

РОЗДІЛ І. ПРИКЛАДНА МЕХАНІКА, МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО ТА МАШИНОБУДУВАННЯ

DOI: 10.25140/2411-5363-2024-1(35)-9-17

УДК 621.7.08

**Володимир Кальченко¹, Володимир Венжега², Геннадій Пасов³,
Антоніна Кологойда⁴, Ярослав Кужельний⁵, Владислав Богославський⁶**

¹доктор технічних наук, професор, проректор з науково-педагогічної роботи
Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна)
E-mail: vykalchenko74@gmail.com. **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-9072-2976>
ResearcherID: G-6752-2014. **Scopus Author ID:** 56644727300

²кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автомобільного транспорту та галузевого машинобудування
Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна)
E-mail: vivenzhega@gmail.com. **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-8857-349X>
ResearcherID: H-3560-2014. **Scopus Author ID:** 16510833000.

³кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автомобільного транспорту та галузевого машинобудування
Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна)
E-mail: genapasov@gmail.com. **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-7248-9085>
ResearcherID: H-4455-2014. **Scopus Author ID:** 57220212743

⁴кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автомобільного транспорту та галузевого машинобудування
Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна).
E-mail: kolohoida@gmail.com. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-1742-2686>
ResearcherID: I-1118-2014. **Scopus Author ID:** 57222329484

⁵кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автомобільного транспорту та галузевого машинобудування
Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна)
E-mail: k.y.v.immortal@gmail.com. **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-5269-8557>
ResearcherID: J-1127-2016

⁶здобувач вищої освіти, гр. МАТ-231
Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна)
E-mail: vlab.bog26.06@gmail.com.

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ТА РЕМОНТІ АВТОМОБІЛІВ

У роботі досліджено вимоги по точності до основних класів деталей автомобілів та методи контролю їх лінійних і кутових розмірів, відхилень форми і розташування поверхонь, прихованих дефектів при виробництві та ремонті автомобілів. Одним із перспективних напрямів підвищення якості виготовлення автомобільної продукції та проведення ремонтів, підвищення конкурентоспроможності продукції є покращення роботи відділів технічного контролю, які саме і здійснюють контроль на всіх етапах виробництва та за готовою продукцією на підприємстві. На основі проведеного аналізу пропонується поряд із використанням механічних, оптичних, пневматичних та електричних засобів вимірювання як найширше використовувати засоби нового типу – координатно-вимірювальні машини, що призначені для контролю складних корпусних деталей, точного вимірювання довжин, похибок форми й інших параметрів, сучасні кругломіри та прилади для вимірювання шорсткості з автоматичною обробкою інформації та управлінням від персонального комп'ютера.

Стаття є публікацією науково-методичного характеру.

Ключові слова: вимірювання; контроль; розміри; шорсткість; засоби вимірювання; координатно-вимірювальні машини.

Рис.: 2. Бібл.: 6.

Актуальність теми дослідження. Нині якість вітчизняної автомобільної техніки і проведення ремонтів дещо нижча від закордонної. Таке становище викликано багатьма факторами, одним із яких є гірший рівень забезпечення відділів технічного контролю сучасною вимірювальною технікою та використання сучасних вимірювальних технологій, статистичних методів управління якістю. Це стосується як виробничого процесу машинобудівного виробництва, що охоплює всі дії, пов'язані з виготовленням продукту виробництва, так і ремонтного виробництва. Причому виробничий процес ремонту складніший за відповідний процес виготовлення в машинобудуванні. Капітальний ремонт містить у собі всі елементи машинобудівного виробництва, а також додатково специфічні технології діагностування, розбирання очищення та відновлення.

Технічний контроль є невід'ємною частиною виробничого процесу. Основним завданням технічного контролю на підприємстві є своєчасне отримання повної та достовірної інформації про якість продукції, стан устаткування і технологічного процесу з метою попередження несправностей та відхилень, які можуть призвести до порушень вимог стандартів і технічних умов. У машинобудуванні він являє собою сукупність контрольних операцій, які виконуються на всіх стадіях виробництва різними службами підприємства залежно від об'єкта контролю. Тому підвищення точності проведення контрольних операцій на всіх етапах виробництва та контролю готової продукції є необхідною умовою підвищення рівня якості та конкурентоспроможності продукції.

Постановка проблеми. Сучасна автомобільна техніка – складні технічні системи, що працюють з високими швидкостям, під великим силовими навантаженнями, тому потребують високих вимог до точності розмірів, відхилень форми і розташування, шорсткості поверхонь деталей. Ці вимоги можуть бути досягнуті лише в тому випадку, коли контроль за виробничим процесом машинобудівного виробництва буде охоплювати всі дії, що пов'язані з виготовленням продукту виробництва, а саме:

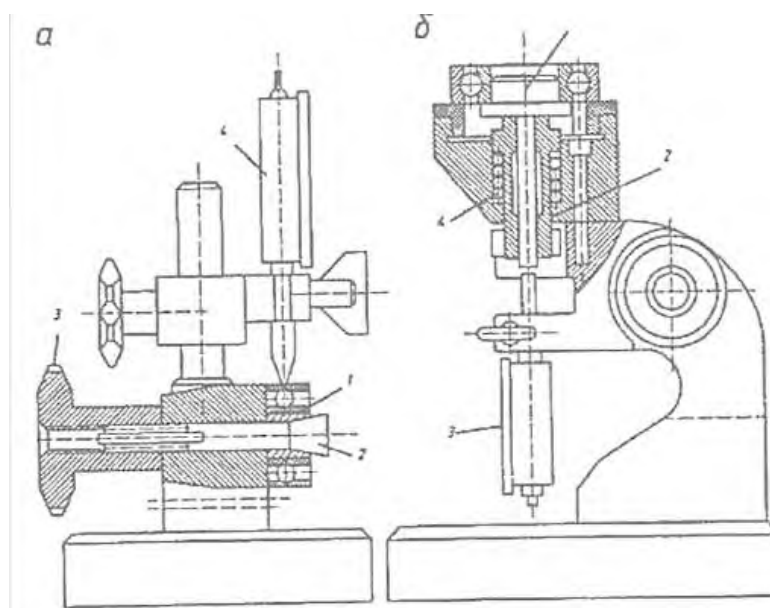
- підготовку засобів виробництва та їх обслуговування;
- одержання, транспортування і зберігання матеріалів, напівфабрикатів, вихідних заготовок, комплектуючих деталей і складальних одиниць;
- механічну і термічну обробку, миття, фарбування, балансування, старіння;
- технічний контроль, випробування і атестацію продукції на всіх етапах виробництва.

Технічний контроль забезпечує необхідну налаштованість процесу виробництва й підтримує його стабільність, тобто стійку повторюваність кожної операції в передбачених технологічних режимах, нормах і умовах. Об'єктами технічного контролю на машинобудівному підприємстві є матеріали, напівфабрикати на різних стадіях виготовлення, готова продукція (деталі, дрібні складальні одиниці, вузли, блоки, вироби), засоби (устаткування, інструмент, прилади, пристрої), технологічні процеси й режими обробки, загальна культура виробництва.

У роботі потрібно провести дослідження відомих способів контролю типових деталей автомобілів та готових виробів з метою виявлення недоліків та запропонувати сучасні способи вирішення проблем для покращення якості продукції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На заводах з великою виробничою програмою контроль і сортування деталей проводяться переважно граничним інструментом, що сприяє підвищенню продуктивності праці [1]. Контроль діаметральних розмірів шийок різних валів, поршневих пальців, штовхачів, клапанів, зовнішнього і внутрішнього діаметрів шліцьових валів, шліців по ширині здійснюється скобами. Перевірка зовнішнього і внутрішнього діаметрів шліцьових валів може проводитися спеціальним кільцем. Контроль профільних поверхонь валів, наприклад кулачків розподільних валів, проводиться скобами й шаблонами. Для контролю лінійних розмірів, наприклад довжини шатунних і корінних шийок, шпонкових канавок і шліцьових западин по ширині, застосовуються листові пробки і шаблони. З граничного інструменту для контролю отворів використовуються гладкі калібри (пробки) і листові пробки. З універсального вимірювального інструмента використовуються мікрометри, індикатори для зовнішніх і внутрішніх вимірів.

Контроль зношення зубів шестерень по товщині виміром за початковим колом проводиться штангензубоміром, оптичним зубоміром або спеціальними шаблонами [2]. Контрольні пристрої застосовуються для перевірки пружності пружин, підшипників кочення, прогинання валів, тощо. На рис. 1 наведені пристрої для контролю підшипників кочення [2].



*Рис. 1. Пристрої для контролю:
а – радіального зазору в кульковому підшипнику;
б – осьового зазору в кульковому підшипнику*

Для визначення величини радіального люфту підшипник *1*, що перевіряється, надівається на розрізну втулку *2* і разом з нею затягується конусом за допомогою фасонної гайки *3*. До зовнішнього кільця підшипника підводиться наконечник індикатора *4*. Надаючи зовнішньому кільцю коливальні рухи у вертикальному напрямку, за відхиленням стрілки індикатора можна визначити радіальний зазор підшипника. Осьовий зазор перевіряється на іншому пристрої (рис. 1, б). Підшипник, що перевіряється, зовнішнім кільцем встановлюється на опорну площину приладу. Внутрішнє кільце підшипника надівається на повзун *1*, який рухається напрямною *2*. Нижній торець повзуна впирається в наконечник індикатора *3*. При натисненні рукою на внутрішнє кільце, останнє отримує зворотньо-поступальний рух вгору і вниз. При цьому показники стрілки індикатора вкажуть на числове значення осьового зазору. Пересування кільця вгору здійснюється пружиною *4*.

Пристрій активного контролю розміру отвору при хонінгуванні (рис. 2) у своєму складі має жорсткий калібр *1* [3]. Цей калібр рухається разом з хонінгувальною голівкою і при досягненні заданого значення діаметра оброблюваного отвору входить у нього й викликає спрацювання електроконтактного перетворювача *2*, який видає сигнал на припинення обробки.

На контрольній операції перспективно застосовувати пневматичні довгоміри для вимірювання внутрішнього діаметра й конусності отворів гільз циліндрів і сортування їх на розмірні групи [4].

Для корпусних деталей автомобіля, головок циліндрів поряд з контролем розмірів та геометричної форми деталей дуже важливо встановити і наявність у них прихованих дефектів у вигляді різного роду поверхневих та внутрішніх тріщин [5]. Останнє особливо необхідне стосовно відповідальних деталей, пов'язаних з безпекою руху автомобіля.

Контроль прихованих дефектів може проводитися різними методами: гідравлічним тиском (опресовування), магнітною, люмінесцентною (флуоресцентною) і ультразвуковою дефектоскопіями. Контроль рентгенівським промінням не набув поширення в авторемонтному виробництві. Усі вказані методи дозволяють знаходити приховані дефекти в деталях без пошкодження останніх [2; 6].

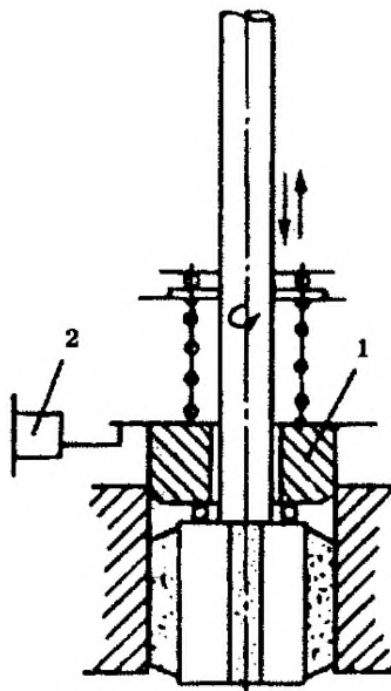


Рис. 2. Схема виміральної установки хонінгувального верстата

Метод дефектоскопії, що базується на гідравлічному тиску (опресовування), застосовується для виявлення тріщин у корпусних деталях переважно в блоках і головках циліндрів. Для цієї мети використовуються стенди різної конструкції. Зовнішні отвори деталі, що підлягає випробуванню, закриваються кришками і заглушками. Сорочку блоку або внутрішню порожнину головки заповнюють водою під тиском 300-400 кПа. За постійністю тиску й наявності течі судять про герметичність стінок сорочки блоку циліндрів або стінок головки.

Магнітний метод. Умовам авторемонтного виробництва найбільш відповідає магнітний метод, що відрізняється досить високою точністю, короткочасністю і простотою апаратури. Суть методу магнітної дефектоскопії полягає в наступному. Якщо через контрольовану деталь пропустити магнітний потік, то за наявності в останній тріщин магнітна проникність буде неоднаковою, унаслідок чого відбудеться зміна значення і напрямку магнітного потоку. На реєстрації останнього і ґрунтуються методи магнітної дефектоскопії.

Для контролю колінчастих валів застосовується магніто-електричний дефектоскоп МЕД-2. Дефектоскоп розрахований на контроль деталей діаметром до 90 мм і завдовжки до 900 мм. Контроль колінчастого вала здійснюється циркулярним намагніченням одночасно всіх шатунних шийок. Тривалість контролю одного вала складає в середньому 1,5...2 хв. Живлення дефектоскопа проводиться від мережі напругою 127/220 В. Дефектоскоп забезпечений камерою для розмагнічування. Крім МЕД-2, можуть застосовуватися й інші дефектоскопи, наприклад М-217, 77 ПМД-31, а для деталей автомобілів великої вантажопідйомності – УМД-900. З пересувних дефектоскопів можна використовувати дефектоскопи 77МД-ВМ і напівпровідниковий ППД.

Люмінесцентний (флуоресцентний) метод. Методом магнітної дефектоскопії можна контролювати лише деталі з феромагнітних матеріалів (сталь, чавун). Для контролю деталей з кольорових металів необхідні інші методи, які могли б знайти успішне застосування в авторемонтному виробництві. До цих методів відноситься люмінесцентний (флуоресцентний) метод. Суть методу люмінесцентної дефектоскопії полягає в наступному. Очищені і знежирені деталі, що підлягають контролю, занурюють у ванну з флуоресцентною рід-

ною або наносять цю рідину на деталі. До вказаної суміші додається фарбник. При освітленні ультрафіолетовим промінням отриманий розчин дає яскраве свічення. Нанесена на поверхню деталі флуоресцентна рідина, проникає в наявні тріщини і там затримується. Люмінесцентний (флуоресцентний) метод дозволяє знайти глибокі тріщини, що світяться у вигляді широких смуг, а також і мікроскопічні, які світяться тонкими лініями.

Ультразвуковий метод. Ультразвукова дефектоскопія ґрунтується на виявленні поширення в металі ультразвукових коливань і віддзеркалення їх від дефектів, що порушують суцільність металу (тріщини, раковини та ін.). Для ультразвукової дефектоскопії необхідні високі частоти за невеликої потужності випромінювання, тому застосовується п'єзоелектричний ефект. Контроль деталей ультразвуковим методом можна здійснювати двома способами: тіншовим та імпульсним відлунюванням. При тіншовому методі виявлення дефектів проводиться введенням ультразвуку в деталь, поміщену між випромінювачем і приймачем. Ультразвуковий дефектоскоп може використовуватися в ремонтному виробництві для контролю якості відновлення деталей металопокриттям, якості заливки підшипників, тощо. Найбільшого поширення набули імпульсні дефектоскопи, що працюють за принципом віддзеркалення ультразвукових хвиль. Для авторемонтного виробництва рекомендований дефектоскоп УЗД-7Н, яким можна контролювати деталі як імпульсним, так і тіншовим методами. Ультразвуковий контроль володіє високою чутливістю до виявлення прихованих дефектів. Промисловістю випускаються й інші дефектоскопи, наприклад УЗД-НІМ-5, УЗД-10М, які можуть застосовуватися в авторемонтному виробництві.

Великий інтерес становить електромагнітний індуктивний дефектоскоп типу ЕМІД-4М, що дозволяє здійснювати контроль комплексу властивостей заготовок і готових деталей з феромагнітних і неферомагнітних металів і сплавів. Вказаним дефектоскопом можна оцінити якість термічної і хіміко-термічної обробки за твердістю, структурою і міцністю, виявити наявність тріщин, внутрішніх напруг, сортувати деталі за марками сталі.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Проведений аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить що, для контролю точнісних характеристик основних класів деталей автомобіля, які найбільше впливають на його працездатність та довговічність застосовуються методи та засоби контролю, які не завжди в повній мірі можуть забезпечити точність вимірювання основних параметрів. Тому виникла нагальна необхідність у впровадженні сучасних методів та засобів вимірювання поверхонь найбільш відповідальних деталей автомобіля.

Метою статті є дослідження вимог до точності розмірів, відхилень форми і розташування поверхонь, шорсткості до основних класів деталей автомобіля та існуючих способів їх вимірювання і контролю з метою виявлення недоліків та впровадження сучасних методів і засобів контролю для вирішення проблеми покращення якості продукції.

Виклад основного матеріалу. Недосконалість багатьох сучасних машин у значній мірі залежить від недостатньої працездатності деталей і вузлів унаслідок неточності їх виготовлення, передчасного зношування та відмов. У сучасних конструкціях машин істотно ускладнилися умови роботи деталей унаслідок інтенсивного використання, ударних навантажень, дії агресивних середовищ, різких перепадів температури, високих швидкостей і тиску. У цьому зв'язку недостатньо знати тільки статичні характеристики матеріалів властивості робочих поверхонь, але й ті властивості матеріалів, робочих поверхонь деталей, які характеризують їхній опір динамічним впливам і процесам, викликані цими впливами в різних умовах експлуатації та вміти їх контролювати.

Різноманітні за функціями і виконанням автомобільні агрегати стають однорідними на рівні їх деталей. Аналіз деталей за формою, матеріалами, розмірами та службовим призначенням показує, що вони можуть бути віднесені до обмеженої кількості класів. Кожному класу деталей, як правило, відповідає своя технологія виготовлення та ремонту, що використовує уніфіковані технологічні процеси, що включають і контрольні операції.

В авторемонтному виробництві застосовують класифікації деталей К. Т. Кошкіна і Г. А. Малишева [4]. Найбільший вплив на надійність автомобільних агрегатів має якість виготовлення та ремонту таких класів деталей:

- ◆ нерухомих: корпусів, картерів, гільз;
- ◆ що обертаються: валів, дисків, зубчастих коліс, кулачків, ексцентриків;
- ◆ що рухаються поступально: поршнів, штоків, повзунів, клапанів;
- ◆ що беруть участь у перетворенні рухів: важелів, шатунів, штанг.

В процесах виготовлення та ремонту близько 90 % трудомісткості й собівартості робіт припадає саме на ці класи деталей. Розглянуті нижче деталі (корпусні, вали, гільзи й стрижні з отворами) складають 60–80 % маси агрегату [4]. Їх технічний стан найбільшою мірою визначає надійність автомобільних агрегатів. Розглянемо вимоги до точності основних деталей цих класів, оскільки вони безпосередньо впливають на вибір методів та засобів вимірювання.

До корпусних деталей відносять блоки й головки циліндрів, картери зчеплень, кришки розподільчих шестерень, корпуси карбюраторів, оливних, водяних і паливних насосів та ін. Матеріал корпусних деталей, сірий чавун (СЧ 18), алюмінієвий (АЛ 4) або цинковий (ЗАМАК) сплави. Найбільш поширений перший вид матеріалу. Корпусні деталі орієнтують рухомі деталі агрегату при його роботі. Одна з найбільш складних у технологічному відношенні корпусних деталей – це блок циліндрів двигуна, який на операціях виготовлення збирається з кришками корінних підшипників і картером зчеплення. Основними вимогами до поверхонь є мала шорсткість і висока точність розмірів, форми й розташування основних циліндричних і плоских поверхонь.

Найпоширенішими деталями типу пустотілих циліндрів є вставні гільзи циліндрів із сірого чавуну СЧ 24 чи зносостійкого чавуну ИЧГ-33М твердістю 197-241 НВ. Найбільш відповідальною поверхнею з найвищими вимогами по точності є дзеркало циліндра.

Основними представниками деталей типу круглих стрижнів є вали та осі. Вали служать в агрегатах для передачі крутного моменту й перетворення рухів (поступального в обертальний або навпаки). Найбільш складні деталі з них – це колінчасті та розподільчі вали. Деталі мають такі конструктивні елементи: шийки, кривошипи, кулачки, шпонкові пази, торці, стики й отвори.

Осі на відміну від валів не передають крутні моменти і навантажені тільки поперечними силами і згинаючими моментами. Осі мають лише частину перерахованих конструктивних елементів, що належать валам.

Колінчасті вали виготовляють із конструкційних (сталь 45), легованих (18ХНВА, 18ХНЗА, 20ХГНМ, тощо) сталей або високоміцного чавуну (ВЧ 50, ВЧ 70). Розподільчі вали виготовляють з покращених сталей 45, 40Г, 50Г або цементуємих сталей 20, 20Г. По конструкції колінчасті вали є відносно не жорсткою деталлю, в той же час сприймають великі змінні навантаження і піддаються впливу сил кручення і згину. Колінчасті вали повинні задовольняти наступним вимогам, що характеризують геометричну точність і якість поверхневого шару деталей [6].

1. Твердість шийок, що піддаються загартуванню, повинна бути не менша 52 HRC. При цьому галтельні переходи не повинні піддаватися загартуванню.

2. Шорсткість циліндричних поверхонь шийок діаметром до 100 мм повинна бути менша $R_a 0,32$, діаметром більше 100 мм – менша за $R_a 0,63$ мкм.

3. Діаметри корінних і шатунних шийок повинні виконуватися по 6-7 квалітету точності. Відхилення від округлості при цьому повинні відповідати 5-6 ступеню.

4. Биття корінних шийок щодо осі вала не повинно перевищувати 0,03 мм для шийок діаметром до 100 мм і 0,04 мм для шийок діаметром більше ніж 100 мм.

5. Відхилення радіуса кривошипа допускається не більше $\pm 0,15$ мм на 100 мм довжини радіуса. При цьому зміщення кутів між колінами кривошипів допускається не більше $\pm 30'$ по всій довжині вала.

6. Биття торця з'єднувального фланця кріплення маховика має бути не більше ніж 0,01 мм на 100 мм діаметру фланця.

7. Колінчастий вал повинен бути динамічно збалансований. Величина дисбалансу повинна знаходитися в межах 20...70 г·см. Більші значення дисбалансу допускаються при частотах обертання вала менш 1500 хв^{-1} .

Розподільчий вал є основним елементом приводу клапанів механізму газорозподілу двигуна. До нього висуваються жорсткі вимоги по точності та шорсткості робочих поверхонь: шорсткість робочих поверхонь кулачків повинна бути в межах 0,32...0,63 мкм за параметром R_a ; опорні шийки обробляють за 6-м квалітетом точності із шорсткістю поверхні R_a 0,32...0,63 мкм; овальність і конусність шийок не повинна перевищувати 0,01 мм; радіальне биття опорних шийок – 0,015...0,02 мм; неперпендикулярність опорного торця шийки до твірної не більше 0,02...0,03 мм., шорсткість його поверхні R_a 1,25...0,8 мкм.

До деталей класу «некруглі стрижні» відносять шатуни, важелі і коромисла. Шатуни беруть участь у перетворенні поступального руху в обертальний, а важелі і коромисла – в передачі поступального руху. Допуск на розмір отворів головок шатуна відповідає 5-му або 6-му квалітету, на розмір між осями цих отворів – 9-му або 10-му квалітету й на паралельність їхніх осей – 8-му або 9-му ступеню точності. Шорсткість відновлених поверхонь отворів і бойків $R_a = 0,16$ мкм.

На сучасних автопідприємствах використовуються координатно-вимірювальні машини (КВМ) - програмно-технічний комплекс, для контролю геометричних параметрів готових виробів, заготовок, інструменту, оснащення тощо. Випускаються промисловою портального, мостового та стоечного типу. Управління координатно-вимірювальною машиною здійснюється в ручному режимі або за керуючою програмою з персонального комп'ютера. Робочим елементом координатно-вимірювальної машини є піноль, на якій встановлена вимірювальна головка з датчиком. Датчики можуть бути контактні, лазерні та оптичні. За допомогою координатно-вимірювальної машини проводиться контроль параметрів геометричних елементів (точки, прямої, площини, окружності, сфери, циліндра, конуса), їх взаємного розташування і відхилення від правильності форми. Координатно-вимірювальна машина дозволяє проводити аналіз складних криволінійних поверхонь, а програмне забезпечення з комплекту поставки координатно-вимірювальної машини, дає можливість проводити порівняння результатів вимірювання з математичною моделлю. Найбільш поширені координатно-вимірювальні машини таких брендів як DEA (Італія), Leitz (Німеччина), ROMER (Франція) и TESA (Швейцарія). Наприклад, високоточна вимірювальна станція HOMMEL-ETAMIC FMS 8200 призначена для контролю всіх параметрів відхилень форми і позиційних допусків. Спеціальна конструкція зі шпинделем, на який встановлено вимірювальний датчик, і п'ятьма вимірювальними осями є дуже гнучке рішення для автоматизованого вимірювання всіх відхилень форми і позиційних допусків на великих і важких деталях. Особливостями системи є:

- п'ять вимірювальних осей, дві осі для вирівнювання, а також додаткові осі для вимірювання V-подібних моторних блоків;
- автоматичне налаштування вимірювальної системи по діаметру заготовки;
- дискретність вимірювання 1 мкм;
- повністю автоматизований вимірювальний цикл з широкими можливостями для аналізу програмним забезпеченням TURBO FORM;
- ідеально підходить для блоків циліндрів, коробок передач, колінчастих валів, поршнів великого діаметра тощо;
- мобільний блок управління для легкого управління всією системою.

Для контролю відхилень форми і взаємного розташування поверхонь дуже перспективними у використанні є сучасні кругломіри з повністю автоматизованим процесом вимірювання, призначені для вимірювання круглості, площинності, циліндричності, конусності, биття, паралельності та іншого. Італійський виробник SM-Metrology (Італія) постачає кругломіри з наступними основними характеристиками:

- повністю автоматизований процес вимірювання;
- дискретність 1 мкм;
- автоматичне перемикання напрямку вимірювання для різних завдань за один прийом;
- легка зміна оброблюваної деталі завдяки широким діапазонам вимірювання і переміщення;
- помилка відхилення від округлості $0,1 \text{ мкм} + 0,0008 \text{ мкм/мм}$ вимірюваної висоти;
- помилка відхилення від радіального биття $0,1 \text{ мкм} + 0,0008 \text{ мкм/мм}$ радіуса;
- помилка прямолінійності $0,3 \text{ мкм/100 мм}$.

Для контролю шорсткості найвищого класу точності з персональним комп'ютером можна використовувати лабораторні прилади типу HOMMEL TESTER T8000. Вони призначені для визначення всіх звичайних параметрів шорсткості за діючими в даний час нормами та розрахунку спеціальних параметрів. Мають велику кількість вимірювальних програм і протоколів. Є можливість використання будь-яких принтерів, підтримуваних Windows, можливість сполучення з усіма програмами Windows, наприклад Winword, Excel, Write, Access тощо, та контролю мікро- і макропрофілей, а також визначення топографії поверхні. Їх діапазони вимірювання складають:

- +/- 8 мкм (роздільна здатність 1 нм);
- +/- 80 мкм (роздільна здатність 10 нм);
- +/- 800 мкм (роздільна здатність 100 нм);
- +/- 8000 мкм (роздільна здатність 1000 нм).

Висновки. У роботі досліджено точнісні характеристики поверхонь найбільш відповідальних деталей автомобілів, методи та засоби контролю їхніх розмірів, відхилень форми та розташування, шорсткості, прихованих дефектів та обґрунтовано й запропоновано до впровадження в процес вимірювання програмно-технічні комплекси – координатно-вимірювальні машини, сучасні комп'ютеризовані кругломіри та прилади для вимірювання параметрів шорсткості. Це забезпечить необхідну налаштованість процесу виробництва й буде підтримувати його стабільність, та стійку повторюваність кожної операції в передбачених технологічних режимах, нормах і умовах, а отже, сприятиме підвищенню рівня якості й конкурентоспроможності автомобілів.

Список використаних джерел

1. Чередніков, О. М. Технологічні основи ремонту машин і відновлення деталей : навч. посіб. / О. М. Чередніков. – Чернігів : ЧДТУ, 2008. – 212 с.
2. Божидарнік, В. В. Основи технології виробництва і ремонту автомобілів : навч. посіб. / В. В. Божидарнік, А. П. Гусев. – Луцьк : Надстир'я, 2007. – 320 с.
3. Кальченко, В. І. Відновлення деталей автомобілів : навч. посіб. / В. І. Кальченко, В. В. Кальченко, В. І. Венжега. – Чернігів : ЧНТУ, 2013. – 192 с.
4. Основи технології виробництва і ремонту автомобілів : навч. посіб. / І. Б. Гевко, Р. М. Рогатинський, О. Л. Ляшук, В. З. Гудь, М. Г. Левкович, М. Я. Сташків, М. Д. Сіправська. – Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 2021. – 544 с.
5. Ремонт автомобілів : навч. посіб. / упор. В. Я. Чабанний. – Кіровоград : Кіровоградська районна друкарня, 2007. – 720 с.
6. Коваленко, В. М. Діагностика і технологія ремонту автомобілів : підручник / В. М. Коваленко, В. К. Щуріхін. – Київ : Література ЛТД, 2017. – 224 с.

References

1. Cherednikov, O.M. (2008). *Tekhnolohichni osnovy remontu mashyn i vidnovlennia detalei [Technological basics of machine repair and restoration of parts]*. ChDTU.
2. Bozhidarnik, V.V., Gusev, A.P. (2007). *Osnovy tekhnolohii vyrobnytstva i remontu avtomobiliv [Basics of automobile production and repair technology]*. Nadstyrya.

3. Kalchenko, V.I., Kalchenko, V.V., Wenzhega, V.I. (2013). *Vidnovlennia detalei avtomobiliv [Restoration of car parts]*. ChNTU.

4. Gevko, I.B., Rohatynskiy, R.M., Lyashuk, O.L., Gud, V.Z., Levkovich, M.G., Stashkiv, M.Ya., Sipravska, M.D. (2021). *Osnovy tekhnologii vyrobnytstva i remontu avtomobiliv [Fundamentals of automobile production and repair technology]*. Ivan Pulyuy TNTU.

5. Pastoral, V.Ya. (Eds.). (2007). *Remont avtomobiliv [Car repair]*. Kirovohrad district printing house.

6. Kovaleknko, V.M., Shchurikhin, V.K. (2017). *Diahnostyka i tekhnolohiia remontu avtomobiliv [Diagnostics and technology of car repair]*. Literature LTD.

Отримано 19.02.2024

UDC 621.7.08

**Volodymyr Kalchenko¹, Volodymyr Venzhega², Hennadiy Pasov³, Antonina Kolohoida⁴,
Yaroslav Kuzhelnyi⁵, Vladislav Bogoslavskij⁶**

¹Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice-rector in scientific and pedagogical work
Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine)

E-mail: vykalchenko74@gmail.com. **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-9072-2976>

ResearcherID: G-6752-2014. **Scopus Author ID:**56644727300

²PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Automobile Transport and Sectoral Machine Building
Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine).

E-mail: vivenzhega@gmail.com. **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-8857-349X>

ResearcherID:H-3560-2014. **Scopus Author ID:**16510833000

³PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Automobile Transport and Industrial Mechanical Engineering
Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine)

E-mail: genapasov@gmail.com. **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-7248-9085>

ResearcherID: I-1118-2014. **Scopus Author ID:** 57222329484

⁴PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Automobile Transport and Sectoral Machine Building
Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine)

E-mail: kolohoida@gmail.com. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-1742-2686>

ResearcherID: H-4455-2014. **Scopus Author ID:**57220212743

⁵PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Automobile Transport and Sectoral Machine Building
Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine)

E-mail: k.y.v.immortal@gmail.com. **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-5269-8557>

ResearcherID: J-1127-2016

⁶student of Higher Education, gr. MAT-231

Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine)

E-mail: vlab.bog26.06@gmail.com

IMPROVING THE QUALITY OF THE CONTROL OF PARTS PARAMETERS IN THE MANUFACTURE AND REPAIR OF VEHICLES

Technical control is an integral part of the production process. The main task of technical control at the enterprise is the timely receipt of complete and reliable information about the quality of products, the state of the equipment and the technological process in order to prevent malfunctions and deviations that may lead to violations of the requirements of standards and technical conditions. In mechanical engineering, it is a set of control operations that are performed at all stages of production by various departments of the enterprise depending on the object of control.

Technical control ensures the necessary configuration of the production process and maintains its stability, i.e. stable repeatability of each operation in the prescribed technological regimes, norms and conditions. The objects of technical control at the machine-building enterprise are materials, semi-finished products at various stages of production, finished products (parts, small assembly units, assemblies, blocks, products), means (equipment, tools, devices, devices), technological processes and processing modes, general culture of production.

Therefore, improving the quality of control operations at all stages of production and quality control of finished products is a necessary condition for improving the quality and level of competitiveness of products.

The work analyzes the accuracy characteristics of the main classes of car parts, which most affect its performance and durability, and which are subject to strict requirements for the accuracy of dimensions, shape deviations and mutual location, roughness, absence of defects on working surfaces, and currently existing methods and means of control cannot fully ensure the measurement of these parameters, and therefore there is an urgent need to introduce fundamentally new modern computerized means of their control, such as coordinate measuring machines, circular gauges, devices for controlling roughness.

The article is a scientific and methodological publication.

Key words: measurement; control; dimensions; roughness; measuring tools; coordinate measuring machines.

Fig.: 2. References: 6.