

І. В. Севостьянов

**ЕКСПЛУАТАЦІЯ ВЕРСТАТНИХ
КОМПЛЕКСІВ**

Ч. II

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

І. В. Севостьянов

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ВЕРСТАТНИХ КОМПЛЕКСІВ

Ч.ІІ

Затверджено Вченою радою Вінницького національного технічного університету як навчальний посібник для студентів напряму підготовки 0902 – “Інженерна механіка” та спеціальності інженерії 7.090203 – “Металорізальні верстати та системи”. Протокол №4 від 25 листопада 2004 р.

Вінниця ВНТУ 2005

УДК 621 9.06-52
С 28

Рецензенти:

І. О. Сивак, доктор технічних наук професор
П. С. Берник, доктор технічних наук професор
Ю. І. Муляр, кандидат технічних наук доцент

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

Севостьянов І. В.
С 28 **Експлуатація верстатних комплексів.** Навчальний посібник. Ч. II.
– Вінниця: ВНТУ, 2005. – 119 с.

В другій частині навчального посібника представлені матеріали останніх п'яти тем лекційного курсу дисципліни „Експлуатація верстатних комплексів”, що присвячені загальній послідовності капітального ремонту та змісту типових ремонтних робіт, пристосуванням та оснащенню для виконання операцій з технічного обслуговування та ремонту верстатів, раціональним методам ремонту їх напрямних, технології ремонту токарно-гвинторізних верстатів, особливостям технічного обслуговування та ремонту верстатів, оснащених пристроями числового програмного керування.

УДК 621 9.06-52

© І.Севостьянов, 2005

Зміст

Позначення.....	5
Вступ.....	6
1. Зміст типових ремонтних робіт верстатних комплексів.....	7
1.1. Технологічний процес капітального ремонту.....	7
1.2. Приймання в ремонт.....	7
1.3. Розбирання верстатних комплексів.....	10
1.4. Промивання деталей та складальних одиниць.....	11
1.5. Застосування теорії розмірних ланцюгів та компенсаторів під час ремонту верстатних комплексів.....	14
1.6. Типова відомість дефектів на ремонт верстатних комплексів.....	17
1.7. Загальне складання верстатних комплексів після ремонту.....	19
1.8. Приймання та випробування верстатних комплексів.....	21
2. Пристосування та оснащення для технічного обслуговування та ремонту верстатних комплексів.....	24
2.1. Універсально-складальні контрольні-вимірювальні пристосування.....	24
2.2. Оптичні засоби контролю точності напрямних.....	27
2.3. Універсальні містки для перевірки напрямних.....	30
2.4. Пристосування для перевірки непаралельності напрямних.....	35
2.5. Пристосування для перевірки неперпендикулярності напрямних.....	37
2.6. Пристосування для перевірки положення осей складальних одиниць верстатних комплексів.....	41
2.7. Пристосування для визначення зазорів і жорсткості шпindelних груп.....	46
2.8. Спеціальні пристосування для вимірювання параметрів верстатних комплексів під час ремонту.....	51
2.9. Пристосування для контролю натягу пасів приводів.....	52
2.10. Пристосування для обкатування складальних одиниць шпindelів.....	56
2.11. Пристосування для механізації ремонту напрямних верстатних комплексів.....	59
3. Рациональні методи ремонту напрямних верстатних комплексів.....	64
3.1. Умови експлуатації та зносу напрямних.....	64
3.2. Методи ремонту напрямних.....	67
3.3. Віброобкочування напрямних.....	69
3.4. Гартування поверхонь напрямних станин та інших базових деталей.....	73
4. Технологія ремонту токарно-гвинторізних верстатів.....	80
4.1. Типові технології ремонту напрямних станин.....	80
4.2. Ремонт напрямних супортів.....	80
4.3. Ремонт корпусу передньої бабки.....	87
4.4. Ремонт задньої бабки.....	89
5. Особливості технічного обслуговування та ремонту верстатів з	

ЧПК.....	94
5.1. Відмітні конструктивні особливості верстатів з ЧПК.....	94
5.2. Технічне обслуговування верстатів з ЧПК.....	95
5.3. Ремонт напрямних.....	99
5.4. Технічне обслуговування зубчатих передач та безшпонкових з'єднань у верстатах з ЧПК.....	101
5.5. Технічне обслуговування та ремонт передач гвинт – гайка кочення (ГГК).....	104
Література.....	118

Позначення

ГГК – гвинт-гайка кочення;
ЗОР – змащено-охолоджувальна рідина;
ПЧПК – пристрій числового програмного керування;
КГП – кулькова гвинтова пара;
РМЦ – ремонтно-механічний цех;
СРЗ – спеціалізований ремонтний завод;
ТУ - технічні умови;
УСКВП - універсально-складальне контрольно-вимірювальне пристосування;
УСП - універсально-складальне пристосування;
ЧПК – числове програмне керування.

Вступ

Навчальний посібник містить матеріали другої частини лекційного курсу дисципліни „Експлуатація верстатних комплексів”, що вивчається на п’ятому курсі студентами напряму підготовки „Інженерна механіка”, спеціальності 7.090203 – „Металорізальні верстати та системи” денної форми навчання.

У першому розділі посібника детально розглядаються заходи з підготовки виконання технічного обслуговування та ремонту, загальна послідовність капітального ремонту та зміст типових ремонтних робіт.

Далі у посібнику містяться матеріали про універсально-складальні контрольно-вимірювальні, оптичні і спеціальні пристосування та оснащення для технічного обслуговування та ремонту верстатів, зокрема ті, що застосовуються для контролю точності напрямних, перевірки їх паралельності та перпендикулярності базовим поверхням верстата, пристосування для перевірки положення осей складальних одиниць верстатних комплексів, визначення зазорів і жорсткості шпиндельних груп, контролю натягу пасів приводів, обкатування складальних одиниць шпинделів, механізації ремонту напрямних верстатних комплексів.

У наступному розділі наводяться основні відомості щодо умов експлуатації та зносу напрямних верстатних комплексів, а також відомих раціональних методів їх ремонту. Крім цього, детально вивчається відносно новий метод ремонту напрямних – віброобкочування. Розглянуті технології та спеціальне обладнання для гартування поверхонь напрямних станин та інших базових деталей.

В четвертому розділі вивчається технологія ремонту токарно-гвинторізних верстатів, зокрема наводяться рекомендації щодо вибору раціонального методу ремонту напрямних станин, послідовність реалізації основних методів відновлення напрямних супортів, а також корпусів передньої та задньої бабок верстата.

Останній розділ посібника присвячений особливостям технічного обслуговування та ремонту верстатів, оснащених пристроями числового програмного керування, в тому числі заходам з раціональної експлуатації та відновлення напрямних, з обслуговування та ремонту зубчатих передач, безшпонкових з’єднань та передач гвинт – гайка кочення.

1. Зміст типових ремонтних робіт верстатних комплексів

1.1. Технологічний процес капітального ремонту

Технологічний процес ремонту є комплексом робіт, виконуваних у певній послідовності. Найменування основних операцій виробничого процесу капітального ремонту верстатних комплексів показані на рис. 1.1.

Основними причинами виходу обладнання з ладу є: 1) порушення правил технічної експлуатації, у тому числі перевантаження окремих механізмів та складальних одиниць; 2) порушення регулювання певного механізму (механізмів); 3) знос окремих деталей (ГОСТ 23.002 – 78 та механізмів, що приводить до втрати точності.

Якщо виходу з ладу обладнання з перших двох причин можна запобігти забезпеченням належного догляду та правильної експлуатації, то знос механізмів - явище об'єктивне та постійне. Реалізуючи ряд технічних засобів, можна уповільнити процес зношування, але повністю запобігти йому неможливо.

Розрізняють три періоди зношування. Процес зношування в першому періоді характерний для початку роботи з'єднання, періоду прироблення деталей, з яких воно утворене. Величина та ступінь інтенсивності зношування протягом даного періоду залежать від якості поверхонь тертя деталей. Чим краще оброблені та пригнані дані поверхні, тим менший їх початковий знос. Другий період відповідає нормальній роботі з'єднання. Знос поступово наростає, а його величина залежить від тривалості роботи з'єднання.

Далі слідує третій період, що характеризується інтенсивним наростанням зносу, при якому зазори в з'єднаннях різко збільшуються. Робота з'єднання в даному випадку супроводжується недопустимими шумами та стуками. Із збільшенням зносу працездатність механізму порушується, і врешті-решт він виходить з ладу [12].

Задача ремонтників - компенсувати знос, відновити нормальний стан з'єднань, повернути механізму його первинну спроможність до виконання заданої функції.

Якщо ремонт виконується при нормальному зносі з'єднань, він обходиться порівняно недорого; якщо ж допускається надмірний знос, відповідний третьому періоду, ремонт буде мати відновлювальний характер і вимагатиме значних трудових та матеріальних витрат.

1.2. Приймання в ремонт

Верстатний комплекс, що направляється в капітальний ремонт, повинен бути очищений від бруду та стружки. Робочу рідину та ЗОР з ємностей необхідно злити. У випадку проведення ремонту без зняття верстата з фундаменту місце біля нього має бути звільнено від деталей та заготовок, а також ретельно прибрано [12].

Відповідальність за підготовку верстата до ремонту несе начальник виробничого цеху або начальник ділянки (старший майстер).



Рис. 1.1. Схема технологічного процесу капітального ремонту верстатного комплексу

Якщо верстат передбачається ремонтувати в ремонтно-механічному цеху (РМЦ) підприємства, то разом з ним повинна бути відправлена така технічна документація: 1) документи, які прибули з верстатом із заводу-виготовлювача (технічний паспорт, керівництво, заводський акт приймання і т. д.); 2) акт технічного огляду верстата перед ремонтом; 3) відомість комплектування деталей та складальних одиниць, що відправляються в ремонт разом з верстатом.

Електродвигуни, установлені на окремих полозках і зв'язані з верстатом за допомогою муфт, пасових, ланцюгових або зубчастих передач не підлягають передачі в ремонт з верстатом. Полозки таких електродвигунів, якщо вони потребують ремонту, прямують разом з верстатом. Деталі, насаджені на вали окремо установлюваних електродвигунів (шків, зірки, зубчаті колеса, муфти і т. п.), мають бути демонтовані, скомплектовані з парними деталями верстата та відправлені в ремонт.

Відновлення універсальних приналежностей до верстатів (патронів, планшайб, люнетів, затискних пневмогідравлічних пристроїв, ділильних головок, пристроїв автоматичного контролю, оправок, лещат, ділильних столів і т. п.) не входить в об'єм робіт щодо їх капітального ремонту. Вказані приналежності, як правило, не підлягають передачі в ремонт разом з верстатом. У випадках, коли за умовами організації виробництва ремонт їх здійснюється в тому ж цеху і в ті ж терміни, що і ремонт верстата, він виконується за додатковою оплатою та за окремою калькуляцією.

Перед відправкою в ремонт верстат на місці експлуатації повинен бути оглянутий для визначення його стану та комплектування. Він може складатись з деталей, що мають різний ступінь зносу, потребують відновлення або заміни, але при будь-якому зносі або порушенні правильності взаємодії складальних одиниць верстат, який передається в ремонт повинен бути укомплектованим повністю.

Виготовлення відсутніх деталей здійснюється за додаткову плату у відповідності з калькуляцією спеціалізованої ремонтної бази (заводу або цеху). Якщо ж у верстата, що передається в ремонт, відсутні базові (корпусні) деталі або вони мають наскрізні тріщини, виламані стінки, днища або перегородки, то верстат не може бути прийнятий в капітальний ремонт. В подібній ситуації складається акт на списання верстата, після чого він в окремих випадках (за угодою сторін) може бути відновлений, але згідно зі спеціальними технічними умовами та за оплату згідно із разовою калькуляцією.

Важливе значення при складанні акту технічного огляду перед ремонтом має опитування робітників-верстатників, які працюють на даному верстаті, а також ремонтних слюсарів, що обслуговують його під час експлуатації, оскільки вони, як ніхто інший, знайомі з недоліками та неполадками верстата.

1.3. Розбирання верстатних комплексів

До початку розбирання необхідно перевірити верстат на точність за ГОСТ, ДЕСТУ або технічними умовами (ТУ), що дозволить визначити послідовність проведення ремонтних робіт та величини зносу окремих деталей.

Після цього, якщо ремонт верстата виконується на спеціалізованому ремонтному заводі (СРЗ) слід також перевірити його укомплектованість.

Деталі, що важко зняти, наприклад шків, муфти, зубчасті колеса, установлені на валах по нерухомих посадках, демонтувати без необхідності не слід, оскільки при їх випресовуванні та подальшому напресовуванні збереження точного розміру посадочних місць валів та гільз, що з'єднуються, неможливе. Проте, якщо без розбирання обійтися не можна, відновлена або виготовлена деталь підганяється за місцем із дотриманням первинного характеру посадки. Подібні з'єднання слід розбирати за допомогою пресів або гідравлічних знімачів. При цьому потрібно розрахувати зусилля запресовування насадженої деталі

$$P = \frac{a \left(\frac{D}{d} + 0,3 \right) i l}{\frac{D}{d} + 6,35}, \quad (1.1)$$

де P - зусилля запресовування (випресовування), т; D - внутрішній діаметр насадженої деталі, мм; d - зовнішній діаметр охоплюваної деталі, мм; i - натяг, мм; l - довжина маточини насадженої деталі, мм; a - коефіцієнт, що приймається для сталі рівним 7,5; для чавуну - 4,3.

При складанні з'єднань з натягом насаджувани деталі звичайно нагрівають до температури 75 - 450 °С у воді, маслі або розплавленому свинці, не допускаючи окислення посадочних поверхонь. Нагрівання на відкритому полум'ї не рекомендується, оскільки воно приводить до виникнення великих внутрішніх напруг в металі.

При розбиранні з'єднання температура нагріву t насадженої деталі визначається за емпіричною формулою

$$t = \frac{2i}{bd} + t_1, \quad (1.2)$$

де i - натяг, мм; d - діаметр з'єднання, мм; b - коефіцієнт лінійного розширення (стиснення) [2]; t_1 - температура охоплюваної деталі.

При напресовуванні для отримання необхідного посадочного натягу температуру нагріву насадженої деталі збільшують вдвічі у порівнянні з розрахунковою, що значно полегшує складання.

До охолодження охоплюваних деталей вдаються тільки в тих випадках, коли при нагріванні насадженої деталі не забезпечується необхідне збільшення посадочного розміру. Для охолодження використовується переважно сухий лід.

1.4. Промивання деталей та складальних одиниць

Після повного розбирання обладнання деталі складальних одиниць необхідно промити, оскільки дефекти можуть бути точно виявлені та оцінені тільки в тому випадку, якщо контрольовані деталі є чистими. Крім того, очищення їх дозволяє поліпшити санітарні умови ремонту. Промивання потрібно проводити також перед початком відновлення деталей або при підготовці їх поверхонь до фарбування.

Механізація очищення та промивання деталей ремонтного обладнання дозволяє поліпшити умови праці, знизити трудомісткість та підвищити якість ремонту. Очищення деталей ремонтного обладнання здійснюється термічним (вогньовим), механічним, абразивним або хімічним способами.

При використанні термічного способу очищення деталей (видалення з їх поверхонь іржі та старої фарби) проводиться на відкритому полум'ї. Даний спосіб не рекомендується застосовувати при ремонті прецизійних верстатів. Механічний спосіб зняття з деталей старої фарби, іржі та отверділих нашарувань масла за допомогою щіток, механізованих шарошок, роторних машинок та інших переносних механізмів. У випадку реалізації абразивного способу очищення застосовуються гідропіскоструминні установки. При використанні хімічного способу видалення старої фарби, мастила, нашарувань, масел та інших забруднень здійснюється за допомогою спеціальної пасти або розчинів, що складаються з негашеного вапна, крейди, каустичної соди, мазуту та інших компонентів.

Механізоване промивання деталей реалізується в стаціонарних та пересувних мийних установках під дією сильних струменів мийної рідини, що подається спеціальним насосом під певним тиском.

Пересувна мийна машина (рис. 1.2) складається з візка 1 зварної конструкції із закріпленою на ньому ванною 4, в нижній частині якої встановлена сітка 3. Для промивання дрібних деталей до бокової стінки ванни прикріплена полиця 5. Ванна закривається кришкою 6. До похилих поверхонь днища ванни приварений патрубок 2, по якому мийна рідина (гас) після обмивання деталей у ванні зливається назад у бак 10, що має перегородки 11 для створення відстійників. В бак вмонтований насос 9 з електроприводом, який нагнітає мийну рідину по гідролінії 8 та бензостійкому шлангу 7.

Стаціонарна мийна машина (рис. 1.3) має бак 1 ємністю 2,5 м³, в якому знаходиться робоча рідина – 3 - 5 %-й розчин кальцінованої соди

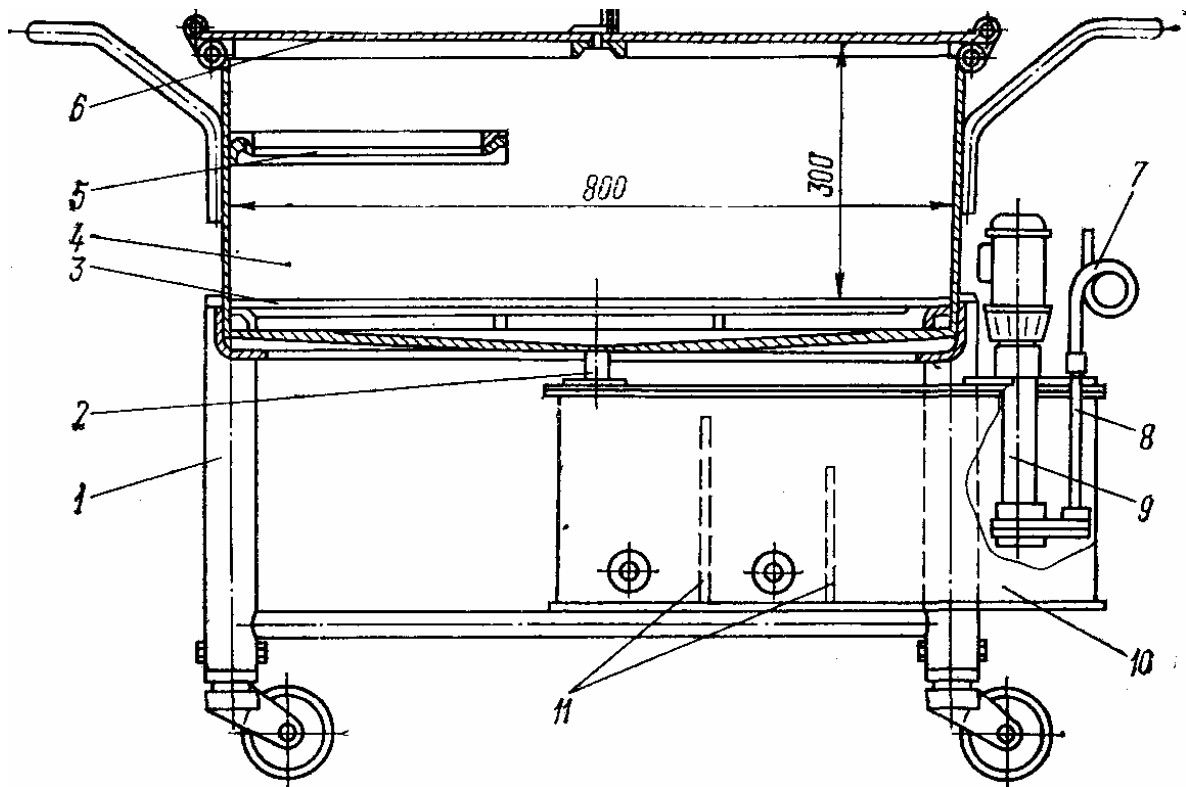


Рис. 1.2. Пересувна мийна машина

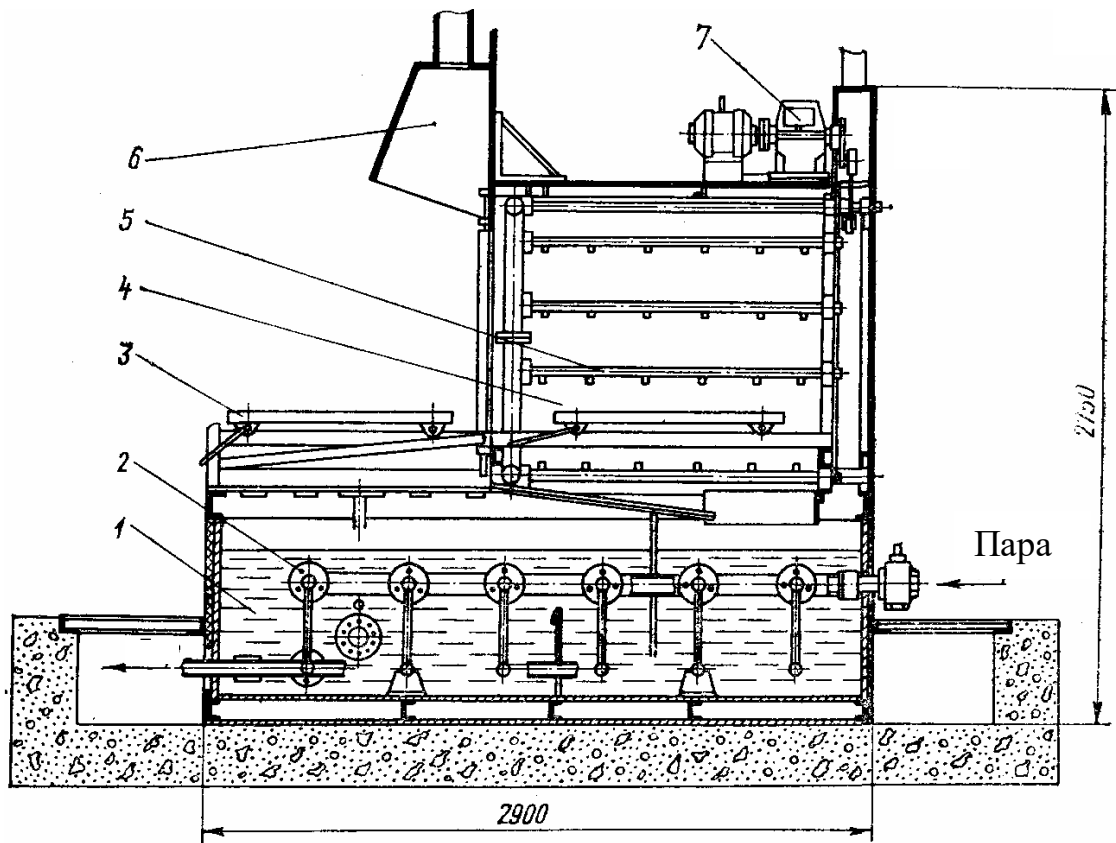


Рис. 1.3. Стационарна мийна машина

або 0,5 %-й водний розчин мила. Рівень рідини контролюється за допомогою поплавця (на рисунку не показаний). За допомогою парового зміювика 2, мийна рідина підігрівається до 80 °С (температура контролюється манометровим термометром). Масові витрати пари для нагрівання рідини до вказаної температури складають орієнтовно 150 кг/с. Для завантаження деталей, що укладаються в спеціальний ящик, служить візок 3, який по напрямних заковчується у мийну камеру 4, розташовану у верхній частині машини. Після цього камеру закривають і вмикають електродвигун насосної установки. Рідина, засмоктувана з бака, через фільтр за допомогою відцентрового насоса подається до гідрантів 5 мийної камери, що розташовані по периферії відносно візка і мають сопла, проходячи через які рідина обмиває деталі зверху, знизу та з боків. Положення кожного сопла може бути відрегульовано в бажаному напрямку. Крім того, приводний механізм в складі електродвигуна, редуктора 7 та кривошипа забезпечує коливальний рух гідрантів. Мийна рідина проходить замкнений цикл, у зв'язку з чим із її забрудненням бак слід очищувати від осаду. Для цього передбачено два люки (на рисунку не показані). Злив рідини здійснюється за допомогою спеціального вентиля. Для уловлювання парів мийної рідини при розвантаженні деталей та під час робочого циклу служать парасолі 6, що зв'язані із цеховою системою природної вентиляції [12].

Добре зарекомендувало себе очищення в рідкому середовищі, що піддається впливу ультразвукових коливань. Суть методу полягає в тому, що розчин в зоні ультразвукових коливань починає вібрувати з частотою їх джерела. Створюється дуже інтенсивне вихрове вирування розчину, під дією якого всі сторонні частинки, що знаходяться на поверхні деталі, практично миттєво змиваються. При цьому форма поверхонь деталі, що очищуються може бути будь-якою. Якість та швидкість очищення значною мірою залежать від складу робочої рідини. Розчини, що хімічно діють на частинки поверхні деталі, сприяють прискоренню та поліпшенню процесу очищення. Наприклад, трихлоретилен та інші вуглеводні, що містять хлор, дуже добре очищують деталі від жиру та масла.

Операції ультразвукового очищення проводять в спеціальних ваннах або агрегатах, в конструкціях яких забезпечені умови найбільш ефективного впливу коливань мийної рідини на деталі.

При ультразвуковому обезжиренні сталевих деталей найкращу мийну спроможність має розчин на водній основі, що містить у кожному літрі води 30 г тринатрійфосфата і 3 г засобу ОП-7 або ОП-10. Оптимальна температура розчину для проведення очищення 50 - 70°C.

На спеціалізованих ремонтних підприємствах, а також в РМЦ отримали розповсюдження конвеєрні мийні машини з верхнім розташуванням баків. Миття деталей в таких машинах здійснюється струменями рідини, яка подається через гойдальні гідранти.

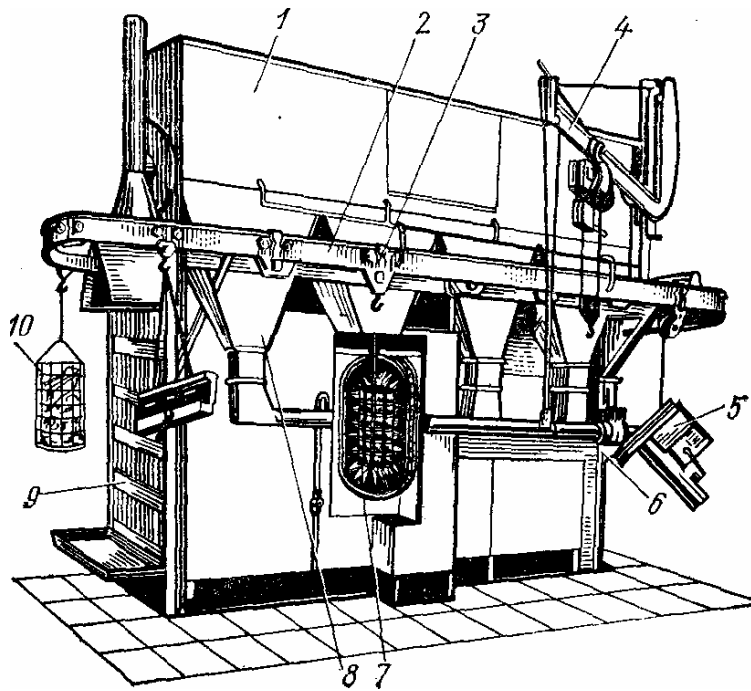


Рис. 1.4. Конвейерна мийна машина

0,6 МПа у гойдальний гідрант 7 (трубу з 40 соплами), з якого розбризкується на деталі. Підігрів рідини здійснюється парою за допомогою трубчастих калориферів, змонтованих всередині баків. Використаний розчин стікає в піддон з сіткою, звідки спеціальним насосом знов подається в баки. Через мийну камеру проходить замкнена монорейка 2 з одинадцятьма підвісками 3, які приводяться в рух зі швидкістю 0,2 м/хв від окремої станції (на рисунку не показана). Кошики 10 із завантаженими в них деталями та складальними одиницями 5 підвішують за допомогою консольної балки 4 та електротельфера на гаки підвісок. Далі складальні одиниці та деталі подаються через стулкові двері 9, що самі відкриваються та закриваються, у мийну камеру. Один раз в квартал необхідно злити мийну рідину через брудовідвідний колектор 6, промити баки та залити свіжий розчин.

Конвейерна мийна машина (рис. 1.4) складається з мийної камери, над якою установлені вісім баків 1 з робочою рідиною об'ємом 1 м^3 кожен, що оснащені відстійниками та пірамідальними днищами 8. Як мийна рідина застосовується розчин в складі: кальцинована сода – 2 – 3%; нітрит натрію – 2 – 3%; мийний засіб ОП-7 – 0,3 – 0,5%; вода – решта. З баків мийна рідина при температурі $80 \text{ }^\circ\text{C}$ подається насосом під тиском

1.5. Застосування теорії розмірних ланцюгів та компенсаторів під час ремонту верстатних комплексів

Одним зі способів, що дозволяє вибрати економічно обґрунтовані допуски на виготовлення деталей та складання машин, є спосіб, оснований на розрахунку розмірних ланцюгів.

Залежно від призначення поверхонь деталей їх ділять на такі основні види. *Поверхні базування*, установлюють положення даної деталі відносно інших деталей та вузлів, які разом з нею входять до складу машини. За допомогою допоміжних баз деталі задають положення інших деталей, що приєднуються до неї під час складання механізму (машини). *Вільні поверхні* визначають конструктивне оформлення даної конкретної деталі і не мають контактів з поверхнями інших деталей. *Виконавчі поверхні*

забезпечують виконання деталлю заданої функції. Наприклад, в токарному верстаті виконавчими поверхнями є базові поверхні переднього кінця шпинделя, пінолі задньої бабки та різцетримача. Саме їх взаємне розташування визначає спроможність верстата виконувати службове призначення.

Сукупність розмірів, розташованих у певній послідовності, що утворюють замкнений контур і зв'язують поверхні та осі деталей, положення яких потрібно визначити (установлює відстані між ними або повороти) називається розмірним ланцюгом. Розмірний ланцюг зображується у вигляді схеми.

Необхідну точність з'єднання деталей, а отже і точність замикальної ланки розмірного ланцюга можна забезпечити одним з чотирьох методів.

При використанні *методу повної взаємозамінності* деталі, які утворюють розмірний ланцюг, виготовляють настільки точно, що заміна будь-якої з них іншою аналогічною деталлю (відхилення її розмірів мають знаходитись в допустимих межах) не позначається на точності замикальної ланки. Перевагою даного методу є спрощення процесу складання - необхідна точність замикальної ланки забезпечується автоматично, як результат правильно здійсненого з'єднання виготовлених з високою точністю деталей. Під час ремонту машини взаємозамінність деталей дозволяє значно спростити також і процес відновлення складальних одиниць, яке при цьому часто зводиться до простої заміни зношених деталей новими. Ще одна перевага розглядуваного методу пов'язана зі зниженням вимог до кваліфікації слюсарів-ремонтників.

Метод неповної взаємозамінності відрізняється від попереднього тим, що при його реалізації точність замикальної ланки розмірного ланцюга забезпечується не всіма розмірними ланками, а лише певною їх множиною. Перевагою даного методу є те, що допуски, які призначаються при його здійсненні на розміри деяких деталей, значно ширші, ніж при використанні методу повної взаємозамінності. Останнє обумовлює його більшу економічність.

Метод підбору (групової взаємозамінності) полягає в тому, що деталі виготовляють за економічно виправданими відносно широкими допусками і далі після обмірювання сортують на групи, в межах яких відповідні розміри деталей практично не відрізняються один від одного. Наступна стадія передбачає комбінування різними деталями з тим, щоб при їх складанні була дотримана точність розмірного ланцюга. Метод підбору досить широко застосовується в ремонтній практиці особливо при наявності на складі великої кількості запасних частин.

При використанні *методу пригінки* необхідна точність замикальної ланки розмірного ланцюга досягається завдяки зміні розміру іншої наперед вибраної ланки. Деталь, що піддається обробці під час пригінки, називають компенсатором. Реалізація даного методу дозволяє знижувати вимоги до точності складових ланок розмірного ланцюга, що дуже важливо при

виконанні ремонтних робіт, особливо при ремонті одиничних моделей машин.

Порушення точності замикальної ланки, що звичайно обумовлено зносом виконавчих поверхонь може бути компенсовано за рахунок зміни розмірів або положення механізму. Останнє безпосередньо позначається на розмірі замикальної ланки розмірного ланцюга.

На рис. 1.5 показаний розмірний ланцюг, що визначає відстань між осями переднього та заднього центрів токарного верстата, в якому складовими ланками є відстані: від осі заднього центру до поверхні основи задньої бабки A_1 , від поверхні основи до напрямних станини A_2 , від напрямних до осі переднього центру A_3 ; зазор між осями переднього та заднього центрів верстата є замикальною ланкою розмірного ланцюга A_Δ .

Точність складання верстата визначається величиною зазору з рівняння

$$A_\Delta = A_1 + A_2 + A_3.$$

При ремонті верстатних комплексів теорія розмірних ланцюгів застосовується з метою забезпечення точності окремих складальних одиниць та обладнання в цілому, а також при виборі методу складання,

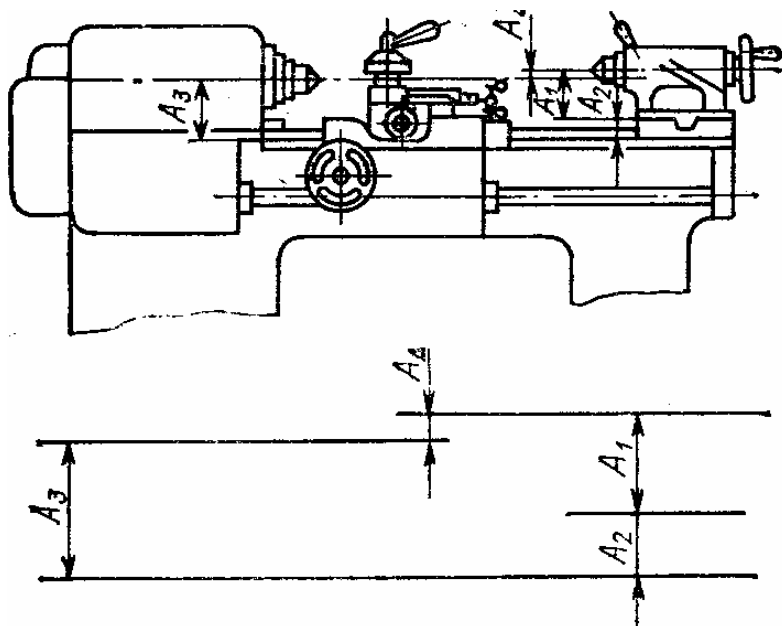


Рис. 1.5. Розмірний ланцюг токарно-гвинторізного верстата

реалізація якого дозволяє одержати задану точність.

В розглянутому вище прикладі з токарним верстатом, для дотримання допуску A_Δ замикальної ланки найбільш раціональним є застосування методу пригону компенсаційних накладок, що закріплюються на поверхні основи задньої бабки для забезпечення необхідного розміру A_2 та збігу центрів передньої та задньої бабок. Другий варіант - корегування розміру A_1 , яке здійснюється шляхом розточування

отвору під піноль задньої бабки з необхідним зміщенням його осі та подальшим виготовленням нової пінолі. Інколи використовують водночас установлення накладок та виготовлення нової пінолі [12].

1.6. Типова відомість дефектів на ремонт верстатних комплексів

Відомість дефектів на ремонт - початковий технічний та фінансовий документ, який при правильному та ретельному його оформленні є важливим елементом технологічних процесів ремонту, що сприяє підвищенню його продуктивності та якості. Звичайно дефектна відомість складається технологом з ремонту обладнання за участю бригадира ремонтної бригади, майстра ремонтного цеху, представників ВТК та цеху-замовника.

Дефектування промитих та просушених деталей здійснюють після їх комплектування. Дана операція вимагає особливої ретельності та уваги. Кожну деталь спочатку оглядають ззовні, а потім за допомогою відповідного контрольного та вимірювального інструмента перевіряють її розміри. В окремих випадках контролюють точність взаємного розташування даної деталі відносно інших, зв'язаних з нею деталей.

У відомості дефектів детально перераховуються дефекти верстата в цілому та кожної деталі окремо, вказуються деталі, що підлягають відновленню або зміцненню. Ще до початку дефектування важливо правильно призначити величини гранично допустимого зносу для різних деталей обладнання. Слід одразу сказати, що встановлення оптимальних величин граничних зносів для всіх деталей верстатних комплексів різного призначення та типів, з врахуванням при цьому специфічних вимог, які до них висуваються - задача дуже важка.

Так, величина гранично допустимого зносу напрямних верстатів підвищеної точності складає 0,02 - 0,03 мм на довжині 1000 мм, а для обладнання нормальної точності аналогічного призначення - 0,1 - 0,2 мм/ 1000 мм.

Знос шийок валів, які працюють в підшипниках ковзання (втулках), в коробках подач, фартухах та в інших подібних механізмах, допускається в межах 0,001 - 0,01 діаметра вала, залежно від його точності [2]. Допустимий знос шийок шпинделів (0,01 - 0,05 мм) залежить від вимог точності, що висуваються до верстата. Знос шийок валів під підшипники кочення не повинен перевищувати 0,01 - 0,02 мм, а знос шліців по ширині 0,1 - 0,15 мм. Зазори, що допускаються в складальних одиницях вал - підшипник залежно від точності їх виготовлення, а також значення гранично допустимого зносу сталевих зубчатих коліс приведені в [2].

При ремонті допускаються певні зменшення окремих розмірів: для діаметрів різьб ходових гвинтів - 8%, для діаметрів шийок валів, шпинделів та осей - 5 - 10% від номінального діаметра, для товщин стінок порожніх шпинделів та осей - 3 - 5 % від номінальної товщини.

В процесі дефектування деталі розділюють на три групи: 1) придатні для подальшої експлуатації; 2) ті, що потребують ремонту або відновлення; 3) непридатні, які підлягають заміні.

Ремонтують в першу чергу складнофасонні та нетехнологічні деталі, відновлення яких обходиться значно дешевше, ніж виготовлення нових. Ремонтвана деталь повинна мати достатній запас міцності, який би дозволяв відновлювати або змінювати окремі розміри, що входять в розмірні ланцюги, не знижуючи при цьому (а в ряді випадків і підвищуючи) її довговічність, зберігаючи або поліпшуючи експлуатаційні якості складальних одиниць та агрегату в цілому.

Деталі підлягають заміні, якщо зменшення їх розмірів в результаті зносу може призвести до порушення нормальної роботи механізму або викликати подальше інтенсивне зношування і як наслідок - вихід механізму з ладу. У зв'язку з цим, під час ремонту замінюють деталі з граничним зносом, а також зі зносом дещо меншим допустимого, якщо вони за розрахунком не дослужать до наступного ремонту. Розрахунок терміну служби деталей здійснюється з врахуванням граничного зносу та інтенсивності їх зношування при фактичних умовах експлуатації.

З метою підвищення якості дефектування та скорочення часу на підготовку та оформлення необхідної документації раціонально користуватися заздалегідь заготовленими типовими відомостями дефектів. Вказані відомості відрізняються від загальних тим, що в них внесені найменування всіх зношуваних деталей верстата певної моделі, вказані типові найбільш розповсюджені види дефектів деталей та складальних одиниць, перераховані операції або дані короткі описи конкретних робіт, що підлягають виконанню під час ремонту [12]. Таким чином, типова відомість є документом, що синтезує досвід найбільш знаючих ремонтних робітників, забезпечує помітне спрощення та прискорення процесу дефектування. При цьому у відомості зберігаються порядкові номери пунктів та деталей, що дозволяє не змінювати їх маркування і звести весь процес дефектування до аналізу стану ремонтваних деталей, після якого у типовій відомості дефектів підкреслюють їх порядкові номери, відповідні операції, групи операцій та ремонтних робіт, що мають бути виконані. Якщо в окремих випадках у відомості відсутнє найменування деталі, яку необхідно відновити або не згаданий той чи інший дефект, здійснюється відповідний додатковий запис.

Після оформлення відомості на ремонт проводиться її конструкторське опрацювання, видаються креслення для проведення ремонту та виготовлення деталей, готується інша технологічна документація. Типова відомість є одним із засобів контролю ходу виготовлення, ремонту, складання та здачі верстата після ремонту [12].

1.7. Загальне складання верстатних комплексів після ремонту

Складання відремонтованого верстата повинно здійснюватись у строгій відповідності з вимогами складальних креслень, забезпечувати задану точність взаємного розташування його складальних одиниць та нормальну роботу всіх механізмів. Перед складанням всі деталі мають бути очищені від бруду, залишків стружки та абразиву, а оброблені поверхні і порожнини - промиті. Складання механізмів проводять в порядку, зворотному порядку розбирання. Деталі, зняті при розбиранні останніми, установлюють при складанні першими.

Складання графіка ремонту

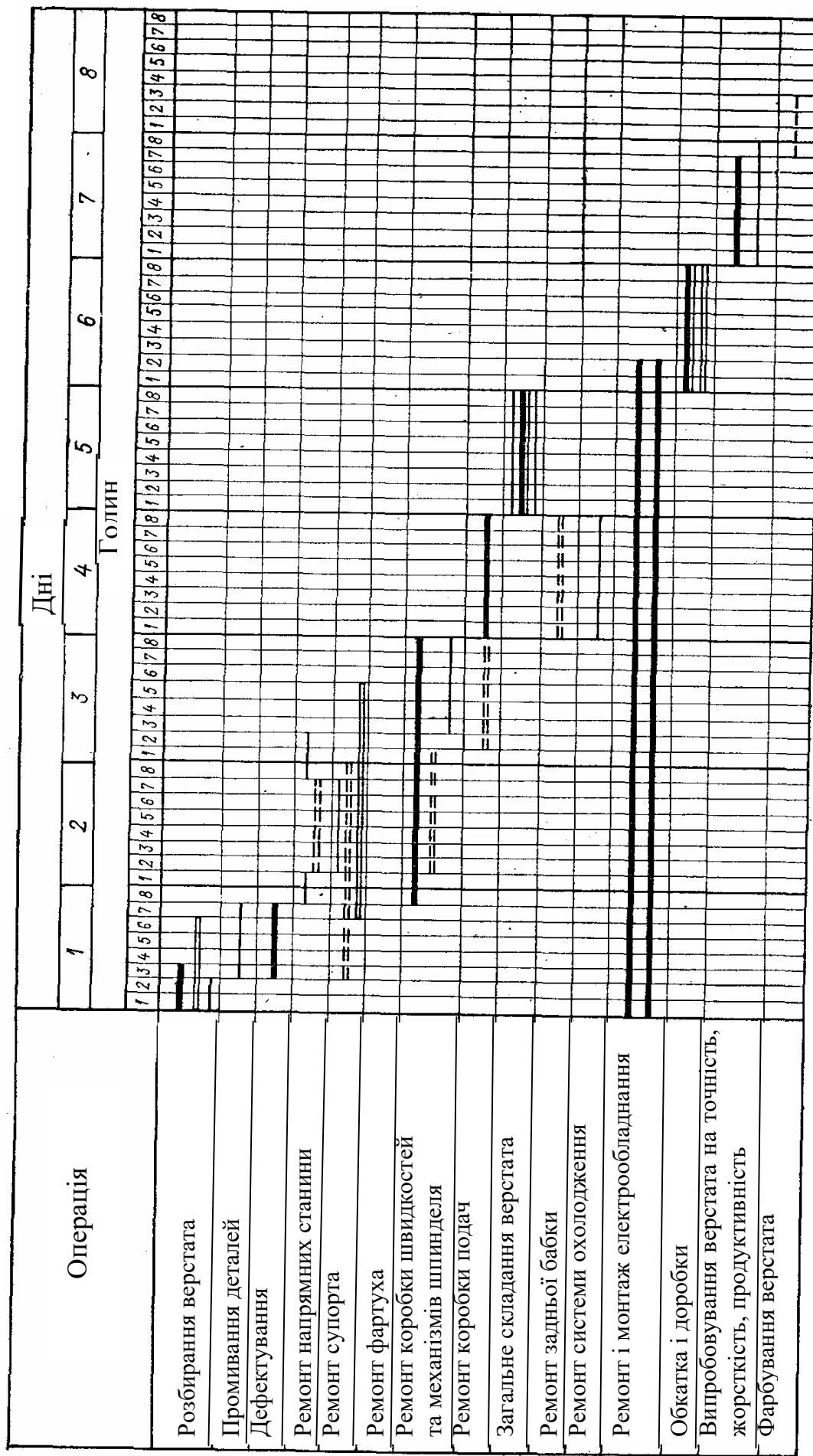
В ремонтній справі часто має місце ситуація, коли на момент початку складання верстата виготовлення або ремонт його окремих деталей ще не завершені (на відміну від процесу складання нового верстата). В подібних випадках загальне складання супроводжується відновленням та пригоном деяких елементів верстата і, таким чином, тривалість даного етапу невідокремлена від часу ремонту. Остання обставина обумовлює ускладнення ремонтного процесу, у зв'язку з чим він має бути правильно організованим та проведеним за наперед складеним графіком [13] (рис. 1.6).

Основою для складання графіка є норми простоїв верстатів при ремонті залежно від категорії їх ремонтної складності (КРС), що визначається згідно із типовою системою технічного обслуговування та ремонту [14]. Крім цього, враховують збільшені норми на виконання ремонтних операцій, типову технологію ремонту та склад членів бригади. Графік складається старшим майстром РМЦ спільно з бригадиром ремонтної бригади. В ньому вказуються найменування всіх ремонтних робіт та спеціальностей робітників, а також приблизний розподіл робіт між членами бригади.

Тривалість кожної операції позначається на графіку горизонтальною, а моменти часу початку та завершення - вертикальними лініями. Графік дає змогу бачити щоденний хід виконання операцій та своєчасно запобігати зривам термінів завершення ремонту деталей окремих груп та верстата в цілому.

Як видно з графіка (див. рис. 1.6), перша операція - розбирання верстата - виконується одночасно всіма членами бригади. Розбирання здійснюють після демонтажу пускової та освітлювальної арматури.

Роботи розподіляють приблизно таким чином. Слюсар II розряду знімає кожухи, зливає з ємностей робочу рідину, розбирає систему охолодження, задню бабку та станину. Слюсар IV розряду розбирає фартух, коробку подач та супорт; слюсар V розряду - передню бабку та коробку швидкостей. На повне розбирання верстата витрачається 11 год протягом одного календарного дня. Крім того, в перший день бригада



Позначення: — - бригадир; — - слюсар IV розряду; — - слюсар II розряду; — - електрик; — - верстатники; - - - маляр

Рис. 1.6. Календарний графік капітального ремонту токарно-гвинторізного верстага 1КРС

здійснює промивання та дефектування деталей після чого приступає до ремонту окремих механізмів.

Технічні умови на складання верстатних комплексів

Сучасні верстатні комплекси за характеристиками точності розділюються на п'ять класів: верстати нормальної (Н), підвищеної (П), високої (В), особливо високої (А) точності та особливо точні верстати (С).

Необхідність нарощування точності верстатних комплексів обумовлена підвищенням вимог до якості виготовлення відповідальних деталей різного призначення. Напрямні станин верстатів середніх розмірів підвищеної точності виготовляють з відхиленнями за прямолінійністю в межах 0,02 - 0,03 мм на 1000 мм; верстатів високої точності – 5 - 6 мкм на 1000 мм; верстатів особливо високої точності - 2 мкм на 1000 мм. Відхилення від круглості шийок шпинделів верстатів нормальної точності допускається в межах 6 - 8 мкм; верстатів підвищеної точності – 3 - 5 мкм; верстатів високої і особливо високої точності – 1 - 2 мкм.

При складанні верстата необхідно забезпечити задану точність взаємного розташування його вузлів та нормальну роботу всіх механізмів. Пригінка та посадка деталей для недопущення пошкоджень їх поверхонь мають здійснюватись обережно та ретельно. Складання неочищених та непромитих деталей категорично забороняється.

Зазори між нерухомими елементами верстата, від яких залежить його точність або жорсткість, необхідно відрегулювати таким чином, щоб щуп товщиною 0,02 - 0,04 мм (залежно від класу точності) не заходив між їх поверхнями, що контактують. Зусилля на рукоятках та маховичках механізмів ручного керування верстатом не повинні перевищувати допустимих величин [2]. Перевірку здійснюють за допомогою динамометра або вантажу.

Просочування робочої рідини з-під кришок не допускається. Забороняється установа прокладок під кришки, що відкриваються при налагодженні або регулюванні верстата, а також ущільнення їх стиків фарбою, лаком, шпаклівкою і т.п.

1.8. Приймання та випробування верстатних комплексів

Відремонтоване та відрегульоване обладнання підлягає випробуванню з метою визначення придатності його до подальшої експлуатації. Технічний стан відремонтованого верстата установається за результатами його зовнішнього огляду, випробувань на холостому ході, під навантаженням, на потужність, жорсткість та геометричну точність. Крім цього, виконується перевірка точності та чистоти обробленої на верстаті контрольної деталі (згідно зі стандартами на відповідні верстати).

Випробування відремонтованих верстатів на холостому ході і в роботі під навантаженням (ГОСТ 7599—82) може здійснюватись на місці їх експлуатації, на спеціальному стенді або на майданчику, де проводився

ремонт. Випробування починається тільки після вивірення положення верстата у повздовжньому та поперечних напрямках, що визначається за рівнем з ціною поділки 0,02 - 0,04 мм на 1000 мм довжини.

Перед пуском верстата необхідно ще раз переконатись у нормальній роботі механізмів при обертанні вручну маховиків та перемиканні рукояток зміни швидкостей та подач, а також в наявності та безперебійності надходження мастила до поверхонь тертя.

Випробування на холостому ході

Випробування починається на найменших частотах обертання шпинделя і подачах супорта і продовжується при послідовному вмиканні всіх робочих швидкостей - до найбільших за паспортними характеристиками. При найбільшій швидкості обертання шпинделя верстат повинен пропрацювати без перерви не менше 1 год.

Випробування під навантаженням і в роботі

Під навантаженням відремонтований та складений верстат випробовують шляхом обробки на ньому на все більших швидкостях різання еталонних деталей. Наприкінці випробування верстат піддають максимально допустимому навантаженню, що відповідає номінальній потужності привода, при цьому зі зразка знімається стружка найбільшого поперечного перерізу. Допускається також короткочасне перевантаження верстата (до 25% понад номінальної потужності, залежно від його призначення) протягом 30 хвилин.

Всі механізми верстата в ході його випробування під навантаженням повинні працювати справно. Допустимим є лише незначне підвищення шуму в зубчастих передачах, тоді як нерівномірність рухів окремих складальних одиниць, та наявність вібрацій, що приводять до викришування ріжучих кромки інструмента і утворення хвилястостей на оброблюваних поверхнях деталей, - не допускаються.

У верстатів, призначених для виконання обдирних робіт, в процесі випробування під навантаженням необхідно перевірити відповідність фактичної споживаної та розрахункової потужностей. Остання визначається за паспортними даними верстата, згідно із параметрами вибраного режиму обробки. Виміряна при випробуванні споживана потужність не повинна перевищувати більш ніж на 5% розрахункову потужність.

Верстати, призначені для виконання чистових робіт, перевіряються на відповідність фактичної та регламентованої шорсткості оброблених поверхонь.

Пристрої, що забезпечують захист верстата від перевантаження, повинні діяти надійно. Зокрема, запобіжна фрикційна муфта має вмикатись легко і плавно, а при максимально допустимому перевантаженні верстата (на 25%) не повинна самовимикатись або пробуксовувати. Результати

експериментального визначення споживаної потужності та фактичної шорсткості оброблених поверхонь за ГОСТ 2789—73 (СТ СЕВ 638—77) заносяться в акт здачі верстата з ремонту.

Перевірка точності

Після обкатки на холостому ходу та випробування верстата під навантаженням потрібно перевірити відповідність його фактичної геометричної точності, а також точності виготовлених на ньому виробів – відповідним нормативним параметрам точності, що установлюються діючими ГОСТ та ДЕСТУ, залежно від групи та типу верстата.

Перед випробуванням на точність верстат необхідно установити на фундаменті або стенді і вивіренням за допомогою клинців, башмаків або інших засобів привести у положення, яке він займав на стадії складання, після завершення ремонту. Під час випробування на точність не допускається розбирання або регулювання верстата. Випробування на досягнення необхідної мінімальної шорсткості обробленої поверхні здійснюється шляхом виготовлення на верстаті з використанням установлених режимів різання зразкової деталі та її подальшого обмірювання. При цьому на оброблених поверхнях не повинно бути слідів подрібнення. Результати випробування на точність заносяться в акт здачі верстата з ремонту.

2. Пристосування та оснащення для технічного обслуговування та ремонту верстатних комплексів

2.1. Універсально-складальні контрольні-вимірювальні пристосування

Із підвищенням жорсткості вимог до якості ремонту верстатів особливе значення одержує ефективність засобів для вимірювання відхилень від заданої точності. При цьому головним критерієм правильності вибору методів та засобів контролю є відношення похибки вимірювання до допуску на розмір, що вимірюється. Для визначення раціональних засобів контролю необхідно враховувати, які параметри контролюються, якими є допустимі відхилення від заданих величин та похибка вимірювального засобу. Остання може бути настільки малою, що дозволить прийняти виміряні розміри за дійсні для даних виробничих умов ремонту.

Велике значення для розв'язання задачі підвищення якості ремонту має точний контроль величин відхилень від геометричних форм деталей та складальних одиниць обладнання, оскільки від фактичних параметрів непрямої лінійності, неплоскостності, неперпендикулярності, непаралельності поверхонь, вивернутості напрямних, неспівісності отворів залежить точність рухів виконавчих елементів верстата, що несуть заготовку та інструмент, а разом з ними і точність форми, постійність розмірів та шорсткість поверхонь виготовленої деталі.

Операції контролю напрямних, за результатами яких визначають їх дійсну форму після виконання тих чи інших стадій відновлення або монтажу, є невід'ємною частиною технологічного процесу ремонту. Методи та засоби вимірювання непрямої лінійності, використовувані при ремонті, розділяються на дві основні групи:

- 1) для вимірювання лінійних величин, що визначають положення конкретних майданчиків поверхні напрямних, відносно початкової прямої лінії;
- 2) для вимірювання кутових величин, що визначають кути нахилу окремих ділянок напрямних, обмежених елементарними майданчиками, відносно початкової прямої лінії.

Практично початковою прямою може служити контрольна лінійка, струна або лінія візування.

Контрольно-вимірювальні перевірені пристосування є пристроями, що розширюють можливості використовуваних вимірювальних інструментів і в комплекті з останніми дозволяють здійснювати вимірювання величин відхилень від заданого розташування поверхонь деталей.

Точність обробки заготовок на відремонтованому верстаті залежить в основному від відновлення геометричної точності базових деталей та точності їх взаємного розташування. Перевірка точності здійснюється за допомогою комплекту контрольних-перевірних пристосувань, застосування

яких дозволяє ремонтникам після виконання відновлювальних робіт та складання верстата забезпечувати відповідну технічним умовам точність, без необхідності проведення додаткових довідних робіт.

Універсально-складальними контрольно-вимірювальними пристосуваннями (УСКВП) називають пристрої, що складаються з окремих стандартизованих та нормалізованих елементів: стержнів, валів, елементів кріплення стержнів, базових опор (ковзання або кочення), елементів кріплення вимірювальних приладів та інших, які входять до комплексу УСКВП. Габаритні розміри УСКВП можуть змінюватись і визначаються розмірами, формою та відстанями між базовими поверхнями напрямних, що контролюються.

Варіант УСКВП, складений з уніфікованих елементів показаний на рис. 2.1. Дане пристосування призначено для виконання ряду контрольно-перевірних операцій в процесі ремонту основних складальних одиниць та агрегатів верстатів. Зокрема, воно може застосовуватись для перевірки непрямолінійності, вивернутості, непаралельності та неперпендикулярності плоских, призматичних, кутоподібних, сферичних та інших напрямних. Крім того, з його допомогою можна визначити непаралельність осей валів, гвинтів та шпинделів до напрямних верстатів.

Пристосування складається з універсального Т-подібного містка 1,

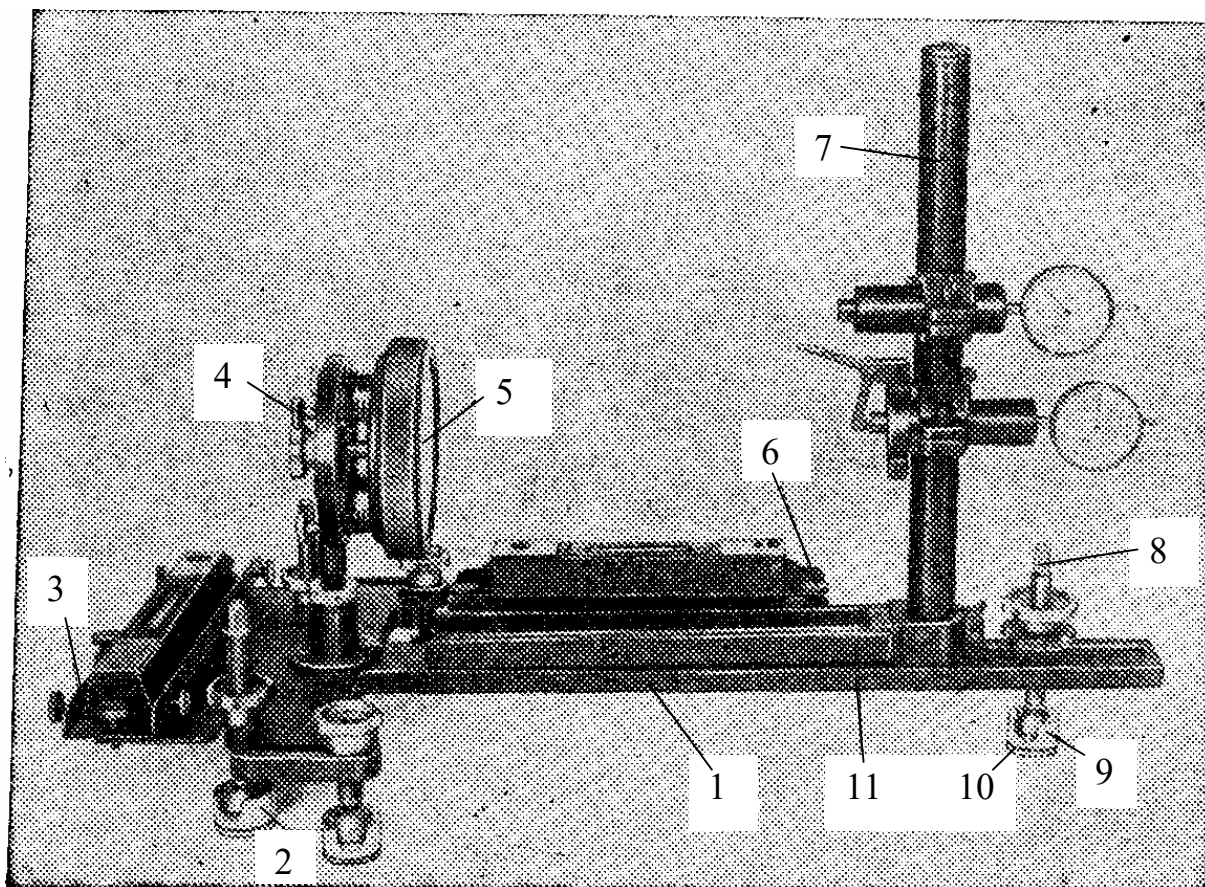


Рис. 2.1. Універсально-складальне пристосування для виконання контрольно-перевірних операцій

оснащеного змінними опорами кочення 2, 9 (кожна така опора включає гвинт 8, шарнір 10 та гайку), майданчиків 3 і 6, трубчастої колони 7 з індикаторами, стояка 4 з дзеркалом 5, кутової приставки (на рисунку не показана) та подовжувача 11. Знімні майданчики 3, 6 з універсальним містком з'єднуються шарнірно і служать для установалення рівнів або контрольних кутників. Стояк з дзеркалом при роботі з автоколіматором закріплюють на спеціальній основі. На поверхні дзеркала, яка є строго площинною, нанесена вертикальна тонка лінія. За допомогою чотирьох підпружинених опор стояка 4 дзеркало установалюють перпендикулярно до оптичної осі автоколіматора.

Кутова приставка застосовується в комплекті кутового містка, необхідного для перевірки непрямої лінійності, непаралельності та вивернутості вертикальних напрямних. З цією метою приставку з'єднують за допомогою кріпильних елементів з універсальним містком.

Подовжувач використовують в тих випадках, коли відстань між напрямними верстата більша ніж база між опорами 2 і 10 універсального містка. При цьому в пазу подовжувача закріплюють гвинт 8. Для отримання стабільних показань вимірювальних приладів при роботі з подовжувачем рекомендується створити на пристосуванні навантаження 50 - 100 Н.

Колона 7 з індикаторами призначена для перевірки непаралельності осей ходових гвинтів та валів верстатів до напрямних. В подібних випадках колону за допомогою подовжувача тримача з'єднують з універсальним містком або обходяться без нього, якщо є можливість безпосереднього приєднання тримача.

Для перевірки неперпендикулярності горизонтальних напрямних кареток та станин верстатів на майданчики 3 і 6 (див. рис. 2.1) установалюють контрольні кутники, одну з граней яких разом з основою вивіряють на паралельність переміщення відносно напрямних. Після вивірення інша грань кутника стає базовою і використовується для перевірки. Основа пристосування (універсальний місток) в комплекті з додатковими пристроями широко застосовується для виконання різних контрольних-перевірних операцій, деякі з яких розглянуті нижче у даному розділі. При цьому необхідно виконати відповідне налагодження УСКВП та надійно закріпити засоби вимірювання, наприклад, рівень, трубку-коліматор, дзеркало-відбивач автоколіматора, штатив з вимірювальною головкою (індикатором), контрольний кутник та інші.

Перевагами описаного пристосування є простота конструкції, мала маса і невисока вартість виготовлення. Всі складові деталі виконуються за 5-м класом точності; в шарнірних опорах використовуються покупні кульки. Точність вимірювань визначається точністю застосовуваних автоколіматорів, рівнів, індикаторів та кутників. Настроювання пристосування займає 5 - 15 хв. Розглянуте УСКВП успішно використовується на багатьох підприємствах країни.

Ще одна ефективна система УСКВП була розроблена Міжгалузевим головним конструкторсько-технологічним бюро виробничо-технічного об'єднання „Союзтехоснащення” (м. Харків) і впроваджена на ряді українських підприємств. Особливість даного УСКВП полягає в тому, що з одних і тих самих деталей та складальних одиниць, що є повністю взаємозамінними, створюються складальні контрольні пристосування шарнірно-стержньового типу.

З комплекту деталей УСКВП можна скласти пристосування розмірами від $300 \times 250 \times 250$ до $3500 \times 3000 \times 1500$ мм. Точність вимірювань, як і точність будь-якого іншого універсально-складального пристосування (УСП), визначається точністю використовуваних вимірювальних та перевірочних засобів і знаходиться в межах 5 - 30 мкм. Час, необхідний на складання та налаштування одного пристосування дорівнює двом годинам. Пристосування включає основу, на якій монтують базові опори ковзання або кочення та пристрій для установлення та закріплення контрольних вимірювальних засобів. Несучу частину (основу) складають з порожніх стержнів діаметром 20 - 30 мм, які оснащуються з'єднувальними елементами - трійниками, хрестовинами та шарнірами і одночасно служать для підвищення жорсткості конструкції.

2.2. Оптичні засоби контролю точності напрямних

В практиці ремонту обладнання часто використовуються оптичні засоби вимірювання непрямолінійності, які у порівнянні із засобами інших типів аналогічного призначення забезпечують більш високу точність

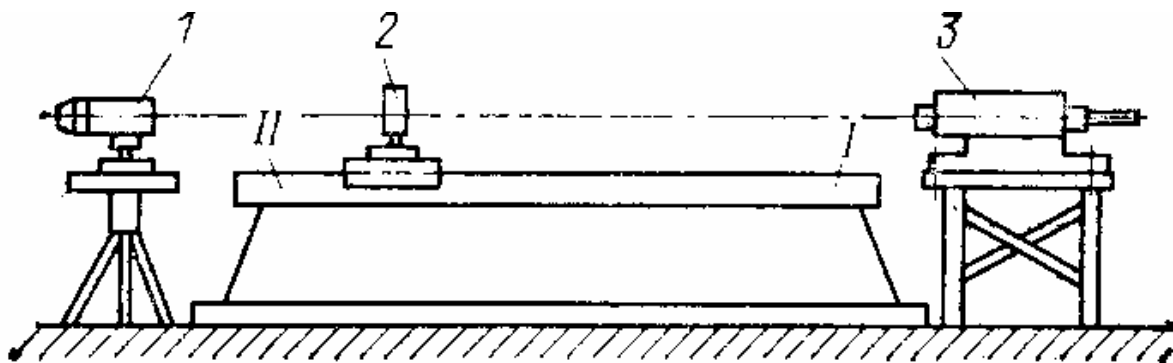


Рис. 2.2. Зорова труба з маркою

вимірювання у вертикальній та горизонтальній площинах. До найбільш розповсюджених оптичних засобів контролю точності напрямних відносять зорову трубу з маркою, зорову трубу з коліматором та автоколіматор.

На рис. 2.2 представлена схема вимірювання непрямолінійності за допомогою зорової труби з маркою. На напрямних станини встановлюється місток з маркою 2 (складений з комплекту УСКВП), а на окремому стояку проти одного з торців станини - джерело світла 1. З протилежної сторони станини на жорсткій основі закріплюється оптична

труба 3, положення якої вивірено таким чином, щоб при установленні на станині в положеннях I і II містка з маркою, оптична вісь труби 3 точно збігалася з її перехрестям.

Визначення непрямої лінійності напрямних здійснюють при крокових зсувах містка з маркою відносно поверхні, що перевіряється. При цьому в кожній проміжній позиції за допомогою відлікового пристрою фіксуються відхилення перехрестя марки відносно оптичної осі зорової труби. За знайденими відхиленнями будується графік залежності, що характеризує непрямої лінійність напрямних. Межі вимірювання по довжині - від 1600 до 40 000 мм, ціна поділки окулярного поля оптичної труби, що відповідає точності вимірювання - 0,05 мм.

Зорова труба з коліматором (рис. 2.3) використовується при необхідності перевірки непрямої лінійності в межах по довжині 1000 - 30000 мм з точністю 4 мкм на 5 м, 5 мкм на 10 м, 10 мкм на 30 м; ціна поділки коліматора 5 мкм. При перевірці непрямої лінійності коліматор, основним елементом якого є трубка з джерелом світла 1 та прозорими шкалами 2 і 3, виконує функцію марки. Зорова труба також має прозору шкалу 4, з нанесеними на ній нитками, що перетинаються. Перевірка здійснюється при крокових переміщеннях містка із закріпленням на ньому коліматором відносно напрямних, що перевіряються. При взаємодії двох оптичних систем визначають відхилення від прямої лінійності.

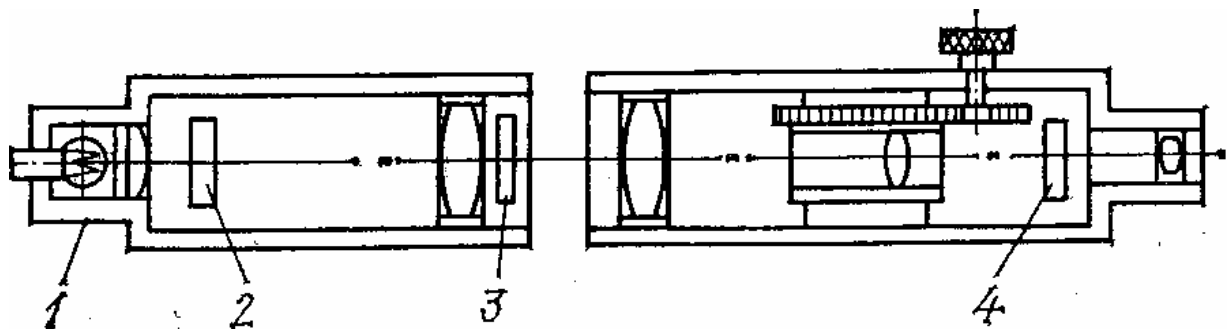


Рис. 2.3. Зорова труба з коліматором

Автоколіматор є найбільш зручним та точним серед трьох розглянутих оптичних приладів. Він дозволяє здійснювати вимірювання в межах 1000 - 30 000 мм по довжині і має ціну поділки 1". Автоколіматор складається із зорової труби 5 (рис. 2.4) з автоколімаційним пристроєм, тримача та основи 9. Принцип вимірювання з його допомогою непрямої лінійності оснований на визначенні зсуву променя світла, яке виходить з оптичної труби, відбивається від дзеркала та повертається в поле зору приладу (рис. 2.5). Об'єктив зорової труби закріплений в оправі, що переміщується в трубі по різьбі. На трубі виконані два пояси (виступи), за допомогою яких вона кріпиться на кронштейні. В окулярну частину вкручена перехідна втулка 3 для установлення оптичного окуляр-мікрометра 2. Зверху до перехідної втулки 5 кріпиться конус 4, який містить патрон, освітлювальну лампу, конденсатор, світлофільтр та

автоколімаційну марку (на рис. 2.4 не показані). Оптичний окуляр-мікрометр установлений в корпусі 1, а його секундна шкала жорстко пов'язана з лінзою компенсатора та переміщується по напрямних каретки відносно хвилинної шкали на ± 3 мм від середнього положення. Дане

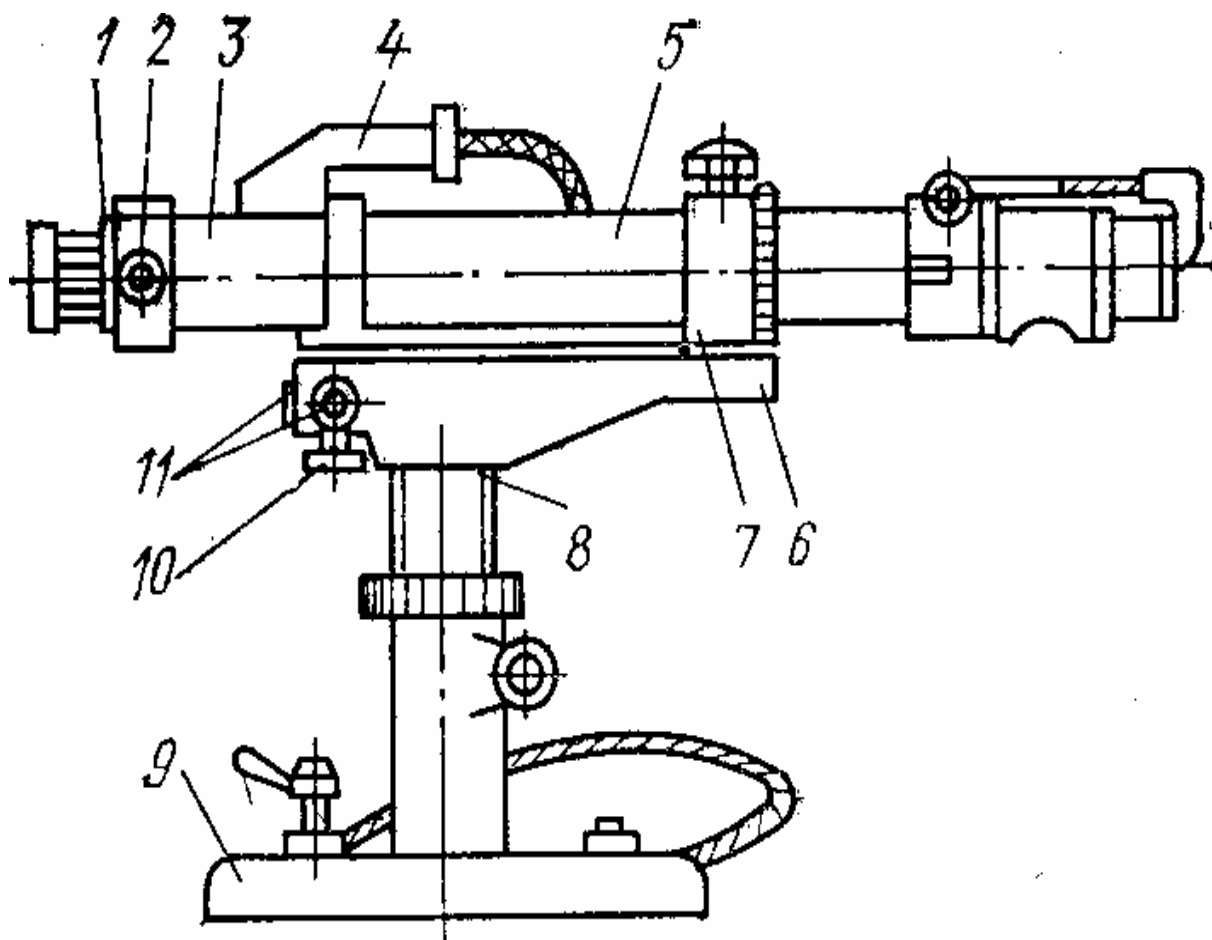


Рис. 2.4. Автоколіматор

переміщення забезпечується при обертанні маховика. Тримач складається з кронштейна 7 та сідла 6, що з'єднані між собою пружинною пластинною. Сідло кріпиться на колоні 8 за допомогою різьби. Колонна переміщується відносно основи та фіксується затискним гвинтом в необхідному по висоті положенні. Точне горизонтальне регулювання здійснюється шляхом повороту труби відносно вертикальної осі обертання гвинтів 11. Вертикальне наведення забезпечується за допомогою гвинта 10 при повороті кронштейна з трубою відносно горизонтальної осі. Для усунення в регулювальних гвинтах мертвого ходу, втулки, відносно яких вони повертаються виконані розрізними. Натяг в різьбовому з'єднанні установлюється затяжною гайкою.

Автоколіматор 2 (див. рис. 2.5) нерухомо закріплюється на станині верстата біля одного з її торців. На напрямних, що перевіряються, установлюється місток з дзеркалом 4. Положення автоколіматора вивіряють паралельно напрямним і перпендикулярно дзеркалу. Для цього місток з дзеркалом підводять впритул до автоколіматора і далі регулюють

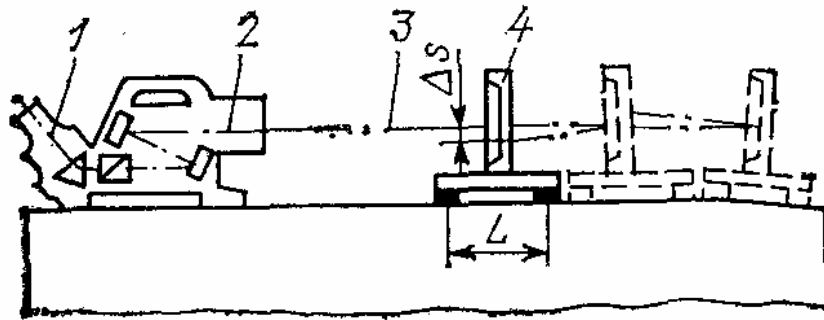


Рис. 2.5. Схема контролю непрямолінійності автоколіматором: 1 – окулярний мікрометр; 2 – автоколіматор; 3 – візирна вісь; 4 - дзеркало

положення останнього таким чином, щоб відображене перехрестя сумістилось з центром поля окуляра, після чого місток переміщують до протилежного кінця станини і за допомогою регулювальних гвинтів установлюють дзеркало перпендикулярно візирній осі автоколіматора, домагаючись чіткої видимості відображеного зображення. Далі місток повертається у первинне положення, в якому шляхом додаткових зсувів автоколіматора здійснюють корегування різкості відображення перехрестя. Описану операцію повторюють два-три рази до забезпечення однакового відносного положення автоколіматора і дзеркала при зміщенні останнього в будь-яку з крайніх позицій. Таким чином визначається початкове положення. При виконанні наступної стадії перевірки проводиться ряд послідовних зсувів містка від одного торця станини до протилежного. Зсуви здійснюються з кроком, що дорівнює відстані між опорами містка в повздовжньому напрямку. В кожному проміжному положенні у випадку наявності непрямолінійності поверхонь напрямних дзеркало буде відхилятися, в результаті чого зображення хреста зміститься на деяку відповідну величину Δs – кут повороту. Одержані Δs переводяться у лінійні величини, за якими будується графік форми поверхонь напрямних.

2.3. Універсальні містки для перевірки напрямних

Універсальний місток (рис. 2.6) складається з основи 1 Т-подібної форми (власне містка, див. також рис. 2.1), регульованих майданчиків 5, 10, дзеркала 9, закріпленого на стояку 7 та п'яти опор кочення 2, 4. Гвинти 6 двох внутрішніх опор, що закріплені на короткому плечі містка можна зміщувати відносно вертикальної осі, тоді як дві інші зовнішні опори 3, завдяки наявності в основі пазів, можуть пересуватись у горизонтальному повздовжньому напрямку і закріплюватись гайками у положеннях, що визначаються шириною напрямних. Опора 2 допускає як горизонтальні поперечні, так і вертикальні переміщення.

Вивірення пристосування відносно напрямних у повздовжньому та поперечному напрямках здійснюється за допомогою двох рівнів, закріплених на майданчиках 5, 10. Вітчизняною промисловістю

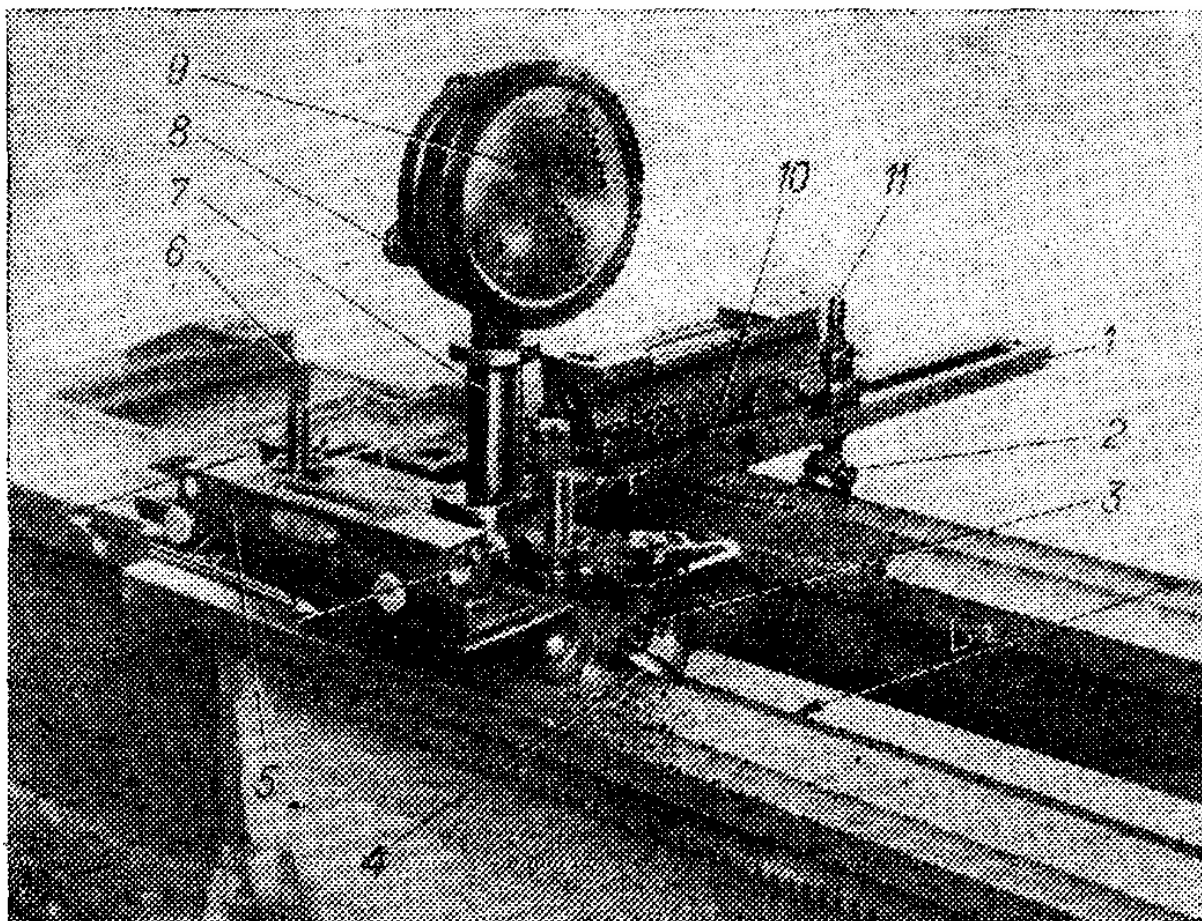


Рис. 2.6. Універсальний місток

випускаються рівні різних типів та точності. В ремонтному виробництві широко використовуються брускові та рамні рівні з ціною поділки від 0,02 до 0,05 мм на 1 м. Вказаними рівнями контролюють непрямолінійність та неплоскостність горизонтальних поверхонь, а рамним рівнем – ще і неперпендикулярність вертикальних напрямних. Основним елементом рівня є ампула з ефіром або етиловим спиртом. При заповненні ампули в її середині залишають маленьку бульбашку повітря, що завжди займає найвище можливе положення і є рухомим покажчиком шкали. Внутрішні поверхні ампули відшліфовані по радіусу, у зв'язку з чим бульбашка повітря при будь-яких поворотах рівня буде завжди переміщуватись у верхню його частину. Ціна поділки шкали ампули відповідає мінімальному нахилу рівня, що фіксується (в мм на 1 м довжини). Величина нахилу 0,01 мм на 1 м довжини відповідає куту 2".

При визначенні за допомогою рівня непрямолінійності напрямних необхідно проявляти акуратність, зокрема стежити за тим, щоб бульбашка у поперечній ампулі знаходилась напроти середньої позначки шкали, оскільки від цього залежить точність вимірювання. Перед установленням слід ретельно протерти базову поверхню рівня, а також поверхню майданчика з якою він контактує.

При використанні містка перевіряють непрямолінійність та вивернутість напрямних (остання контролюється індикаторами, які на рисунку не показані), визначають непаралельність ряду базових поверхонь. Стояк з дзеркалом 9 та регульовальними гвинтами 8 застосовується при перевірці непрямолінійності напрямних автоколіматором (див. розд. 2.2).

Порядок контролю непрямолінійності напрямних за допомогою містка та рівнів такий.

1. Місток установлюють на станину біля одного з її торців і регулюють положення опор таким чином, щоб чотири з них (3 і 6) контактували з передніми призматичними напрямними, тоді як п'ята опора 2 – із задніми напрямними.

2. Установлюють на майданчики 5 і 10 у повздожньому та поперечному напрямках два рівні з ціною поділки 0,02 мм на 1000 мм довжини. Закріплюють кожен майданчик чотирма гвинтами та регулюють їх положення таким чином (регулювання здійснюється за допомогою гвинтів опор 2, 6), щоб бульбашки в ампулах обох рівнів установились посередині шкал. Далі пристосування зміщують відносно напрямних на всю їх довжину в обидві сторони. Після зупинки пристосування в кожному з граничних положень бульбашки в ампулах повинні повернутись до нульових позначок рівнів. В іншому випадку необхідно перевірити стан та кріплення опор.

3. На верхніх поверхнях напрямних розмічають ділянки однакової довжини L_1 , що відповідає відстані між осями опор містка. Розмітку проводять від початку напрямних з будь-якого кінця станини. Дві передні опори містка (за напрямком переміщення) установлюють напроти першої позначки. Далі місток зміщують у положенні, в якому вже дві задні опори будуть знаходитись проти тої ж самої позначки, тоді як передні опори – напроти позначки „2” і т.д. до кінця напрямних.

4. В кожному проміжному положенні містка за рівнем, установленим уздовж напрямних, вимірюють значення відхилення від прямолінійності, а за поперечним рівнем - вивернутість напрямних. Визначені відхилення записують в протокол вимірювань.

5. Будують графік непрямолінійності напрямних, за горизонтальною віссю якого у прийнятому масштабі відкладають довжину контрольних ділянок напрямних (мм), а за вертикальною - різниці висот (показання рівня, мкм). Крайні (ліву і праву) точки графіка з'єднують прямою лінією. Зміщення проміжних точок графіка відносно прямої у додатному напрямку позначають знаком „+”, у від'ємному – знаком „-”.

При кваліфікованому виконанні описаних операцій досягається висока точність вимірювання, у зв'язку з чим рекомендується застосування рівня як одного з основних контрольних приладів при атестації напрямних верстатів різної довжини та точності, у тому числі особливо високої точності. Треба пам'ятати, що за допомогою рівня визначають відхилення

від прямолінійності або площинності тільки у вертикальній площині і що бульбашка переміщується в підняту сторону рівня.

База рівня (відстань між опорами пристосування L_1 та L_2 вздовж або поперек напрямних) визначає дійсну ціну його поділки T (мкм):

$$T = c \cdot L,$$

де c - номінальна ціна поділки рівня; L - довжина бази рівня, мм.

Приклад

Відстань між опорами містка дорівнює 250 мм; ціна поділки рівня - 0,02 мм на довжині 1000 мм.

Дійсна ціна поділки буде дорівнювати $T = (0,02/1000) \cdot 250 = 0,005 \text{ мм} = 5 \text{ мкм}$.

Непрямолінійність призматичних напрямних за допомогою описаного пристосування доцільно перевіряти способом вимірювання їх вивернутості відносно атестованих плоских напрямних. Проте, якщо довжина напрямних більша ніж довжина контрольної лінійки, то точна атестація прямолінійності в горизонтальній площині з використанням вказаного способу неможлива. Дану перевірку раціонально проводити за допомогою оптичних засобів, розглянутих вище, що дозволяють визначити прямолінійність напрямних як у вертикальній, так і в горизонтальній площинах.

На рис. 2.7 наведені приклади схем налагодження універсального містка при перевірці напрямних станин різного профілю та розмірів. На рис. 2.7, а показана схема контролю напрямних трикутного профілю, якими досить часто оснащують станини токарно-револьверних верстатів. Чотири опори 1 містка (з них на рисунку видно тільки дві) встановлюються на ліву призматичну напрямну, тоді як опора 3 спирається на одну зі сторін правої напрямної. Переміщуючи пристосування уздовж напрямних, за індикатором 4 визначають непаралельність лівої напрямної відносно базової площини, тоді як за поперечним рівнем 2 встановлюють вивернутість напрямних, тобто відхилення від їх паралельності в горизонтальній площині. Іншу сторону правої напрямної можна перевірити за рівнем, якщо установити на ній опору 3, або без перенесення опори, за індикатором (на рисунку положення індикатора та інших, зв'язаних з ним елементів при перевірці згідно із описаною схемою, показане штриховими лініями).

Для перевірки прямолінійності поверхонь, рівень встановлюється на містку уздовж напрямних. Місток переміщується по напрямних із зупинками на проміжних ділянках та визначеннями показань рівня. На рис. 2.7, б зображена схема встановлення пристосування на станині токарного верстата для перевірки індикатором 4 непаралельності середніх напрямних до базової поверхні, а також для контролю вивернутості за

допомогою рівня 2. Зовнішні напрямні перевіряють за рівнем та індикатором після переналадження пристосування і установлення його на даних напрямних або ж тільки за індикатором, при використанні як бази вивіреніх середніх напрямних.

Станини шліфувальних та деяких інших верстатів часто виконуються з напрямними, показаними на рис. 2.7, в. Щоб перевірити їх непрямолінійність та вивернутість чотири опори 1 установлюють на поверхнях напрямних V-подібного профілю, а одну опору 3 - на протилежній плоскій напрямній. Перевірку проводять за рівнем 2.

Якщо розміри напрямних не дозволяють помістити між їх твірними всі чотири опори пристосування, використовують тільки дві опори 1 (рис.2.7, г).

На рис. 2.7, д показана схема установлення містка, опори 1 якого розсунуті відповідно до розмірів поперечного перерізу призматичних напрямних станини.

Плоскі напрямні станини перевіряють за схемою, що зображена на рис. 2.7, е. Особливість установлення містка в даному випадку полягає в

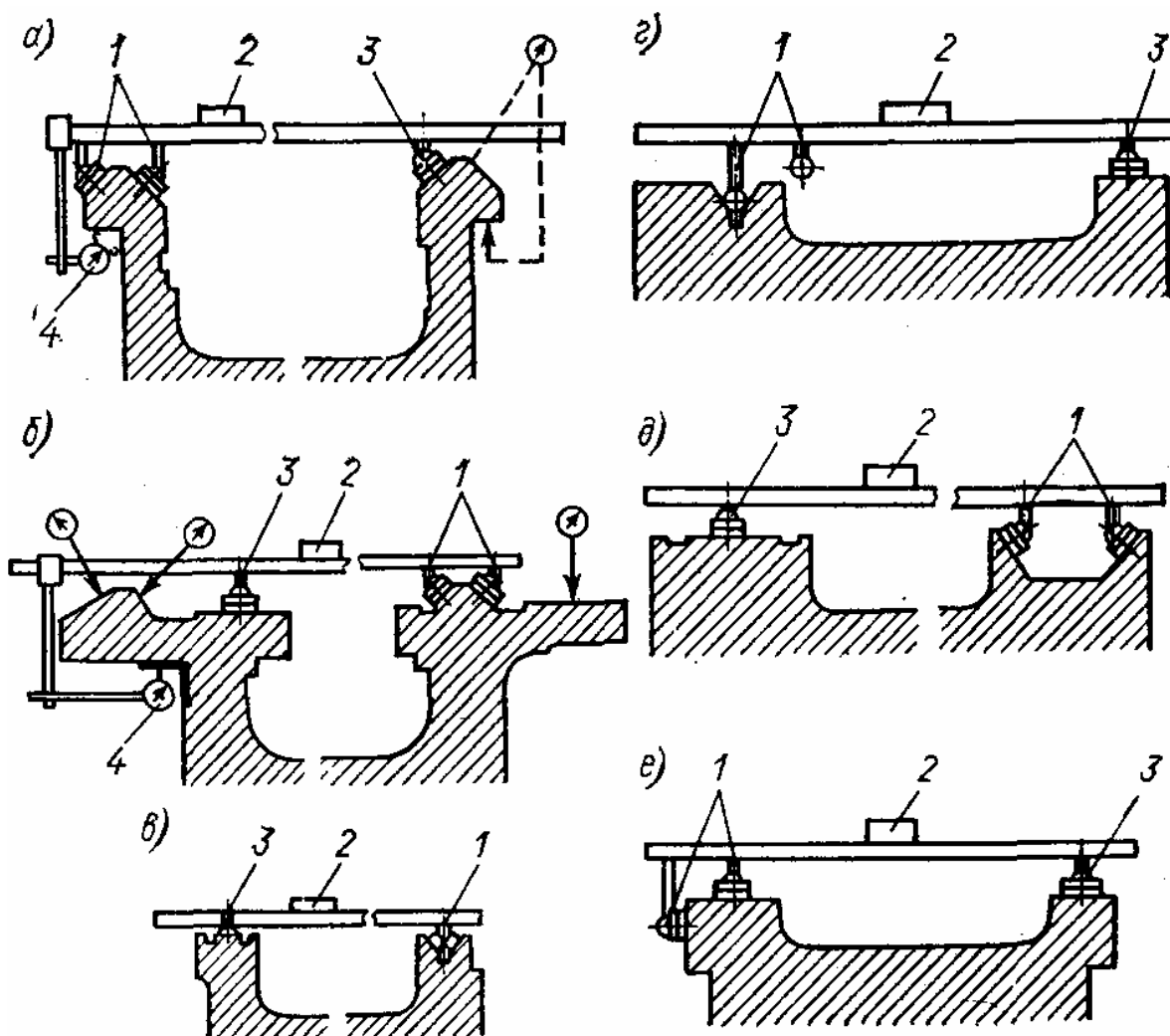


Рис. 2.7. Схеми налагодження універсального містка

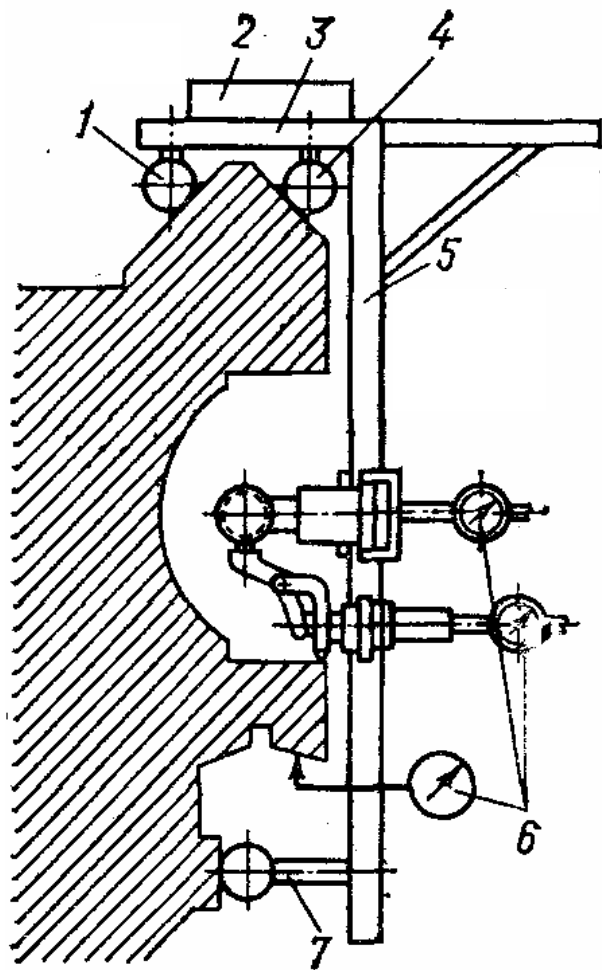


Рис. 2.8. Кутовий місток

і виліт опори 7 відносно пазу плеча 5. На плече 3 основи установлена площадка 2 із закріпленням на ній повздовжнім рівнем для перевірки непрямолінійності напрямних. Вивернутість контролюють при установленні рівня перпендикулярно до напрямних. За допомогою індикаторів 6 визначають взаємну непаралельність поверхонь напрямних, а також непаралельність осі ходового гвинта до напрямних.

2.4. Пристосування для перевірки непаралельності напрямних

Перевірку непаралельності напрямних типу „ластівчин хвіст”, а також напрямних інших форм зручно здійснювати в допомогою спеціальних та універсальних пристосувань, оснащених індикаторами. Подібні перевірки починають лише після підготовки базових поверхонь для установлення приладу, які повинні бути прямолінійними та невиввернутими.

Досить ефективним є пристосування, що зображене на рис. 2.9, а - в, яке відрізняється високою універсальністю та простотою конструкції. Воно застосовується для перевірки непаралельності обхоплюваних

тому, що дві опори 1 впираються в бокову поверхню напрямних, тоді як решта опор базуються на горизонтальних поверхнях. В результаті забезпечуються точні показання рівня 2.

Кутовий місток

Кутовий місток складається з комплекту УСП і застосовується для перевірки напрямних, що розташовані в різних площинах. Дане пристосування (рис. 2.8) включає основу Т-подібної форми, що складається з поперечного 3 та повздовжнього 5 плеч, а також опори 1, 4, 7. Пристосування оснащено пристроями для установлення індикаторів. Опора 1 закріплена нерухомо, а опора 4 може зміщуватись та установлюватись в положенні, що залежить від поперечних розмірів напрямних. При цьому опори 1 та 4 базуються на поверхнях трикутних напрямних або охоплюють поверхні призматичних напрямних. Регульованим є

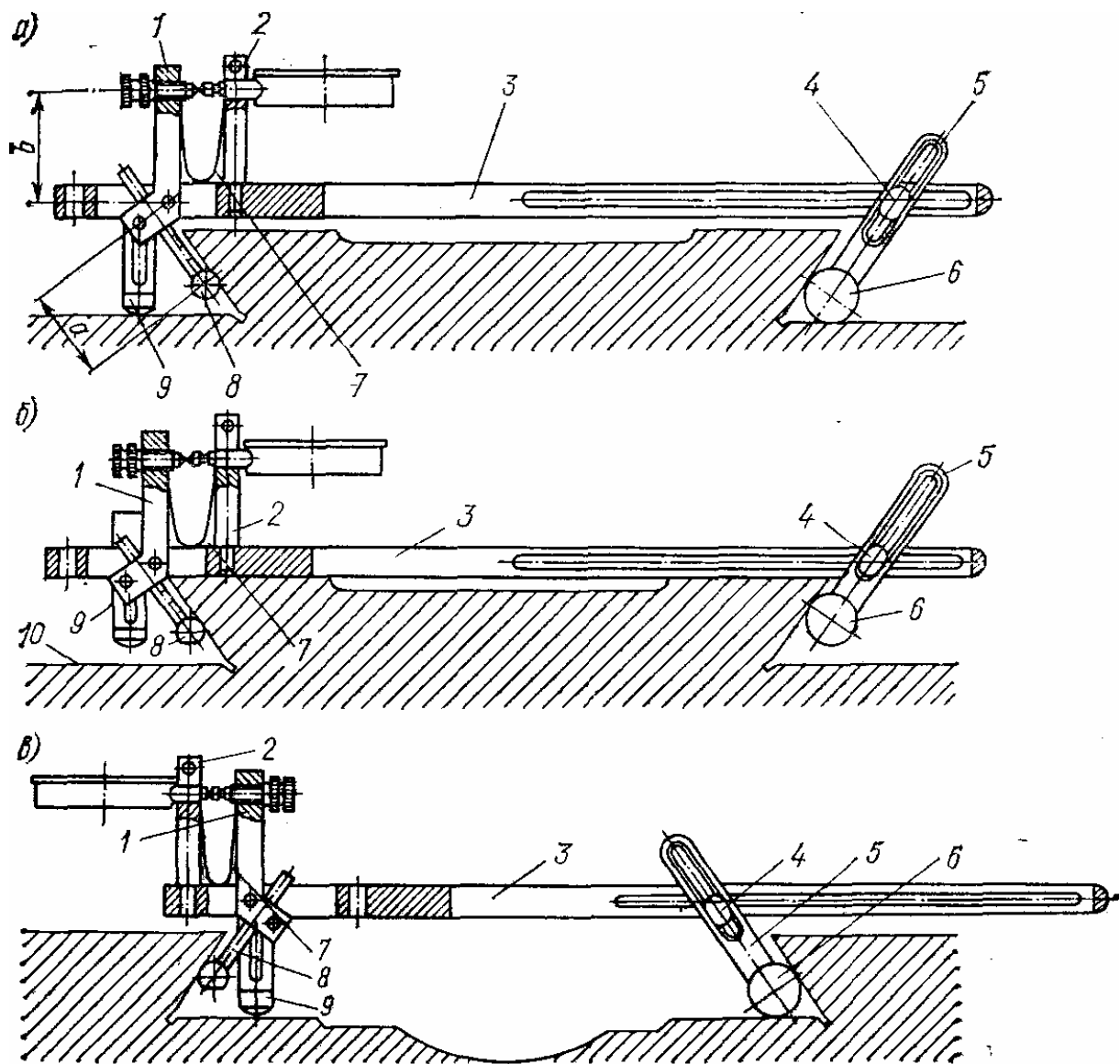


Рис. 2.9. Пристосування для перевірки непаралельності напрямних типу „ластівчин хвіст”

напрямних різних форм та розмірів з контактом по верхніх або нижніх поверхнях [3]. Пристосування складається із загартованої балки 3 з шарнірно закріпленими на ній важелем 1 та регульованим вимірювальним стержнем 8, стояка 2 з індикатором та змінної шарнірної опори 6. Останню можна установлювати під різними кутами та закріплювати за допомогою болта 4 у заданій точці пазу балки 3. При перевірці напрямних з контактом по нижній площині підбирають змінну опору з діаметром, що забезпечує її дотик приблизно посередині висоти похилої площини напрямних (див. рис. 2.9, а, в). Положення опори 9 регулюють відносно вертикальної осі, після чого і її також закріплюють болтом (на рисунку не показаний). Величину поділки індикатора, що залежить від різниці відстаней a і b (див. рис. 2.9, а) і складає 0,005 - 0,015 мм, визначають за шкалою на циліндричній поверхні вимірювального стержня.

На рис. 2.9, а показаний приклад устанавлення пристосування на обхоплювані напрямні типу „ластівчин хвіст” з контактом по нижній площині. В цьому випадку пристосування базується на опори 6, 9. Для перевірки таких же напрямних з контактом по верхній площині, опори 6, 9 устанавлюють таким чином, щоб вони не торкались поверхонь 10. При цьому опорою пристосування є балка 3 (див. рис. 2.9, б).

Для перевірки непаралельності обхоплювальних напрямних (див. рис. 2.9, в), стояк 2 з індикатором вставляють в крайній лівий отвір балки, переустанавлюють важіль 1 та підпружинюють його відносно стояка 2 пружиною 7. Крім цього, заново устанавлюють змінну опору 6. Положення стержня 8 регулюють таким чином, щоб його сферична головка торкалась приблизно середини бокових напрямних, що перевіряються. При переміщенні пристосування вздовж напрямних за шкалою індикатора визначають відхилення від паралельності.

2.5. Пристосування для перевірки неперпендикулярності напрямних

В процесі ремонту верстатів часто виникає задача відновлення заданої взаємної перпендикулярності напрямних кареток, консолей, траверс, повзунів та інших вузлів та деталей. Перевірку неперпендикулярності здійснюють за допомогою контрольних кутників, циліндрів, рамних кутників, кубів, а також з використанням пристосувань, оснащених індикаторними головками.

Контрольні кутники з індикаторами

На рис. 2.10, а показаний чавунний контрольний кутник 1 полегшеної конструкції з ребрами жорсткості. Поверхні кутника, по яких переміщують каретку 5 з індикатором 2, оброблені шабруванням із забезпеченням їх строгої перпендикулярності до основи. Два підпружинені притискачі каретки (на рисунку не показані) регулюють таким чином, щоб її переміщення по напрямних було легким та плавним і в той же час усувалось би довільне опускання каретки.

Кутники застосовують для перевірки з високою точністю неперпендикулярності напрямних 4 консолей 3 фрезерних верстатів (див. рис. 2.10, а), напрямних повзунів, пресів, колон шліфувальних та зуборізних верстатів, а також інших вузлів обладнання, зокрема труднодоступних поверхонь, відхилення яких від перпендикулярності неможливо визначити за допомогою звичайного контрольного кутника. При цьому час перевірки скорочується в п'ять - десять разів.

На рис. 2.10, б зображене пристосування для перевірки неперпендикулярності напрямних консолей в горизонтальній площині. Пристосування – це балка 12 з перпендикулярно закріпленими на ній брусом 8 та кареткою 11 з індикатором. Будова каретки така ж сама, як і у пристосування, зображеного на рис. 2.10, а. Балку устанавлюють

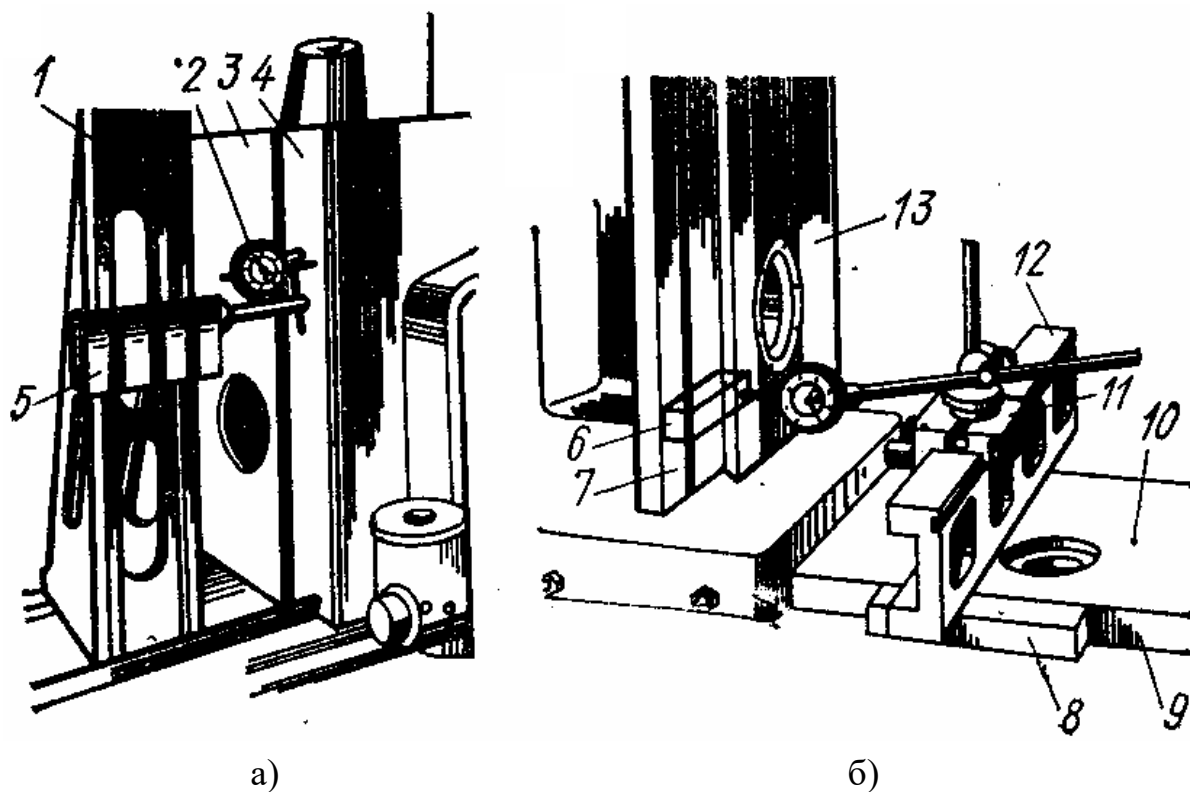


Рис. 2.10. Пристосування для перевірки неперпендикулярності напрямних: а – у вертикальній площині; б - у горизонтальній площині

на напрямні дзеркала 10 станини, з базуванням по поверхні 9. Індикатор підводять до напрямних 7 консолі із забезпеченням контакту його вимірювального штифта з мірною плиткою 6, що закріплена на напрямних. Далі каретка приводиться в рух, під час якого необхідно стежити за відхиленням стрілки індикатора, що відповідає неперпендикулярності поверхонь 7, 13 до поверхні 10. Розглянуте пристосування знайшло широке застосування на вітчизняних ремонтних підприємствах.

Підставка для контрольного кутника

В роботі [2] описана підставка для контрольного кутника, яка дозволяє значно розширити його можливості. Пристосування забезпечує необхідне положення та точне настроювання кутника для перевірки неперпендикулярності напрямних складальних одиниць верстатів, розташованих в горизонтальній площині (в тому числі напрямних кареток токарних верстатів, столів фрезерних та розточувальних верстатів, шліфувальних головок кругло- і плоскошліфувальних верстатів) до напрямних станин. Підставкою для контрольного кутника може служити місток, складений з комплекту деталей УСП.

Схема застосування пристосування для перевірки неперпендикулярності напрямних каретки супорта до напрямних станини токарного верстата показана на рис. 2.11, а. Пристосування 2 устанавлюють на напрямні станини і регулюють положення опор та

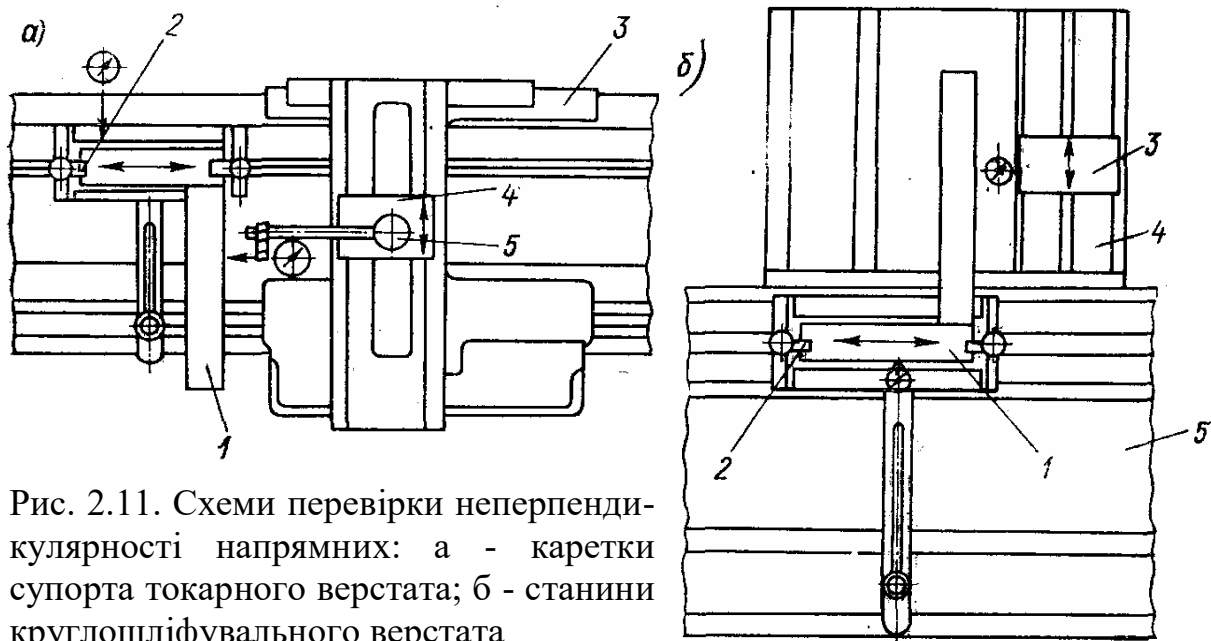


Рис. 2.11. Схеми перевірки неперпендикулярності напрямних: а - каретки супорта токарного верстата; б - станини круглошліфувального верстата

контрольного кутника, як було описано вище. На поперечному супорті 4 закріплюють стояк 5 з індикатором, вимірювальний штифт якого підводять до базового ребра контрольного кутника 1. Переміщуючи полозки по поперечних напрямних каретки 3, спостерігають за відхиленням стрілки індикатора.

На рис. 2.11, б зображена схема перевірки неперпендикулярності напрямних станини до напрямних шліфувальної головки круглошліфувального верстата. Пристосування 2 устанавлюється на повздовжніх напрямних станини 5, а підставка 3 з індикатором - на поперечних напрямних шліфувальної головки. При переміщенні підставки по напрямних вимірювальний штифт індикатора скочзає по базовому ребру кутника, в результаті чого за шкалою індикатора може бути визначене відхилення від перпендикулярності напрямних.

Основу підставки для індикатора необхідно виконати відповідно до форми напрямних, що перевіряються, і підігнати до поверхонь станини, з якими вона контактує. Замість підставки 3 (див. рис. 2.11, б) може бути застосоване ще одне пристосування 2, що устанавлюють на поперечних напрямних 4 станини, після чого за допомогою індикатора здійснюють вже описану перевірку.

Пристосування для перевірки неперпендикулярності осей шпинделів плоскошліфувальних верстатів

При ремонті плоскошліфувального верстата значну трудність викликає дотримання перпендикулярності осі шпинделя до напрямних бабки, напрямних колони, а також паралельності її переміщень до робочої поверхні столу. Звичайно дані вимоги забезпечуються шляхом багаторазових розбирань, регулювань та складань. Застосування пристосування (рис. 2.12) дозволяє відмовитись від виконання вказаних

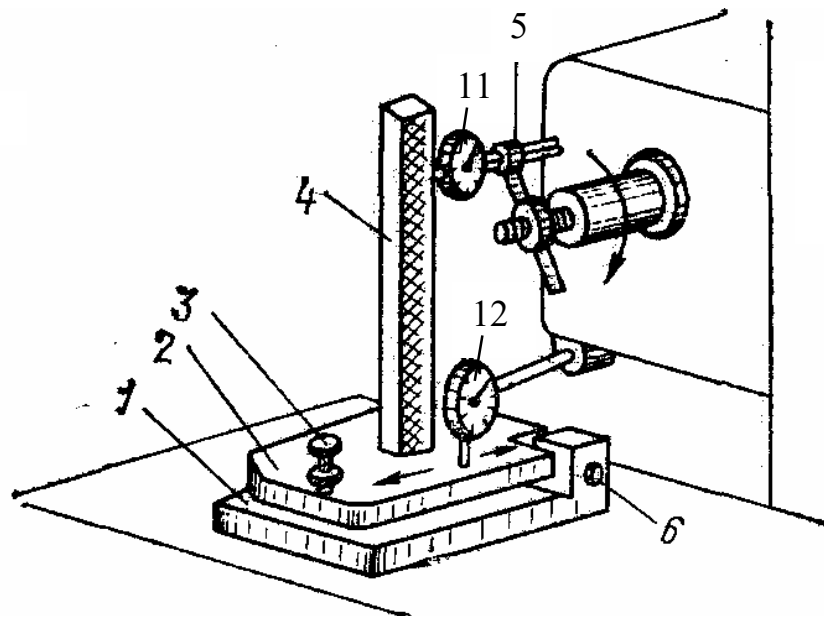


Рис. 2.12. Пристосування для перевірки неперпендикулярності осі обертання шпинделя плоскошліфувального верстата до вертикальних напрямних бабки

трудомістких операцій і разом з тим дотримати високу точність перевірки в процесі ремонту напрямних бабки навіть за відсутності базових поверхонь для контролю.

Пристосування складається з основи 1, з якою за допомогою двох осей 6 з'єднується поворотна плита 2. В різьбовий отвір основи загвинчений регулювальний гвинт 3, а на її верхній поверхні закріплений контрольний стояк 4 зі сферичними гранями, перпендикулярними поверхні плити з точністю 0,01 мм на довжині 500 мм.

Для перевірки неперпендикулярності осі шпинделя до напрямних бабки та непаралельності її поздовжніх переміщень до робочій поверхні столу пристосування встановлюють основою 1 на стіл або станину (якщо стіл знаходиться в ремонті) в положення, при якому осі 6 були б паралельними його поздовжнім напрямним. На корпусі шпиндельної бабки закріплюють магнітний стояк з індикатором 12, вимірювальний штифт якого має дотикатись до верхньої поверхні плити 2 і бути перпендикулярним до неї. При поздовжніх переміщеннях шпиндельної бабки в обидві сторони за допомогою гвинта 3 регулюють нахил плити 2 і забезпечують паралельність її робочій поверхні до напрямку руху бабки (при правильному регулюванні показання індикатора 12 в граничних точках плити 2 біля осей 6 та гвинта 3 повинні бути однаковими). На шпинделі верстата закріплюють хомут 5 з врівноважувальними вантажами (на рисунку не показані) та індикатором 11, вимірювальний штифт якого повинен бути перпендикулярним боковій грані стояка 4 і притискатися до неї з натягом близько 1 мм. Далі бабку переміщують у вертикальному напрямку, знімаючи показання індикатора 11 – максимальне відхилення

його стрілки буде відповідати фактичній неперпендикулярності осі шпинделя до напрямних бабки. Непаралельність її поздовжніх переміщень до робочої поверхні столу контролюється за шкалою індикатора 12 при зняттю зі шпинделя хомути 5.

2.6. Пристосування для перевірки положення осей складальних одиниць верстатних комплексів

Для вивірення положення осі шпинделя відносно напрямних верстата необхідно установити початкову базу. Така база створюється при установленні на шпинделі контрольної оправки. Якщо шпиндель має точну стандартизовану посадочну поверхню, застосовуються стандартні контрольні оправки, що мають конічну та циліндричну частини, за якими і здійснюються вимірювання неперпендикулярності до напрямних.

Крім цього, разом зі стандартними в практиці ремонту знаходять застосування різні регульовані оправки. Вони використовуються в тих випадках, коли конструкція шпинделя або поганий стан його посадочних поверхонь не допускають установлення стандартних оправок.

Серед всіх регульованих оправок різних типів та конструкцій найбільш простим та універсальним є пристосування, зображене на рис.2.13. Перевага даної оправки полягає в тому, що з її допомогою можна перевірити неперпендикулярність осей шпинделів до напрямних верстатів незалежно від їх типів та розмірів. Така оправка є незамінною при перевірці шпинделів без отворів, наприклад шпинделів шліфувальних верстатів.

Універсальна оправка

Розглядуване пристосування (див. рис. 2.13) - це пуста оправка 5 із заглушкою 6, контрольною циліндричною частиною, голівкою з центром та обмежуючим буртом.

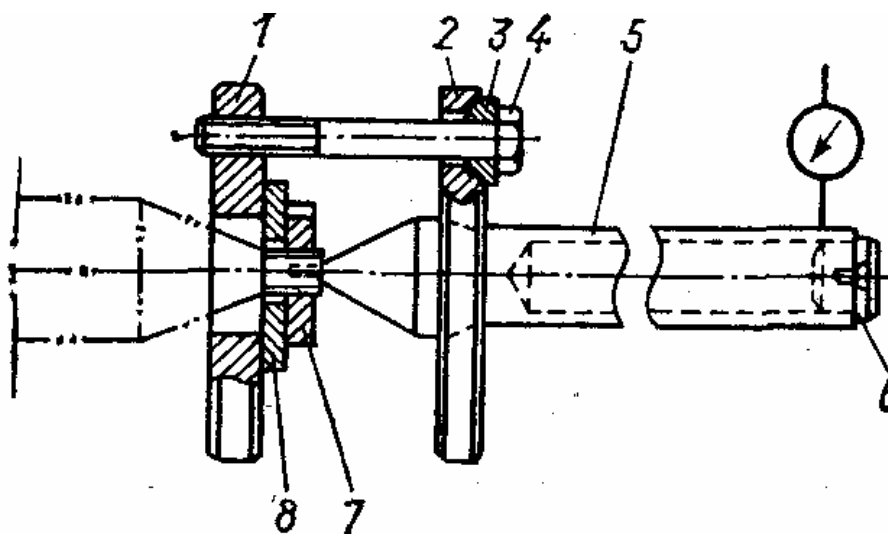


Рис. 2.13. Універсальна оправка

Для перевірки положення осі шпинделя по відношенню до напрямних верстата на його передній центр одягають фланець 1 з трьома різьбовими отворами, а також шайбу 8. Фланець і шайбу попередньо закріплюють гайкою 7, нагвинченою на різьбовий кінець шпинделя. На оправку 5 до упору в її бурт одягають фланець 2, в отвори якого установлюють конічні шайби 3 та болти 4 (число болтів та шайб відповідає числу різьбових отворів у фланці 1). Вістря оправки вставляють в конічний отвір, виконаний на торці шпинделя, після чого болти 4 загвинчують в різьбові отвори фланця 1. Впритул до поверхні контрольної частини оправки біля її правого за схемою торця підводять вимірювальний штифт індикатора, закріпленого на магнітному стояку. Створивши натяг та знявши показання індикатора, переміщують його до протилежного кінця циліндричної частини оправки, де знов визначають відхилення стрілки індикатора. Регулюючи за допомогою болтів 4 та гайки 7 положення оправки, забезпечують співвісність її зі шпинделем з точністю 0,01 мм (вивірення проводять з використанням індикатора), а також допустиме радіальне биття, яке на обох кінцях циліндричної частини оправки не повинно перевищувати 0,01 мм. Настроювання пристосування при виконанні її слюсарем середньої кваліфікації займає 3 - 5 хв.

Для перевірки непаралельності осі шпинделя до напрямних верстата, вимірювальний штифт індикатора підводять до твірної контрольної частини оправки, після чого переміщують стояк з індикатором по напрямних, визначаючи за його шкалою відхилення. Перевірку виконують в горизонтальній та у вертикальній площинах.

Пристосування для перевірки непаралельності осей ходових гвинтів та валів

Внаслідок зносу напрямних верстатів окремі складальні одиниці та деталі їх механізмів змінюють своє відносне положення (порушуються розмірні ланцюги верстата). Ця обставина негативно позначається на роботі приводів подач і змушує здійснювати періодичну перевірку правильності установлення ходових гвинтів та валів. Подібні перевірки зручно виконувати за допомогою пристосування, зображеного на рис.2.14, що дозволяє установити непаралельність до напрямних та неспіввісність осей ходових гвинтів та валів. Перевірки здійснюються одночасно в двох площинах – вертикальній та горизонтальній.

Основою пристосування (див. рис. 2.14) служить порожня колона 3, закріплена в жорсткому кронштейні 2. Пристосування може кріпитись на універсальному містку 1, на спеціальному містку, на основі задньої бабки токарного верстата, на столі або каретці фрезерного верстата і т.п. На колоні, в свою чергу, закріплені два подвійні хомути 4 з мірятьними колодками та індикаторами. Хомути установлюють по висоті колони так, щоб важіль 5 дотикався ходового вала або гвинта зверху, а підпружинений вкладиш 6 – контактував з ним збоку. Виліт мірятьних колодок регулюють

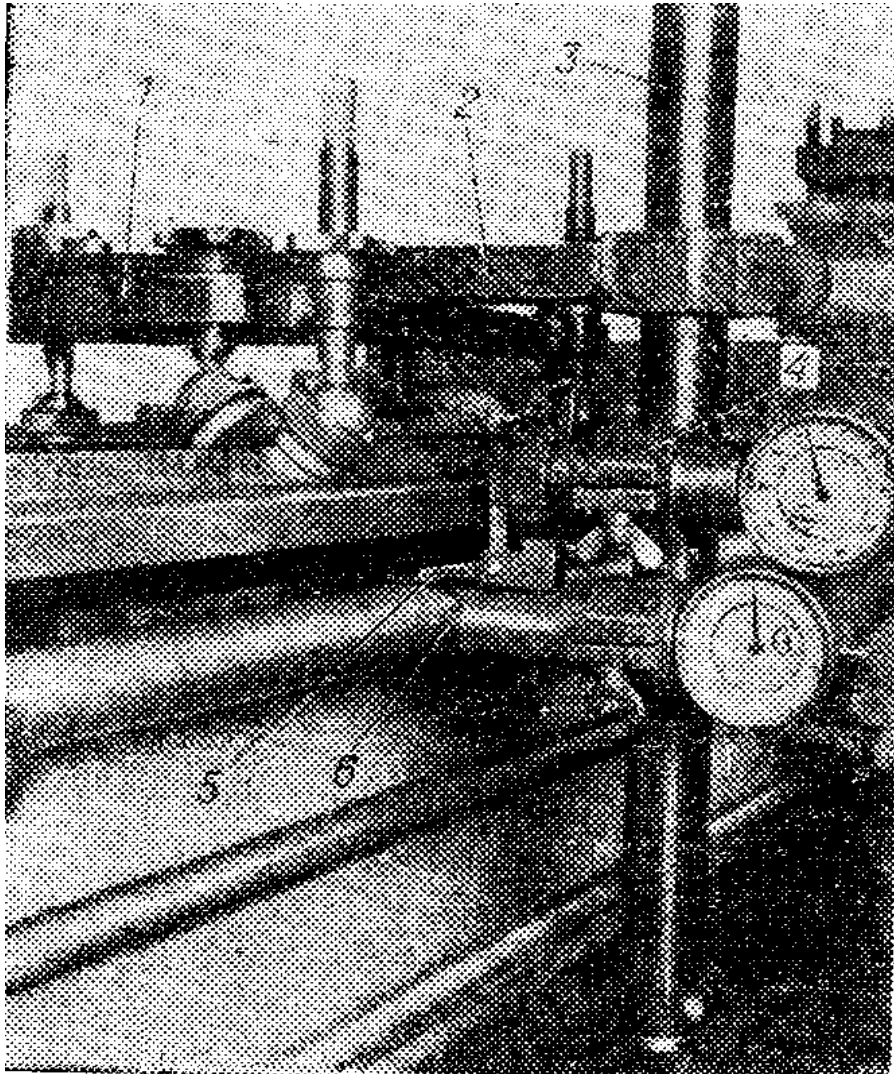


Рис. 2.14. Пристосування для перевірки непаралельності осей ходових гвинтів та валів

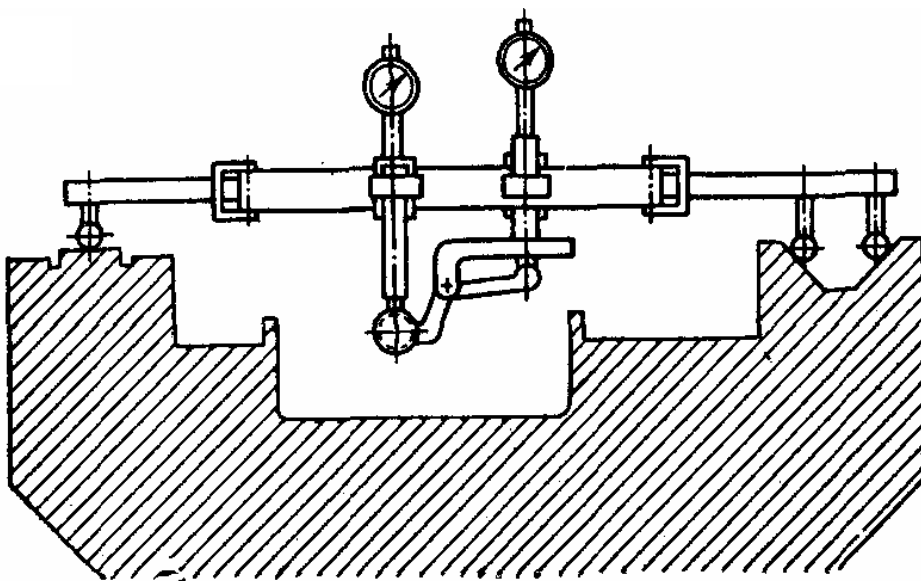


Рис. 2.15. Схема перевірки непаралельності осі гвинта до напрямних траверси координатно-розточувального верстата

за місцем, створюючи невеликий натяг за допомогою пружин вкладишів пристосування. На фотографії (див. рис. 2.14) зображено, як застосовується дане пристосування при перевірці непаралельності осі ходового гвинта токарного верстата. Відхилення від паралельності осі гвинта до напрямних одночасно у вертикальній та горизонтальній площинах здійснюється при переміщенні пристосування уздовж напрямних.

Крім цього, за допомогою описаного пристосування перевіряють непаралельність установлення гвинтів столів та супортів, здійснюють контроль непаралельності осей шпинделів до напрямних верстатів. Наприклад, на рис. 2.15 зображена схема перевірки непаралельності осі гвинта до напрямних траверси координатно-розточувального верстата. При перевірці непаралельності методом переустановлення пристосування (наприклад, під час контролю положення осей ходових гвинтів токарних верстатів) забезпечується точність вимірювання в межах 0,02 – 0,03 мм. У випадках, коли перевірка здійснюється при переміщенні пристосування по напрямних, точність її залежить від точності використовуваного індикатора.

Пристосування для контролю різниці висот осей шпинделів

У кругло-, внутрішньо-, різбошліфувальних та ряду інших верстатів осі шпинделя, в якому закріплена заготовка, шпинделя патронної бабки та інших складальних одиниць повинні розташовуватися на одній висоті з віссю шпинделя шліфувальної бабки. Перевірку даної вимоги зручно здійснювати за допомогою пристосування, показано на рис. 2.16, яке складається з основи 1, постійного магніту 2, балки 11, що шарнірно зв'язана з кронштейном 4 за допомогою осі 5, повзуна 9 з індикаторним стояком 7 та індикатором 8. Для забезпечення високої жорсткості з'єднання повзуна з балкою в комплект пристосування додатково включені підпружинені притискна планка 12 та упори 10.

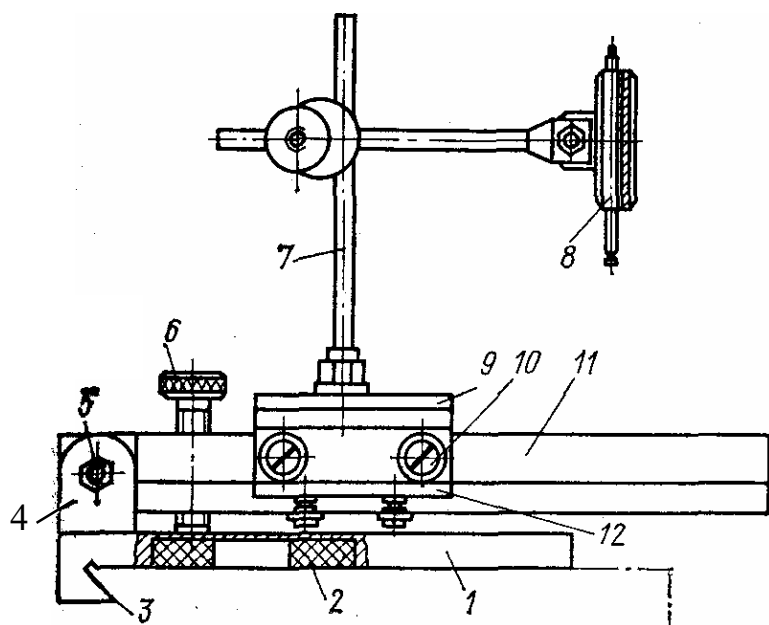


Рис. 2.16. Пристосування для контролю висоти осей шпинделів

Положення балки в горизонтальній площині регулюється гвинтом 6. Повзун по напрямних балки переміщують вручну. Найбільш широко дане пристосування використову-

ють при перевірці положення осей шпинделів кругло- та внутрішньошліфувальних верстатів відносно поверхонь столів різних форм та розмірів.

Під час перевірки пристосування основою установлюють на напрямні 5 і 6 столу (рис. 2.17). При цьому необхідно забезпечити контакт грані 3 основи (див. рис. 2.16) з поверхнею передньої вертикальної

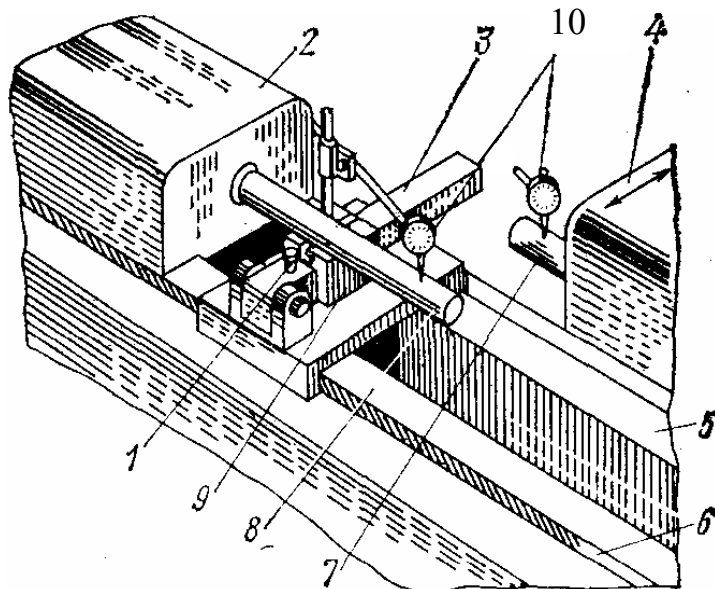


Рис. 2.17. Схема перевірки різниці висот осей шпинделів круглошліфувального верстата

Висоту осей шпинделів вимірюють таким чином. В конуси шпинделів шліфувальної бабки 4 та бабки 2 для закріплення заготовки вставляють контрольні циліндричні оправки 7, 8 однакового діаметра. Індикатор 10 установлюють в положення, при якому його вимірювальний штифт дотикається зверху до одної з оправок, наприклад, оправки 7 шпинделя бабки 4 і є перпендикулярним до неї. Суміщають нуль шкали індикатора з кінцем його стрілки. Переміщують повзун 9 відносно балки 3 до забезпечення контакту вимірювального штифта індикатора 10 з верхньою твірною оправки 8 – при цьому відхилення стрілки індикатора буде відповідати шуканій різниці висот осей шпинделів, яка для круглошліфувальних верстатів не повинна перевищувати 0,2 мм.

Пристосування для перевірки неспіввісності валів та шпинделів

Для перевірки точності збігу осей обертання люльки та шпинделя, в якому закріплюється заготовка при обробці на зубостругальному верстаті, збігу осі обертання шпинделя токарно-револьверного верстата з осями отворів для інструментів в револьверній головці, осі обертання шпинделя з віссю отвору серезки горизонтально-фрезерного верстата, а також при проведенні багатьох інших аналогічних перевірок, досить ефективним є

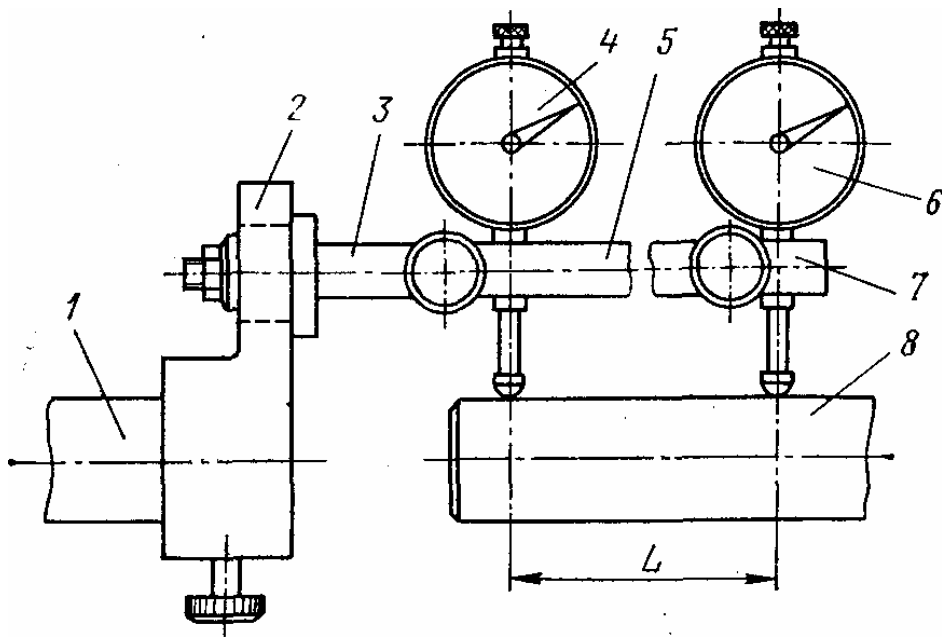


Рис. 2.18. Пристосування для перевірки збігів осей отворів та валів

пристосування, зображене на рис. 2.18, що складається з кронштейна 2, в отворі якого закріплені тримачі 3, 5, 7 з двома індикаторами 4 і 6.

Для виконання перевірки неспіввісності вала 1 на ньому закріплюють кронштейн 2. В отворі кронштейна установлюють тримачі 3, 5, 7 з індикаторами 4, 6, вимірювальні штифти яких повинні дотикатись і бути перпендикулярними до циліндричної поверхні контрольної оправки 8, вставленої у отвір, що перевіряється. Нульові значення шкал індикаторів суміщають з їх стрілками. Вал 1 повертають вручну на 360° , визначаючи величину похибки як найбільшу алгебраїчну різницю показань індикаторів. Якщо відхилення стрілок обох індикаторів є однаковими це означає, що осі, які перевіряються, є паралельними, але неспіввісними. Якщо ж показання обох індикаторів різні, значить осі є непаралельними, при цьому величина непаралельності встановлюється для конкретної довжини L (відстані між вимірювальними штифтами індикаторів).

Розглянуте пристосування є досить простим за конструкцією та зручним в експлуатації. Його застосування дозволяє скоротити трудомісткість контрольної операції, оскільки при цьому усувається необхідність перевірки непаралельності осей методом повздовжнього переміщення складальних одиниць.

2.7. Пристосування для визначення зазорів і жорсткості шпиндельних груп

Після правильно виконаного ремонту шпиндельних груп верстатів передбачена конструкцією жорсткість їх деталей, як правило, не змінюється. Проте мають місце порушення характеру з'єднання деталей і зниження контактної жорсткості, що обумовлені виникненням „шкідливих” зазорів. Відмічене негативно позначається на жорсткості

шпиндельної групи в цілому. У зв'язку з вищевикладеним, при ремонті обладнання дуже важливо своєчасно визначити характер зміни жорсткості та фактичну величину зазорів і прийняти раціональне рішення для забезпечення їх оптимальних значень. Про жорсткість судять за величиною пружного відтискання деталей при певному їх навантаженні, тоді як зазори визначають за значенням остаточної деформації після зняття навантаження.

Складання та регулювання шпиндельної групи повинні здійснюватись висококваліфікованими фахівцями. Зокрема, регулювання підшипників проводиться після перевірки шпиндельної групи на жорсткість. Розглянемо, наприклад, як виконується дана операція при проведенні ремонту токарно-гвинторізного верстата моделі 16К20. Згідно із регламентованою послідовністю, яка міститься в керівництві з експлуатації верстата, на станині під фланцем шпинделя установлюється домкрат з перевіреним в лабораторії динамометром. Далі за допомогою домкрата через прокладку, що захищає шпиндель від пошкоджень, до його фланця в напрямку знизу вгору прикладається зусилля. Зміщення шпинделя контролюється атестованим індикатором з ціною поділки 1 мкм, що установлюється на бабці шпинделя в положенні, при якому його вимірювальний штифт дотикається до верхньої твірної фланця шпинделя. Жорсткість шпинделя вважається оптимальною, якщо при створенні на ньому зусилля 450 - 500 Н, відхилення не перевищує 1 мкм. У випадках же, коли величина його відрізняється від вказаної в більший або в менший бік, це свідчить про відповідно недостатнє або надмірне затягування підшипника шпинделя [4].

Пристрій для визначення зазору в передньому підшипнику шпинделя

Для визначення зазору в передньому підшипнику шпинделя токарно-гвинторізного верстата моделі 1Е61Пм, згідно із рекомендацією заводу-виготовлювача, використовують пристрій, зображений на рис. 2.19.

Пристрій установлюють основою 8 на напрямні станини 9, при цьому натискний палець 3 повинен розташовуватись під буртом шпинделя 11. Важіль 7 врівноважується шляхом прикладення до його лівого плеча зусилля Q , в результаті дії якого натискний палець 3, контактуючи зі шпинделем, не створює на ньому навантаження. Вимірювальний штифт індикатора 2 дотикається до шпинделя у верхній точці; нуль шкали індикатора, що має ціну поділки 1 мкм, суміщений з його стрілкою. Після врівноваження описаної статичної системи здійснюють відтискання шпинделя вгору шляхом прикладення навантаження Q' , внаслідок чого на ньому створюється зусилля P , що можна визначити за формулою $P = Q' \cdot l_1 / l_2$, де l_1 і l_2 - довжини відповідних плеч, які відносяться як 1 до 30. Навантаження P східчасто збільшують через 100 Н до 1500 Н. Відповідні значення відтискання шпинделя визначають за шкалою індикатора. За

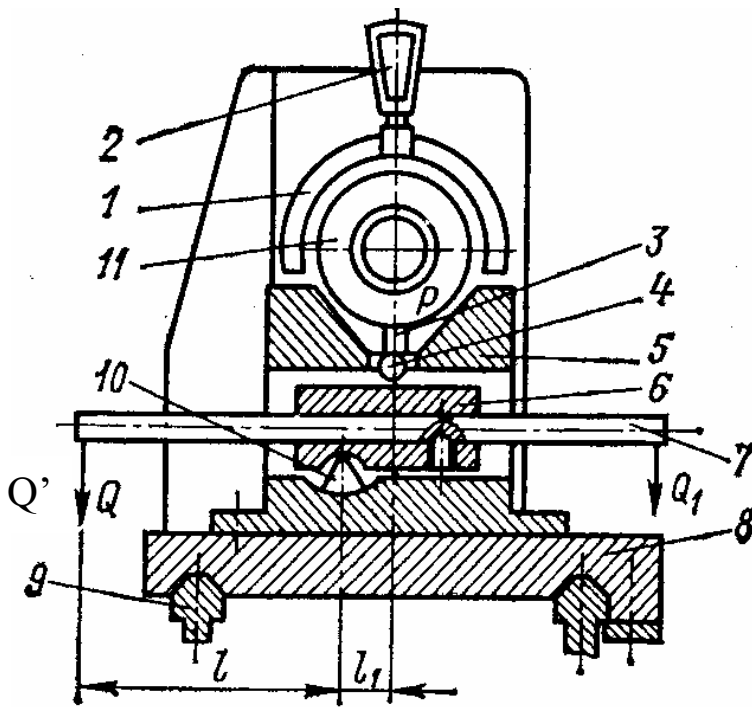


Рис. 2.19. Пристрій для визначення зазору в передньому підшипнику шпинделя: 1 – скоба; 2 – індикатор; 3 – натискний палець; 4 – кулька; 5 – призма; 6 – втулка; 7 – важіль; 8 – основа; 9 – станина верстата; 10 – ніж; 11 – шпиндель верстата

величинами P та показаннями індикатора будують графік [2], що характеризує зміщення шпинделя під дією прикладеного контрольного зусилля.

Під час проведення випробування додатне (спрямоване вгору) максимальне навантаження на шпинделі створюють декілька разів, установлюючи кожного разу шкідливе пружне відтискання; далі вузол навантажують кілька разів у від'ємному (зверху – вниз) напрямку і знов вимірюють величину зазору після зняття прикладеного зусилля. Зазор в підшипниках характеризується величиною A .

Гідродинамометр для контролю жорсткості шпиндельних груп

Експериментальними дослідженнями [5] встановлено, що найбільш точно зазори та жорсткість шпинделів можуть бути визначені при їх осьовому та радіальному навантаженні по черзі в двох протилежних напрямках. Для випробування застосовують гідродинамометр (рис. 2.20), що відповідає вищенаведеним вимогам і забезпечує навантаження у взаємно перпендикулярних відносно осі шпинделя напрямках, величина якого може змінюватись від 0,2 до 200 кН.

Динамометр містить корпус 5, поршень 16 з ущільненнями 19, золотник 6, манометр 8, кришки 3, 14 з хвостовиками для з'єднання їх за допомогою пальця 2 з перехідником 1, заглушки 4, 12, вилку 17, з'єднану з поршнем через стержень 18. Порожнина 11 між торцями золотника та заглушками 4, 12, а також порожнини 15, 20 між торцями поршня 16 та кришками 3, 14 з'єднуються між собою каналами 13. Вказані порожнини заповнені робочою рідиною (мінеральним маслом) і служать для передачі на шпиндель верстата навантажувального зусилля, що контролюється за допомогою манометра. Під час випробування шпинделя при навантаженні поршня 16, наприклад, в напрямку ліворуч – праворуч тиск робочої рідини в порожнині 15 підвищується. Рідина через канал 13 витісняється в порожнину 11, в результаті чого золотник 6 зміщується у

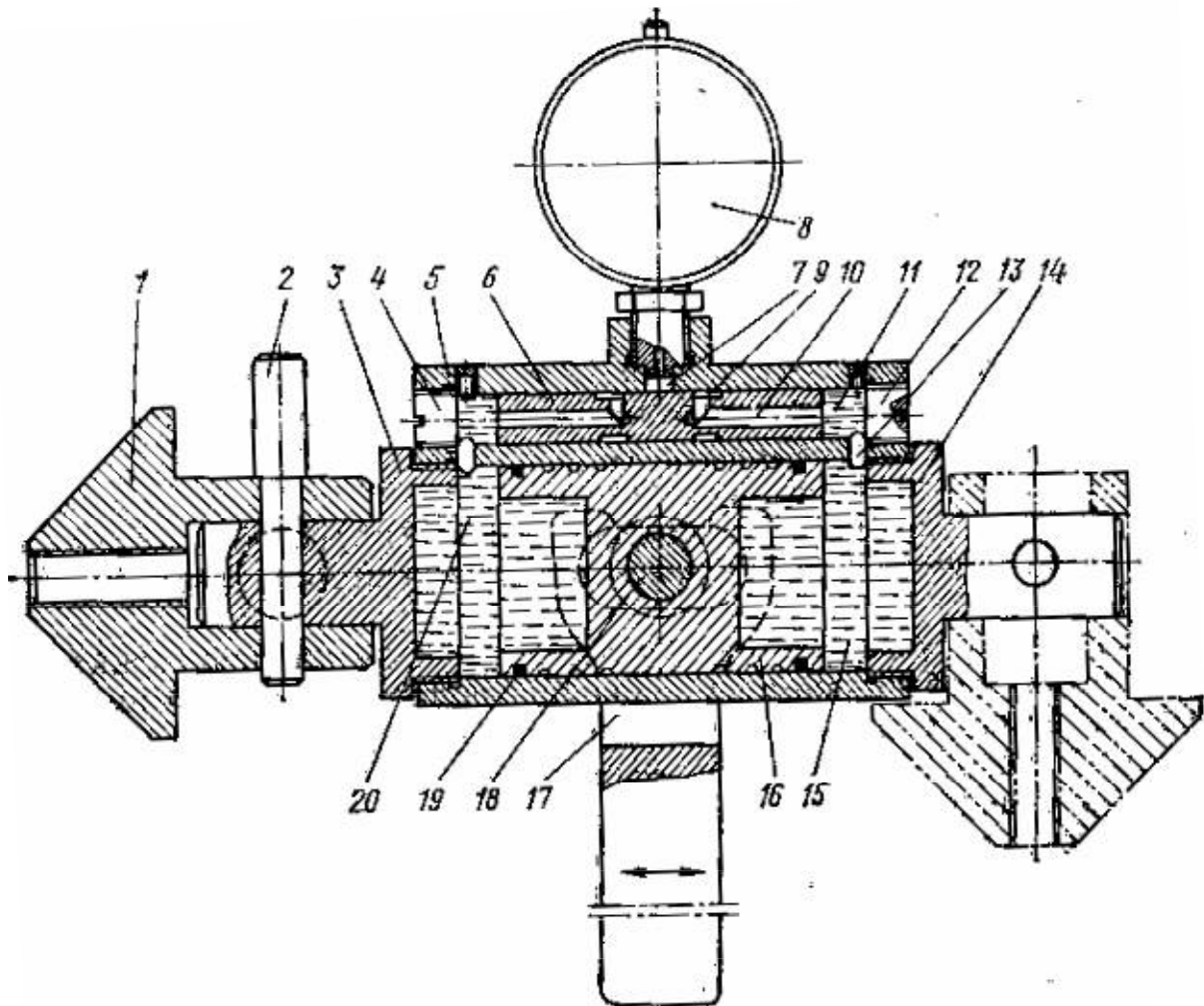


Рис. 2.20. Гідродинамометр для перевірки жорсткості шпindelьних груп

протилежному відносно руху поршня напрямку до упору в заглушку 4. При цьому одна з виточок 9 з'єднується з отвором 7 і робоча рідина через канал 10 золотника надходить до манометра, який показує зусилля, що розвивається. На етапі переміщення поршня у оберненому напрямку золотник 6 зміститься у вихідне положення і відкриє доступ робочій рідині до манометра з боку протилежної порожнини 20.

Для проведення випробування перехідник 1 (рис. 2.21, а) динамометра з'єднують зі шпинделем за допомогою шомпола 2, а вилку 3 закріплюють у різцетримачі, лещатах або притискачах. Вимірювання величин відтискань та переміщень здійснюють індикаторами з ціною поділки 1 мкм, що закріплені на стояках, установлених на нерухомих поверхнях верстата (переважно на корпусі шпindelьної бабки). Вимірювальні штифти індикаторів підводять до торцевої та циліндричної поверхонь ступеня шпинделя найбільшого діаметра - відповідно в осьовому та радіальному напрямках. Перевірку величин осьових відхилень шпинделя здійснюють індикатором І1, тоді як вимірювання радіальних зазорів і жорсткості виконують за допомогою двох індикаторів І1 та І2

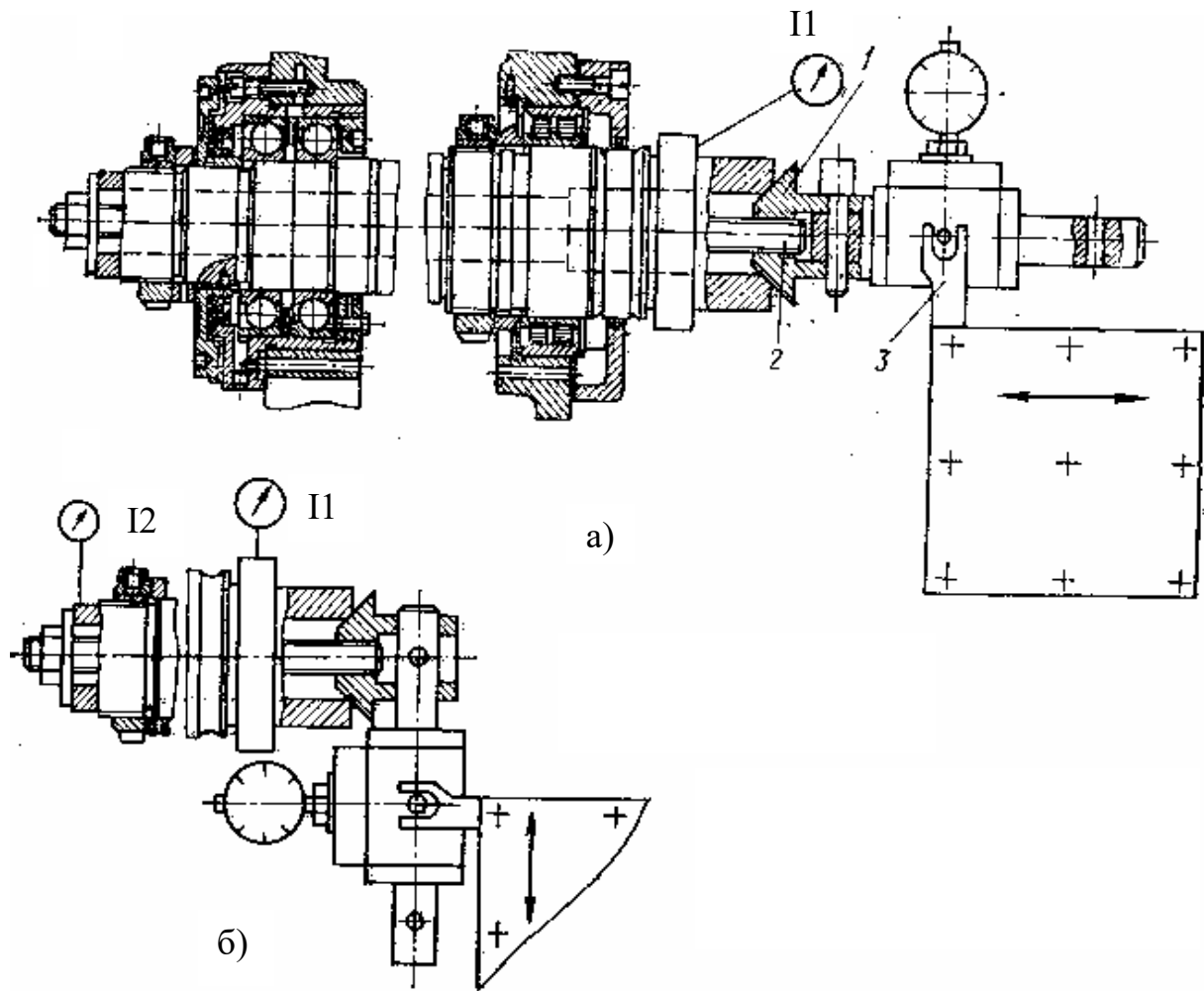


Рис. 2.21. Схема перевірки зазорів та жорсткості шпindelної групи: а – в осьовому напрямку; б – в радіальному напрямку

(рис. 2.21, б), за якими одночасно визначають відхилення в передній опорі шпинделя та в задньому підшипнику.

Для перевірки пристосування закріплюють на шпинделі і піддають останній осьовому та радіальному навантаженням. На кожному етапі навантажувальне зусилля створюється спочатку у додатному напрямку (в тому ж самому, в якому діє відповідна складова сили різання), при цьому визначається пружне відтискання. Потім навантаження знімають і фіксують показання індикатора, установлюючи величину зміщення шпинделя. Далі шпиндель навантажують у від'ємному напрямку, вимірюють значення відтискання, знімають навантаження та визначають величину зміщення (зазору), внаслідок якого виконавчий елемент не повернувся у вихідне положення. Отримані при перевірці шпindelних груп значення відхилень заносять у відомість випробовування, після чого за допомогою нормативних таблиць, розроблених для верстатів конкретних моделей [2], визначають стан складальної одиниці.

2.8. Спеціальні пристосування для вимірювання параметрів верстатних комплексів під час ремонту

Під час ремонту верстатів, зокрема при проведенні різних відновлювальних операцій, часто виникає необхідність у здійсненні вимірювань різних конструктивних та робочих параметрів, для чого доцільно використовувати ряд спеціальних пристосувань.

Підставка для рівня (рис. 2.22) застосовується для визначення непрямолінійності або вивернутості напрямних складених верстатів за відсутності базової поверхні для установа рівня або при її похилому розташуванні. Використання такого пристрою дозволяє підвищити зручність проведення перевірок за допомогою рівня, забезпечує скорочення витрат часу на його вивірення, яке звичайно здійснюється шляхом установа підкладок під рівень.

Підставка - це жорстка основа 1 (див. рис. 2.22), оснащена магнітами 7. На основі на чотирьох регулювальних гвинтах 3, 8, по базовій кульці 9 (див. вид А на рис. 2.22) установа площадка 2 з наклеєними на ній пластмасовими смугами для захисту рівня від пошкодження. Підставку установають на каретці, столі або іншій рухомій складальній одиниці верстата, закріплюють на площадці 2 за допомогою чотирьох гвинтів 6 пластину з повздовжнім 5 та поперечним 4 рівнями і регулюють гвинтами 3, 8 положення площадки до установа бульбашок рівнів посередині їх шкал. Далі за допомогою рівня при крокових переміщеннях складальної одиниці верстата на певні однакові відстані, здійснюють необхідні вимірювання та перевірки [4].

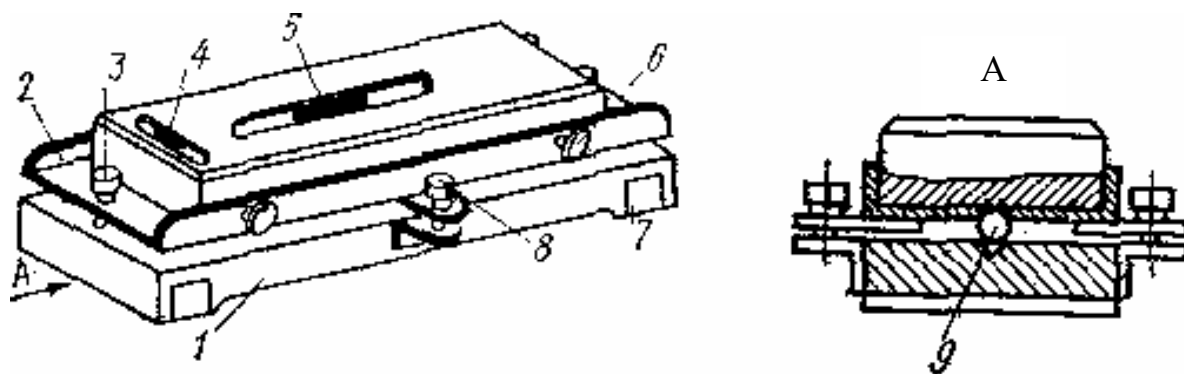


Рис. 2.22. Підставка для рівнів

Моментоміри для контролю зусилля руху механізмів обладнання

В процесі технічного обслуговування та ремонту верстатних комплексів і особливо верстатів, оснащених пристроями ЧПК, все більш широке застосування знаходять моментоміри. Вони служать для контролю зусиль, які необхідно прикласти до важелів та рукояток ручного керування з метою їх перемикавання, для визначення обертальних моментів ($M_{кр}$) силових та запобіжних фрикційних муфтах різних типів, моментів в

передачах з безшпонковим з'єднанням елементів та в передачах гвинт-гайка кочення (ГГК). Крім цього, за допомогою моментомірів створюють регламентовані навантаження в безззорних зубчатих передачах з метою визначення величин люфтів між їх елементами. Всі виміряні відхилення зіставляють з відповідними допустимими відхиленнями, вказаними в керівництві з експлуатації. При необхідності за результатами вимірювань контрольовані механізми регулюють або ремонтують.

При здачі верстата з ремонту величину зусиль, які необхідно прикласти до важелів, рукояток або маховиків ручного керування верстатом для здійснення їх повороту часто визначають на дотик, в результаті чого між замовником та ремонтником нерідко виникають розбіжності через те, що передачі нібито повертаються туго, не дивлячись на їх нормальний стан. У зв'язку з цим, ремонтникам слід користуватися моментомірами або динамометричними ключами [2], за допомогою яких можна здійснювати точний контроль $M_{кр}$ (в Н·м), з подальшим порівнянням їх з величинами, вказаними у нормативних таблицях [2].

Основним несучим елементом моментоміра для вимірювання моментів в межах 0,1 – 2 Н·м (рис. 2.23) є корпус 1, з яким з'єднані кришка 4, рукоятка 6 і трубка 8 з двома пружинами 7, 9 та проміжною втулкою (на рисунку не показана). Для тарування пружин служать пробки 5. Крім цього, в отвір, виконаний в корпусі 1, по ходовій посадці входить силовий елемент моментоміра – стержень 2 з хвостовиком квадратної форми, що має стандартні розміри і призначений для насадки на нього ключів або спеціальних перехідників. Зі стержнем зв'язаний важіль 3, стрілка якого входить через проріз трубки 8 в проміжок між пружинами. При створенні тангенціального навантаження на стержні, залежно від напрямку його обертання стрілка важеля 3 стискає одну з тарованих пружин 7 або 9 і за шкалою 10 показує величину фактичного обертального моменту.

Для контролю $M_{кр}$ хвостовик стержня моментоміра через насадку (на рисунку не показана) з'єднують з ходовим гвинтом або іншим виконавчим елементом передачі. Далі вручну, за допомогою рукоятки 6 здійснюють повільне обертання механізму з одночасним спостереженням за коливаннями стрілки важеля. Таким чином визначають величину моменту, плавність та рівномірність ходу по всій довжині гвинта. Розглянутий моментомір застосовують, в основному для перевірки фактичних значень обертальних моментів передач гвинт-гайка кочення

2.9. Пристосування для контролю натягу пасів приводів

При експлуатації приводів обладнання з пасовими передачами важливо забезпечити оптимальний початковий натяг та рівномірне навантаження всіх пасів, від яких залежать термін їх служби, а також ресурс механізму в цілому. Сильно натягнуті паси створюють надмірне навантаження на осях та підшипниках, що приводить до скорочення терміну служби складальних одиниць і особливо негативно впливає на

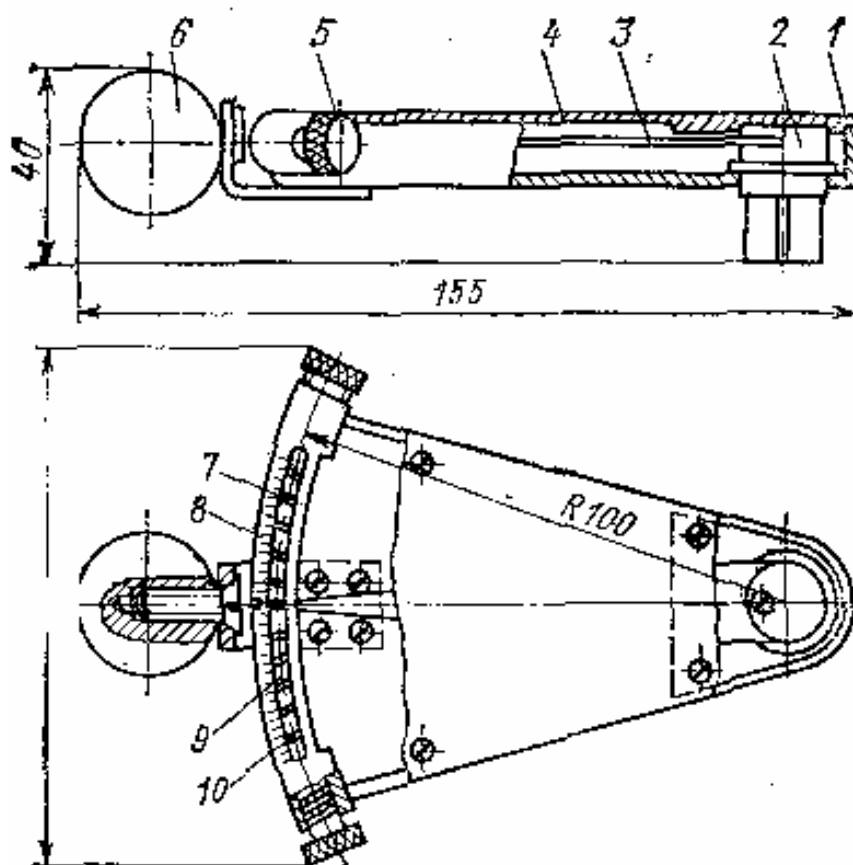


Рис. 2.23. Моментомір для вимірювання моментів 0,1 – 2 Н·м

механізми шпинделів та вали, які працюють в опорах ковзання. Останнє обумовлено інтенсивним тертям, нагріванням та схоплюванням поверхонь ковзання, а також підвищенням витрат електроенергії. Навпаки, у випадку недостатнього натягу пасів, знижується ККД передачі і відбувається посилене зношування ободів шківів та пасів, обумовлене їх проковзуванням. Значення деяких нормативних параметрів натягу клиноподібних пасів в передачах представлені в таблицях [2].

Контроль оптимальності натягу під час експлуатації пасових передач рекомендується здійснювати за стрілою прогину гілки, використовуючи з цією метою динамометр або вантаж (рис. 2.24). При цьому натяг обчислюється за формулою

$$P = Q \cdot A / K \cdot f,$$

де Q – величина навантаження, Н; A – міжосьова відстань, мм; K – коефіцієнт, одержаний на основі експериментальних даних; f – стріла прогину гілки, мм.

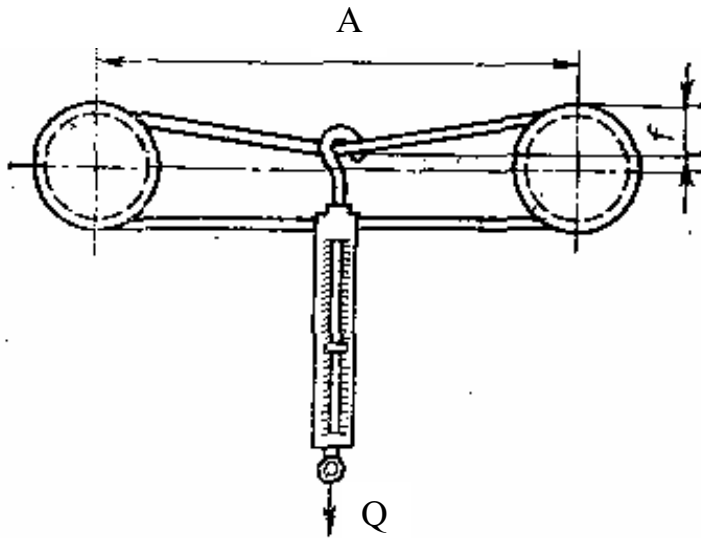


Рис. 2.24. Схема перевірки натягу пасу пружинним динамометром

том якого є планка 1 з бортами 10, що виконана з легкого сплаву. Крім цього, пристосування включає стержень 3 зі шкалами 7, 8, ковпачок 5 із захисною пластмасовою насадкою 4, таровану пружину 6 та установочне кільце 2. Стержень входить в отвір планки за ковзною посадкою, а кільце 2 посаджено на стержень з таким регульованим зазором, який дозволяє йому легко переміщуватись у потрібне положення при прикладенні зусилля руки і водночас не допускає сковзання кільця вниз після припинення дії навантаження. Шкала 8 має поділки зі значеннями від 0 до 15 мм, а ціна поділки шкали 7 складає 5 Н. Вимірювання фактичного натягу пасів 9 здійснюють за еталонами стріл прогину, основні параметри яких визначаються за табл.2.1

Визначення коефіцієнта K є досить складною задачею, у зв'язку з чим регулювання натягу проводять, як правило, із застосуванням суб'єктивних оцінок, за інтуїцією. Таке положення часто приводить до помилок і порушення нормальної роботи пасових передач та механізмів приводів в цілому.

На рис. 2.25 зображено пристосування для контролю натягу пасів, основним несучим елементом якого є планка 1 з бортами 10, що виконана з легкого сплаву.

Таблиця 2.1

Еталони стріл прогину

Типи перерізів клиноподібних пасів	Норма навантаження гілки, Н	Еталон стріли прогину, мм	Натяг гілки пасу згідно з ТУ, Н
О	25	8	70
А	35	8	120
Б	35	6	165
В	45	5	275

Відомо, що стріла прогину гілки пасу залежить від його довжини. Чим більша відстань між осями шківів, тим довший пас і, отже, більша загальна стріла прогину навіть при однаковому натягу. Проте при виконанні вимірювань за допомогою розглянутого пристосування відстань A між бортами його планки постійна і стріла прогину однакова за умови, що і натяг пасу є незмінним. На рис. 2.26 зображені три пасові передачі з

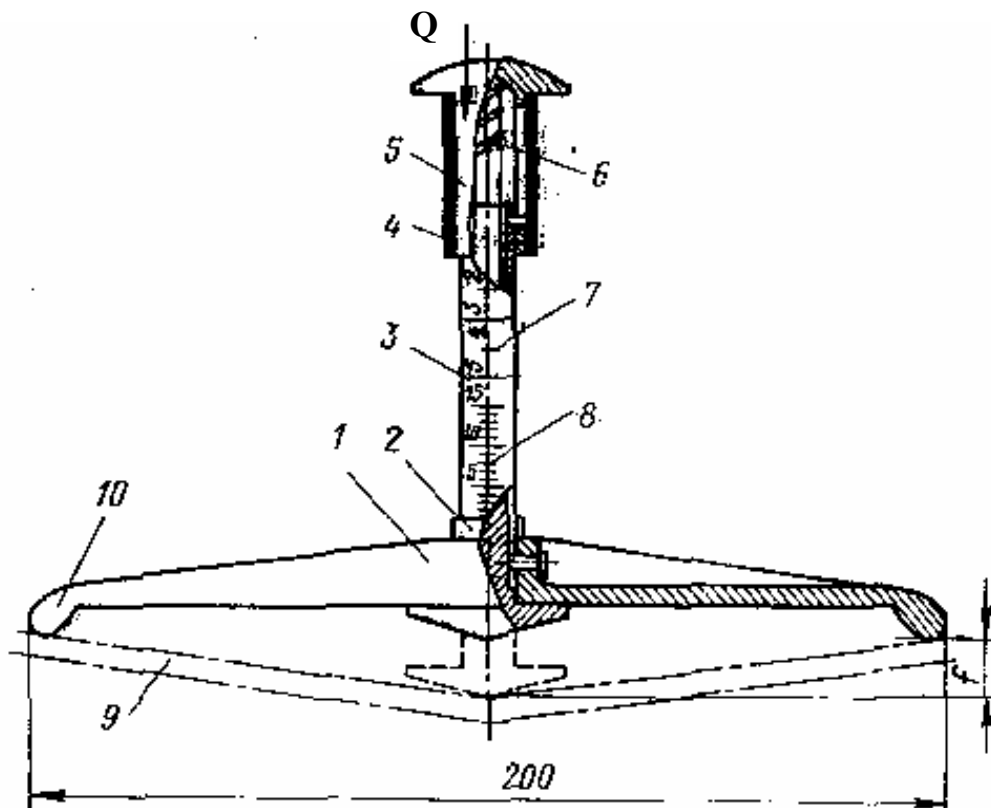


Рис. 2.25. Пристосування для контролю натягу пасів

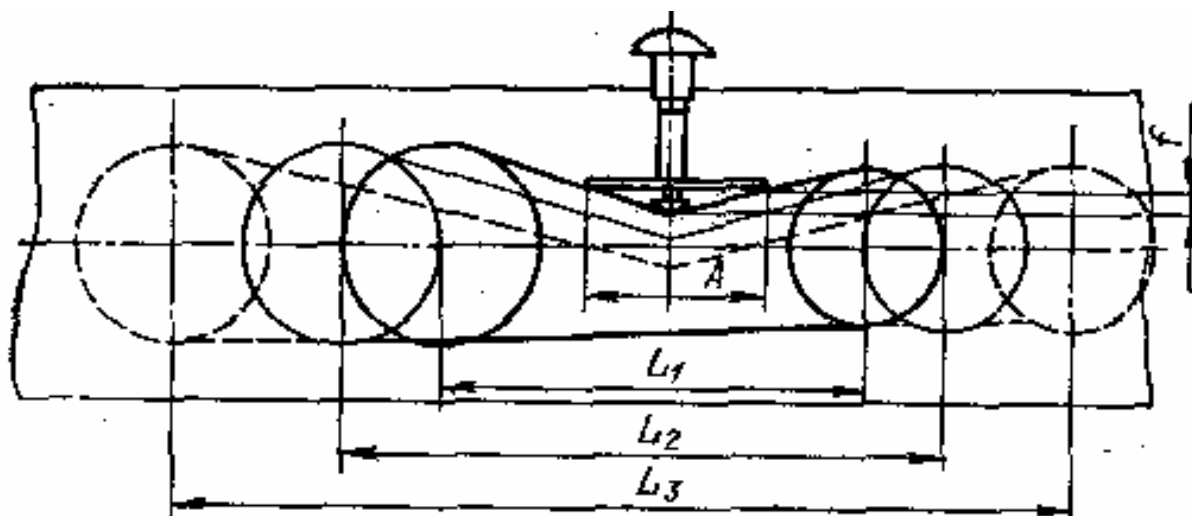


Рис. 2.26. Схема стріл прогину гілок пасів різної довжини

різними відстанями між осями L_1 , L_2 , L_3 . Для кожної з них стріла прогину f на базі A пристосування є однаковою.

Порядок контролю натягу пасів привода такий:

- 1) визначають тип пасу; 2) прикладають пристосування (див. рис.2.25) до гілки пасу в середині між осями шківів, навантажують її згідно із табл. 2.1 до суміщення нижнього торця ковпачка 4 з відповідною поділкою на шкалі 7 стержня 3 та визначають значення стріли прогину залежно від того, до якої поділки шкали 8 піднялось кільце 2; 3) порівнюють фактичну величину стріли прогину з табличною величиною; 4) за результатами порівняння збільшують або зменшують натяг пасів.

Якщо від одного шківів приводяться декілька пасів, важливо, окрім оптимального натягу забезпечити ще і допустиму різницю їх довжин. ГОСТ 1284 - 80 установлює допуск на довжину пасу в 40 мм. У випадку, якщо довжини пасів, які працюють в комплекті, відрізняються одна від одної більше ніж на допустиму величину, передача не буде забезпечувати необхідного обертового моменту. Крім цього, порушення норм призведе до швидкого зносу переобтяжених пасів, що обумовить необхідність частішої заміни всього комплекту.

Розглянуте пристосування (див. рис. 2.25) може бути використане для підбору комплектів пасів однакових за довжиною. При цьому різниця довжин визначається за шкалою масштабної лінійки, що закріплена на планці 1. Крім цього, дане пристосування дозволяє визначати натяг в будь-яких пасових передачах, незалежно від відстані між осями їх шківів та профілю пасів [3].

2.10. Пристосування для обкатування складальних одиниць шпинделів

Складений після ремонту верстат піддається обкатуванню (припрацюванню), метою якого є покращення якості поверхонь тертя. Припрацювання особливо важливе для втулок, підшипників, зубчастих коліс та інших подібних деталей, а також для напрямних верстатів. Спочатку шпиндель обкатують на холостому ходу, а потім – з прикладенням навантаження, яке поступово збільшують. Тривалість процесу обкатування в основному залежить від якості пригону поверхонь, які контактують. Чим краще виконана пригінка, тим менше часу потрібно на припрацювання. До складальних одиниць шпинделів верстатів, незалежно від їх призначення, висуваються досить жорсткі вимоги, у зв'язку з чим даний вузол обкатують особливо ретельно.

Для скорочення часу обкатування складальної одиниці передньої бабки токарного верстата, під час його проведення здійснюється додаткове навантаження шпинделя, для чого застосовується спеціальне пристосування механічного типу. Пристосування (рис. 2.27) включає конічний хвостовик 1, з'єднаний з кришкою 2, що за допомогою радіального та упорного підшипників установлена в нерухомому корпусі 3, зв'язаному, в свою чергу, зі стаканом 7. На зовнішніх поверхнях корпуса та стакану нанесені шкали навантаження з поділками від 100 до 2000 Н; всередині корпуса та стакану розташовуються таровані пружини 4 і 5. Конічний хвостовик 1 пристосування вставляють в отвір шпинделя 8, а нижній торець стакану 7 впирають в різцетримач верстата 6. Переміщуючи поперечний супорт верстата до центру шпинделя, створюють на останньому радіальне зусилля. Для забезпечення осьового навантаження шпинделя, в напрямку до передньої бабки приводять в рух повздовжній супорт. Величину створюваних навантажень визначають за шкалами пристосування.

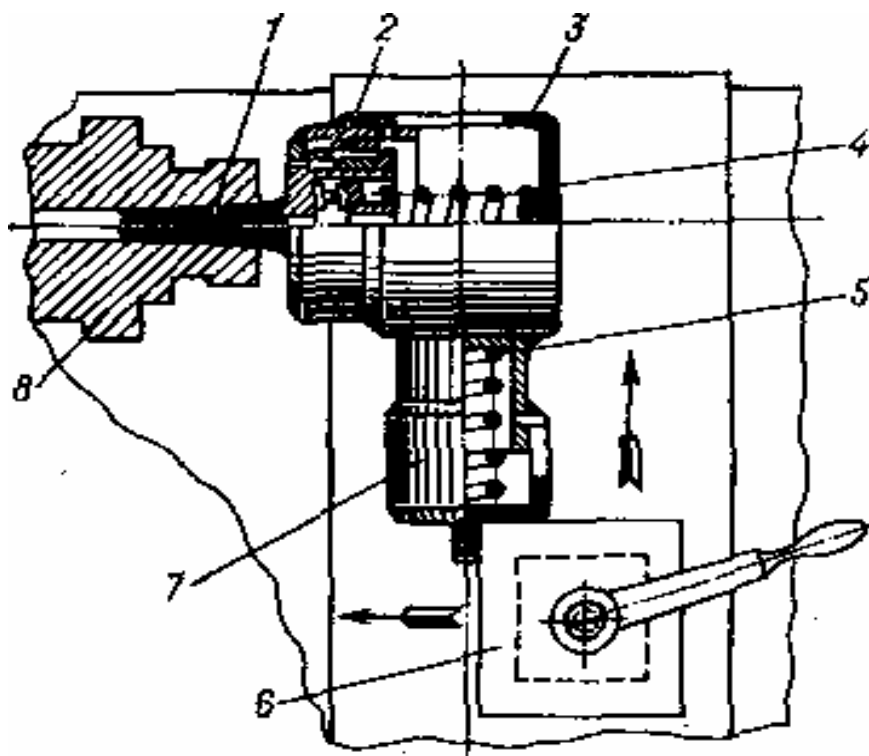


Рис. 2.27. Механічне пристосування для обкатування складальної одиниці шпинделя

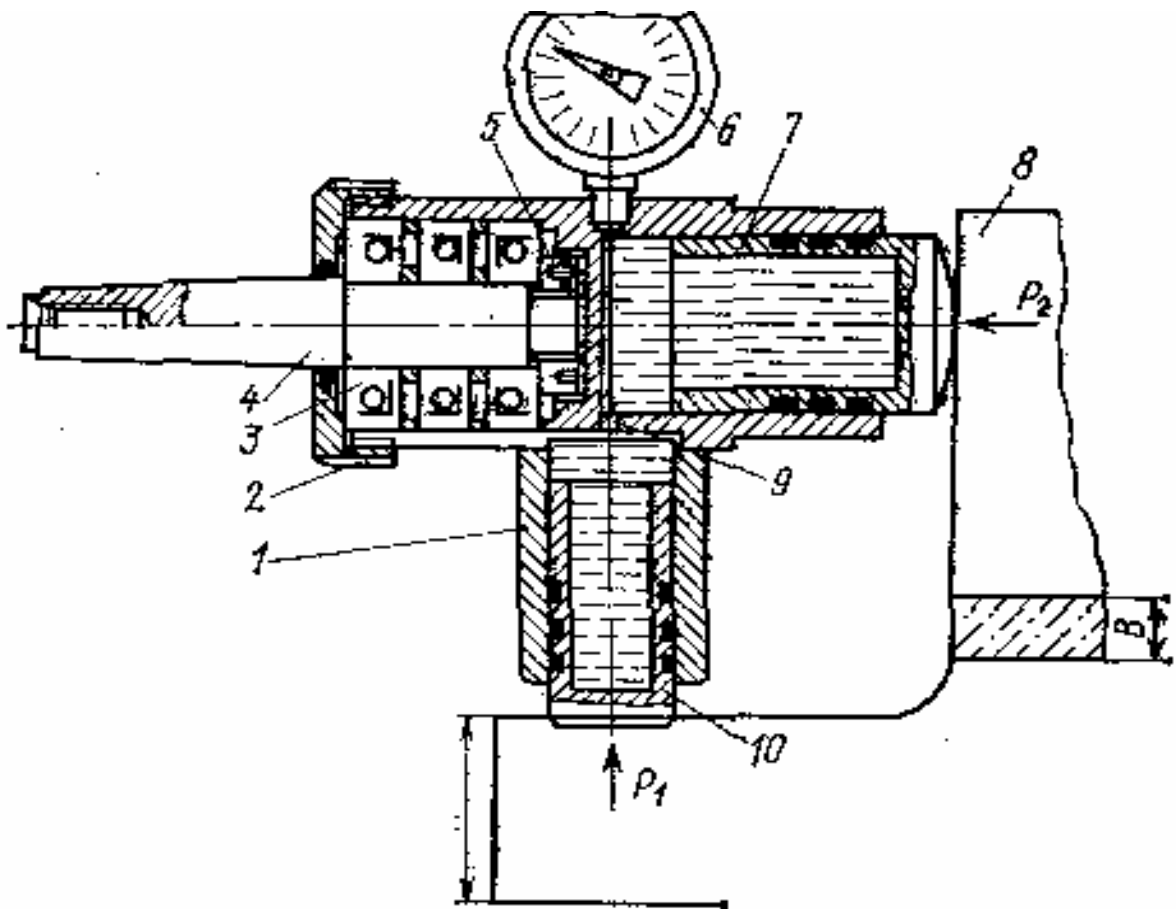


Рис. 2.28. Гідравлічне пристосування для обкатування складальної одиниці шпинделя

На рис. 2.28 зображено ще одне пристосування для обкатування складальних одиниць шпинделів, що відноситься до пристосувань гідравлічного типу. Воно відрізняється компактністю, простотою конструкції, зручністю використання та забезпечує навантаження шпинделя в радіальному та осьовому напрямках в діапазоні зусиль від 0 до 20 кН. Основою конструкції пристосування є зварний корпус 1 Т-подібної форми, в якому на трьох радіально-упорних підшипниках 3 установлений хвостовик 4. Фіксацію в осьовому напрямку хвостовика в корпусі та підшипників на хвостовику забезпечують відповідно кришка 2 та гайка 5. В циліндрах корпуса перпендикулярно один до одного установлені плунжери 7 та 10. Порожнини циліндрів з'єднані каналом 9 і заповнені робочою рідиною – індустріальним маслом ГОСТ 20799 – 75. До каналу 9 приєднаний також манометр 6. Діаметри плунжерів виконані з таким співвідношенням, щоб при створенні на поперечному плунжері деякого контрольного зусилля (величина зусилля залежить від максимального діаметра виробу, що допускається до обробки на випробовуваному верстаті), зусилля на повздовжньому плунжері було б вдвічі більшим, згідно із ГОСТ 7895 – 82 „Верстати токарні загального призначення, норми жорсткості” [2].

Для проведення обкатування в шпинделі верстата закріплюють хвостовик 4 пристосування, а в різцетримачі - спеціальний навантажувальний кутник 8. Вмикаючи по черзі повздовжню та поперечну подачі, підводять супорт до пристосування, забезпечуючи при цьому надійний контакт граней кутника 8 із зовнішніми торцями плунжерів 7 і 10, зміщення яких відносно корпуса 1 мають бути приблизно однаковими. Остання вимога може бути дотримана шляхом створення додаткового навантаження плунжері, який більше виступає. Після цього грань кутника злегка підпирають в осьовому напрямку задньою бабкою верстата для розвантаження різцетримача та супорта від більших осьових навантажень.

Далі, приведенням в рух поперечних положків супорта верстата, через плунжер 10 навантажують пристосування нормативним радіальним зусиллям (контролюється за тиском, що показує манометр 6), при цьому одночасно відбувається навантаження шпинделя і в осьовому напрямку. Обкатування шпинделя починають на мінімальній частоті його обертання та при максимальному навантаженні - в даному режимі верстат повинен пропрацювати протягом 30 - 40 хв, після чого навантаження зменшують на 50 % і продовжують обкатування при частоті в 350 об/хв протягом 2 год. Далі тиск знижують ще на 25 % і обкатують верстат з частотою обертання 1900 об/хв протягом 30 хв. Завершують обкатування на холостому ходу при максимальній частоті обертання протягом 1 год.

Обкатування складальних одиниць шпинделів на підшипниках ковзання проводять після їх рясного змащення, при цьому стежать за температурою нагрівання, що не повинна перевищувати 50 °С.

Застосування розглянутих в даному розділі пристосувань дозволяє скоротити в декілька разів час, потрібний на обкатування.

2.11. Пристосування для механізації ремонту напрямних верстатних комплексів

При відновленні зношених напрямних кареток супортів токарних верстатів необхідно забезпечити паралельність твірних поверхонь 3, 6, 7, 10 (рис. 2.29) та осі отвору 8 для гвинта поперечної подачі, паралельність поверхонь 6 і 10, перпендикулярність поперечних поверхонь 3 і 6 до повздовжніх поверхонь каретки, перпендикулярність поверхні 9 до площини кріплення коробки подач на станині, паралельність повздовжніх напрямних до поверхні 9.

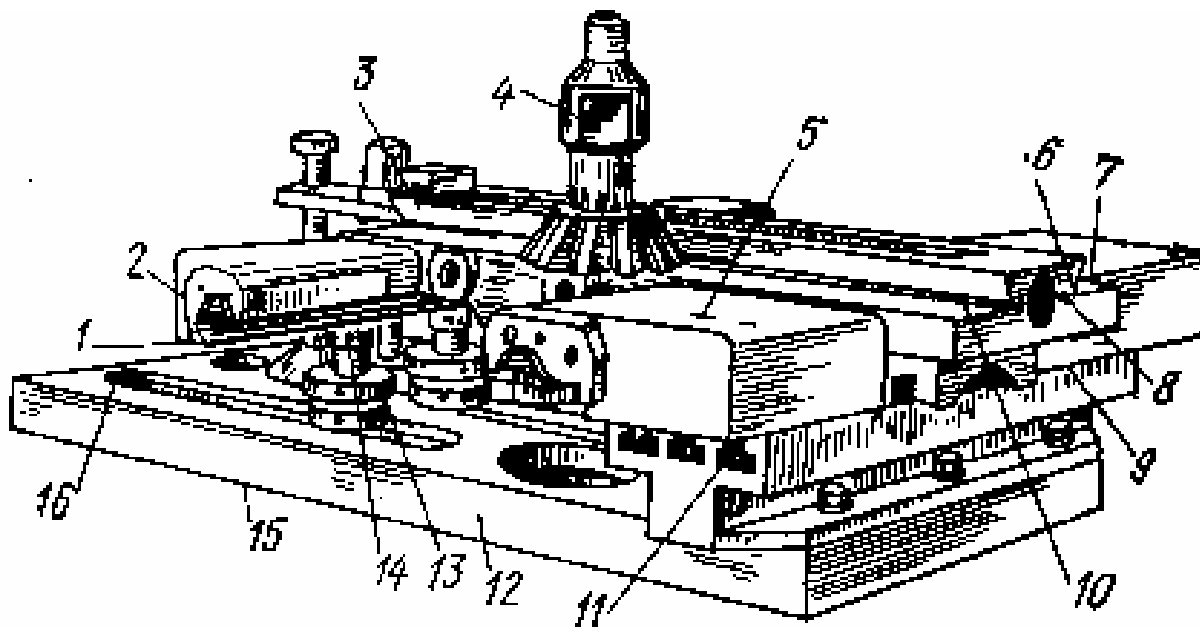


Рис. 2.29. Універсальне пристосування для ремонту напрямних кареток супортів

Як базові поверхні при відновленні напрямних кареток раціонально використовувати поверхню 2, перпендикулярну до осі отвору 8 для гвинта поперечної подачі, а також поверхню 9 кріплення фартуха, які не зношуються.

Пристосування для ремонту напрямних кареток супортів

Дане пристосування (див. рис. 2.29) призначено для установлення кареток токарно-гвинторізних верстатів різних типів та розмірів при обробці їх поперечних напрямних чистовим струганням, шліфуванням або швидкісним чистовим фрезеруванням.

Пристосування має двоступінчасту основу 12 полегшеної конструкції з пазами і ребрами жорсткості. Нижній ступінь основи виготовлений з сірого чавуну. В трьох його пазах 16 установлені три домкрати, виконані у вигляді рухомих опор з гвинтами 14 та

регульовальними гайками 13. Крім цього, в середньому пазу по рухомій посадці установлений затискний пристрій, що складається з болта, загвинченого в рухому гайку і упорного гвинта з під'ятником та клемою. На нижньому ступені основи нерухомо закріплений верхній ступінь - загартована опорна площадка з трьома Т-подібними пазами 11. В кожному пазу по рухомих посадках установлені гайки з гвинтами.

Поверхня 15 та площадка верхнього ступеня пристосування прямолінійні та взаємно паралельні з точністю 0,02 - 0,03 мм. Маса пристосування 20 кг; габаритні розміри 800×600×120 мм.

Для використання за призначенням пристосування закріплюють на столі верстата. Каретку, що підлягає обробці, установлюють поверхнею 9 на верхню опорну площадку пристосування та закріплюють гвинтами і гайками через отвори 5, повинні збігтися з одним або двома пазами опорної площадки. Під поверхню 1 підводять рухомі домкрати і, регулюючи їх висоту гайками 13, забезпечують легкий підпір каретки для усунення її деформації при закріпленні за допомогою затискного пристрою. З використанням індикатора (на рисунку не показаний) проводять вивірення пристосування з тим, щоб поверхня 2 була паралельною поперечному руху столу з відхиленням до 0,03 мм на всій довжині. Після цього пристосування закріплюють на столі верстата за допомогою затискного пристрою та гвинтів з гайками. Поперечні напрямні (мають форму ластівчиного хвоста) обробляють, як правило, швидкісним фрезеруванням з використанням як інструменту спеціальної кутової фрези 4 з твердосплавними ріжучими пластинками. Швидкість різання 4 - 5 м/с, подача 300 мм/хв.

Спочатку за один або два проходи обробляють одночасно поверхні 3 і 10, потім 6 і 7 (або навпаки).

Досяжна точність обробки знаходиться в межах 0,01 - 0,03 мм, а параметр шорсткості оброблених поверхонь $Ra = 1,25 - 0,32$ мкм.

Поперечні напрямні поверхні після обробки виявляються взаємно паралельними, паралельними осі отвору 8 та поверхні 9.

Застосування розглянутого пристосування дозволяє значно скоротити трудомісткість відновлення зношених напрямних кареток. На установлення пристосування та каретки витрачають 10 - 15 хв, приблизно стільки ж, скільки потрібно для обробки відновлюваних поверхонь. Крім цього, відпадає необхідність у контрольних оправках, які звичайно вставляються в отвір для відновлення паралельності напрямних до осі гвинта.

Механічний шабер

Шабрування застосовують для остаточної обробки напрямних поверхонь станин, супортів, столів, повзунів та інших деталей обладнання при їх виготовленні та ремонті. Крім цього, обробкою шабруванням поліпшують зовнішній вигляд поверхонь (декоративне шабрування).

Шабрування є досить трудомісткою ручною операцією, у зв'язку з чим механізація шабрувальних робіт - є одним з найбільш раціональних способів зниження витрат праці при ремонті обладнання.

З метою механізації даних робіт використовують механічні шабери різних конструкцій, виконавчий елемент яких одержує рух від електро- або пневмодвигуна, який через важіль 5 (рис. 2.30, а), розташований в корпусі 4, забезпечує зворотно-поступальний рух повзуна 3 із закріпленими на ньому інструментотримачем 2 та ріжучою пластиною 1 (шабером-різцем). Всі інші рухи, правила та прийоми роботи механічним шабером є такими ж самими, що і при ручному шабруванні. Механічні шабери ще не отримали широкого розповсюдження через деякі конструктивні недоліки, проте застосування їх на ряді підприємств дає певний ефект. Наприклад, на Воронежському заводі важких механічних процесів окремі шабрувальники підвищили продуктивність праці при роботі пневматичними шаберами в 1,5 раза, на Горьківському заводі фрезерних верстатів - в 1,5 - 2,5 раза, а при декоративному шабруванні - в 4 - 5 разів.

До основних експлуатаційних недоліків механічних шаберів відносять такі.

1. На відміну від ручного, механічне шабрування відбувається впритул до оброблюваної поверхні, що обумовлено неможливістю виведення різця із зони різання при підвищеній швидкості; внаслідок цього на оброблених поверхнях утворюються помітні задирки.

2. При зворотному русі повзуна 3 сила ваги шабера, яка діє на лезо

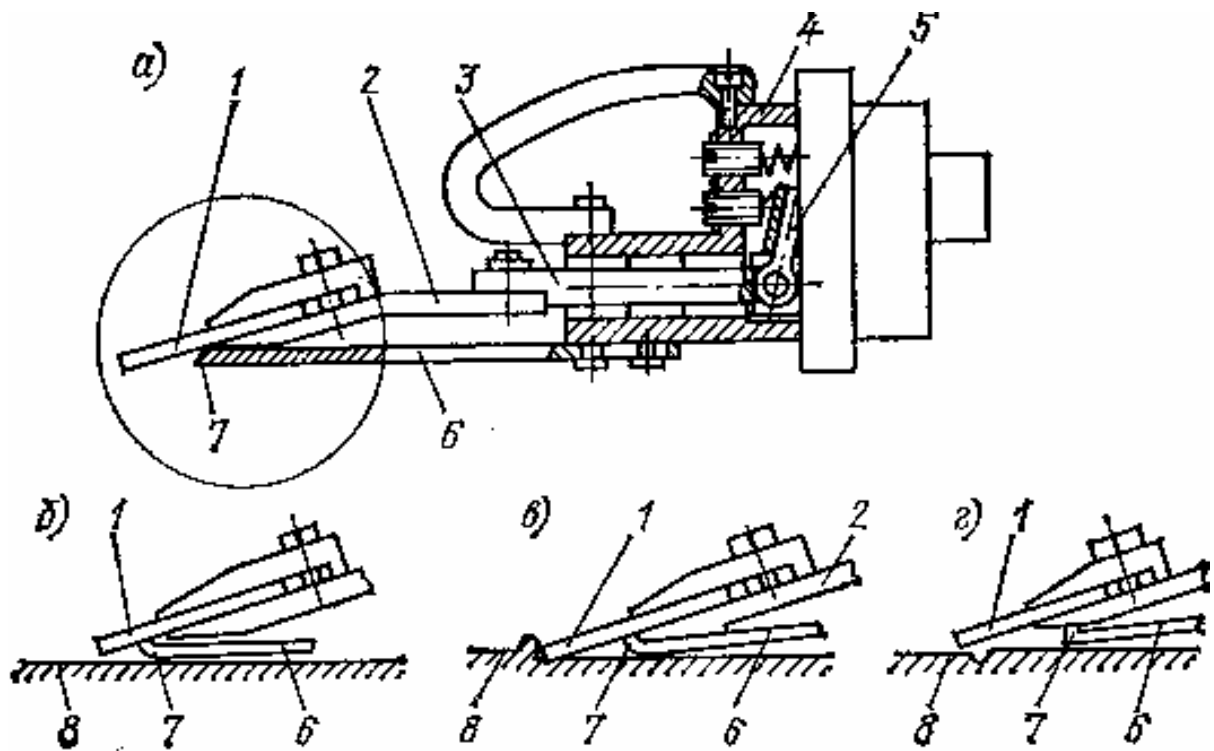


Рис. 2.30. Конструктивна схема та схема роботи та схеми роботи механічного шабера

різця, обумовлює створення з боку останнього „шкідливого” тертя по оброблюваній поверхні, що приводить до затуплення та зниження стійкості леза.

3. Обробка краю поверхні, що граничить з пазом, обривом і т.п. елементами, супроводжується зривами інструмента, що приводить до появи складок, глибоких подряпин та інших дефектів, які погіршують якість шабрування. Для усунення вказаних недоліків, поліпшення якості та підвищення точності обробки поверхонь шабруванням механічний шабер оснащують пластинчастою пружиною 6 (рис. 2.30, б) з виступом 7 на кінці, призначеним для підтримання шабера та забезпечення оптимальних умов його взаємодії з різцем та інструментотримачем. Пластинчаста пружина кріпиться до корпусу 4 під повзуном 3 гвинтами через паз, наявність якого дозволяє регулювати її положення згідно із довжиною ходу повзуна. Таким чином установлюють оптимальну довжину штриха, який залишає різець на оброблюваній поверхні.

На рис. 2.30, а показаний повздовжній розріз механічного шабера, а на рис. 2.30, б - г показані послідовні переміщення різця та його взаємодія з пластинчастою пружиною. На рис. 2.30, б різець зображений у вихідному положенні, в якому виступ 7 пружини 6 підтримує ріжучий інструмент над оброблюваною поверхнею 8, запобігаючи його контакту з останньою.

При переміщенні повзуна 3 вперед різець 1 (рис. 2.30, в) врізається в поверхню 8, здійснюючи шабрування, маса шабера спирається на лезо різця 1, а пружина 6 з виступом 7 не торкаються інструментотримача 2 та різця 1. При подальшому русі повзуна 3 вперед (рис. 2.30, г) інструментотримач з різцем 1 плавно піднімаються виступом пружини, в результаті чого різець завершує утворення лунки, знімає задирку та виводиться із зони різання. Для початку механічної обробки слід увімкнути зворотно-поступальні рухи шабера та прикласти його пластинчастою пружиною під невеликим кутом до оброблюваної поверхні. При необхідності кут нахилу пластинчастої пружини поступово збільшується залежно від заданих якості шаброваної поверхні та величини припуску, що знімається. В процесі роботи необхідно здійснювати періодичні зворотно-поступальні переміщення шабера в поперечному напрямку.

При вирівнюванні (обдиранні) та чорновому шабруванні працюють широкою ріжучою пластиною, що здійснює робочі ходи великої довжини (17 - 20 мм), при чистовому шабруванні використовують вузьку ріжучу пластину та робочі переміщення середньої довжини (8 - 12 мм); при остаточному (тонкому) шабруванні працюють з робочими ходами малої довжини (4 - 6 мм).

Якщо довжина клина різця, що виступає з інструментотримача, перевищує 10 мм, а задана поверхня має оброблятися короткими штрихами, застосовують пружину з подовженим виступом. Шабрування призматичних напрямних та напрямних типу „ластівчин хвіст” проводять

за допомогою подовжених (80 - 100 мм) тримачів товщиною 3 мм, повернутих на 90° , що виготовляються зі сталі 65Г. Застосування таких тримачів сприяє зниженню амплітуди вібрації та забезпечує кращі умови різання [6].

3. Раціональні методи ремонту напрямних верстатних комплексів

3.1. Умови експлуатації та зносу напрямних

Умови роботи напрямних характеризують в основному такі фактори: тиск в зоні контакту; його змінність; швидкість ковзання; використовуване мастило; температура напрямних; їх забруднення відходами обробки (металевою стружкою, піском, окалиною, абразивом); наявність реверсування руху; періодичність роботи (відносна тривалість роботи напрямних у порівнянні з тривалістю зміни), а також розміри зони тертя. Найважливішою характеристикою умов роботи напрямних є режим тертя.

Тиск на напрямних в більшості металорізальних верстатів є величиною змінною. При переміщенні по напрямних прямолінійного зворотно-поступального руху, тиск на поверхнях яких створюваний силами різання складає значну частину від загального тиску (на напрямних токарних, револьверних, консольно-фрезерних та інших верстатів), більше половини шляху виконавчий елемент проходить при зниженому тиску. В даному випадку лише частина робочих переміщень, що здійснюються при виконанні чорнових операцій, супроводжується великим контактним тиском [7].

Тривалість збереження металорізальним верстатом своєї первинної точності залежить від інтенсивності зношування напрямних, яка, в свою чергу, визначається: властивостями матеріалу напрямних (хімічним складом, структурою та твердістю); конструкцією напрямних та захисних пристроїв; ефективністю системи змащення напрямних та маркою використовуваних масел; технологією фінішної обробки та якістю поверхневих шарів напрямних; матеріалом оброблюваних на верстаті заготовок; режимом їх обробки; інтенсивністю експлуатації верстата тощо.

Фізична природа даних факторів, більшість з яких є взаємозв'язаними, досить різноманітна, а кількісне оцінювання впливу деяких з них на протікання процесу зношування утруднено.

При роботі напрямних прямолінійного руху виконавчих елементів верстатів ряду типів початкова точність їх контакту в процесі експлуатації знижується, що обумовлено нерівномірним зносом напрямних по довжині та перерізу, деформаціями та впливом інших факторів. Останнє, в свою чергу, викликає зміну умов зношування, внаслідок чого повного припрацювання напрямних не відбувається і інтенсивність зношування не зменшується. Вимірювання розмірів напрямних в декількох перерізах через кожні 50 - 200 мм (залежно від їх довжини) дозволяють виділити зону найбільш інтенсивного зношування. Дана ділянка і характеризує знос напрямних.

Основними видами зношування напрямних ковзання металорізальних верстатів є такі.

Абразивне зношування є в основному результатом ріжучої дії твердих частинок, що знаходяться на контактній поверхні (поверхнях) у вільному або закріпленому стані (спостерігається, зокрема, при

забрудненні напрямних або змащувального матеріалу твердими частинками).

Зношування обумовлене схоплюванням – місцевим з'єднанням двох твердих тіл, що відбувається внаслідок дії молекулярних сил в процесі тертя. На поверхнях напрямних зношування даного виду спостерігається між ділянками, що знаходяться у безпосередньому контакті, але оголяються при розриві поверхневих масляних плівок. Приводить до руйнування поверхонь в точках зчеплення.

Втомне зношування – механічне зношування, що є результатом втомного руйнування при повторній деформації мікрооб'єктів матеріалу поверхневого шару (включає групу видів зношування, для яких характерні втомні руйнування, обумовлені повторною механічною взаємодією нерівностей, зношуванням при крихкому руйнуванні наклепаного шару, руйнуванням плівок оксидів і т.д. [8]).

На рис. 3.1 зображені напрямні токарно-гвинторізного верстата моделі 1А62, поверхні 4 - 6 яких, що є базовими для установлення та переміщення задньої бабки, зношуються значно менше, ніж поверхні 1 - 3, 7, 8, по яких переміщується супорт.

Дослідженнями [2] проведеними на двохстах верстатах протягом трьох років їх експлуатації установлено, що поверхні 4, 5, 6 зношуються в середньому на 0,03 мм, поверхня 8 - на 0,1 мм, поверхня 7 - на 0,08 мм, поверхня 1 - на 0,05 мм, поверхня 3 - на 0,25 мм, а поверхня 2 - на 0,35 мм. Внаслідок такого великого зносу, при ремонті доводиться заглиблювати канавки 10, а поверхні 9, 11, 12 використовувати як базові [2]. Виявлено

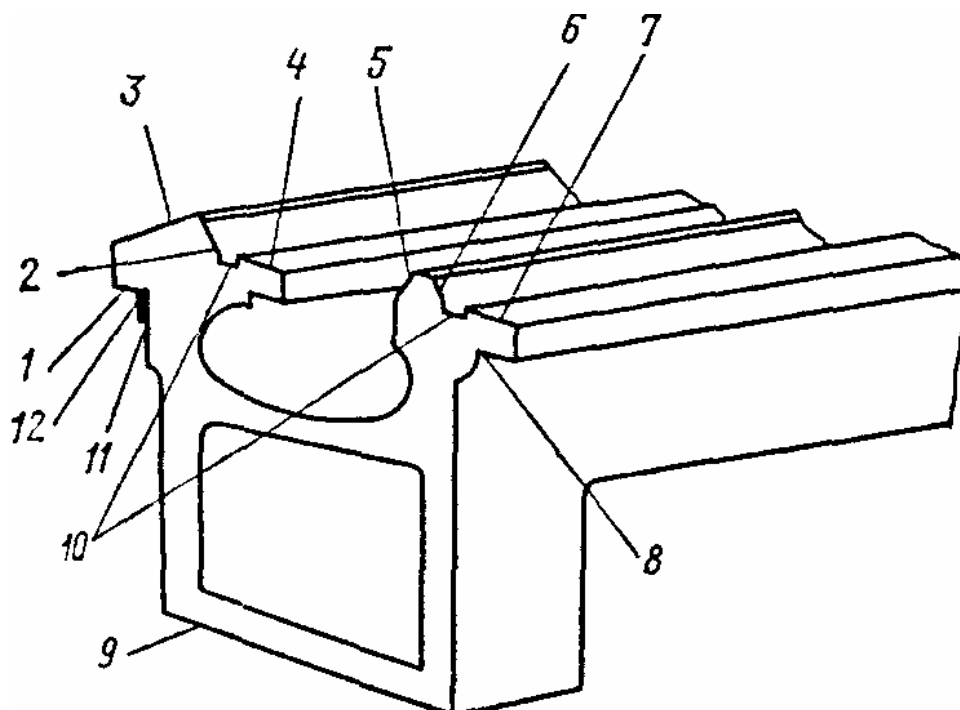


Рис. 3.1. Напрямні станини токарно-гвинторізного верстата моделі 1А62

також, що напрямні 2, 3, 7 для переміщення каретки супорта навантажені значно більше, ніж напрямні для переміщення задньої бабки. Проте швидкості зношування напрямних залежать також від характеру виконуваних робіт та способу закріплення оброблюваної заготовки - в патроні або в центрах. В останньому випадку більш інтенсивно зношуються і напрямні переміщення задньої бабки. Зношування напрямних базових деталей токарного верстата впливає на його технологічну точність та приводить до зміни первинної просторової траєкторії руху різця. Непрямолінійність переміщення ріжучого інструмента в горизонтальній площині безпосередньо передається на оброблювану заготовку і обумовлює різницю в похибках форми по довжині.

Технологічно допустимий знос напрямних станин токарного верстата визначається розмірами оброблюваної заготовки та вимогами точності обробки. Так, при обробці заготовок в межах 3-го класу точності, діаметром 50 - 80 мм і довжиною до 300 мм граничний знос напрямних для переміщення каретки не повинен перевищувати 0,07 - 0,10 мм.

З удосконаленням конструкцій станин токарних верстатів та технології їх виготовлення, зносостійкість напрямних безперервно підвищується [2].

Реалізація примусового (від окремого насоса) змащення напрямних у порівнянні з ручним змащенням дозволяє підвищити зносостійкість напрямних металорізальних верстатів в середньому в 1,25 - 1,5 раза. Установлення щитка для захисту передніх напрямних токарних верстатів моделі 1А62 (навіть недосконалого за конструкцією) забезпечує збільшення їх довговічності в середньому в 1,5 раза.

У токарних і револьверних верстатів, що працюють у великосерійному та масовому виробництві, швидкість зношування напрямних станин в два-три рази вища, ніж у тих самих верстатів, що застосовуються в серійному та одиничному виробництві. Кінці повздовжніх напрямних кареток супортів зношуються значно більше, ніж їх середні частини, а лівий край (ближчий до передньої бабки) - більше, ніж правий. Максимальне значення зносу напрямних кареток супортів вище відповідного значення зносу напрямних станини в середньому в 2 - 2,5 раза.

Дослідженнями ЕНІМС встановлено, що значне підвищення довговічності напрямних може бути досягнуте за рахунок більш рівномірного розподілення навантажень і вирівнювання зношування між гранями напрямних. Так зменшення ширини контакту задніх напрямних токарного верстата (рис. 3.2, а) шляхом звуження робочої ширини C до величини C_k зменшить поворот супорта в площині, перпендикулярній осі центрів верстата. Не слід зменшувати ширину контакту з передньою трикутною напрямною та внутрішньою гранню 2, знос якої вкрай несприятливо відображується на точності обробки.

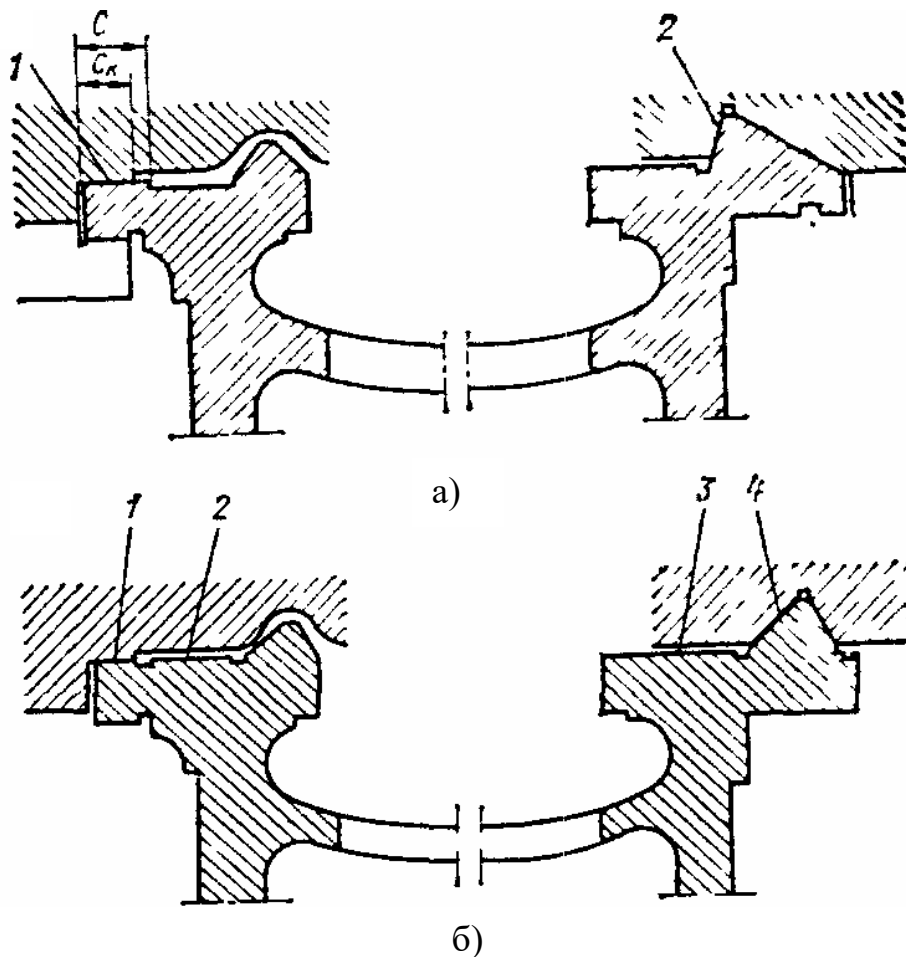


Рис. 3.2. Напрямні станин токарних верстатів моделей: а – 1А62; б – 16К20

Вказані рекомендації та вимоги були враховані в процесі проектування станини токарно-гвинторізного верстата моделі 16К20, в конструкції якої раціонально вирішена проблема перерозподілу навантажень на напрямні і реалізована нова форма їх поперечного перерізу, що відрізняється зменшеною шириною поверхні (рис. 3.2, б), яка зношується найменше та збільшеною шириною грані 4, знос якої є максимальним. Інша особливість полягає в тому, що поверхні 2 і 3 можуть бути використані як бази для ремонту, оскільки вони не є робочими і, отже, не зношуються, за винятком 1/2 ширини поверхні 3, по якій переміщується задня бабка.

3.2. Методи ремонту напрямних

Ремонт напрямних проводять різними методами, в тому числі: шабруванням, обпилюванням з подальшим шабруванням, струганням з подальшим шабруванням, фрезеруванням, фінішним струганням, шліфуванням. При виборі методу ремонту враховують величину зносу, а також оснащеність підприємства спеціальним обладнанням та пристосуваннями.

Шабруванням ремонтують напрямні станини при зносі меншому ніж 0,1 мм. При використанні даного методу досягають високої геометричної точності напрямних, а також високої точності контакту з'єднаних поверхонь. Проте саме по собі шабрування, навіть і при мінімальному зносі, є досить трудомісткою та дорогою операцією, у зв'язку з чим воно не у всіх випадках може замінити механічну обробку.

Механічна обробка напрямних виконується, як правило, на поздовжньо-стругальних верстатах, оснащених спеціальними пристроями для шліфування або фрезерування. Однак більш ефективним слід вважати застосування спеціалізованих шліфувальних або фрезерних верстатів, пристосованих для обробки напрямних. При ремонті напрямних станин верстатів шліфування є найбільш поширеним методом остаточної обробки, а також єдиним методом, що застосовується під час ремонту загартованих напрямних.

Шліфування периферією круга з охолодженням поступово витісняє шліфування торцем круга, що пояснюється збільшенням продуктивності (на 30 - 40 %) при застосуванні першого способу замість другого, підвищенням точності та поліпшенням якості обробленої поверхні.

Дослідження ефективності можливих методів та способів остаточної обробки незагартованих напрямних станин показали, що вибір того чи іншого методу відновлення елементів пари тертя (станини та каретки супорта) істотно впливає на інтенсивність їх подальшого зношування, особливо в період припрацювання. Основні недоліки існуючих методів обробки напрямних станин такі.

Шабрування. 1. Неоднорідність обробленої поверхні за висотою виступів та западин мікрорельєфу.

2. Низька продуктивність та висока трудомісткість операції шабрування, виконуваної практично у всіх випадках вручну.

3. Необхідність залучення до виконання операції робітників високої кваліфікації.

Шліфування. 1. Неможливість забезпечення оптимальної форми мікрорельєфу поверхні - виступи і западини загостреної форми з невеликим кутом закруглення, з високою маслоємністю, але з низькою несучою спроможністю.

2. Утворення дефектного поверхневого шару, обумовлене виділенням під час обробки великої кількості теплоти.

Чистове стругання та фрезерування. 1. Утворення неоптимального за маслоємністю поверхні мікрорельєфу - малий об'єм змащувальних канавок при одержанні високоякісної поверхні ($Ra = 0,63 - 0,50$ мкм) та недостатня несуча спроможність поверхні при більш грубій обробці.

2. Необхідність виконання з метою оптимізації маслоємності після операції чистового стругання або фрезерування декоративного шабрування.

3.3. Віброобкочування напрямних

Поверхня будь-якої деталі ніколи не буває абсолютно гладкою і навіть після найякіснішої та тонкої обробки на ній залишаються більші або менші за висотою шорсткості. Від параметра шорсткості поверхонь залежить довговічність деталей, оскільки саме шорсткості першими протидіють тертю, зминанню, приймають на себе удари хвиль робочої рідини, пару або газу.

Міжнародний стандарт (СТ СЕВ 638—77) та ГОСТ 2789—73 визначають шорсткість поверхні як сукупність нерівностей, що утворюють її рельєф в межах певної ділянки, яка не містить елементів рельєфу інших типів та розмірів. Стандарт охоплює шорсткості висотою від 320 мкм (поверхні відливок, штампувань, а також поверхні, що утворюються після газового різання) до сотих часток мікрметра (поверхні вимірювальних калібрів, мірних плиток і т.д.).

Немає практично жодної експлуатаційної властивості деталей машин, яка в тій або іншій мірі не залежала б від шорсткості поверхні. Але, що собою являє дана залежність? Якою повинна бути шорсткість поверхні, щоб створювати максимальний опір зношуванню та тертю, забезпечувати високі міцність і герметичність, а також оптимальність інших властивостей, що визначають якісні параметри машини? При експлуатації та ремонті деталей машин і механізмів в ряді випадків недопустимою є як висока, так і занадто низька шорсткість поверхонь. Окремі робітники ремонтної служби, в тому числі і керівники помилково вважають, що при обробці будь-якої поверхні слід добиватись її мінімальної шорсткості, що в дійсності не тільки небажано, внаслідок необхідності у додаткових витратах часу, інструменту та електроенергії, але і в більшості випадків просто недопустимо, оскільки такі поверхні не задовольняють експлуатаційні вимоги.

Експериментами встановлено, що для забезпечення високих робочих характеристик машини необхідно, щоб самі поверхні тертя, мали резервуари для утримання мастила, так звані масляні кишень. Функцію даних кишень виконують западини мікрорельєфу, що утворені нерівностями поверхні - її шорсткостями. Поверхня з порівняно високими нерівностями (великими кишнями) утримує достатньо масла, але її несуча спроможність (спроможність до сприйняття навантажень) є незначною, оскільки з приєднуваною поверхнею контактують відносно невеликі за площею виступи, на яких створюється значний питомий тиск, внаслідок чого така поверхня сильно зношується.

Поверхні з великим числом відносно невисоких нерівностей навпаки, мають значну несучу спроможність, але утворені масляні кишень є недостатніми за об'ємом, отже, містять мало мастила, що в результаті, знов таки, приводить до прискореного зношування.

У зв'язку з вищевикладеним, для кожних конкретних умов експлуатації верстата необхідно вибирати і забезпечувати свою оптимальну шорсткість поверхонь його напрямних.

Крім цього, несуча спроможність поверхні та об'єм її кишень, що утримують мастило, значною мірою залежать і від форми нерівностей.

Поверхня із загостреними нерівностями має невелику площу контакту з приєднуваною поверхнею, внаслідок чого питомий тиск, а разом з ним і зминання або знос нерівностей є достатньо значними (особливо в перший період роботи деталей, що з'єднуються). Поверхня з такими ж за висотою, але плоскими нерівностями, контактує з іншою поверхнею по більшій площі, в результаті питомий тиск на ній виявляється значно меншим.

Таким чином, спроможність поверхні до утримання мастила знаходиться у зворотній залежності від того, наскільки гострими є її нерівності: вона велика у поверхонь із загостреними нерівностями і мала у поверхонь із притупленими нерівностями при однаковій їх висоті. Розмір та форма нерівностей - взаємопов'язані характеристики поверхні. У зв'язку з цим, при необхідності поліпшення експлуатаційних властивостей тої чи іншої деталі потрібно враховувати обидва вказані параметри.

Аналіз вищевикладеного приводить до запитання запитання: чи можна з використанням традиційних методів обробки регулювати шорсткість поверхні і створювати бажаний за розмірами та формою нерівностей мікрорельєф? При ремонті плоских або призматичних поверхонь напрямних станин його можна забезпечити такими методами обробки, як фрезерування, фінішне стругання та шліфування. Всі названі операції пов'язані з процесом різання, під час якого, при застосуванні як інструмента різця, фрези або шліфувального круга з маси матеріалу вириваються частинки різних форми та розмірів. На поверхні в результаті цього залишаються борозни та канавки різної глибини та конфігурації, які і утворюють мікрорельєф поверхні. Навіть при найтоншій обробці виступи та западини в профіль досить сильно відрізняються одна від одної.

Форма нерівностей, що утворюються в процесі різання будь-якого виду, відносно мало змінюється при переході від більш грубої до більш чистої обробки. Наприклад, радіус закруглення виступів після тонкого точіння у порівнянні з радіусом після чорнового точіння змінюється не більше ніж на 100 мкм, а у шліфованих поверхонь з шорсткістю $Ra = 0,160 - 0,125$ мкм, порівняно із шліфованими поверхнями з шорсткістю $Ra = 1,25 - 1,00$ мкм - всього лише на 20 - 25 мкм.

Процеси чистової обробки різанням за параметрами шорсткості оброблюваних поверхонь є практично некерованими. Обумовлюється це тим, що діапазон форм профілів мікрорельєфу, які можуть бути отримані в результаті обробки різанням, є досить вузьким: нерівності розташовуються, як правило, за гвинтовою лінією (після точіння або шліфування), уздовж осі (протягування) або у вигляді сітки (хонінгування)

при комбінованому зворотно-поступальному та обертальному русі хонінгувальної головки).

В результаті аналізу причин некерованості широко розповсюджених методів обробки за розмірами та формою шорсткостей оброблюваних поверхонь, стало очевидним, що для підвищення ефективності процесу відновлення необхідно замінювати різання тиском, оскільки тільки обробка тиском забезпечить утворення мікрорельєфу з відносно однаковими за формою та розмірам нерівностями. Було запропоновано обробляти циліндричну поверхню шляхом обкачування її кулькою, яка до цього ж здійснює зворотно-поступальні переміщення. Таким чином, результуюча траєкторія руху інструмента представляє собою гвинтову синусоїду - синусоїдальну криву, накладену на гвинтову лінію. І ця, здавалося б, не така істотна зміна кінематики відомого і давно використовуюваного процесу дала якісно новий результат.

Створення на поверхнях деталей заданої оптимальної за формою та розмірами системи канавок тертя дозволяє оптимізувати площу контакту зв'язаних деталей та маслоємність їх поверхонь. В результаті зносостійкість деталей значно підвищується.

Метод віброобкочування є універсальним: змінюючи швидкості руху оброблюваної деталі та інструменту можна утворювати мікрорельєфи різних видів.

Наприклад, зменшуючи подачу s оброблюваної деталі, можна зробити так, щоб канавки дотикалися одна до одної. Якщо ще зменшити подачу, канавки будуть перетинатись. Нарешті, зменшення подачі до мінімальної може привести до злиття канавок, в результаті утвориться абсолютно новий мікрорельєф. Змінюючи співвідношення швидкостей руху оброблюваної деталі та кульки віброголівки, можна створювати мікрорельєф з виступами та западинами необхідної форми та розташування, наприклад, з радіусами закруглення в тисячі разів більшими, ніж максимально досяжні при обточуванні, струганні, шліфуванні та доведенні.

З'являється можливість точного керування процесом формування мікрорельєфу поверхонь деталей, практично необмеженої зміни всіх його параметрів та створення завдяки цьому оптимальних для тих або інших умов експлуатації рельєфів.

Відносна простота реалізації процесу віброобкочування робить його доступним для виробництва будь-якого виду, у тому числі і для ремонтного, де він може знайти застосування, зокрема при відновленні напрямних верстатів та пресів.

Поверхні, що передбачається обробляти віброобкочуванням, піддаються попередній обробці із застосуванням одного з вищевказаних методів. Аналіз даних методів з метою вибору найбільш придатного серед них для даних конкретних умов здійснюється з врахуванням заданої та досяжної при реалізації того чи іншого методу точності. Віброобкочування

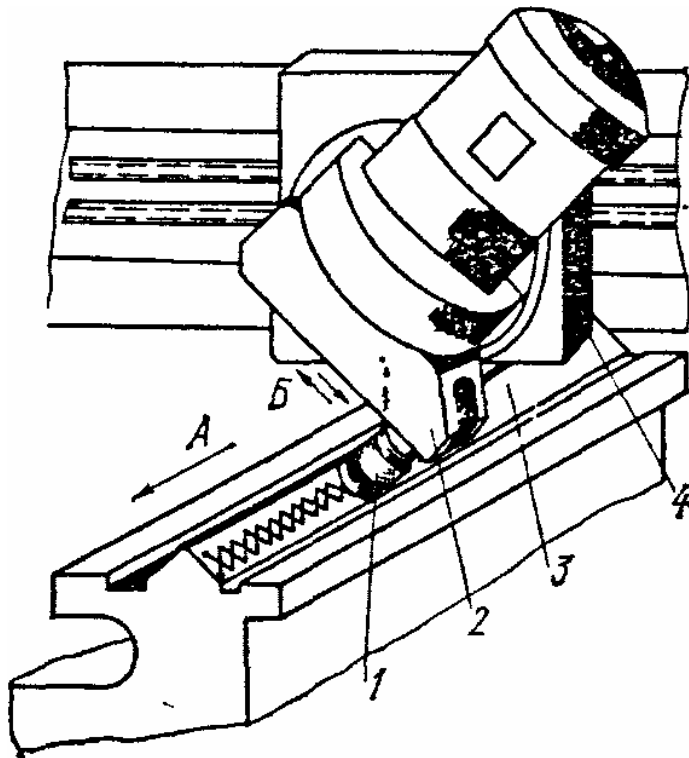


Рис. 3.3. Схема обробки напрямних віброобкочуванням

може використовуватись для відновлення деталей будь-якої твердості. При цьому форма та габаритні розміри оброблюваних поверхонь практично не регламентуються.

В результаті проведення науково-дослідних та виробничих робіт для ремонту обладнання розроблена та успішно використовується кулькова віброголовка 1 (рис. 3.3), шпиндель 2 якої жорстко кріпиться до супорта 4 траверси поздовжньо-стругального верстата. На оброблюваних напрямних станини 3 показаний один з можливих рисунків рельєфу поверхні, отриманий з використанням однієї кульки. Дослідження

процесу віброобкочування дозволили зробити такі висновки.

1. Мікрорельєф робочих поверхонь, оброблених шабруванням, є досить далеким від оптимального як у відношенні забезпечення максимальної маслоємності, так і з точки зору одержання ефективної опорної (несучої) поверхні. Недоліком методу обробки напрямних станин шабруванням є також високий ступінь неоднорідності розмірів, розташування та числа виступів на одиниці площі поверхні, що разом з високою трудомісткістю та необхідністю використання ручної висококваліфікованої праці, робить даний процес недосконалим та безперспективним.

2. При реалізації методу вібраційного обкочування забезпечується можливість утворення значно більш тонкого, регульованого та більш однорідного мікрорельєфу напрямних, оптимізованого за маслоємністю.

Створення на напрямних станин при використанні методу віброобкочування системи масляних канавок дає також можливість оптимізувати та поліпшити решту основних експлуатаційних характеристик напрямних, зокрема, зменшити коефіцієнт тертя та попередній зсув, підвищити зносостійкість та опір схоплюванню.

3. Високий ступінь однорідності всіх геометричних параметрів мікрорельєфа, одержуваних після віброобкочування, а також керованість процесу за цими параметрами, забезпечують можливість аналітичного розрахунку таких важливих величин, як площа та об'єм масляних канавок.

4. Оптимальне відносне значення площі утворюваних віброобкочуванням канавок $F_k = 45 - 50\%$.

5. Оптимальними парами тертя є напрямні станин, оброблені чистовим струганням з подальшим віброобкочуванням, а також напрямні каретки супорта, оброблені шабруванням або залиті акрилопластом. В подібних випадках досягається зменшення коефіцієнта тертя до $f = 0,1$, зменшення моменту попереднього зміщення на 38%, підвищення зносостійкості орієнтовно на 35 - 40% і практично повне усунення ймовірності схоплювання в процесі прироблення.

3.4. Гартування поверхонь напрямних станин та інших базових деталей

Поверхнєве гартування з індукційним нагріванням струмами високої частоти (СВЧ)

Як показали проведені експериментальні дослідження [2], загартовані напрямні токарно-гвинторізних верстатів мають більш високу зносостійкість, ніж незагартовані, у зв'язку з чим в процесі капітального ремонту доцільно здійснювати гартування напрямних станин.

Твердість шару чавуну, загартованого СВЧ, залежить від частоти струму, питомої потужності, часу нагрівання, конструкції індуктора, зазору між індуктором та гартованою поверхнею, а також вихідного стану чавуну - його хімічного складу та мікроструктури.

При нагріванні сірого чавуну під час гартування частина його вуглецю розчиняється в аустеніті, а решта залишається у вільному стані у вигляді графітних включень.

Як правило, перед гартуванням чавун повинен мати перлітну структуру. Якщо вихідна структура чавуну є непридатною для здійснення гартування, слід збільшити концентрацію зв'язаного вуглецю (підвищити вміст перліту в структурі). Робиться це шляхом здійснення попередньої термічної обробки чавуну - нормалізації.

Максимальна досяжна твердість чавуну, одержувана після гартування СВЧ при температурі 830 - 950 °С (вибирається залежно від його складу), сягає 48 - 53 НРС. Подальше підвищення температури гартування приводить до зниження твердості. Швидкість охолодження при гартуванні мало впливає на твердість. У випадку гартування чавуну в маслі твердість зменшується тільки на дві-три одиниці у порівнянні з гартуванням у воді.

При неправильному виборі режиму нагрівання або при дуже малому зазорі між індуктором та поверхнею гартованої ділянки різко змінюється структура загартованого шару. Наприклад, зазор 1,5 - 2 мм, велика питома потужність (2 кВт/см² і більше), а також занадто тривалий час нагрівання створюють умови для місцевого оплавлення гартованої деталі, що, в свою чергу, приводить до отримання в поверхневій зоні типової структури білого чавуну. Мала питома потужність (0,3 - 0,4 кВт/см²) не дозволяє

нагрівати поверхню чавуну вище критичної температури, і тому після гартування він зберігає відносно низьку твердість. Питома потужність в межах 0,7 - 1,2 кВт/см² при правильно вибраному часі нагрівання дозволяє одержувати після гартування перлітного чавуну нормальну структуру – малоуглочастий мартенсит.

Поверхнєве гартування модифікованого чавуну з нагріванням СВЧ дає можливість отримати більші твердість та глибину шару у порівнянні зі значеннями цих же самих параметрів при гартуванні звичайного перлітного чавуну. За мікроструктурою загартований модифікований чавун практично не відрізняється від перлітного.

Для поверхневого гартування СВЧ застосовуються установки з машинним або з ламповим генератором. Проте слід зазначити, що перші мають істотні переваги перед другими. Поверхнєве нагрівання СВЧ чавунних деталей від машинного генератора відбувається відносно повільніше, але і більш плавно, ніж від лампового. Це сприятливо впливає на структурні зміни чавуну при гартуванні. Крім того, гартівний трансформатор і конденсаторна батарея монтуються безпосередньо на траверсі пристосування над гартованою деталлю, що забезпечує зручність установки в експлуатації, а також зниження втрат у струмоведучих шинах та кабелях.

Враховуючи позитивні якості високочастотної установки з машинним генератором, досвід її експлуатації на ведучих вітчизняних підприємствах та рекомендації ЕНІМСа, слід визнати доцільним застосування при гартуванні СВЧ чавунних напрямних станин верстатних комплексів високочастотну установку типу МГЗ-108 з машинним генератором ПВВ 100/8000 та високочастотним трансформатором ТВД-2.

Крім того, промисловістю експлуатуються установки з машинним генератором МГЗ-52 (номінальна потужність 65 кВт, частота струму 2500 пер/с), МГЗ-112 (номінальна потужність 130 кВт, частота струму 2500 пер/с). З ламповим генератором випускаються установки ЛЗ-13, ЛПЗ-37, ЛП-67, ЛПЗ-67, ЛЗ-107 (номінальна потужність від 10 до 200 кВт, частота струму від 3000 до 7400 пер/с).

При реалізації безперервно-послідовного способу гартування індуктор переміщується відносно нерухокої поверхні гартованих станин (переважно крупних або середніх). Гартування здійснюється і за допомогою переносного гартівного верстата, при обробці на якому гартована станина переміщується відносно нерухомого індуктора. Гартування невеликих станин довжиною до 3 - 4 мм звичайно проводиться на модернізованому поздовжньо-стругальному верстаті. Суть модернізації даного верстата полягає в зменшенні подачі столу до 120, 180, 240 мм/хв шляхом введення в кінематичний ланцюг спеціального знижувального редуктора. Крім того, на траверсі верстата монтують високочастотне електро- та гідрообладнання (трансформатор з індуктором, конденсаторну батарею і колектор з гідролінією для підведення води, що забезпечує

охолодження електрообладнання, індуктора та станини в процесі гартування). Зазор між індуктором та гартованою станиною в межах 2,5 - 3,5 мм регулюється шляхом зміщення верхнього супорта різцевої головки.

Ефективність гартування станини СВЧ дуже висока. Гартування підвищує термін служби станини і позитивно впливає на економічність ремонту в цілому. Знос напрямних станин після гартування зменшується в два-три рази і складає в середньому за один міжремонтний період (5 - 9 місяців) - 0,02 мм, за два періоди (10 - 18 місяців) - 0,03 мм, а за три (19 - 27 місяців) - 0,04 мм, за чотири (26 - 36 місяців) - 0,05 мм.

Індуктор звичайно виготовляється з мідних трубок (смугова або листова мідь). Для концентрації магнітного потоку на гартованій поверхні в індукторі встановлено 358 пластинок із заліза марки Е4А товщиною 0,35 мм. Охолодження стінок індуктора забезпечує вода, що циркулює по трубках, вмонтованих у стінки. Крім цього, гартівна вода по трубках і через ряд дрібних отворів індуктора подається на нагріву поверхню станини.

Перед гартуванням станин токарних верстатів необхідно виконати такі основні операції [2]:

- встановити станину на стіл поздовжньо-стругального верстата та вивірити її на паралельність базовим поверхням з точністю 0,05 мм, а потім прогнути на 0,3 - 0,4 мм (величина деформації при гартуванні);

- стругати всі напрямні станини до забезпечення їх паралельності ходу столу. Після звільнення станини від фіксації, внаслідок її пружної деформації утворюється опуклість, відповідна величині прогинання;

- встановити станину (без вивірення) на гартівну площадку, окантовану невисоким цементним буртом для збирання використаної гартівної води;

- встановити переносний гартівний верстат на напрямні станини, закріпити останню з торців двома кронштейнами; роликівий ланцюг зчепити із зіркою привода верстата;

- вмиканням подачі вертикального та горизонтального супорта відрегулювати зазор між індуктором та гартованою станиною. Подати воду в індуктор.

Газополум'яне гартування

Суть процесу газополум'яного гартування полягає в нагріванні поверхні деталі газокисневим полум'ям до температури 800 - 920 °С з подальшим швидким охолодженням. Перевага даного способу гартування полягає в тому, що його реалізація не вимагає застосування дорогого обладнання та залучення робітників високої кваліфікації. Вартість газополум'яного гартування порівняно з гартуванням СВЧ вдвічі нижча, а капітальні витрати, пов'язані з організацією ділянки, в шість разів менші.

Поверхню нагрівають за допомогою інжекторного пальника. Як горючий газ застосовують в основному ацетилен, температура згорання

якого в суміші з киснем складає 3000 °С. Ацетилен може бути замінений пропан-бутаном, метаном та іншими газами, температура згоряння яких в суміші з киснем не нижча 1800 °С. Як охолоджувальне середовище використовують воду.

Відмітною особливістю даного процесу, яка відрізняє його від об'ємного гартування, є незначна тривалість нагрівання, що досягається завдяки переміщенню пальника уздовж напрямних зі швидкістю не меншою 50 мм/хв. Гартована станина при цьому є нерухомою. В результаті нагрівається лише поверхневий шар глибиною 2,5 - 3,5 мм, тоді як серцевина деталі зберігає первинні властивості. Обмеження глибини прогрівання є основним засобом зменшення деформації станини, який реалізується шляхом одночасного (за один прохід пальника) нагрівання всіх оброблюваних ділянок профілю.

Гартуванню піддають станини, виготовлені з чавуну, що має перлітну структуру (СЧ15-32, СЧ18-36, СЧ21-40, СЧ28-48, СЧ32-52, СЧ35-56, СЧ38-60) та твердість в незагартованому стані не нижчу 190 НВ, оскільки напрямні меншої твердості гартування не сприймають. Загальна вимога для чавунів вказаних марок - наявність в їх складі не менш ніж 0,4 % зв'язаного вуглецю, до 3,3 % загального вуглецю та до 2,0 % кремнію.

Підготовка станин до гартування здійснюється у такій послідовності:

- напрямні за допомогою гасу або бензину ретельно очищують від масла, бруду та фарби. Для зменшення пожежної небезпеки бензину до нього додають 3 % чотирихлористого вуглецю (тетрахлорину), а самі гартовані поверхні після промивання насухо витирають;

- перевіряють поверхні напрямних на відсутність тріщин, пробок, раковин або заварених ділянок.

Наявність тріщин та закладених пробок визначають за допомогою гасової проби, при реалізації якої поверхні напрямних змочують гасом, насухо витирають і покривають тонким шаром крейдяної обмазки. В місцях, де є тріщини та зазори, обмазка, вбираючи виступний з них гас, темніє. Напрямні з тріщинами, раковинами та завареними ділянками гартувати не можна. Так, при гартуванні напрямних з пробками, перемички між якими не перевищують 4 мм, на їх поверхнях можуть утворитися тріщини. Пробки діаметром до 10 мм, розташовані на відстані більше 6 мм від грані напрямних, не перешкоджають гартуванню.

За відсутності дефектів необхідно установити, чи не піддавалися напрямні гартуванню раніше. Повторне гартування напрямних не допускається, оскільки може призвести до появи на поверхнях сітки гартівних тріщин.

Структуру напрямних перевіряють, не вдаючись до їх руйнування. Для цього на робочій поверхні напрямних готують шліфи розміром 20×20 мм в одному або декількох місцях. Далі у відповідності з ГОСТ 3443—77 „Відливки з чавуну з різною формою графіту. Методи

визначення структури” проводять дослідження структури. У зв'язку із складністю операції з визначення структури, можна обмежитися вимірюванням твердості напрямних, хоча у цьому випадку після гартування не усувається можливість утворення бракованих ділянок (0,1 - 0,2%). Для визначення твердості застосовують вдосконалений ЕНІМСом прилад Польді або твердомір ТКП-1. Твердість слід вимірювати на відстані 100 - 200 мм від торців напрямних відповідно до ОСТ МТ21-1 - 76 „Відливки з сірого чавуну для верстатобудування. Технічні умови”.

Знос напрямних визначають за допомогою перевірної лінійки та щупів. При зносі понад 0,2 мм на довжині 1000 мм напрямні необхідно піддати механічній обробці. Непрямолінійність напрямних вимірюють у вертикальній та горизонтальній площинах за допомогою універсального містка (див. рис. 2.6).

Попередню механічну обробку (фінішне стругання або чистове фрезерування) напрямних здійснюють з метою усунення виявлених на їх поверхнях дефектів та досягнення опуклості 0,3 мм на довжині 1000 мм, що компенсує у бік угнутості деформацію станини при гартуванні. Для цього перед попередньою механічною обробкою станину спочатку прогинають на столі поздовжньо-стругального або поздовжньо-фрезерного верстата.

Для створення прогину використовують спеціальне пристосування (рис. 3.4), основними елементами якого є жорстка плита 8 та черв'ячний редуктор 7. При обертанні черв'яка 4 черв'ячне колесо 3 з гайкою 2 передають гвинту 1 поступальне переміщення вгору або вниз. Верхній кінець гвинта виконаний у вигляді вилки, в яку вставляється коромисло 5, закріплене пальцем. Для фіксації пристосування на столі поздовжньо-стругального верстата в плиті 8 прорізані поперечні пази 6.

Схема установалення пристосування та станини для здійснення її деформування приведена на рис. 3.5. Ремонтовану станину 2 установають на два валики 4 з лисками, що базуються на столі 1 поздовжньо-стругального верстата. Після вивірення станини на паралельність ходу столу її положення фіксують упорами 6 та прихоплювачами 3. Далі станину прогинають за допомогою пристосування 5, контролюючи величину деформації індикатором.

При струганні рекомендується використовувати широкі різці з пластинками зі сплаву ВК8, поверхні ріжучих кромок яких мають шорсткість $R_a = 1,25 - 0,63$ мкм. Для досягнення мінімальної шорсткості оброблюваної поверхні на різець слід краплями подавати гас. Фрезерування напрямних виконують на поздовжньо-фрезерному або поздовжньо-стругальному верстаті з фрезерною головкою, оснащеною різцями з твердосплавними (Т15К6) пластинками.

Установка для гартування складається зі станда та щита з вимірювальними приладами. Стенд може бути виготовлений на базі списаного токарного верстата (рис. 3.6). Механізм кріплення 3 станда, що

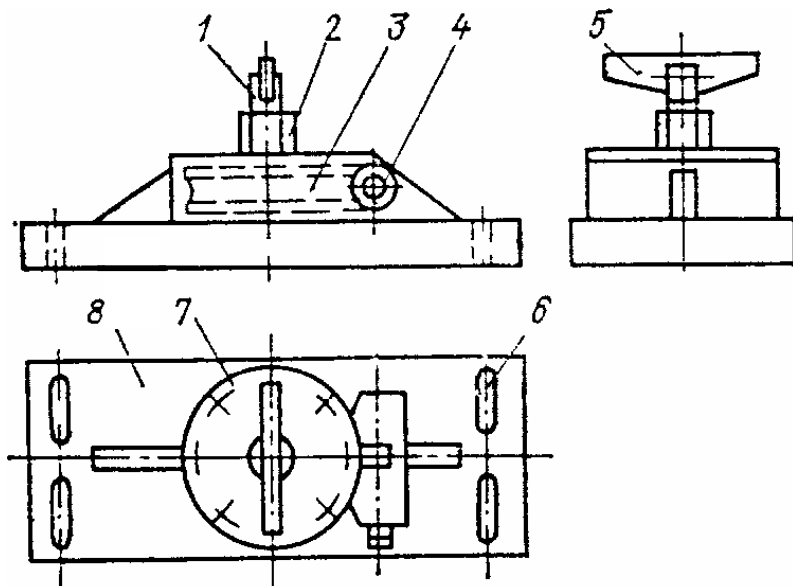


Рис. 3.4. Пристосування для деформування станини

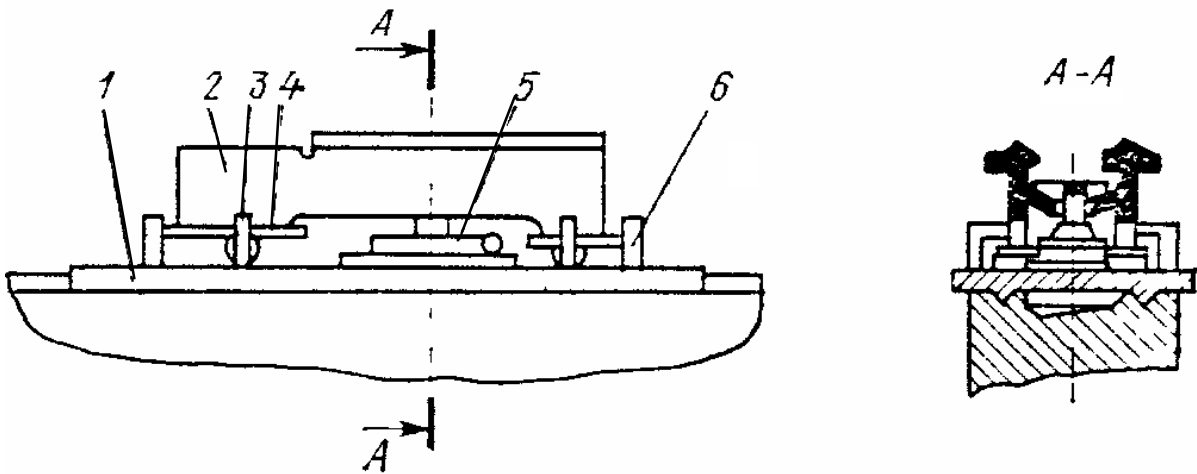


Рис. 3.5. Схема установа станини та пристосування для деформування

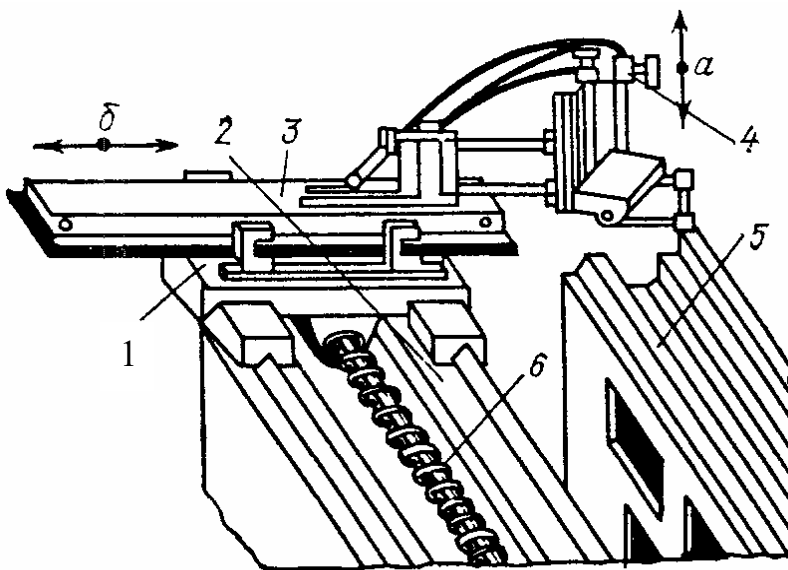


Рис. 3.6. Стенд для газополум'яного гартування напрямних

забезпечує рух пальника 4 в напрямку б (крім цього, сам пальник може зміщуватись по вертикальних напрямних механізми кріплення в напрямку а), установлений на каретці 1, що переміщується по напрямних станини 2 верстата. Рух каретки відносно гартованої станини 5 здійснюється за допомогою ходового гвинта 6, що приводиться в обертання від електродвигуна з редуктором.

Температура станини перед гартуванням повинна бути не нижчою 12 °С, у зв'язку з чим в холодну пору року до початку термообробки її необхідно витримати не менше 8 - 10 год у приміщенні, де проводиться гартування. Перед гартуванням пальник установлюють у горизонтальне положення. Для уникнення зворотних ударів через засмічені сопла їх попередньо очищають мідним або латунним дротом. Далі відкривають вентиль подачі стислого горючого газу, запалюють газ, відкривають вентиль подачі кисню та кран подачі води для охолодження. Фактичні параметри, рекомендовані для даних конкретних умов режиму гартування, слід перевірити і при необхідності відкоригувати. Найголовнішим при виборі режимів є зведення до мінімуму деформації напрямних після гартування, що досягається, в першу чергу, обмеженням глибини прогрівання, за рахунок збільшення швидкості руху каретки та правильної настройки потужності полум'я. З цією ж метою застосовують мундштуки, що дозволяє одночасно нагрівати всі робочі ділянки профілю і здійснювати гартування за один прохід. Для уточнення швидкості переміщення пальника фотопірометром або термоолівцем контролюють температуру нагріву поверхні, яка повинна знаходитися в межах 820 - 870 °С.

Кількість води, що подається для охолодження повинна бути такою, щоб загартована поверхня на відстані 110 - 150 мм від пальника мала температуру 120 - 140°С, при якій забезпечується самовідпуск напрямних. Контролюючи температуру загартованої поверхні, здійснюють настроювання величини подачі охолоджувальної води. Гартування починають зі сторони задньої бабки, на відстані 30 - 40 мм від торця станини. Запалений пальник опускають вертикально до дотику виступом мундштука гартованої поверхні і протягом 20 - 25 с доводять температуру її попереднього нагріву до 900 - 1000 °С, після чого вмикають механізм переміщення каретки.

В процесі гартування стежать, щоб всі язички полум'я мундштука мали однакову форму та довжину. В іншому випадку, пальник вимикають, ретельно очищають і потім знов починають термообробку, відступивши 40 - 50 мм від межі загартованої частини поверхні. Після гартування необхідно перевірити, чи немає на оброблених поверхнях напрямних гартівних тріщин та оплавлень. Далі за допомогою твердоміра ТПК-1 визначають твердість поверхневих шарів, яка повинна бути не меншою 320 НВ.

4. Технологія ремонту токарно-гвинторізних верстатів

4.1. Типові технології ремонту напрямних станин

Якість та термін виконання капітального ремонту залежать від того, наскільки ретельно верстат підготовлений до ремонту та наскільки раціональною є організація праці бригади слюсарів.

Перед зупинкою верстата для ремонту, з метою виявлення наявності або відсутності підвищених шумів та вібрацій проводять перевірку його роботи на холостому ході на кожному ступені коробки швидкостей. Крім цього, для визначення стану опор кочення шпинделя, на верстаті виготовляють еталонну деталь, а також контролюють величину радіального та осьового биття шпинделя. Вказані перевірки є обов'язковими, оскільки за результатами їх виконання легше установити дефекти, які в ряді випадків досить складно виявити в розібраному верстаті. У зв'язку з цим, саме результати перевірок враховують в першу чергу при складанні відомості дефектів для ремонту верстата.

Перевірки верстата на точність за ГОСТ 18097 - 72 (рекомендовані в деяких літературних джерелах) проводити недоцільно, оскільки точність складання верстата забезпечується на всіх етапах технологічного процесу ремонту.

Методи ремонту напрямних станин описані в розд. 3.2 посібника. Нагадаємо, що основними методами обробки напрямних верстатів є шабрування, шліфування та фінішне стругання. Детальні технології вказаних методів, що застосовують при капітальному ремонті корпусних (базових) деталей токарно-гвинторізних верстатів більшості моделей (наприклад, 1К62, 1601, 1610, 1613Д, 1612В, 1615А, ТВ-320, 1А616, 1Е61 та інших), які відповідають сучасному рівню ремонтного виробництва та можуть бути реалізованими ремонтними базами з оснащенням різного рівня, наведені в роботі [2]. Там же розглянута послідовність ремонту напрямних станин довжиною понад 3000 мм, який здійснюється за допомогою переносних фрезерних або шліфувальних пристосувань.

Вибір методу ремонту залежить від ступеня зносу та твердості напрямних, а також рівня оснащення ремонтної бази спеціальними верстатами та пристосуваннями.

4.2. Ремонт напрямних супортів

При ремонті токарного верстата необхідно відновити точність напрямних каретки супорта, поперечних, поворотних та верхніх полозків. Відновлення напрямних каретки супорта є одною з найскладніших ремонтних операцій і вимагає набагато більше витрат часу у порівнянні із тривалістю ремонту інших деталей супорта.

При ремонті каретки відновленню підлягають:

1) паралельність поверхонь 1 - 4 напрямних (рис. 4.1) до осі 5 гвинта поперечної подачі;

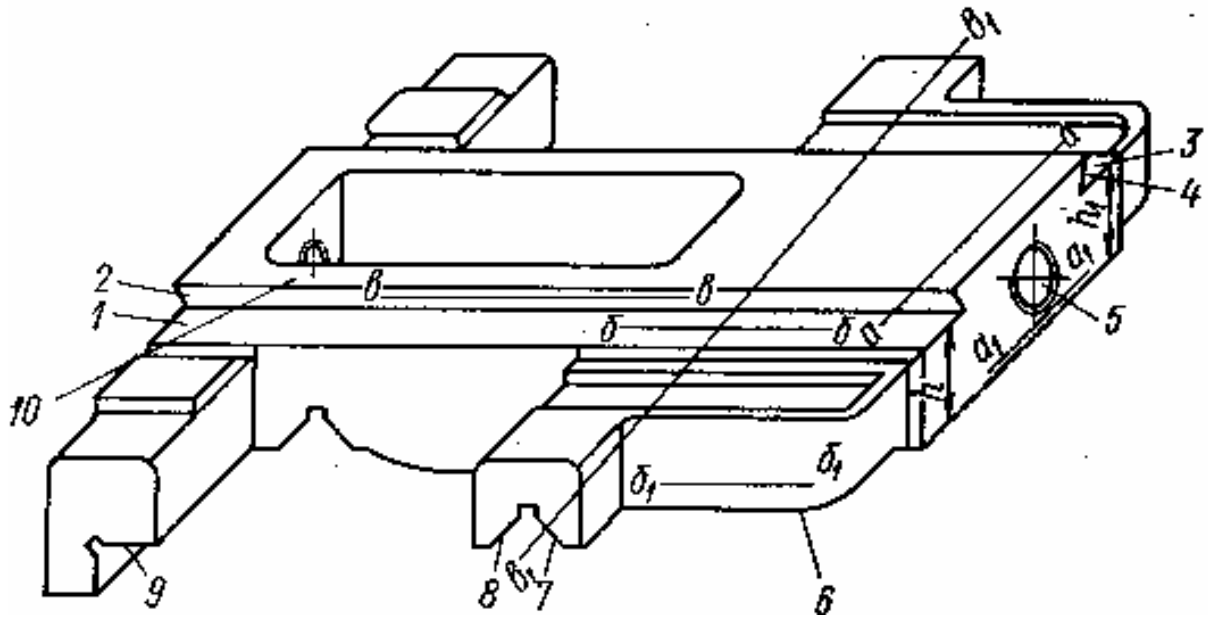


Рис. 4.1. Каретка супорта токарно-гвинторізного верстата моделі 1К62

- 2) паралельність поверхонь 1, 3 до площини б для кріплення фартуха (по лініях аа, а₁а₁ і бб, б₁б₁);
- 3) перпендикулярність поперечних напрямних 2, 4;
- 4) перпендикулярність поверхні б каретки для кріплення фартуха до площини для кріплення коробки подач на станині;
- 5) паралельність напрямних 7 - 9 до поверхні б;
- б) співвісність отворів фартуха для ходового гвинта, ходового вала, вала перемикачів та їх осей в коробці передач.

При ремонті напрямних каретки необхідно зберегти розмірні ланцюги зчеплення зубчастих коліс фартуха з рейкою та з механізмом поперечної подачі. Слід також відновити розмірні ланцюги ходового гвинта та ходового вала у фартуху з їх осями в коробці подач, в яких як компенсатори зносу на напрямних 7 - 9 каретки установлюють накладки. Широко використовувані на практиці методи перерахунку та коригування даних передач є в даному випадку непридатними, оскільки при їх реалізації порушуються відповідні розмірні ланцюги верстатів.

Не слід починати ремонт напрямних каретки з поверхонь, що контактують зі станиною, оскільки при цьому як би фіксується положення каретки, отримане внаслідок нерівномірного зносу напрямних, а відновлення всіх інших поверхонь вимагатиме невиправдано великих витрат часу. У зв'язку з цим, ремонт напрямних каретки починають з відновлення поверхонь 1 - 4 (див. рис. 4.1), що контактують з поперечними полозками супорта, тоді як з поверхні 10 знімають тонкий шар металу, що дозволяє надалі використовувати її як базу при ремонті.

Відновлення напрямних каретки шляхом установлення компенсаційних накладок

Операції відновлення напрямних каретки шляхом установлення компенсаційних накладок виконуються у такому порядку.

1. Каретку закріплену в пристосуванні (див. рис. 2.29) установлюють на столі поздовжньо-стругального верстата. В отвір під гвинт вставляють контрольний вал. За верхньою та боковою твірними виступаючої частині вала вивіряють правильність установлення каретки із дотриманням паралельності ходу столу з точністю 0,02 мм на довжині 300 мм, після чого закріплюють її. Перевірку здійснюють за допомогою індикатора, закріпленого на верстаті. Відхилення визначають під час руху столу.

2. Шліфують послідовно поверхні 1 і 3 (див. рис. 4.1) чашковим кругом конічної форми, зернистістю 36 - 46, твердістю СМ1 - СМ2, зі швидкістю різання 35 - 40 м/с та подачею 6 - 8 м/хв. Дані поверхні повинні знаходитись в одній площині і бути паралельними поверхні 6 по лініях a_1a_1 та b_1b_1 з точністю 0,02 мм.

Далі шліфують послідовно поверхні 2 і 4, при цьому допуск їх непрямолінійності, взаємної неперпендикулярності, а також непаралельності до осі гвинта складає 0,02 мм на всій довжині напрямних. Перевірку непаралельності здійснюють за допомогою пристосування, зображеного на рис. 2.9. Поверхні 1 - 4 можуть бути також відновлені з використанням способів чистового фрезерування або фінішного стругання.

3. Установлюють каретку площинами 1 і 3 на столі поздовжньо-стругального верстата з базуванням на чотири мірні пластини (на рисунку не показані). В отвір під гвинт вставляють контрольний вал.

Вивіряють правильність установлення каретки на паралельність поперечному ходу супорта з точністю 0,02 мм на довжині 300 мм. Перевірку здійснюють індикатором, закріпленим в різцетримачі, за верхньою та боковою твірними виступаючої частини контрольного вала. На поверхні 1 і 2 (рис. 4.2) установлюють контрольний вал 4 і за допомогою магнітного стояка з індикатором вимірюють відстань a від

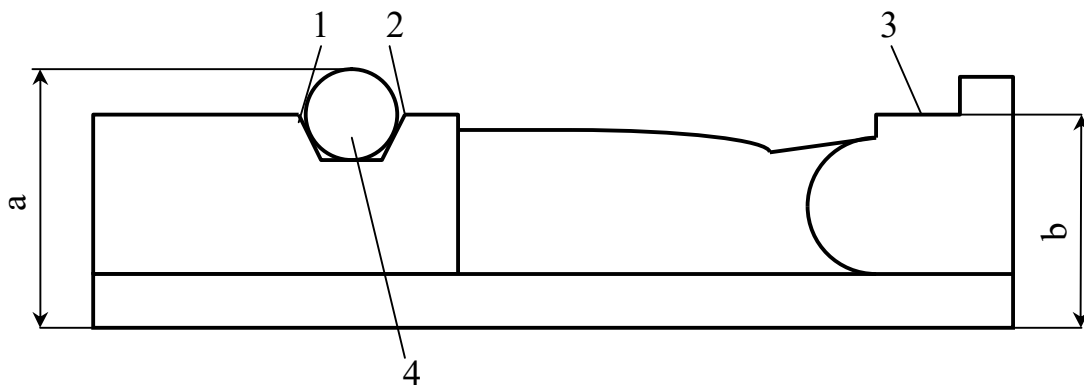


Рис. 4.2. Схема визначення величини шару металу, що необхідно зняти з поздовжніх напрямних каретки супорта

поверхні столу до верхньої твірної контрольного вала. Вимірювання проводять на обох кінцях вала. Визначають також розмір **b** від поверхні столу до поверхні 3 каретки.

4. Стругають послідовно поверхні 1 - 3. Параметр шорсткості $Ra = 40 - 20$ мкм. При обробці поверхонь 1 і 2 слід знімати мінімальний шар металу до усунення зносу. Якщо знос даних поверхонь менший 1 мм, з них необхідно зістругати більший шар металу, з тим, щоб товщина установлюваних накладок була не меншою ніж 3 мм. Завдяки цьому передня частина каретки в місці закріплення фартуха буде розташовуватись трохи вище, ніж задня. Допускається відхилення 0,05 мм на довжині 300 мм. Наявність даного відхилення забезпечить збільшення терміну експлуатації верстата без ремонту, оскільки при осадці супорта він буде спочатку вирівнюватись, а лише потім почнеться його зворотний перекид. Далі на поверхні 1 і 2 знов укладають контрольний вал 4 і повторно визначають отриману після стругання відстань **a** описаним вище способом. Дана відстань визначатиме величину знятого з поверхонь 1 і 2 припуску.

При струганні поверхні 3 знімають шар металу, товщина якого складається з отриманого розміру перекосу (див. операцію 1), знятого з поверхонь 1 і 2 шару металу та припуску на знос (0,1 мм). Далі з метою контролю вимірюють відстань **b**, яку віднімають від початкового значення даної відстані (див. операцію 3). Різниця результатів двох описаних вимірів буде відповідати величині знятого шару металу. За контрольним шаблоном, що визначає заданий профіль напрямних станини перевіряють фактичну конфігурацію оброблених поверхонь.

5. У виступах каретки, що розташовуються над напрямними станини, свердлять зверху чотири наскрізні отвори, в яких нарізають різьбу та установлюють чотири технологічні гвинти 5 і 6 з гайками (рис. 4.3). Ще два різьбові отвори виконують на краях задньої вертикальної стінки каретки, в яких також установлюють гвинти з гайками (на рисунку не показані).

6. Каретку 10 з установленими на ній поперечними ползками, накладають на відремонтовані напрямні станини, закріплюють задню притискну планку, установлюють фартух 9, ходові вал 11 та гвинт 12, з'єднують їх з коробкою подач 13 та монтують кронштейн для підтримання гвинта та вала (на рисунку не показаний).

На напрямні станини установлюють пристосування з контрольним кутником 1, а на поверхню ползків – два рівні з ціною поділки 0,02 на довжині 1000 мм та стояк з індикатором 2. Рівень 4 закріплюють паралельно повздовжнім напрямним станини, а рівень 3 – перпендикулярно до них. Крім цього, на напрямні установлюють універсальний місток 7 та колону 8 з двома індикаторами.

7. Положення каретки вивіряють за допомогою гвинтів 5, 6 таким чином, щоб бульбочки в ампулах рівнів установились біля нульових

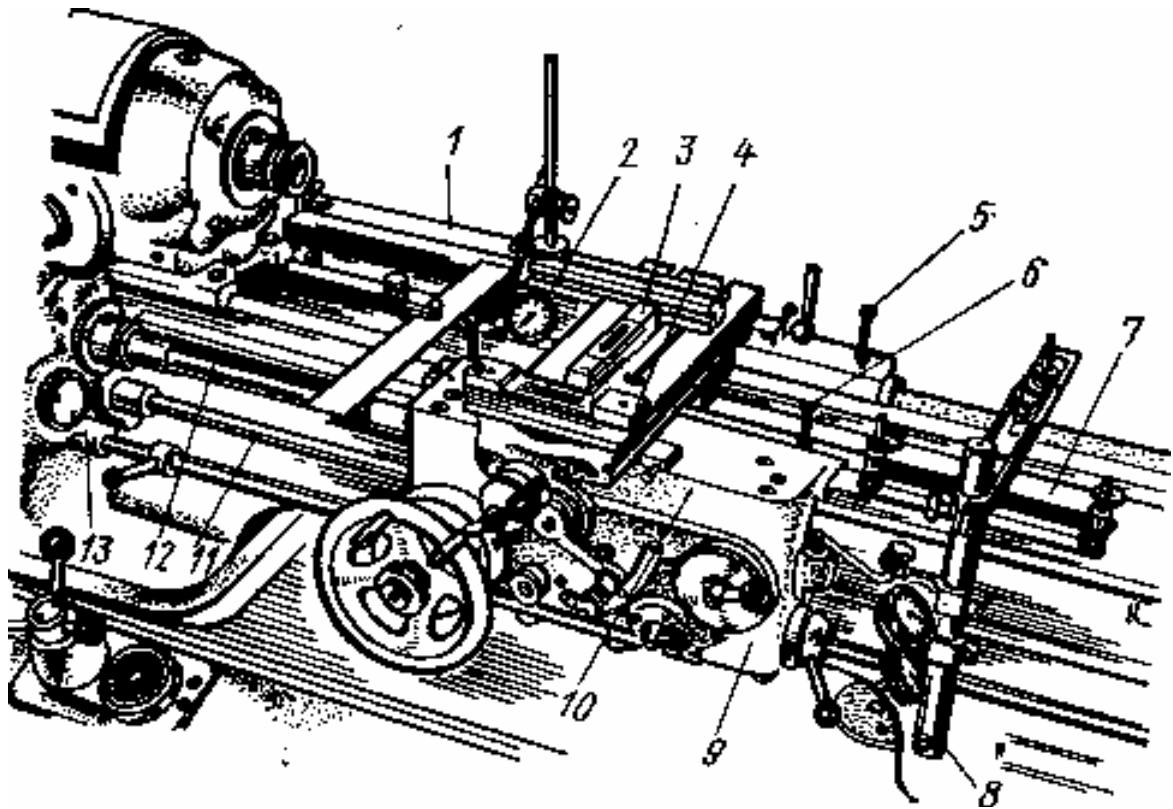


Рис. 4.3. Схема регулювання положення каретки супорта гвинтами

позначок, при цьому контролюють неспіввісність осей ходових вала та гвинта з осями отворів для них, виконаних у фартуху, коробці подач та підтримуючому кронштейні. Перевірка здійснюється з використанням індикаторів, закріплених на колоні 8, при переміщенні містка 7 вздовж напрямних станини. Одночасно за допомогою гвинтів, загвинчених в задню вертикальну стінку каретки забезпечують перпендикулярність поперечних напрямних каретки до грані вивіреного кутника, при цьому контроль та регулювання ведуть із застосуванням індикатора 2, що періодично переміщується разом з поперечними ползками.

При регулюванні добиваються: неспіввісності отворів для ходових гвинта та вала в межах 0,1 мм; непаралельності площини каретки для фартуха до напрямних - 0,03 мм (контроль за рівнем 4); неперпендикулярності площини каретки в поперечному напрямку до площини для кріплення коробки подач на станині у бік збільшення кута - 0,05 мм (контроль за рівнем 3) і неперпендикулярності повздовжніх та поперечних напрямних каретки - 0,01 мм на довжині 200 мм (контроль за допомогою пристосування 1).

Після вивірення положення каретки та законтрювання гайками шістьох регулювальних гвинтів, пристосування, ходові гвинт та вал, а також фартух знімають з верстата. Проводять вимірювання величин зазорів між поверхнями напрямних станини та каретки. За отриманими даними виготовляють накладки (доточування) з чавуну, пластмаси або бронзи з припуском 0,1 - 0,3 мм під шабрування. З поверхнями каретки

накладки з'єднують за допомогою клею. Перед склеюванням в середині з'єднаних поверхонь накладок та каретки свердлять по одному наскрізному отвору під штифт для забезпечення їх додаткової фіксації.

8. Постругані без шабрування поверхні каретки ретельно обезжирюють авіаційним бензином за допомогою тампонів зі світлої тканини. Так само проводять обезжирювання поверхонь накладок (дані поверхні заздалегідь зачищають наждачним папером або піддають піскоструминній обробці). Знежирені поверхні сушать, витримуючи на повітрі протягом 15 - 20 хв.

9. Готують епоксидний клей з розрахунку 0,2 г на 1 см² поверхонь, що склеюються. За допомогою шпателя наносять на кожну з них тонкий шар клею. Накладки, змащені клеєм, кладуть на поверхні каретки, з якими вони з'єднуються, злегка притирають для видалення бульбашок повітря, суміщають отвори і заводять в них штифти для запобігання зсуву накладок під час затвердіння клею. На напрямні станини з метою усунення ймовірності потрапляння на них клею укладають лист паперу, на який без притискання установлюють каретку. Після затвердіння клею, що триває 24 год при температурі 18 - 20 °С, слід зняти каретку з напрямних станини і видалити лист паперу.

10. На накладках виконують змащувальні канавки, після чого шабрують поверхні каретки по напрямних станини. Необхідно також за допомогою пристосування, показаного на рис. 2.11,а, перевірити неперпендикулярність повздовжніх напрямних до поперечних напрямних каретки. Допускається відхилення (угнутість) не більше 0,02 мм на довжині 200 мм. Неперпендикулярність площини каретки до поверхні для кріплення коробки подач на станині перевіряють за допомогою рівня (див. рис. 4.3, позиція 3). Допускається відхилення не більше 0,05 мм на довжині 300 мм.

Відновлення напрямних каретки з використанням пластмас, що швидко твердіють

Окрім тільки що розглянутого способу ремонту напрямних каретки шляхом установлення на них компенсаційних накладок, достатнє поширення одержав ще один спосіб, при реалізації якого для відновлення поверхонь напрямних застосовують пластмаси, що швидко твердіють. Здійснення даного способу дозволяє забезпечити геометричну точність координат каретки та зберегти первинні розмірні ланцюги, що з'єднують її з фартухом, коробкою подач, кронштейнами, ходовими гвинтом та валом. Спосіб є менш трудомістким ніж попередній, разом з тим його реалізація дозволяє досягти кращих ремонтних та експлуатаційних параметрів верстата. При цьому відновлювальні операції виконуються у такій послідовності.

1. З поверхонь каретки, що контактують зі станиною, зістругують шар металу товщиною 2 - 3 мм (параметр шорсткості Ra = 80 - 40 мкм) або

знімають нарощений раніше шар пластмаси (якщо напрямні були покриті пластмасами марок СХЕ-2, СХЕ-3, їх можна видалити з використанням наждачного паперу, без стругання).

2. Виконують операції 5 - 7 попереднього технологічного процесу ремонту.

3. Простругані поверхні каретки ретельно обезжирюють за допомогою тампонів зі світлої тканини, змочених в ацетоні. Обезжирення вважають завершеним лише в тому випадку, якщо після протирання напрямних черговим тампоном, він залишиться чистим. Далі обезжирені поверхні просушуються протягом 15 - 20 хв.

4. На відремонтовані напрямні станини наносять тонкий рівномірний ізоляційний шар господарського мила, що призначений для захисту їх від зчеплення з акрилопластом.

5. За допомогою пластиліну здійснюють герметизацію щілин між станиною та кареткою з обох її торців, з боку фартуха та задньої притискної планки по їх периферії; на торцях виступів каретки закріплюють чотири пластилінові лійки для заливання акрилопласта в порожнини між кареткою та станиною.

6. Розчин акрилопласта заливають через лійки, що розташовуються з одної сторони каретки. Заливання припиняють в момент досягнення однакового рівня розчину в обох лійках над кожною напрямною. Витримують каретку на станині протягом 2 - 3 год при температурі 18 - 20 °С, після чого вивертають технологічні гвинти та установлюють замість них різьбові пробки або заливають отвори акрилопластом [9].

7. Знімають каретку з напрямних станини, видаляють пластилін та припливи пластика, виконують канавки для мастила, при цьому шабрування відновлених поверхонь не потрібне.

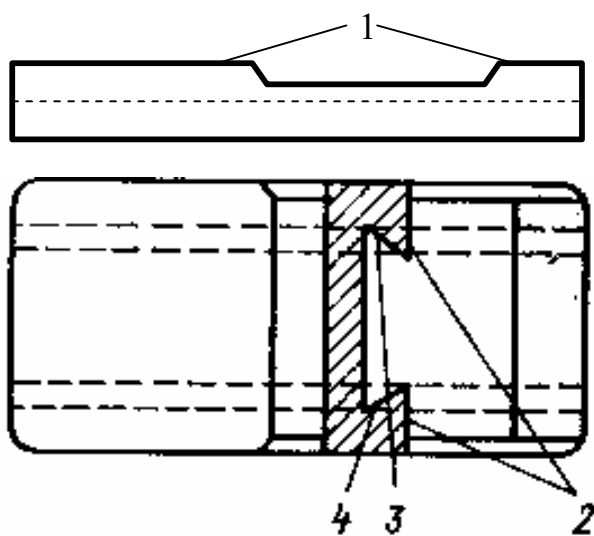


Рис. 4.4. Поперечні полоски супорта

Ремонт поперечних полозків

При ремонті полозків домагаються прямолінійності поверхонь 1 - 4 (рис. 4.4), а також взаємної паралельності поверхонь 1 і 2. В більшості випадків полозки відновлюють з використанням методу шліфування, що забезпечує необхідні точність та шорсткість поверхонь ($Ra = 1,25 - 0,63$ мкм). При ремонті поперечних полозків виконуються такі операції.

1. Проводять зачищення поверхонь 2 - 4 від задирок та

подряпин і перевіряють їх прямолінійність.

2. Установлюють полозки поверхнями 2 на магнітний стіл плоскошліфувального верстата і шліфують начисто поверхню 1. Нагрів деталі при шліфуванні не допускається; допуск площинності 0,02 мм.

3. Установлюють полозки шліфованою поверхнею на магнітний стіл і шліфують поверхню 2, витримуючи її паралельність поверхні 1. Допуск непаралельності 0,02 мм. Вимірювання проводять за допомогою мікрометра в трьох-чотирьох точках з кожної сторони.

4. Вивіряють поверхню 4 на паралельність ходу столу за індикатором. Допуск непаралельності 0,02 мм на всій довжині деталі. Установлюють шліфувальну головку верстата під кутом 45° і шліфують поверхню 4 торцем чашкового круга.

5. Вивіряють поверхню 3 на паралельність ходу столу верстата і шліфують її так само, як і при виконанні операції 4.

6. Установлюють полозки поверхнями 2 - 4 на відремонтовані напрямні та перевіряють величину зазору між ними (щуп товщиною 0,03 мм повинен закусуватись між контактуючими поверхнями каретки та полозків). Якщо щуп проходить не закусуючись, необхідно шабрувати поверхні 2 - 4.

Детальний опис технології ремонту поворотних та верхніх полозків супорта токарно-гвинторізного верстата, який також здійснюється з використанням методу шліфування, наведений в роботі [2].

4.3. Ремонт корпусу передньої бабки

Якщо знос отворів в корпусі передньої бабки під підшипники кочення шпинделя є відносно великим і не може бути скомпенсованим відповідним регулюванням підшипників, тоді відновлення отворів здійснюється шляхом розточування та подальшого запресування або установлення в них на клею втулок, що служать базовими елементами для підшипників.

При використанні першого способу ремонт корпусу передньої бабки проводять у такій послідовності.

1. За допомогою шабера проводять зачищення задирок на поверхнях 8, 10 (рис. 4.5, а) корпусу передньої бабки 3 та в отворах 1, 4 під підшипники.

2. Виконують розточування зношених отворів 1, 4 для подальшого запресування в них втулок. З цією метою корпус передньої бабки 3 закріплюють на столі 9 горизонтально-розточувального верстата. Вивірення точності установлення здійснюють по необроблених поверхнях отворів 1, 4 за допомогою індикаторів 2 і 5, закріплених на оправці 7, що, в свою чергу, вставлена в отвір шпинделя 6 горизонтально-розточувального верстата (вісь шпинделя має бути паралельною поверхням 8, 10) – допустиме відхилення 0,05 мм на довжині корпусу бабки, точність установлення 0,01 мм. При розточуванні отворів 1, 4 враховують, що

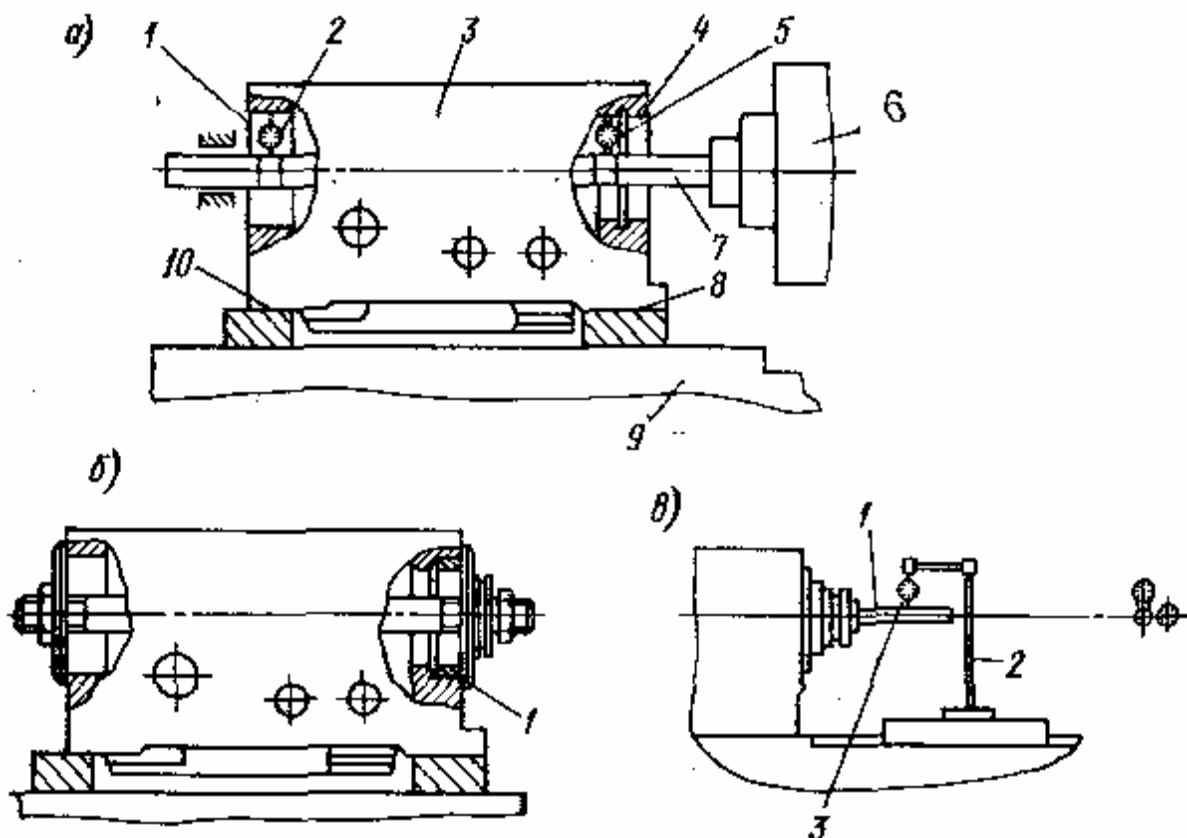


Рис. 4.5. Схеми ремонту корпусу передньої бабки

внутрішній діаметр втулки повинен дорівнювати зовнішньому діаметру підшипника, що в неї запресовується мінус припуск на розточування, тоді як зовнішній діаметр втулки має бути рівним внутрішньому діаметру плюс 15 - 16 мм. Допустиме радіальне биття – 0,01 мм на довжині 300 мм.

3. Виготовлені втулки 1 (рис. 4.5, б) запресовують у корпус ремонтної бабки. Далі виконують розточування внутрішніх діаметрів та підрізку торців втулок для запресування в них підшипників (допуск радіального биття 0,01 мм).

4. Корпус передньої бабки установлюють на відремонтовані напрямні станини і здійснюють вивірення паралельності поверхонь 8, 10 (див. рис. 4.5, а), при необхідності забезпечуючи її обробкою шабруванням. Після завершення монтажу підшипників та шпинделя в конічний отвір останнього вставляють контрольну оправку 1 (рис. 4.5, в) і за допомогою індикатора 3, установленного на стояку 2, перевіряють паралельність осі шпинделя в горизонтальній та вертикальній площинах. Під час перевірки стояк з індикатором пересувають по напрямних станини на всю довжину оправки. За наявності недопустимих відхилень, дефект усувається шабруванням основи корпусу (опорних поверхонь) передньої бабки. Допуск непаралельності вільного кінця оправки до осі шпинделя: у вертикальній площині вісь оправки може розташовуватись тільки вище осі передньої опори (0,02 мм на довжині 300 мм), а у горизонтальній площині - відхилятися тільки у бік різця.

5. Проводять ремонт напрямних передньої бабки, для чого установлюють її на вивірені за рівнем напрямні станини верстата; в конічний отвір шпинделя вставляють контрольну оправку 1 (див. рис. 4.5, в). На каретку супорта або на універсальний місток установлюють стояк 2 з індикатором 3, вимірювальний штифт якого послідовно підводять до верхньої та бокової твірних оправки. Визначають відхилення від паралельності при переміщенні каретки по напрямних станини. Виконують шабрування напрямних з врахуванням одержаних відхилень. Допуск непаралельності у вертикальній площині 0,02 мм, у горизонтальній площині - 0,01 мм на довжині 300 мм. Вільний кінець оправки може відхилятися тільки вгору та у бік різця.

4.4. Ремонт задньої бабки

При ремонті задньої бабки відновлюють точність з'єднання поверхонь містка зі станиною та корпусом бабки, точність отвору корпуса та одновисокість центрів передньої і задньої бабок, відновлюють або знов виготовляють піноль, гвинт подачі та інші деталі.

Найбільш трудомісткими є операції з відновлення точності отвору в корпусі під піноль та відновлення одновисокості центрів. Отвір під піноль ремонтують за допомогою притирань з подальшим доведенням, послідовним розточуванням та притиранням або з використанням акрилопластів.

Перший спосіб звичайно застосовують при ремонті отворів, що мало зношені; в цьому випадку піноль замінюють новою, а допустиму різницю висот осей центрів A_{Δ} (див. рис. 1.5) відновлюють шляхом закріплення на напрямних корпуса задньої бабки компенсаційних накладок та зміни розміру A_1 .

Технологія другого способу ремонту задньої бабки включає операції розточування та притирання отвору в корпусі, а також виготовлення нової пінолі більшого діаметра. Спосіб застосовується при більшому зносі отвору бабки.

При використанні акрилопластів (третій спосіб) піноль не замінюють, а ремонтують. Даний спосіб ремонту є найбільш ефективним, оскільки для його реалізація потрібно в 3 - 5 разів менше часу та коштів ніж для здійснення кожного з двох перших способів.

При відновленні задньої бабки за допомогою другого способу (перший спосіб можна розглядати як його окремий випадок) виконують такі основні операції.

1. Здійснюють шабрування основи 9 корпуса 4 (рис. 4.6).

2. При недостатньо щільній фіксації корпуса бабки відносно виступу основи 9 (наявності зсувів корпуса) виконують фрезерування поперечних напрямних основи, після чого за допомогою клею або гвинтів закріплюють на них накладку.

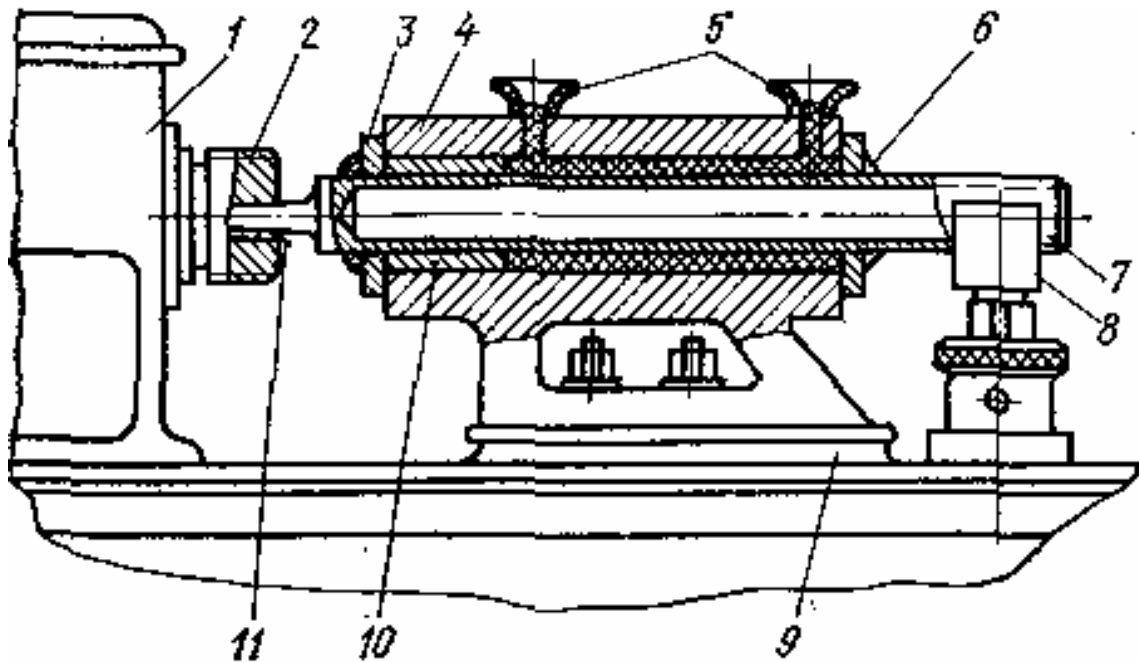


Рис. 4.6. Схема ремонту корпусу задньої бабки

3. Проводять шабрування поверхонь основи 9, що контактують з корпусом бабки. Виступ основи повинен щільно входити в паз корпусу (без люфту).

4. Шабрують поверхні основи 9 по напрямних станини верстата із забезпеченням їх горизонтальності з точністю 0,05 мм на 1000 мм довжини. Перевірку виконують за рівнем, що установлюється на основі 9 паралельно та перпендикулярно до напрямних станини. Станину попередньо перед цим установлюють та вивіряють за рівнем з дотриманням строго вертикального розташування площини для кріплення коробки подач.

5. З'єднують основу 9 з корпусом 4.

6. В шпинделі передньої бабки верстата закріплюють борштангу, вісь якої в місці закріплення різця повинна розташовуватись вище нормального положення осі шпинделя на 0,05 мм. З цією метою на супорті верстата установлюють магнітний стояк з індикатором годинникового типу, вимірювальний стержень якого підводять до верхньої твірної борштанги в місця закріплення різця, після чого фіксують дане положення. Послаблюють передні болти кріплення передньої бабки (вісь шпинделя має бути вивірена паралельно напрямним станини), за допомогою важеля дещо піднімають її торець, ближчий до передньої опори та підкладають під основу бабки фольгу товщиною 0,02 - 0,05 мм. Закріплюють бабку на станині, підводять вимірювальний штифт індикатора до верхньої твірної борштанги в місця закріплення різця і визначають її нове положення, при якому вісь борштанги повинна розташовуватись на 0,05 мм вище осі шпинделя.

7. Установлюють задню бабку між шпинделем та кареткою супорта і закріплюють на її основі вантаж для підвищення жорсткості.

8. За 2 - 3 проходи виконують розточування отвору під піноль (частота обертання шпинделя 250 об/хв, подача 0,1 мм/об). При цьому параметр шорсткості обробленої поверхні має бути не нижчим $Ra = 5 - 2,5$ мкм. Допуск циліндричності 0,02 мм, круглості - 0,01 мм.

9. За допомогою закріпленої в шпинделі розтискної оправки та наждачного паперу проводять шліфування отвору під піноль (частота обертання шпинделя 500 - 800 об/хв, подача 10 - 15 м/хв). Параметр шорсткості обробленої поверхні $Ra = 1,25 - 0,63$ мкм, допуск циліндричності 0,02 мм, круглості - 0,01 мм.

10. Здійснюють доведення отвору в корпусі задньої бабки за допомогою чавунного притирання (частота обертання шпинделя 200 - 300 об/хв, подача 5 - 8 м/хв). При цьому досягаються більш висока точність отвору та параметр шорсткості поверхні $Ra = 0,63 - 0,32$ мкм, допуск циліндричності 0,01 мм, круглості - 5 мкм.

11. Послаблюють болти кріплення корпуса передньої бабки. Видаляють фольгу з-під переднього кінця її основи та знов фіксують передню бабку на станині.

12. Складають задню бабку, установлюють виготовлену та пригнану за місцем піноль, рух якої має бути плавним та без люфтів. Примусова фіксація пінолі повинна бути безвідмовною та надійною.

13. Перевіряють положення пінолі відносно напрямних станини, а також збіг центрів передньої та задньої бабок.

Розглянутий технологічний процес відновлення задньої бабки, не дивлячись на значну його трудомісткість, досить широко застосовується на багатьох машинобудівних підприємствах.

Якщо ремонт задньої бабки здійснюється з використанням акрилопластів (бутакрилу), то на відміну від двох перших способів, усувається необхідність виконання операцій точного розточування та доведення отвору в корпусі, крім цього, з'являється можливість збереження старої пінолі.

При реалізації третього способу технологічний процес відновлення отвору в корпусі задньої бабки включає такі операції.

1. Виконують попереднє розточування отвору під піноль. Обробка ведеться на розточувальному або токарному верстаті, при цьому величина припуску, що знімається, не повинна перевищувати 1,5 - 2 мм на сторону. Параметр шорсткості $Ra = 80 - 40$ мкм. Допустимі відхилення форми отвору від круглості та циліндричності - 0,5 мм.

2. В шпиндель 2 (див. рис. 4.6) передньої бабки 1 верстата, вісь якого вивірена на паралельність до напрямних станини, вставляють порожню оправку 7. Зовнішній діаметр циліндричної частини оправки повинен бути на 0,01 мм більшим діаметра незношеної пінолі. Оправка установлюється з ексцентриситетом 0,07 - 0,08 мм відносно осі шпинделя, для чого ще до

установлення в його конічний отвір закладають прокладку 11 у формі усіченого конуса товщиною 0,07 - 0,08 мм. Матеріалом для прокладки служить папір або фольга.

3. При обертанні шпинделя 2 перевіряють биття оправки, що не повинно перевищувати 0,15 - 0,18 мм, після чого шпиндель установлюють в положення, при якому твірна оправки з найбільшим додатним ексцентриситетом розташовується над віссю шпинделя. Описане установлення оправки забезпечить задану технічними умовами різницю висот центрів передньої і задньої бабок, що має складати 0,05 - 0,07 мм.

4. В стінці циліндричної частини корпусу задньої бабки, на лінії її верхньої твірної, перпендикулярно до основи свердлять два наскрізні радіальні отвори діаметром 6 - 8 мм.

5. За допомогою тампона з білої тканини, змоченого авіаційним бензином, обезжирюють поверхню розточеного в корпусі під піноль отвору та просушують її у приміщенні при температурі 18 - 20 °С протягом 15 - 20 хв, до повного випаровування розчинника.

6. З використанням тампона наносять на оправку рівномірний і тонкий шар мила, установлюють та закріплюють болтами на станині корпусу задньої бабки 4 та призму 8. Здійснюють регулювання останньої по висоті з тим, щоб вісь оправки 7 з боку її вільного кінця розташовувалася на 0,02 мм нижче осі шпинделя 2.

7. За допомогою кілець 3 та пластиліну 6 герметизують з обох сторін отвір під піноль. Над просвердленими в стінці циліндричної частини корпусу отворами, закріплюють пластилінові лійки 5.

8. Підготовлений розчин акрилопласта заливають через одну з лійок в середину корпусу задньої бабки. Заливання завершують в момент, коли маса акрилопласта заповнить обидві лійки до рівня верхньої твірної корпусу бабки.

9. Залиту бабку витримують на місці не менше 2 год при температурі 18 - 20 °С.

10. Знімають бабку зі станини, очищують її корпус від пластиліну та приливів пластика, виконують змачувальні канавки та шпонковий паз, свердлять отвори, після чого складають задню бабку.

Практика експлуатації задніх бабок, відновлених акрилопластом, показала їх високу довговічність особливо при використанні в тих випадках, коли піноль є довшою за корпус на величину її переміщення. Останнє забезпечує постійність площі контакту пінолі з відновленою поверхнею.

В бабках, в яких довжина пінолі дорівнює довжині корпусу або є дещо меншою за неї, при зміщенні пінолі у крайнє ліве положення площа її контакту з корпусом, а разом з тим і жорсткість з'єднання - зменшуються. З метою усунення даного недоліку новатори-ремонтники додатково застосовують в конструкції задньої бабки напрямну втулку 10 (див. рис. 4.6), що виготовляється з цементованої сталі з внутрішнім діаметром

відповідним діаметру пінолі. Внутрішня поверхня втулки 10 перед установленням її в корпус бабки піддається гартуванню.

Установлюють втулку в розточці, що виконується в акрилопласті в корпусі задньої бабки і довжина якої складає одну третину довжини корпусу. Обробку ведуть різцем, що закріплюється за допомогою тримача в шпинделі верстата. При цьому під час налагодження різця положення його вершини відносно осі шпинделя визначається з врахуванням діаметра втулки та товщини клейового шару (0,04 - 0,05 мм) між втулкою та корпусом бабки. Далі втулку на клею установлюють в корпус бабки і заводять в неї піноль, що забезпечує центрування втулки з відновленим отвором. Після затвердіння клею здійснюють остаточне складання бабки. Відновлена в такий спосіб задня бабка має високі жорсткість та довговічність, що допускає її експлуатацію при значних навантаженнях.

5. Особливості технічного обслуговування та ремонту верстатів з ЧПК

5.1. Відмітні конструктивні особливості верстатів з ЧПК

До металорізальних верстатів з ЧПК висуваються підвищені вимоги щодо жорсткості, надійності та точності, для дотримання яких разом з іншими заходами проводять удосконалення конструкції окремих складальних одиниць, змінюють компонування верстата, збільшують число керованих координат. У верстатах, що випускаються серійно, широке розповсюдження отримали гідравлічний та тиристорний електромеханічний приводи. Крім цього, застосовуються автоматична зміна інструментів, цифрова індикація величини переміщень виконавчих елементів тощо.

Станини, стояки, столи та інші базові складальні одиниці обладнання з ЧПК виготовляють з додатковими ребрами жорсткості та оснащують накладними загартованими напрямними, які разом з опорами кочення утворюють напрямні кочення з попереднім натягом. Такі напрямні завдяки відсутності в них зазорів забезпечують високу жорсткість, легкість та рівномірність рухів, в тому числі і повільних, запобігають переорієнтації виконавчих елементів при реверсах та провисанню консольних складальних одиниць, що переміщуються у вертикальному напрямку.

Підвищена жорсткість механізмів шпинделів забезпечується за рахунок збільшення їх діаметрів, а також посилення опор шляхом установлення в них додаткових підшипників кочення з попереднім натягом. Крім цього, в шпиндельні вузли вбудовуються пристрої для автоматичної фіксації та звільнення інструментів.

Приводи головного руху та подач виконують з кінематичними ланцюгами мінімальної довжини, що дозволяє досягти високої точності виконання команд. З цією ж метою в приводах подач широко використовуються безззорні пари, а також безззорні зубчаті передачі. Останні в поєднанні з напрямними кочення або гідростатичними напрямними виконавчих механізмів (столів, супортів тощо) забезпечують високу динамічну жорсткість, плавність переміщення та стабільність робочих параметрів при найнижчих швидкостях.

В приводах головного руху, механізмах подач та зміни інструментів використовуються електромагнітні муфти, що дозволяє здійснювати автоматичне перемикання швидкостей, реверсування та гальмування виконавчих елементів. Широке застосування передач з безшпонковими з'єднаннями забезпечує зручне та якісне складання механізмів приводів, а також можливість ефективного регулювання розрахункового моменту $M_{кр}$ на вихідному валу, при недопустимому збільшенні якого, шестерня або зірка починає проковзувати на валу, кінематичний ланцюг розмикається, а механізми та вузли захищаються від пошкоджень та поломок.

З метою дотримання заданої точності позиціонування використовуються високомоментні електродвигуни постійного струму, вали яких утворюють безшпонкові з'єднання з гвинтами подач верстата. Останнє сприяє також підвищенню жорсткості передачі і забезпечує мінімальну довжину кінематичних ланцюгів. Крім цього, знайшли застосування комплекти електродвигунів з гідропідсилювачами моментів, що служать для керування більш потужними приводами та пристроями.

Верстати оснащуються автоматичними затискачами виконавчих елементів, що забезпечують їх повну зупинку, варіаторами частот обертання шпинделів, автоматичними коробками передач і т.д.

Висока точність механічної обробки досягається завдяки застосуванню вимірювальних систем на базі датчиків зворотного зв'язку з високою роздільною спроможністю. Крім того, на 10 - 30 % посилюють допуски на деталі складальних одиниць верстата.

5.2. Технічне обслуговування верстатів з ЧПК

При експлуатації верстатів з ЧПК, як і при використанні будь-якого іншого технологічного обладнання відбувається поступове погіршення параметрів їх точності, однією з причин якого є виникнення або збільшення зазорів в кінематичних ланцюгах, що в свою чергу, обумовлюють наявність мертвого ходу (люфту) в механічних передачах (гвинтових, зубчатих і т. д.).

За величиною фактичних та допустимих зазорів можна визначити точність та технічний стан механічної передачі, а також розробити та реалізувати своєчасні раціональні заходи з усунення відхилень, якщо вони виявлені. У зв'язку із відміченою вище конструктивною складністю верстатів з ЧПК та з врахуванням того, що вони є найбільш ефективним засобом автоматизації дрібносерійного виробництва, вважається необхідним проведення більш частого, якісного та комплексного технічного обслуговування даного обладнання для підтримання його високої надійності та збереження первинної точності

Технічне обслуговування верстатів з ЧПК повинне бути щоденним. Розрізняють два види планового технічного обслуговування та два види ремонтів верстатів з ЧПК - поточний та капітальний. Періодичність проведення ремонтів та технічного обслуговування визначають за фактичним оперативним часом роботи верстата, а також з врахуванням його складності [1].

Щоденне технічне обслуговування під час експлуатації верстата з ЧПК виконує персонал, що відповідає за його роботу (оператори, наладчики-механіки, гідравліки, наладчики ПЧПК, електрики, мастильники). В щоденне технічне обслуговування входить огляд елементів, механізмів, та пристроїв ЧПК, гідро- і пневмосистем верстата, контроль його технічного стану (відсутності шуму та вібрацій механізмів, перегрівання підшипників, ударів в механізмах та гідросистемах, витоків

робочої рідини або стисненого повітря, справності роботи стрічкопротяжних трактів і фотозчитувачів, рівномірності протягування стрічки, оптимальності зусилля її натягу і т.п.).

Під час щоденного обслуговування необхідно також виконувати чищення зчитуючої магнітної головки, тракту протягування стрічки, вузлів та деталей механічної частини верстата, здійснювати змащення, регулювання та заміну складальних одиниць, механізмів та деталей верстата, перевірку та налагодження гідро- і електроприводів, систем керування ними. Крім цього, щоденно за результатами огляду проводять роботи з усунення несправностей та відмов у верстаті.

Планове технічне обслуговування верстатів з ЧПК, як і обслуговування іншого технологічного обладнання здійснюється комплексними ремонтними бригадами або спеціалізованими підрозділами підприємства за відповідними планами-графіками [1].

Планове технічне обслуговування першого виду виконують через кожні 335 год роботи верстата з ЧПК без розбирання його складальних одиниць та пристроїв. При цьому виявляють несправності та можливі відмови, проводять регулювання та настроювання вузлів і деталей, потребу в яких визначають за результатами зовнішнього огляду, за допомогою переносних вимірювальних приладів або на спеціальних стендах.

Основною метою планового технічного обслуговування першого виду є попередження відмов, поломок, прогресуючого зносу та втрати точності роботи обладнання. Детальний зміст та методика виконання операцій обслуговування регламентуються заводськими інструкціями, що постачаються в комплекті з верстатом. Як правило, воно включає такі види планових робіт: 1) роботи, виконувані при щоденному обслуговуванні; 2) поповнення або заміну робочої рідини та мастила в картерах верстата, перевірку надходження мастила до місць змащення; 3) заміну або очищення фільтрів, установлених в системах змащення та в гідроприводах верстата; 4) усунення витоків робочої рідини та її поповнення в баках і резервуарах; 5) усунення зазорів в з'єднаннях гвинтових пар та в редукторах датчиків зворотного зв'язку; 6) перевірку зазорів в напрямних, а також їх регулювання (виконується за потребою); 7) перевірку плавності ходу виконавчих елементів верстата і при необхідності її регулювання; 8) виявлення зношених деталей та їх заміну; 9) обтягування ослаблених кріпильних елементів нерухомих з'єднань верстата та фундаменту; 10) перевірку справності функціонування і за потребою регулювання шляхових перемикачів, обмежувачів, упорів, безконтактних датчиків переміщення, датчиків зворотного зв'язку тощо; 11) перевірку натягу пружин розвантаження, клинових пасів і т. п.; 12) очищення від пилу, бруду, масла, сторонніх предметів та стружки електрошаф, шаф пристроїв ЧПК, тиристорних перетворювачів, систем зв'язку; 13) перевірку та очищення колекторів електричних машин постійного струму, тахогенераторів та трансформаторів; 14) очищення та перевірку надійності

контактів релейної пускорегулювальної апаратури, з'єднувальних рознімачів та контактних затискачів; 15) перевірку та налагодження систем керування електроприводами; 16) перевірку роботи, регулювання та змащення стрічкопротяжних механізмів та транспортних зчитуючих пристроїв; 17) перевірку герметичності дверей шаф з електрообладнанням, пристроїв ЧПК, електроприводів, усунення виявлених при цьому несправностей.

Планове технічне обслуговування другого виду проводять через кожні 1000 год роботи верстата з ЧПК. Виконують його спеціалізовані підрозділи або ремонтні бригади у терміни, установлені планом-графіком технічного обслуговування та ремонту. До технічного обслуговування другого виду відносяться всі роботи з обслуговування першого виду, роботи, що пов'язані з частковим розбиранням пристроїв та складальних одиниць верстата, і крім того, такі додаткові операції: 1) вибирання зазорів в гвинтових парах, редукторах, регулювання плавності переміщення виконавчих елементів; 2) регулювання підшипників, фрикційних та електромагнітних муфт; 3) зачищення на поверхнях напрямних забоїн, подряпин та задирок; 4) обтягування та заміни кріпильних деталей, очищення, натягнення і заміна ланцюгів, пасів та гальмівних стрічок в стрічкопротяжних механізмах; 5) промивання картерів та заміни робочої рідини і мастила в гідроприводах та системах змащення верстата; 6) перевірки надійності кріплень електричних машин та пускорегулювальної апаратури, стану робочих поверхонь колекторів електричних машин, зносу щіток, регулювання щіткових механізмів; 7) перевірки заземлення електродротів, шаф електрообладнання та пристроїв ЧПК (перевірку виконують за допомогою мікрометра М 246 та моста М 316, при цьому опір будь-якого стику не повинен бути більшим 0,005 Ом, а опір шини заземлення - більшим 0,1 Ом); 8) проведення спеціальних вимірювань напруг та контролю форм сигналів в системах ЧПК, тиристорних перетворювачах, пристроях з'єднання, на входах функціональних груп схем; 9) заміни резисторів, конденсаторів, діодів, транзисторів, мікросхем, тиристорів, тумблерів, мікроперемикачів і т.п. елементів систем ЧПК, тиристорних перетворювачів та систем з'єднання; 10) перевірки за тест-програмою точності роботи верстата та пристрою ЧПК (при втраті точності усувають несправності, здійснюють підналагодження або регулювання верстата).

Плановий поточний ремонт верстата з ЧПК виконують для підтримання його працездатності. Ремонт включає операції з налагодження та регулювання, роботи з планового технічного обслуговування другого виду, операції заміни або відновлення окремих механізмів, складальних одиниць або пристроїв. Ремонт здійснюють за планом-графіком технічного обслуговування та ремонту силами комплексних або спеціалізованих бригад ремонтної служби підприємства.

Капітальний ремонт верстата виконують для компенсації його фізичного зносу та морального старіння, в результаті чого повністю відновлюється ресурс обладнання. Ремонт може супроводжуватись заміною або відновленням будь-яких складальних одиниць, механізмів, або деталей верстата, в тому числі і базових. Після ремонту проводиться повний комплекс випробувань верстата для визначення його придатності до подальшої експлуатації. Капітальний ремонт верстатів з ЧПК виконують бригади РМЦ за складеним планом-графіком технічного обслуговування та ремонту. Паралельно проводиться також і модернізація верстата.

Технологічний процес капітального ремонту верстата з ЧПК складається із сукупності таких, послідовно виконуваних операцій.

1. Огляд верстата та пристрою ЧПК, складання відомості дефектів.
2. Очищення верстата від стружки, бруду, пилу. Зливання робочої рідини, ЗОР та мастила з баків і резервуарів. Підготовка робочого місця біля верстата для проведення ремонту (здійснюється в тих випадках, коли ремонт виконується без зняття верстата з фундаменту і полягає у звільненні простору навколо верстата від деталей, заготовок, інструментів тощо та його ретельному прибиранні). Транспортування верстата до місця ремонту (виконується у випадку, якщо ремонт проводиться в РМЦ). Відповідальність за підготовку верстата для передачі його в капітальний ремонт лежить на начальнику виробничого цеху.

3. Розбирання верстата на складальні одиниці та деталі. Промивання, контроль та сортування останніх на групи: придатні; ті, що потребують ремонту та непридатні. Складання відомості дефектів на деталі (виконують після їх комплектування по складальних одиницях). Конструкторське опрацювання відомості дефектів та видача креслень для відновлення або заміни зношених деталей.

4. Ремонт деталей та складальних одиниць (капітальний ремонт електричної та електронної частини верстата з ЧПК виконують в об'ємі поточного ремонту).

5. Складання вузлів та агрегатів (виконується відповідно до вимог складальних креслень із забезпеченням точності взаємного розташування деталей). Випробовування складальних одиниць, механізмів та агрегатів. Загальне складання верстата. Перевірка функціонування вузлів та механізмів складеного верстата.

6. Обкатування та випробування верстата, що включають зовнішній огляд, випробовування на холостому ході і під навантаженням, випробовування на потужність, жорсткість, геометричну точність, перевірку точності та шорсткості обробленої на верстаті деталі.

Періодичність змащення та марки, використовуваних у верстатах з ЧПК мастил строго регламентовані в керівних матеріалах на пристрої та складальні одиниці. Для кожного верстата та стрічкопротяжного механізму ПЧПК необхідно розробити карти та схеми змащення (ГОСТ 23002—78).

Щоденне змащення виконує оператор верстата з ЧПК, щотижневе та періодичне змащення, а також заміну робочих рідин в гідросистемах проводять комплексні бригади або спеціалізовані підрозділи, що займаються технічним обслуговуванням верстатів з ЧПК.

5.3. Ремонт напрямних

Призначенням напрямних верстатів з ЧПК, так само як і напрямних будь-яких інших базових деталей, є зниження втрат потужності в приводі та підвищення точності робочих і допоміжних переміщень виконавчих елементів, для чого виконавчі поверхні напрямних повинні мати високу зносостійкість та низький коефіцієнт тертя. Вказаним вимогам відповідають гідростатичні напрямні ковзання та напрямні кочення, що можуть бути виконані з попереднім натягом і без попереднього натягу.

Напрямні з попереднім натягом або замкнені напрямні оснащуються додатковими притискними елементами (планками, клинцями, притискачами), що запобігають перекиданню складальних одиниць верстата. В напрямних без попереднього натягу (незамкнених напрямних) необхідна щільність контакту поверхонь забезпечується під дією сили, створюваною масою переміщуваного виконавчого елемента.

Гідростатичні напрямні верстатів з ЧПК (рис. 5.1) містять кишені 4, 5, виконані, як правило, у переміщуваному елементі привода (наприклад, у столі), в які насосом 1 під певним тиском подається робоча рідина. Витрати рідини регулюються за допомогою дроселів 3, 6 постійного опору, що визначається настройкою переливного клапана 2. Задана точність робочих та допоміжних переміщень виконавчих елементів забезпечується підтриманням за допомогою дроселів оптимальної товщини масляного шару в напрямних. З метою дотримання даної вимоги напрямні виготовляють з достатньо високою геометричною точністю.

Напрямні кочення залежно від типу використовуваних в них тіл кочення діляться на роликові, кулькові та голчасті. На рис. 5.2 показані призматичні накладні загартовані напрямні 1 - 4, між якими знаходяться

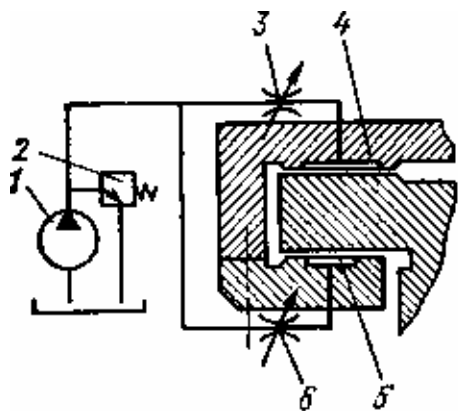


Рис. 5.1. Гідростатичні напрямні

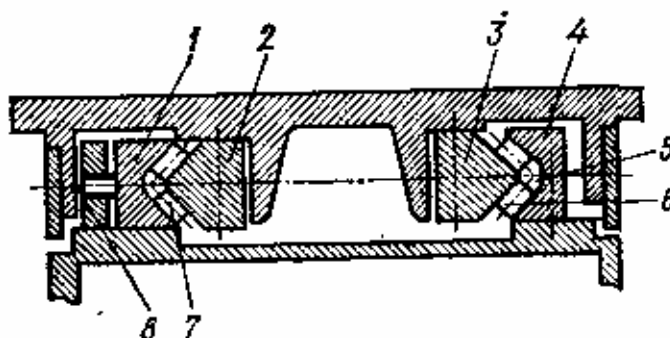


Рис. 5.2. Призматичні загартовані накладні напрямні

призматичні сепаратори 5 та комплекти роликів 6, 7. Попередній натяг роликів здійснюється за допомогою гвинтів 8. При роботі напрямних швидкість переміщення роликів відрізняється від швидкості сепараторів, у зв'язку з чим тіла кочення даного типу застосовуються в коротких напрямних, що забезпечують максимальний хід виконавчого елемента верстата в межах 1000 мм.

Значні експлуатаційні переваги мають опори кочення з циркуляційними роликами типу танкеток. Циркуляція роликів в таких опорах дає можливість застосовувати їх для здійснення переміщень будь-якої довжини. Установлюють танкетки на спеціальній платформі або в корпусі по одній, дві або три штуки, в залежності від навантаження та довжини ходу.

На рис. 5.3 показані опори кочення виробництва Воронежського заводу верстатобудування. Танкетка містить дві обойми 3, комплект роликів 2 та напрямні 4. Обойми 3 танкеток з'єднують з корпусом 1 за допомогою гвинтів 5 та штифтів 6. Під час руху виконавчого елемента ролики переміщуються відносно напрямних 7 верстата і одночасно циркулюють навколо напрямних 4 танкетки.

Ремонт напрямних верстатів з ЧПК, у тому числі і накладних, по яких переміщуються опори кочення здійснюється способами, розглянутими вище (див. розд. 3.2 та 4.1). Опори кочення є досить довговічними, проте і їх ресурс залежить від умов експлуатації, а також від якості та своєчасності технічного обслуговування, яке, в основному,

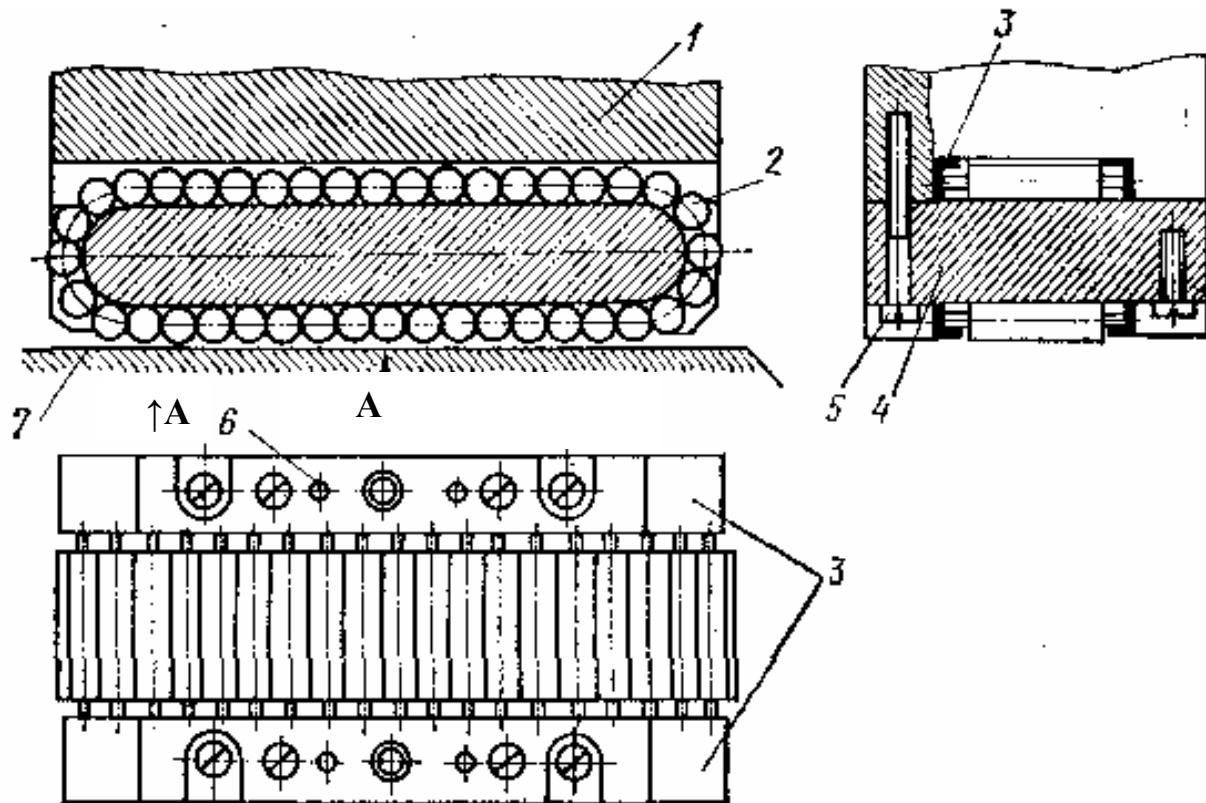


Рис. 5.3. Роликові напрямні кочення („танкетка”)

включає ті ж самі заходи, що і технічне обслуговування підшипників кочення.

Одною з основних технічних вимог, виконання яких дозволяє підвищити довговічність напрямних кочення, є забезпечення їх своєчасного та якісного змащення, а також надійного захисту від бруду, стружки та інших чужорідних частинок. Одночасно необхідно стежити за справністю кожухів, щитів, скребоків, обтирачів та інших захисних пристроїв.

В ряді випадків існуючі захисні пристрої оснащують додатковими засобами захисту, наприклад фартухами (рис. 5.4), які виконуються з дерматину, брезенту та інших подібних матеріалів. Один кінець фартуха з'єднується з виконавчим елементом верстата 2 (наприклад, з полозками супорта), а інший - з будь-якою деталлю станини (наприклад, з консоллю 1). При переміщенні виконавчого елемента фартух скочує по ролику 4, закріпленому на кронштейні 5, а постійність його натягу забезпечує вантаж 6, виконаний у вигляді вала з фланцями на торцях. Як показав практичний досвід експлуатації, використання подібних захисних засобів

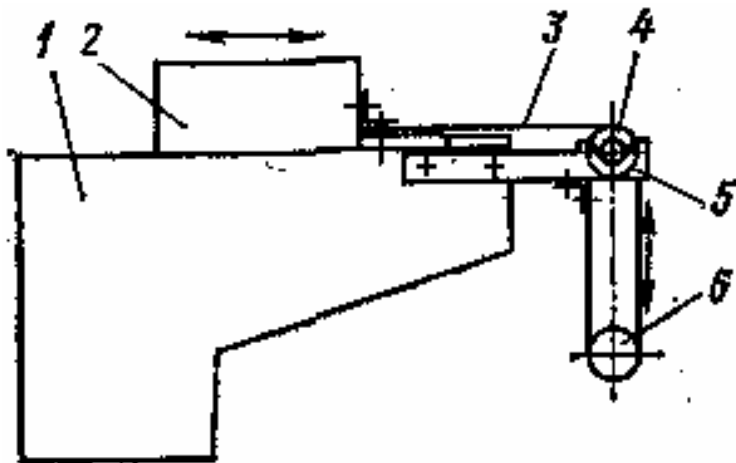


Рис. 5.4. Пристрій для додаткового захисту напрямних

дозволяє знизити витрати на технічне обслуговування та ремонт напрямних, а також підвищити їх довговічність.

Пошкоджені або зношені танкетки, як правило, замінюють новими, перед монтажем яких проводять ретельне зачищення та промивання в бензині з'єднаних поверхонь. Важливо також забезпечити одновисокість робочих поверхонь всіх

танкеток відносно базової поверхні складальної одиниці верстата (допуск різновисокості 2 мкм). При цьому недопустимі відхилення від одновисокості усувають підгонкою площадок, на яких монтуються танкетки.

5.4. Технічне обслуговування зубчатих передач та безшпонкових з'єднань у верстатах з ЧПК

Усунення зазорів в зубчатих передачах

Зубчаті передачі, що передають рух виконавчим елементам верстатів з ЧПК, часто виконують беззазорними. Усунення зазорів досягається різними способами, в тому числі зменшенням міжосьової відстані в передачі, кутовим зсувом розрізного прямозубого колеса, осьовим зсувом

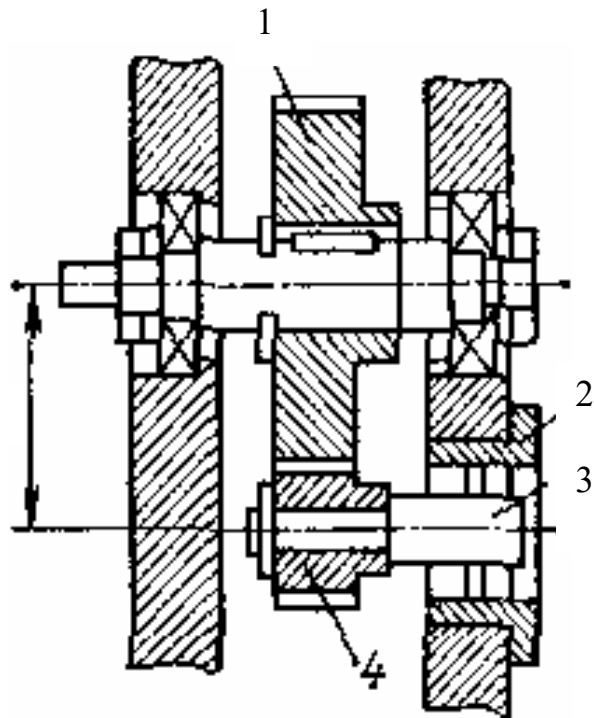


Рис. 5.5. Схема усунення зазору в зубчатій передачі шляхом радіального зміщення одного з коліс

бути усуненим шляхом радіального зближення коліс 1 та 4 (зміною міжосьової відстані). Реалізується дана зміна при повороті ексцентрикової втулки 2 з установленим в ній валом 3, на який, в свою чергу, насаджено колесо 4.

На рис. 5.6 показана беззазорна зубчата передача зі здвоєними косозубими колесами 5 і 7, між якими розташовуються дистанційні півкільця 2, 6, зафіксовані болтами 4. Колесо 7 посаджено на маточині колеса 5 по рухомій посадці і утримується від розвороту штифтами 3. Усунення зазору в даній зубчатій передачі здійснюють шляхом осьового зсуву колеса 7 відносно колеса 5, в результаті чого поверхні 8, 9 (див. вид А на рис. 5.6) кожної із западин коліс 5, 7 будуть введені у контакт з протилежними профілями кожного із зубців шестерні 1, які виявляться як би затисненими між відповідними парами найближчих сусідніх, розташованих навскоси зубців коліс 5, 7.

Регулювання зазору в передачі здійснюється у такій послідовності. Спочатку послаблюють болти 4 і виймають півкільця 2 і 6. Далі за допомогою болтів 4 підтискають колесо 7 до колеса 5 до тих пір, поки не буде дотримана вимога - відсутність люфту в передачі при зміні напрямку обертання коліс. Використовуючи щуп, з точністю до 0,01 мм, вимірюють зазор між внутрішніми торцями коліс 5 і 7 і за середнім значенням трьох вимірів на різних ділянках визначають розмір b , з врахуванням якого шліфують півкільця 3 і 6. Далі півкільця знов установлюють на місце і

двох однакових косозубих коліс і т.д. В черв'ячних передачах зазор усувають осьовим зсувом черв'яка, кутовим зсувом розрізного черв'ячного колеса та іншими способами.

Якщо обертальний момент від зубчатого колеса до вала або навпаки передавати за допомогою шпонок, в передачі часто виникають додаткові зазори, у зв'язку з чим в приводах верстатів з ЧПК частіше використовують з'єднання за допомогою пружинних розтискних кілець (безшпонкові з'єднання), що дозволяють передавати різні обертальні моменти, в тому числі і досить значні за величиною.

На рис. 5.5 зображена зубчата передача, зазор в якій може

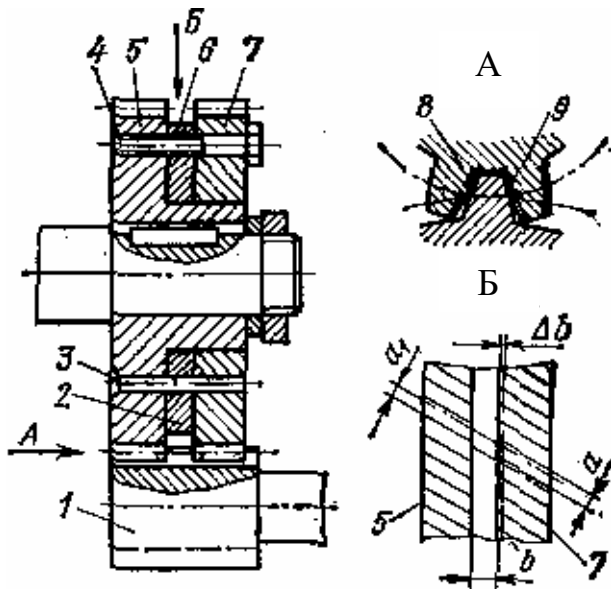


Рис. 5.6. Схема усунення зазорів в зубчатій передачі шляхом осьового зміщення одного з косозубих коліс

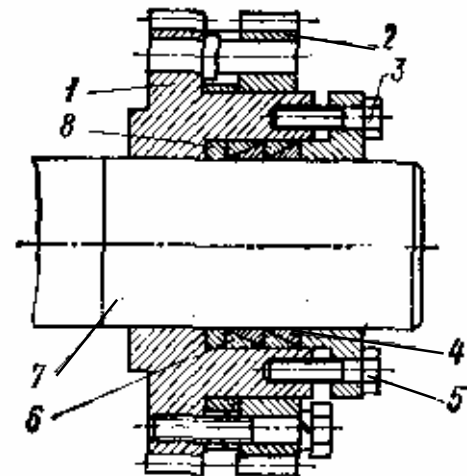


Рис. 5.7. Схема безшпонкового з'єднання зубчатого колеса з валом

з'єднують їх болтами 4, фіксуючи тим самим відносний зсув профілів зубців $a - a_1$ (див. вид Б на рис. 5.6).

Беззазорна передача з циліндричними зубчатими колесами відрізняється від косозубої тим, що в ній відсутні дистанційні півкільця, а замість штифта 3 (див. рис. 5.6) установлений ексцентрик з виступаючим хвостовиком у формі квадрата для ключа. Для зменшення зазору між циліндричними колесами, наприклад 5 і 7, послаблюють гвинти 4, за допомогою ексцентрика розвертають колесо 7 відносно колеса 5, а потім фіксують його нове положення болтами 4. При цьому досягається такий же ефект, як і в косозубій передачі, і зубці коліс 5 і 7 працюють протилежними профілями, наприклад 8 і 9.

Визначення зазорів в зубчатих передачах здійснюється за допомогою моментоміра, до рукоятки якого прикладають певний $M_{кр}$, величина якого вказується у керівництві з експлуатації верстата.

Регулювання безшпонкових з'єднань

В приводах верстатів з ЧПК все більш широке застосування знаходять безшпонкові з'єднання, що є досить зручними у складанні, і конструкція яких допускає ефективне регулювання у широких межах моментів $M_{кр}$.

На рис. 5.7 показана схема безшпонкового з'єднання шестерні 1 з валом 7, що забезпечується чотирма пружинними кільцями, з яких два кільця 4 охоплюють вал, а два інших кільця 6 контактують за зовнішнім діаметром з поверхнею отвору шестерні 1.

Регулювання здійснюється шляхом поступового затягування шести гвинтів 3, 5 у послідовності 1 - 4, 2 - 5, 3 - 6, при реалізації якого

усувається перекіс натискного фланця 2. Таким чином добиваються рівномірного стиснення кілець 4 та розтиснення кілець 6, зміщення яких в осьовому напрямку обмежені дистанційним кільцем 8. В результаті забезпечується надійне з'єднання виконавчих елементів передачі з гарантованим натягом та заданим моментом $M_{кр}$, який має бути в 1,5 раза більшим розрахункового. Так, наприклад, якщо в керівництві з експлуатації заданий максимальний момент $M_{кр} = 9,5$ кН·м, то регулювання припиняють при досягненні $M_k = 14$ кН·м. Контроль $M_{кр}$ здійснюють вручну динамометричним ключем [2], який через спеціальний перехідник з'єднують з вихідним валом привода, тоді як переміщення виконавчого елемента обмежують жорстким упором. Якщо з'єднання відрегульовано правильно, то після досягнення в ньому заданого $M_{кр}$ вал буде провертатись, забезпечуючи тим самим захист механізму від перевантажень та аварій.

5.5. Технічне обслуговування та ремонт передач гвинт – гайка кочення (ГГК)

Передача ГГК (часто її називають також кульковою гвинтовою парою КГП) є, як правило, прецизійною складальною одиницею і служить для перетворення обертального руху передавальних елементів приводів металорізальних верстатів, в тому числі і обладнання з ЧПК, - у поступальний рух виконавчих елементів (столів, супортів, консолей, головок шпинделів тощо).

У порівнянні з передачами гвинт - гайка ковзання передача ГГК має більш високі точність, жорсткість, довговічність, а використання її в приводі забезпечує мінімізацію втрат потужності на тертя при максимальній плавності переміщень навіть на найменших швидкостях. Конструкція даної передачі дозволяє створювати попередній натяг між елементами кочення і повністю усувати зазор в різьбі. Проте передачі ГГК мають і недоліки, основними з яких є складність та висока вартість виготовлення, технічного обслуговування та ремонту.

Типова гвинтова пара кочення містить гвинт, гайку та комплект кульок. При відносному обертанні гвинта та гайки, кульки перекочуються уздовж западин різьби, забезпечуючи зменшення моменту від тертя в передачі. Оскільки швидкість переміщення кульок відрізняється від швидкості ведучої та веденої ланок, в передачах ГГК виконують канали повернення у вигляді трубок, канавок або вкладишів, що з'єднують два або більше число витків та забезпечують постійну циркуляцію кульок.

Елементи кулькової гвинтової пари працюють переважно в умовах тертя кочення і якщо їх контактуючі поверхні захищені покриттями, знос елементів практично відсутній. Однак у випадку потрапляння в передачу сторонніх частинок інтенсивність зносу суттєво зростає. Вказаний знос є особливо небезпечним у зв'язку з тим, що допуски на розміри елементів пари та величина попереднього натягу в передачі вимірюються мікронами.

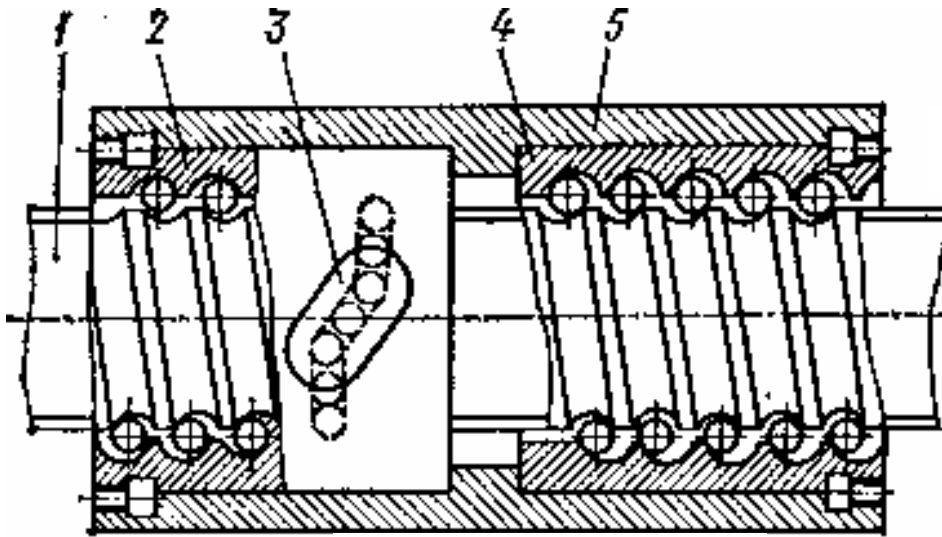


Рис. 5.8. Конструкція передачі ГГК

Вихід їх за допустимі межі приводить до зниження точності обробки на верстаті.

Аналіз причин виходу з ладу передач ГГК показав, що 65 % їх відмов пов'язані з недостатньо якісним технічним обслуговуванням. Останнє підтверджується наявністю в робочій зоні тіл кочення стружки, бруду, абразивного пилю та хімічних активних речовин. Внаслідок безграмотного регулювання зареєстровано 32 % відмов і 3 % - з інших причин, наприклад, через відмови в системі керування за відсутності запобіжних механізмів, у зв'язку із перевантаженнями при експлуатації тощо.

Типова конструкція передачі ГГК показана на рис. 5.8. Вона складається з корпусу 5, гвинта 1, двох гайок 2, 4, кульок, що розташовуються між витками різьби гвинта та гайок, а також у вкладиші 3. При повороті гвинта кульки кожного комплекту циркулюють в межах одного витка по каналу повернення вкладиша 3, який з'єднує два сусідні витки різьби. Число вкладишів при стандартному виконанні передачі дорівнює трьом. Гайки 2 і 4 жорстко пов'язані з корпусом 5 за допомогою зубчатих вінців. Кількість зубців, нарізаних на одній з гайок є на одиницю більшою, ніж на іншій, що дає можливість здійснювати тонке регулювання кутового взаємного зміщення гайок (в межах часток мкм) і тим самим змінювати з високою точністю зусилля попереднього натягу в передачі.

Окрім розглянутої передачі (див. рис. 5.8) у верстатах застосовуються ГГК інших конструкцій, в яких усунення зазору та створення натягу здійснюється шляхом осьового зсуву гайок з фіксацією їх у потрібних положеннях за допомогою дистанційних кілець та півкілець.

Досвід експлуатації показав, що в найбільшій мірі на довговічність ГГК впливає раціональність організації їх технічного обслуговування.

Втрата працездатності кулькової гвинтової пари відбувається, головним чином, через поганий догляд та невчасне регулювання.

Відповідні норми та вимоги передбачають проведення першого комплексу робіт з технічного обслуговування передач ГГК через 335 год роботи верстата - для передач з недостатньою захищеністю від потрапляння в них бруду, пилу, ЗОР і через 1000 год роботи - якщо передача добре захищена від потрапляння до неї чужорідних речовин. Під час виконання першого комплексу перевіряють справність кріплення та герметичність захисних пристроїв (кожухів, щитів, гармошок, обтирачів), стан та функціонування системи подачі мастила, якість змащення, плавність переміщення виконавчих елементів верстата, після чого усувають виявлені несправності.

Другий комплекс робіт виконують після напрацювання 1000 год – для недостатньо захищених та через 4000 год – для захищених передач. При цьому здійснюють діагностику передачі, виконують перший комплекс робіт та усувають виявлені несправності.

Для реалізації ефективного технічного обслуговування та ремонту передачі ГГК важливо правильно визначити її стан, що забезпечує скорочення трудомісткості регулювання, зниження тривалості простою верстата під час ремонту, а також високу якість відновлення передачі.

Діагностування починають ще до зняття гвинтової пари з верстата - перевіряють зазори, жорсткість, обертальні моменти та плавність руху. При цьому використовують методики та дані, наведені в керівництві з експлуатації конкретного верстата. Далі проводять контроль передачі за технічними умовами.

Одним з основних, контрольованих під час ремонту параметрів привода верстата, до складу якого входить передача ГГК, є мертвий хід або сумарний люфт виконавчого елемента. Величина даного параметра залежить від жорсткості гвинтової пари та інших передавальних елементів привода, від величини зазору в напрямних, муфтах та інших елементах. У якісному відношенні мертвий хід це кут повороту ведучої ланки, в межах якого при реверсах ведена ланка залишається нерухомою. Наявність мертвого ходу обумовлена зносом або порушенням нормального регулювання елементів привода, в тому числі і передачі ГГК. Важливість розглядуваного параметра пояснюється, окрім всього іншого, ще і тим, що він посередньо характеризує технічний стан кулькової гвинтової передачі і служить для визначення максимальних сумарних похибок при обробці деталей. Крім цього, величина сумарного зазору в кінематичному ланцюзі використовується при аналізі якості роботи слідкувальних систем верстатів з ЧПК. Так, знаючи величину реального зазору та допустимі відхилення від його допустимої величини, можна судити про якість механічної передачі і ухвалювати раціональне рішення про термін та спосіб усунення дефекту. Визначення мертвих ходів та їх усунення здійснюються у всьому кінематичному ланцюгу, що з'єднує двигун

привода подач верстата з його виконавчим елементом - столом, кареткою супорта, шпindelльною бабкою і т.п.

Вимірювання величини мертвого ходу під час діагностування передачі ГГК виконується при подачі з пульта програмного керування одиничних команд на зміну напрямку переміщення виконавчого елемента привода. Одночасно за індикатором установлюють величину мертвого ходу, яка повинна відповідати значенню вказаному в керівництві з експлуатації, акті технічного приймання або в іншій технічній документації на верстат. В іншому випадку слід провести автономну перевірку окремих елементів ланцюга привода подач та усунути виявлені відхилення.

Забезпечення норм жорсткості, заданих моментів холостого і робочого ходів, а також інших параметрів утруднено, якщо в цеху, де ремонтується верстат, немає необхідного оснащення. Під час діагностування кулькових гвинтових пар застосовують різні пристосування та прилади у тому числі і пристрій для перевірки величини зазору (мертвого ходу) у з'єднанні гвинта та гайки (рис. 5.9). Пристрій дозволяє проводити дослідження передачі без необхідності демонтажу її з верстата і складається з гідроциліндра 1, манометра 2, подовжувача 3, важеля 4 та упора 6, що з'єднаний за допомогою шарніра з поршнем 5. Поршнева порожнина гідроциліндра заповнена мінеральним маслом „Індустріальне 30” (ГОСТ 20799—75). Площа поршня з боку поршневої порожнини дорівнює 20 см².

Перед початком перевірки зазору в кульковій гвинтовій парі

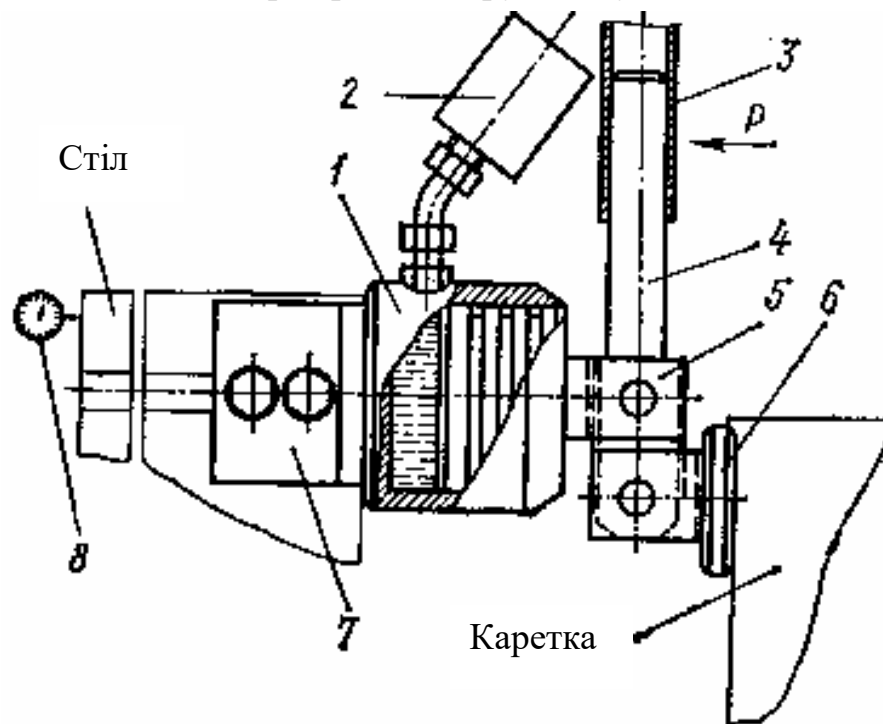


Рис. 5.9. Навантажувальний пристрій для визначення зазору у передачі ГГК

важливо переконатися, що нерухома частина передачі надійно закріплена. Далі з використанням методу регламентованого осьового навантаження, за індикатором 8 визначають зазор у гвинтовій парі.

Навантаження на передачу складається з сили тертя ковзання у напрямних, сили інерції елементів привода, що переміщуються в горизонтальній або вертикальній площинах та зусилля осьового гальмування гвинтової передачі. В результаті виконання ряду науково-дослідних робіт [2] була визначена середня сила навантаження елементів, що переміщуються у горизонтальній площині, яка дорівнює $1/4$ осьової жорсткості передачі.

Для проведення перевірки зазору пристрій додатково оснащують упором 7, який устанавлюють між виконавчим елементом привода подачі (наприклад, столом) та жорстким елементом станини верстата. До протилежного торця столу підводять вимірювальний штифт індикатора 8, закріпленого на магнітному стояку. Суміщають нуль шкали індикатора зі стрілкою. Прикладають до подовжувача 3 і важеля 4 зусилля руки **P** і створюють тим самим навантаження на столі, що контролюється за манометром. Одночасно за допомогою індикатора визначають зміщення столу. Порівнюють фактичне значення зазору з допустимим та ухвалюють рішення про регулювання або ремонт.

Якщо навантаження збільшувати поступово, то у певний момент, при зростанні його до деякого граничного значення, поступальний рух виконавчого елемента буде перетворюватись у обертальний рух механізму ГГК, що забезпечить вибирання сумарних люфтів у всій передачі.

Складання та регулювання передач ГГК

Основними робочими характеристиками передач ГГК є: точність гвинта, жорсткість та момент холостого ходу.

Жорсткість передачі визначається як відношення сили осьового навантаження до відносного осьового переміщення гвинта і гайки при відсутності їх радіальних та тангенціальних зсувів.

Жорсткість ремонтованої передачі залежить від величини попереднього натягу між виконавчими елементами, а також від того, наскільки однаковими є діаметри кульок в комплекті.

З метою забезпечення рівномірного навантаження на кульки їх підбирають і сортують таким чином, щоб різниця діаметрів не перевищувала 1 мкм. Останнє набуває особливої важливості у зв'язку з тим, що кульки нормального класу точності виготовляють з відносно великим полем допуску (порядку 50 мкм).

Під час складання гвинтової пари на поверхні різьби накладають невеликий шар консистентного мастила і далі при з'єднанні відповідних витків з каналом повернення в них закладають підібрані кульки. При цьому мастило повинне утримати кульки від випадання. Після цього за

допомогою перехідної втулки, що установлюється в гайку, останню акуратно нагвинчують на гвинт.

Регулюванням попереднього натягу між елементами передачі забезпечують її оптимальну жорсткість та відповідний їй обертальний момент $M_{кр}$.

Недостатній натяг в передачі ГГК обумовлює наявність в ній недопустимих зазорів. При цьому також порушуються плавність руху та точність позиціонування виконавчих елементів верстата, а процес зношування та виходу з ладу тіл кочення передачі стає більш інтенсивним.

Надмірний натяг приводить до заклинювання тіл кочення, внаслідок чого в передачі виникають недопустимі напруги, збільшується величина зусилля, необхідного для переміщення механізмів, підвищується інтенсивність нагрівання, не дотримується задана швидкість подачі, в результаті його можлива зупинка виконавчих елементів верстата.

Як правило, на виконавчих поверхнях елементів передачі, що експлуатується з надмірним натягом, з часом з'являються відколи та задирки, у зв'язку з чим вона швидко виходить з ладу та підлягає заміні новою. Для оптимізації вказаних вище робочих параметрів передачі проводять її регулювання поза верстатом.

Приступаючи до процесу регулювання, необхідно спочатку визначити зовнішній діаметр та крок різьби гвинта. Важливо також знати кількість зубців вінців кожної з гайок та мати оправку або втулку із зовнішнім діаметром, що дорівнює внутрішньому діаметру різьби гвинта. Внутрішній діаметр оправки повинен відповідати діаметру хвостовика гвинта, на який вона одягається по рухомій посадці. Довжина оправки має бути не меншою ніж довжина гайки ГГК.

Для зручності регулювання передачу установлюють на призми, поруч закріплюють пристрій для контролю жорсткості, після чого визначають фактичну величину зазору. Далі за емпіричною формулою [2] здійснюється розрахунок числа зубців Z , на яке необхідно повернути обидві гайки в одну сторону.

Для проведення регулювання на хвостовик гвинта насаджують підготовлену оправку. Торець оправки повинен упиратись в різьбу гвинта, на яку перед установленням оправки нагвинчують гайку. Далі на гайках і в корпусі позначають по одному зубцю, від яких буде проводитись відлік, після чого гайки виводять із зачеплення з корпусом. Кожну гайку повертають на задане число зубців, вводять її зубці у зачеплення із зубцями корпуса і нагвинчують гайку на гвинт. При цьому гайки 2, 4 (див. рис. 5.8) необхідно щільно підтягнути по різьбі гвинта назустріч, до упору у внутрішній бурт корпуса. Далі за допомогою спеціального пристрою проводять перевірку передачі на жорсткість.

Якщо виявиться, що для усунення зазору та створення заданого натягу потрібний поворот гайок на кількість зубців Z , що перевищує їх число на кожному вінці, тоді одну з гайок попередньо повертають

відносно іншої на один зуб і лише після цього здійснюють поворот обох гайок разом.

Під час контролю якості регулювання передачі ГГК величину попереднього натягу визначають та встановлюють згідно із нормативними таблицями [2], допускаючи відхилення в межах $\pm 5\%$.

Завершують складання кулькової пари монтажем пристроїв для ущільнення та очищення виконавчих поверхонь елементів, що запобігають потраплянню на них бруду, стружки, абразивного пилю або хімічно активних речовин. Найбільш простими з таких пристроїв є фетрові або повстяні кільця або втулки, що жорстко пов'язані з гайкою передачі. Ширина втулки вибирається рівною двом або трьом крокам різьби гвинта, який повинен щільно охоплюватись втулкою по всьому профілю. Описані втулки забезпечують якісне очищення поверхонь профілю різьби протягом достатньо довгого періоду. Проте подібні втулки швидко шаржуються продуктами зносу та іншими сторонніми частинками, що потрапляють в передачу, у зв'язку з чим їх слід періодично замінювати новими або ретельно промивати.

На вітчизняних підприємствах експлуатують спеціальний пристрій для вимірювання величини зносу різьби гвинта та осьової жорсткості передач ГГК [2], який застосовується в процесі їх технічного обслуговування та ремонту. Пристрій є універсальним, оскільки випускаються три його типорозміри, крім цього пристрої кожного типорозміру комплектуються наборами різних змінних втулок, що відрізняються одна від одної внутрішніми діаметрами, відповідними зовнішнім діаметрам гвинтів передач.

Знос різьби гвинта визначають за максимальною величиною відносного зсуву гайки, виміряного на різних ділянках різьби.

Ремонт передач ГГК

В керівництві з експлуатації передач ГГК звичайно містяться відомості про те, що вони повністю відрегульовані на заводі-виготовлювачі і у випадку виходу з ладу ремонту не підлягають. В деякій технічній літературі рекомендується також при виявленні нерівномірності величини обертального моменту $M_{кр}$ за довжиною гвинта в недопустимо великих межах, проводити заміну передачі на нову. Проте передачі ГГК є досить дорогими та складними у виготовленні, у зв'язку з чим перед працівниками ремонтних служб заводів часто ставиться задача щодо їх ремонту та продовження терміну експлуатації.

На основі тривалих спостережень, проведених під час роботи передач ГГК [2], встановлено, що при своєчасному профілактичному обслуговуванні та грамотному регулюванні попереднього натягу вони служать значно довше ніж триває ремонтний цикл верстата, в складі якого використовується передача. При цьому, природний знос різьби у порівнянні зі зносом передачі гвинт-гайка ковзання є незначним. Зокрема,

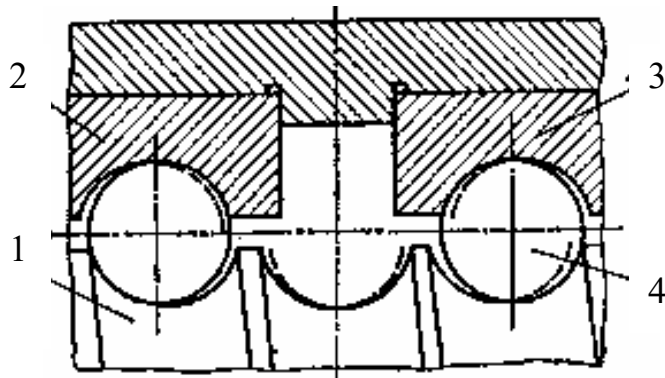


Рис. 5.10. Схема зносу гвинта

кульок 4 (рис. 5.10) з різьбою гвинта 1 та гайок 2 і 3 (зношений профіль різьби показаний штриховими лініями), внаслідок чого півкруглі ділянки профілю виконавчих поверхонь перетворюються у півовальні. При цьому знос в гайках має місце з одної сторони профілю різьби, а знос гвинта - з двох сторін. Якщо знос є рівномірним по всій довжині різьби, то утворений в результаті цього профіль служить протягом того ж самого часу, що і незношена різьба.

Допустимий знос різьби в гайках характеризується легким (без рифлень) та рівномірним за довжиною змінанням профілю, при якому зберігається точність кроку передачі. Гайки з таким зносом ремонту не потребують, оскільки необмежені можливості для регулювання натягу дозволяють продовжити експлуатацію передачі.

Різьба гвинта зношується, як правило, нерівномірно за його довжиною, у зв'язку з чим гвинти передач ГГК у більшості випадків необхідно ремонтувати. Гвинти та гайки, різьба яких пошкоджена корозією або має рифлення, а також гвинти з азотованою різьбою - ремонту не підлягають. Різьбу гвинта, що піддавався об'ємному гартуванню або має нерівномірний за довжиною знос, який не перевищує 0,04 мм, ремонтують за допомогою спеціального пристосування. Якщо знос перевищує 0,04 мм, профіль різьби вирівнюють по всій довжині шліфуванням, а у ряді випадків ще і доводять притиранням. Відновлення точності кроку зношеної різьби передачі ГГК здійснюється у такій послідовності.

1. Проводять відновлення точності кроку різьби по всій її довжині, при цьому незалежно від застосовуваного способу ремонту (шліфування або притирання) виконують розширення канавки різьби з тим, щоб її профіль по всій довжині різьби відповідав профілю найбільш зношеної ділянки після відновлення. Внутрішній діаметр різьби при цьому не змінюють.

2. Гайки передач ГГК, різьби яких рівномірно зношені по довжині і не мають значних пошкоджень, в більшості випадків не ремонтуються. Проте, якщо знос робочої частини профілю їх різьби виходить за допустимі

дослідження показали, що в процесі експлуатації дев'яти вертикально-фрезерних верстатів моделі 6Н13Ф3-2 протягом дев'яти років і в дві зміни, сумарний знос різьби гвинта та гайок склав 0,1 - 0,16 мм, тоді як максимальний знос різьби гвинта не перевищував 0,05 мм.

Знос різьби в передачі відбувається в зонах контакту

межі, гайки переустановлюють в корпусі передачі, розвертаючи їх на 180° з тим, щоб при подальшій експлуатації навантаження сприймала незношена сторона профілю.

3. Замінюють комплекти кульок передачі новими кульками у тій же кількості та з незмінними номінальними діаметрами.

4. Проводять складання та регулювання передачі ГГК відповідно до технічних умов та стандарту підприємства СТП 345—77.

Пристосування для відновлення різьби гвинтів передач ГГК

Притир, показаний на рис. 5.11, використовується для відновлення різьби точних ходових гвинтів з нерівномірним за кроком зносом (до 0,04 - 0,05 мм) із забезпеченням заданої точності кроку.

Випускаються три типорозміри розглядуваного притира. Всі типорозміри є аналогічними за конструкцією, але кожен з них призначений для ремонту гвинтів, довжина та крок різьби яких знаходяться у певних діапазонах, а різниця діаметрів не перевищує 20 - 25 мм. Точність кроку та форми профілю різьби забезпечується самим притиром і не залежить від точності верстата, на якому виконують операцію відновлення.

Притир містить корпус 4 з гайками-притирами 3 і 7, армованими пластмасовими накладками 1. Передбачене тонке регулювання положення притира 7 в осьовому напрямку, яке здійснюється за допомогою диференціальної гайки 6 із зовнішньою та внутрішньою різьбою різного кроку. Притир 3 жорстко зафіксований відносно осі гайкою 2. Корпус 4, вмонтований в обойму 5, утворює разом з нею та підпружиненими кульками 15 (рис. 5.12) запобіжну кулькову муфту. На рис. 5.12 обойма муфти, позначена позицією 1, з'єднується звилкою 6 за допомогою повідців 4, 14. До вилки кріпляться корпуси чотирьох гідроциліндрів з поршнями 2, 5, 12 і 13, манометри 7 та 10, а також підпружинений упор 3. Вказані гідравлічні пристрої призначені для врівноваження сил різання та контролю обертальних моментів під час настроювання пристосування та в процесі обробки гвинта. Крім цього, за допомогою пристосування можна здійснювати вибір найбільш раціональних обертальних моментів та інших параметрів обробки при відновленні точних гвинтів, а також виконувати ремонтні операції згідно із заданими режимами. Підпружинений упор служить для усунення впливу маси пристосування на ремонтований гвинт. Вісь 8 з насадкою 9 забезпечують фіксацію пристосування в різцетримачі токарно-гвинторізного верстата.

Формування різьби та підготовка притирань

Гайки-притири - це металева обойма з пазами для накидного ключа та отворами для заливання їх розчином акрилопласта.

На етапі підготовки до ремонту здійснюють формування різьби притирів згідно із профілем та розмірами незношеної частини різьби відновлюваного гвинта. З цією метою гвинт укладають на призми і за

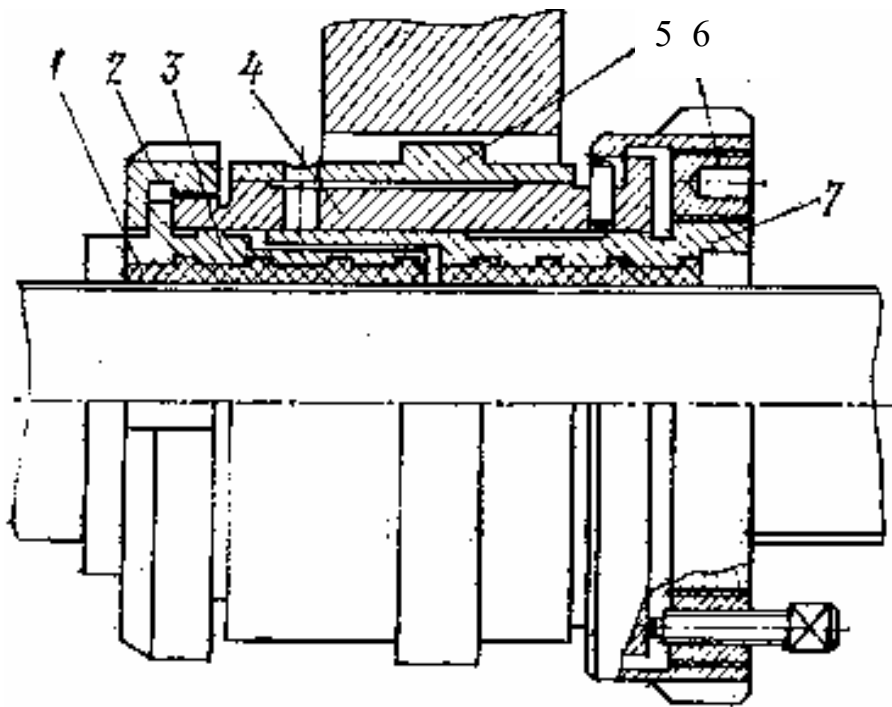


Рис. 5.11. Притир

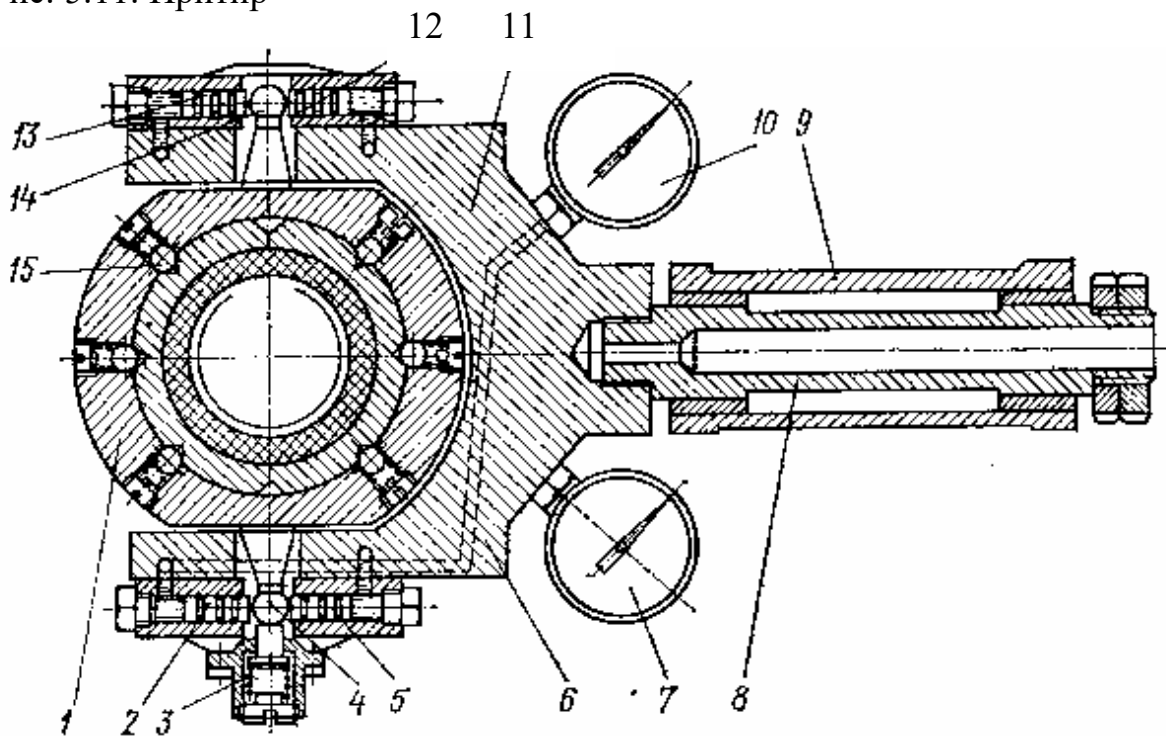


Рис. 5.12. Пристосування для відновлення різьби гвинта передачі ГТК

допомогою тампону з білої тканини покривають вибрану ділянку різьби рівномірним тонким антиадгезійним шаром індустріального масла або мила. В обоймі притирів здійснюють обезжирювання внутрішніх поверхонь, після чого вдягають її на гвинт та центрують за допомогою кілець, внутрішній діаметр яких відповідає зовнішньому діаметру різьби гвинта, а зовнішній діаметр – посадочному діаметру обойми. Далі

проводять герметизацію пластиліном місць можливого протікання розчину між гвинтом та притирами і на кожному з останніх закріплюють по дві лійки. Підготовлений розчин акрилопласта почергово заливають в кожну другу лійку. Заливання припиняють у момент заповнення розчином обох лійок кожного притира до верхнього граничного рівня.

Після затвердіння акрилопласта пластилін та літники видаляють, згвинчують за допомогою накидного ключа притирання та знімають встановлювальні центрувальні кільця. Обробкою на токарному верстаті очищують торці притирів від приливів пластика та заглиблюють перемичку між витками різьби на 0,5 - 1 мм. Після цього притири нагвинчують на ремонтований гвинт, наносять на поверхню останнього дрібний наждачний порошок або пасту та проганяють притирання по всій довжині різьби гвинта на верстаті. При цьому абразив проникає в різьбу акрилопластикових накладок та забезпечує шаржування окремих виступаючих ділянок профілю різьби гвинта. В результаті прогонки необхідно добитись, щоб обертальний момент $M_{кр}$ на притирах не перевищував 2 - 3 Н·м.

Послідовність технологічного процесу відновлення

Підготовлені притири установлюють в пристосування, яке нагвинчують на ремонтований гвинт. За допомогою диференціальної гайки проводять регулювання осьового положення притира 7 (див. рис. 5.11) із забезпеченням обертального моменту $M_{кр} = 1 - 1,5$ Н·м - операція здійснюється на незношеній частині гвинта.

Далі пристосування з гвинтом установлюють на токарно-гвинторізному верстаті, із закріпленням насадки 9 (див. рис. 5.12) в різцетримачі супорта верстата та забезпеченням необхідних зазорів між торцями вилки та елементами верстата, а також між сферичною поверхнею повідця 14 та стінками вилки (на рисунку не видно). Крім цього, з метою розвантаження гвинта від впливу маси пристосування, регулюють положення підпружиненого упора 3. Налагодження пристосування завершують установленням заданого моменту сил тертя, для чого за допомогою диференціальної гайки здійснюють точні осьові переміщення притира 7 (див. рис. 5.11) і при повільному обертанні гвинта, за манометрами 7, 10 (див. рис. 5.12), контролюють величину моменту $M_{кр}$.

При обертанні гвинта між профілем його різьби та різьбою притирів виникає певний момент опору, в результаті дії якого через муфту з повідцями навантажуються поршні гідроциліндрів пристосування, наприклад 2 і 12. Внаслідок підвищення тиску робочої рідини в каналах вилки 11, приходять в рух поршні 5, 13, під впливом яких відновлюється положення повідців та муфти, а манометри 7, 10 показують тиск опору повороту притирів. На цьому налагодження пристосування завершується і починається обробка різьби гвинта. Процес відновлення кроку різьби відбувається на ходу верстата при колій швидкості гвинта 15 - 20 м/хв.

Реверсування ходу здійснюється автоматично за допомогою упорів та вимикачів, установлених на верстаті.

Обробку ведуть з використанням порошків та паст, що наносяться на різьбу гвинта, при цьому гвинт обертається, а притири здійснюють зворотно-поступальні рухи в осьовому напрямку.

Суть процесу притирання - зняття шарів металу мінімально необхідної для якісного відновлення товщини за допомогою дрібнозернистих абразивних порошків в середовищі мастила. В результаті реалізації розгляданого процесу механічної обробки досягаються висока точність розмірів та форми різьби за довжиною гвинта, а також найвища чистота поверхні. Обробка гвинта здійснюється абразивом, що шаржується - впроваджується в глибину поверхні притирання.

Зернистість мікропорошків вибирається залежно від виду операції обробки: чорнова, напівчистова, чистова. Орієнтовно можна рекомендувати для чорнового притирання - грубозернисті, а для чистового - дрібнозернисті порошки та пасту.

Змащувальним середовищем при вільній подачі абразиву служить гас або масло. Для підвищення продуктивності процесу рекомендується додавати до гасу стеаринову кислоту.

В процесі обробки спостерігають за показаннями манометрів та за величиною фактичного $M_{кр}$ оцінюють стан з'єднання на різних ділянках різьби гвинта, визначаючи ті з них, на яких необхідно провести підналагодження пристосування. Підналагодження (регулювання натягу в різьбовому з'єднанні) здійснюють за допомогою диференціальної гайки, при цьому максимально допустимий $M_{кр}$ на початковій стадії обробки не повинен перевищувати 1,5 Н·м і 0,4 - 0,6 Н·м - при остаточному доведенні. Одночасно стежать за тим, щоб при обробці гвинт не перегрівався. В іншому випадку слід понизити частоту обертання гвинта або зменшити натяг в різьбовому з'єднанні. Якщо ж при обробці має місце підвищене місцеве нагрівання гвинта, що приводить до недопустимого збільшення $M_{кр}$, повинна спрацювати запобіжна кулькова муфта пристосування, в результаті чого через шляховий перемикач (на рисунку не показаний) забезпечується вимикання обертання шпинделя верстата.

Процес відновлення завершують після досягнення сталості моменту сил різання по всій довжині різьби, допускаючи, наприклад, для гвинта діаметром 40 мм відхилення не більші $\pm 0,5$ Н·м. Задирки, риски та вм'ятини на поверхні різьби гвинта ГГК після його відновлення є недопустимими.

Похибка кроку (мкм) по всій довжині різьби гвинта має знаходитись в межах, установлених технічними умовами на передачу, а параметр шорсткості не повинен перевищувати $Ra = 0,04 - 0,08$ мкм.

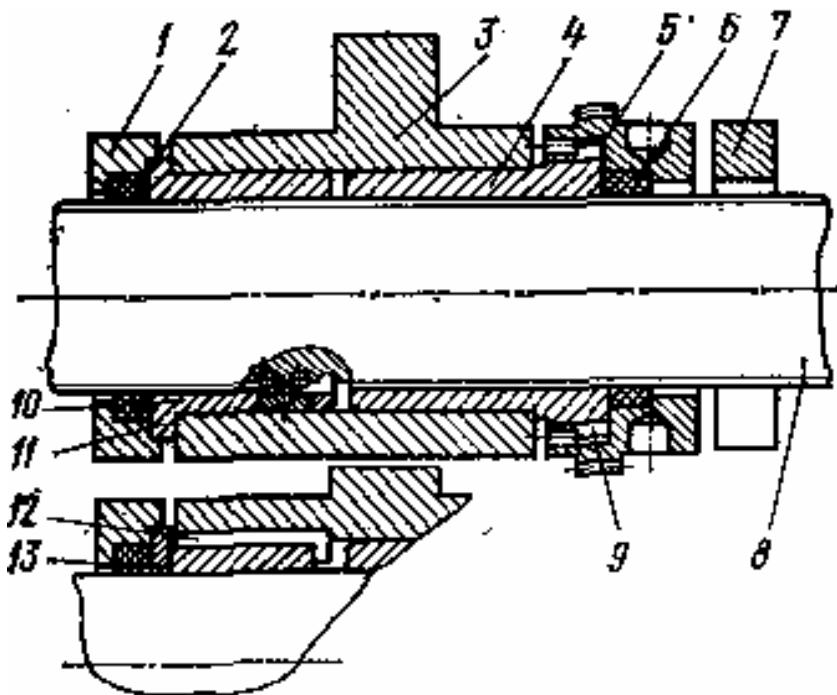


Рис. 5.13. Схема регулювання гайки передачі ГГК

Ремонт гайок ГГК

Вибирання зазору та регулювання натягу в передачах ГГК поперечного супорта токарно-гвинторізного верстата моделі 16К20Ф3 здійснюється при повороті за допомогою шестерні 5 (рис. 5.13) гайки 4 відносно гайки 10. Поворот шестерні відносно гайки 4 на один зуб забезпечує осьовий зсув останньої на 1 мкм. Гайка захищена ущільненнями 2 і 6, утримуваними кришкою 1 та шестернею 5. При розбиранні верстата під час ремонту регулювання натягу слід проводити у такому порядку.

Відкручують гвинти та знімають кришку 7; шестерню 5 виводять із зачеплення з гайкою 4 та корпусом 3. Провертають шестерню відносно корпусу 3 та гайки 4 на необхідне число зубців і знов вводять її в зачеплення, але тільки з гайкою 4. Повертають шестерню та гайку 4 у положення, при якому зовнішній вінець шестерні зможе увійти в зачеплення з вінцем корпусу 3. Після остаточного регулювання натягу вдягають кришку 7 та закріплюють її гвинтами (на рисунку не показані). За допомогою моментоміру (див. рис. 2.23) перевіряють величину моменту холостого ходу.

Не дивлячись на високу надійність та довговічність передач ГГК, навіть і при правильній їх експлуатації інколи виникають аварійні ситуації; деякі з них обумовлені відмовами гайок передачі. Так, у випадках непередбаченої взаємодії виконавчого елемента верстата, що приводиться через передачу ГГК з жорстким упором, може відламатись запліччя 11 (див. рис. 5.13) гайки 10 або мати місце інтенсивний односторонній знос профілю різьби гайок.

Вище в даному розділі вже згадувалось про те, що термін служби передач ГТК можна продовжити, якщо розвернути гайки відносно буртів в корпусі на 180° (на рис. 5.13 - гайки 4 і 10 в корпусі 3). З цією метою необхідно сточити або видалити шліфуванням вінець 9 гайки 4 та нарізати на протилежному її кінці різьбу, на яку на клею нагвинтити новий вінець. Приточити вінець та нарізати на ньому зубці. Гайку 10 слід також повернути, для чого сточують її наявне запліччя та установлюють нове, яке закріплюють на протилежному кінці гайки на різьбі з клеєм. При цьому нове запліччя повинно дещо перекривати вкладиш з каналом повернення кульок. Після затвердіння клею проводять обробку запліччя, забезпечуючи його перпендикулярність до осі гайки, а також паралельність торців в межах 0,01 мм. Нові вінець та запліччя виготовляють зі сталі 50 без гартування. У випадку відколу запліччя 11, здійснюють шліфування торця гайки 10 до усунення слідів злому, розточують корпус 3 та установлюють перехідну втулку 12 із запліччям. Далі виготовляють кільце 13, яке підтискають до втулки через кришку за допомогою гвинтів.

Література

1. Севост'янов І.В. Експлуатація та обслуговування машин. Лабораторний практикум. - Вінниця: ВНТУ, 2004. – 88 с.
2. Пекелис Г.Д., Гельберг Б.Т. Технология ремонта металлорежущих станков. – Л.: Машиностроение, 1984. – 240 с.
3. Пекелис Г.Д. Виброобкатывание плоских поверхностей деталей типа направляющих. - Л.: ЛДНТП, 1973. – 73 с.
4. Гельберг Б.Т. Проверка станков на жесткость при ремонте. – В кн.: Новое в ремонте оборудования. Материалы краткосрочного семинара. - Л.: ЛДНТП, 1972. – С. 25 – 30.
5. Пекелис Г.Д., Гельберг Б.Т. Механизация слесарно-ремонтных работ. - М – Л.: Машиностроение, 1967. – 158 с.
6. Лапидус А.С., Левит Г.А. Направляющие скольжения. – В кн.: Детали и механизмы, 1972. – С. 89 – 139.
7. Пекелис Г.Д., Гельберг Б.Т. Ремонт металлорежущих станков и кузнечно-прессового оборудования по типовым технологическим процессам. - М.: Машиностроение, 1967. – 156 с.
8. Пекелис Г.Д. Исследование процесса вибрационного обкатывания поверхностей направляющих станин токарных станков. - Л.: ЛДНТП, 1972. – 8 с.
9. Гельберг Б.Т., Пекелис Г.Д. Применение пластмасс и клеев при ремонте оборудования. - М.: Машиностроение, 1981. – 38 с.
10. Гельберг Б.Т., Пекелис Г.Д. Ремонт промышленного оборудования. - М.: Высшая школа, 1981. – 256 с.
11. Гельберг Б.Т., Пекелис Г.Д. Применение пластмасс и клеев при ремонте оборудования. - М.: Машиностроение, 1981. – 38 с.
12. Калягин В.Н. Технические условия на ремонт металлорежущих станков. - М.: Машиностроение, 1967. – 85 с.
13. Пекелис Г.Д., Гельберг Б.Т. Приспособления и контрольная оснастка, применяемые при ремонте оборудования. – М.: Машиностроение, 1979. – 52 с.
14. Типовая система технического обслуживания и ремонта металло- и деревообрабатывающего оборудования/ Минстанкопром СССР, 1988. – 392 с.

Навчальне видання

Іван Вячеславович Севостьянов

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ВЕРСТАТНИХ КОМПЛЕКСІВ

Навчальний посібник

Ч. II

Оригінал-макет підготовлено автором

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

Навчально-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 29,7x42¼
Друк різнографічний
Тираж 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