

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Запорізький національний технічний університет**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання лабораторної роботи № 3  
«Вивчення пристрою та принципу дії промислового роботу МП-9С» 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 № 3 «Вивчення пристрою та принципу дії промислового роботу МП-9С» 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. - 22 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 МП-9С.....                                              | 4  |
| 2.2 Будова та робота складових частин робота .....                                              | 5  |
| 2.2.1 Загальний опис .....                                                                      | 5  |
| 2.2.2 Маніпулятор .....                                                                         | 6  |
| 2.2.3 Корпус.....                                                                               | 6  |
| 2.2.4 Механізм підйому.....                                                                     | 6  |
| 2.2.5 Механізм повороту .....                                                                   | 11 |
| 2.2.6 Муфта з упорами .....                                                                     | 12 |
| 2.2.7 Рука .....                                                                                | 14 |
| 2.2.8 Амортизатор руки.....                                                                     | 16 |
| 2.2.9 Амортизатор повороту .....                                                                | 18 |
| 2.2.10 Захват .....                                                                             | 18 |
| 3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І<br>КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ..... | 19 |
| 4 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ .....                                                              | 20 |
| 5 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ.....                                                   | 21 |
| 6 ЗМІСТ ЗВІТУ .....                                                                             | 21 |
| РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА .....                                                                  | 21 |

# 1 МЕТА РОБОТИ

Вивчення принципу дії, конструктивні особливості та способи налагодження промислового робота МП-9С.

## 2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

### 2.1 Призначення і характеристика робота МП-9С

Промисловий робот МП-9С призначено для обслуговування різноманітного технологічного обладнання, для виконання операцій навантажування-розвантажування та встановлення деталей, а також для автоматизації інших технологічних процесів.

До складу робота входять: пневматичний маніпулятор, керуючий пристрій ЗЦПУ-6030, вузол підготовки повітря та з'єднувальні кабелі

Технічні характеристики робота:

|                                              |     |
|----------------------------------------------|-----|
| Вантажність, кг                              | 0,2 |
| Хід руки, мм                                 | 150 |
| Підйом руки, мм                              | 30  |
| Поворот руки, град                           | 120 |
| Час максимального переміщення,с              |     |
| - висування та підйому                       | 0,5 |
| - поворот                                    | 0,8 |
| Найбільша абсолютна помилка позиціювання, мм | 0,1 |

Тип привода пневматичний

Робочий тиск повітря, МПа 0,4-0,5

Тип системи управління цикловий

Кількість кроків в програмі, шт. 30

Кількість технологічних команд, шт. 6

Кількість точок позиціювання по кожному ступеню рухомості, шт. 2

Маса маніпулятора, кг 32

Маса керуючого пристрою, кг 26

Габаритні розміри, мм:

- маніпулятора 570×232×305

- керуючого пристрою 480×435×220
- До складу робота входять наступні вузли:
- маніпулятор;
  - керуючий пристрій ЗЦПУ-6030;
- кабель з'єднуючий;
- вузол підготовки повітря.

## **2.2 Будова та робота складових частин робота**

### **2.2.1 Загальний опис**

На маніпулятор подається напруга постійного струму 24 В від ЗЦПУ-6030, який підключається до мережі змінного струму напругою 220 В. Стиснуте повітря подається до електропневматичних клапанів маніпулятора від цехової пневмомагістралі через вузол підготовки повітря, який забезпечує регулювання необхідного тиску, подачу повітря і змашування в пневмоциліндрі.

В маніпуляторі електропневматичний клапан встановлений на кожен рух, а також є один запасний для заміни клапану, який вийшов зі строю або для забезпечення можливості виконання якоїсь додаткової команди. Кожний клапан постачається дроселем, який встановлюють на виході. Регулювання дроселем дозволяє проводити змінення швидкості.

Робота маніпулятора здійснюється по кінцевим упорам, які регулюються.

Послідовність і кількість руху, відповідно з прийнятою технологічною схемою, встановлюється набором програми на пульті ЗЦПУ-6030. Сигнал про виконання кожного руху видають КЕМи при підході до виконання кожного руху (команди) здійснюється видача команди на виконання наступного руху.

При відсутності сигналу відповіді від КЕМа про виконання руху, відповідно програми, маніпулятор зупиняється і до отримання сигналу відповіді наступних рухів не відбувається. Амортизація висування та повороту руки маніпулятора здійснюється дроселюванням подачі та відводу повітря.

### **2.2.2 Маніпулятор**

Конструкція маніпулятора представлена на рис. 2.1 і 2.2. Маніпулятор складається, з таких основних вузлів:

- корпус з вузлом розподілу повітря;
- механізм підйому;
- механізм повороту;
- муфта з упором;
- рука;
- амортизатор руки;
- амортизатор повороту;
- захват.

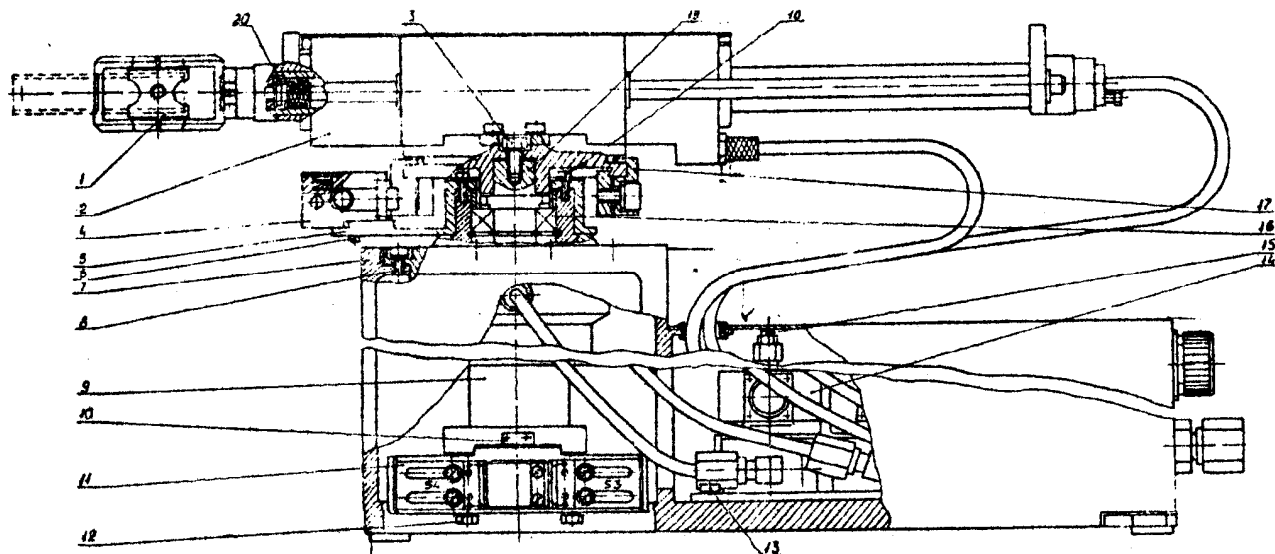
### **2.2.3 Корпус**

Корпус 7 (рис. 2.1) та 10 (рис. 2.2) маніпулятора є основою маніпулятора, в якому розташований вузол розподілу повітря -14 (рис. 2.1) і 8 (рис. 2.2), який складається з 8 електропневматичних клапанів, які снабжені дроселями 15 (рис. 2.1), і проведене все електро- та пневморозведення. Для зручного обслуговування корпус має з'ємний кожух 5 (рис. 2.2) та дві бокові кришки 3 (рис. 2.2). На задній стінці корпусу розміщені штуцер 7 (рис. 2.2) для підводу повітря до вузла розподілу та два роз'єкти 8 і 3 (рис. 2.2) для підключення через кабелі електроживлення до ЗЦПУ-6030.

### **2.2.4 Механізм підйому**

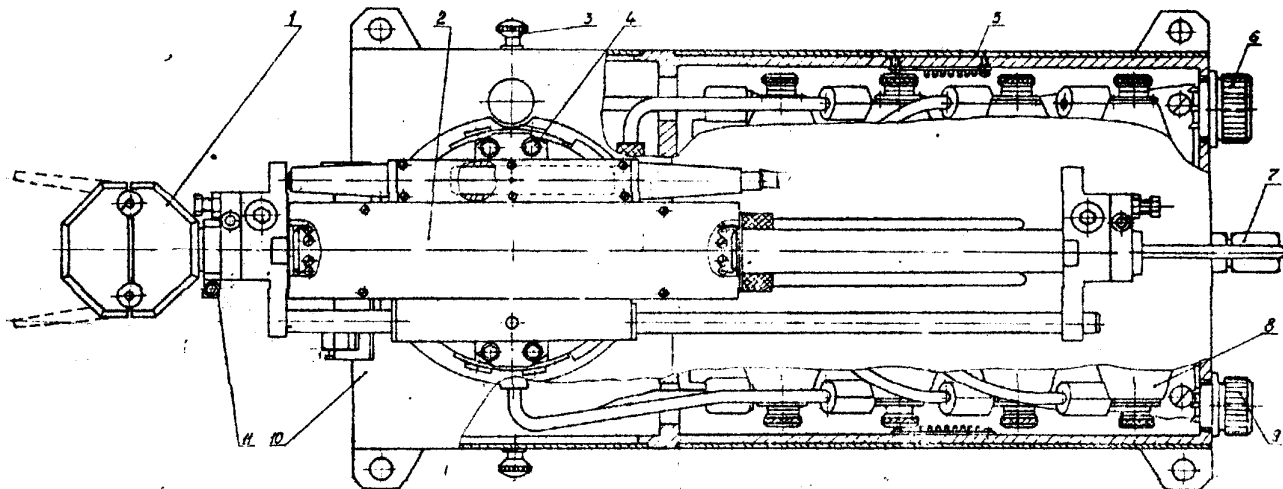
Механізм підйому (рис. 2.3) призначений для забезпечення підйому (опускання) руки маніпулятора.

Механізм підйому складається з корпусу 6, штока 2 та кришок 8, 9 і 17. Порожнини пневмоциліндра герметизуються манжетами 7, 14 та прокладкою 18.



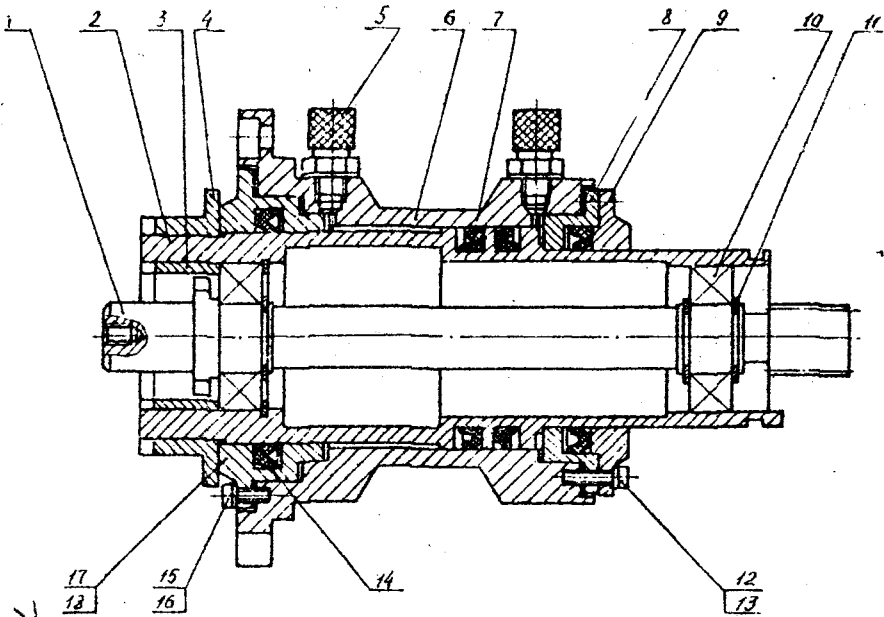
1 - захват; 2 - рука; 3, 12 - болт; 4 - амортизатор повороту; 5 - кронштейн; 6, 8, 13, 18- гвинт; 7 - корпус; 9 - механізм підйому; 10 - планка; 11 - механізм повороту; 14 - вузол розподілення; 15 - дросель; 16 - підшипник; 17 - муфта с упорами; 19 - вал; 20 - з'єднання пряме кінцеве.

Рисунок 2.1 - Маніпулятор (вид збоку)



1 - захват; 2 - рука; 3 - кришка; 4 - болт; 5 - кожух; 6, 9 - штепсельний роз'єм; 7 - штуцер; 8 - вузол розподілення;  
10 - корпус; 11 - хомут.

Рисунок 2.2 – Маніпулятор (вид зверху)



1 - вал; 2 - шток; 3 - втулка; 4 - кронштейн; 5 - з'єднання пряме кінцеве; 6 - корпус; 7, 14 - манжета; 8, 9, 17 - кришка; 10 - підшипник; 11 - кільце пружинне; 12, 15 - гвинт; 13, 16 - шайба пружинна; 18 - прокладка.

Рисунок 2.3 - Механізм підйому

Для поліпшення динаміки роботи на підйом та опускання штокові порожнини виконані різних перерізів.

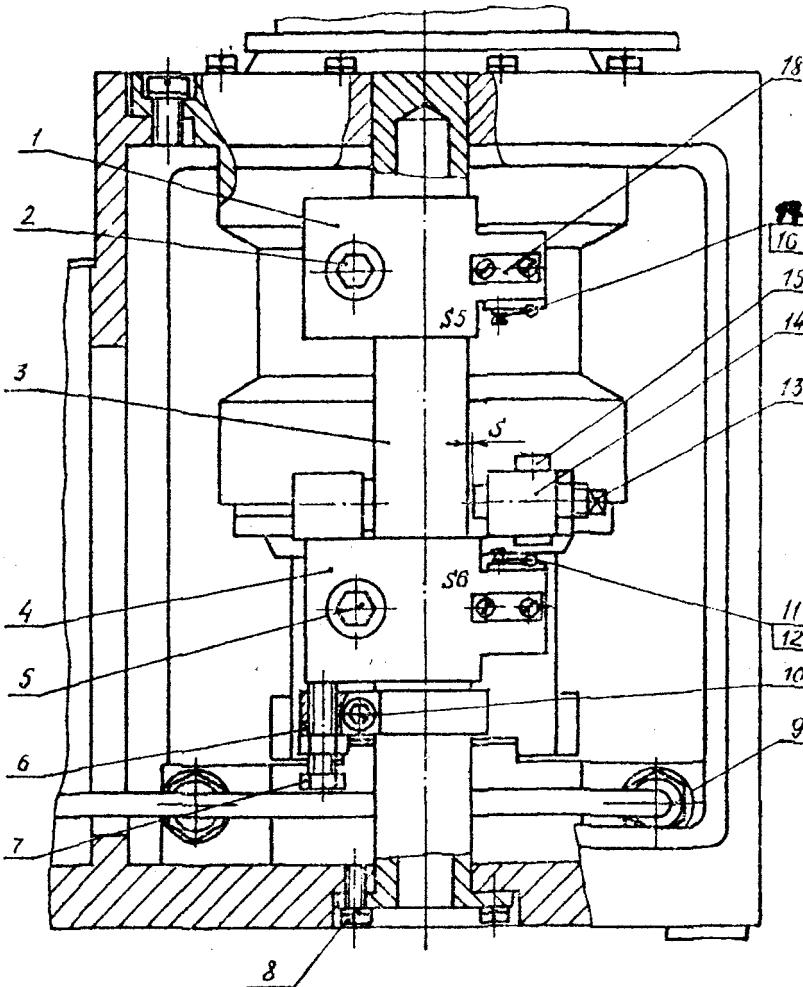
В середині штока на підшипниках 10 встановлений вал 1 механізму повороту. На нижній частині штока є проточка та виступ, котрі призначені для встановлення і фіксації механізму повороту. На верхньому кінці вала 1 знаходяться лиски та різьбовий отвір, призначені для встановлення та фіксації муфти з упорами. На верхній частині механізму підйому розміщений кронштейн, призначений для встановлення амортизатора повороту.

Застосовано два типи упорів механізму підйому (рис. 2.4): упори 1 і 4 основні; упор 6 допоміжний (регулюючий), призначений для полегшення налагодження нижнього основного упора, який знаходиться під час налагодження під дією ваги, руки.

На основних упорах встановлені КЕМи 12 та 17, а на кронштейні 14 - магніти 15.

Кронштейн 14 з'єднує механізм підйому з механізмом повороту

і одночасно запобігає повороту останніх, взаємодіючи з направляючою 3.



1, 4 - упор; 2, 5, 8, 10, 13 - гвинт; 3 - напрямна; 6 - упор регулювальний; 7 - мікрогвинт; 9 - з'єднання пряме кінцеве; 11, 16, 18 - плата; 12, 17 - магнітокерований контакт; 14 - кронштейн; 15 - магніт.

Рисунок 2.4 - Вид на упорі механізму підйому.

Для забезпечення точності позиціонування необхідно гвинтом 13 встановити зазор не більш 0,05 мм.

Регулювання ходу механізму підйому проводиться таким чином:

- пересунути упори 4 і 8 на необхідну величину, спочатку ослабивши їх затяжку до направляючої 3: затягніть гвинт 10 упора 6;
- відрегулювати мікрогвинтом 7 точне положення упора 4 і затягнути його гвинтом 5:

- ослабити затяжку гвинта 2 упора 1:

- пересунути упор і на необхідну величину та затягнути гвинт 2.

При цьому слід урахувати, що максимальний хід мікрогвинта 7 становить 2 мм з контрогайкою та 6 мм без неї, а необхідні при регулюванні вертикальні переміщення руки здійснюються вручну або від ЗЦПУ-6030 під тиском повітря 0,1-0,15 МПа.

Після регулювання ходу механізму підйому відбувається настроювання КЕМов, для чого:

- пересуньте кронштейн 14 з магнітами 15 до упора 1;

- встановіть переміщенням положення плати 16 й КЕМа 17, при якому він надійно спрацьовує;

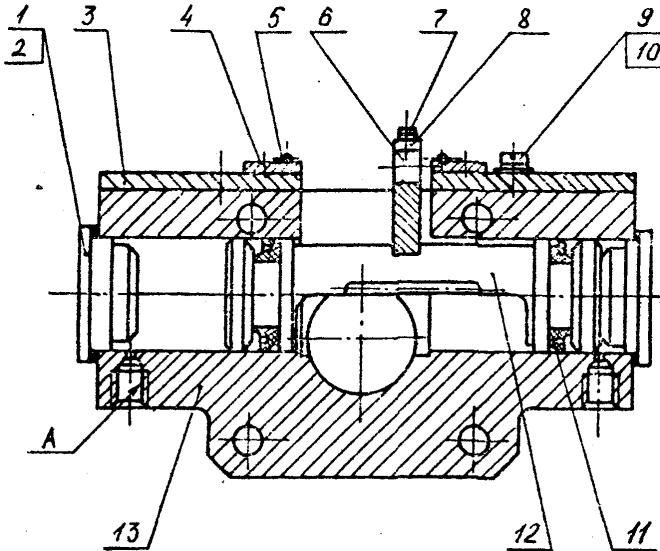
- - закріпіть плату 16 гвинтами та КЕМ 17 клеєм.

Аналогічно проведіть установку плати 11 та КЕМа 12

### **2.2.5 Механізм повороту**

Механізм повороту (рис. 2.5) призначений для забезпечення повороту руки маніпулятора.

Механізм повороту складається з корпусу 13, в якому переміщується шток-рейка 12, ущільнювання манжетами 11, фланців 1 з прокладками 2, які зачиняють поршневі порожнини. На рейці 12 встановлена планка 8 з магнітом 6, а на корпусі 13 - планки 3 та плати 4 з КЕМом 5. При встановленні механізму повороту на механізмі підйому зуб'я рейки 12 входять у зачеплення з валом, встановленим у штоці механізму підйому, а при подаванні повітря в пневмоциліндр крізь отвір А поступовий рух рейки перетворюється у обертальний рух. Коли рейки рухаються, магніт 8 підходить до КЕМа і відбувається спрацьовування останнього.



1 - фланець; 2 - прокладка; 3 - планка; 4 - плата; 5 – магнітокерований контакт (КЗМ); 6 - магніт; 7, 9 - гвинт; 8 - планка; 10 - шайба пружинна; 11 - манжета; 12 - рейка; 13 - корпус

Рисунок 2.5 - Механізм повороту.

### 2.2.6 Муфта з упорами

Муфта з упорами (рис. 2.6) призначена для з'єднання руки з валом механізму повороту і для забезпечення регулювання кутів повороту руки. Муфта з упорами складається з муфти 1, упорів 2 й регулюючих упорів 3. При здійсненні повороту, упор 2 насувається на виступ амортизатора і дожимає останній до упора.

Регулювання механізму повороту зводиться до встановлення упорами 2 і 3 необхідного кута повороту руки в горизонтальній площині з наступним настроюванням КЕМов.

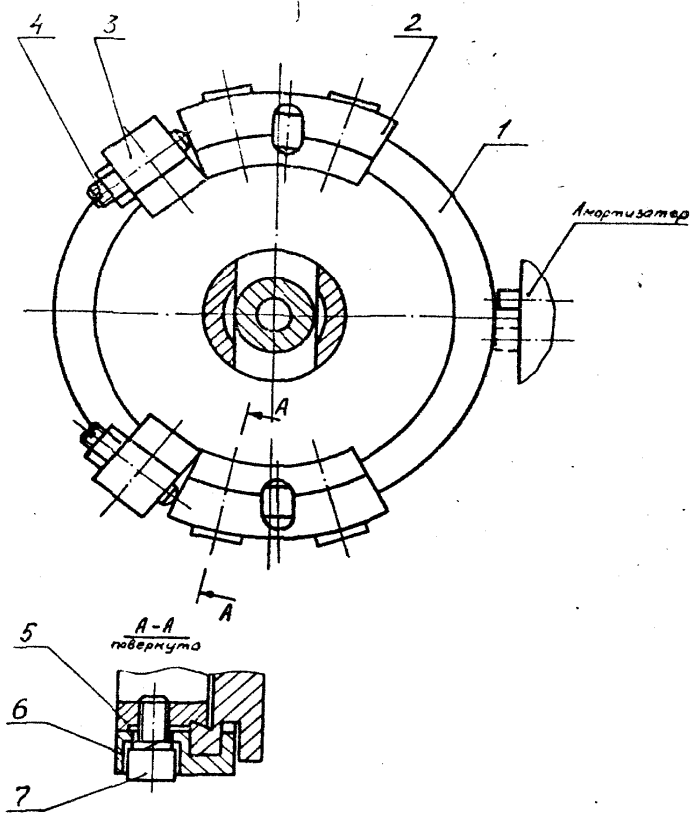
Для регулювання:

- ослабити затягнення гвинтів 7 до вільного переміщення упорів 2 і 3;
- повертати руку в необхідне положення і зафіксувати її;
- пересуньте упори 2 і 3 до виступу амортизатора, вибрав його

хід:

-затягніть гвинт 7 упора 3 і за допомогою мікрогвинта 4 установіть потрібну точність положення упора 2:

-затягніть гвинти 7 упора 2 після неодноразової перевірки відрегульованого положення.



1 - муфта; 2 - упор; 3 - упор регулюючий; 4 - мікрогвинт; 5, 6 - сектор;  
7 - гвинт

Рисунок 2.6 - Муфта з упорами

Аналогічно виконується установка іншої пари упорів 2 і 3. Настроювання КЕМом виконується в наступному порядку:

— поверніть руку до упору у виступ амортизатора;

— встановіть передвиганням планки 3 (рис. 2.5) 1 КЕМа 5 положення, при якому він надійно спрацює.

- закріпити (зафіксувати) планку 3 гвинтами 9 і КЕМ 5 клесом Д9.

Аналогічно проведіть установку спрацьовування іншого КЕМа.

Для запобігання поломки КЕМів необхідно перед кожною наступною установкою кута повороту зробити настройку спрацьовування КЕМів.

### 2.2.7 Рука

Рука (рис. 2.7) призначена для забезпечення видвигання, захвату в робочій зоні і складається з корпусу 16, штока 13, напрямної 21, основних упорів 10 і 18, регулюючих упорів 9 і 17, амортизатора 15. У корпусі 16 встановлена ущільнена кільцями 3 гільза 2, в якій ходить шток-поршень 13, ущільнений манжетами 6. Повітря підводиться до штуцерів 14 і крізь канали виконані всередині корпусу, надходить в штокові порожнини.

Напрямні 21 служать обмежувачем штока, і як слідство і захвату, від: повороту. Періодичне змазування напрямних втулок 20<sup>і</sup> виконується крізь прес-маслянку 19.

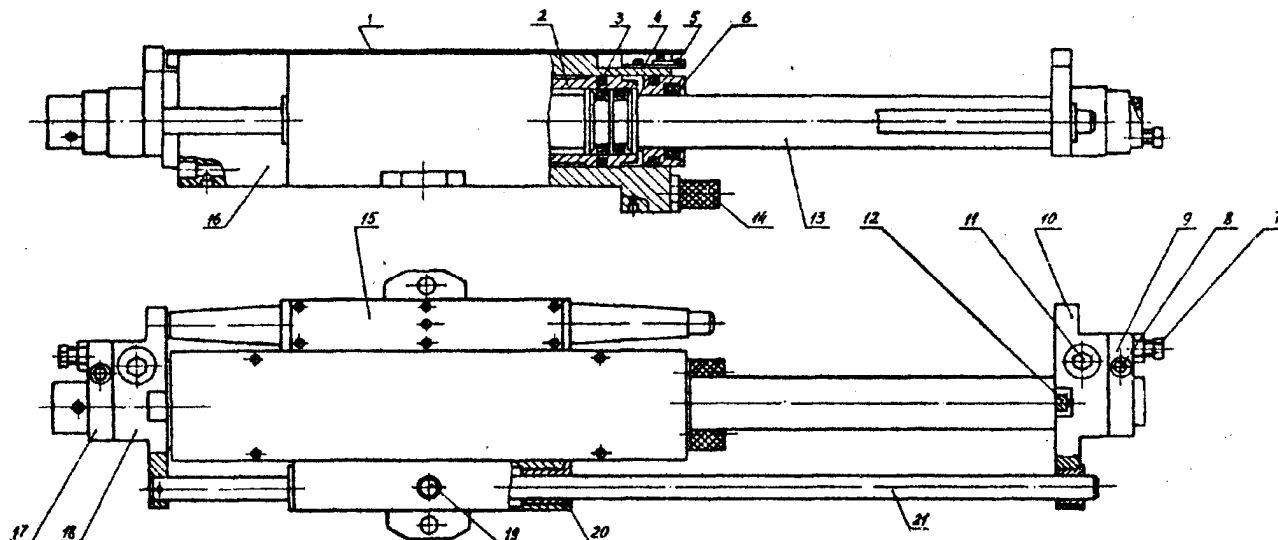
Під кришкою 1 розташовані КЕМи 5 та провoda, які надходять до них, а на основних упорах 10 і 13 встановлені магніти 12. Якщо подається повітря, відбувається переміщення штока—поршня 13 разом з напрямними 21 і упорами 9. Тоді упор 10 наводить на амортизатор, вдавлює шток амортизатора 15 до упора. Одночасно магніт 12 підходить до КЕМа 5, який спрацьовує, видає сигнал про виконання команди. Регулювання руки зводиться до установки упорів 9, 10, 17 і 18 необхідної величини видвигання штоку, для чого:

- послабте затягнені гвинти 8 та 11 до вільного переміщення упорів 9 та 10;

- висуньте шток на потрібну величину;

- перемістіть упори 9 та 10 до упора, вибрав хід штока амортизатора;

- затягніть гвинт 8 упора 9 і мікрогвинтом 7 установіть потрібне точне положення упора 10;



1 - кришка; 2 - гільза; 3 - кільце гумове; 4 - скоба; 5 - магнітокеруємий контакт (КЗМ); 6 - манжега;  
 7 - мікрогвинт; 8, 11 гвинт; 9, 17 - упор регулювальний; 10, 18 - упор; 12 - магніт; 13 - шток; 14 - з'єднання пряме кінцеве;  
 15 - амортизатор; 16 - корпус; 19 - маслянка; 20 - втулка; 21 - напрямна.

Рисунок 2.7 - Рука

- затягніть гвинт 11 упора 10 після неодноразової перевірки відрегульованого положення.

Аналогічно виконується установка іншої пари упорів 17 та 18.

Для настроювання КЕМів:

- висуňte шток з упором 10, вибрав хід штока амортизатора 15, до упора установіть переміщенням скоби 4 і КЕМа 5 у положення, при якому він закріпить скобу 4 гвинтами.

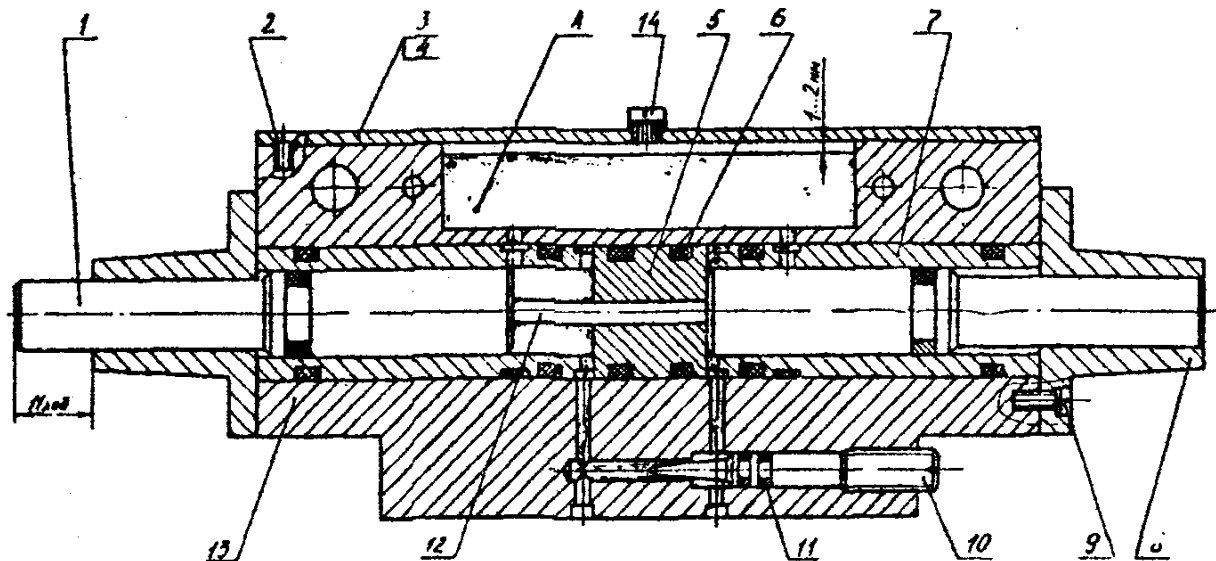
Аналогічно виконайте установку спрацювання іншого КЕМа.

### 2.2.8 Амортизатор руки

Амортизатор руки (рис. 2.8) призначений для забезпечення плавного гальмування рухомих елементів руки при виході на упор. Амортизатор складається з корпусу 13, в якому встановлені два притертих додатково ущільнених гумовими кільцями штока 1, з регулювальної голки 10, притертого стержня 12, втулок 5 та 7, ущільнених кільцями 6 і фланців 8. Під кришкою 3 розташований заповнений маслом підживлюючий резервуар А.

При переміщенні штока 1 спочатку відбувається перекриття отвору, який з'єднує підживлюючий резервуар з штоковою порожниною, а потім відсічений об'єм масла по каналу, задрозельованому голкою 10, передавлюється в протилежну штокову порожнину, яка утворюється при висуванні протилежного штока 1. При повному вдавлюванні штока 1 відбувається перекачка масла в протилежну порожнину, повне висування протилежного штока 1 і з'єднання, яке утворило штокову порожнину з підживлюючим резервуаром А.

Наявність підживлюючого резервуара дозволяє компенсувати можливі витікання масла і забезпечує надійну працю амортизатора.

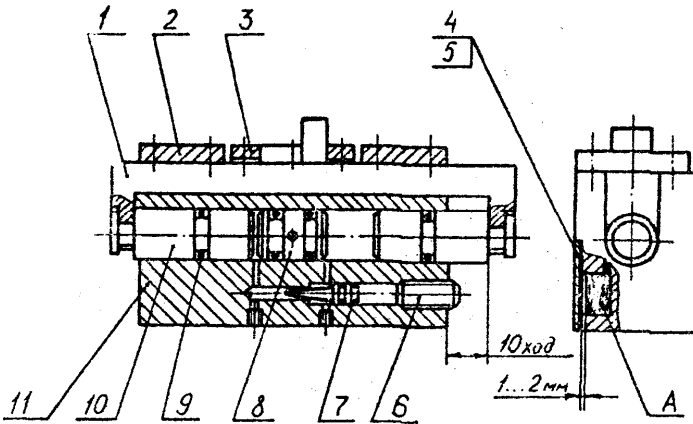


1 - шток; 2 - гвинт; 3 - кришка; 4 - прокладка; 5 - втулка; 6 - кільце гумове; 7 - втулка; 8 - фланець; 9 - гвинт; 10 - голка; 11 - кільце гумове; 12 - стержень; 13 - корпус; 14 - гвинт.

Рисунок 2.8 - Амортизатор руки

### 2.2.9 Амортизатор повороту

Амортизатор повороту (рис. 2.9) призначений для забезпечення плавного гальмування поворотних елементів механізму повороту і руки. Амортизатор повороту за виконанням, працею та експлуатацією важливів аналогічен амортизатору руки (п. 2.2.8). Різниця тільки в тому, що штоки пов'язані між собою скобою 1, яка має виступ, котрий при повороті руки взаємодіє з упорами.



1 - скоба; 2 - пластина; 3 - накладка; 4 - кришка; 5 - прокладка; 6 - голка;  
7, 9 - кільце гумове; 8 - пробка; 10 - шток; 11 - корпус

Рисунок 2.9 - Амортизатор повороту.

### 2.2.10 Захват

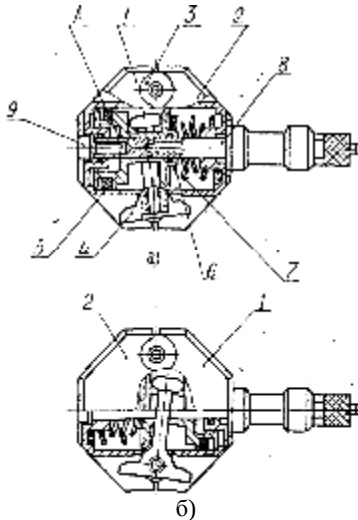
Маніпулятор комплектується одним універсальним захватом (рис. 2.10), який призначений для зажиму і утримання деталей (заготовки) з внутрішньої або зовнішньої поверхні. Конструкція захвату дозволяє компонувати його в двох виконаннях:

- для затиску деталей по внутрішній поверхні (рис. 2.10 а);
- для затиску деталей по зовнішній поверхні (рис. 2.10 б).

Захват складається з корпусів 1, 2, між якими затиснені шарикопідшипники 3, важелі 4, які взаємодіють з поршнем 5,

пружинами 6, 7 і штоком 8.

Утримання деталі (заготовки) в захваті відбувається за рахунок зусилля пружин 6,7. Відпускання заготовок відбувається при подачі повітря крізь порожній шток 8; при цьому повітря поступає під поршень 5, який однобічно ущільнений відносно штока, і далі, по гвинтовій канавці останнього, в циліндр А. Поршень 5 пересовується, стискаючи пружини 6,7 і повертає важелі 4, звільнюючи деталь (заготовку).



1,2 - корпус; 3 – шарикопідшипник; 4 - важіль; 5 - поршень; 6, 7 - пружина;  
8 - шток; 9 - гвинт.

Рисунок 2.10 – Захват.

### **З КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ**

1. Опишіть настроювання переміщень руки робота.
2. Як регулюється швидкість переміщення ланцюгів?
3. Характеристики способів демпфування переміщень ланцюгів.
4. Призначення магнітокеруючих контактів (КЕМів).

5. Як регулюються вузли повороту руки?
6. Принцип роботи та переналадки захвату.

#### **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. Дільниця, яка обслуговується роботом, має бути огорожена. У проході повинна висіти табличка, яка забороняє вхід до дільниці стороннім особам.
6. Пристрій ЩПУ-6030 повинен знаходитись поза зоною дії руху маніпулятора і мати зручний доступ.
7. Маніпулятор МП-9С і пристрій ЩПУ-6030 повинні бути заземлені.
8. Важелі упорів всіх ступенів рухомості мають бути надійно затягнуті, а регулюючі важелі законтрені.
9. КЕМи повинні бути налагоджені і надійно закріплені.
10. Амортизатори - залиті індустриальним маслом И-20А ГОСТ 20799-75 і відрегульовані.
11. Поверхні, що труться, повинні бути змащені змазкою ЦИАТИМ 221 ГОСТ 9433-80.
12. Забороняється проводити змащування поверхні, що труться, під час роботи маніпулятора МП-9С.
13. Забороняється залучення до роботи з роботом осіб, які не пройшли інструктаж з техніки безпеки і навчання в обсязі наступної роботи з роботом.
14. При перших ознаках несправності та некерованості робота слід негайно зупинити роботу натисненням червоної кнопки

«Аварийная остановка», розміщеною зверху пристрою ЕЦПУ-6030.

## **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 (А1-А6) і устрій приводу.
3. Проаналізувати особливості здійсненню переміщень по орієнтуючим вісям рухливості (А4-А6).
4. Намалювати ескізи основних вузлів маніпулятора - руки, кисті, резольвера, хвилястого редуктора.
5. Звіт по роботі.

## **6 ЗМІСТ ЗВІТУ**

1. Тема та мета роботи.
2. Методика проведення роботи
3. По вказівці викладача виконуються особисті креслення вузлів робота, та способи їх налагодження та програмування.
4. Вказуються результати вимірювань.
5. Висновки по роботі.

## **РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

1. Техническое описание и инструкция по эксплуатации робота МП-9С, Волжский автомобильный завод им. 50-летия СССР.
2. Тимченко А.В., Сухомлин А.А. Роботизация сварочного производства. – К.: Техника, 1988. – 175 с.
3. Козырев Ю. Г. Промышленные роботы. Справочник 2-е изд.,

перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1988. – 392 с.

4. Сварочные роботы // В. Геттерт, Г. Герден, Х. Гюттер и др.; Под ред. Г. Гердена; Пер. с нем. Г.Н. Клебанова, Д.Г. Тесменицкого. - М.: Машиностроение, 1988. - 288 с.

5. Асфаль Р. Роботы и автоматизация производства: Пер. с англ. - М.:Машиностроение,1989.-448 с.

6. Механика промышленных роботов: Учебное пособие для вузов : в 3 кн. // Под ред. К.В. Фролова, Е.И. Воробьева. Кн.1: Кинематика и динамика // Е.И. Воробьев, С.А. Попов, Г.И. Шевелева. - М.: Высш.шк.1988.-304 с. Кн.2: Расчет и проектирование механизмов // Е.И. Воробьев, О.Д. Егоров, С.А. Попов. - М.: Высш. шк., 1988. - 367 с. Кн.3: Основы конструирования // Е.И. Воробьев, А.В. Бабич, К.П. Жуков и др. - М.: Высш.шк., 1989. - 383 с.

7. Фу К., Гонсалес Р. Ли К. Робототехника: пер. с англ. - М.: Мир, 1989. - 624 с.