

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ

ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ

На правах рукопису

УДК 621.9.06.00272:658.562.6

Дядя Сергія Іванович

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЧИН ВИНИКНЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПОХИБОК
ТА УПРАВЛІННЯ ТОЧНІСТЮ ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНИХ АВТОМАТІВ
ПРИ ПРОЕКТУВАННІ

Спеціальність: 05.03.01 – Процеси механічної обробки,
верстати та інструмент

А в т о р е ф е р а т
дисертації на здобуття наукового
ступеня кандидата технічних наук

Краматорськ – 1997

21.7



00738112 (M)

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі "Металорізальні верстати та інструмент" Запорізького державного технічного університету та на ВАТ "Мелітопольський верстатобудівний завод ім.23 Жовтня"

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Внуков Ю.М.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Сизий Ю.А.
кандидат технічних наук, доцент
Клименко Г.П.

Провідна організація: Інститут машин і систем НАН України та
Мінмашпрому України м. Харків

Захист дисертації відбудеться "1" липня 1997р. о 10 годині на засіданні спеціалізованої вченої Ради К 28.01.01 при Донбаській державній машинобудівній академії за адресою: 343913, м.Краматорськ, вул.Шкадінова, 72, навчальний корпус I, зал засідань.

Довідки за телефоном (06264) 5 - 85 - 81

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Донбаської державної машинобудівної академії

Автореферат розісланий "31" травня 1997р.

Вчений секретар спеціалізованої
вченої Ради К 28.01.01
кандидат технічних наук, доцент

 В.М. Гах

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

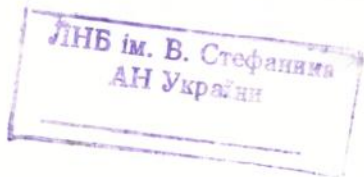
Актуальність теми. Верстатобудівні заводи для реалізації своєї продукції одночасно вирішують дві проблеми. Перша - задоволення вимог споживача, друга - виготовлення верстатів з мінімальними витратами. Рішення першої проблеми виводить продукцію на ринки збуту. Рішення другої проблеми спрямоване на забезпечення доступної ціни готовому виробу, що дозволяє закріпитися на цьому ринку.

Зниження витрат на виробництво верстатів, в першу чергу, пов'язано зі зниженням непродуктивних витрат на усунення дефектів у готовому виробі. Одним із шляхів при цьому є проведення заходів, що попереджують виникнення дефектних виробів. Як показав огляд літературних джерел, вкладання в ці заходи і німецької марки на етапі проектування може заощадити 1000 марок, які підуть на усунення дефектів, виявлених після контрольної перевірки.

Для металорізальних верстатів основним показником, контроль за яким починається з етапу проектування і закінчується здачею готової продукції, є точність. Для її забезпечення з мінімальними витратами попереджувальними заходами охоплені усі етапи заводського життєвого циклу (далі життєвого циклу) обладнання. Це: використання розрахункових залежностей та результатів досліджень при конструкторській та технологічній підготовці, статистичне регулювання точності механічної обробки при виробництві деталей.

Але, як показали проведені дослідження, найбільша частка непродуктивних витрат припадає на забезпечення показників геометричної точності (ПТ) на дільниці складання верстатів. Це пов'язане з недостатнім забезпеченням етапів проектування методичними розробками, що попереджують перевищення відхиленнями ПТ верстатів допустимих значень, та розрахунковими залежностями між відхиленнями ПТ та факторами, що впливають на них.

При виконанні роботи досліджувалось серійне виробництво однопшпіндельних токарно-револьверних автоматів (ТРА) нормальної та підвищеної точності мод. 1В116. Для цих верстатів відсутня розрахункова залежність визначення відхилення від співвісності осі обертання шпінделя та осей отворів під інструмент у револьверній



головці (РГ) при обробці отворів методом пригонки.

Мета роботи. Розробити методичні рекомендації для проведення заходів, що попереджують перевищення відхиленнями показників точності токарно-револьверних автоматів допустимих значень і охоплюють усі етапи життєвого циклу верстата, дослідити механізм утворення відхилення від співвісності осі обертання шпинделя та осей отворів під інструмент у револьверній головці при обробці отворів методом пригонки.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

1. Визначити фактори, що впливають на ПТ ТРА. Дослідити механізм утворення відхилення від співвісності осі обертання шпинделя та осей отворів під інструмент у РГ при обробці отворів методом пригонки. Отримати розрахункову залежність для визначення величини цього відхилення.

2. Розробити умови, які б дозволяли контролювати дії визначених факторів і попереджували перевищення відхиленнями ПТ допустимих значень.

3. Виконати розрахунки похибок від дій визначених вище факторів.

4. Зробити комплексний аналіз технологічного процесу складання ТРА у серійному виробництві і визначити його відповідність попереджувальній умові.

5. Розробити контрольну карту для оцінки ходу технологічного процесу складання верстатів.

6. Провести стандартні випробування ТРА на відповідність нормам точності і проаналізувати отримані результати.

7. Розробити методичні рекомендації для проведення заходів, що попереджують перевищення відхиленнями ПТ допустимих значень.

Методи досліджень. Для теоретичних досліджень використовувалася причинно-наслідковий аналіз, статистичний аналіз. При розрахунках відхилень ПТ використовувались методи рівняння розмірних ланцюгів. Практичні дослідження проводилися з використанням стандартних засобів вимірювання і методів проведення стандартних випробувань верстатів на відповідність нормам точності.

Об'єктом досліджень були фактори, що впливають на величину відхилення ПТ ТРА. Для статистичного аналізу використовувались

результати контрольних випробувань 25% верстатів від річного випуску (180 верстатів класу Н та 80 - класу П).

Наукова новизна.

1. Визначена частка геометричних похибок у балансі точності форми і взаємного положення поверхонь деталей, які обробляються на токарно-револьверних автоматах. Визначені витрати на забезпечення геометричної точності при складанні токарно-револьверних автоматів.

2. Розроблено контрольні діаграми для оцінки впливу причинних факторів на результуюче відхилення та створення попереджувальних умов на етапі проектування.

3. Досліджено механізм утворення відхилення від співвісності осі обертання шпинделя та осей отворів під інструмент у револьверній головці токарно-револьверних автоматів при обробці отворів методом пригонки. Отримано розрахункову залежність для визначення величини цього відхилення. Зроблено комплексну перевірку виконання попереджувальної умови допустимими відхиленнями від дій причинних факторів, які визначають геометричну точність і враховані у технології складання.

4. Розроблено контрольну карту для оцінки ходу технологічного процесу складання токарно-револьверних автоматів, які на відміну від відомих контрольних карт, дозволяють контролювати не тільки результат вимірювання, а й вплив на нього конкретних факторів.

5. Розроблено методичні рекомендації, які дозволяють знизити непродуктивні витрати при виготовленні токарно-револьверних автоматів за рахунок усунення доробок геометричної точності готових виробів. Рекомендації можуть бути використані при виготовленні верстатів аналогічного типу.

Практична цінність. Реалізація розроблених в роботі практичних рекомендацій та отриманих залежностей дозволяє:

- управляти факторами, що впливають на відхилення ПТ ТРА, контролювати їх дії та попереджувати про появу, не врахованих на етапі проектування причин до того, як результуюче відхилення від їх дії стане перевищувати допустиме значення,

- зменшити непродуктивні витрати при складанні верстатів

серійного виробництва, проведенні капітального ремонту, підготовці до виробництва нової продукції за рахунок усунення допрацьованого готового виробу

Реалізація роботи. Практичні рекомендації за результатами виконаної роботи реалізовані на базовому підприємстві ВАТ "Мелітопольський верстатобудівний завод ім.23 Жовтня". Заощадження за собів на одному верстаті складає 7,5% від собівартості (собівартість ТРА мод.1В116П на 01.12.96р. - 9765грн.)

Апробація роботи. Основні положення та результати роботи доповідались та обговорювались на науково-практичних семінарах кафедри "Металорізальні верстати та інструмент" Запорізького державного технічного університету (1986 - 1996р.р.), засіданнях НТР ВАТ "Мелітопольський верстатобудівний завод ім.23 Жовтня" (1988 - 1996р.р.), республіканських науково-технічних конференціях "Типові механізми та технологічне устаткування верстатів-автоматів, верстатів з ЧПУ та ГВС" (травень 1991р., м.Чернігів), "Поліпшення якості роботи промислових підприємств" (жовтень 1991 р., м.Луцьк), міжнародній науково-технічній конференції "Організація та технологія ремонту механізмів, машин, устаткування" (травень 1996р., Крим-Київ).

Особистий внесок автора. Автором самостійно досліджено механізм утворення відхилення від співвісності осі обертання шпинделя та осей отворів під інструмент у РГ і отримана розрахункова залежність для визначення величини цього відхилення. Розробка методичних рекомендацій виконувалась разом із співавторами, прізвища яких наведено в переліку публікацій. При цьому автором запропоновано використання контрольних діаграм для оцінки впливу причинних факторів на результуюче відхилення ПТ на етапі проектування, на її підставі розроблено контрольну карту для оцінки ходу технологічного процесу складання верстатів.

Публікації. За результатами виконаних досліджень надруковано 6 робіт, у тому числі 3 статті.

Структура і обсяг роботи. Дисертаційна робота містить 202

сторінки машинописного тексту, 78 рисунків, 22 таблиці. Складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, практичних рекомендацій, переліку посилань, що включає 102 назви, та 1 додатку.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обгрунтована актуальність теми дисертації, сформульовані загальні положення, що виносяться на захист, приведено наукову новизну та практичну цінність.

В першому розділі розглянуто сучасний стан проблем забезпечення точності металорізальних верстатів. Над питанням впливу різних факторів на точності характеристики верстатів плідно працювали Решетов Д.М., Фігатнер О.М., Кудінов В.А., Проніков О.С., Пуч В.Е., Ельясберг М.С., Левіна З.М., Камінська В.В. та інші. В роботах цих авторів достатньо повно розглянуті заходи, що забезпечують необхідні динамічні властивості верстата.

Рішення розмірних ланцюгів, що характерезують геометричну точність верстатів, розглянуто у роботах Балакшина Б.С., Дунаєва П.Ф. При цьому в розрахунках результуючих відхилень враховуються тільки систематичні похибки. Однак відхилення ПТ верстатів мають досить малі значення, тому при розрахунках слід враховувати і дії випадкових похибок.

Як зауважує Балакшин Б.С., і це підтверджується практикою, для забезпечення співвісності осі обертання шпинделя та осей отворів під інструмент у РГ ТРЯ найбільш економічним є метод пригонки, коли отвори обробляються безпосередньо на верстаті. Але в літературних джерелах механізм утворення відхилення від співвісності не розглянуто. В зв'язку з цим не визначені фактори, що впливають на величину неспіввісності і важко намітити заходи, що попереджують перевищення відхиленням цього ПТ допустимого значення.

Проведення попереджувальних заходів на етапі проектування ще не гарантує від неякісної продукції. Тому на етапі виробництва використовують статистичні методи регулювання точності, розглянуті в роботах Соколовського О.П., Фридендера І.Г., Бендерського О.М., Головинського В.В. та інших. Окремо слід визначити ефективність, так званих, семи японських методів контролю якості. Це: контроль-

ний листок, діаграма Парето, діаграма "причини-результат", гістограма, розширення, діаграма розсіювання, контрольна карта. Використання цих методів докладно описано у роботах Куше Х., Макіно Т., Ісікави К. та інших. Однак слід зауважити, що розглянуті методи статистичного регулювання в основному використовуються при механічній обробці з автоматичним отриманням розмірів. При складанні вони не ефективні, тому що контрольючи остаточний результат, вони не попереджують перевищення відхиленнями ПТ верстатів допустимих значень.

Аналіз літературних джерел і практика виготовлення верстатів показують, що є достатня кількість розробок, які направлені на забезпечення потрібної точності обладнання, але при цьому не вирішена проблема досягнення точності з мінімальними витратами.

Зважаючи на вище сказане, у заключній частині розділу визначена мета роботи та сформульовані основні задачі, вирішення яких дозволяє досягти поставленої мети.

У другому розділі наведено напрямок проведення заходів, що попереджують перевищення відхиленнями ПТ допустимих значень.

Отримані при вимірваннях відхилення ПТ є наслідком дій причинних факторів. Знання цих факторів, врахування при розробці технології складання і контроль за їх діями на всіх етапах створення верстатів, дозволяє управляти ними і одержувати потрібні відхилення ПТ.

Для отримання інформації про причинні фактори використовують різні способи: проведення експериментів та досліджень, опитування фахівців, досвід та знання робітників та інше. Усі визначені причини повинні бути зведені в одному документі, який поповнюється по мірі виявлення нових факторів. Доцільно використовувати для цього діаграму "причини-результат" (діаграма Ісікави). Вона відображає вплив різних факторів на результуюче значення і охоплює як основні причини, так і ті, що їх викликають, тобто на підставі цієї діаграми можна знайти "корінь" проблеми.

Визначені причинні фактори систематизуються на систематичні та випадкові. До систематичних відносять похибки складання ($\Delta_{\text{скл}}$) і вимірвання ($\Delta_{\text{вим}}$). Похибка складання визначається при рішенні відповідних розмірних ланцюгів методом максимуму-мінімуму. Похибка вимірвання визначається згідно з рекомендаціями РТМ 2

Н20-16-85. Випадкові фактори мають обмежену інтенсивність, але вони немінуче зустрічаються в будь-якому технологічному процесі, навіть коли використовуються стандартні засоби і методи. Як відзначає Куме Х., Виключення випадкових причин не економічно і не практично.

Для визначення величини похибки від дій випадкових факторів ($\Delta_{\text{вип}}$) пропонується використовувати значення середнього квадратичного відхилення (σ_x) результатів виборки відхилень ПТ.

$$\Delta_{\text{вип}} = \sigma_x \quad (1)$$

Верстати мод.1В116 випускаються серійно, тому є достатня кількість результатів для статистичного аналізу. Досліджувалось 25% верстатів від річного випуску.

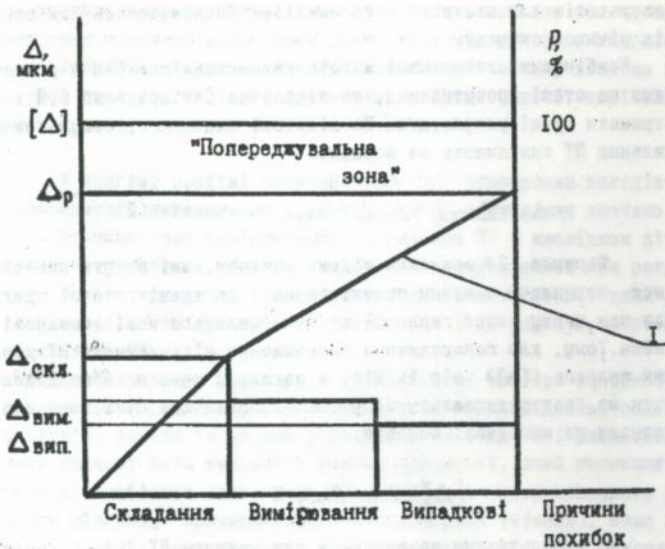
Комбінувши статистичні методи визначення похибок з розрахунковими на етапі проектування, як відзначає Соколовський О.П., можна отримати кращі результати. На підставі сказаного, результуюче відхилення ПТ визначають за формулою:

$$\Delta_p = \Delta_{\text{скл}} + \Delta_{\text{вим.}} + \Delta_{\text{вип.}} \quad (2)$$

Формула (2) враховує відомі фактори, які будуть контролюватися, починаючи з етапу проектування і до здачі готової продукції. Але при цьому немає гарантії, що не з'являться нові випадкові похибки. Тому, для попередження перевищення відхиленнями ПТ допустимих значень ($[\Delta]$) від їх дій, в загальну суму похибок додають допуск на "попереджувальну зону" ($\Delta_{\text{поп.}}$). Величина цієї зони дорівнює допуску на випадкові похибки.

$$[\Delta] = \Delta_p + \Delta_{\text{поп.}} \quad (3)$$

За результатами розрахунків для кожного ПТ будуть контрольні діаграми (рисунок 1). За основу для них взято відомі діаграми Парето. На лівій вертикальній осі відкладають абсолютні величини похибок, на правій - відносні. Допустимому значенню на лівій осі відповідає 100% на правій. Горизонтальна вісь поділена на інтервали у відповідності з числом контрольованих факторів. Навпроти кожного з них відкладають відповідне розраховане



I - кумулятивна сума

Рисунок I - Контрольна діаграма

відхилення та будуть стовпчикову діаграму і кумулятивну суму похибок від дієчих факторів. Через допустиме значення ПТ та на відстані від нього, що дорівнює допуску на випадкові похибки, проводять дві горизонтальні лінії, які визначають "попереджувальну зону". Розраховані систематичні похибки використовують при написанні технології складання тільки після виконання попереджувальної умови: кумулятивна сума складових результуючого відхилення повинна бути нижче "попереджувальної зони".

При складанні верстатів, виконувачи умови розробленої технології, контролюється вплив причинних факторів на відхилення ПТ.

Для аналізу ходу технологічного процесу складання верстатів за результатами контрольних випробувань на відповідність нормам точності використовують, розроблені на основі контрольних діаграм, контрольні карти. Знаходження результатів вимірювання в зоні систематичних похибок свідчить про те, що в процесі складання складові цих похибок мають відхилення нижче допустимих. Коли допуски на систематичні і випадкові похибки будуть вибрані, величина вимірювання досягне "попереджувальної зони". Якщо при цьому буде діяти нова випадкова похибка, результат вимірювання попаде у "попереджувальну зону", але буде меншим допустимого. У такому випадку проводять дослідження, щоб відокремити причину, яка привела до отриманого результату.

При визначенні відхилень ПТ ТРА використовувалися стандартні засоби і методи вимірювання. Однак, при вимірюванні відхилення від співвісності осі обертання шпинделя та осей отворів під інструмент у РГ конструкція верстата не дає можливості здійснити поворот шпинделя на 360° . Це ставить задачу, як визначити відхилення в умовах обмеженої зони вимірювання.

В третьому розділі виконана практична перевірка обраного напрямку проведення заходів, що попереджують перевищення ПТ допустимих значень, на технології серійного виробництва ТРА.

В теоретичній частині, на підставі причинно-наслідкового аналізу, визначені фактори, що впливають на відхилення ПТ. Побудовані діаграми "причини-результат". Виконані розрахунки систематичних і випадкових похибок. Побудовані контрольні діаграми. Для таких ПТ, як радіальне биття передньої посадочної поверхні отвору шпинделя, радіальне биття поверхні конічного отвору натискної втулки, паралельність траєкторії переміщення револьверного супор-

та до осі шпинделя, перпендикулярність напрямку переміщення поперечного суппорта до осі шпинделя, радіальне биття переднього отвору зашминої цанги, за відповідними контрольними діаграмами не виконується попереджувальна умова. Назначені заходи дозволили знизити результуюче відхилення і при цьому підвищити допуски на його складові за рахунок зменшення їх кількості.

В дисертаційній роботі досліджено механізм утворення відхилення від співвісності осі обертання шпинделя та осей отворів у РГ (далі відхилення від співвісності) ТРА при обробці отворів методом пригонки.

На етапі теоретичних досліджень побудовано схему, що зображена на рисунку 2. Положення осі обертання шпинделя відносно траєкторії переміщення револьверного супорта у вертикальній і горизонтальній площині визначено таким чином, щоб компенсувати вплив теплових деформацій верстата на точність оброблюваної деталі.

При розточуванні отворів в площині обертання вершини різця вісь обертання шпинделя перетинається з віссю отвору ($\tau.O$). Відносно цієї точки виконані розрахунки величин проєкцій відхилення від співвісності у вертикальній та горизонтальній площинах.

$$\Delta_{\sigma} = (L - L_1) \left(\frac{\Delta_{1\sigma r}}{\ell_0} + \frac{\Delta_{2\sigma r}}{\ell_0} \right) \quad (4)$$

де L - відстань від торця шпинделя до місця розточування;

L_1 - відстань від торця шпинделя до місця вимірювання відхилення;

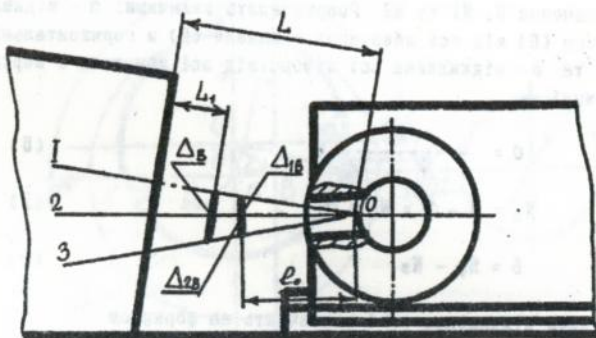
$\Delta_{1\sigma r}$ - відхилення від паралельності траєкторії переміщення револьверного супорта до осі шпинделя у вертикальній та горизонтальній площинах;

$\Delta_{2\sigma r}$ - відхилення від паралельності осей отворів для інструментів у РГ траєкторії переміщення револьверного супорта у вертикальній та горизонтальній площинах;

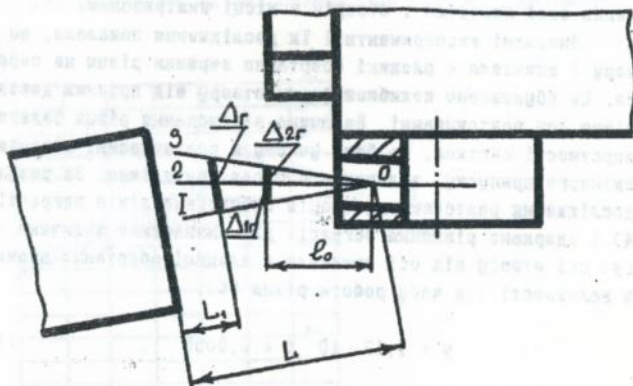
ℓ_0 - базова довжина.

$$\Delta_p = \sqrt{\Delta_{\sigma}^2 + \Delta_r^2} \quad (5)$$

Для перевірки практичної придатності формул (4) і (5) були проведені вимірювання розточених отворів. При цьому була вирішена задача визначення величини відхилення від співвісності при обмеже-



а) вертикальна площина



б) горизонтальна площина

I - вісь обертання шпинделя; 2 - траєкторія переміщення
револьверного супорта; 3 - вісь отвору.

Рисунок 2 -Схема утворення відхилення від співвісності
осі обертання шпинделя та осей отворів у револьверній
головці при обробці отворів методом пригонки

ній зоні вимірювання. Згідно зі схем на рисунку 3, при поверті шпинделя з індикатором на 180° відзначають в точках 0° , 90° , і 180° значення N , N_1 та N_2 . Розраховують величини: a - відхилення осі отвору (O) від осі обертання шпинделя (B) в горизонтальній площині та b - відхилення осі отвору від осі шпинделя в вертикальній площині.

$$a = \frac{N - N_2}{2} \quad (6)$$

$$N_3 = N - a = N_2 + a \quad (7)$$

$$b = N_4 - N_5 \quad (8)$$

Результуваче відхилення (Δ) визначають за формулою

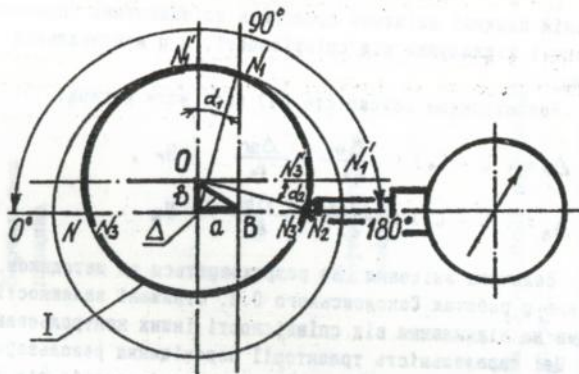
$$\Delta = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{\left(\frac{N - N_2}{2}\right)^2 + (N_4 - N_5)^2} \quad (9)$$

Крім величини відхилення цим способом визначається взаємне положення осей шпинделя і отворів в місці вимірювання.

Виконані експерименти і їх дослідження показали, що осі отвору і шпинделя в площині обертання верхини різця не перетинаються. Це обумовлено похибков форми отвору від пружних деформацій різця при розточуванні. Величина відтискання різця залежить від жорсткості системи, що бере участь в розточуванні отворів, і змінного припуску, залишеного після свердління. За результатами дослідження розточених отворів побудована лінія регресії (рисунк 4) і одержано рівняння регресії для визначення величини зміщення (y) осі отвору від осі шпинделя в площині обертання верхини різця в залежності від часу роботи різця (t).

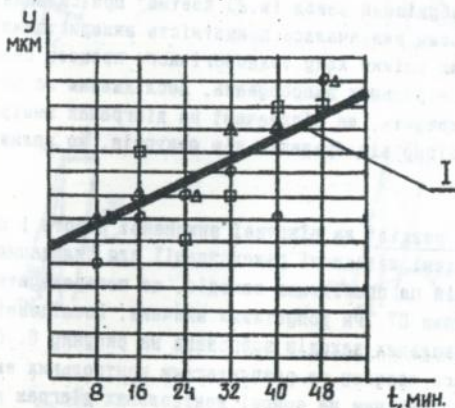
$$y = 1,12 \cdot 10^{-4} \cdot t + 0,0058 \quad (10)$$

Кількісна залежність (10) дозволяє управляти величиною зміщення за рахунок контролю часу роботи різця. При дослідженні взаємного положення осей визначена закономірність напруму зміщення осей отворів від осі шпинделя: в вертикальній площині - вниз, в горизонтальній - вперед, на оператора. На рисунку 5 зображені схеми можливих взаємних положень осей. Як видно з них, у горизон-



I - контрольна оправка

Рисунок 3 - Схема визначення відхилення від співвісності осі обертання та осі отвору при повороті шпинделя на 180°



I - лінія регресії (коefficient кореляції $r = 0,77$)

Рисунок 4 - Залежність зміщення (y) між осями отворів під інструмент у револьверній голівці та віссю обертання від часу роботи різця (t)

тальній площині зміщення приводить до зменшення горизонтальної проєкції відхилення від співвісності, а у вертикальній - до збільшення.

Розрахункова залежність (4) буде мати вигляд:

$$\Delta_r = (L - L_4) \left(\frac{\Delta_{1r}}{L_0} + \frac{\Delta_{2r}}{L_0} \right) - Y_r, \quad (11)$$

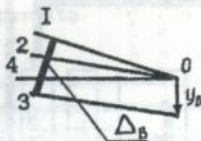
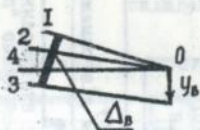
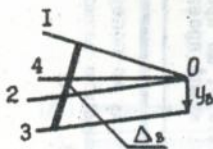
$$\Delta_b = (L - L_4) \left(\frac{\Delta_{1b}}{L_0} + \frac{\Delta_{2b}}{L_0} \right) + Y_b. \quad (12)$$

Величина зміщення (У) розраховується за методиком, яка викладена у роботах Соколовського О.П. Отримані залежності вказують на вплив на відхилення від співвісності інших контрольованих відхилень ПТ. Це: паралельність траєкторії переміщення револьверного супорта до осі шпиделя (Δ_1) та паралельність осей отворів під інструмент у РГ до траєкторії переміщення револьверного супорта (Δ_2). Такий зв'язок треба враховувати при призначенні допусків на відхилення останніх ПТ.

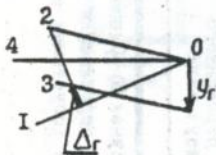
Експериментальна частина розділу проводилась на ВАТ "Мелітопольський верстатобудівний завод ім. 23 Жовтня" при складанні ТРА мод. 1В116. При цьому визначалась придатність використання контрольних діаграм для оцінки ходу технологічного процесу складання за результатами контрольних випробувань. Дослідження за початковими похибками показують, що відзначені на діаграмах вимірні відхилення ПТ, достовірно відображають дів факторів, що впливають на них.

В четвертому розділі на підставі виконаної роботи і отриманих результатів викладені методичні рекомендації для складання технологічних інструкцій по проведенню заходів, що попереджують перевищення відхиленнями ПТ ТРА допустимих значень. Послідовність проведення попереджувальних заходів зображена на рисунку 6. Оцінку ходу технологічного процесу за результатами контрольних випробувань дають за розробленими на основі контрольних діаграм контрольними картами (рисунк 7).

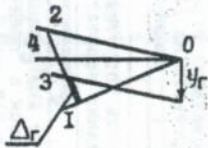
За результатами досліджень зроблені практичні рекомендації для внесення змін і доповнень у технологічний процес складання ТРА та конструкції деталей з метою попередження перевищення відхиленнями ПТ верстата допустимих значень. Все це спрямовано на



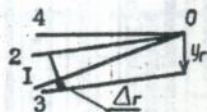
Вертикальна
площина



а)



б)



в)

Горизонтальна
площина

I - вісь обертання шпинделя; 2 - вісь отвору теоретична; 3 - дійсне положення осі отвору; 4 - траєкторія переміщення револьверного супорта.

Рисунок 5 -Схема можливих взаємних положень осі обертання шпинделя та осі отвору під інструмент у револьверній головці після реточування

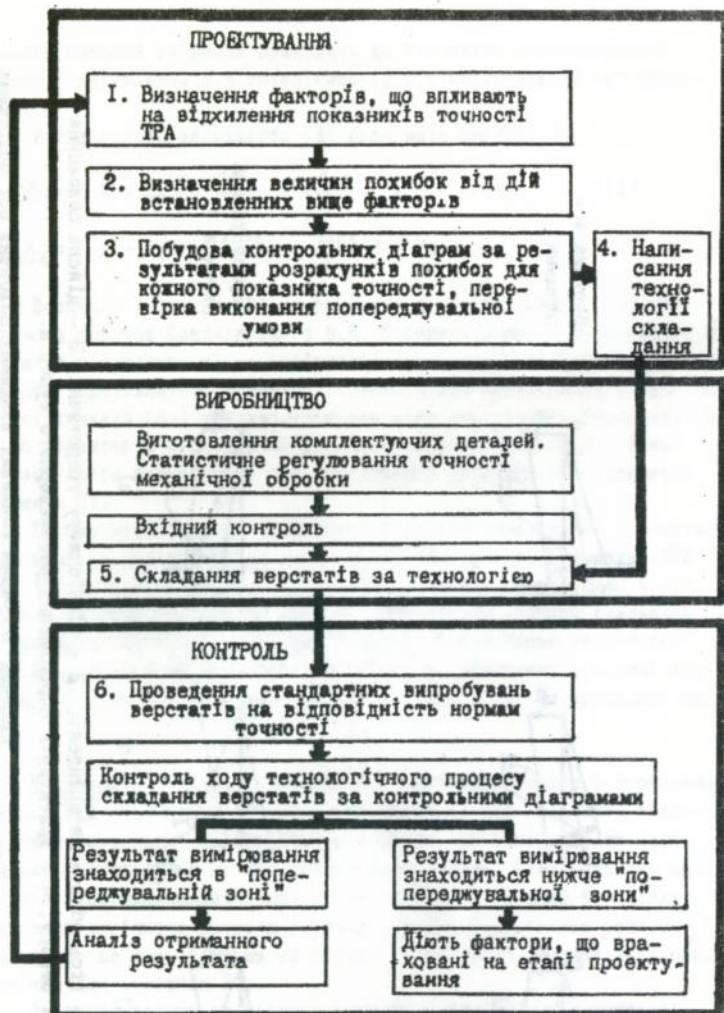


Рисунок 6 –Схема проведення заходів, що попереджують перевищення відхиленнями показників точності ТРА допустимих значень

Контрольна карта для оцінки ходу технологічного процесу
складання верстатів

Показник точності _____

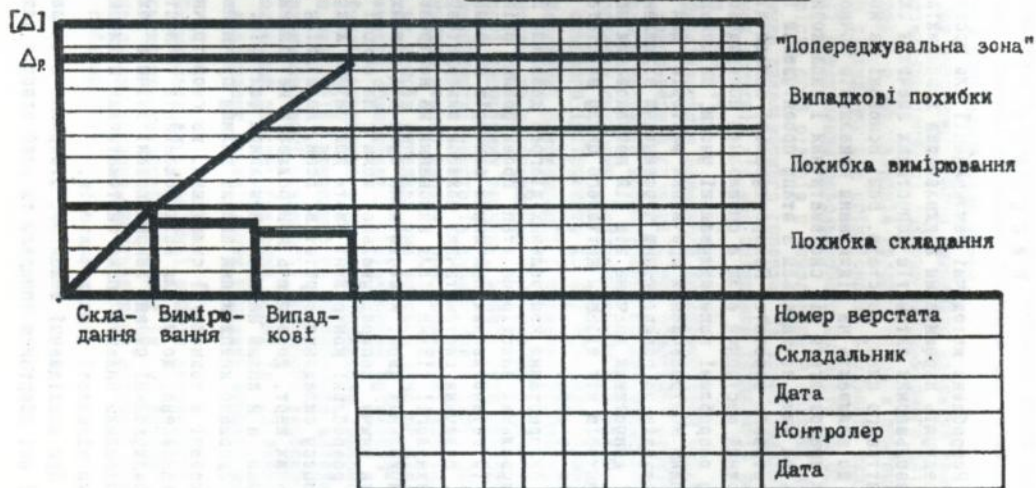


Рисунок 7

зниження непродуктивних витрат.

В И С Н О В К И

1. Розроблено методичні рекомендації для проведення заходів, що попереджують перевищення відхиленнями показників точності токарно-револьверних автоматів допустимих значень і охоплюють усі етапи життєвого циклу верстата. Вони ґрунтовані на контролі за факторами, що впливають на відхилення показників точності. При розрахунках враховуються дії систематичних і випадкових похибок. Контроль за ними починається з етапу проектування і закінчується здачею готового верстата. Попереджувальні заходи діють за принципом: кожний наступний етап є сложивачем попереднього. Для кожного етапу розроблені попереджувальні умови, за якими затверджуються величини контрольованих причинних факторів. Для прийняття своєчасних заходів по попередженні перевищення відхиленнями показників точності допустимих значень від дій неврахованих на етапі проектування факторів між етапами життєвого циклу верстата встановлено зворотній зв'язок.

2. Використання контрольних діаграм дозволяє при проведенні попереджувальних заходів на етапі проектування оцінити вплив кожного із встановлених причинних факторів на результуюче відхилення. Величини систематичних похибок використовують при складанні технології тільки після виконання на контрольних діаграмах попереджувальних умов: кумулятивна сума від діючих похибок повинна бути нижче "попереджувальної зони". На основі контрольних діаграм розроблені контрольні карти для оцінки ходу технологічного процесу складання верстатів. Вони, на відміну від існуючих контрольних карт, дозволяють контролювати не тільки результат відхилення, а й вплив на нього причинних факторів.

3. Зроблено комплексний аналіз впливу причинних факторів, які враховані в технології складання, на геометричну точність ТРА. Встановлено, що не для всіх показників точності виконуються попереджувальні умови. Запропоновані зміни в технології складання дозволили знизити вплив систематичних похибок за рахунок зменшення кількості діючих факторів.

4. При дослідженні механізму утворення відхилення від співвісності осі обертання шпинделя та осей отворів для інструментів

у револьверній головці при обробці отворів методом пригонки визначені фактори, що впливають на неспіввісність. Отримана розрахункова залежність для визначення величини цього відхилення. На її підставі отримані допустимі значення для похибок, при яких виконується попереджувальна умова.

5. При виконанні роботи визначено взаємний вплив між окремими показниками точності токарно-револьверного автомата при обробці отворів у револьверній головці методом пригонки. Безпосередньо на відхилення від співвісності впливають паралельність траєкторії переміщення револьверного супорта до осі шпинделя та паралельність осей отворів у револьверній головці до траєкторії переміщення револьверного супорта. Це треба враховувати при розрахунках допусків під час складання технології на останні два показники точності.

6. Дослідженнями взаємного положення осей отворів під інструмент у револьверній головці і осі обертання шпинделя токарно-револьверного автомата встановлено, що при затисканні інструментальної оправки сухарями, розташованими під оправкою, запас співвісності осьового інструменту до осі шпинделя підвищується на 50%.

7. Методичні рекомендації і отримані розрахункові залежності, спрямовані на попередження перевищення відхиленнями показників точності допустимих значень, можуть бути використані при серійному виробництві верстатів аналогічного типу, при підготовці до виробництва нового виробу, при проведенні капітального ремонту, тому що в усіх випадках вирішується одна проблема - виготовлення (ремонт) обладнання з мінімальними витратами.

8. Аналіз виробничого процесу складання токарно-револьверних автоматів мод. 1В116, виконаний за розробленою методикою, дозволив виявити невикористані можливості існуючого виробництва на ВАТ "Мелітопольський верстатобудівний завод ім. 23 Жовтня", що дозволило без додаткових матеріальних вкладень знизити непродуктивні витрати.

9. Результати дисертаційної роботи впроваджено на ВАТ "Мелітопольський верстатобудівний завод ім. 23 Жовтня". Заощадження засобів на одному токарно-револьверному автоматі складає 7,5% від його собівартості.

Основні результати дисертації опубліковані в роботах:

1. Внуков Ю.Н., Дядя С.И., Ковтун Е.Г. Определение отклонения от соосности отверстий для инструментов в револьверной головке с осью вращения одношпиндельных прутковых токарно-револьверных автоматов. //Резание и инструмент:Респ. межведомств. научно-техн. сб.- Харьков: Вида школа, 1997г. -вып. 51.
2. Ковтун Е.Г., Дядя С.И., Солоха В.В. Технологическое обеспечение точности токарно-револьверных автоматов. // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. - 1997г. - №1.
3. Солоха В.В., Ковтун Е.Г., Дядя С.И. Вплив геометрії поверхонь на теплову провідність контакту. // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. - 1997г. - №1.
4. Ковтун Е.Г., Солоха В.В., Дядя С.И. Влияние различных факторов на износ направляющих револьверного суппорта. // Типовые механизмы и технологическая оснастка станков-автоматов, станки с ЧПУ и ГПС : тезисы докладов республиканской научно-технической конференции. -Чернигов, 1991. -С.28.
5. Ковтун Е.Г., Солоха В.В., Дядя С.И. Повышение точности фиксации револьверной головки за счет упрощения конструкции фиксирующих элементов // Улучшение качества работы промышленных предприятий: тезисы докладов республиканской научно-технической конференции -Луцк, 1991г. -С.32.
6. Ковтун Е.Г., Дядя С.И., Солоха В.В. Обеспечение норм точности и жесткости металлорежущих станков при их производстве и ремонте // Организация и технология ремонта механизмов, машин, оснастки: материалы международной научно-технической конференции.- Крым-Киев, 1996. - С.54.

АННОТАЦИЯ

УДК 621.9.06.00272:658.562.6.

Дядя С.И. Исследование причин возникновения геометрических погрешностей и управление точностью токарно-револьверных автоматов при проектировании.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.03.01 - "Процессы механической обработки, станки и инструмент", Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск, 1997г.

Приведены результаты исследований факторов, влияющих на отклонения показателей геометрической точности токарно-револьверных автоматов. Предложены контрольные диаграммы, определяющие их влияние на результирующее отклонение при проектировании станков. Исследован механизм образования отклонения от соосности оси вращения шпинделя и осей отверстий для инструментов в револьверной головке токарно-револьверного автомата при обработке отверстий методом пригонки. Получена расчетная зависимость для определения величины этого отклонения. Разработаны методические рекомендации, позволяющие управлять причинными факторами при обеспечении требуемых отклонений показателей геометрической точности станков с минимальными затратами.

SUMMARY

Diadia S.I. Investigation of the geometrical error occurrence and turret lathe accuracy regulation in process of design. IDissertation is a manuscript being submitted for a candidate of sciences degree in the speciality 05.03.01 - Mechanical treatment processes, machine tools and equipment. Donbass state machine-building academy. Kramatorsk, 1997.

This thesis include the results of investigations that made it possible to formulate the methodical recommendations preventing the defects of the turret lathes.

Reasons of coaxiality deviation formation, between spindle revolution axe and axes of the holes for instruments of the turret head in process of holes machining using fitting method, were described.

Mathematical dependence for the
obtained.

Practical application of the proposed dependences and mathematical recommendations reduces extra expenditures in process of the turret lathe production.

Ключові слова: показники точності, допустиме значення, попереджувальні заходи, відхилення, діаграма "причини-результат", контрольна діаграма.