

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи № 1

«Вивчення пристрою і принципу дії промислового робота для
зварювання типу ПР-601/60»

з дисципліни «Автоматичні лінії, роботи і транспорт у зварювальному
виробництві» для студентів освітньої програми «Технології та
устаткування зварювання» усіх форм навчання

2017

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 1
«Вивчення пристрою і принципу дії промислового робота для
зварювання типу ПР-601/60» з дисципліни «Автоматичні лінії, роботи
і транспорт у зварювальному виробництві» для студентів освітньої
програми «Технології та устаткування зварювання» усіх форм
навчання / Укл.: А.О. Шумілов, О.Є. Капустян – Запоріжжя: ЗНТУ,
2017. - 18 с.

Укладачі: А.О. Шумілов, канд. техн. наук, доцент

О.Є. Капустян, ст. викладач;

Рецензент: В.В. Нетребко, канд. техн. наук, доцент

Редактор: І.П. Аверченко

Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено

на засіданні кафедри ОТЗВ

Протокол № 8 від 29.03.2017

Рекомендовано до видання

НМК ІФФ

Протокол № 8 від 11.04.2017

ЗМІСТ

1 МЕТА РОБОТИ.....	4
2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ	4
2.1 Призначення і характеристика робота ПР-601/60.....	4
2.2 Технічна характеристика робота	6
2.3 Пристрій маніпулятора робота	7
2.3.1 Основні вузли маніпулятора	7
2.3.2 Підставка маніпулятора	9
2.3.3 Поворотна колона	9
2.3.4 Приводна стійка.....	10
2.3.5 Рука маніпулятора	10
2.3.6 Кисть маніпулятора	12
2.3.7 Резольвер	14
2.3.8 Хвильовий редуктор.....	15
3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І	
КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ.....	17
4 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ	18
5 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ.....	18
6 ЗМІСТ ЗВІТУ	18

1 МЕТА РОБОТИ

Вивчення пристрою і принципу дії промислового робота для зварювання типу ПР-601/60/

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

2.1 Призначення і характеристика робота ПР-601/60

Промисловий робот ПР-601/60 - це система пристроїв для виконання повторюваних робіт із транспортування складування, а також для виконання складних монтажно-складальних і зварювальних робіт.

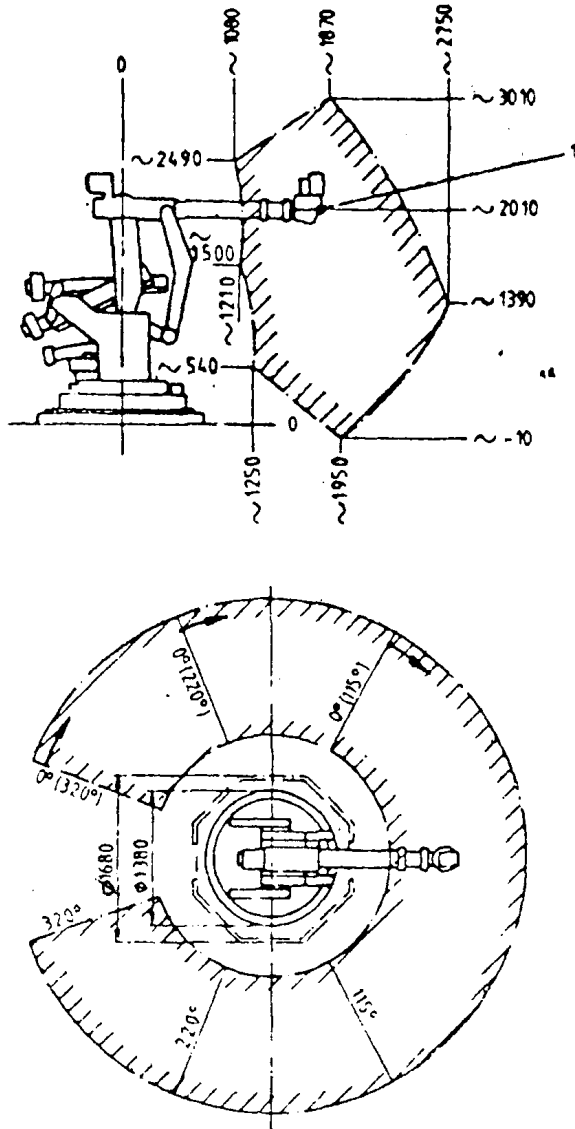
Форма і розміри робочого простору приведені на рис. 2.1. До складу робота входять два допоміжних блоки - переносний пульт ручного керування і переносний пульт програмування.

Механічна частина робота - маніпулятор забезпечує переміщення інструмента в будь-яку точку в межах робочого простору за допомогою 6 ступенів рухливості (рис. 2.2): трьох переносних (вісі A1, A2 і A3) і трьох, що орієнтують (осі A4, A5 і A6).

Таблиця 1.1 — Характеристика ступенів рухомості

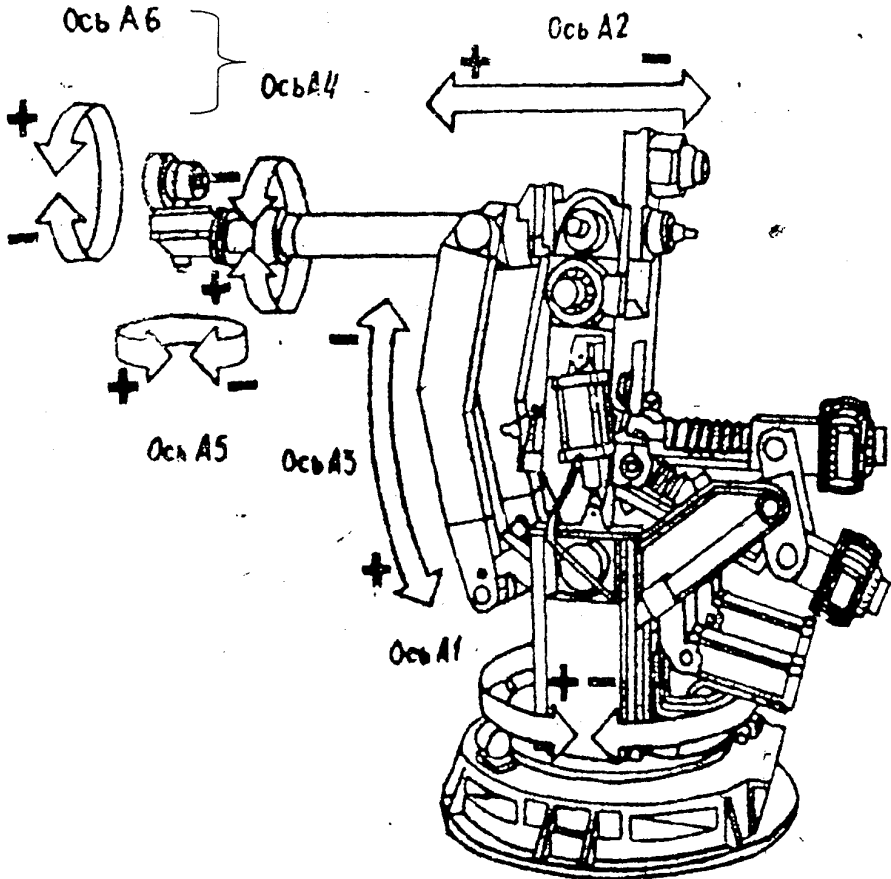
Вісь	Максимальний розмір переміщення	Швидкість, град/с	Окружна швидкість при максимальному вильоті, м/с	Момент, н·м
A1	320°	76	3,7	
A2	1,5 м		1,2	
A3	2,5 м		1,2	
A4	360°	120		250
A5	360°	120		250
A6	360°	120		150

Примітка. Менший робочий простір (220°, 115°, рис. 2.1) по вісі A1 можна забезпечити за допомогою додаткових упорів і кінцевих вимикачів.



0-0 - вісь розвертання (ось A1); 0 - нульова відмітка (рівень підлоги);
 A - початкова точка; 1,2,3 - початок робочої зони при розвертанні навколо вісі A1 на
 320, 220 і 115° відповідно

Рисунок 2.1 — Робочий простір робота ПР 601/60.



вісі A1, A2, A3 - переносні ступені рухомості;
 вісі A4, A5, A6 - орієнтовані ступені рухомості

Рисунок 2.2 — Ступені рухомості маніпулятора робота ПР 601/60.

2.2 Технічна характеристика робота

Розміри маніпулятора (для довідок):

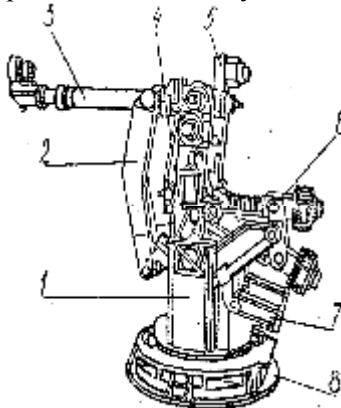
висота	-	2330 мм
ширина	-	1680 мм

довжина (макс.) -	3000 мм
Маса (без оснастки) -	2000 кг
Точність повторення на вильоті 2000 мм -	$\pm 1,2$ мм
Число ступенів рухливості -	6.
Максимальне навантаження на кисть на швидкості:	
повній	60 даН
знижений	100 даН
Тип приводу механізмів - електромеханічний	
Питома потужність приводів:	
вісі A1, A2, A3 -	4,5 кВт
вісі A4, A5, A6 -	1,0 кВт

2.3 Пристрій маніпулятора робота

2.3.1 Основні вузли маніпулятора

Маніпулятор робота (рис. 2.3) складається з поворотної колони 1, що забезпечує обертання всіх механізмів навколо вісі A1 на фіксований кут 320, 220 або 115° (рис. 2.1, 2.2). На поворотній колоні встановлена пневмосистема зрівноважування мас 7 для компенсації ваги приводної стійки і приводного важеля у всіх положеннях.



1 — поворотна колонна; 2 — приводний важіль; 3 — рука робота;
4 — приводна стійка; 5 — кисть; 6 — привод вісів A2 і A3; 7 — пневмосистема зрівноважування мас; 8 — підставка

Рисунок 2.3 — Основні вузли маніпулятора.

Всі механізми робота приводяться в рух тиристорними малоінерційними електродвигунами постійного струму з тахогенераторами і умонтованими гальмами з постійними магнітами для фіксації двигуна в положенні "стоп". Для запобігання великих люфтів і для зниження моментів інерції, високооборотна частина приводу **підходить безпосередньо виконавчим органом**, а двигуни встановлені в приводній стойці або у руці.

Робочий простір (рис. 2.1), що утворюється з обертальних і поворотних рухів 6 ступенів рухливості, обмежується за допомогою кінцевих вимикачів, а по переносних ступенях (вісі A1, A2 і A3) рухливості - додатково за допомогою механічних упорів.

Система зрівноважування мас приводного важеля і стійки (рис. 2.3) містить у собі компенсаційні пневмоциліндри, які закріплені між приводним важелем 2 приводною стійкою 4 і поворотною колоною 1. Стиснуте повітря по трубопроводі (рис. 2.4) подається у пневмоциліндри відповідно до навантаження на вісь A6.

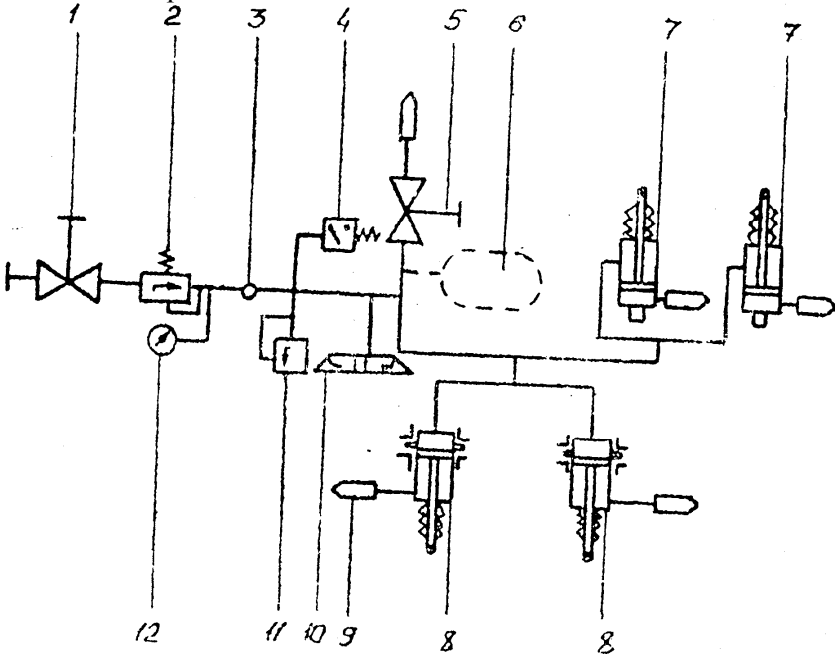


Рисунок 2.4 — Пневмосистема вирівнювання мас

Система компенсації мас є замкнутою, тобто немає витрати

повітря (не рахуючи відпливів). Магістраль заповнюється через запірний клапан 1, регулятор тиску 2 і обернений клапан 3. Необхідний тиск контролюється манометром 12. Клапан обмеження тиску 11 захищає установку від надлишкового тиску в системі, а клапан 4 відключає роботу при падінні тиску наприкінці програми. Клапан 5 служить для опорожнення системи. Стиснуте повітря потрібного тиску подається в компенсаційні циліндри для приводної стійки 7 і приводного важеля 8, стравлення повітря проводиться через глушитель 9. У якості ресивера використовуються порожнини в підставці робота 10 або зовнішні ємкості 6.

2.3.2 Підставка маніпулятора

Підставка 8 (рис. 2.3), на планшайбі якої встановлюється весь маніпулятор, одночасно виконуючи роль ресивера пневмосистеми зрівноважування мас. Підстава лита, механічно оброблена, має 6 отворів для кріплення до фундаментної рами. Планшайба, а разом із нею і поворотна колона приводиться у рух від двигуна МО-4500 через зубцюватий ремінь і хвильовий редуктор навколо вісі А1. У центрі підстави вмонтована кабельна спіраль, що охороняє електричні кабелі від механічних навантажень у всьому діапазоні повороту планшайби. На валу хвильового редуктора кріпиться резольвер для контролю розміру переміщення поворотної колони.

2.3.3 Поворотна колона

На поворотній колоні 1 (рис. 2.3) встановлена приводна стійка 4 із вузлами приводів і колінчастий важіль. Крім того поворотна колона є опорою для пневмоциліндрів компенсації мас. Колінчастий важіль приводиться у рух за допомогою роликової гвинтової пари 6 і забезпечує переміщення по ступені рухливості А3. Обертання поворотної колони навколо вісі А1 здійснюється приводом, розташованим у підставці 8.

2.3.4 Приводна стійка

Приводна стійка 4 (рис. 2.3) разом з приводним важелем 2 переміщують руку робота 3. Приводна стійка переміщується за допомогою приводу вісі А2. На приводній стійці у верхній частині по обидва боки встановлені приводи вісів А4, А5 і А6 кисті. У нижній частині з двох сторін на приводній стійці закріплені пневмоциліндри компенсації маси стійки і приводного важеля.

2.3.5 Рука маніпулятора

Рука 3 (рис. 2.3) кріпиться на приводних важелях 2 і приводній стійці 4. Рука (рис. 2.5) складається з центральної частини 2 трубчастого типу, яка є сполучною ланкою між міжфланцевим приводом 4, кутовою передачею 3 і кистю у зборі 1. Рука приводиться у рух через кутову передачу (рис. 2.6). У середині руки проходять два вали: зовнішній трубчастий вал приводу ступеня рухомості А5 і внутрішній вал приводу рухливості А6. За допомогою шківа 9 від приводу приводиться у рух вал 8 з парою конічних шестерень 7. Звідси момент, що крутить, через порожнистий вал 3 надходить на хвилястий редуктор 4 (передаточне число 1:78) ступеня рухомості А4.

Момент, що крутить до ступеня рухомості, і А5 передається від приводу обертання кисті на шків ремінної передачі 1, а звідси через вал 2 і пару конічних шестерень 1 1 на порожнистий вал 6, що призводить у рух ступінь рухливості А5.

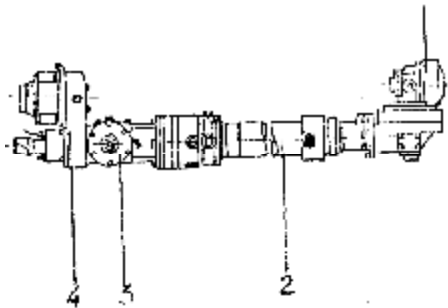


Рисунок 2.5 — Рука маніпулятора у зборі

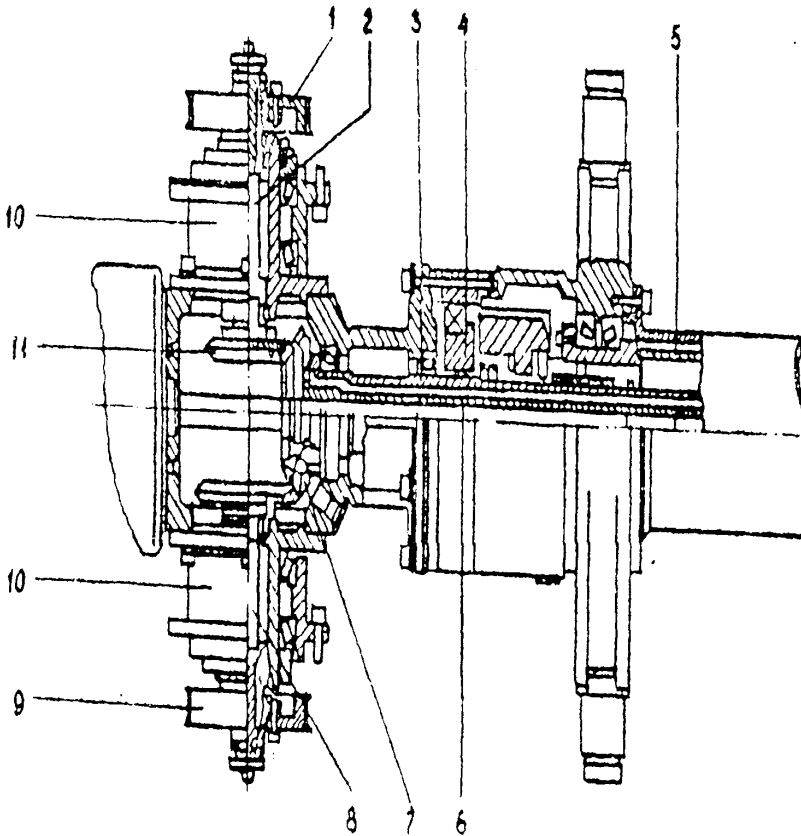


Рисунок 2.6 — Кутова передача у зборі.

На фланцевому приводі (рис. 2.7) встановлений двигун приводу кисті 6 і посадковий вузол резольвера 5. Привід кисті 6 обертає шків ремінної передачі 3 за допомогою зубчастого ременя 2. Для встановлення необхідної натяжки ременя використовується гвинт 1. Від шківа 3 приводиться у рух ступінь рухливості А6. Посадковий вузол резольвера приєднується через муфту 4 до валу шківа 3.

Приводи ступенів рухливої вісі А4, А5 і А6 (рис. 2.8) однакові по конструкції. Вони приводять у рух через зубчасті ремені куту передачу (і відповідно ступені рухливості А4 і А5) або вал ступеня рухливості А6.

Привод складається з дискового двигуна 1, магнітного гальма і шківа ремінної передачі 7. Шків 7 пов'язаний із валом двигуна 2 через

шпонку 5 і гвинт 6. Обертаючий момент від шківів 7 до чопа 4 магнітного гальма передається через шпонку 8. Фрикційний момент від дискового якоря двигуна 10 передається на чіп 4. У знеструмленому стані двигуна магніт 3 притягає якор до пружини 9. Для розгальмовування в магніт гальма 3 подається струм, що ліквідує магнітне поле, пружина 9 притягує якор 10 до чопа 4. При цьому між постійним магнітом, постаченим тормозною накладкою, і якорем виникає зазор 0,3 мм, що забезпечує вільне обертання якоря двигуна.

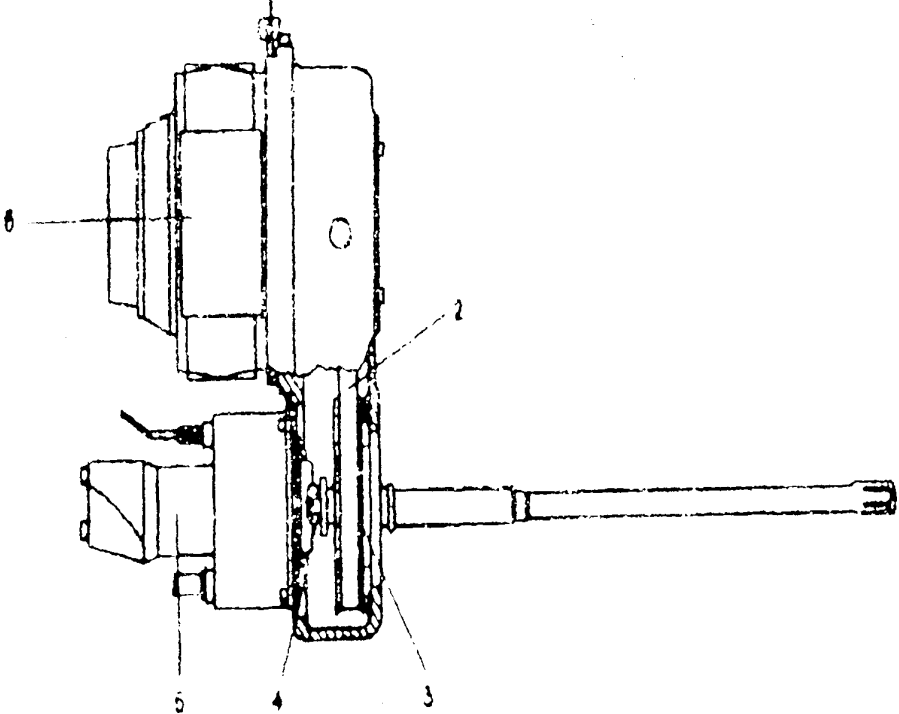


Рисунок 2.7 — Фланцевий привод.

2.3.6 Кисть маніпулятора

Кисть (рис. 2.9) - це остання ланка в передачі моменту, що крутить, до осей рухливості А5 і А6. До вихідного фланця кисті 4 кріпиться робочий інструмент (наприклад, зварювальні кліщі) за

допомогою шести болтів М8. У корпусі кисті 1 встановлена пара конічних шестерень 8 для ступеня рухливості А5 і дві пари конічних шестерень 5 для ступеня рухливості А6. Для зниження кількості обертів від приводів, розташованих на руці, через швидкохідний внутрішній 7 і зовнішній вал 6 служать хвильові редуктори 2 і 9 відповідно для осей А6 і А5. Кожна з осей має діапазон обертання 360°, що обмежується кінцевими вимикачами. Всі вали механізмів встановлені на конічних регульованих роликових підшипниках без зазору.

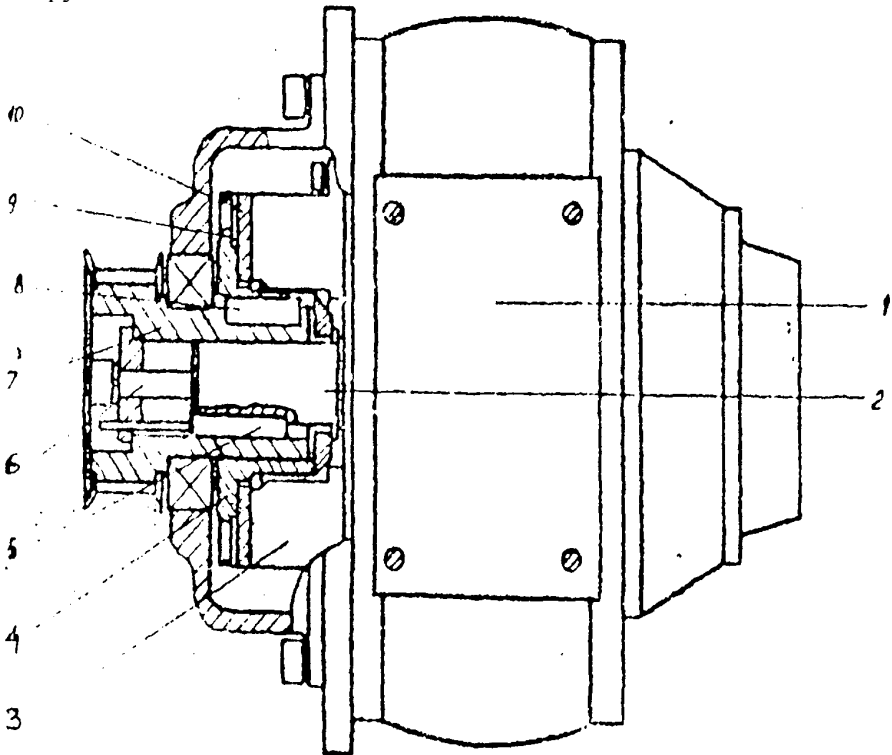


Рисунок 2.8 — Привод ступенів рухливості А4, А5 і А6

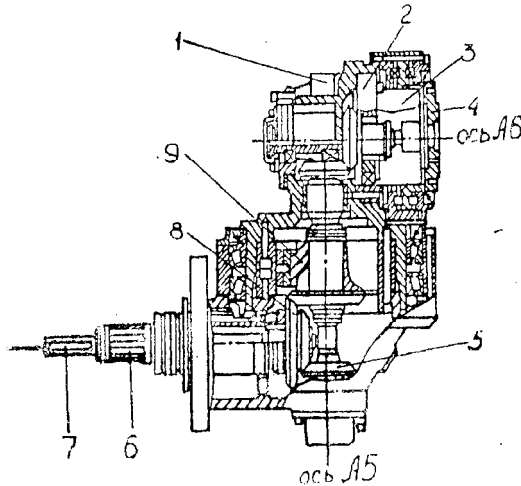


Рисунок 2.9 — Кисть у зборі

2.3.7 Резольвер

Для контролю розміру переміщень по всім ступеням рухливості використовуються резольвери. Резольвер переносних ступенів рухливості A1, A2 і A3 є багатообертовим, а у ступенів A4, A5 і A6 кут повороту відповідає куту повороту ступеня рухливості кисті.

Для ступенів рухливості A4, A5 і A6 кисті посадкові вузли резольверів однакові по конструкції (рис. 2.10).

Резольвер 5 приводиться в обертання через муфту 4, вал 3, хвильовий редуктор 8 і фланець із болтами 7 від приводу відповідного ступеня рухливості. Всі деталі встановлюються на корпусі 6. Від приводу ступеня рухливості обертання передається в хвильовий редуктор із передатним відношенням 1:80. Від кулачка 2 спрацьовують кінцеві вимикачі 1, що припускають максимальне обертання на 360°. Налагоджування кінцевих вимикачів робиться через отвір, що закривається знімним кожухом 10. Резольвер є перетворювачем механічних переміщень, в електричні сигнали. Номінальна напруга 12 В, точність виміру переміщень ± 3 кутові хвилини. Один оберт вала резольвера відповідає 4000 дискретних

збільшень у керуванні, тобто $360^\circ/4000 = 0,09^\circ$ на одне збільшення (імпульс). За допомогою лічильника імпульсів у керуванні можна встановити дійсне і задане значення переміщень. Прямування по відповідному ступеню рухливості відбувається доти, поки дійсне значення імпульсів (збільшень) не буде відповідати заданому програмою.

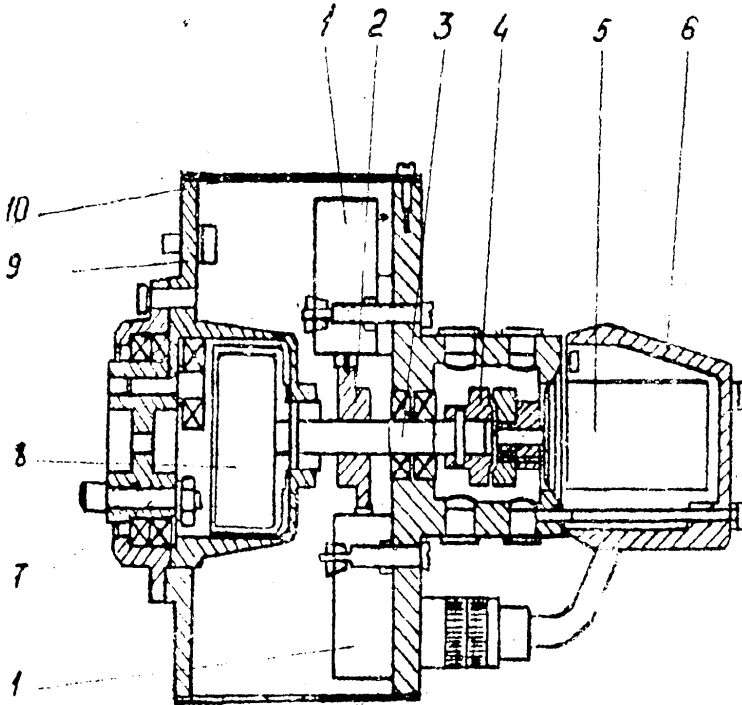
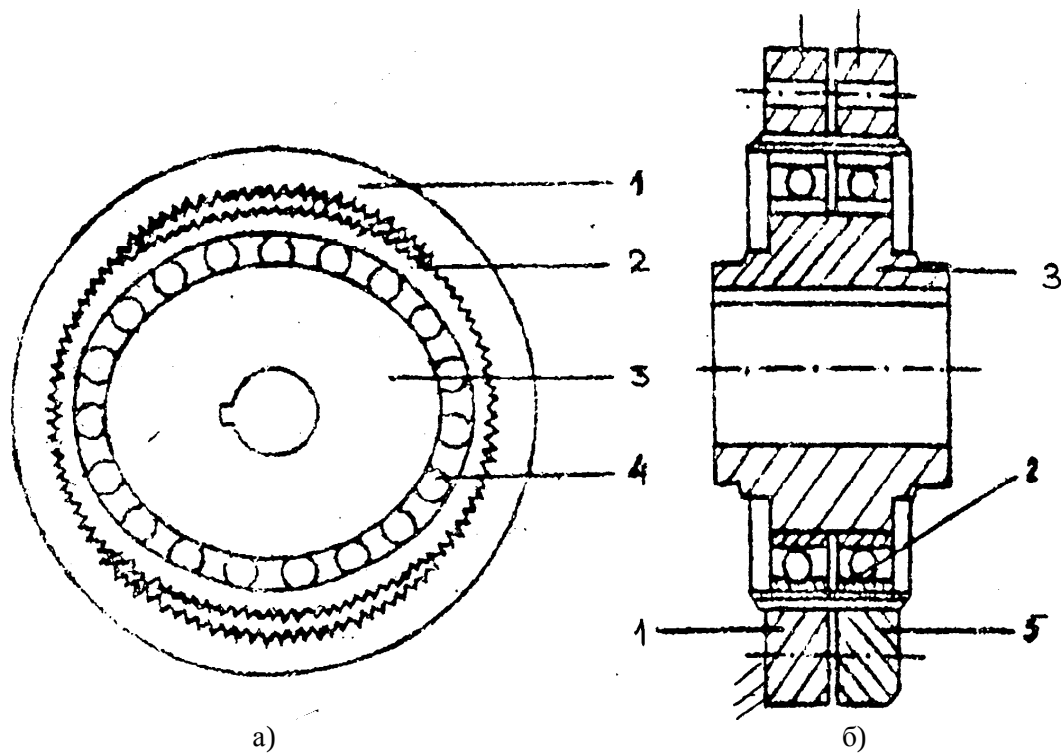


Рисунок 2.10 — Посадочний вузол револьвера.

2.3.8 Хвильовий редуктор

Вмонтовані в механізми маніпулятора робота хвильові редуктори різняться по розмірам і виконанню, але працюють за одним принципом.

Редуктори в приводах ступенів рухливості 1, 4 і 6 (рис 2.11а) складаються з генератора хвиль 3, гнучкого 2 і жорсткого колеса 1.



а)
Рисунок 2.11 — Хвильовий редуктор

Генератор хвиль електричної форми із шарикопідшипником 4 надає гнучкому колесу 2 із зовнішніми зуб'ями форму еліпса. Його зуб'я входять у зачеплення з внутрішніми зуб'ями жорсткого колеса 1, 5. Зона зачеплення зуб'ів складає біля 15 % по довжині кола. Модуль зуб'ів однаковий, проте кількість зуб'ів відрізняється на 2, тому діаметр діляльного кола гнучкого колеса менше. Завдяки цьому при обертанні генератора хвиль виникає рух гнучкого колеса щодо жорсткого з передатним відношенням, обчислюємо по формулі:

$$i = (z_r - z_{ж})/z_r,$$

де z_r - кількість зуб'ів гнучкого колеса;

$z_{ж}$ - те ж, жорсткого (нерухомого) колеса.

Тому що число зуб'ів нерухомого колеса більше чим гнучкого, то генератор хвиль і гнучке колесо обертаються в протилежних напрямках. Гнучке колесо з'єднано з робочим елементом (валом) відповідної вісі.

Редуктор ступеня рухливості А5 (рис. 2.11б) виконаний як диференціальна передача, тут є четвертий елемент - рухливе колесо, що призводить у рух робочий елемент (вал) приводу.

Хвильові редуктори мають такі передатні відношення: ступінь рухливості А1 - 1:120; А4 - 1:78; А5-1:80; А6-1:80.

З КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ

1. Призначення промислового робота ПР-601/60.
2. Технічні дані маніпулятора робота.
3. Призначення й особливості устрою руки маніпулятора.
4. Кисть маніпулятора й устрій приводів вісів А5 і А6.
5. Характеристика робочого простору робота.
6. Призначення і принцип дії резольвера.
7. Устрій і принцип дії хвильового редуктора.

4 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

1. До лабораторних робіт допускаються студенти після інструктажу з охорони праці та пожежної безпеки.
2. Забороняється вмикати електричні прилади та обладнання без дозволу завідуючого лабораторією або викладача.
3. У випадку виявлення неполадок обладнання студент мусить негайно повідомити викладача або завідуючого лабораторією.
4. У випадку виникнення пожежі або ураження електричним струмом студенти повинні діяти у відповідності до затверджених інструкцій з охорони праці та пожежної безпеки.

5 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. Вивчити призначення, технічні характеристики конструкцію механічної частини маніпулятора, технічні дані основних вузлів.
2. Вивчити особливості переміщення по всім вісям рухливості (A1-A6) і устрій приводу.
3. Проаналізувати особливості здійсненню переміщень по орієнтуючим вісям рухливості, (A4-A6).
4. Нарисувати ескізи основних вузлів маніпулятора: руки, кисті, резольвера, хвильового редуктора.
5. Звіт по роботі.

6 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Тема та мета роботи.
2. Призначення і технічна характеристика маніпулятора.
3. Конструкція основних вузлів маніпулятора (із додатком ескізів).
4. Висновки по роботі.