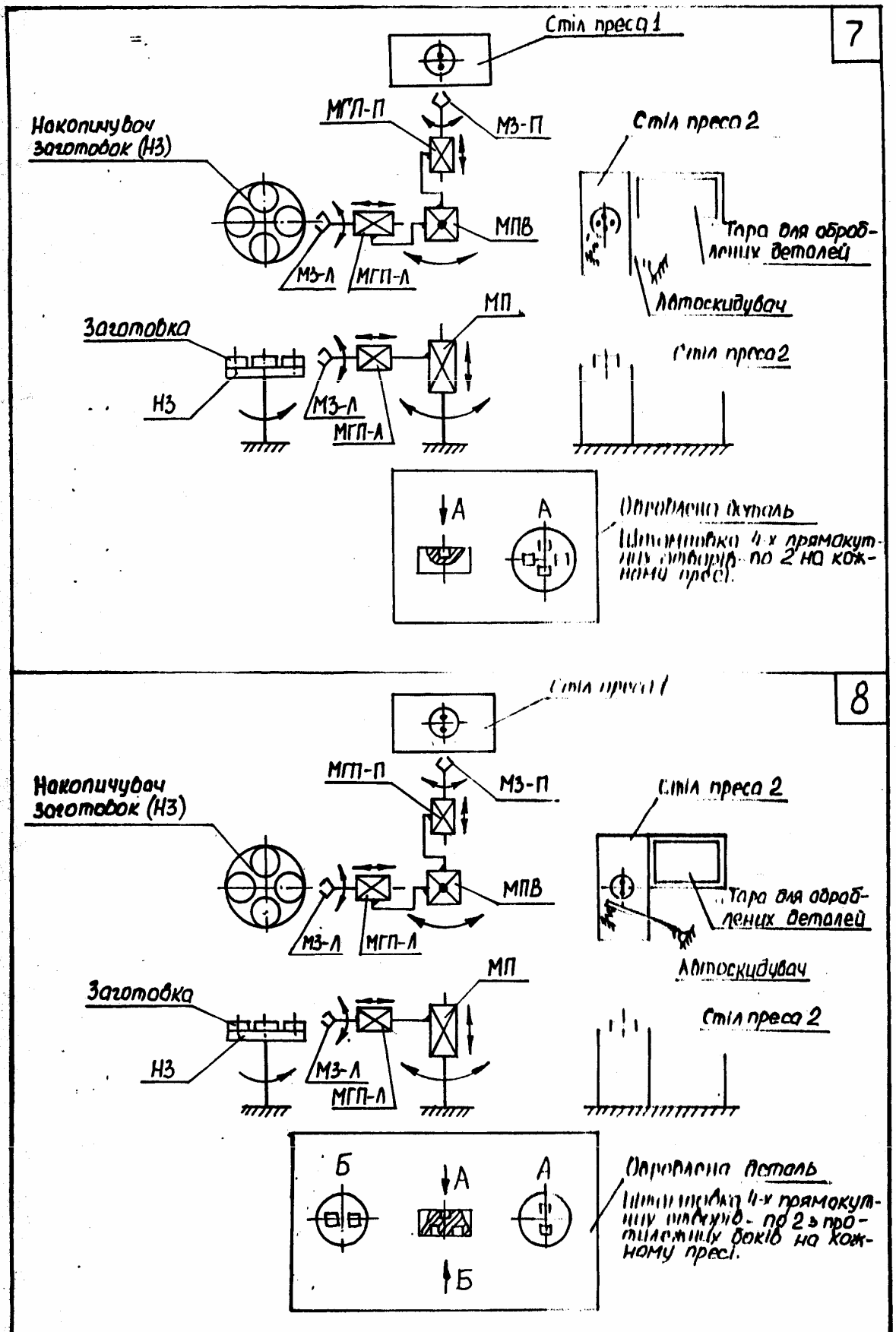
3

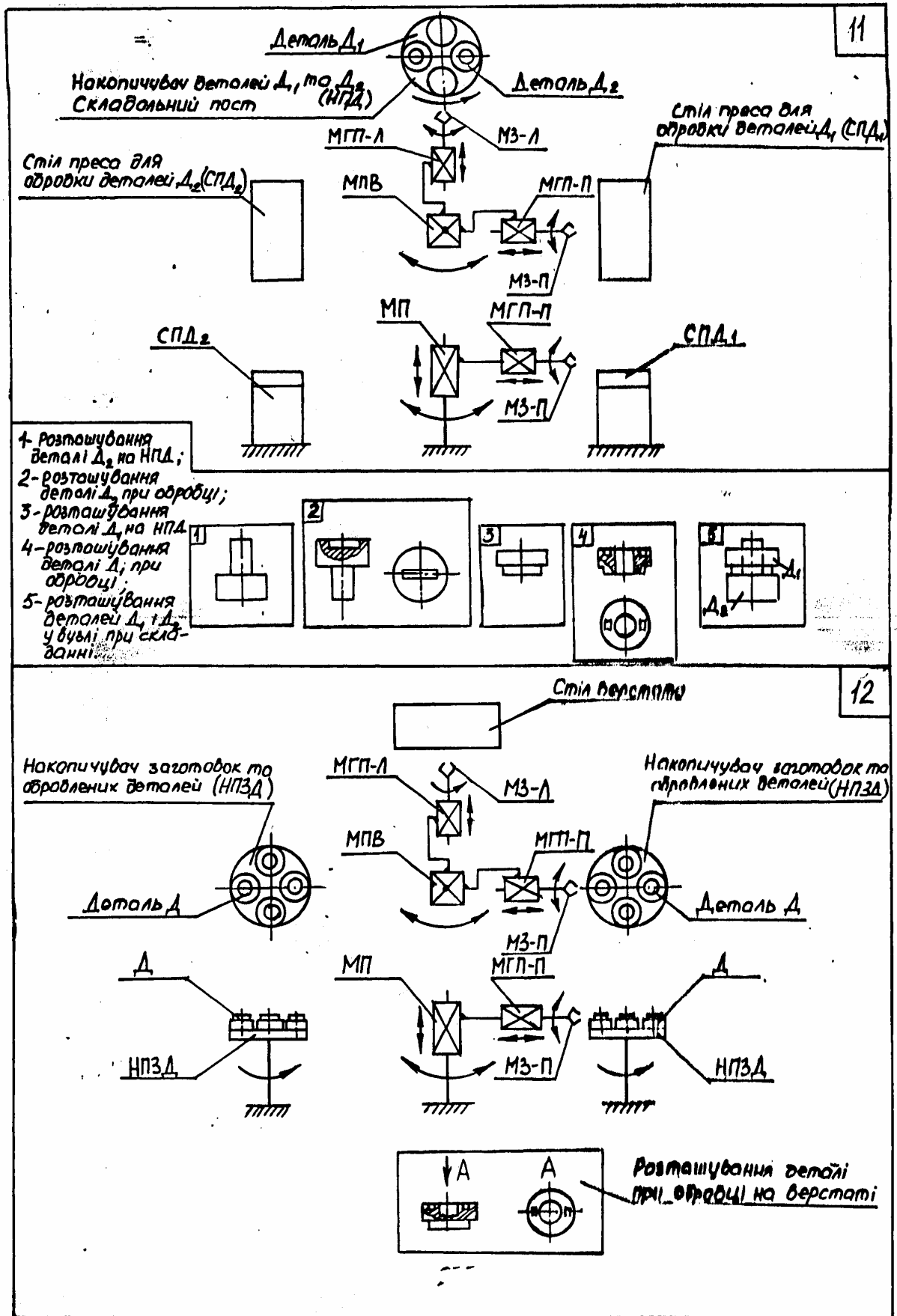


4









Додаток В.2

Характеристика завдань до виконання лабораторної роботи

1. Наведені у варіантах № 1,2,3,4 промислові роботи у складі роботизованих комплексів виконують складальні операції, тобто з двох окремих деталей D_1 і D_2 складають вузол. ПР у варіантах РК № 10,11,12 виконують функцію обслуговування робочої зони технологічного обладнання, тобто завантажують цю зону заготовками і звільняють від обробленої деталі. ПР у варіанті РК № 9 виконує дві функції - завантажує і розвантажує робочу зону верстата і складає вузол.
2. Режим роботи ПР та накопичувачів для всіх верстатів РК приймати однаковими. Тривалість здійснення складальної операції, або механічної обробки на верстаті викладачем задається довільно.

ДО УВАГИ ЛАБОРАНТА! Перед початком лабораторного заняття перевірити працездатність промислового робота і режими роботи його окремих модулів. Інформацію про перевірку довести до викладача, щоб у разі необхідності можна було відкоригувати режими у завданнях до роботи.

ДО УВАГИ ВИКЛАДАЧА! РЕКОМЕНДАЦІЯ: Кожен варіант РК видається не більше, як на двох студентів. Причому один з них розробляє алгоритм роботи ПР без суміщення рухів окремих модулів, а другий - з їх суміщенням.

Додаток В.3

1. Приклад розробки алгоритму роботи роботизованого комплексу

- Завдання: 1. Розробити алгоритм роботи РК і скласти керуючу програму роботи промислового робота РФ - 204М у його окладі (схема РК наведена на рисунок Д.3.1.).
2. Скласти циклограму роботи РК для таких режимів:
- Величина лінійного переміщення кожного МГП - 200 мм;
 - Швидкість переміщення МГП - 0.5 м/с;
 - величина переміщення МП - 30 мм;
 - швидкість переміщення МП - 0.2 м/с;
 - величина повороту МПВ (кожного МГП) - 90°;
 - швидкість повороту МПВ - 1 рад/с;
 - час обробки заготовки на верстаті - 7с;
 - час повороту накопичувачів НПЗ і НПД на один крок - 5с;
 - час на відкриття (закриття) МЗ - 1 (0.5)с.

Вихідні умови та положення окремих модулів та агрегатів РК

Вихідні умови та положення:

- в робочій зоні верстата знаходиться заготовка;
- накопичувачі заготовок і деталей вносяться у відповідних кутових положеннях, тобто підготовлені до передачі заготовки ПР і для прийняття обробленої деталі від ПР, відповідно;
- колона ПР (МП) знаходиться внизу;
- колона ПР (МПВ) знаходиться у крайньому лівому положенні;
- обидві руки (МГП –Л і МГП - П) втягнуті;
- захоплювачі (МЗ - Л і МЗ - П) відкриті.

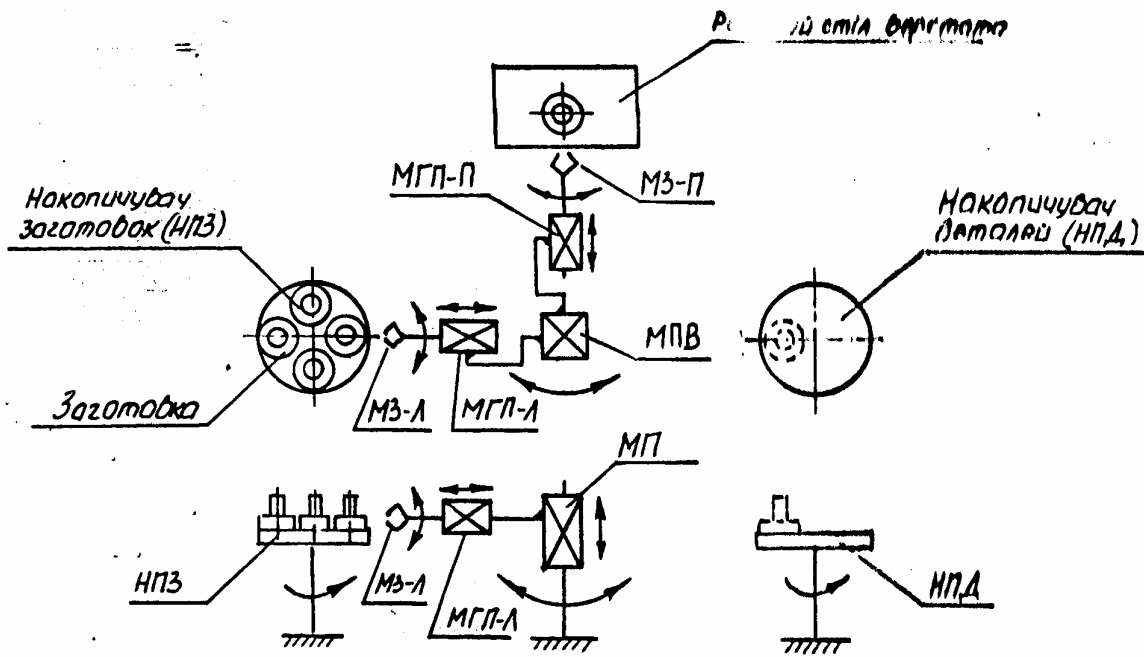


Рисунок В.3.1 Схема роботизованого комплексу

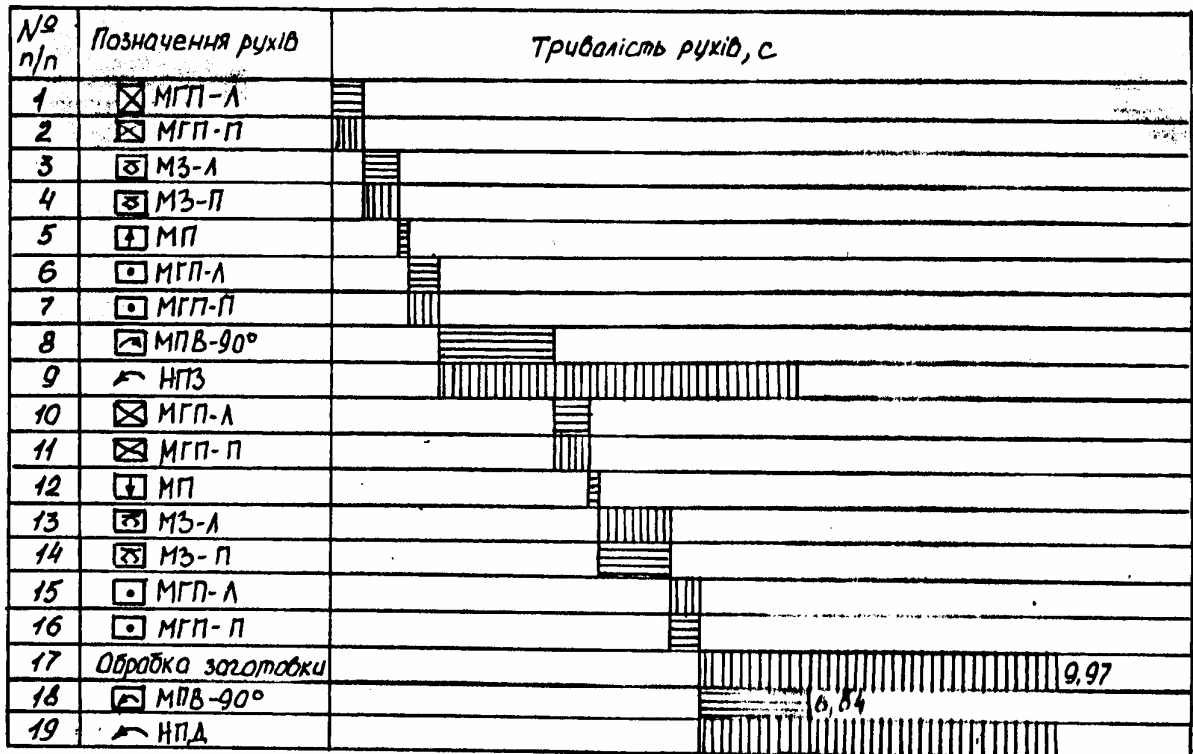


Рисунок В.3.2 – Циклограма роботи роботизованого комплексу.

Продовження додатку В.3



















2. Алгоритм роботи РК і керуюча програма роботи пр в межах циклу

2.1. Алгоритм роботи РК.

Руки МГП-Л і МГП-П витягуються і за допомогою захоплювачів МЗ-Л і МЗ-П захоплюють відповідно заготовку на накопичувачі заготовок і оброблену деталь в робочій зоні верстата. Після цього здійснюється підйом колони (МП). В цьому положенні втягуються руки МГП-Л і МГП-П). Далі, повертається колона (МПВ) на кут 90° за годинниковою стрілкою, одночасно з цим рухом в свою чергу повертається на один крок накопичувач заготовок, тобто підготовлює наступну заготовку для видачі на верстат. Потім витягуються руки (МГП-Л і МГП-П), далі опускається донизу колона (МП), в цьому положенні відбувається розкриття захоплювачів (МЗ-Л і МЗ-П), тобто заготовка встановлена у робочу зону верстата, а оброблена деталь - на накопичувач деталей. Обидві руки (МГП-Л і МГП-П) втягуються, потім колона здійснює поворот проти годинникової стрілки на 90° , одночасно з цим повертається на один крок накопичувач деталей, тобто готує наступну позицію для прийому деталі.

Таким чином здійснена робота в межах одного циклу, про що свідчать положення модулів ПР і агрегатів РК в кінці циклу - вони такі ж самі, як і на початку циклу.

2.2. Керуюча програма роботи ПР.

	МГП-Л;		МГП-П;
	МЗ-Л;		МЗ-П;
	МП;		
	МГП-Л;		МГП-П;
	МПВ- 90°	( НПЗ);	
	МГП-Л;		МГП-П;
	МП;		
	МЗ-Л;		МЗ-П;
	МГП-Л;		МГП-П;
	МПВ- 90°	( НПД).	

Продовження додатку В.3
3. Побудова циклограми роботи

Для виконання цієї роботи здійснимо розрахунок тривалості рухів окремих модулів:

- втягування (витягування) МГП
0.2/0.5 – 0.4 с,
- підйом (опускання) МП
0.03/0.2 – 0.15 с,
- поворот МПВ на 90°

90/57.3 - 1.57 с.

За цими даними та даними, наведеними у завданні, будуємо циклограму роботи РК (див. рисунок В.3.2.).