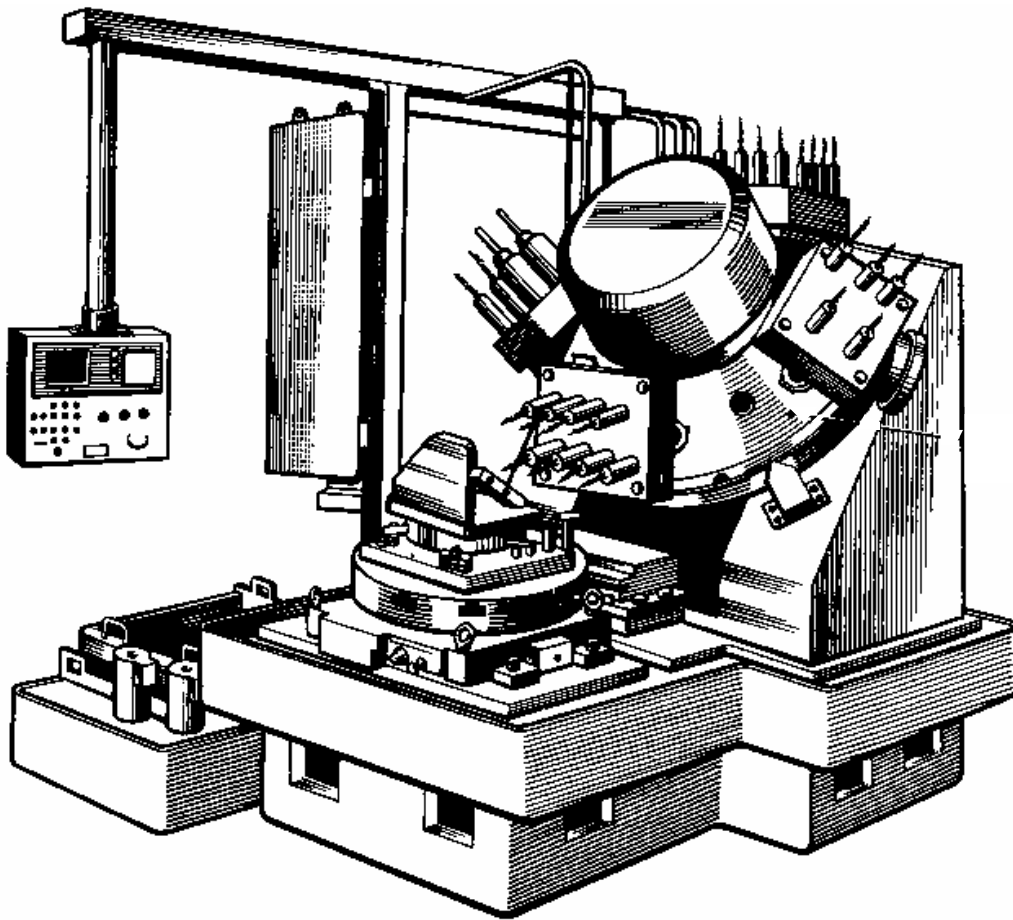


І.В. Севост'янов

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА ОБСЛУГОВУВАННЯ МАШИН



Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

І. В. Севостьянов

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА ОБСЛУГОВУВАННЯ МАШИН

Лабораторний практикум.

Затверджено Вченою радою Вінницького національного технічного університету як лабораторний практикум для студентів напряму підготовки 0902 – “Інженерна механіка” та спеціальності інженерії 7.090203 – “Металорізальні верстати та системи”. Протокол №4 від 27 листопада 2003 р.

Вінниця ВНТУ 2004

УДК 621 9.06-52
С 28

Р е ц е н з е н т и:

В.А.Огородніков, доктор технічних наук

І.О.Сивак, доктор технічних наук

П.С.Берник, доктор технічних наук

Рекомендовано до видання Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України

І.В.Севост'янов

С 28 **Експлуатація та обслуговування машин.** Лабораторний практикум – Вінниця: ВНТУ, 2004. – 88 с.

В посібнику розглядаються заходи з підготовки до використання та використання агрегатних верстатів і їх силових вузлів, токарних автоматів і напівавтоматів, безцентрових круглошліфувальних автоматів (в тому числі заходи з налагодження їх вузлів, а також балансування та правки абразивних кругів), стругальних верстатів, насосних станцій з послідовним і паралельним з'єднанням насосів, інерційних вібропрес-молотів з гідроімпульсним приводом. У додатку наведена методика виконання індивідуального завдання з планування технічного обслуговування і ремонту механообробного обладнання.

УДК 621 9.06-52

© І.Севост'янов, 2004

Зміст

Вступ.....	6
Лабораторна робота №1. Підготовка агрегатних верстатів до експлуатації.....	7
1.1. Теоретичні відомості.....	7
1.1.1. Основні заходи з монтажу агрегатних верстатів та автоматичних ліній.....	7
1.1.2. Загальна послідовність введення агрегатного верстата в експлуатаційний режим.....	9
1.2. Хід роботи.....	11
1.3. Зміст звіту.....	12
1.4. Контрольні запитання.....	12
Лабораторна робота №2. Експлуатація силових самодіючих плоскокулачкових головок агрегатних верстатів.....	14
2.1. Теоретичні відомості.....	14
2.1.1. Призначення та кінематика силових головок.....	14
2.1.2. Налагодження силових головок.....	15
2.2. Хід роботи.....	16
2.3. Зміст звіту.....	16
2.4. Контрольні запитання.....	16
Лабораторна робота №3. Експлуатація електромеханічних силових самодіючих столів агрегатних верстатів.....	18
3.1. Теоретичні відомості.....	18
3.1.1. Призначення та кінематика силових столів.....	18
3.1.2. Налагодження та експлуатація силових столів.....	18
3.2. Хід роботи.....	20
3.3. Зміст звіту.....	20
3.4. Контрольні запитання.....	20
Лабораторна робота №4. Експлуатація фрезерних бабок агрегатних верстатів.....	22
4.1. Теоретичні відомості.....	22
4.2. Хід роботи.....	24
4.3. Зміст звіту.....	25
4.4. Контрольні запитання.....	25
Лабораторна робота №5. Загальна послідовність підготовки до експлуатації та регулювання вузлів токарних автоматів та напівавтоматів.....	26
5.1. Теоретичні відомості.....	26
5.1.1. Загальна послідовність введення токарних автоматів та напівавтоматів у експлуатаційний режим.....	26
5.1.2. Регулювання вузлів токарних автоматів та напівавтоматів.....	28
5.2. Хід роботи.....	30
5.3. Зміст звіту.....	31
5.4. Контрольні запитання.....	31

Лабораторна робота №6. Експлуатація одношпindelних фасонно-відрізнних токарних автоматів.....	32
6.1. Теоретичні відомості.....	32
6.1.1. Призначення та кінематика фасонно-відрізнних автоматів....	32
6.1.2. Налагодження фасонно-відрізнних автоматів.....	33
6.2. Хід роботи.....	34
6.3. Зміст звіту.....	36
6.4. Контрольні запитання.....	36
Лабораторна робота №7. Експлуатація одношпindelних токарних багаторізнцевих напівавтоматів.....	37
7.1. Теоретичні відомості.....	37
7.2. Хід роботи.....	42
7.3. Зміст звіту.....	42
7.4. Контрольні запитання.....	42
Лабораторна робота №8. Експлуатація безцентрових круглошліфувальних автоматів.....	43
8.1. Теоретичні відомості.....	43
8.1.1. Технологічні особливості процесів безцентрового круглого шліфування.....	43
8.1.2. Налагодження безцентрового круглошліфувального автомата.....	45
8.1.3. Балансування та правка абразивних кругів.....	48
8.2. Хід роботи.....	55
8.3. Зміст звіту.....	57
8.4. Контрольні запитання.....	57
Лабораторна робота №9. Експлуатація поперечно-стругальних верстатів.....	58
9.1. Теоретичні відомості.....	58
9.1.1. Пристрої, що розширюють технологічні можливості поперечно-стругальних верстатів.....	58
9.1.2. Пристрої для закріплення заготовок та інструмента на поперечно-стругальних верстатах.....	60
9.2. Хід роботи.....	62
9.3. Зміст звіту.....	63
9.4. Контрольні запитання.....	63
Лабораторна робота №10. Експлуатація насосів. Автоматизація насосної станції.....	64
10.1. Теоретичні відомості.....	64
10.2. Хід роботи.....	70
10.3. Зміст звіту.....	71
10.4. Контрольні запитання.....	71
Лабораторна робота №11. Експлуатація інерційних вібропрес-молотів з гідроімпульсним приводом.....	73
11.1. Теоретичні відомості.....	73

11.2. Хід роботи.....	77
11.3. Зміст звіту.....	77
11.4. Контрольні запитання.....	77
Література.....	78
Додаток. Методика виконання індивідуального завдання з планування технічного обслуговування і ремонту механообробного обладнання.....	79

Вступ

Навчальний посібник призначений для студентів напряму підготовки „Інженерна механіка”, спеціальностей 7.090202 – „Технологія машинобудування” та 7.090203 – „Металорізальні верстати та системи” денної та заочної форм навчання. Зміст посібника відповідає плану і програмі лабораторних занять з дисципліни „Експлуатація та обслуговування машин”. Він може служити методичним керівництвом під час теоретичної підготовки до занять, а також при виконанні їх практичної частини. В матеріалах до кожної лабораторної роботи міститься її мета, вказуються обладнання та інструменти, що використовуються при виконанні експериментів та перевірок, наводяться основні теоретичні відомості щодо обладнання, яке вивчається, детально описується хід роботи, наводяться зміст звіту і контрольні запитання.

Загальною задачею, яка ставиться перед студентами при виконанні лабораторного практикуму з дисципліни „Експлуатація та обслуговування машин” є теоретичне та практичне вивчення норм, положень, заходів, вимог та рекомендацій з підготовки до експлуатації та експлуатації машин конкретного технологічного призначення, а також їх вузлів, агрегатів та оснащення, включаючи основні схеми налагодження, методики розрахунку параметрів настроювання, способи регулювання та послідовність виконання операцій обслуговування.

В посібнику розглядаються заходи з підготовки до використання та використання агрегатних верстатів і їх силових вузлів (самодіючих плоскокулачкових головок, електромеханічних самодіючих столів, фрезерних бабок), токарних автоматів і напівавтоматів (зокрема одношпиндельних фасонно-відрізних та багаторізцевих), безцентрових круглошліфувальних автоматів (в тому числі заходи з налагодження їх вузлів, а також балансування та правки абразивних кругів), стругальних верстатів (пристрої, що розширюють їх технологічні можливості та пристрої для закріплення заготовок і інструментів), насосних станцій з послідовним і паралельним з'єднанням насосів, інерційних вібропрес-молотів з гідроімпульсним приводом.

У додатку наведена методика виконання індивідуального завдання з планування технічного обслуговування і ремонту механообробного обладнання.

Лабораторна робота №1

Підготовка агрегатних верстатів до експлуатації

Мета роботи: ознайомитись з послідовністю введення агрегатних верстатів у експлуатаційний режим; засвоїти методику та отримати навички практичного виконання основних операцій з підготовки верстата до експлуатації.

Обладнання, пристрої, інструменти: фрезерний широкоуніверсальний верстат з ЧПК мод. 6A76ПФ2, зразкова оправка з контрольною лінійкою, магнітний стояк, індикатор годинникового типу, шляховий перемикач, щуп для вимірювання зазору в напрямних, манометр, термометр, лінійка, секундомір, гайкові ключі, викрутка, кондукторна втулка.

1.1. Теоретичні відомості

1.1.1. Основні заходи з монтажу агрегатних верстатів та автоматичних ліній

Агрегатні верстати і автоматичні лінії на їх основі компонуються зі спеціальних та уніфікованих деталей та вузлів (рис.1.1, 1.2) [7].

Після транспортування та монтажу нових агрегатних верстатів або після ремонту верстатів, що вже експлуатувались, необхідно перевірити точність взаємного розташування їх вузлів та деталей (станин, пристроїв і силових вузлів) [9]. Схеми і методи перевірки геометричної точності машин, в тому числі і агрегатних верстатів, регламентуються стандартами та наводяться у паспортній документації до машини [9].

В якості прикладу на рис. 1.3 наведена схема перевірки неперпендикулярності осі шпинделя фрезерної бабки агрегатного верстата до напрямних силового столу [9]. Для перевірки у отвір шпинделя бабки 3 встановлюють зразкову циліндричну оправку із закріпленою на її торці контрольною лінійкою 5. На лінійці встановлюється магнітний стояк з індикатором 4 годинникового типу, вимірювальний штифт якого торкається бокової поверхні напрямних столу 1 і є перпендикулярним до них. Повзун столу 2 разом із фрезерною бабкою переміщується на довжину 300 мм, при цьому за шкалою індикатора визначається максимальне відхилення стрілки. Далі повзун повертається у вихідне положення, а оправка з лінійкою, стояком та індикатором повертаються навколо осі оправки на 180°. Повзун переміщується у протилежний бік на 300 мм, за шкалою індикатора фіксується максимальне відхилення стрілки. Найбільше з двох отриманих відхилень стрілки індикатора і буде фактичним відхиленням від перпендикулярності.

Якщо змонтований агрегатний верстат входить до складу автоматичної лінії [14], що додатково включає технологічне обладнання іншого призначення, а також підйомно-транспортні пристрої (автооператори, промислові роботи, тактові столи, конвеєри, транспортери, пристосування-супутники), то після установки всього обладнання та пристроїв лінії необхідно перевірити точність їх взаємного розташування.

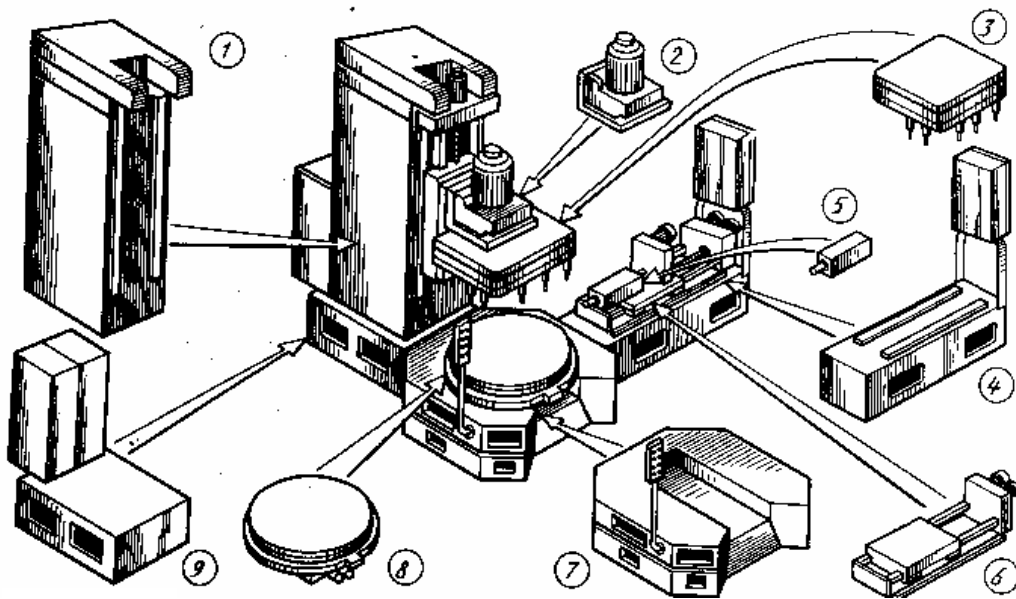


Рис. 1.1. Варіант компонування агрегатного верстата: 1- стоек; 2 - силова бабка; 3 - багатошпindelна коробка; 4 - бокова станина; 5 - одношпindelна розточувальна бабка; 6 - самодіючий силовий стіл; 7 - центральна станина з пультом; 8 - поворотний ділительний стіл; 9 - станина - підставка

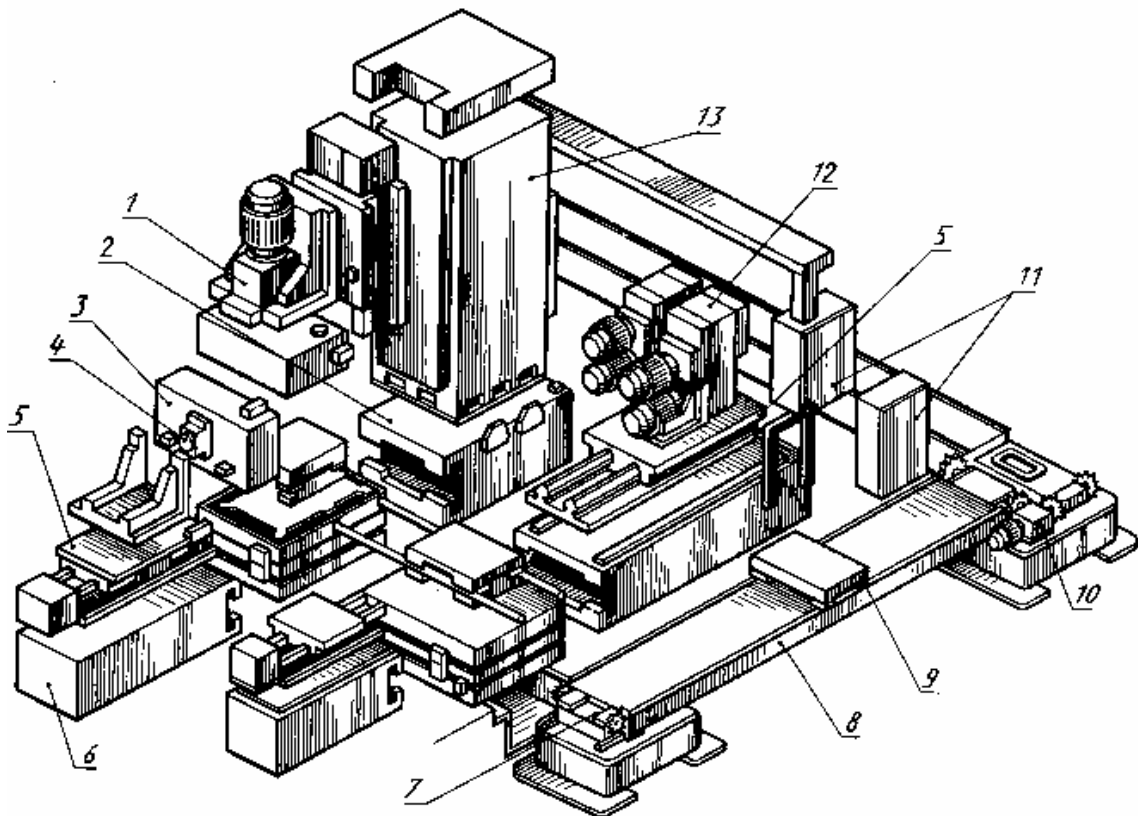


Рис. 1.2. Компонування автоматичної лінії: 1 - силова бабка; 2 - станина-підставка; 3 - багатошпindelна коробка; 4 - приводна головка; 5 - силовий стіл; 6 - бокова станина; 7 - натяжний пристрій конвеєра; 8 - конвеєр; 9 - пристосування-супутник; 10 - редуктор конвеєра; 11 - електрошафа; 12 - агрегатні головки; 13 - стоек

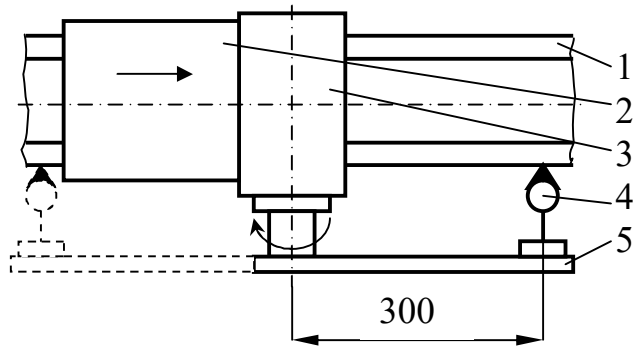


Рис. 1.3. Схема перевірки неперпендикулярності осі шпинделя фрезерної бабки до напрямних силового столу: 1 – стіл; 2 – повзун столу; 3 – фрезерна бабка; 4 – індикатор; 5 - лінійка

електричні, гідравлічні та пневматичні упори – планки, кронштейни, важелі, - що натискають на штовхачі шляхових перемикачів (в електромеханічних приводах), на золотники гідро- і пневморозподільників (в гідравлічних і пневматичних приводах) і забезпечують подачу відповідних команд на зміну режиму механічної обробки або початок нового переходу циклу роботи верстата.

Після цього верстат вмикається в роботу у автоматичному режимі. Проводиться його обкатка без інструмента протягом 5 – 10 хв, під час якої контролюється правильність виконання всіх переходів циклу обробки. При необхідності положення упорів регулюється.

Етап 2. Обкатка верстата в ручному режимі

На даному етапі обкатки без ріжучого інструмента робочий цикл обробки відтворюється наладчиком в ручному режимі керування верстатом з центрального або дистанційного пульта. Як і на попередньому етапі, протягом 5 – 10 хв перевіряється правильність виконання команд, точність відтворення заданих у карті налагодження величин ходів та швидкостей переміщення виконавчих елементів верстата (контролюються за допомогою секундоміра і лінійки).

Необхідно переконатись у відсутності витікань робочої рідини через ущільнення штоків гідроциліндрів, з'єднання трубопроводів, стики гідропанелей, фланці, кришки, маслопоказчики і якщо потрібно – здійснити їх додаткову герметизацію [8, 10].

При рівномірних переміщеннях виконавчих елементів гідропривода верстата коливання тиску в системі на всій довжині ходу не повинні перевищувати 0,3 - 0,7 МПа [9].

На поверхнях напрямних базових вузлів повинна бути відчутною масляна плівка, яка запобігає ривкам виконавчих елементів при початку переміщення їх з місця і при перемиканнях з робочої на прискорену подачу.

1.1.2. Загальна послідовність введення агрегатного верстата в експлуатаційний режим

Весь процес підготовки агрегатного верстата до експлуатації містить чотири основні етапи [9].

Етап 1. Попередня обкатка верстата в автоматичному режимі

Перед обкаткою, згідно із картою налагодження, на стояку, станинах, столах і інших базових вузлах верстата закріплюють

Температура підшипників приводів верстата після обкатки не повинна перевищувати 50 °С.

Перевіряється фактична величина зазору в напрямних силових вузлів, оптимальна величина якого для агрегатних верстатів дорівнює 0,04 мм. Зазор вимірюється за допомогою щупа товщиною 0,04 мм, який повинен закусуватись між поверхнею напрямних та встановлювальною поверхнею виконавчого елемента на довжину до 30 мм. На рис. 1.4 представлені схеми регулювання зазору в напрямних, який залежно від їх конструкції змінюється шляхом переміщення клина 1 при обертанні гвинта 2 (див. рис.1.4, а) або шляхом затягування чи послаблення болта 4 кріплення притискної планки 3 (див. рис. 1.4, б).

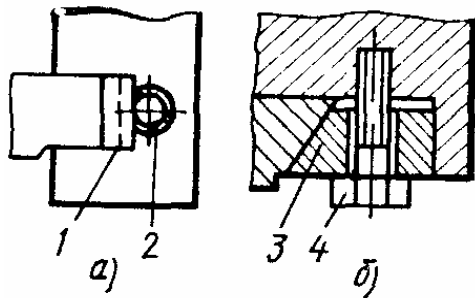


Рис. 1.4. Схеми регулювання зазору в напрямних: 1 – клин; 2 – гвинт; 3 – притискна планка; 4 – кріпильний болт

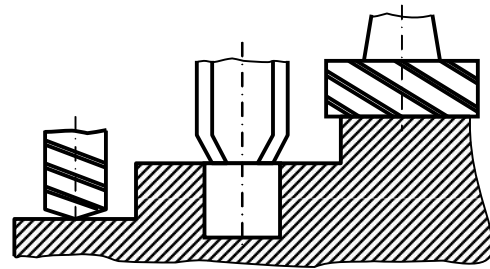


Рис. 1.5. Схема настроювання вильоту інструментів, що обробляють різні поверхні одної заготовки

Етап 3. Установлення та перевірка ріжучого інструмента

В шпинделях або тримачах встановлюється та закріплюється необхідний для обробки ріжучий інструмент.

Якщо оброблювані поверхні заготовки розташовуються на різній висоті відносно її базової горизонтальної поверхні (рис. 1.5) необхідно відрегулювати виліт інструментів таким чином, щоб їх вершини при підведенні торкнулись вказаних поверхонь одночасно (виконання даної вимоги сприяє підвищенню продуктивності обробки [1]).

У випадках коли під час обробки необхідно застосовувати кондукторні плити або втулки, що забезпечують додаткове направлення інструмента і запобігають його уведенню [12] (рис. 1.6), - обов'язковою є перевірка

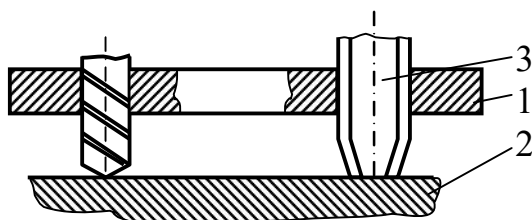


Рис. 1.6. Використання кондукторної плити (1) при обробці заготовки (2) осьовим інструментом (3)

точності їх установки на базових вузлах. При проходженні інструмента скрізь отвори кондукторів він не повинен заклинюватись або затримуватись.

Після завершення установлення інструмента верстат запускають в роботу у автоматичному режимі на холостих ходах і після 10-ти хвилинної обкатки перевіряють надійність кріплення, відсутність перекосів, заїдань і пе-

регрівів інструмента.

Етап 4. Остаточна обкатка верстата з установленим різьбонарізним інструментом

Перед початком остаточної 30-ти хвилинної обкатки згідно із картою налагодження установлюють упори „Вихідне положення” та „Реверс”, а також блокувальні упори в лічильному механізмі, необхідні для автоматизованої обробки різьбонарізним інструментом. Наприклад, упор „Вихідне положення” визначає точку початку і закінчення робочого циклу переміщення інструмента. При підході виконавчого елемента верстата до упору „Реверс” подається команда на зміну напрямку обертання інструмента і завершення етапу різьбонарізання [9]. Блокувальні упори захищають привод верстата від поломок при перевантаженнях під час обробки, а також при взаємодії інструмента з передбачуваною або з непередбачуваною жорсткою перешкодою. У таких випадках упор спрацьовує і відключає електродвигун привода від електроживлення. При цьому від моменту спрацьовування системи захисту до повної зупинки, шпинделі верстата повинні зробити не більше 1 – 2 повних обертів.

Для гідравлічного або пневматичного привода різьбонарізного вузла необхідно відрегулювати швидкість ходів виконавчих елементів, положення упорів та пристрій гальмування вузла при підході до граничних положень.

Під час обкатки різьбонарізного вузла згідно із циклом перевірити надійність перемикачів, роботу змащувального насоса, безвідмовність подачі мастила до інструмента.

1.2. Хід роботи

1. Ознайомитись із призначенням агрегатних верстатів та автоматичних ліній, їх компонованням, заходами з монтажу та перевірки точності взаємного розташування деталей та вузлів. Вивчити загальну послідовність введення агрегатного верстата в експлуатаційний режим, заходи з перевірки верстата.

2. За схемою на рис. 1.3 та наведеною у розд. 1.1.1 методикою, з використанням зразкової оправки, контрольної лінійки, магнітного стояка та індикатора годинникового типу перевірити неперпендикулярність осі шпинделя фрезерного широкоуніверсального верстата з ЧПК мод. 6A76ПФ2 та напрямних його столу.

3. У визначених положеннях, згідно із картою налагодження, виданою викладачем, установити шляхові перемикачі (електричні упори), що обмежують переміщення столу верстата і обкатати останній протягом 5 – 10 хв в автоматичному режимі. Під час обкатки переконатись у безвідмовній роботі столу та надійності спрацьовуванні перемикачів.

4. За допомогою секундоміра і лінійки перевірити відповідність заданих у карті налагодження та фактичних швидкості та величини переміщення столу верстата.

5. Проконтролювати щупом оптимальність зазору у напрямних столу верстата, при необхідності відрегулювати зазор.

6. В шпинделі верстата за допомогою перехідників установити ріжучий інструмент - свердло, а на столі у положенні визначеному картою налагодження закріпити кондуктор. Перевірити правильність установлення інструмента та кондуктора. При необхідності відкоригувати її.

1.3. Зміст звіту

Навести послідовність проведених перевірок та отримані кількісні дані. За результатами перевірок зробити висновки.

1.4. Контрольні запитання

1. Що називають агрегатним верстатом та автоматичною лінією?
2. Які основні уніфіковані вузли входять до їх складу?
3. Які умови та вимоги повинні бути дотримані під час їх монтажу?
4. За допомогою яких інструментів та пристосувань проводиться перевірка точності взаємного розташування вузлів агрегатного верстата?
5. Яка послідовність перевірки неперпендикулярності осі шпинделя до напрямних столу агрегатного верстата?
6. Які етапи містить послідовність введення агрегатного верстата в експлуатаційний режим, який їх основний зміст?
7. Що таке електричні, гідравлічні та пневматичні упори, де і як вони встановлюються?
8. Як перевірити зазор в напрямних силових вузлів агрегатних верстатів?
9. Як перевірити робочу температуру підшипників шпинделя верстата, які вимоги під час її перевірки повинні бути дотримані?
10. Якими є вимоги нормальної роботи гідросистеми верстата?
11. Як перевіряється фактичне значення величини переміщення і подачі столу верстата?
12. Для чого на поверхні напрямних станини верстата наноситься масляна плівка?
13. Для чого служать кондукторні втулки та плити? Як їх правильно установити?
14. Як вивіряється положення інструмента відносно поверхонь заготовки, розташованих на різній висоті, відносно її базової поверхні?
15. Які вимоги повинні бути дотримані під час і після обкатки верстата разом з установленим інструментом?
16. Яке призначення упорів „Вихідне положення” та „Реверс”, а також блокувальних упорів в лічильному механізмі? Які основні вимоги їх нормального спрацьовування?

ртальний момент і дають можливість зміщуватись в осьовому напрямку.

З піноллю пов'язаний кронштейн і штанга з кулачками 6, що натискають на штовхачі мікроперемикачів 5. Від мікроперемикачів подаються команди електродвигуну головки на зміну режиму роботи (перемикання з режиму швидкого підведення на режим робочої подачі – див. табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Типові цикли роботи силової плоскокулачкової головки

Схеми циклів	Номер та найменування циклу
	I. Свердління, зенкерування, розвертування, обточування, розточування
	II. Різьбонарізання
	III. Фрезерування
	IV. Обробка з перебігом
	V. Глибоке свердління

В табл. 2.1 застосовані такі скорочення: ШП – швидке підведення; ШВ – швидке відведення; РП – робоча подача; РВ – робоче відведення; ВП – вихідне положення.

Запобіжна кулькова муфта 2, виконана разом із черв'ячним колесом 3, призначена для захисту привода від поломок при перевантаженнях (недопустимому збільшенні обертального моменту на пінолі в процесі обробки, зіткненні пінолі з жорсткою перешкодою). В подібних випадках обертальний момент збільшується і на вертикальному валу з черв'ячним колесом, кульки 4 запобіжної муфти (рис. 2.2), що розташовані в розточках по колу черв'ячного колеса 1, викочуються з конічних лунок, виконаних на верхній поверхні втулки 2, внаслідок чого колесо починає провертатись на маточині втулки, на якій воно встановлено по вільній посадці. Таким чином, обертальний момент від колеса 1 вже не передається втулці 2 – ланцюг подачі розмикається, піноль зупиняється. Кульки підтикаються до поверхонь лунок пружинами, що знаходяться в розточках колеса 1 через пальці 3. Всього в колесі виконано шість розточок, таким чином, число установлених кульок може змінюватись від 1 до 6. Разом з ним змінюється

і максимально допустимий обертальний момент на вертикальному валу і в такий спосіб здійснюється налагодження муфти.

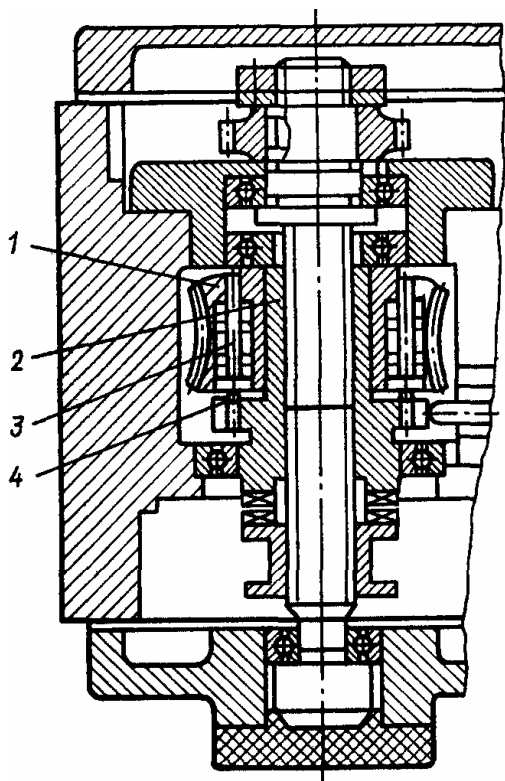


Рис. 2.2. Запобіжна кулькова муфта: 1 – черв’ячне колесо; 2 – втулка; 3 – пальці; 4 – кульки

ничих умовах в процесі експлуатації доводиться часто змінювати параметри їх налаштування.

Спочатку налагоджується ланцюг головного руху, рівняння кінематичного балансу якого має вигляд

$$n_{п} = n_{e} \cdot \frac{z_A}{z_B} \cdot \frac{z_B}{z_{Г}}$$

де $n_{п}$, n_{e} – частоти обертання пінолі 7 головки (див. рис. 2.1) та вала електродвигуна відповідно, об/хв.; z_A , z_B , z_B , $z_{Г}$ – числа зубців змінних шестерень А, Б, В, Г.

Ланцюг подачі налагоджується з допомогою змінних зубчастих коліс Д, Е, черв’яка 3 та кулачка 8. Кожний з вказаних елементів входить в уніфікований набір, з якого виходячи із заданих подачі та циклу обробки (табл. 2.1) обирають необхідні колеса, черв’як та кулачок.

Налагодження починають з вибору кулачка 8, який забезпечує робочий хід пінолі 7 в межах 3...80 мм та холостий хід (швидке підведення або відведення пінолі) – 83 мм. Робоча частина профілю кулачка виконана згі-

Ланцюг подачі можна розімкнути і примусово у будь-який момент під час обробки, за допомогою кулачкової муфти керування 1 (див. рис.2.1). При повороті кутового важеля ліворуч за схемою, кулачки верхньої півмуфти виходять із зчеплення з кулачками нижньої півмуфти – зубчастим колесом, що встановлено по посадці із зазором на одному валу з черв’ячним колесом 3 і передає обертання валу з колесами Д, Е. В результаті розчеплення кулачків, нижня півмуфта, а з нею і піноль 7 зупиняються.

Для здійснення встановлювальних переміщень корпусу головки використовують гвинт 4, який обертають за квадрат вручну за допомогою накидного ключа.

2.1.2. Налагодження силових головок

Попереднє налагодження плоскокулачкових головок здійснюється на заводі-виготовлювачі [9], однак у виробничих умовах в процесі експлуатації доводиться часто змінювати параметри їх налаштування.

дно із архімедовою спіраллю, що дозволяє отримати постійну швидкість переміщення штовхача 9, пов'язаного з піноллю. Ділянки кулачка, що відповідають холостим ходам, виконують за скріпленою дугами кола логарифмічною спіраллю для забезпечення сталості кута тиску між елементами кулачкового механізму і усунення імовірності його самогальмування. За напрямком підйому профілю кулачки можуть бути правими і лівими (останні використовують в головках з навісними пристроями, при необхідності реверсу шпинделя головки для одержання правого обертання шпинделя пристрою).

Черв'яки 3 головки можуть мати один, три або шість заходів. Однозаходні черв'яки застосовують для реалізації відносно невеликих подач (обробка сталених заготовок); тризаходні – при розвертуванні або обробці легких сплавів; шестизаходні – для виконання різьбонарізних робіт. За допомогою головки при уніфікованому налагодженні можуть нарізатись різьби з кроком 0,5...2 мм.

Ланцюг подачі пінолі силової головки настроюється згідно із таким рівнянням балансу

$$S_{\text{п}} = 0,00365 \cdot T \cdot K \cdot z_{\text{д}} / z_{\text{Е}},$$

де $S_{\text{п}}$ – подача пінолі, мм/об; T – крок архімедової спіралі профіля кулачка, мм; K – число заходів черв'яка; $z_{\text{д}}$ і $z_{\text{Е}}$ – число зубців змінних шестерень Д і Е.

2.2. Хід роботи

1. Ознайомитись з призначенням та кінематичною схемою силової самодіючої плоскокулачкової головки агрегатного верстата, послідовністю налагодження та типовими циклами її роботи.

2. Згідно із вказаним викладачем номером варіанта, за наведеними у табл. 2.2 вихідними даними – заданими видом обробки, частотою обертання ($n_{\text{п}}$) та подачею ($S_{\text{п}}$) пінолі, користуючись табл. 2.1 та рівняннями кінематичного балансу (див. розд. 2.1) визначити номер робочого циклу головки, числа зубців змінних коліс А, Б, В, Г, Д, Е, число заходів черв'яка, крок архімедової спіралі кулачка (з ряду 3, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 60, 80 мм). Номінальну частоту обертання вала електродвигуна привода головки ($n_{\text{е}}$) прийняти рівною 1500 об/хв.

2.3. Зміст звіту

Навести визначення номеру типового циклу роботи головки та розрахунки параметрів настройки її кінематичних ланцюгів.

2.4. Контрольні запитання

1. Яке призначення силових самодіючих плоскокулачкових головок?

2. По яких кінематичних ланцюгах передаються головний рух різання та рух подачі?
3. Як здійснюється налагодження запобіжної кулькової муфти?
4. Від яких параметрів залежить швидкість різання та подача при обробці з використанням силової головки?
5. За допомогою яких змінних елементів проводиться налагодження головки?

Таблиця 2.2

Вихідні дані для проведення налагодження
силової самодіючої плоскокулачкової головки

№ вар-та	Вид обробки	Швидкість різання (n_p), об/хв	Подача (S_p), мм/об; крок різьби
1	Обточування	1000	0,2
2	Розточування	800	0,3
3	Зенкерування	600	0,5
4	Розвертування	300	0,2
5	Фрезерування	200	0,2
6	Різьбонарізання	100	0,5
7	Глибоке свердління	300	0,6
8	Обточування	1200	0,2
9	Свердління	500	0,3
10	Розвертування	200	0,3
11	Зенкерування	400	0,4
12	Розточування	300	0,8
13	Різьбонарізання	500	1
14	Фрезерування	600	0,5
15	Зенкерування	800	0,8

Лабораторна робота №3

Експлуатація електромеханічних силових самодіючих столів агрегатних верстатів

Мета роботи: засвоїти кінематику електромеханічних силових самодіючих столів, послідовність їх підготовки до експлуатації, вимоги та рекомендації, що стосуються налагодження електромагнітної та запобіжної фрикційної муфт, розповсюджені можливі несправності, їх причини та способи усунення.

Обладнання, пристрої, інструменти: фрезерний широкоуніверсальний верстат з ЧПК мод. 6A76ПФ2, запобіжна фрикційна муфта, електромагнітна муфта, динамометр стиску.

3.1. Теоретичні відомості

3.1.1. Призначення та кінематика силових столів

Електромеханічні силові столи як і плоскокулачкові головки є силовими уніфікованими вузлами агрегатних верстатів [1, 9]. На столах може установлюватись інше уніфіковане та оригінальне устаткування, яке несе інструмент (фрезерні бабки, розточувальні головки) або закріплюватись оброблювані заготовки.

На рис. 3.1 наведена кінематична схема столу [9], привод якого включає електродвигуни 3 і 6 – відповідно робочої подачі і прискорених переміщень. Під час механічної обробки електродвигун 6 вимкнений, а електродвигун 3 і електромагнітна муфта 8 – ввімкнені, внаслідок чого обертальний момент передається з вала VII на вал I і ходовий гвинт 10 через пари зубчастих коліс 1, 2, 4 (змінні), 12, 9, 7 і, таким чином, стіл приводиться в рух. Якщо ж необхідно здійснити його швидкий підвід або відвід, електродвигун 3 і муфта 8 вимикаються (пара зубчастих коліс 9 виводиться із зачеплення), вмикається електродвигун 6, від якого обертання передається через пару зубчастих коліс 7 на вал I і ходовий гвинт 10.

Запобіжна фрикційна муфта 13 захищає привод столу від поломок при перевантаженнях, що можуть обумовлюватись недопустимо великим збільшенням швидкості різання (зусиллям опору переміщення столу), або взаємодією останнього із жорсткою перешкодою. В подібних ситуаціях обертальний момент на нижньому зубчастому колесі пари 12 стає більшим номінального моменту на валу IV, якому відповідає зусилля тертя між дисками фрикційної муфти, що настроюється регулюванням попереднього стиску її пружини. Диски муфти, які знаходяться на валу IV та диски, що пов'язані із з нижнім колесом пари 12, починають проковзувати один відносно одного - ланцюг робочої подачі столу розмикається.

3.1.2. Налагодження та експлуатація силових столів

Перед початком експлуатації столу необхідно переконатись, що його редуктор заповнений мастилом до оптимального рівня. При відсутності або недостатньому рівні мастила необхідно його долити. На поверхнях на-

прямних столу повинна бути відчутною масляна плівка. У випадку її відсутності потрібно декілька разів ввімкнути змащувальну станцію і перевірити, чи потрапило мастило до напрямних.

Спочатку стіл переміщують вручну за допомогою накидного ключа, насадженого на вал електродвигуна 6, при вимкнених електродвигунах і муфті 8. Далі стіл обкатується у налагоджувальному і автоматичному режимах.

Зусилля спрацьовування запобіжної фрикційної муфти 13 настраюється згідно із виконанням столу та залежно від максимально допустимої сили різання під час обробки [9]. Для його зміни необхідно зняти передню плиту 5 та кожух з вентилятора електродвигуна 3, звільнити гайку регулювання зусилля попереднього стиску пружини муфти від стопоріння на валу IV, насадити на вал електродвигуна 3 накидний ключ і, обертаючи останній та утримуючи іншим ключем регульовальну гайку, збільшити або зменшити зусилля спрацьовування муфти. Фактичне значення зусилля перевіряється динамометром стиску.

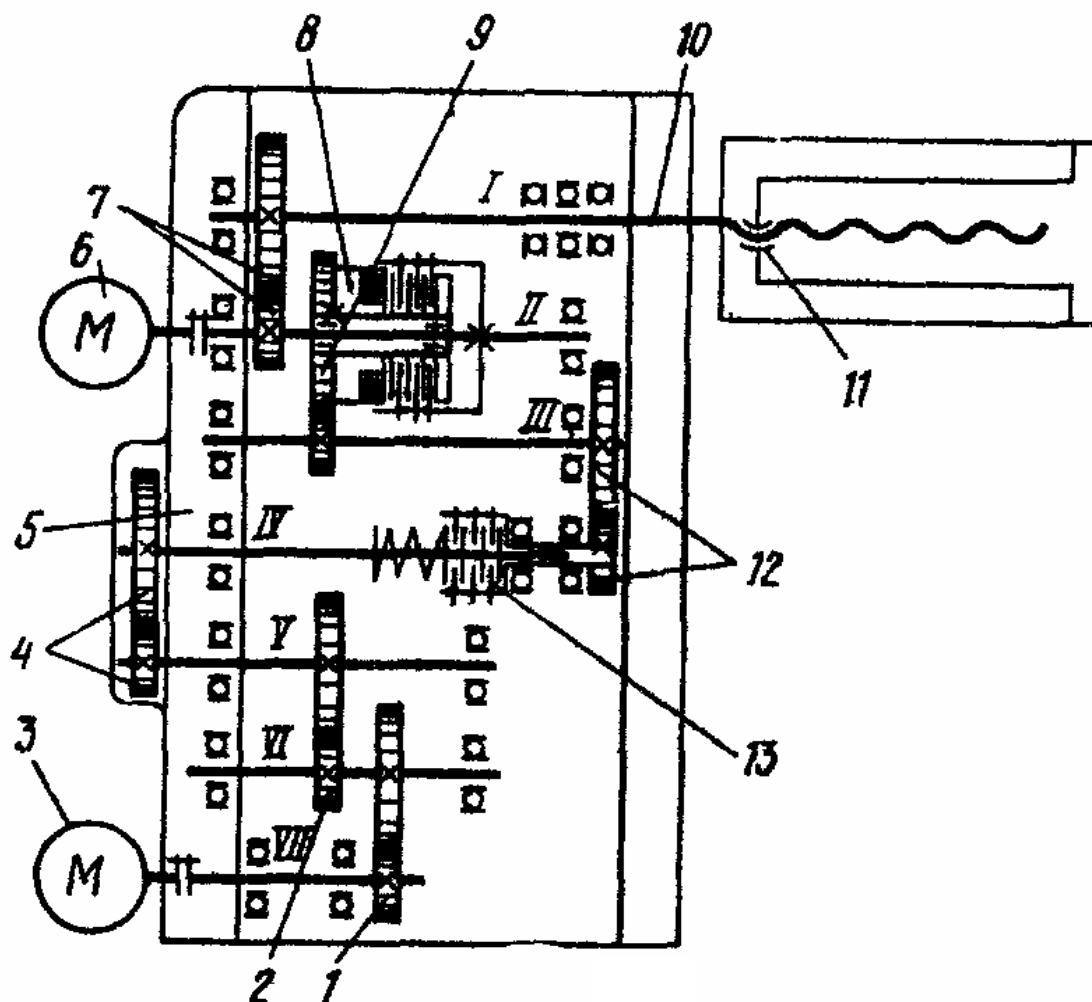


Рис. 3.1. Кінематична схема силового столу: 1, 2, 4, 7, 9, 12 – зубчасті колеса; 3, 6 – електродвигуни робочої подачі та прискорених переміщень; 5 – передня плита; 8 – електромагнітна муфта; 10, 11 – ходові вал і гайка; 13 – запобіжна фрикційна муфта

Сумарний зазор між дисками (хід якоря) електромагнітної муфти повинен відповідати ширині зубчастих вінців коліс пари 9 для забезпечення їх надійного зчеплення та розчеплення при вмиканні та вимиканні муфти. При заміні муфти спочатку встановлюється повний комплект її дисків. Далі, при необхідності збільшення зазору, один або декілька дисків вилучаються. При цьому в проміжки між дисками, що залишились, необхідно встановити пружини, для забезпечення їх надійної взаємодії.

При роботі столу на жорсткому упорі (зіткненням із жорсткою перешкодою) проковзувань дисків електромагнітної муфти не повинно бути – повинна спрацювати запобіжна фрикційна муфта.

Останньою, перед початком використання столу, перевіряється фактична потужність електродвигуна його прискорених переміщень (номінальне значення потужності залежить від виконання столу і повинно знаходитись в межах 0,35 – 1,2 кВт).

Можливі неполадки, що найбільш часто виникають під час експлуатації столу, їх причини та способи усунення [8, 9] наведені в табл. 3.1.

3.2. Хід роботи

1. Ознайомитись з призначенням, кінематикою, заходами з налагодження та експлуатації силових самодіючих столів агрегатних верстатів.

2. Вивчити найбільш розповсюджені неполадки, що можуть мати місце при експлуатації столів, їх можливі причини та способи усунення.

3. Проконтролювати рівень масла в редукторі привода подачі столу фрезерного широкоуніверсального верстата з ЧПК мод. 6A76ПФ2, провести перевірку його роботи при переміщенні вручну, у напівавтоматичному та автоматичному режимах.

4. За допомогою динамометра стиску настроїти запобіжну фрикційну муфту на задане викладачем зусилля спрацювання.

5. Встановити в електромагнітній муфті заданий викладачем зазор.

3.3. Зміст звіту

Навести описи проведених заходів з налагодження запобіжної фрикційної та електромагнітної муфт.

3.4. Контрольні запитання

1. Які основні елементи входять до складу кінематичних ланцюгів робочої і прискореної подачі електромеханічного силового столу?

2. Які основні заходи з підготовки столу до експлуатації необхідно виконати?

3. Як настроїти запобіжну фрикційну муфту на задане зусилля спрацювання?

4. Як відрегулювати зазор в електромагнітній муфті?

5. Які основні неполадки можуть мати місце при експлуатації столу?

Таблиця 3.1

Можливі неполадки, що виникають при експлуатації електромеханічних силових столів агрегатних верстатів, їх причини та способи усунення

Несправності і причини їх виникнення	Способи усунення
<p>Двигун прискорених переміщень працює з перевантаженням, часто спрацьовує електротеплове реле:</p> <ul style="list-style-type: none"> - залипають диски електромагн. муфти *; - недостатній зазор в електромаг. муфті **; - недостатній зазор в напрямних столу. 	<p>Зачистити диски муфти Відрегулювати зазор Відрегулювати зазор</p>
<p>Відсутня робоча подача:</p> <ul style="list-style-type: none"> - не вмикається двигун робочої подачі; - неправильно складена електросхема; - не працює шляховий перемикач привода робочої подачі; - не відрегульована запобіжна муфта; - не вмикається електромагнітна муфта 	<p>Викликати наладчика-електрика Перевірити роботу шляхового перемикача Відрегулювати муфту Перевірити наявність напруги на муфті при її ввімкненні: якщо муфта не вмикається при наявності напруги, - замінити її; якщо напруга відсутня, перевірити роботу електросхеми і наявність контакту між щіткою і струмоз'ємним кільцем.</p>
<p>Робоча подача переривчаста:</p> <ul style="list-style-type: none"> - не відрегульована запобіжна муфта; - муфта не відповідає своїй технічній характеристиці 	<p>Відрегулювати муфту Замінити муфту</p>
<p>Значні перебіги платформи при перемиканні з швидкої на робочу подачу і при зупинці у вихідному положенні:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в редуктор залите мастило з недопустимо високою густиною; - не вмикається електромагнітна муфта 	<p>Промити редуктор; залити мастило "Індустріальне 12" Див. дану табл. вище</p>
<p>Відсутнє прискорене підведення платформи:</p> <ul style="list-style-type: none"> - не вмикається двигун прискорених переміщень 	<p>Перевірити правильність роботи електросхеми</p>

* При обертанні вала.

** При відсутності обертання вала.

Лабораторна робота №4

Експлуатація фрезерних бабок агрегатних верстатів

Мета роботи: ознайомитись із конструкцією та кінематикою фрезерних бабок агрегатних верстатів, послідовністю їх установки та закріплення на столі верстата, заходами з регулювання елементів; отримати практичні навички перевірки точності установки фрезерної бабки та регулювання зазорів в її передній шпindelній опорі.

Обладнання, пристрої, інструменти: фрезерний широкоуніверсальний верстат з ЧПК мод. 6A76ПФ2, оснащення для регулювання радіального та осьового зазорів в передній опорі його шпинделя, магнітний стояк, індикатор годинникового типу, зразкова оправка, контрольна лінійка.

4.1. Теоретичні відомості

Фрезерні бабки є ще одним видом силових уніфікованих вузлів агрегатних верстатів [9], які застосовуються для здійснення операцій фрезерування, свердління, зенкерування, розвертування, точіння і розточування.

Спрощена конструктивна схема фрезерної бабки наведена на рис.4.1. Привод обертового руху шпинделя 1 бабки здійснюється від електродвигуна 16 через зубчасті колеса, що знаходяться на валах 18, 19, 21 (коесо 20 є змінним). Осьовий рух шпинделя забезпечується при переміщенні бабки разом із повзуном силового самодіючого столу (див. розд. 3.1), на якому вона закріплюється.

Корпус бабки встановлюється на силовому столі по двох циліндричних шпонках. При цьому повинна бути дотримана допустима непаралельність (0,04 мм на довжині 300 мм) осі шпинделя бабки до поверхні столу. Непаралельність перевіряється за допомогою зразкової оправки, встановленої в отворі шпинделя, на якій закріплюється поперечина магнітного стояка з індикатором годинникового типу; штифт індикатора дотикається і є перпендикулярним до контрольної лінійки, закріпленої на робочій поверхні столу; стіл переміщується вручну на всю довжину ходу; за шкалою індикатора визначається максимальне відхилення стрілки, яке і відповідає фактичній величині непаралельності. Далі бабка фіксується на столі болтами і гайками, після чого циліндричні штифти замінюються конічними.

Для налагодження приводу бабки застосовуються змінні колеса 20; при необхідності можна замінити і електродвигун 16.

Перед пуском бабки маслопоказчиком 6 перевіряється рівень масла в її змащувальній системі (при необхідності масло слід долити). Замінювати масло потрібно не рідше, ніж через кожні 6 місяців. З такою ж періодичністю через маслянки 5 в піноль 6 і опори шпинделя вводиться консистентне мастило.

В процесі експлуатації бабки, при зниженні точності механічної обробки необхідно перевірити фактичні значення радіального і осьового биття шпинделя 1 і відповідність їх допустимим величинам биття. У випадку

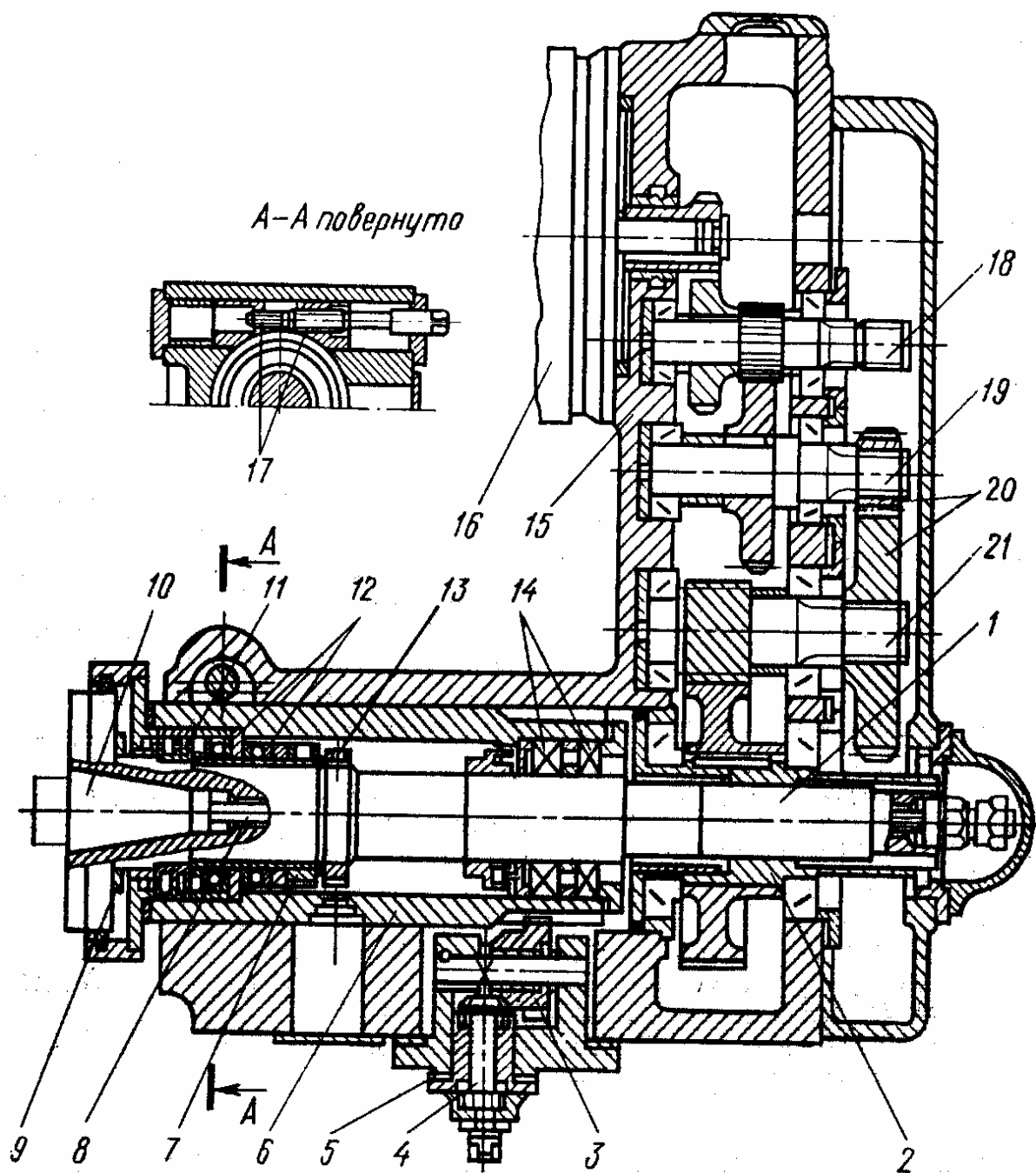


Рис. 4.1. Фрезерна бабка: 1 - шпиндель; 2 - лицева втулка; 3 - конічне колесо-черв'як; 4 - рукоятка переміщення пінолі; 5, 9 - компенсатори; 6 - піноль-рейка; 7, 13 - гайки; 8 - шомпол; 10 - оправка; 11 - дворядний роликовий підшипник; 12 - упорні підшипники; 14 - радіально-упорні підшипники; 15 - корпус; 16 - електродвигун; 17 - сухарі фіксації пінолі; 18, 19, 21 - вали; 20 - змінне зубчасте колесо

невідповідності, потрібно відрегулювати радіальний і осьовий зазор в передній опорі шпинделя.

Для зменшення радіального зазору необхідно через отвори у корпусі бабки 15 та пінолі 6 ввести довгий штифт, яким застопорити регулювальну гайку 13, а шпиндель повернути за фланець, за допомогою спеціального ключа. При цьому гайка 13, а з нею проміжне кільце та внутрішнє кільце дворядного роликового радіально-упорного підшипника 11 передньої опори зміщуються ліворуч за схемою, внаслідок чого кільце підшипника розтягується на конічній частині шпинделя, забезпечуючи вибирання радіального зазору. Осьовий зазор регулюється за допомогою гайки 7, яку слід застопорити штифтом і повертаючи ключем шпиндель, підтиснути до упорних підшипників 12.

4.2. Хід роботи

1. Вивчити призначення, конструктивну схему та кінематику фрезерних бабок агрегатних верстатів, заходи з їх установки, догляду та обслуговування, способи налагодження та регулювання.

2. Установити в отворі шпинделя фрезерного широкоуніверсального верстата з ЧПК мод. 6A76ПФ2 зразкову циліндричну оправку із закріпленою на неї поперечиною магнітного стояка з індикатором годинникового типу. На столі верстата закріпити контрольну лінійку. Вимірвальний штифт індикатора повинен дотикатись до верхньої грані лінійки і бути перпендикулярним до неї. Переміщуючи вручну стіл на всю величину поперечного ходу, зафіксувати максимальне відхилення стрілки індикатора, яке буде відповідати фактичному значенню непаралельності осі шпинделя до робочої поверхні столу. Необхідно порівняти його із допустимою величиною (10 мкм на довжині 250 мм) та зробити висновок.

3. Магнітний стояк з індикатором необхідно установити на столі фрезерного широкоуніверсального верстата, в отвір шпинделя якого вставити зразкову циліндричну оправку. Вимірвальний штифт індикатора повинен дотикатись до циліндричної поверхні оправки та бути перпендикулярним до неї (для контролю радіального биття), а в другій частині перевірки – дотикатись до торця оправки біля осі (для перевірки осьового биття). Шпиндель необхідно привести в обертання і за індикатором визначити фактичні значення биття, які порівняти із заданими допустимими (допуск радіального биття: біля торця шпинделя – 5 мкм, на відстані 150 мм від торця шпинделя – 8 мкм; допуск осьового биття – 5 мкм).

4. Використовуючи описане в розд. 4.1 спеціальне оснащення, провести регулювання радіального зазора в передній опорі шпинделя фрезерного верстата, з метою приведення радіального і осьового зазорів у вказані викладачем межі.

4.3. Зміст звіту

Навести описи, схеми, та результати перевірок та регулювань. Зробити висновки.

4.4. Контрольні запитання

1. Яке призначення фрезерних бабок агрегатних верстатів?
2. Яка послідовність установки та закріплення бабки на силовому столі?
3. Як проводиться вивірлення положення бабки на столі?
4. Як здійснюється налагодження бабки на заданий режим механічної обробки?
5. З якою періодичністю в бабці замінюється мастило?
6. Навіщо і як здійснюється регулювання бабки?
7. Як перевірити фактичну величину радіального і осьового биття шпинделя бабки?

Лабораторна робота №5

Загальна послідовність підготовки до експлуатації та регулювання вузлів токарних автоматів та напівавтоматів

Мета роботи: ознайомитись з послідовністю та методикою виконання операцій з підготовки токарних автоматів та напівавтоматів до експлуатації, а також з регулювання їх вузлів; отримати навички практичного виконання деяких з даних операцій.

Обладнання, пристрої, інструменти: токарно-гвинторізні верстати мод. 1К62, 1А616, контрольна плита, зразкова циліндрична оправка, проставочні кільця, пристрій для навантаження, набір площинно-паралельних кінцевих мір, динамометр стиску, магнітні стояки, індикатори годинникового типу, прототип шпинделя верстата, призми.

5.1. Теоретичні відомості

Більшість операцій з підготовки токарних автоматів та напівавтоматів до експлуатації, а також з регулювання їх вузлів за послідовністю та змістом є уніфікованими, незалежно від типорозміру верстата.

5.1.1. Загальна послідовність введення токарних автоматів та напівавтоматів у експлуатаційний режим

Етап 1. Підготовка до налагодження

Перед початком налагодження необхідно уважно вивчити карту налагодження та циклограму роботи верстата. Згідно із даною документацією підбираються змінні зубчасті колеса та шківни для приводу головного руху, змінні кулачки для приводу подач, кулачки, що забезпечують роботу допоміжних механізмів верстата (установлюються на розподільному валу), цанги фіксації та подачі заготовки, а також ріжучий, допоміжний та контрольний інструмент. При переналагодженні верстата, оснащення, що використовувалось раніше, знімається, протирається, змащується і здається на зберігання.

Етап 2. Настроювання частоти обертання шпинделя, розподільного вала та ходового гвинта

На верстатах з електромеханічним приводом дане настроювання здійснюється шляхом установлення змінних зубчастих коліс і шківів, що забезпечують задану швидкість обертання виконавчих елементів. В гідрофікованих верстатах настроювання здійснюється за допомогою дроселів, що регулюють витрати в системі, а з ними і швидкості.

Етап 3. Установка та регулювання затискних та подавальних пристроїв

На шпинделі пруткових верстатів установлюється затискна цанга, на шпиндель патронних – нагвинчується патрон [3]. Регулювання цанг і патронів проводиться за заготовкою, яка знаходиться у незафіксованому стані

(наприклад, в пруткових верстатах незакріплена заготовка повинна проходити крізь цангу з максимальним зусиллям 30...50 Н). Зусилля затиску цанг змінюється за допомогою кулачків, зусилля затиску патронів – регулюванням тиску в їх гідро- або пневмосистемах. На пруткових верстатах слід також установити подавальну цангу, робочий хід якої повинен бути на 2...3мм більшим довжини відрізаної деталі (це необхідно для забезпечення надійного контакту прутка і упора). Якщо виліт заготовки, закріпленої в патроні, перевищує величину трьох її діаметрів, обов'язковим є використання під час обробки заднього центру.

Етап 4. Настроювання величин ходів супортів та установка інструмента

На даному етапі на супортах верстата встановлюються та закріплюються різцеві блоки та тримачі з інструментом. Починати слід з установки інструмента, що забезпечує обробку з дотриманням максимального лінійного розміру - довжини деталі (при обробці в патроні - це правий підрізний різець, при обробці в центрах – крайні лівий і правий підрізні різці [6]). Після цього встановлюють решту інструментів для обробки торцевих та циліндричних поверхонь, а потім і інструмент для свердління, зенкерування, розвертування та різьбонарізання. Настроювання ходів супортів здійснюють установленням на розподільному валу верстата кулачків. Перевірку правильності настроювання (відповідність фактичних і заданих переміщень інструментів) перевіряють при обертанні розподільного вала вручну.

Етап 5. Настроювання інструмента та перевірка верстата в роботі

Настроювання ріжучого інструмента для роботи на верстатах може проводитись двома основними методами: за еталоном та виконанням спробних проходів та промірів [1].

Настроювання за еталоном. В якості еталону можна використати остаточно оброблену деталь. Зовнішні поверхні деталі необхідно обробити з дотриманням нижньої межі поля допуску, а внутрішні – із дотриманням верхньої межі. На пруткових верстатах еталон виставляється по відрізнаму різцю, на патронних – по базових поверхнях. Після закріплення еталону, розподільний вал повертається вручну до підведення інструментів впритул до відповідних оброблених поверхонь еталону. Якщо той чи інший інструмент не доходить до визначеного граничного положення, відповідного завершенню механічної обробки або проходить за нього, на розподільному валу верстата регулюють положення кулачка, що забезпечує подачу даного інструмента, для дотримання надійного контакту між ним та еталоном. Далі еталон знімається і при ручній подачі здійснюється спробна обробка 1 – 2 заготовок. Якщо після їх обмірювання не виявлено недопустимих відхилень фактичних розмірів від заданих, порушень установлених параметрів точності та шорсткості оброблених поверхонь – етап вважають успішно

завершеним, в інших випадках – проводиться додаткове корегування настроювань.

Настроювання методом виконання спробних проходів та промірів. Метод реалізується в декілька етапів. Після проведення спробної обробки заготовки („проходу”) остання обмірюється („промір”) і при наявності тих чи інших відхилень, корегується положення кулачка подачі відповідного інструмента. Обробляється ще одна заготовка і здійснюється її контроль та уточнення положення кулачка і т.д. до тих пір, поки після обробки чергової заготовки її параметри не будуть відповідати заданим. Якщо верстат багатошпindelний, настроювання на кожному етапі проводять з використанням однієї заготовки, яка повинна пройти по всіх позиціях.

Етап 6. Остаточне корегування настроювань верстата та встановлення упорів

На верстаті обробляється контрольна партія заготовок, проводиться їх контроль та визначається необхідність проведення додаткових підналагоджень. Після того, як положення кулачків та інструментів остаточно відкориговане на станині та інших базових елементах верстата, у граничних положеннях початку і завершення механічної обробки закріплюються упори, що обмежують робочі та допоміжні ходи супортів.

При переналагодженнях або заміні інструментів для скорочення часу на його настроювання, останнє починають поза верстатом, використовуючи спеціальні пристосування – швидкі наладки (див. також розд. 7.1. і рис.7.1). Це дозволяє скоротити простої верстата з організаційно-технічних причин і підвищити продуктивність його роботи. Після встановлення швидкої наладки на верстат, достатньо здійснити спробну обробку 1 – 2 заготовок і за результатами їх обмірювання, при необхідності, - уточнити настроювання верстата.

Перед встановленням інструмента необхідно ретельно перевірити та протерти його базові поверхні, встановлювальні поверхні тримача, а перед закріпленням – переконатись у відсутності зміщень, перекосів та деформацій інструмента. Виліт різця із тримача повинен бути мінімальним (не більшим 1,5 висоти державки різця) [7].

Для запуску верстата необхідно спочатку ввімкнути обертання шпинделя (шпинделів), потім – подачу супорта (супортів); для зупинки, навпаки - першою вимикається подача супортів, потім - обертання шпинделів.

5.1.2. Регулювання вузлів токарних автоматів та напівавтоматів

В процесі експлуатації токарних автоматів та напівавтоматів, при виявленні недопустимих відхилень фактичної точності обробки заготовок від заданої, необхідно перевірити величину радіального і осьового биття шпинделя, а також зазорів в напрямних супортів верстата.

Методики та схеми вимірювання радіального і осьового биття шпинделя токарних верстатів практично не відрізняються від відповідних методик та схем, що використовуються при перевірці геометричної точності фрезерних широкоуніверсальних верстатів (див. розд. 4.2). Якщо в результаті такої перевірки встановлена невідповідність фактичних значень радіального і (або) осьового биття допустимим значенням (допустиме радіальне биття біля торця шпинделя – 10 мкм; допустиме осьове биття – 8 мкм), слід регулювати радіальний і (або) осьовий зазор в шпиндельних вузлах.

Для регулювання радіального зазору необхідно демонтувати з верстата шпиндель 8 (рис. 5.1) разом із дворядним роликовим радіально-упорним підшипником 6 передньої опори і установити їх в двох призмах 10 на контрольній плиті. На плиту встановлюються також і два магнітних стояки з індикаторами 5 годинникового типу, вимірювальні штифти яких повинні дотикатись зовнішнього кільця підшипника 6 біля торців і бути перпендикулярними до нього. При погойдуванні зовнішнього кільця, за шкалами індикаторів, визначається максимальне відносне відхилення їх стрілок, яке посередньо характеризує радіальний зазор, відповідний обмірюваному раніше радіальному биттю в передній опорі шпинделя. Якщо шпиндель виготовлений згідно із виконанням I (див. рис. 5.1, вид А), то для зменшення зазору потрібно послабити гайку 7 і підтиснути гайкою 4 компенсаційне кільце до внутрішнього кільця підшипника 6 (змістити гайки 7, 4 по різьбі праворуч); при цьому праворуч зміститься також і внутрішнє кільце підшипника. Кільце буде розтягуватись на конічній частині шпинделя 8, внаслідок чого зменшиться величина радіального зазору (перевіряється при повторному погойдуванні зовнішнього кільця). У випадку приведення радіального биття в допустимі межі, гайка 7 знов підтискається до правого торця внутрішнього кільця підшипника (зміщується ліворуч). Якщо шпиндель виготовлений згідно із виконанням II (див. рис. 5.1, вид Б), перед регулюванням зазору вилучають півкільця 9. Внутрішнє кільце підшипника 6 зміщується при підтисканні гайкою 4 праворуч, радіальний зазор вибирається, радіальне биття шпинделя приводиться в установлені межі (контролюється при погойдуванні зовнішнього кільця підшипника). Далі, за допомогою набору площинно-паралельних кінцевих мір, з точністю до мікрометра, вимірюється зазор *a*, якому повинна відповідати ширина півкілець 9; шліфуванням торців півкілець її доводять до необхідного значення, після чого півкільця встановлюють в зазор і скріплюють витком дроту.

Регулювання осьового зазору в задній опорі шпинделя виконання I (див. рис. 5.1, вид А) проводять у такій послідовності. Шпиндель демонтується з верстата і з нього знімають упорно-радіальні підшипники 2, що разом із упорним кільцем та внутрішнім компенсаційним кільцем 1 насаджуються на зразкову циліндричну оправку, на якій фіксуються регульовальною гайкою. По зовнішніх кільцях підшипників 2 вузол встановлюється в проставочні півкільця на контрольній плиті; зверху на підшипники 2

вдягається ще одна пара таких самих півкілець, через які вони навантажуються зусиллям 0,75...1,2 кН, створюваним за допомогою спеціального пристрою. З використанням набору площинно-паралельних кінцевих мір, з точністю до 1 мкм вимірюється зазор δ_e між внутрішніми торцями зовнішніх кілець підшипників, згідно із величиною якого підшліфовуються торці зовнішнього компенсаційного кільця 3 для відповідності його ширини δ_e . Далі підшипники 2, кільця 1, 3, упорне кільце та регулювальна гайка встановлюються на шпинделі, який монтується на верстаті. Якщо ж шпиндель виготовлений згідно із виконанням II (див. рис. 5.1, вид Б), регулювання осевого зазору здійснюється гайкою 11, яка підтискає кільця упорного підшипника 12 до кришки.

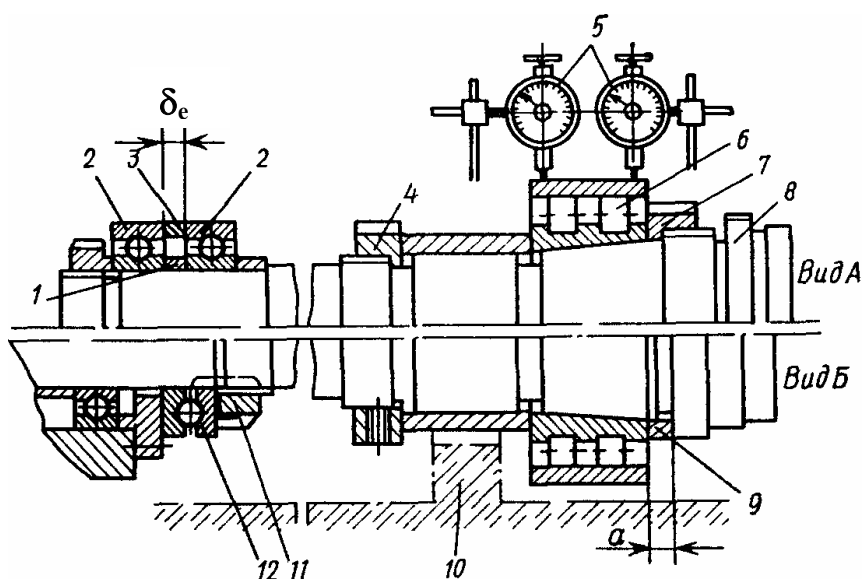


Рис. 5.1. Схема регулювання радіального та осевого зазорів в шпиндельних опорах: 1, 3 - компенсаційні кільця; 2, 12 – упорно-радіальні і упорний підшипники; 4, 7, 11 – регулювальні гайки; 5 – індикатори; 6 – роликовий радіально-упорний підшипник; 8 – шпиндель; 9 – півкільця; 10 – призма

Слід також пам'ятати, що при розбиранні та складанні шпинделів, підшипники випресовують тільки за допомогою гвинтових знімачів, без ударів [9].

У всіх випадках, після регулювання зазорів, шпиндель необхідно обкатати на верстаті не менше 30 хв, після чого виміряти робочу температуру підшипників (вона не повинна перевищувати 50 °С).

Послідовність і схеми регулювання зазорів в напрямних супортів токарних верстатів аналогічні тим, які розглядалися у розд. 1.1.2 (див. також рис. 1.4).

5.2. Хід роботи

1. Вивчити загальну послідовність підготовки токарних автоматів та напівавтоматів до експлуатації, засвоїти методики регулювання їх вузлів.

2. Установити на контрольній плиті з базуванням на двох призмах прототип шпинделя токарного верстата з установленими на ньому дворядним роликосим підшипником, компенсаційним кільцем та регулювальними гайками. За допомогою двох індикаторів, що закріплені на магнітних стояках визначити фактичне значення радіального зазору і при необхідності відрегулювати його.

3. Насадити на зразкову циліндричну оправку упорне кільце, два упорно-радіальні підшипники і компенсаційне кільце, закріпити їх регулювальною гайкою та установити з'єднання в два проставочні півкільця на контрольній плиті. Зверху на зовнішні кільця підшипників вдіти ще два проставочні півкільця, через які навантажити підшипники зусиллям 0,75...1,2 кН (навантаження здійснюється на спеціальному пристрої і контролюється динамометром стиску). За допомогою набору площинно-паралельних кінцевих мір визначити величину зазору δ_e між внутрішніми торцями зовнішніх кілець підшипників (див. рис. 5.1).

5.3. Зміст звіту

Навести послідовність проведених дослідів із зазначенням результатів перевірок.

5.4. Контрольні запитання

1. Як здійснюється настроювання заданої частоти обертання шпинделя, ходового гвинта та розподільного вала токарних автоматів та напівавтоматів?

2. Що собою являють затискні та подавальні пристрої токарних автоматів та напівавтоматів, які основні вимоги пред'являються до їх установки та регулювання?

3. В якій послідовності на токарні автомати та напівавтомати встановлюється ріжучий інструмент, як настроюється величина ходів супортів?

4. Які два основні методи застосовуються для налагодження інструмента на токарних автоматах та напівавтоматах? В якій послідовності реалізуються дані методи?

5. Яке призначення упорів, що закріплюються на станині та інших базових елементах токарних автоматів та напівавтоматів?

6. В якій послідовності здійснюється пуск та зупинка токарних автоматів та напівавтоматів?

7. Які основні вимоги повинні бути дотримані при установленні та закріпленні на верстатах інструмента?

8. Що може бути причиною зниження точності обробки на токарних автоматах та напівавтоматах?

9. Як перевірити фактичне значення радіального биття шпинделя токарного верстата?

10. Як відрегулювати осьовий зазор в задній опорі шпинделя токарного верстата?

Лабораторна робота №6

Експлуатація одношпindelних фасонно-відрізних токарних автоматів

Мета роботи: ознайомитись з призначенням, основами кінематики та загальною послідовністю введення одношпindelних фасонно-відрізних автоматів в експлуатаційний режим, вивчити заходи з налагодження їх вузлів, засвоїти деякі з них на практиці.

Обладнання, пристрої, інструменти: токарно-гвинторізні верстати мод. 1К62, 1А616, токарні різці, штангенциркуль, лінійка.

6.1. Теоретичні відомості

6.1.1. Призначення та кінематика фасонно-відрізних автоматів

Одношпindelні фасонно-відрізні токарні автомати моделей 11Ф16, 11Ф25, 11Ф40 призначені для обробки пруткових заготовок діаметром до 40 мм і довжиною до 100 мм, а автомати моделей 1Б023, 1Б032 – для виготовлення деталей зі сталюого дроту діаметром до 8 мм та з латунного дроту діаметром до 10 мм, згорнутого у бунт [1]. Обробка, під час якої заготовка 1 (рис. 6.1) не обертається і не зміщується у лінійному напрямку, здійснюється методом врізання фасонними, відрізними та іншими різцями 7. Різці закріплені в головках 6, що обертаються. Деякі з автоматів додатково оснащуються повздовжніми супортами та агрегатними головками для свердління, фрезерування та нарізання різьби.

Привод головного руху фасонно-відрізного бунтового автомата (див. рис. 6.1) здійснюється від електродвигуна через пасову передачу, шків 17 якої є змінним. Пас приводить в обертання шпindel 5 з різцевими головками 6 та інструментом 7. Рух подачі передається від того ж самого електродвигуна на вал I і далі при включеній кулачковій муфті через циліндричну зубчасту передачу, конічну передачу, змінні колеса 27, 28 і черв'ячну передачу – розподільному валу 26, разом з яким обертаються кулачки 14, 16, 18, 23, 25. При обертанні кулачків 16, 18 по їх робочих поверхнях сковажують шарніри важелів 15, 19, від яких приводяться в рух штанги з конічними елементами, кутові важелі, а з ними і різцеві головки 6. Кулачок 25 і пов'язаний з ним важіль 24 приводять в дію механізм правки та подачі 2, забезпечуючи зміщення роликів 3 і роботу цанги. Кулачок 23 керує робочим циклом механізмів заднього та середнього затиску дроту 1 (заготовки): при поворотах важелів 22 і 4 періодично сходяться та розходяться губки 21 механізму заднього затиску, крім цього приводяться в рух гайка 20, штанги та головка механізму середнього затиску, внаслідок чого його цанги 12 фіксують та звільняють заготовку. Аналогічно працює механізм переднього затиску 8, який приводиться від кулачка 14 і важеля 13, що натискає на регульовальну гайку 10 і забезпечує зміщення головки 9. Під час налагодження розподільний вал 26 можна повертати і вручну, при обертанні маховика, від якого рух передають ланцюгова, зубчаста та черв'ячна передачі.

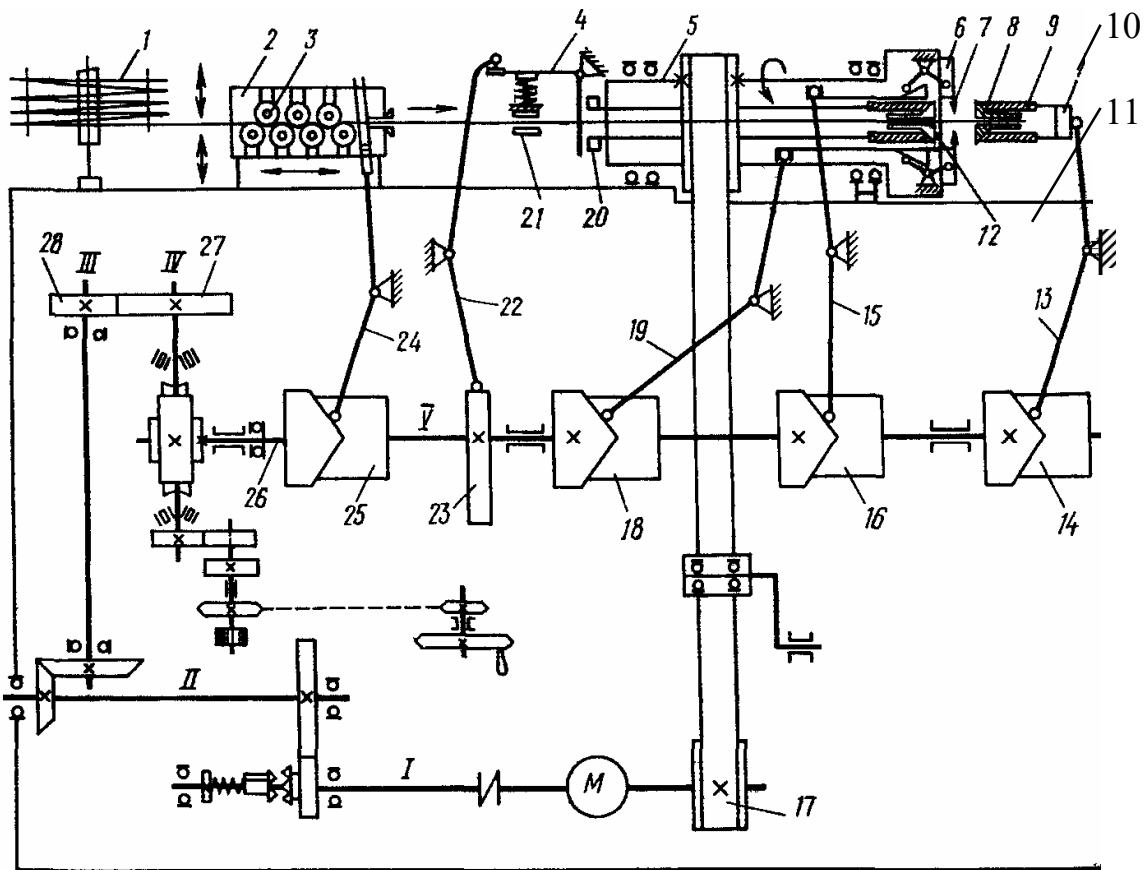


Рис. 6.1. Кінематична схема фасонно-відрізного бунтового автомата: 1–бунт дроту; 2 – механізм правки та подачі; 3 – ролики; 4, 13, 15, 19, 22, 24– важелі керування; 5 – шпindelь; 6 – різцеві головки; 7 – різці; 8, 12–цанги; 9 – головка; 10, 20 – регулювальні гайки; 11 – станина; 14, 16, 18, 23, 25 – кулачки; 17 – змінний шків; 21 - губки; 26 – розподільний вал; 27, 28 – змінні зубчасті колеса

6.1.2. Налагодження фасонно-відрізних автоматів

Загальна послідовність налагодження автомата

Вивчити карту налагодження і згідно з нею підібрати та установити змінні шків 17, зубчасті колеса 27, 28 та кулачки 14, 16, 18, 23, 25 на розподільному валу верстата. Налагодити механізм правки та подачі 2, механізми заднього, 21, середнього 12 та переднього 8 затиску. Установити та попередньо відрегулювати положення різців 7. Провести спробну обробку 1 – 2 заготовок і за результатами їх обмірювання, при необхідності, відкоригувати настроювання верстата.

Налагодження механізмів затиску заготовки

Налагодження механізмів 21, 12 та 8 здійснюється за заготовкою, яка знаходиться у незафіксованому стані. Регулювання проводять за допомогою гайок 10, 20, що можуть зміщуватись по різьбі, внаслідок чого обмежуються переміщення головок механізмів переднього та середнього затис-

ку, а також кут повороту важеля 4 механізму заднього затиску; при цьому змінюються зусилля фіксації заготовки. На етапі подачі заготовки остання повинна вільно проходити між губками 21 та скрізь цанги 12, 8 і виштовхувати відрізану деталь з механізму переднього затиску.

Налагодження механізму правки та подачі

На повзунах механізму 2, що переміщуються в поперечних пазах, установлюються та закріплюються ролики 3. Положення їх на повзунах регулюється таким чином, щоб на етапі правки, при зміщенні роликів у граничні положення в напрямку до заготовки, остання викривлювалась між ними, в результаті при відході роликів від заготовки забезпечується її правка. Цанга механізму повинна надійно фіксувати заготовку від сковзання на етапі правки і подавати її на етапі подачі на задану величину, яка відповідає довжині відрізаної деталі.

Настроювання положення різців

Настроювання різців 1, 6 (рис. 6.2) в головках на обробку із дотриманням заданих розмірів проводять за допомогою гвинтів 10, при обертанні яких здійснюється поворот тримачів 2, 4 на осях 5.

Робоча подача різців реалізується при зміщеннях штанг 8, 12 і повороті важелів 9, 11. В осьовому напрямку різці переміщуються під дією муфт 7 і важелів 13, 14, пов'язаних з кулачками 16, 18 розподільного вала (див. рис. 6.1).

На рис. 6.3 зображені основні виконавчі елементи фасонно-відрізного автомата в положеннях, які вони займають на різних етапах робочого циклу обробки деталі типу „палець” [1]. Так, на етапі подачі дроту 3 (див. рис. 6.3, а) при розтиснутих цангах, різці 2 і 5 відведені від заготовки із забезпеченням між їх вершинами та поверхнею заготовки діаметром D зазору 0,2...0,3 мм. В момент завершення етапу механічної обробки (див. рис. 6.3, б) вершина відрізного різця 2 повинна зайти на 0,3...0,5 мм за вісь деталі 6.

Настроювання на обробку із дотриманням заданих лінійних розмірів деталі (L , I) здійснюють шляхом регулювання величини подачі дроту 1 (див. рис. 6.1) механізмом 2 з врахуванням припуску на обробку торця (0,8-1мм).

6.2. Хід роботи

1. Вивчити основні кінематичні ланцюги одношпindelного фасонно-відрізного бунтового токарного автомата, загальну послідовність його налагодження та основні вимоги щодо налагодження вузлів верстата.

2. Згідно із номером варіанта, вказаного викладачем, за табл. 6.1 визначити вихідні дані для налагодження токарно-гвинторізних верстатів 1К62 та 1А616.

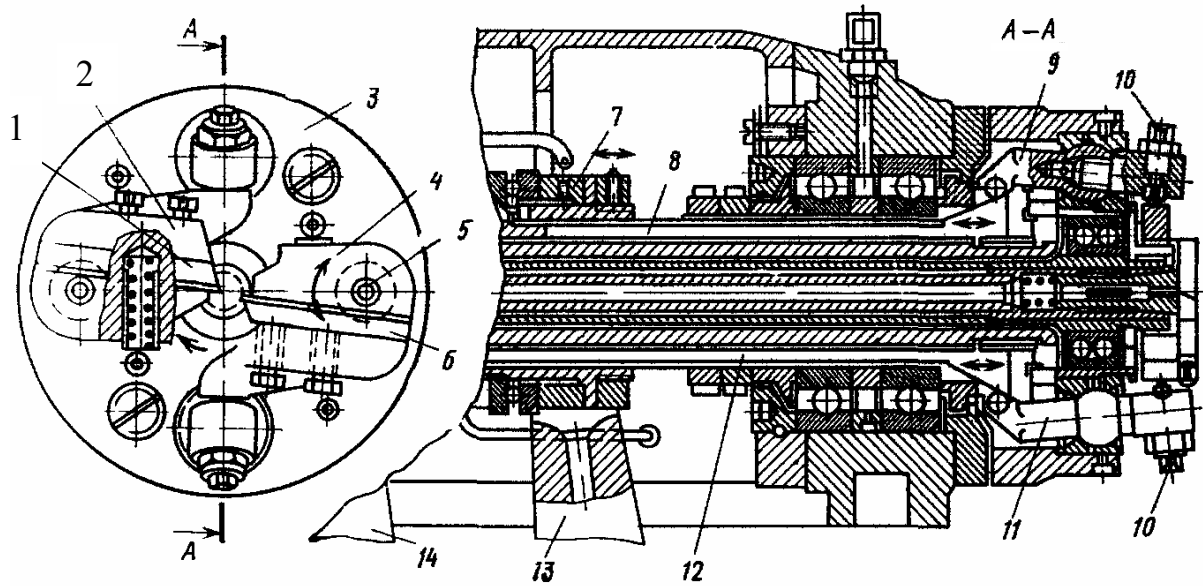


Рис. 6.2. Шпиндельна бабка фасонно-відрізного автомата: 1, 6 – різці; 2, 4 – різцетримачі; 3 – шпиндель; 5 – вісь; 7 – муфта; 8, 12 – штанги; 9, 11 – важелі; 10 – регулювальні гвинти

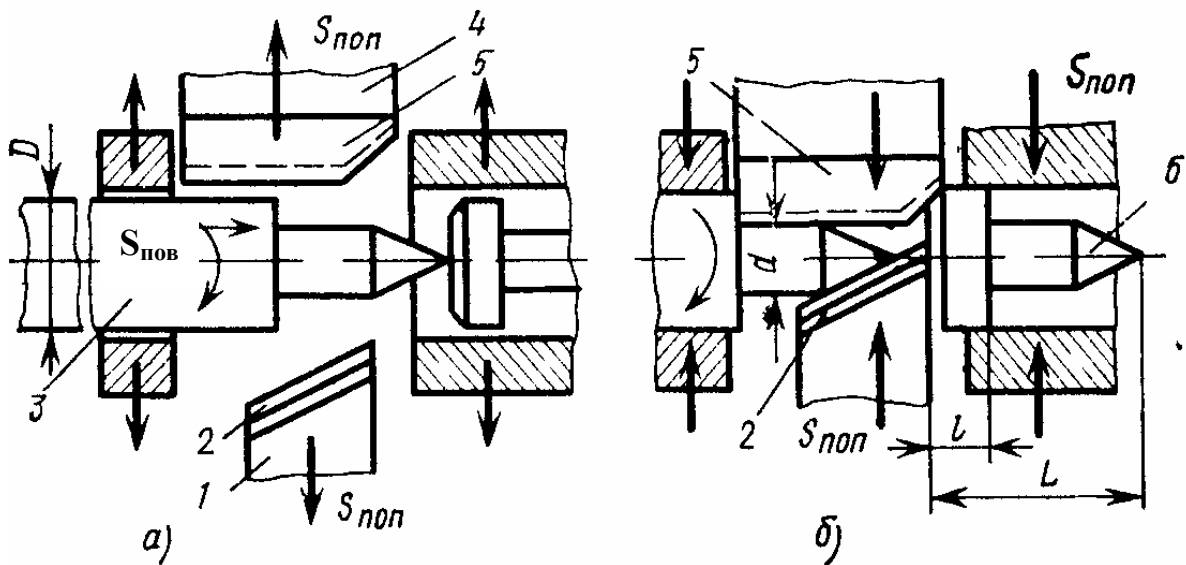


Рис. 6.3. Положення основних виконавчих елементів фасонно-відрізного бунтового автомата, які вони займають на етапі подачі заготовки (а) та наприкінці процесу механічної обробки (б): 1, 4 – різцетримачі; 2, 5 – різці; 3 – заготовка (дріт); 6 - деталь

Вихідні дані для налагодження токарно-гвинторізних
верстатів 1К62 та 1А616

№ верста	Модель верста	Частота обертання шпинделя, об/хв	Повздожжня подача, мм/об	Діаметр заготовки, мм	Діаметри циліндричн. поверхонь деталі, мм
1	1А616	90	1	80	72; 64; 60; 56
2	1А616	280	0,2	65	60; 56; 50; 46
3	1К62	200	0,1	90	88; 82; 78; 76
4	1К62	630	0,05	100	96; 92; 88; 84

3. Поворотом рукояток коробок швидкостей та подач верстата установити задані частоту обертання шпинделя та повздожню подачу.

4. Виходячи із вказаних в табл. 6.1 розмірів заготовки та деталі, визначити необхідне для обробки кожної ділянки число проходів, підібрати різці, які установити в чотирьох позиціях різцетримача для послідовної обробки (попередньої або остаточної) всіх заданих циліндричних поверхонь.

6.3. Зміст звіту

Навести описи виконаних операцій з налагодження токарно-гвинторізного верстата.

6.4. Контрольні запитання

1. Для виготовлення яких деталей і з якого матеріалу призначені одношпиндельні фасонно-відрізні токарні автомати?
2. Які елементи здійснюють рухи різання і подачі під час обробки на автоматах?
3. За яким кінематичним ланцюгом передається рух подачі?
4. Якими є основні етапи налагодження автомата?
5. Як здійснюється налагодження механізму правки та подачі?

Лабораторна робота №7

Експлуатація одношпindelних токарних багаторіцевих напівавтоматів

Мета роботи: ознайомитись з призначенням одношпindelних токарних багаторіцевих напівавтоматів, засвоїти вимоги та рекомендації щодо їх раціонального налагодження, вивчити компонування основних вузлів, послідовність підготовки верстата до експлуатації та заходи з налагодження різцетримача його повздовжнього супорта.

Обладнання, пристрої, інструменти: токарно-гвинторізні верстати мод. 1К62, 1А616, токарні різці, еталонні деталі, штангенциркуль, лінійка.

7.1. Теоретичні відомості

Одношпindelні токарні багаторіцеві напівавтомати мод. 1А720, 1А730 і інші призначені для обробки циліндричних, конічних, торцевих і фасонних поверхонь заготовок діаметром до 500 мм і довжиною до 1500мм з точністю, що відповідає 11 – 13 квалітету [2, 5]. Однак при виборі раціональної схеми налагодження та використанні відповідного технологічного оснащення точність може бути підвищена до 6 – 10 квалітетів.

При обробці на даному обладнанні намагаються використати максимально можливу кількість інструментів, які установлюють таким чином, щоб сили різання, що виникають при роботі різних різців взаємно компенсували одна одну [1]. Наприклад, східчасті вали обробляють в напрямку від ділянки найменшого до ділянки найбільшого діаметра. Паралельно підрізають торці і знімають фаски.

Максимальне допустиме число інструментів, що можна одночасно використовувати для обробки, визначається потужністю електродвигуна привода головного руху, жорсткістю системи ВПД (верстат – пристосування – інструмент – деталь [1]), заданими точністю виготовлюваної деталі і шорсткістю її оброблених поверхонь, а також стійкістю інструмента.

Так, зі збільшенням кількості різців, що працюють одночасно, зростають і результуючі сили різання, а отже і навантаження на електродвигун привода головного руху. При багаторіцевій обробці збільшується інтенсивність вібрацій виконавчих елементів (залежить від жорсткості системи ВПД), що негативно позначається на точності готової деталі і приводить до більш швидкого зносу (викришування) робочих поверхонь інструментів. Крім цього, зі збільшенням їх кількості ускладнюється конструкція тримачів та зростає час на налагодження або заміну інструмента.

Слід пам'ятати, що на чорнових переходах доцільніше використовувати різці з робочою частиною, яка виготовлена з швидкоріжучої сталі, а на чистових – різці оснащені твердосплавними пластинами, внаслідок меншої вібраційної стійкості (більш інтенсивного викришування) останніх.

В ряді випадків більш раціональною, ніж багатоінструментальна обробка може виявитись обробка 1 – 2 різцями по копіру, при якій підвищуються режими обробки, збільшується ресурс інструмента, спрощується на-

лагодження. Інколи це дозволяє підвищити продуктивність на 25% у порівнянні із продуктивністю при багатоінструментальній обробці [1].

Ще одним способом підвищення продуктивності обробки на багато-різцевих напівавтоматах є застосування швидкозмінних налагоджень поза верстатом). На рис. 7.1 наведена схема пристосування [9] для попереднього налагодження різцетримача напівавтомата, яке містить основу 6, із закріпленим на ній еталоном 4, що імітує виготовлювану деталь 1. На основі по двох шпонках 3 установлюється різцетримач 5 з інструментом 2. Виліт кожного різця регулюється гвинтами 7 таким чином, щоб забезпечити контакт його вершини з відповідною поверхнею еталона 4. Далі інструмент фіксується і різцетримач установлюється по двох таких самих шпонках на супорті верстата. Після спробної обробки 1 – 2 деталей і їх контролю, за потребою, проводять корегування положення різців. Таким чином, час налагодження інструмента на верстаті значно зменшується.

Як правило, максимальна кількість інструментів використовується на чорнових переходах, тоді як при чистовій обробці, для підвищення її точності, застосовують 1 – максимум 2 різці. Обумовлено це можливими похибками налагодження та різними значеннями зусиль відтискання інструментів, які працюють одночасно, що приводить до утворення рисок, нерівностей і інших дефектів недопустимих для обробленої деталі.

Для досягнення більш високої точності (6 – 9 квалітетів) при обробці східчастих деталей довжиною до 90 мм на верстат установлюють широкі фасонні різці або бриючі різці [1] (даний інструмент закріплюється на поперечних супортах). При цьому слід враховувати, що різці, армовані твердим сплавом, працюють на врізання значно гірше різців з швидкокоріжучої сталі.

При використанні фасонних різців необхідно також мати на увазі, що забезпечити обробку ними діаметральних розмірів деталей з точністю, що відповідає 6 – 11 квалітетам, можна лише в тих випадках, якщо наприкінці робочого ходу супорта здійснюється калібрування оброблюваних поверхонь без подачі інструмента [1] (під час калібрування заготовка в контакті із нерухомим інструментом, зупиненим в граничній точці траєкторії робочого переміщення, що відповідає завершенню обробки, повинна здійснити кілька обертів).

Загальна послідовність налагодження напівавтомата

Згідно із картою налагодження установити змінні зубчасті колеса з потрібними числами зубців для обробки із заданими частотою обертання шпинделя 4 (рис. 7.2) і подачами супортів 8, 17. В центрах напівавтомата установити еталон, за яким відрегулювати ріжучий інструмент. Відкоригувати положення задньої бабки 14, зафіксувати її за допомогою педалі 15. Установити потрібні величини ходів супортів 8, 17; налагодити автоматизоване підведення - відведення різцетримачів супортів на початку та наприкінці етапу обробки. Перевірити роботу напівавтомата на холостому

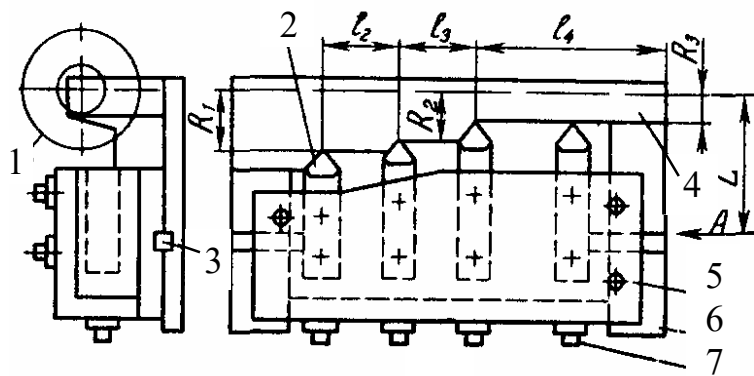


Рис. 7.1. Схема швидко-
змінної наладки: 1 – контур
деталі; 2 – різці; 3 – уста-
новочна шпонка; 4 – еста-
лон; 5 – різцетримач; 6 –
основа; 7 – регулювальні
гвинти

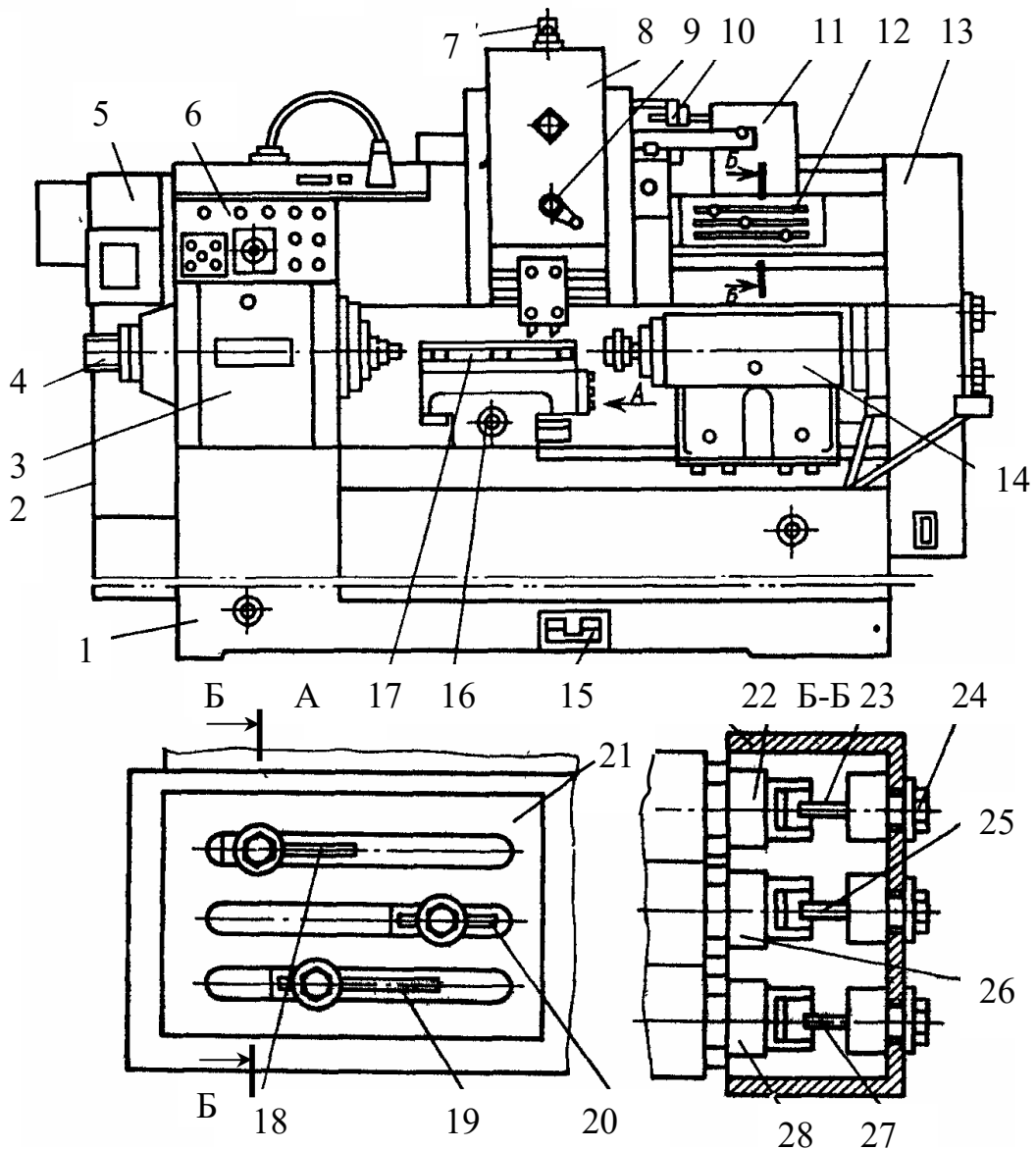


Рис. 7.2. Багаторіздевий токарний напівавтомат: 1 – станина; 2 – привод шпинделя; 3, 14 – передня і задня бабки; 4 – шпиндель; 5 – коробка подач повздовжнього супорта; 6 – пульт керування; 7, 9, 16 – гвинти ручного переміщення супортів; 8, 17 – повздовжній і поперечний супорти; 10 – копіювальна лінійка; 11 – траверса; 12, 21 – пристрої керування повздовжнього та поперечного супортів; 13 – електрошафа; 15 – педаль переміщення задньої бабки; 18, 19, 20, 23, 25, 27 – кулачки керуючого пристрою; 22, 26, 28 – мікроперемикачі; 24 – гайки фіксації кулачків

ходу, виконати спробну обробку деталі і при необхідності відрегулювати настроювання інструмента.

Налагодження автоматизованого різцетримача повздовжнього супорта напівавтомата

Різцетримач 6 (рис. 7.3) установлюється по двох кронштейнах 7, що жорстко закріплені на повздовжньому супорті напівавтомата. Кронштейни входять в пази різцетримача, що забезпечують його рухомість відносно супорта у поперечному напрямку. На різцетримачі, у визначених положеннях (налагодження проводиться за еталоном 1) закріплені різці 3, що фіксуються притискною планкою 4, упори 5, 10, 14, 17, а також копір 11. У прямокутний із закругленими кутами паз копіра вільно входить ролик 12, що обертається на жорстко установленій на станині верстата осі 13. Крім неї на станині закріплені також амортизатори 2, 9, 15, 16 і шляхові перемикачі 8, 18, положення яких узгоджується із положенням виконавчих елементів різцетримача. Еталон 1 установлений в центрах.

Елементи різцетримача зображені у положеннях, які вони займають в момент завершення етапу механічної обробки, коли прохідні різці 3, що обробляють циліндричні поверхні заготовки (канавки прорізають різці, закріплені на поперечному супорті) підійшли до граничних лівих точок трає-

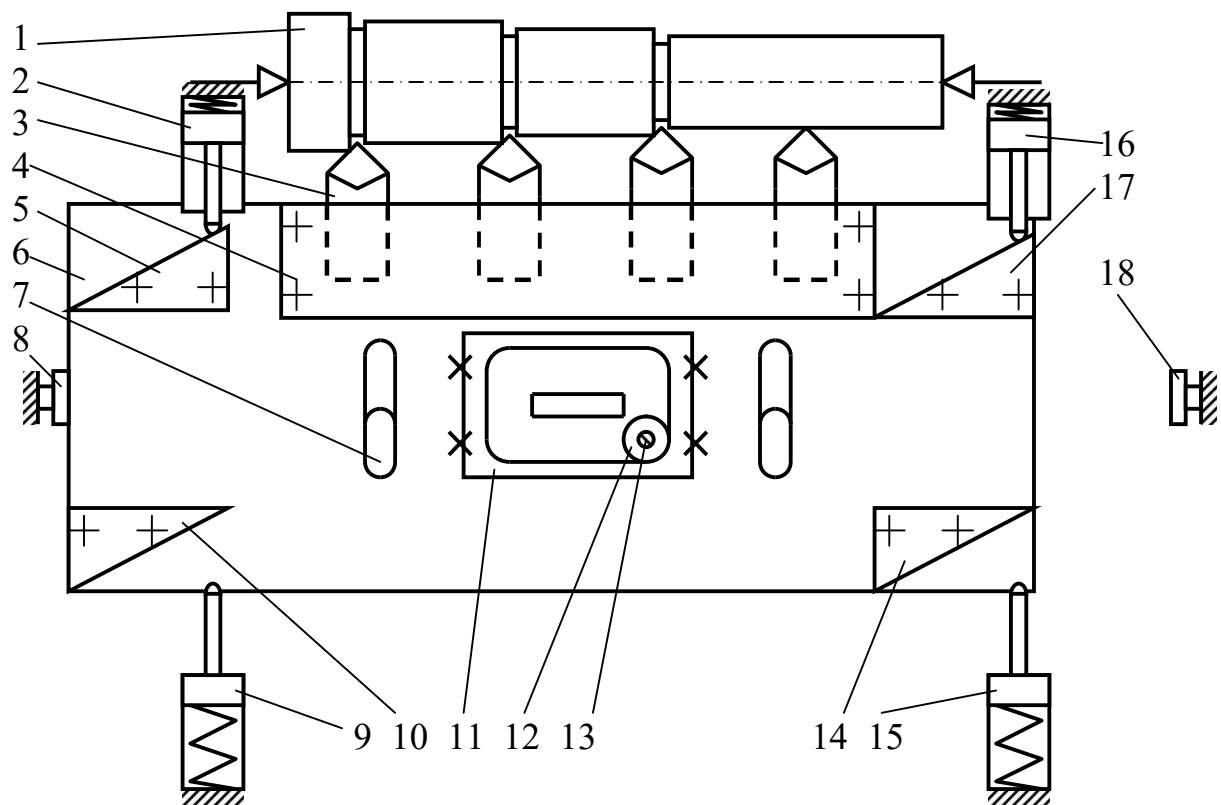


Рис. 7.3. Схема налагодження різцетримача повздовжнього супорта одношпиндельного токарного багаторізцевого напівавтомата: 1 – еталон; 2, 9, 15, 16 – амортизатори; 3 – різці; 4 – притискна планка; 5, 10, 14, 17 – упори; 6 – різцетримач; 7 – кронштейни супорта; 8, 18 – шляхові перемикачі; 11 – копір; 12 – ролик; 13 – вісь

кторій своїх робочих переміщень. В цьому ж положенні пальці амортизаторів 2, 16 відтиснуті упорами 5, 17 у крайні верхні за схемою положення, пружини їх повністю стиснуті, а ролик 12, що під час обробки сковзав по нижньому повздовжньому пазу копіра 11, знаходиться напроти його правого поперечного пазу. Внаслідок цього, у різцетримача 6 з інструментом з'являється додатковий ступінь вільності і він відтискається амортизаторами 2, 16 вниз за схемою до упору ролика 12 у верхню стінку верхнього повздовжнього пазу копіра 11, із забезпеченням контакту пальців амортизаторів 9, 15 з упорами 10, 14. Відхід різцетримача необхідний для подальшого прискореного відводу інструмента у вихідне для початку наступного циклу обробки положення і створення потрібних умов для зняття обробленої деталі і установки наступної заготовки. Команда електродвигуну на перемикання з режиму робочої подачі в режим прискореного відводу, подається від шляхового перемикача 8, на штовхач якого натискає різцетримач 6, в момент, коли він знаходиться у крайньому лівому положенні. При цьому вал електродвигуна починає обертатись в протилежну сторону з більшою швидкістю. Під час відводу ролик 12 сковзає по верхньому повздовжньому пазу копіра 11 у положення напроти його лівого поперечного пазу; одночасно пальці амортизаторів 9, 15 відтискаються упорами 10, 14 у граничні нижні положення до повного стиску їх пружин. При досягненні інструментами 3 крайнього правого положення у різцетримача знов з'являється додатковий ступінь вільності у поперечному напрямку і він відтискається амортизаторами 9, 15 доверху, у вихідне для початку обробки положення. Ролик 12 зміщується до упору в нижню стінку нижнього повздовжнього пазу копіра 11, пальці амортизаторів 2, 16 вводяться в контакт з упорами 5, 17, різцетримач 6 натискає на штовхач шляхового перемикача 18, від якого подається команда електродвигуну на перемикання з режиму прискореного відводу в режим робочої подачі. Тим часом оброблена деталь замінена заготовкою, різці починають рухатись ліворуч, обробляючи її поверхні, цикл спрацьовування різцетримача повторюється.

Налагодження різцетримача за установленим в центрах еталоном 1 починається в граничному лівому положенні пристрою, що відповідає моменту завершення обробки. В даному положенні вершини різців установлюються впритул до відповідних циліндричних поверхонь і буртиків еталону, на станині верстата закріплюються амортизатори 2, 16, а на різцетримачі 6 - упори 5, 17, які повинні повністю відтискати пальці амортизаторів доверху за схемою; на станині установлюється шляховий перемикач 8, штовхач якого повинен бути повністю натиснутим різцетримачем 6; згідно із розмірами оброблюваної деталі обирається та установлюється копір 11, в паз якого вводиться ролик 12. Далі різцетримач переводиться у граничне праве положення (початку обробки), в якому установлюються амортизатори 9, 15, упори 10, 14 і шляховий перемикач 18. Після налагодження поперечного супорта, еталон 1 знімається, замість нього установлюється

заготовка, проводиться її спробна обробка. За результатами обмірювання виготовленої деталі, за потребою, настройки різцетримача корегуються.

7.2. Хід роботи

1. На одному з токарно-гвинторізних верстатів установити видану викладачем еталонну деталь (дво- або трисхідчастий вал).

2. В першій і четвертій позиціях різцетримача закріпити інструмент, положення якого відлагодити за циліндричними поверхнями еталона.

3. На станині верстата у граничних положеннях початку та завершення механічної обробки установити шляхові перемикачі для автоматизованого керування режимами роботи електродвигуна привода верстата.

7.3. Зміст звіту

Навести описи проведених операцій з налагодження токарно-гвинторізного верстата.

7.4. Контрольні запитання

1. Яке призначення токарних багаторіцевих напівавтоматів?
2. Чим визначається максимальне число інструментів, яке можна одночасно використовувати для обробки на напівавтоматах?
3. Що таке раціональне налагодження напівавтомата?
4. Що таке швидкозмінне налагодження?
5. Яка загальна послідовність налагодження напівавтомата?
6. В якій послідовності реалізується робочий цикл автоматизованого різцетримача повздовжнього супорта?

Лабораторна робота №8

Експлуатація безцентрових круглошліфувальних автоматів

Мета роботи: вивчити технологічні особливості процесів безцентрового круглого шліфування, загальну послідовність налагодження безцентрового круглошліфувального автомата, заходи з налагодження бабки його ведучого круга, супорта та механізму правки круга, ознайомитись зі способами балансування абразивних кругів, засвоїти методики розрахунку параметрів налагодження автомата, оволодіти практичними навичками перевірки дисбалансу абразивних кругів, а також виконання їх статичного балансування.

Обладнання, пристрої, інструменти: плоскошліфувальний верстат мод. 3Г71, універсально-заточувальний верстат мод. 3А64Д, магнітний стояк, індикатор годинникового типу, пристрій для статичного балансування абразивних кругів, вантажі – дисбаланси.

8.1. Теоретичні відомості

8.1.1. Технологічні особливості процесів безцентрового круглого шліфування

В процесі безцентрового круглого шліфування [1, 4] оброблювана заготовка 1 (рис. 8.1) устанавлюється на опорному ножі 4 між ведучим 3 і шліфувальним 2 кругами. Обидва круги обертаються в одну сторону: ведучий – з коловою швидкістю $v_B = 10 - 40$ м/хв, шліфувальний – зі швидкістю $v_{ш} = 30 - 60$ м/с. Коефіцієнт тертя між поверхнями заготовки та веду-

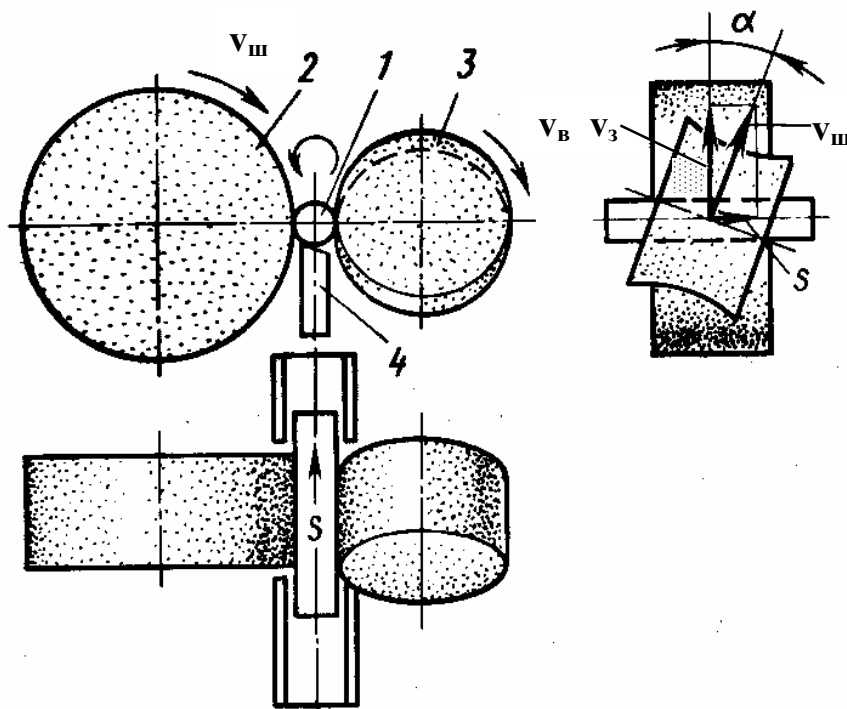


Рис. 8.1. Схема безцентрового круглого шліфування: 1 – оброблювана заготовка; 2 – шліфувальний круг; 3 - ведучий круг; 4 – опорний ніж

чого круга більший, ніж коефіцієнт тертя між заготовкою та шліфувальним кругом. Внаслідок цього, заготовка обертається у напрямку протилежному напрямку обертання кругів і з коловою швидкістю v_z , яка відповідає v_b ; заготовка проковзує відносно шліфувального круга, який знімає заданий припуск.

Розрізняють безцентрове кругле шліфування на прохід і врізне [1]. В першому випадку вісь ведучого круга 3 (див. рис. 8.1) повертається відносно осі заготовки 1 на кут $\alpha \approx 1,5 - 6^\circ$ [1] (див. розд. 8.1.2), в результаті чого, v_b розкладається на дві складові: горизонтальну – швидкість осьової подачі заготовки $s = v_b \sin\alpha$ і вертикальну – $v_z = v_b \cos\alpha$. Тим самим, забезпечується лінійне переміщення заготовки відносно шліфувального круга і її обробка по всій довжині. Для реалізації контакту по лінії між заготовкою та ведучим кругом, останньому при правці надається форма гіперболоїду (див. рис. 8.1).

При врізному шліфуванні вісь ведучого круга повертається відносно осі заготовки 1 на кут $\alpha \leq 0,5^\circ$, лише для забезпечення її більш надійного притискання до опорного ножа [1]. Примусова подача заготовки і її обробка по всій довжині реалізуються при переміщенні бабки ведучого круга, що здійснюється за допомогою механізму поперечної подачі бабки.

В процесі безцентрового круглого шліфування заготовка самоустановлюється в зоні обробки, що має форму призми. Завдяки цьому: ефективно усувається некруглість оброблюваної заготовки; відпадає необхідність у пристроях для її закріплення та примусового обертання (що використовуються, наприклад, при центровому круглому шліфуванні); практично усуваються деформації заготовки під час обробки; підвищується точність виготовлених виробів, яка може сягати 5 – 6 квалітетів (метод безцентрового круглого шліфування є єдиним точним методом обробки довгих тонких валів, які при шліфуванні, наприклад, на центрових верстатах, досить помітно деформуються у радіальному напрямку, що приводить до зниження точності обробки); спрощуються і прискорюються установка заготовок на верстат та зняття готових деталей; поліпшуються умови автоматизації; зростає продуктивність, збільшенню якої сприяє також підвищена у 1,5 – 2 рази, у порівнянні із центровим круглим шліфуванням, жорсткість технологічної системи, що дозволяє використовувати в 1,5 – 2 рази вищі швидкості різання та подачі.

Для якісної обробки необхідно, щоб заготовка почала обертатись до її контакту з шліфувальним кругом, що в значній мірі визначається шорсткістю поверхні опорного ножа (шорсткість не повинна перевищувати $Ra=0,08 - 0,16$ мкм). Робоча частина ножа, з метою зменшення її зносу, виготовляється з твердого сплаву ВК8 [1].

8.1.2. Налагодження безцентрового круглошліфувального автомата

Загальна послідовність налагодження автомата

На рис. 8.2 наведена спрощена конструктивна схема безцентрового круглошліфувального автомата. Налагодження його здійснюється у такій послідовності. Розраховуються елементи налагодження. Проводиться настроювання заданої частоти обертання ведучого 15 (див. рис. 8.2) та шліфувального 14 кругів, налагодження механізму поперечної подачі 9 бабки 3 ведучого круга (при врізному шліфуванні), перевіряється їх робота, а також робота системи охолодження і механізмів правки 2 кругів. На шпинделях верстата встановлюються та закріплюються ведучий та шліфувальний круги, здійснюється їх обкатка з контролем правильності напрямку обертання (за стрілками на бабках 3, 8). Проводиться перевірка роботи автомата на холостому ходу. Встановлюється задана величина зміщення інструментів для правки кругів відносно їх тримачів. Здійснюється попередня правка, балансування та остаточна правка кругів 14, 15 за копіром. З врахуванням параметрів обробки та налагодження настроюються розміри робочої зони автомата, кут повороту бабки 3 ведучого круга, положення опорного ножа супорта 6. Проводиться спробна обробка контрольної партії деталей, вимірюються оброблені розміри, при необхідності, здійснюється регулювання настройок верстата з повторною спробною обробкою. Перевіряється функціонування пристрою для автоматизованого завантаження і розвантаження оброблюваних заготовок. За еталоном настроюється вимірювальний пристрій 5. Здійснюється перевірка роботи верстата в автоматичному режимі, з контролем заданих продуктивності та точності обробки.

Вихідними параметрами для налагодження автомата є [9]: діаметри заготовки D_z , ведучого D_v та шліфувального $D_{ш}$ кругів, величина припуску на сторону t , що знімається, частота обертання ведучого n_v та шліфувального $n_{ш}$ кругів, осьова подача s заготовки, кут налагодження β , кут скосу λ опорної поверхні ножа, відстань h_1 від базової поверхні супорта до лінії центрів кругів.

Параметрами, що розраховуються є [9]: кут повороту α осі ведучого круга відносно осі заготовки, h – відстань між лінією центрів кругів та віссю заготовки, h_0 – величина зміщення інструмента для правки відносно осі його тримача.

Налагодження бабки ведучого круга автомата

Як вже вказувалось вище (див. розд. 8.1.1), вісь ведучого круга - бабку, на шпинделі якої він встановлений - повертають відносно осі оброблюваної заготовки на кут α , точне значення якого при шліфуванні на прохід визначається за формулою

$$\sin \alpha = 1000 \cdot s / \pi D_v n_v,$$

в якій s має розмірність м/хв.; D_v – мм; n_v – об/хв.

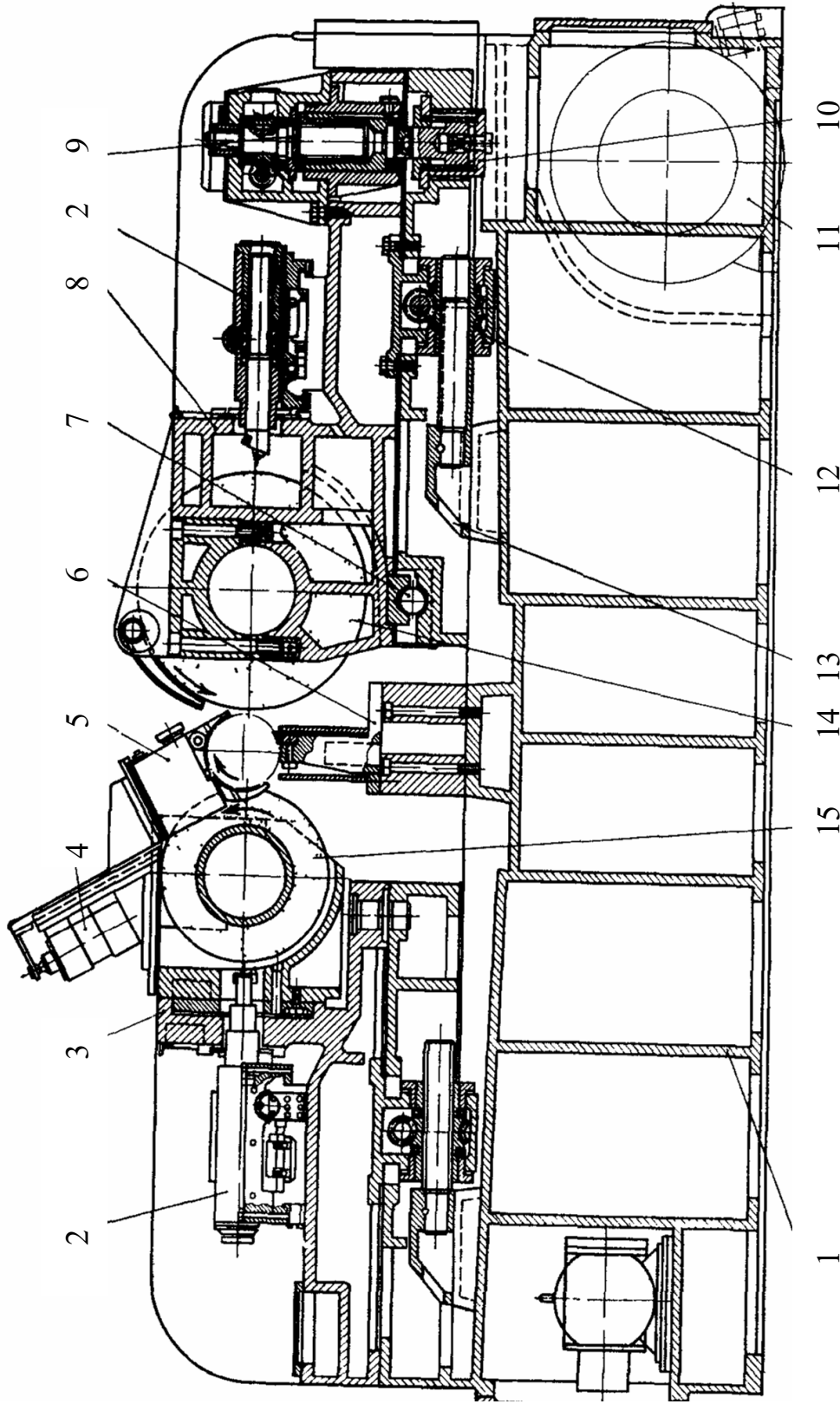


Рис. 8.2. Безцентровий круглошліфувальний автомат: 1 – станина; 2 – механізм правки; 3 – бабка ведучого круга; 4 – гідроциліндр подачі вимірювального пристрою; 5 – вимірювальний пристрій; 6 – супорт; 7 – вісь повороту шліфувальної бабки; 8 – бабка шліфувального круга; 9 – домкрат і механізм подачі; 10 – циліндр швидкого підводу; 11 – привод шліфувального круга; 12 – механізм ручного переміщення полозків; 13 – полозки; 14, 15 – шліфувальний і ведучий круги

Слід пам'ятати, що в процесі механічної обробки на безцентровому круглошліфувальному автоматі, ведучий круг зношується і якщо у параметри налагодження верстата не вносити відповідні корективи (необхідно час від часу збільшувати кут α), зменшиться фактична подача s , а з нею і продуктивність обробки.

Налагодження супорта (опорного ножа) автомата

В число операцій налагодження супорта верстата входить установка по висоті опорного ножа – настроювання заданої оптимальної відстані h , а також забезпечення визначеного за табл. 8.1 значення кута λ . За цією ж таблицею, виходячи з виду обробки, установлюють потрібну величину кута β .

Таблиця 8.1

Вибір потрібних кута налагодження β та кута
скосу опорної поверхні ножа λ

Вид обробки	$\beta, ^\circ$	$\lambda, ^\circ$
Чорнова	1	30
Напівчистова	3 – 3,5	34
Чистова	4,5 - 5	32,5

Оптимальна відстань h розраховується за формулою (рис. 8.3)

$$h = (D_{ш}/2 + D_3/2) \sin\beta.$$

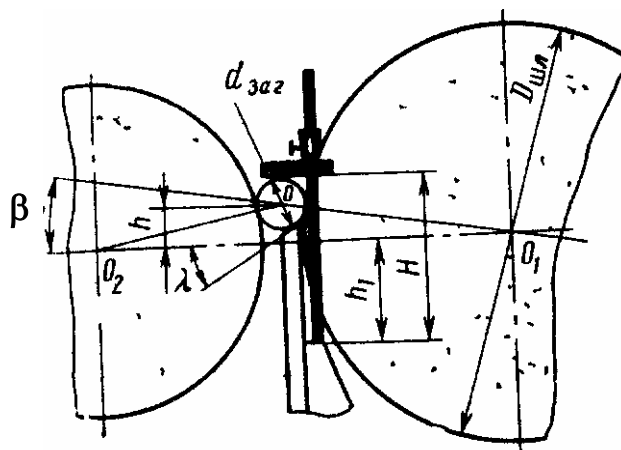


Рис. 8.3. Схема налагодження супорта безцентрового автомата

Для вивірення положення опорного ножа по висоті застосовується штангенвисотмір, лінійка якого установлюється на базову поверхню супорта (див. рис. 8.3), а поперечина – зверху на заготовку. Оптимальне значення відстані H , що контролюється штангенвисотміром, визначається як

$$H = h_1 \pm h + \frac{D_3}{2},$$

де h_1 – відстань між базовою поверхнею супорта та лінією центрів кругів (вказується у паспорті кожного безцентрового круглошліфувального верстата). Знак між першим і другим членами в правій частині останньої формули залежить від того, вище, чи нижче лінії центрів кругів знаходиться вісь заготовки. Вище лінії центрів кругів установлюють жорсткі заготовки, нижче – менш жорсткі (довгі тонкі вали).

Опорна поверхня ножа повинна бути паралельною осі шліфувального круга. Товщина опорного ножа обирається на 1 – 2 мм меншою діаметра оброблюваної деталі, але не більшою 12 мм.

Остаточна перевірка правильності налагодження супорта проводиться за допомогою інструментального кутоміра [9] (рис. 8.4). Для цього основа 4 кутоміра установлюється одною гранню на опорну поверхню ножа супорта 10, а іншою – на периферію ведучого круга. Лінійка 5 вільно установлюється зверху на мірний фланець 1 ведучого круга, а лінійка 7 – на фланець 9 шліфувального круга. Далі за шкалою 2 вивіряється положення осі повороту лінійок 5 і 7, пов'язаних із повзуном 3, відносно лінії центрів кругів. Вказаному положенню відповідає задана оптимальна відстань h , для настроювання якої, при необхідності, повзун зміщується по напрямних основи 4. Після закріплення повзуна гвинтом, за шкалою 6 кутоміра визначається фактичне значення суми кутів налагодження β і γ , а за шкалою 8 – величина кута λ . При невідповідності фактичних значень кутів, значенням, обраним за табл. 8.1, проводиться корегування положення опорного ножа.

8.1.3. Балансування та правка абразивних кругів

Згідно із розглянутою вище загальною послідовністю налагодження безцентрового круглошліфувального автомата, спочатку здійснюється закріплення кругів на шпинделі верстата або на оправці, потім їх попередня

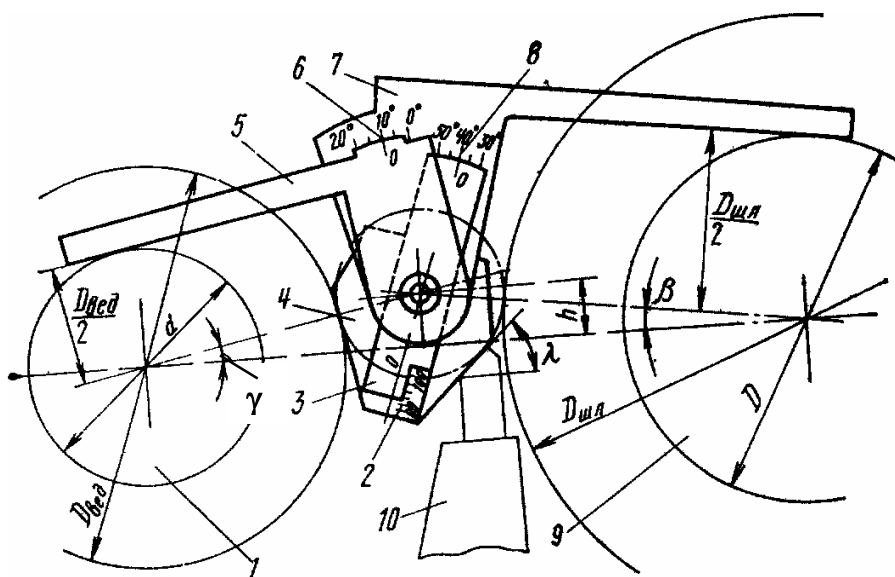


Рис. 8.4. Схема перевірки правильності налагодження супорта безцентрового автомата: 1, 9 – мірні фланці ведучого та шліфувального кругів; 2, 6, 8 – шкали; 3 – повзун; 4 – основа; 5, 7 – лінійки; 10 – супорт

правка, балансування і остаточна правка за копіром.

Балансування абразивних кругів може бути статичним - проводиться поза верстатом і динамічним - здійснюється на верстаті, на якому круг буде використовуватись.

Закріплення абразивних кругів

Абразивні круги закріплюють на оправці або безпосередньо на шпинделі верстата між двома фланцями [1, 4]. Кріплення кругів повинно бути надійним і водночас усувати виникнення в них внутрішніх напруг. Для цього між кругом та фланцями установлюють кільцеві прокладки товщиною 0,5–3 мм зі шкіри, гуми, повстини або картону.

Попередня правка абразивних кругів

З метою зменшення часу на налагодження верстата попередню правку абразивних кругів часто виконують на пристроях, подібних тому, що зображений на рис. 8.5 [1]. Пристрій містить бабку 3 та шліфувальні головки, на шпинделях яких закріплюються круги для правки 1, 4, 5 - кожна з індивідуальним електроприводом, що здійснюється через пасову передачу. Круг 2, що правиться, установлюється на шпинделі бабки 3, привод якого також забезпечується від окремого електродвигуна. Круги 1, 4, 5 і 2 приводяться в обертання. Головки зміщуються в напрямках, вказаних стрілками, в результаті чого круг 2 правиться по периферії і двох торцях. При необхідності правки конічного круга головка з кругом 1 повертається на заданий кут, відповідний куту конуса.

Визначення дисбалансу абразивних кругів

Перед балансуванням кругів необхідно перевірити фактичну величину їх дисбалансу і порівняти її із допустимою (для кругів, що використовуються на безцентрових круглошліфувальних автоматах допустимий дисбаланс складає 3...5 мкм). Для перевірки застосовується мікрокатор 2 [9] (рис. 8.6), що установлюється на кронштейні 1. Якщо контролюється дисбаланс шліфувального круга (як показано на рис. 8.6), кронштейн закріплюється на бабці 4 ведучого круга; якщо перевіряється ведучий круг, кронштейн закріплюють на бабці 3 шліфувального круга. Вимірвальний штифт мікрокатора повинен дотикатись до корпусу бабки круга, що перевіряється, в одній з точок біля її шпиндельних опор (в даних точках амплітуда вібрацій корпусу під час роботи круга є максимальною). Далі круг приводиться в обертання і за шкалою мікрокатора визначається максимальна амплітуда коливань корпусу бабки 3, яка посередньо характеризує величину дисбалансу.

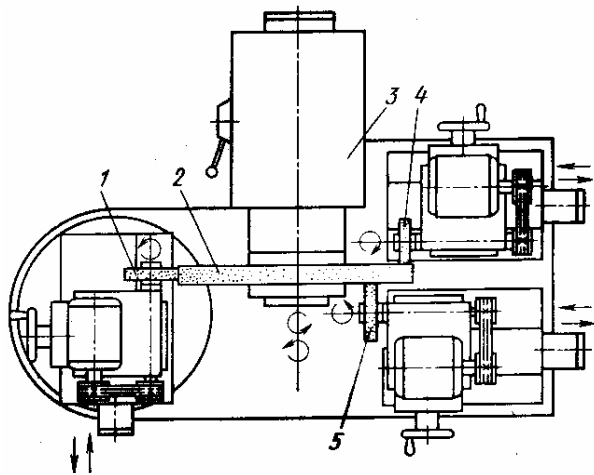


Рис. 8.5. Пристрій для попередньої правки абразивних кругів поза верстатом: 1, 4, 5 – круги, що правлять; 2 – круг, що правиться; 3 – бабка

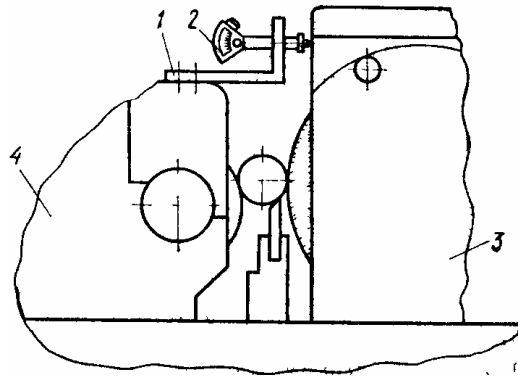


Рис. 8.6. Схема перевірки фактичної величини дисбалансу шліфувального круга: 1 – кронштейн; 2 – мікрокатор; 3, 4 – бабки шліфувального та ведучого кругів

Статичне балансування абразивних кругів

Статичне балансування проводиться за допомогою дискових [4] (рис.8.7) або ножевих пристроїв. Для цього оправка із закріпленням на ній між двома фланцями кругом, установлюється зверху на периферії диска

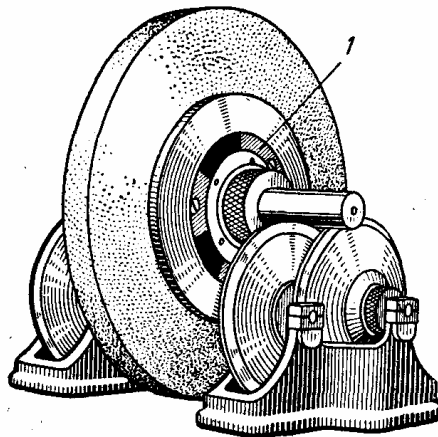


Рис. 8.7. Схема статичного балансування абразивного круга: 1 – дисбаланс

пристрою. Циліндрична поверхня оправки і периферії дисків ретельно відшліфовані, так, що сила тертя між ними мінімальна. Круг відпускають і під дією сили тяжіння найважча його ділянка буде опускатись у крайнє нижнє положення, яке відповідає стійкій рівновазі круга. Після завершення його обертання, в пазу одного з фланців, напроти визначеної найважчої ділянки круга, установлюють та закріплюють гвинтом вантаж 1, призначений для компенсації дисбалансу. Круг знов відпускають і визначають місце другої за величиною створюваного дисбалансу найважчої ділянки, напроти якої у фланці закріплюють ще один вантаж. При необхідності, згідно із описаною методикою, установлюється третій вантаж, після чого прово-

дять балансування з іншої сторони круга. Далі круг на оправці установлюється на верстат і з використанням мікрокатора (див. рис. 8.6) здійснюється перевірка його дисбалансу. Якщо величина останнього після установки всіх шести вантажів все ж таки виходить за допустимі межі, потрібно перевірити биття шківів пасової передачі, за допомогою якої приводиться в обертання шпindelь круга, проконтролювати перекис пасів, стан підшипників шпindelя, натяжного барабана, муфт привода.

Динамічне балансування абразивних кругів

Динамічне балансування абразивних кругів може проводитись методом чотирьох точок, за допомогою стробоскопічного тахометра або з використанням спеціального редуктора, закріпленого на фланці круга.

Для балансування методом чотирьох точок, на фіксуючому фланці круга, уздовж кола діаметром близьким за величиною діаметру паза, наносять крейдою чотири мітки, при цьому кути між будь-якими двома сусідніми мітками повинні складати 90° (рис. 8.8). Мітки позначають цифрами 1, 2, 3, 4, після чого вмикають обертання круга. За розмахом коливань корпусу бабки круга - контролюється мікрокатором, закріпленим на кронштейні (див. рис. 8.6) – установлюють його фактичний дисбаланс (в прикладі балансування круга, представленого на схемах рис. 8.8, попередній дисбаланс дорівнює 0,2 мм). Далі круг зупиняється і на його фланці біля мітки 1 закріплюється перший вантаж. Знов перевіряється дисбаланс круга, величина якого у розглядуваному прикладі складає 0,12 мм. Після зупинки круга вантаж переустановлюється в положення біля мітки 2 і дисбаланс вимірюється повторно (отримане значення дисбалансу 0,18 мм). В такій же самій послідовності перевірку проводять при закріпленні вантажу в точках 3 і 4 – значення дисбалансу дорівнюють відповідно 0,16 і 0,08 мм. Отже, оптимальне положення першого вантажу, при установленні в якому дисбаланс круга мінімальний, знаходиться між мітками 1 і 4, ближче до мітки 4. В даному положенні вантаж і закріплюють остаточно. Далі на фланці біля позначки 1 закріплюється другий вантаж і перевіряється дисбаланс круга. Експеримент повторюється при почерговій установці вантажу біля інших трьох міток, після чого за результатами перевірок визначають оптимальне положення другого вантажу, а потім і третього. Якщо ж при закріпленні першого, другого або третього вантажів біля кожної з чотирьох міток, дисбаланс круга тільки збільшується у порівнянні із дисбалансом при відсутності вантажу, на фланці круга, на тому ж колі, що і мітки 1 – 4, наносять ще чотири мітки 1', 2', 3', 4', зміщені відносно міток першої групи на 45° (див. рис. 8.8, б). Вантаж почергово закріплюється біля позначок 1', 2', 3', 4' і після кожної такої установки контролюється дисбаланс круга. Визначається оптимальне положення вантажу. За описаною методикою, балансування круга здійснюється і з протилежної його сторони [9].

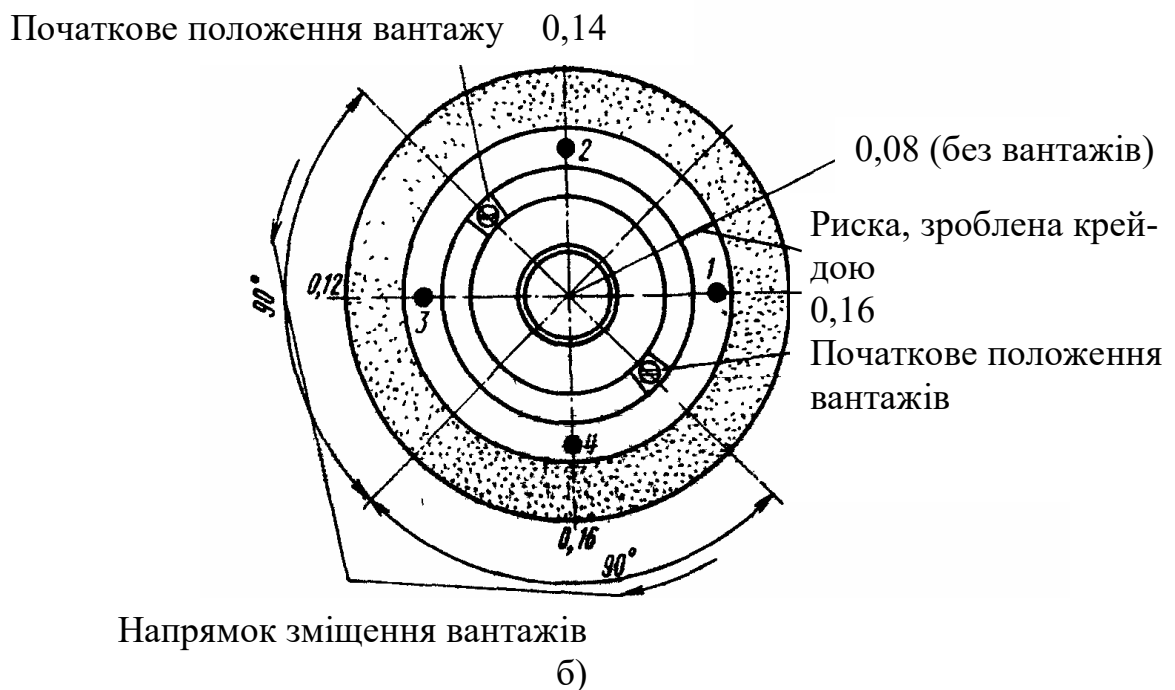
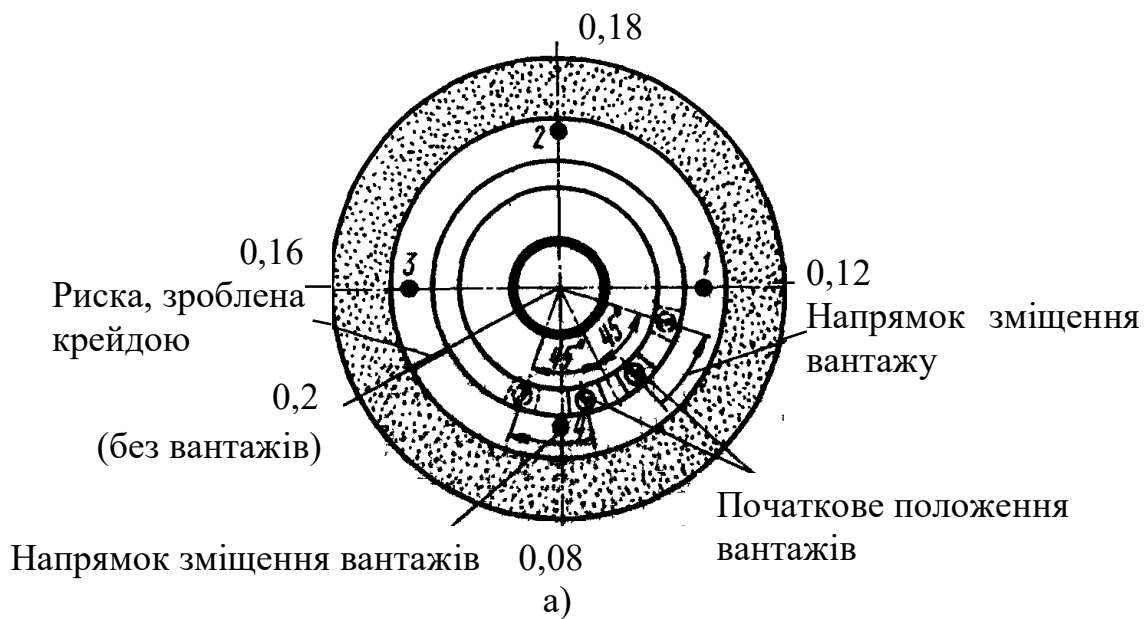


Рис. 8.8. Схеми динамічного балансування абразивного круга методом чотирьох точок: а - первинного; б - повторного

До комплекту стробоскопічного тахометра [1] (рис. 8.9), за допомогою якого також може проводитись динамічне балансування, входять: датчик 4, що сприймає коливання і перетворює їх у електричні сигнали, відповідні за інтенсивністю амплітуді коливань; електронний блок 6, в якому дані сигнали фільтруються та підсилюються; індикатор 1, що показує фактичну величину максимальної амплітуди коливань і стробоскопічна лампа 2, яка вмикається і вимикається в моменти збільшення амплітуди коливань до максимуму. Для перевірки дисбалансу круга 7, його установлюють на шпинделі бабки верстата, на корпусі якої, в одній з точок, де амплітуда ко-

ливань максимальна (дані точки знаходяться біля шпindelних опор бабки), - закріплюється датчик 4. На фланці 5 круга крейдою, через рівні кути, наносять не менше 16 міток, які нумерують цифрами 1, 2, ... Елементи стробоскопічного тахометра з'єднуються між собою та з електромережею електричними дротами, лампа 2 встановлюється таким чином, щоб при її вмиканні освітлювалась та ділянка кола фланця 5 з позначками, яка є найближчою до датчика. Очевидно, що при обертанні круга, амплітуда коливань точки корпусу бабки, в якій встановлений датчик 4, буде максимальною в ті моменти часу, коли напроти неї проходить найважча ділянка. В ці ж самі моменти датчик 4 подає електричні сигнали і вмикається лампа 2, яка, таким чином, освітлює позначку, що зроблена крейдою біля найбільш важкої ділянки круга. Під час роботи круга і періодичних вмикань лампи виникає стробоскопічний ефект, при якому людині, що проводить балансування і спостерігає за освітлюваною лампою ділянкою круга, останній буде здаватись нерухомим. При цьому людина в моменти вмикання лампи 2 бачитиме одну і ту ж саму позначку, біля ділянки, що створює дисбаланс. Індикатор 1 показуватиме його фактичну величину. Після цього, круг 7 зупиняється і на його фланці напроти визначеної при проведенні перевірки найважчої ділянки, встановлюється вантаж 3. Далі знов вмикають обертання круга, вимірюють його дисбаланс і при необхідності визначають місце для установки другого вантажу. Розглянута послідовність експериментів повторюється до приведення дисбалансу круга у допустимі межі.

Деякі з шліфувальних і заточувальних верстатів оснащуються спеціальними редукторами для здійснення динамічного балансування абразивних кругів [4]. На рис. 8.10 наведена спрощена конструктивна схема такого

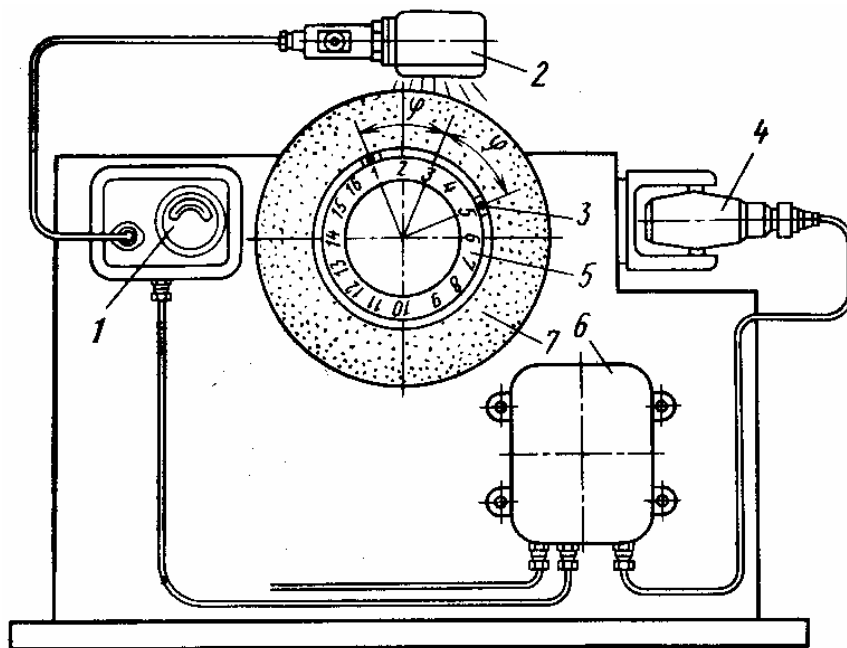


Рис. 8.9. Схема динамічного балансування абразивного круга за допомогою стробоскопічного тахометра: 1 – індикатор; 2 – стробоскопічна лампа; 3 – вантаж; 4 – датчик; 5 – фланець; 6 – електронний блок; 7 - круг

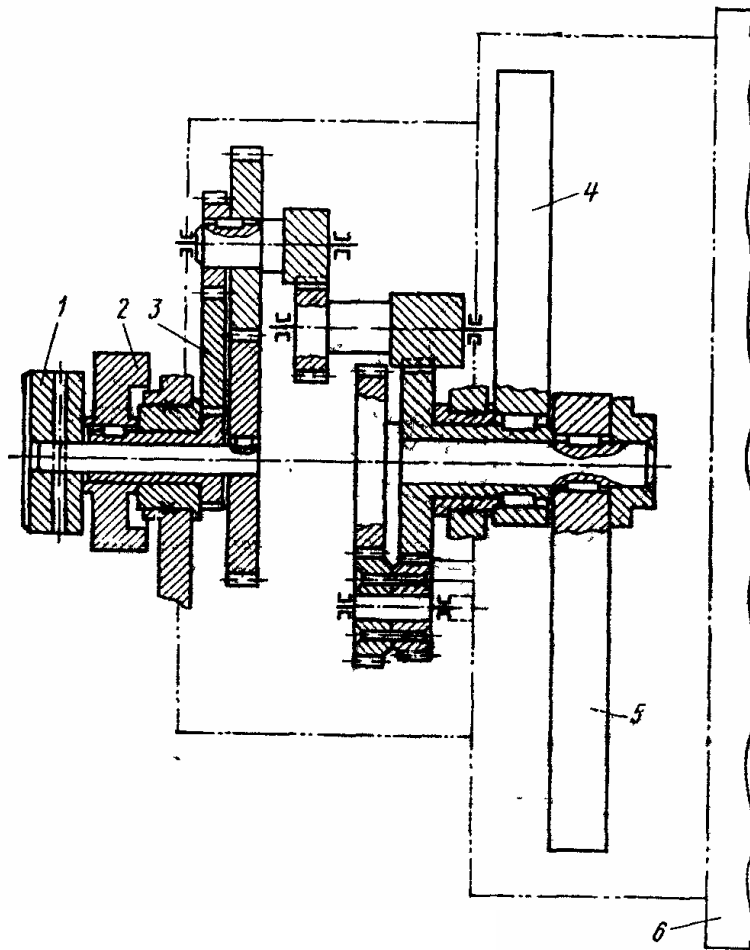


Рис. 8.10. Схема редуктора для динамічного балансування абразивного круга: 1, 2 – рукоятки регулювання дисбалансу; 3 – паразитне зубчасте колесо; 4, 5 – дисбаланси; 6 – круг, що балансується

редуктора, що закріплюється на фланці круга 6. Редуктор містить дисбаланси 4, 5 (диски, що установлені з протилежними ексцентриситетатами на вихідному валу редуктора), зубчасті колеса і проміжні вали, а також рукоятки 1, 2, при поворотах яких зубчасті колеса і диски 4, 5 приводяться в обертання. Якщо згідно із показаннями мікрокатора, установленного, як показано на рис. 8.6, фактичний дисбаланс круга 6 (див. рис. 8.10) виходить за допустимі межі, необхідно під час його обертання затримати рукою рукоятку 2. При цьому корпус редуктора продовжуватиме обертатись разом із кругом, а зубчасті колеса і диски 4, 5 прийдуть в обертання відносно корпусу. Внаслідок того, що диски будуть повертатись у протилежні сторони, сумарний дисбаланс круга зміниться. Якщо ж за показаннями мікрокатора диски 4, 5 вже пройшли положення, що відповідає мінімальному дисбалансу, і при подальшому обертанні останній лише зростає, необхідно відпустити рукоятку 1 і затримати рукоятку 2. При цьому диски 4, 5, завдяки наявності в конструкції редуктора паразитного колеса 3, почнуть обертатись в протилежному напрямку, з вдвічі меншою швидкістю і система буде повертатись до положення, в якому дисбаланс мінімальний. В такий спосіб,

почергово затримуючи і відпускаючи рукоятки редуктора, дисбаланс зменшують до допустимих значень

Правка абразивних кругів

Для налагодження механізмів правки, що не мають поворотного корпусу, необхідно розрахувати чисельне значення величини зміщення h_0 інструмента 1 (рис. 8.11), що забезпечує правку, відносно осі його тримача 2

$$h_0 = \pm \frac{h}{1 + \frac{D_3}{D_B}}$$

Вибір знаку в правій частині останньої формули залежить від напрямку зміщення інструмента 1: „+” – при зміщенні ліворуч; „-” – при зміщенні праворуч.

Величину h_0 можна визначити і за номограмою, що наведена на рис.8.12 [9]. Для цього підраховують відношення D_3/ D_B . На осі ординат номограми знаходять точку, що відповідає значенню D_3/ D_B , через яку проводять пряму-горизонталь; на осі абсцис відкладають розраховане оптимальне значення h і з відповідної точки піднімають вертикаль до перехрещення з горизонталлю. Через отриману точку перехрещення і початок координат осі $0 - h$ проводять пряму, яка повинна перетнути вісь $0 - h_0$ в точці, що відповідає шуканому значенню h_0 .

8.2. Хід роботи

1. Уважно вивчити схему та технологічні особливості процесу безцентрового круглого шліфування, загальну послідовність налагодження безцентрового круглошліфувального автомата, формули та заходи з налагодження його вузлів, вимоги щодо закріплення абразивних кругів, обладнання для їх попередньої правки, метод і схему перевірки фактичного дисбалансу, методи статичного і динамічного балансування, методик налагодження механізму правки круга.

2. Згідно із вказаним викладачем номером варіанта, виписати з табл.8.2 вихідні дані для налагодження безцентрового круглошліфувального автомата і розрахувати основні параметри налагодження: α , h , h_0 .

3. Закріпити на шпинделі універсального заточувального верстата мод. ЗА64Д або плоскошліфувального верстата мод. ЗГ71 абразивний круг. Установити на столі або станині верстата магнітний стояк з індикатором годинникового типу. За описаною вище методикою (див. розд. 8.1.3) визначити фактичне значення дисбалансу і порівняти його з допустимим.

4. Закріпити абразивний круг на зразковій оправці, яку установити на пристрої для статичного балансування. Визначити оптимальне положення трьох вантажів для обох сторін круга і закріпити їх в пазах фланців.

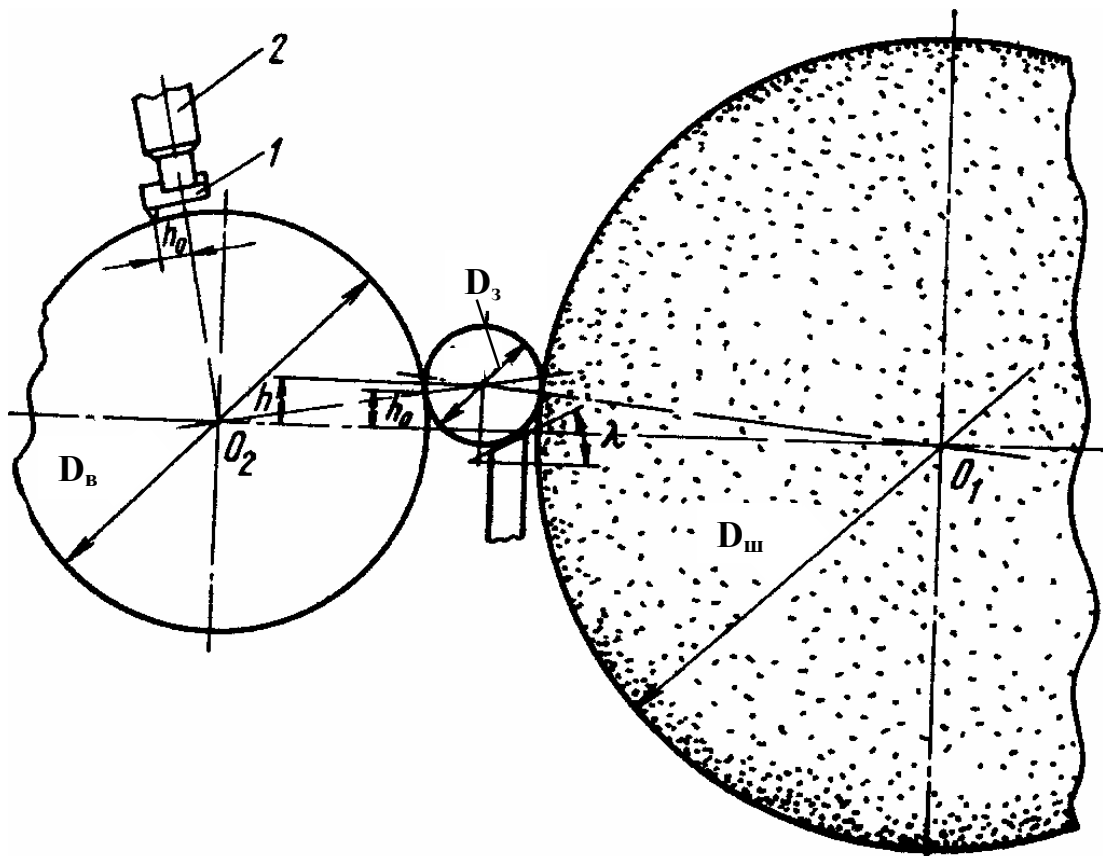


Рис. 8.11. Схема налагодження механізму правки круга безцентрового круглошліфувального автомата: 1 – інструмент для правки; 2 - тримач

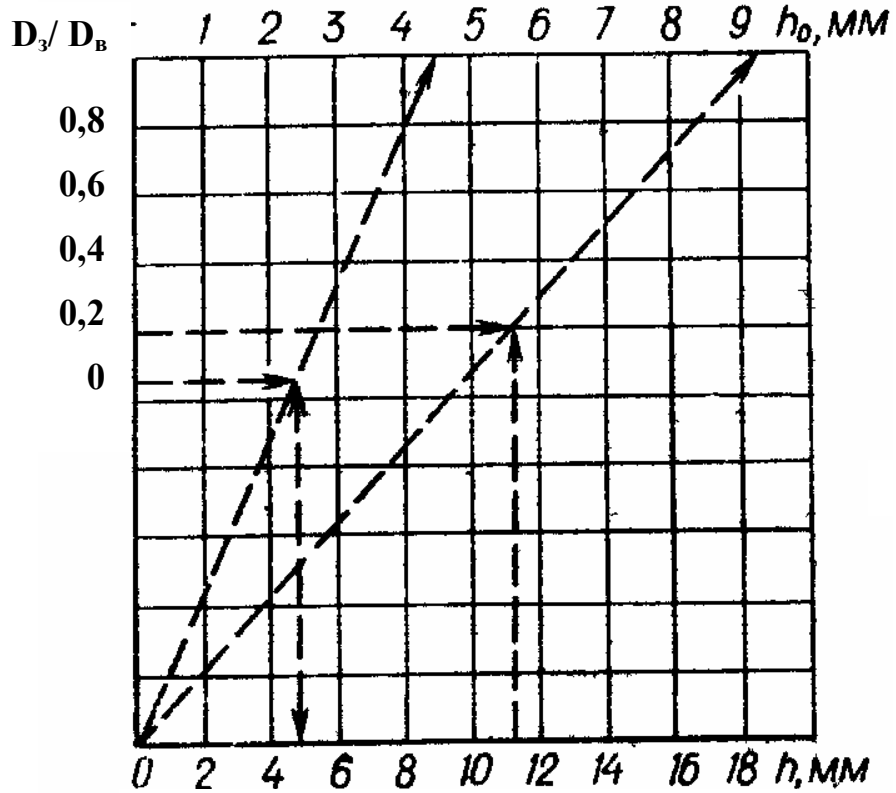


Рис. 8.12. Номограма для визначення зміщення h_0 інструмента для правки

8.3. Зміст звіту

Навести формули для визначення елементів налагодження безцентрового круглошліфувального автомата, а також їх розрахунки за вихідними даними табл. 8.2. Описати послідовність проведених перевірки дисбалансу абразивного круга та його статичного балансування.

Таблиця 8.2

Вихідні дані для розрахунку параметрів налагодження безцентрового круглошліфувального автомата

№ вар-та	D_z , мм	D_b , мм	$D_{ш}$, мм	v_b , м/хв	$v_{ш}$, м/с	s , м/хв	h_1 , мм
1	20	150	250	10	35	4	500
2	30	200	300	15	40	2	500
3	40	300	560	60	5	0,5	500
4	50	200	560	60	5	0,4	600
5	60	100	400	30	40	1	600
6	55	560	560	40	5	0,3	600
7	48	400	560	60	8	0,4	800
8	68	300	400	40	35	2	800
9	45	200	300	10	30	2	800
10	34	150	200	20	50	3	500
11	28	300	560	60	5	0,5	500
12	30	560	560	50	5	0,3	500
13	36	400	560	40	10	0,4	600
14	42	200	300	30	40	3	600
15	54	300	400	40	30	2	600

8.4. Контрольні запитання

1. Якими є основні технологічні особливості процесу безцентрового круглого шліфування?
2. В якій послідовності проводиться налагодження автомата для безцентрового круглого шліфування?
3. Які параметри є вихідними при налагодженні автомата?
4. Які параметри налагодження визначаються чисельним розрахунком?
5. Як провести налагодження бабки ведучого круга та супорта автомата?
6. Які вимоги повинні бути дотриманими для правильного закріплення абразивних кругів?
7. Що собою являє пристрій для попередньої правки кругів?
8. Як визначити фактичний дисбаланс круга?
8. В якій послідовності здійснюється статичне балансування кругів?
9. Що собою являє редуктор для динамічного балансування кругів?

Лабораторна робота №9

Експлуатація поперечно-стругальних верстатів

Мета роботи: ознайомитись із загальним компонуванням поперечно-стругальних верстатів, а також пристроями, що розширюють їх технологічні можливості, оволодіти навичками установки та вивірення заготовок на столах поперечно-стругальних верстатів.

Обладнання, пристрої, інструменти: фрезерний широкоуніверсальний верстат з ЧПК мод. 6A76ПФ2, горизонтальний консольно-фрезерний верстат мод. 6Н81Г, заготовки, призми, прихоплювачі, гвинтові домкрати, упорні планки, колодки, кутники, підставки, магнітний стоек, індикатор годинникового типу, контрольна лінійка.

9.1. Теоретичні відомості

9.1.1. Пристрої, що розширюють технологічні можливості поперечно-стругальних верстатів

На поперечно-стругальних верстатах (рис. 9.1) можна виконувати також фрезерування та шліфування [4]. З цією метою на консолі 3 замість супорта 4 встановлюють фрезерну або шліфувальну головки, які звичайно допускають поворот на 360° . Це дає можливість обробляти поверхні, розташовані під різними кутами.

На верстатах мод. 7В35 і ГД-21 (див. рис. 9.1), що оснащуються гідрокопіювальними пристроями 4 можна обробляти криволінійні поверхні з кутом нахилу твірних у поперечному перерізі до 25° . Об'ємне копіювання забезпечує однокоординатна система стеження, що включає чотирикромковий золотник [4]. Гідрокопіювальний супорт 4 верстата оснащений двома різцями 5, відстань між якими можна регулювати. Це дозволяє обробляти за одним копіром 9 дві заготовки 7. При необхідності гідрокопіювальна головка 4 замінюється звичайним супортом і тоді верстат працює як звичайний поперечно-стругальний верстат з гідравлічним приводом [4].

Супорти поперечно-стругальних верстатів розвивають при зворотних ходах потужності, які лише незначно менші потужностей під час прямих ходів. Потужності зворотних ходів цілком достатньо для виконання чистового і напівчистового стругання. Таким чином, якщо здійснити знімання стружки при русі різця в обидві сторони, можна підвищити продуктивність роботи верстата на 30 – 40%.

На рис. 9.2 показані схеми роботи двосторонньої різцевої головки, яка може встановлюватись замість звичайної [4]. Головка містить хитний різцетримач 1, на якому закріплені різці прямого 2 і зворотного 3 ходів. Під час прямого ходу різцетримач притискається пружиною 5 до опорної поверхні А корпусу 4 головки, а під час зворотного ходу – до поверхні Б корпусу. Перемикання різцетримача здійснюється в кінці кожного ходу за допомогою кулачків і тяги. При зворотному русі супорта горизонтальна складова сили різання спрямована в сторону станини 1 (див. рис. 9.1), що

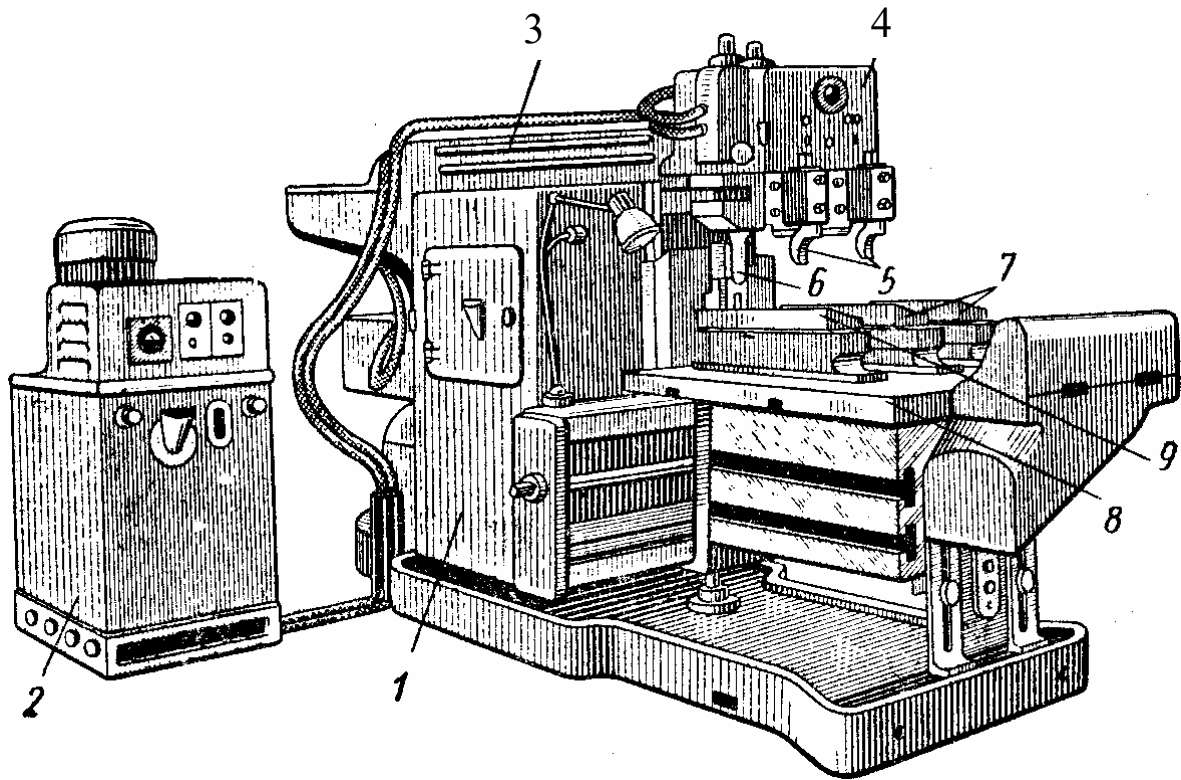


Рис. 9.1. Гідрокопіювальний поперечно-стругальний верстат мод. ГД-21: 1 – станина; 2 – гідростанція; 3 – консоль; 4 – копіювальний супорт; 5 – різці; 6 – копіювальний щуп; 7 – заготовка; 8 – стіл; 9 - копій

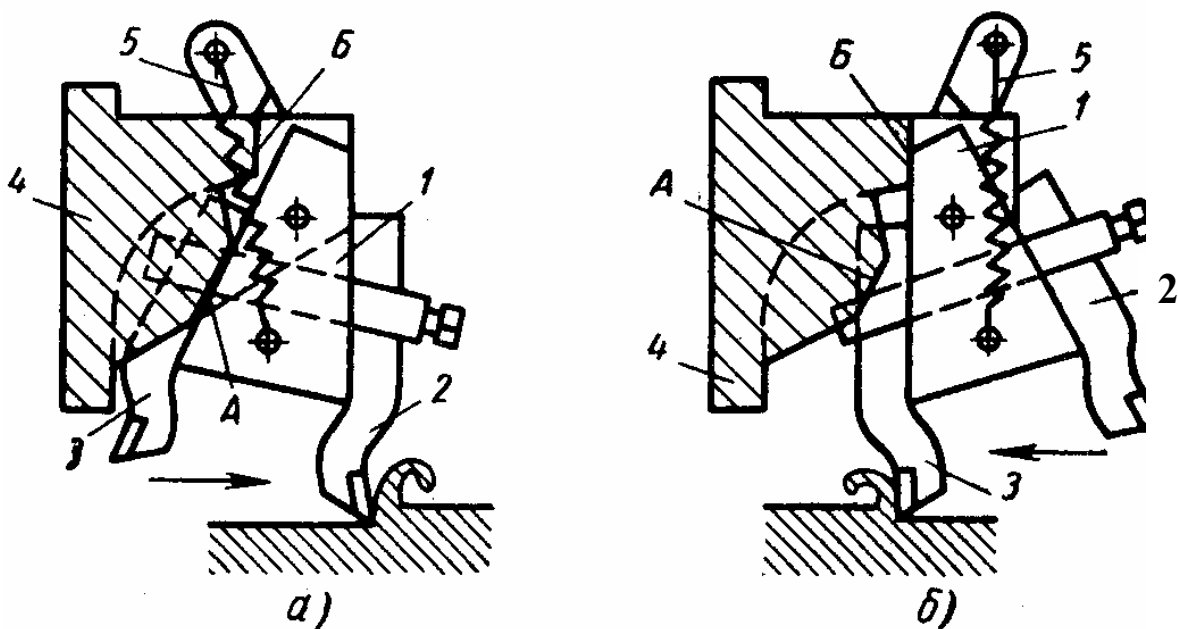


Рис. 9.2. Схеми роботи двосторонньої різцевої головки: а – прямий хід; б – зворотний хід; 1 – різцетримач; 2, 3 – різці прямого і зворотного ходів; 4 – корпус головки; 5 - пружина

сприяє меншому прогину столу 8, внаслідок його притискання до напрямних станини і позитивно позначається на точності виконуваних операцій.

На поперечно-стругальних верстатах можна проводити також і накатування різьби плашками на болтах і гвинтах діаметром від 3 до 6 мм [4]. Для цього застосовується спеціальне пристосування (рис. 9.3), що установлюється на столі верстата. Повзун 2 пристосування, що з'єднаний із різцетримачем 3 верстата, здійснює зворотно-поступальні переміщення в корпусі 1. На повзуні закріплена рухома плашка 7; нерухома плашка 6 пов'язана із плашкотримачем 5 (положення плашки 6 в поперечному напрямку можна регулювати). Заготовки болтів вручну або механічно закладаються у магазин 4, який забезпечує їх подачу з частотою одна заготовка на один подвійний хід супорта. Заготовки по черзі затягуються в зазор між плашками і обертаючись навколо власної осі, накатуються.

Крім цього, поперечно-стругальні верстати використовуються для виконання протяжних операцій. При цьому протяжка закріплюється на супорті верстата або установлюється на його столі. В останньому випадку оброблювану заготовку закладають в пристосування, закріплене на передньому торці супорта.

9.1.2. Пристрої для закріплення заготовок та інструмента на поперечно-стругальних верстатах

Оброблювані заготовки закріплюються на столах поперечно-стругальних верстатів за допомогою універсальних або спеціальних затискних пристосувань.

Спеціальні пристосування застосовують в технологічних процесах масового виробництва. Вони забезпечують швидке, точне і надійне закріплення на столі верстата одної або декількох заготовок.

Однак більш широко при експлуатації поперечно-стругальних верстатів застосовуються універсальні пристосування, до яких відносять: машинні лещата і патрони, упорні планки і колодки, кутники, притискні колодки, прихоплювачі, підставки і мірні підкладки, домкрати і призми, струбцини і розпірні гвинти, кріпильні болти і шпильки [4].

Для закріплення заготовок невеликих розмірів найчастіше використовують машинні лещата (прості, поворотні або універсальні). Обробку заготовок круглого поперечного перерізу звичайно проводять в три- або чотирикулачкових токарних патронах, які фіксуються на столі верстата за допомогою притискних планок.

Деякі із згаданих вище універсальних пристосувань показані на рис.9.4. Так, гвинтові домкрати (див. рис. 9.4, б) застосовують для вивірення на столі верстата заготовок типу „корпус”, що можуть мати необроблену встановлювальну поверхню. Клинові домкрати (див. рис. 9.4, в) звичайно використовують для вивірення заготовок перед чистовими операціями, оскільки при цьому досягається висока точність установки в межах 0,01 – 0,03 мм. Бокові притискачі (див. рис. 9.4, е – и) забезпечують задану точ-

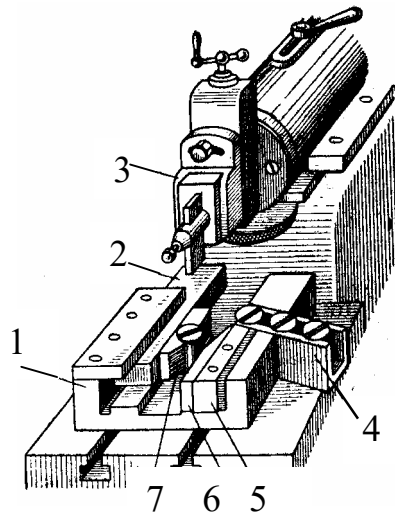


Рис. 9.3. Пристосування для накатування різьби на поперечно-стругальному верстаті: 1 – корпус; 2 – повзун; 3 – різцетримач; 4 – магазин; 5 - плашкодержимач; 6, 7 - плашки

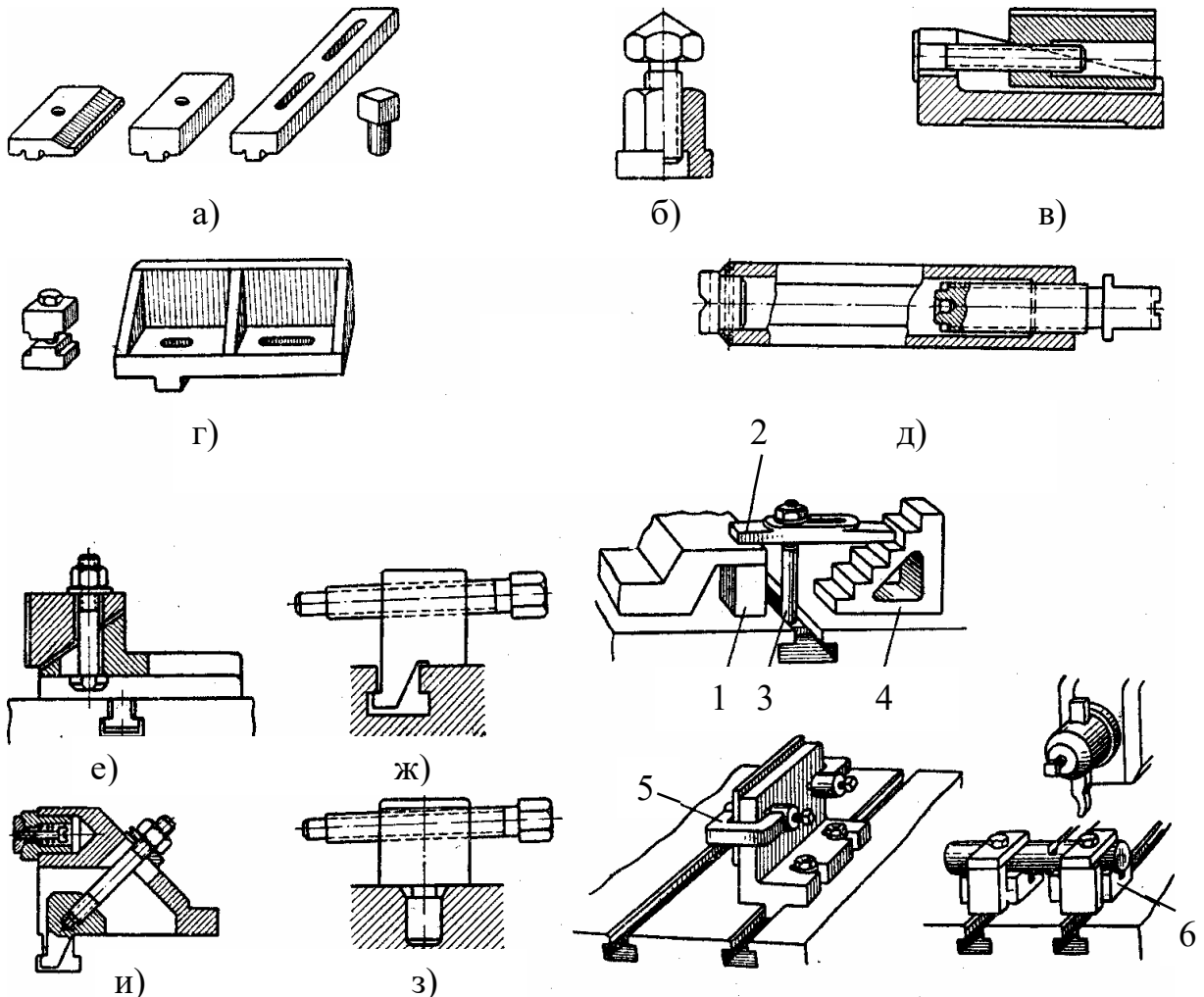


Рис. 9.4. Кріпильні пристосування: а – упорні планки та колодки; б - гвинтовий домкрат; в – клиновий домкрат; г – упорний кутник; д – розпирний гвинт; е – клиновий притискач; ж, з – гвинтові притискачі; и – притискач зі сферичною п'ятою; 1 – підставка; 2 - прихоплювач; 3 – кріпильний болт; 4 – східчаста опора; 5 – струбцина; 6 - призма

ність базування заготовок в горизонтальній площині, паралельній ходу стола, а також запобігають їх зміщенням під впливом сил різання. Притискачі можна установлювати як в Т-подібних пазах, так і в круглих отворах столу. Якщо заготовка вже має оброблену бокову поверхню, яка може служити встановлювальною базою, її притискають до жорстких упорів, що закріплені в пазах столу (див. рис. 9.4, а). При обробці високих і нежорстких заготовок застосовують розпірні гвинти (див. рис. 9.4, д).

9.2. Хід роботи

1. Вивчити компонування поперечно-стругальних верстатів та пристрої, що розширюють їх технологічні можливості.

2. Теоретично та практично ознайомитись з універсальними пристосуваннями, що застосовуються для установки та закріплення заготовок на столах поперечно-стругальних верстатів.

3. Установити на гвинтових домкратах на столі горизонтального консольно-фрезерного верстата мод. 6Н81Г видану викладачем заготовку типу „корпус”, закріпити на її верхній оброблювальній поверхні контрольну лінійку. Установити на станині верстата магнітний стояк з індикатором годинникового типу. Відрегулювати їх положення таким чином, щоб вимірювальний штифт індикатора дотикався верхньої грані лінійки і був би перпендикулярним до неї. При переміщенні столу верстата вручну в повздовжньому та поперечному напрямках на всю довжину ходу, визначити максимальне відхилення стрілки індикатора – непаралельність оброблюваної поверхні до напрямку повздовжнього та поперечного переміщення столу. Порівняти отримані відхилення із допустимими для даного верстата (0,03/300 мм – у повздовжньому напрямку і 0,015/300 мм – у поперечному напрямку); при необхідності за допомогою домкратів відрегулювати положення заготовки для дотримання вимог точності установки. Зафіксувати вивірену заготовку на столі прихоплювачами і кріпильними болтами, з використанням підставок і мірних підкладок.

4. Установити в призмах на столі фрезерного широкоуніверсального верстата з ЧПК мод. 6А76ПФ2 заготовку типу „східчастий вал”. Установити в отворі горизонтального шпинделя верстата зразкову циліндричну оправку із закріпленою на неї поперечиною магнітного стояка з індикатором годинникового типу. Вимірювальний штифт індикатора повинен дотикатись циліндричної поверхні більшого за діаметром ступеня заготовки і бути перпендикулярним до неї. При переміщенні шпиндельної бабки вручну установити максимальне відхилення стрілки індикатора, яке буде відповідати фактичній непаралельності твірної циліндричної обробленої поверхні заготовки до напрямку переміщення бабки. Порівняти отримане відхилення із допустимим (8 мкм/250 мм). Закріпити заготовку в призмах за допомогою прихоплювачів і болтів.

9.3. Зміст звіту

Навести описи, схеми та результати проведених операцій та перевірок з установаження і закріплення заготовок на столах верстатів.

9.4. Контрольні запитання

1. З яких основних вузлів складається гідрокопіювальний поперечно-стругальний верстат?
2. Як виконати на поперечно-стругальному верстаті операції фрезерування та шліфування?
3. Як на гідрокопіювальному поперечно-стругальному верстаті провести обробку криволінійних поверхонь заготовок?
4. Як підвищити продуктивність роботи поперечно-стругального верстата? Яке для цього застосовується пристосування і як воно працює?
5. Як на поперечно-стругальних верстатах виконуються операції накатування різьби на болтах та протягування?
6. Які універсальні пристосування використовуються для закріплення на столах поперечно-стругальних верстатах заготовок? В яких випадках вони застосовуються?

Лабораторна робота №10

Експлуатація насосів. Автоматизація насосної станції

Мета роботи: ознайомитись з гідравлічними схемами послідовної і паралельної роботи насосів, схемами використання вихідної робочої рідини для збільшення швидкості гідродвигуна, розвантаження насоса через розподільник і за допомогою гідроаккумулятора; вивчити послідовність роботи кожної зі схем, а також методики для визначення їх основних робочих параметрів; скласти з реальних гідромашин та гідроапаратів деякі з вивчених схем та дослідити їх роботу; отримати навички розрахунків основних параметрів гідроприводів при послідовній і паралельній роботі насосів, а також при розвантаженні насоса за допомогою гідроаккумулятора.

Обладнання, пристрої, інструменти: стенд для випробування насосів, насоси, гідроциліндр, гідроклапани тиску, дроселі, з'єднувальні рукави високого тиску, манометри.

10.1. Теоретичні відомості

В гідроприводах машин насоси можуть працювати як окремо, так і сумісно при послідовній або паралельній схемі їх з'єднання [4]. Послідовно насоси з'єднуються при необхідності різкого підвищення в гідросистемі тиску, наприклад, на етапі робочого ходу гідроциліндра. Паралельно насоси з'єднуються на етапах швидких переміщень (прискореного підведення і відведення виконавчого елемента, фіксації заготовки, звільнення готової деталі, при роботі транспортних засобів), коли потрібні максимальні витрати робочої рідини. З окремого на сумісний режими роботи і навпаки (або з паралельного на послідовний і навпаки) насоси перемикаються автоматично. Сигналом для спрацьовування автоматики звичайно є підвищення тиску в гідросистемі до певного значення, крім цього в деяких випадках реалізується керування за функцією шляху.

Схему для паралельної роботи насосів при відсутності обмежень за габаритами або якщо витрати насосів перевищують 150 л/хв., можна скласти з окремих стандартизованих або нормалізованих гідромашин і гідроапаратів. У випадках, коли зазначені умови не виконуються, схема складається на базі гідропанелі типу Г53, в корпусі якої змонтована вся гідроавтоматика.

Схема паралельного з'єднання насосів, складена зі стандартизованої апаратури, показана на рис. 10.1. На етапі швидкого переміщення виконавчого елемента, на пов'язаний з ним шток гідроциліндра діє сумарна сила тертя F_T в ущільненнях штока, а також сили, що створюються тисками робочої рідини в поршневій (p_1) і штоковій (p_2) порожнинах гідроциліндра на площах поршня S_1 і S_2 . Сумарна сила, що протидіє переміщенню виконавчого елемента невелика і тиск $p_1 = p_{ш}$ не перевищує тиску спрацьовування p_k гідроклапана 6, золотник якого знаходиться у нижньому, зображеному на схемі положенні. Внаслідок цього, витрати обох насосів Q_1 і Q_2 підсумовуються в точці 4 схеми, реалізується паралельний режим їх роботи і

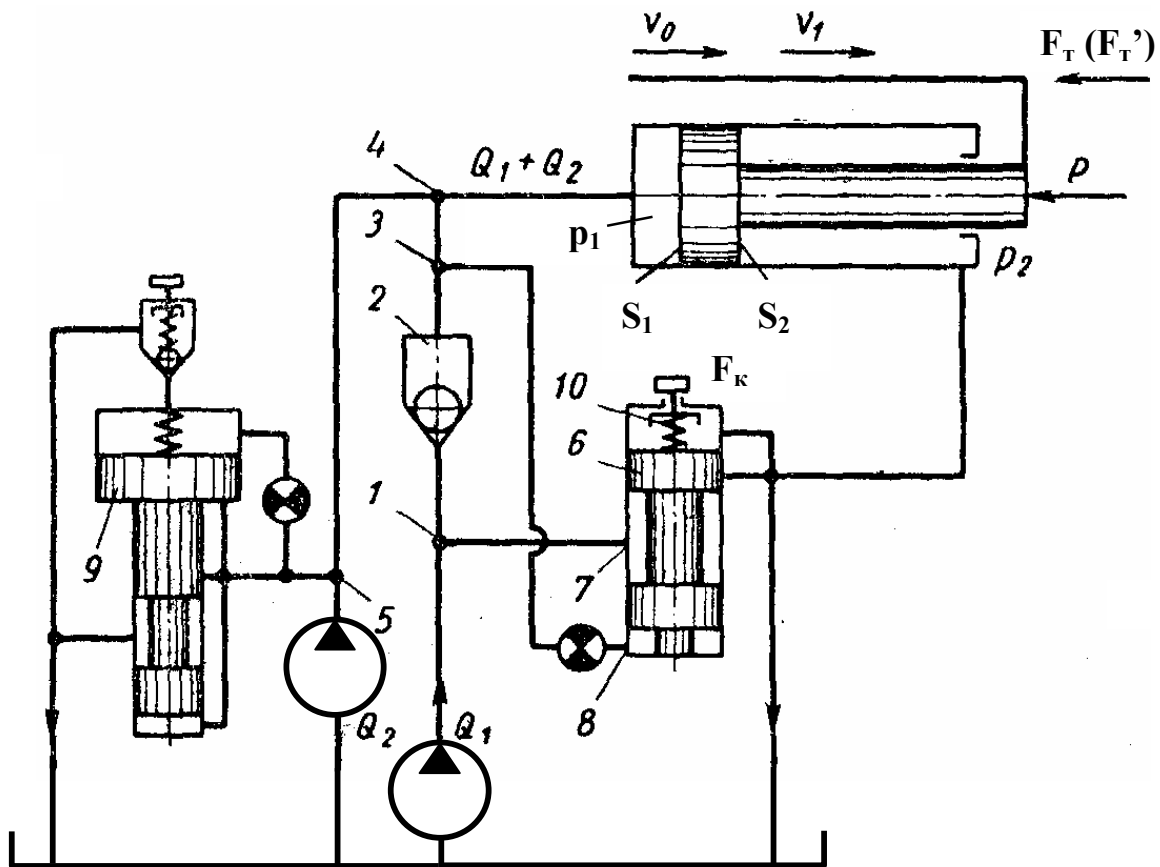


Рис. 10.1 Схема паралельної роботи насосів: 1 – точка підведення витрат насоса низького тиску; 2 – зворотний клапан; 6 – гідроклапан тиску Г54; 9 – запобіжний клапан; 10 – пружина регулювання тиску спрацьовування

поршень гідроциліндра швидко рухається праворуч. Тиск в поршневій порожнині гідроциліндра на етапі швидкого переміщення визначається за формулою

$$p_{ш} = \frac{1}{S_1}(F_T + p_2 S_2). \quad (10.1)$$

Тиск p_k спрацьовування гідроклапана 6, що може настроюватись регулюванням зусилля попереднього стиску F_k пружини 10, обчислюється як

$$p_k = \frac{4F_k}{\lambda \pi D_k^2}, \quad (10.2)$$

де D_k – діаметр золотника гідроклапана; $\lambda = 1,1 - 1,15$ – коефіцієнт запасу. З рівнянь (10.1), (10.2) при умові $p_{ш} = p_k$ визначаємо необхідне зусилля пружини 10

$$F_k = \frac{\lambda \pi D_k^2 p_{ш}}{4} = \frac{\lambda \pi D_k^2}{4} \frac{1}{S_1} (F_T + p_2 S_2). \quad (10.3)$$

На етапі робочої подачі шток гідроциліндра додатково навантажується зусиллям P , спрямованим проти його руху. Тиск в гідросистемі, в тому числі і в гідролінії 3 – 8, зростає ($p_1 = p_p > p_k$), гідроклапан 6 спрацьовує (його золотник долає зусилля F_k і зміщується ввєрх), гідролінія 1 – 7 з'єднується через гідроклапан з баком, витрати насоса Q_1 починають перетікати на злив.

Тиск в гідросистемі на етапі робочого ходу

$$p_p = \frac{1}{S_1} (P + F_T' + p_2 S_2), \quad (10.4)$$

де F_T' – сумарна сила тертя при переміщенні поршня гідроциліндра на етапі робочого ходу.

Пружину запобіжного клапана 9 регулюють на тиск $p_{з.к} = p_p + \Delta p$, де Δp – втрати тиску в гідролініях нагнітання та зливу [4].

Під час руху поршня під навантаженням, витрати Q_1 насоса зливаються в бак майже при нульовому тиску, і тому насос споживає незначну потужність.

При швидкому переміщенні виконавчого елемента споживана потужність насосної станції

$$N_{ш} = p_{ш} (Q_1 + Q_2), \quad (10.5)$$

де Q_1 і Q_2 – витрати насосів при тиску $p_{ш}$.

Споживана тою ж станцією потужність при переміщенні поршня під навантаженням

$$N_p = (p_3 Q_{1p} + p_p Q_{2p}), \quad (10.6)$$

де p_3 – тиск насоса Q_1 під час руху поршня під навантаженням; звичайно $p_3 = 0,05 - 0,08$ МПа; Q_{1p} , Q_{2p} – витрати насосів на етапі робочого ходу.

Схема послідовного включення насосів, складена зі стандартизованих і нормалізованих гідроапаратів, показана на рис. 10.2. Спеціальні панелі керування, що забезпечують послідовну роботу насосів вітчизняної промисловості серійно не випускає.

Тиск p_k спрацьовування гідроклапана 6 визначається за формулою (10.2) і поки тиск в системі на етапі швидкого переміщення ($p_{ш}$) не перевищує p_k - золотник 6 знаходиться у нижній позиції, а на гідроциліндр па-

ралельно працюють обидва насоси: насос Н1 подає робочу рідину по гідролінії 7 – 2 – 4, а насос Н2 – по гідролінії 5 – 3 – 4. В точці 3 витрати обох насосів підсумовуються.

На етапі робочого ходу, в момент прикладення до штока гідроциліндра зусилля P , тиск в гідросистемі підвищується до $p_1 = p_p > p_k$ і золотник 6 зміщується вгору, забезпечуючи з'єднання по гідролінії 7 – 8 – 9 – 10 порожнини нагнітання насоса Н1 з порожниною всмоктування насоса Н2. В результаті насоси починають працювати послідовно. Оскільки, тиск у всмоктувальній порожнині насоса Н2 лише незначно менший тиску в нагнітальній порожнині насоса Н1, на виході насоса Н2, а отже і в поршневій порожнині гідроциліндру тиск $p_1 = p_p$ стає суттєво більшим тиску $p_{ш}$, що і потрібно для етапу робочого ходу.

Для ефективної послідовної роботи насосів необхідно дотримання умови: витрати насоса Н1 більші витрат насоса Н2, принаймні, на величину об'ємних втрат в Н2, тобто

$$Q_1 > (Q_2 + \delta_2 \Delta p), \quad (10.7)$$

де Δp – збільшення тиску в гідросистемі на етапі робочого ходу у порівнянні із тиском на етапі швидкого переміщення

$$\Delta p = (p_p - p_{ш}), \quad (10.8)$$

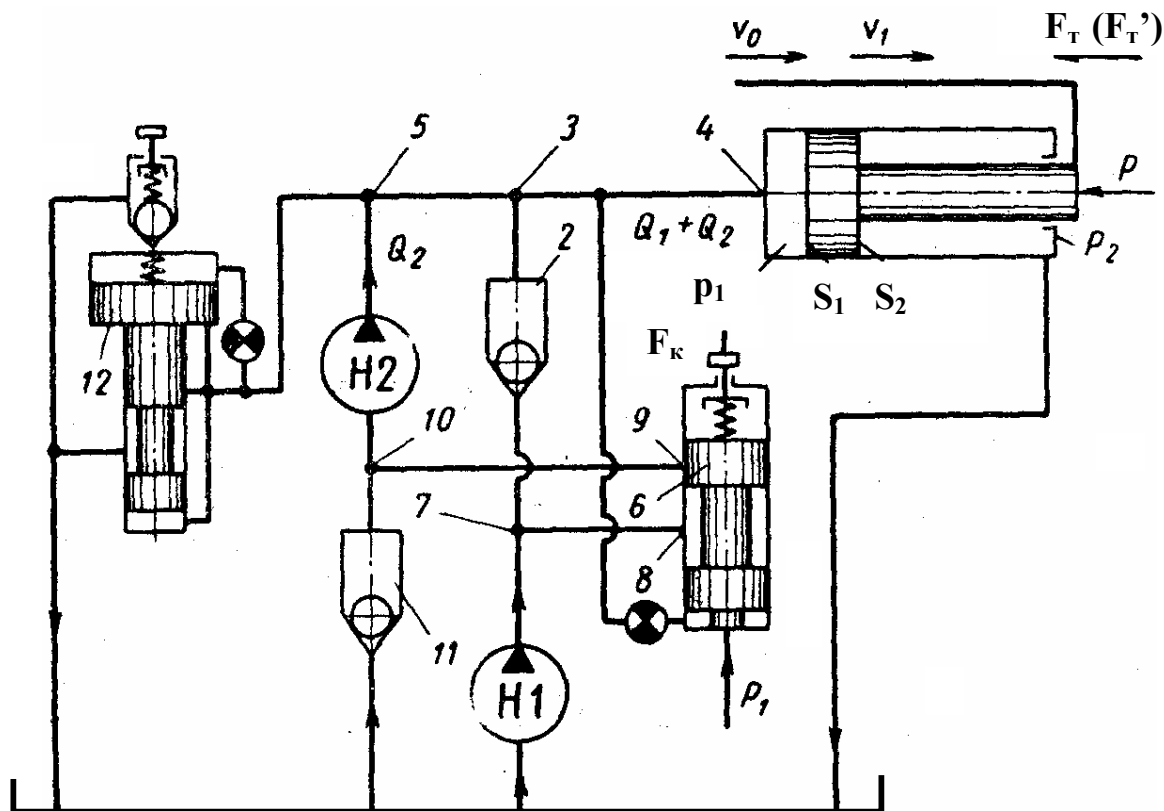


Рис. 10.2. Схема послідовної роботи насосів

Приєднуючи послідовно один за одним насоси, можна, в принципі, досягти будь-якого збільшення тиску, однак при значній кількості послідовно ввімкнених насосів, суттєво знижується сумарний ККД насосної станції, який не повинен бути меншим 0,55 – 0,5.

Споживана на етапі робочого ходу потужність станції, що зображена на рис. 10.2, визначається як

$$N_p = [p_m (Q_1 - Q_2) + p_p Q_2]. \quad (10.9)$$

В деяких гідросистемах з метою зменшення витрат насоса, а отже, і споживаної потужності, реалізують злив робочої рідини зі штокової порожнини робочого гідроциліндра [4]. В подібних випадках застосовують трипозиційні чотирилійні гідророзподільники типу 2Г-73-1 або 2Б-74-1 з відкритим центром і закритим зливом (рис. 10.3). Якщо діаметр штока гідроциліндра складає d , то швидкість прискореного переміщення його поршня буде дорівнювати (див. рис. 10.3)

$$v_m = \frac{4(Q_1 + Q_2)}{\pi d^2}. \quad (10.10)$$

Інколи - на операціях завантаження-розвантаження, фіксації та звільнення, транспортування заготовок і деталей, здійснення налагоджувальних рухів - необхідно забезпечити паузи в роботі насоса верстата, що досягається одним з двох основних способів [4]: перекриттям подачі насоса і зливом всіх його витрат в бак через запобіжний клапан (при цьому вся споживана насосом енергія перетворюється у енергію нагрівання робочої рідини); застосуванням спеціального пристрою, що розвантажує насос і всю систему в бак при практично нульовому тиску.

Перекриття подачі насоса економічно виправдане у випадках, коли паузи достатньо короткочасні або, якщо робочий тиск в гідросистемі відносно невеликий. При тривалих паузах або високих тисках реалізація даного способу приводить до надмірного нагрівання робочої рідини і зниження ККД.

Якщо застосувати з цією ж метою гідророзподільник 2 (рис.10.4,а) типу 6Г-1, то при його перемиканні у середню позицію, гідролінії підведення робочої рідини до порожнин гідроциліндра 1 будуть перекритими, а витрати насоса 4 через повздовжній канал золотника гідророзподільника 2 розвантажуються в бак при нульовому тиску.

При необхідності повного розвантаження системи використовуються гідророзподільники типу Г73-1 або Г74-1 з відкритим центром і зливом (див. рис. 10.4, б).

Робоча рідина верстатних гідросистем - масло, як і будь-яка інша рідина, - чутлива до втрат об'єму. У зв'язку із цим, при застосуванні гідравліки для здійснення затискних операцій, необхідно забезпечити безперерв-

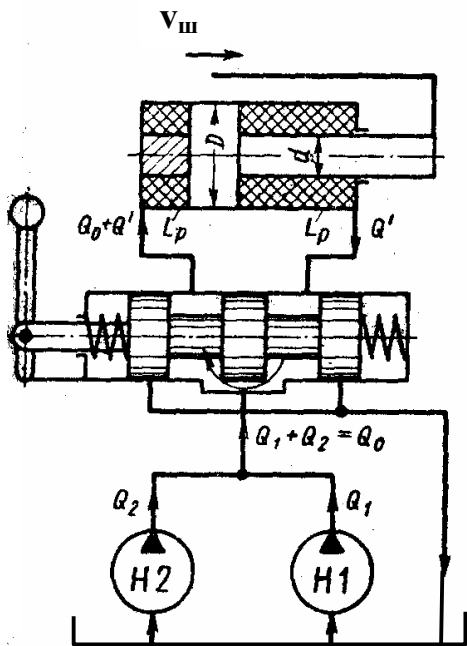


Рис. 10.3. Схема використання вихідної рідини для збільшення швидкості переміщення виконавчого елемента

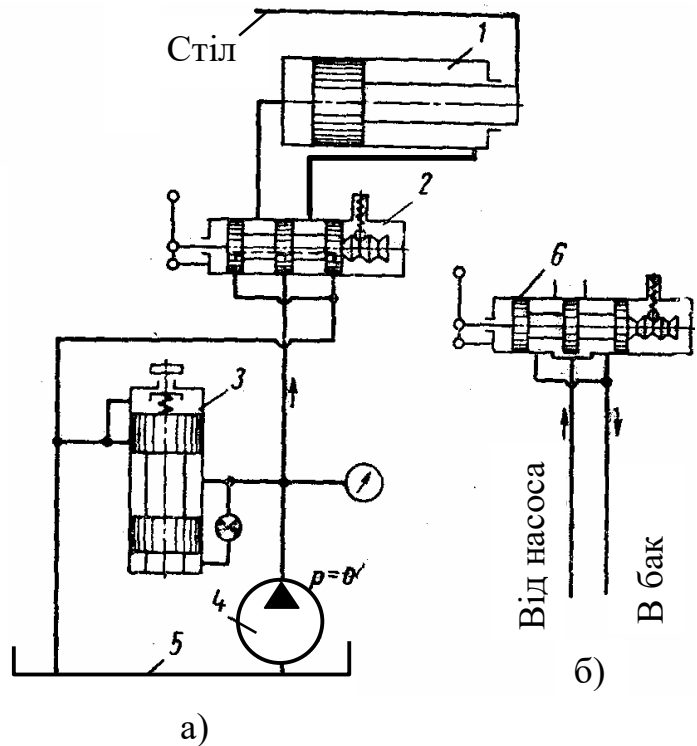


Рис. 10.4. Схема розвантаження насоса через розподільник: 1 – гідроциліндр; 2 - розподільник типу 6Г; 3 – гідроклапан тиску; 4 – насос; 5 – бак; 6 – розподільник типу 1Г73

не підтримання робочого тиску, з метою компенсації даних втрат. Величина їх у порівнянні із витратами насоса невелика, і якщо використовувати останній для компенсації втрат, то практично вся споживана енергія буде переходити у тепло. Тому для реалізації затискних операцій раціональнішою є схема, що забезпечує періодичне вмикання насоса в роботу в моменти, коли падіння тиску перевищує допустиму величину. В схемі на рис.10.5 пристроєм, що реагує на зміну тиску в гідросистемі, є пружинний гідроаккумулятор 3. Необхідна сила фіксації P устанавлюється регулюванням зусилля попереднього стиску F_k гідроклапана тиску 2 типу Г54, яке дорівнює

$$F_k = P \frac{D_k^2}{D^2}, \quad (10.11)$$

де D_k – діаметр золотника гідроклапана 2; D – діаметр поршня гідроциліндра 1.

Аналогічно, сила попереднього стиску F_a пружини гідроаккумулятора 3 визначається як

$$F_a = P \frac{D_a^2}{D^2}, \quad (10.12)$$

де D_a – діаметр плунжера гідроаккумулятора.

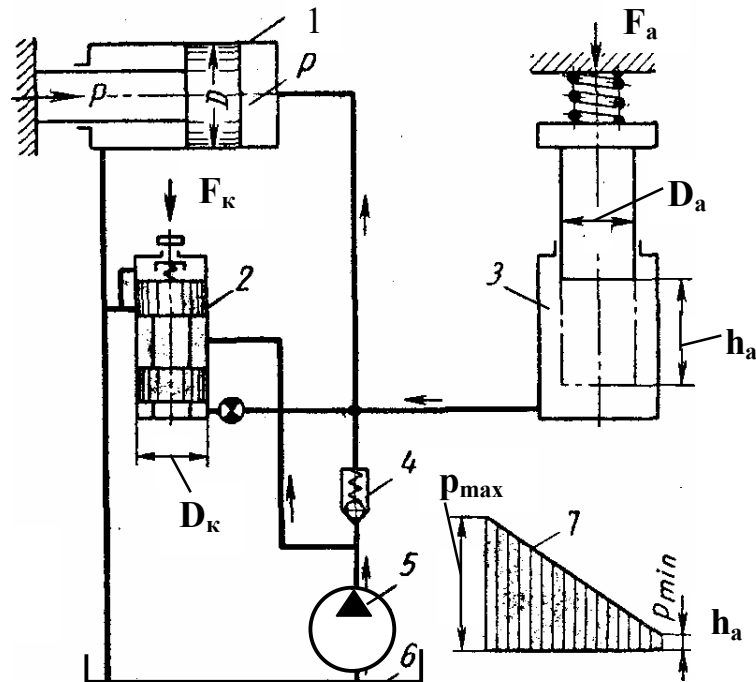


Рис. 10.5. Схема автоматичного розвантаження насоса за допомогою гідроаккумулятора: 1 – гідроциліндр; 2 – гідроклапан тиску; 3 – пружинний гідроаккумулятор; 4 – зворотний клапан; 5 – насос; 6 – бак; 7 – характеристика пружини гідроаккумулятора

Коли гідроаккумулятор зарядиться до максимального тиску p_{\max} (звичайно не перевищує 1,2 МПа), гідроклапан 2 спрацює, і витрати насоса 5 будуть розвантажуватись в бак 6 при нульовому тиску. Даний етап буде тривати, поки тиск в гідросистемі не впаде до мінімального значення p_{\min} . Чим більшим є робочий об'єм гідроаккумулятора, тим рідше насос буде вмикатись в роботу. Найменший об'єм гідроаккумулятора – об'єм одної зарядки обчислюється за формулою

$$V_a = \frac{\pi D_a^2}{4} h_a = \frac{p_{\max} - p_{\min}}{k} \left(\frac{\pi D_a^2}{4} \right)^2, \quad (10.13)$$

де k – жорсткість пружини гідроаккумулятора.

10.2. Хід роботи

1. Ознайомитись зі схемами паралельної та послідовної роботи насосів, зливу робочої рідини зі штокової порожнини гідроциліндра з метою збільшення швидкості переміщення його поршня, розвантаження робочої

рідини за допомогою гідророзподільника та гідроаккумулятора; вивчити, для реалізації яких режимів використовуються дані схеми, послідовність їх роботи, залежності для визначення основних робочих параметрів гідроприводів.

2. Згідно із вказаним викладачем номером варіанта, з табл. 10.1 вписати вихідні дані для визначення параметрів гідропривода, виконаного за одною зі схем, що подані на рис. 10.1, 10.2, 10.5. За наведеними в розд.10.1 залежностями розрахувати основні робочі параметри гідропривода (при розрахунках схем, наведених на рис. 10.1, 10.2 вважати, що витрати від насосів Q_1 і Q_2 є постійними величинами як для етапу швидкого перміщення, так і для етапу робочого ходу).

3. На стенді для випробовування насосів скласти схеми паралельного та послідовного приєднання насосів; перевірити їх роботу; визначити за допомогою манометрів фактичні значення тисків в гідросистемах на різних етапах їх роботи.

10.3. Зміст звіту

Навести схему гідропривода, для якого визначаються робочі параметри, розрахункові формули та розрахунки даних параметрів. Описати послідовність проведення експериментальних досліджень послідовної і паралельної роботи насосів.

10.4. Контрольні запитання

1. В яких випадках насоси гідроприводів верстатів з'єднуються за паралельною та послідовною схемами?

2. В якій послідовності спрацьовує схема паралельного з'єднання насосів?

3. Як працює привод, насоси якого з'єднані за послідовною схемою?

4. Від яких параметрів залежить тиск в поршневій порожнині гідроциліндра, що працює в гідроприводі з паралельним з'єднанням насосів? Як змінюється даний тиск на різних етапах спрацьовування гідропривода?

5. З якою метою і яким чином реалізується злив робочої рідини зі штокової порожнини робочого гідроциліндра?

6. На яких операціях і якими способами забезпечуються паузи в роботі насоса верстата?

7. В якій послідовності працює схема розвантаження насоса за допомогою гідроаккумулятора? Які основні робочі параметри схеми необхідно розрахувати?

Таблиця 10.1

Вихідні дані для розрахунку робочих параметрів гідроприводів

Схе ма	Найменування параметрів	Чисельні значення параметрів за варіантами				
		1	2	3	4	5
Рис. 10.1	Діаметри поршня і штока гідроциліндра, мм: $D_1; D_2$	10; 5	20; 12	40; 20	32; 16	16; 8
	Сила тертя в ущільненнях штока гідроциліндра, Н: $F_T; F_T'$	3; 400	6; 800	10; 1300	9; 1100	5; 600
	Діаметр золотника гідроклапана D_K , мм	10				
	Тиск в штоковій порожнині гідроциліндра p_2 , МПа	0,05	0,06	0,07	0,08	0,06
	Робоче зусилля P , кН.	10	15	25	20	12
	Номінальні витрати насосів, л/хв.: $Q_1; Q_2$	5,8; 9,7	9,7; 12,7	27,9; 35,7	21,1; 21,1	12,7; 21,1
Рис. 10.2	Діаметри поршня і штока гідроциліндра, мм: $D_1; D_2$	12; 8	25; 12	16; 8	12; 6	50; 25
	Сила тертя в ущільненнях штока гідроциліндра, Н: $F_T; F_T'$	12; 1400	10; 900	5; 300	4; 200	8; 900
	Діаметр золотника гідроклапана D_K , мм	10				
	Тиск в штоковій порожнині гідроциліндра p_2 , МПа	0,03	0,08	0,05	0,06	0,07
	Робоче зусилля P , кН.	25	23	13	10	20
	Номінальні витрати насосів, л/хв.: $Q_1; Q_2$	21,1; 27,9	35,7; 53,8	5,8; 9,7	12,7; 21,1	27,9; 35,7
Рис. 10.5	Діаметр поршня гідроциліндра D , мм	40	50	63	32	25
	Діаметр золотника гідроклапана D_K , мм	10				
	Сила фіксації P , кН	10	15	20	8	4
	Діаметр плунжера гідроаккумулятора D_a , мм	20	40	32	16	20
	Жорсткість пружини гідроаккумулятора k , Н/м	$1,13 \cdot 10^6$				
	Максимальний хід поршня гідроаккумулятора h_a , мм	40	50	60	20	30
	Максимальний і мінімальний тиски в гідросистемі, МПа: $p_{max}; p_{min}$	4; 2,5	5; 2	6,3; 4	6; 3,2	3; 0,5

Лабораторна робота №11

Експлуатація інерційних вібропрес-молотів з гідроімпульсним приводом

Мета роботи: ознайомитись з призначенням і принциповою гідрокінематичною схемою інерційного вібропрес-молота з гідроімпульсним приводом, його робочим циклом, основними робочими параметрами, а також параметрами регулювання та настроювання; отримати практичні навички регулювання режимів роботи реального зразка інерційного вібропрес-молота з гідроімпульсним приводом.

Обладнання, пристрої, інструменти: інерційний вібропрес-молот з гідроімпульсним приводом мод. ІВПМ-16.

11.1. Теоретичні відомості

Інерційні вібропрес-молоти з гідроімпульсним приводом (ІВПМ) [15] призначені для формоутворення заготовок з пластичних (металевих) і непластичних (неметалевих) порошкових матеріалів. Дані матеріали можуть бути відходами інших виробництв, таким чином, ІВПМ відносяться до обладнання, на якому реалізуються безвідходні технології. Вібропресуванням на ІВПМ одержують заготовки деталей простої форми типу втулок, роликів, стаканів, фланців, кришок, пальців, а також складнофасонних і великогабаритних виробів, таких як, віброізолятори, лопатки турбін, лопаті гребних гвинтів, корпусні деталі [15]. Після формоутворення, заготовки спікають або обпалюють при високих температурах, в результаті чого вони перетворюються у монолітні високоміцні і жаростійкі вироби.

На рис. 11.1 наведена принципова гідрокінематична схема ІВПМ.

Власне ІВПМ містить станину 7, яка складається з верхньої, середньої – 16 і нижньої поперечин, з'єднаних колонами 9. Нижня поперечина станини встановлена на віброопорах 30; на верхній поперечині закріплений гідроциліндр 6 допоміжного привода ІВПМ, призначений для здійснення встановлювальних переміщень рухомої траверси 11 (шток гідроциліндра 6 вільно проходить скрізь отвір у верхній поперечині станини 7 і з'єднується з траверсою), а також для забезпечення під час формоутворення додаткового статичного притискання пуансона 12 до заготовки 13. Крім цього, для навантаження заготовки служать інерційні вантажі 8, встановлені на траверсі 11 зверху. Число вантажів 8 може бути різним, відповідно змінюється і величина інерційного навантаження. Пуансон 12 жорстко закріплений на нижній поверхні траверси 11. Заготовка 13 під час обробки знаходиться в контейнері прес-форми 14, встановленому на вібростолі 15, що приводиться в рух від жорстко пов'язаного з ним плунжера гідроциліндра 18 основного гідроімпульсного привода ІВПМ. Із середньою поперечною станини 16 вібростіл 15 пов'язаний пружинами повернення 17.

Допоміжний привод ІВПМ забезпечується насосом 4, від якого робоча рідина подається через фільтр і двопозиційний чотирилінійний

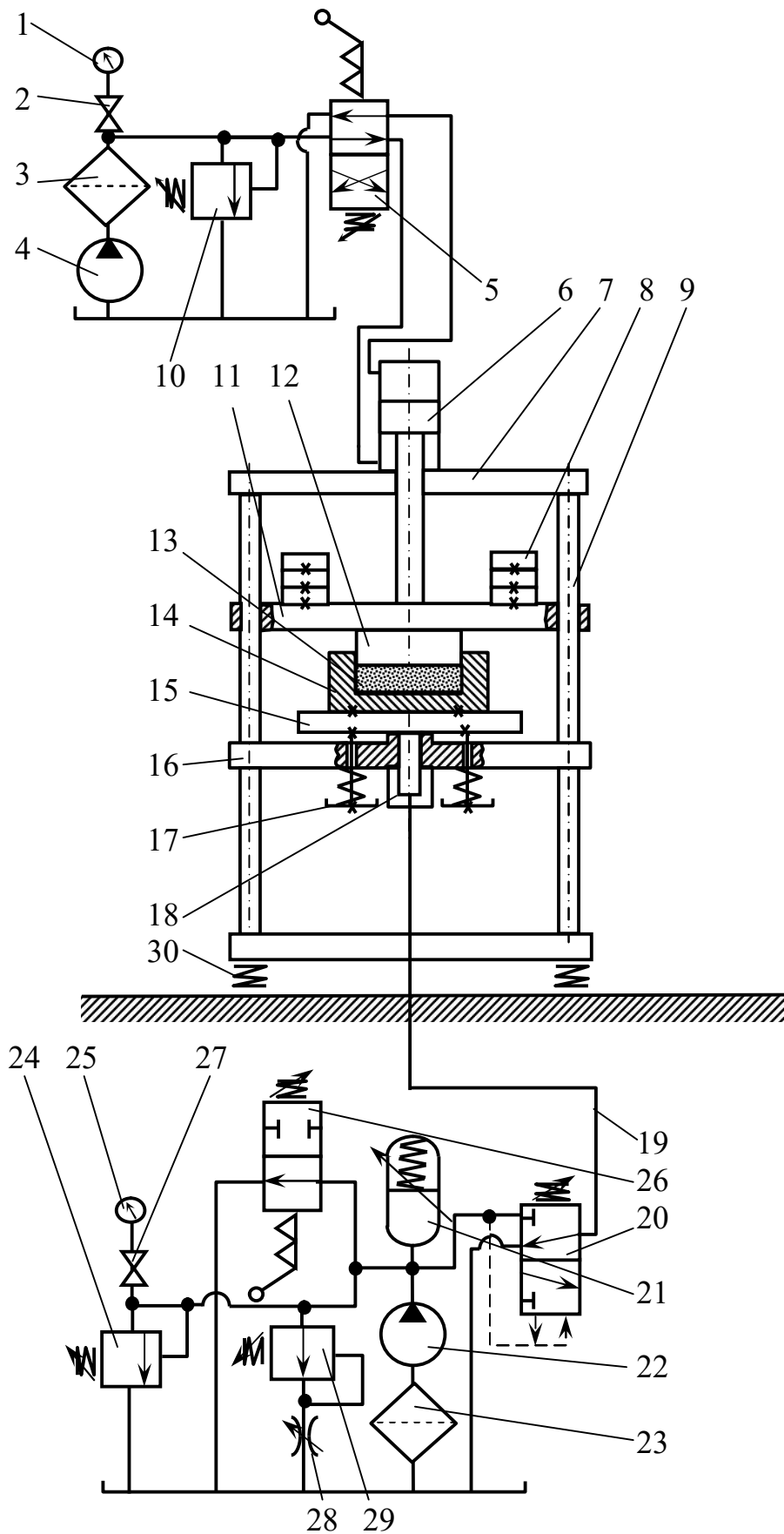


Рис. 1.11. Принципова гідрокінематична схема інерційного вібропрес-молота з гідроімпульсним приводом моделі ІВПМ-16

гідророзподільник з ручним керуванням 5, в поршневу або в штокову порожнину гідроциліндра 6. Запобіжний клапан 10 служить для настроювання максимального тиску в гідросистемі допоміжного привода (і відповідного йому зусилля статичного притискання), величину якого показує манометр 1, що може відключатись краном 2.

Основний гідроімпульсний привод включає: насос 22, у всмоктувальній гідролінії якого установлений фільтр 23; одноцикловий пружинний гідроакумулятор 21; регулятор витрат 29; регулювальний дросель 28; двопозиційний дволінійний гідророзподільник 26 з ручним керуванням; запобіжний клапан 24; манометр 27 з краном 25 і основний елемент керування та регулювання – двокаскадний двопозиційний трилінійний віброзбуджувач, приєднаний до гідроциліндра 18 за схемою „на вході” [15].

Формоутворення заготовок на ІВПМ здійснюється у такій послідовності. При вимкненому основному приводі, вмикається насос 4 допоміжного привода. Гідророзподільник 5 перемикається у верхню за схемою позицію і робоча рідина від насоса 4 надходить у штокову порожнину гідроциліндра 6 - тиск в ній починає збільшуватись. Поршнева порожнина гідроциліндра 6 з'єднана через гідророзподільник 5 зі зливом. Внаслідок цього, траверса 11 і пов'язані з нею інерційні вантажі 8 та пуансон 12 піднімаються вгору. При досягненні ними верхнього граничного положення насос 4 вимикається. В контейнер прес-форми 14 насипається порошковий матеріал (заготовка). Далі знов вмикається допоміжний привод і при переключеному у нижню позицію гідророзподільнику 5, робоча рідина подається у поршневу порожнину гідроциліндра 6, тоді як штокова порожнина останнього з'єднана зі зливом. Траверса 11 з інерційними вантажами 8 і пуансоном 12 опускається вниз до установлення пуансона на верхню поверхню заготовки 13. Якщо заданим режимом віброобробки передбачене використання статичного притискання, його величина настроюється запобіжним клапаном 10. Після цього насос 4 знов вимикається.

При перемкнутому у нижню за схемою позицію гідророзподільнику 26, вмикається насос 22 гідроімпульсного привода, всі витрати якого, протягом часу поки золотника гідророзподільника 26 займає дане положення, зливаються в бак. Віброзбуджувач 20 знаходиться у верхній за схемою позиції, таким чином робоча рідина з порожнини гідроциліндра 18 по гідролінії 19 і каналах віброзбуджувача перетікає на злив. Тиск в порожнині гідроциліндра 18 відповідає тиску у баці. Вібростіл 15 притиснутий пружинами 17 до запліччя поперечини 16; прес-форма 14 із заготовкою 13 нерухомі. При перемиканні гідророзподільника 26 у верхню позицію, злив витрат насоса 22 перекривається і робоча рідина починає надходити до гідроакумулятора 21, який внаслідок підвищення в його порожнині тиску, заряджається. Тиск зростає і в гідролінії, по якій робоча рідина підводиться від насоса 22 до віброзбуджувача 20. В момент, коли він досягне величини $p_1 = p_{\max}$ – тиску відкриття віброзбуджувача, що може настроюватись, віброзбуджувач перемкнеться у нижню за схемою позицію і робоча рідина з по-

рожнини гідроаккумулятора 21, а також від насоса 22 буде надходити по гідролінії 19 до робочої порожнини гідроциліндра 18. Тиск в ній різко збільшиться, внаслідок чого плунжер гідроциліндра, а також вібростіл 15, прес-форма 14 із заготовкою 13, пуансон 12 і траверса 11 з інерційними вантажами 8 – зміщуються вгору, при цьому стискаються пружини повернення 17. В результаті падіння тиску в гідролінії, що з'єднує насос 22 і вібророзбуджувач 20 до значення, що настраюється $p_2 = p_{\min}$, вібророзбуджувач закривається (верхня позиція за схемою) і порожнина гідроциліндра 18 з'єднується через гідролінію 19 і канали вібророзбуджувача зі зливом. Тиск в гідроциліндрі падає і його плунжер під дією власної сили тяжіння, сил тяжіння вібростолу 15, прес-форми 14, заготовки 13, пуансона 12, траверси 11 та інерційних вантажів 8, а також сили пружності стиснених пружин 17, повертається у вихідне нижнє положення, в якому вібростіл вдаряється об запліччя станини 16. В цей же самий час, в порожнині гідроаккумулятора 21 і в гідролінії, що з'єднує вібророзбуджувач 20 з насосом 22 знов починається зростання тиску, внаслідок чого робочий цикл спрацьовування гідроімпульсного привода ІВПМ повторюється.

Протягом кожного циклу спрацьовування, на етапі робочого ходу вібростолу 15 вгору, заготовка 13 піддається вібраційному навантаженню знизу - з боку вібростолу, та інерційному навантаженню зверху - з боку пуансона 12, траверси 11 та інерційних вантажів 8. В момент завершення холостого ходу вібростолу вниз, у вихідне положення і удару його об запліччя станини, забезпечується ударне навантаження заготовки зверху та знизу. Крім цього, у продовж всього циклу спрацьовування, заготовка піддається статичному навантаженню зверху, що створюється гідроциліндром 6 допоміжного привода.

Основними робочими параметрами процесу віброударного пресування порошкових матеріалів є: енергія, що передається виконавчим елементам ІВПМ протягом одного циклу спрацьовування вібророзбуджувача гідроімпульсного привода; частота та амплітуда коливань прес-форми 14 із заготовкою 13. Величина енергії, що передається регулюється: настроюванням тисків спрацьовування p_{\max} , p_{\min} вібророзбуджувача гідроімпульсного привода, які, в свою чергу, можуть змінюватись затягуванням або послабленням пружин клапанів першого і другого каскадів вібророзбуджувача; збільшенням або зменшенням зусилля попереднього стиску пружини гідроаккумулятора 21 і пружин повернення 17; обмеженням максимального робочого ходу плунжера гідроаккумулятора; зміною площі прохідного перерізу регулятора витрат 29 і більш точно – регулюванням дроселя 28. Задані оптимальні амплітуда і частота переміщень вібростолу 15, з установленим на ньому технологічним оснащенням, настраюються тими самими способами, що і величина енергії, яка передається. Крім цього, для регулювання частоти служить дросель, вбудований у вібророзбуджувач [15] (на схемі не показаний).

11.2. Хід роботи

1. Вивчити основні теоретичні відомості щодо призначення ІВПМ. Ознайомитись з його принциповою гідрокінематичною схемою, послідовністю роботи гідроімпульсного та допоміжного приводів, основними параметрами віброударного інерційного навантаження та способами їх регулювання.

2. Під керівництвом викладача ознайомитись із конструкцією реального зразка вібропрес-молота з гідроімпульсним приводом мод. ІВПМ-16, вивчити елементи його регулювання.

3. Отримати основні практичні навички керування ІВПМ-16, а також регулювання параметрів віброударного інерційного навантаження.

11.3. Зміст звіту

Описати послідовність проведених на ІВПМ-16 експериментів.

11.4. Контрольні запитання

1. В чому полягає технологічне призначення ІВПМ?
2. З яких основних елементів складається ІВПМ? В якій послідовності реалізується робочий цикл його приводів?
3. Що є основними параметрами інерційного віброударного навантаження? Яким чином їх можна регулювати?

Література

1. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. Т.1/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, - 1985. - 656 с.
2. Металлорежущие станки: Учебник для машиностроительных вузов/ Под ред. В.Э. Пуша. – М.: Машиностроение, 1985. – 256 с., ил.
3. Металлорежущие станки и автоматы: Учебник для машиностроительных вузов/ Под ред. А.С. Проникова. М.: Машиностроение, 1981. – 479 с., ил.
4. Металлорежущие станки: в 2-х т. Т.1/ Под ред. Н.С. Ачеркана, изд. 2-е перераб. М.: Машиностроение, 1965. – 764 с.
5. Металлорежущие станки: Учебное пособие для вузов/ Н.С. Колев, Л.В. Красниченко, Н.С. Никулин и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1980. – 500 с.
6. Справочник инструментальщика/ Под ред. И.А. Ординарцева. Л.: Машиностроение, 1987. – 845 с.
7. Типовая система технического обслуживания и ремонта металло- и деревообрабатывающего оборудования/ Минстанкопром СССР. - 1988.
8. Експлуатація верстатів та верстатних комплексів. Навчальний посібник/ В.В. Сиркін, А.І. Шевчук та інші. Частина 1. – К. ІСДО, - 1994 р. – 120 с.
9. Експлуатація верстатів та верстатних комплексів. Навчальний посібник/ В.В. Сиркін, А.І. Шевчук та інші. Частина 2. – К. ІСДО, - 1995 р. – 312 с.
10. Сергиевский П.В. Наладка и эксплуатация станков с устройствами ЧПУ. - М.: Машиностроение, 1981. – 240 с., ил.
11. Пекелис Г.Д. Технология ремонта МРС. – 1984. – 240 с.
12. Обработка металлов резанием: Справочник технолога/ Под общ. ред. А.А. Панова, - М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.
13. Сопrotивление материалов/ Под ред. акад. АН УССР Писаренко Г.С. – 5-е изд. перераб. и доп.. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1986. – 775 с.
14. Проектирование автоматизированного производственного оборудования: Учеб. пособие для вузов/ М.М. Кузнецов, Б.А. Усов, В.С.Стародубов. – М.: Машиностроение, 1987. – 288 с.
15. Искович-Лотоцкий Р.Д., Матвеев И.Б., Крат В.А. Машины вибрационного и виброударного действия. - Киев: Техніка, 1982. - 208 с.
16. Абрамов Е. И., Колесниченко К. А., Маслов В. Т. Элементы гидропривода: Справочник, изд. 2-е. Киев: Техніка, 1977. - 320 с.

Методика виконання індивідуального завдання з планування технічного обслуговування і ремонту механообробного обладнання

За наведеними у табл. Д1 даними, згідно із номером варіанта, визначити основні планові показники робіт з технічного обслуговування і ремонту одиниці обладнання ділянки механообробного цеху

Таблиця Д1

Вихідні дані для визначення планових показників робіт з технічного обслуговування і ремонту одиниці обладнання ділянки механообробного цеху

№ вар-та	Модель обладнання, марка матеріалу заготовки	T _{рк} , год.	T _{рв} , год.	Змінність роботи	T _{рп} , год.	T _{кз} , год.	i
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1E110П, СЧ12	15100	2100	1	1600	12000	0,1
2	1E165, СЧ38	10000	2040	2	3000	9200	0,2
3	1M32В, ВЧ40-10	5200	560	3	5000	4000	0,4
4	1B265-4К, ВЧ60-2	10200	2050	3	4500	9000	0,6
5	1B290-6К, 10	3150	420	2	3200	3106	0,3
6	1B225П-6К, 20Г	14300	1220	2	2800	11500	0,2
7	1В340Ф30, 30	8100	630	1	1400	5200	0,1
8	1E365ПФ3, 45	3300	480	1	1380	2800	0,5
9	16Т02А, 50ЭИ734	4050	240	2	3260	3200	0,2
10	16B05П, ЭИ590	5100	370	1	890	4840	0,3
11	1А660, ХН77ТЮ	10800	2020	2	3600	5400	0,1
12	1719, ВЖ98	9040	1300	2	3450	8800	0,4
13	1А751П, ЭП105	1200	96	3	5200	830	0,3
14	21104Н7Ф4, ВН-2	2040	450	2	3140	1920	0,3
15	2М58-1, ВМ-1	16100	2350	2	3530	17000	0,2
16	3283С, ВВ-2	14200	1520	1	1480	14500	0,1
17	2637ГФ1, Л68	14500	2120	1	1360	13980	0,1
18	2E656P, ЛА77-2	1450	148	1	1220	1500	0,1
19	ИР800МФ4, ЛМц58-2	3640	1050	2	2950	3300	0,2
20	6902ПМФ2, БрО10	17300	2020	3	5500	16400	0,4
21	2705В, БрА5	5400	730	3	5170	6020	0,5
22	3У10В, БрК3	14100	1530	2	3740	14000	0,6
23	3М153, Д1	2020	310	2	3430	2800	0,3
24	3М184А, Д6	14900	1580	2	2980	15100	0,2
25	СШ64, АМГ	3340	280	1	1100	3020	0,2
26	3672, ОТ4	9300	1440	1	1370	9380	0,3
27	3E711В, 30ХГСА	13400	1320	2	3730	12100	0,1

Продовження таблиці Д1

1	2	3	4	5	6	7	8
28	3П772-2, 40ХНМА	12300	2140	3	4900	11800	0,1
29	5М161, 50ХН	2350	130	3	4820	1800	0,4
30	5304В, Сч21	18200	1920	2	3150	17400	0,5
31	5П722, БрК3	9700	1400	1	1560	9600	0,1
32	5Д725, Л68	5200	730	1	1100	5500	0,4
33	ВС-Б03В, Д6	8350	1220	2	3630	8200	0,7
34	5П822В, ВТ5	3740	740	3	5100	3600	0,35
35	2Е056, ВМ-1	6450	790	2	3250	6500	0,2
36	6Р11Ф3-1, ВВ-2	8370	1220	2	2020	8400	0,15
37	6А56, ЭИ590	9990	1360	1	650	10000	0,5
38	676П, ВЖ98	1820	140	3	4780	1700	0,6
39	641, ЭИ734	3060	760	2	1360	3000	0,45
40	7110, 30ХНЗА	4080	890	1	190	4000	0,4
41	7216, 30	7890	920	1	330	8000	0,22
42	7Д36, СЧ38	8300	630	2	3800	8000	0,3
43	8В220, ВЧ60-2	9700	1490	2	3220	9500	0,4
44	4848, ВЧ40-10	1620	380	2	2430	1700	0,52
45	8Г662САУ, ВЧ 50-1,5	3850	470	3	5370	4000	0,6
46	1365, 30	9200	800	1	1020	9180	0,3
47	1563, ВЧ40-10	2350	190	2	2520	2400	0,42
48	1А592, СЧ38	3380	320	2	3200	3300	0,7
49	1А670, ВЧ 50-1,5	2540	240	3	5130	2600	0,54
50	1Л532, ОТ4	4670	1370	3	5200	4650	0,35
51	16К25, АМГ	4500	1090	3	4870	4420	0,43
52	1740РФ3, БрК3	5670	1030	1	1380	5630	0,22
53	1723, Д6	3350	640	2	2670	3330	0,15
54	2Г175М, Д1	2140	250	3	5280	2200	0,67
55	2Ш55, Сч21	1580	400	1	1450	1600	0,71
56	2Д450АФ2, ВМ-1	6300	1190	1	1050	6280	0,45
57	3283С, ВЖ98	3790	970	3	4940	4100	0,53
58	2А622Ф1-1, ЭИ734	2240	830	2	3340	2250	0,38
59	2714П, ВТ5	1900	520	2	3450	1980	0,27
60	2254ВМФ4, ВЧ60-2	2780	610	1	1520	2820	0,49

Обчислення планових показників технічного обслуговування і ремонту здійснюється у такій послідовності [7, 11].

1. В табл. Д2 вноситься модель обладнання та марка матеріалу заготовки, проставляються: фактично відпрацьований обладнанням оперативний час $T_{рк}$ від останнього капітального ремонту (КР) [11] до початку планованого року; оперативний час $T_{рв}$ від останнього внутрішньоциклового ремонту – середнього (СР) або поточного (ПР), виконаного після КР, до початку планованого року; заплановані змінність та оперативний час $T_{рп}$

на планований рік; оперативний час $T_{кз}$, фактично відпрацьований обладнанням від КР до останнього ПР або огляду, при якому вимірювався знос робочих поверхонь базових деталей; величина зносу i відносно гранично допустимого зносу $i_{гр} = 1$ за час $T_{кз}$.

Таблиця Д2

Вихідні дані для виконання планування об'ємів робіт з технічного обслуговування і ремонту одиниці основного обладнання ділянки механообробного цеху

Модель обладнання, марка заготовки	$T_{рк}$, год.	$T_{рв}$, год.	Змінність роботи	$T_{рп}$, год.	$T_{кз}$, год.	i

2. Визначається оперативний час $T_{кп}$ роботи обладнання від останнього КР до кінця планованого року і від останнього СР або ПР, виконаного після КР, до кінця планованого року – $T_{вп}$

$$T_{кп} = T_{рк} + T_{рп}, \quad (Д1)$$

$$T_{вп} = T_{рв} + T_{рп}. \quad (Д2)$$

3. За даними табл. Д3 для одиниці обладнання знаходяться тривалості ремонтного циклу $T_{цр}$ і міжремонтного періоду $T_{мр}$ [7]. При цьому враховується, що на даному металорізальному верстаті в планованому і попередньому роках обробляються деталі з матеріалів, що відносяться до різних класифікаційних категорій – „Сталь” та „Інші матеріали”. У зв'язку з цим, $T_{цр}$ і $T_{мр}$ обчислюють за формулами

$$i \quad T_{цр} = [1 - (T_{рк} / T_{цр0})] T_{цр1} + T_{рк} \quad (Д3)$$

$$T_{мр} = [1 - (T_{рв} / T_{мр0})] T_{мр1} + T_{рв}, \quad (Д4)$$

де $T_{цр1}$ і $T_{мр1}$ – тривалості ремонтного циклу і міжремонтного періоду, визначені за табл. Д3 для умов планованого року; $T_{цр0}$ і $T_{мр0}$ – теж саме для умов попереднього року.

4. Визначають потребу проведення КР за умовою $T_{кп} > T_{цр}$. При виконанні умови - КР потрібний, при невиконанні - непотрібний.

5. Якщо потреба у КР установлена, час (місяць і декаду) його виконання визначають за формулою

$$(T_{цр} - T_{рк})12 / T_{рп} < N_{мр}. \quad (Д5)$$

Ціла частина $N_{\text{мр}}$ визначає номер місяця зупинки обладнання на ремонт, дробова частина – номер декади зупинки. Якщо обчислена дробова частина менша 0,33 - ремонт повинен бути виконаний у I декаді, якщо вона лежить в межах 0,33 – 0,66 – в II декаді, якщо перевищує 0,66 – в III декаді.

Таблиця ДЗ

Тривалість ремонтних циклів і міжремонтних періодів

Клас точності	Категорія (в т)	Оброблюваний матеріал	Матеріал робочого інструмента	Тривалість оперативного часу, години відпрацьовані обладнанням	
				ремонтного циклу	міжремонтного періоду
Нормальної (Н)	До 10	Сталь	Метал	16800	2800
			Абразив	13440	2240
	10 - 100	Інші матеріали	Метал	12600	2100
			Абразив	10080	1680
	>100	Сталь	Метал	22680	3780
			Абразив	18140	3020
	Інші матеріали	Метал	17010	2840	
		Абразив	13610	2270	
Підвищеної (П), високої (В)	До 10	Сталь	Метал	28560	4760
			Абразив	22850	3810
	10 - 100	Інші матеріали	Метал	21420	3570
			Абразив	17140	2860
	>100	Сталь	Метал	25200	2800
			Абразив	20160	2240
	Інші матеріали	Метал	18900	2100	
		Абразив	15120	1680	
	10 - 100	Сталь	Метал	34020	3780
			Абразив	27210	3020
	>100	Інші матеріали	Метал	25320	2840
			Абразив	20420	2270
		Сталь	Метал	42840	4760
			Абразив	34280	3810
	Інші матеріали	Метал	32130	3570	
		Абразив	25710	3860	

6. Визначають потребу у СР або ПР за умовою

$$T_{\text{вп}} > T_{\text{мр}}$$

7. Визначають час виконання першого СР або ПР за формулою

$$(T_{\text{мр}} - T_{\text{рв}})12 / T_{\text{рп}} < N_{\text{мр}}. \quad (\text{Д6})$$

8. Виконання діагностичних процедур [8] під час ПР і повних планових оглядів дозволяє більш точно визначити, яке обладнання потребує КР протягом планованого року. Для цього враховують $T_{\text{кз}}$ – оперативний час, фактично відпрацьований обладнанням від КР до останнього ПР або огляду, при якому вимірювався знос робочих поверхонь базових деталей, а також величину зносу i відносно гранично допустимого зносу $i_{\text{гр}} = 1$ за час $T_{\text{кз}}$ (див. табл. Д2)

Потреба у КР з врахуванням результатів діагностичних процедур визначається за умовою

$$(i_{\text{гр}} - i)T_{\text{кз}}/i < T_{\text{кп}} - T_{\text{кз}}. \quad (\text{Д7})$$

9. Обчислюється місяць виведення верстата у КР

$$[(i_{\text{гр}} - i)T_{\text{кз}}/i - T_{\text{рк}} + T_{\text{кз}}]12/T_{\text{рп}} < N_{\text{мр}}. \quad (\text{Д8})$$

10. Отримані дані порівнюються із результатами виконання пунктів 4, 5.

11. Результати планування обсягів робіт з ремонту обладнання зводяться до табл. Д4.

Таблиця Д4

Основні показники планування обсягів робіт з ремонту одиниці обладнання

$T_{\text{цр}}$, год	$T_{\text{мр}}$, год	Номер місяця ($N_{\text{мк}}$) і декади ($N_{\text{дк}}$) виведення у КР	Номер місяця ($N_{\text{мв}}$) і декади ($N_{\text{дв}}$) виведення у перший ПР або СР

Планування технічного обслуговування здійснюється після уточнення термінів виведення обладнання в ремонт у такій послідовності.

12. Визначають тривалість $T_{\text{цо}}$ циклу технічного обслуговування і плановане число годин $T_{\text{рд}}$ (оперативний час) роботи обладнання за день

$$T_{\text{цо}} = T_{\text{цр}} / (n_{\text{вр}} + 1), \quad (\text{Д9})$$

де $n_{\text{вр}}$ – число внутрішньоциклових ремонтів за табл. Д5 [7]

$$T_{\text{рд}} = T_{\text{рп}} / n_{\text{др}}, \quad (\text{Д10})$$

де $n_{\text{др}}$ – кількість робочих днів у планованому році (у 2003 р. – 256).

Структура ремонтного циклу

Обладнання		Структура ремонтного циклу	Число ремонтів в циклі		Число планових оглядів в міжрем. періоді
Клас точн.	Категорія (в т)		се-ред-ніх	пото-чних	
Н	<10	КР-ПР-ПР-СР-ПР-ПР-КР або КР-ПР-ПР-ПР-ПР-КР	1	4	1
		-	-	4	1
	10-100	КР-ПР-ПР-СР-ПР-ПР-КР або КР-ПР-ПР-ПР-ПР-ПР-КР	1	4	2
		-	-	5	2
	>100	КР-ПР-ПР-СР-ПР-ПР-КР або КР-ПР-ПР-ПР-ПР-ПР-ПР-КР	1	4	3
		-	-	6	3
П,В, А,С	<10	КР-ПР-ПР-СР-ПР-ПР-СР-ПР-ПР-КР або КР-ПР-ПР-ПР-ПР-ПР-ПР-ПР-ПР-КР	2	6	1
		-	-	8	1
	10-100	КР-ПР-ПР-СР-ПР-ПР-СР-ПР-ПР-КР або КР-ПР-ПР-ПР-ПР-ПР-ПР-КР	2	6	2
		-	-	8	2
	>100	КР-ПР-ПР-СР-ПР-ПР-СР-ПР-ПР-КР або КР-ПР-ПР-ПР-ПР-ПР-ПР-ПР-КР	2	6	3
		-	-	9	3

13. При плануванні технічного обслуговування на виробництві за даними карт планового технічного обслуговування (документ в складі супровідної технічної документації до кожної одиниці обладнання) для операцій: періодичний частковий огляд ($O_{\text{ч}}$), плановий огляд (O), перевірка геометричної та технологічної точності (Π_p), профілактичні випробування електричної та електронної частин обладнання (B_e, B_c) - визначають число однойменних операцій $n_{\text{по}}$, що виконуються за час $T_{\text{цо}}$; для операцій: поповнення мастила ($Z_{\text{п}}$), заміна мастила (Z_3), регулювання механізмів, пристроїв, елементів, заміна деталей, що швидко зношуються, обтягування кріпильних деталей (P), промивка (Π_m), періодичне очищення від пилу електричної та електронної частин обладнання ($Ч_e, Ч_c$) - визначають найбільшу допустиму тривалість міжопераційних періодів $\max T_{\text{мо}}$. На основі даних величин карт планового технічного обслуговування обчислюють величини міжопераційних періодів обслуговування $T_{\text{мо}}$ [7].

При виконанні індивідуального завдання, значення $T_{\text{мо}}$ для всіх одинадцяти операцій технічного обслуговування знаходять, виходячи із визначених за табл. Дб $\max T_{\text{мо}}$. $T_{\text{мо}}$ є найближчим меншим для табличного значення $\max T_{\text{мо}}$, на яке без залишку ділиться тривалість циклу технічного обслуговування $T_{\text{цо}}$.

Періодичність проведення операцій планового
технічного обслуговування металорізальних верстатів

Обладнання		Найбільша допустима тривалість міжопераційних періодів $\max T_{mo}$, год.										
Клас точності	Категорія (в т)	O_c	O	P_p	B_c	B_c	Z_{II}	Z_3	P	P_M	$Ч_c$	$Ч_c$
Нормальн. (Н)	До 10	40	200	100	200	200	56	200	100	200	200	200
	10 – 100	80	220	80	220	220	24	180	140	180	200	200
	>100	90	250	60	250	250	8	160	180	160	250	250
Підвищ. вис. (П), (В)	До 10	60	180	80	200	200	56	160	80	160	180	180
	10 – 100	80	200	60	220	220	24	150	120	150	180	180
	>100	100	220	40	250	250	8	140	160	140	200	200

14. Знаходять календарну тривалість міжопераційних періодів t_{mo} в робочих днях (добах) за формулою

$$t_{mo} = T_{mo} / T_{рд}. \quad (Д11)$$

15. Щоб визначити дату будь-якої операції технічного обслуговування, що підлягає виконанню в період часу від початку планованого року до планованого ремонту, до величини t_{mo} додають кількість робочих днів $t_{рк}$ від початку планованого ремонту до кінця місяця, в якому він запланований. Величина $t_{рк}$ залежить від номера декади ремонту [7]:

Вид планованого ремонту	Декада початку ремонту	$t_{рк}$, робочі дні
КР, СР, ПР	I, II, III	17, 10, 3

У верхній частині табл. Д7 вказана кількість робочих днів від початку будь-якого місяця до кінця року - $\Sigma t_{п}$. В даній таблиці необхідно спочатку знайти стовпець місяця, в якому запланований початок ремонту. Далі в рядку, в якому знаходиться нижня цифра стовпця, ліворуч від неї, потрібно відшукати число - $\Sigma t_{п}$, що є найближчим більшим суми $t_{mo} + t_{рк}$. Місяць, в стопці якого знаходиться знайдене $\Sigma t_{п}$, і є місяцем останньої операції технічного обслуговування, що проводиться перед ремонтом. Номер декади виконання даної операції визначають, порівнюючи $\Sigma t_{п}$ з $t_{mo} + t_{рк}$:

Якщо $[\Sigma t_{п} - (t_{mo} + t_{рк})] / 7$	Операція технічного обслуговування повинна бути виконана
<1	В I декаді
1-2	в II декаді
>2	в III декаді

Далі проводять відлік відповідного значення t_{mo} від місяця і декади виконання останньої операції і визначають дату (місяць і декаду) передостанньої однойменної операції і т.д. до початку планованого року.

Таблиця Д7

Таблиця для визначення дат виконання операцій
планового технічного обслуговування
Технічне обслуговування до планового ремонту

Місяці											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Кількість робочих днів у місяцях (на 2003 р.)											
21	20	21	22	19	21	23	21	22	23	20	23
Кількість робочих днів від початку місяців до кінця року - Σt_n											
256	235	215	194	172	153	132	109	88	66	43	23
233	212	192	171	149	130	109	86	65	43	20	
213	192	172	151	129	110	89	66	45	23		
190	169	149	128	106	87	66	43	22			
168	147	127	106	84	65	44	21				
147	126	106	85	63	44	23					
124	103	83	62	40	21						
103	82	62	41	19							
84	63	43	22								
62	41	21									
41	20										
21											

Технічне обслуговування після планового ремонту

Місяці											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Кількість робочих днів у місяцях (на 2003 р.)											
21	20	21	22	19	21	23	21	22	23	20	23
Кількість робочих днів від кінця місяців до початку року - Σt_k											
21	41	62	84	103	124	147	168	190	213	233	256
	20	41	63	82	103	126	147	169	192	212	235
		21	43	62	83	106	127	149	172	192	215
			22	41	62	85	106	128	151	171	194
				19	40	63	84	106	129	149	172
					21	43	64	86	109	129	152
						23	44	66	89	119	132
							21	43	66	86	109
								22	45	65	88
									23	43	66
										20	43
											23

16. Дату першої після планованого ремонту операції технічного обслуговування визначають додаванням t_{mo} до кількості робочих днів t_{np} від початку місяця, в якому запланований ремонт, до кінця ремонту, що залежить від виду ремонту і номера декади його початку [7]:

Вид планованого ремонту	Планована декада початку ремонту	t_{np} , робочі дні
КР	I	16
	II	23
	III	30
СР	I	8
	II	17
	III	25
ПР	I	6
	II	13
	III	20

У нижній половині табл. Д7, що містить кількість Σt_k робочих днів від кінця будь-якого місяця до початку року, знаходять стовпець місяця, в якому запланований ремонт. Праворуч від нижньої цифри даного стовпця, в рядку, в якому вона знаходиться, шукають число Σt_k , найближче більше, ніж $t_{mo} + t_{np}$. Місяць, в стовпці якого знаходиться знайдене Σt_k , є місяцем операції технічного обслуговування, що виконується першою після ремонту. Номер декади визначають з умови:

Якщо $[\Sigma t_k - (t_{mo} + t_{np})]/7$	Операція технічного обслуговування повинна бути виконана
<1	в III декаді
1-2	в II декаді
>2	в I декаді

Враховуючи відповідне значення t_{mo} , визначають дати 2-ї, 3-ї і наступних після ремонту однойменних операцій, до кінця року.

17. Дати виконання операцій вносять в план-графік (табл. Д8), відмічаючи у графах відповідних місяців символ операції і номер декади, наприклад, Р, I або С_{II}, II.

Таблиця Д8

План-графік виконання операцій планового технічного обслуговування одиниці обладнання

№ місяця	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Символ операції та декада її проведення												

Навчальне видання

Іван Вячеславович Севостьянов

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА ОБСЛУГОВУВАННЯ МАШИН

Лабораторний практикум

Оригінал-макет підготовлено автором

Редактор В.О.Дружиніна
Коректор З.В.Поліщук

Науково-методичний відділ ВНТУ
Свідоцтво Держкомінформу України
серія ДК № 746 від 25.12.2001 р.
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, ВНТУ

Підписано до друку
Формат 29,7x42¹/₄
Друк різнографічний
Тираж 75 прим.
Зам. №

Гарнітура Times New Roman
Папір офсетний
Ум. друк. арк.

Віддруковано в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі Вінницького національного технічного університету
Свідоцтво Держкомінформу України
серія ДК № 746 від 25.12.2001 р.
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, ВНТУ