

**ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ**

ГАГАЛЮК АНДРІЙ ВАЛЕРІЙОВИЧ

УДК 621.91

**ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ОБРОБЛЕННЯ ЦИЛІНДРИЧНИХ
ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН З ВИКОРИСТАННЯМ
СПОРЯДЖЕННЯ З ПЕРЕДАВАЛЬНО- ПІДСИЛЮВАЛЬНИМИ
ЕЛЕМЕНТАМИ**

05.02.08 – технологія машинобудування

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Тернопіль - 2011

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.

Науковий керівник:

доктор технічних наук, професор
Пилипець Михайло Ількович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,
завідувач кафедрою комп'ютерних технологій в машинобудуванні;

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор
Гуліда Едуард Миколайович,
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності МНС України,
професор кафедри фундаментальних дисциплін;

кандидат технічних наук, доцент
Денисюк Віктор Юрійович
Луцький національний технічний університет,
доцент кафедри приладобудування.

Захист відбудеться «4» березня 2011р. о 10⁰⁰ на засіданні спеціалізованої вченої ради К58.052.03 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська 56.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська 56.

Автореферат розісланий «4» лютого 2011р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Данильченко Л.М.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Постійний розвиток техніки на сучасному етапі в умовах конкурентної боротьби за споживача та швидкої зміни попиту значну роль відіграє не лише якість продукції, а й терміни підготовки виробництва. Багато часу припадає на проектування і розроблення технологічного спорядження. Єдиним шляхом мінімізації технологічної підготовки виробництва, у тому числі розроблення технологічного спорядження, є використання на всіх етапах методів і засобів автоматизованого проектування.

Деталі типу тіл обертання складають значну частку деталей машин та механізмів. Згідно з типовими маршрутами оброблення та залежно від конструктивно - технологічних особливостей і величини виробничої партії тіла обертання можуть оброблятися на різних типах токарних, свердлильних та шліфувальних верстатів, що споряджуються патронами та оправками. В процесі оброблення деталей, закріплених в патронах металорізальних верстатів, можуть виникати вібрації і перевантаження. Як правило, це пов'язано із похибками закріплення заготовки, неточністю виготовлення самого патрона або неправильного закріплення інструменту. Оправки як елемент технологічного оснащення призначені для базування деталей внутрішніми отворами для забезпечення співвісності та концентричності із зовнішніми циліндричними поверхнями. В багатьох випадках відхилення від співвісності поверхні деталей не повинно перевищувати 0,01 мм. Це досягається обробленням поверхонь з одного установа та застосуванням точних центрувально-затискних пристосувань, до яких відносяться кулькові розтискні оправки. Використання існуючих оправок для закріплення деталей дещо підвищують точність базування і, відповідно, якість оброблення, але все ж вимагають удосконалення конструкцій шляхом створення розтискних оправок з передавально-підсилювальними елементами, а також методики та системи автоматизованого проектування (САПР).

У зв'язку з цим, підвищення якості та продуктивності процесів механічного оброблення з розробленням спеціальних безззорних оправок з передавально – підсилюючими елементами є актуальним завданням для машинобудівних підприємств.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами. Роботу виконано відповідно до наукового напрямку кафедри комп'ютерних технологій в машинобудуванні Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Автоматизоване пошукове проектування технологічних інновацій на основі розробки та використання методів уніфікованого синтезу» (№ державної реєстрації 0107 U 000541), які реалізуються в рамках постанови Кабінету Міністрів України та Міністерства освіти та науки України в розділі «Машинобудування» «Високоєфективні технологічні процеси в машинобудуванні» на 2010 – 2015 роки.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є підвищення якості оброблення деталей шляхом створення безззорних оправок та запобіжних

патронів із передавально–підсилюючими елементами затиску та методів і алгоритмів їх автоматизованого проектування.

Для досягнення поставленої мети в роботі поставлено наступні завдання:

- шляхом аналізу літературних джерел виявити проблеми забезпечення якості оброблення циліндричних поверхонь деталей машин із використанням безззорних оправок з передавально–підсилюючими затискними елементами, і на їх основі удосконалити конструкції патронів для механічного оброблення деталей із забезпеченням необхідної точності та якості оброблення;

- теоретично обґрунтувати конструктивні та силові параметри безззорних оправок токарних, шліфувальних та інших верстатів із виведенням відповідних аналітичних залежностей;

- теоретично обґрунтувати залежність радіальної сили затиску заготовок на оправках з роликowymi й кульковими передавально–підсилюючими елементами залежно від осьової сили та конструктивних параметрів розтискних елементів;

- провести синтез безззорних оправок із визначенням спільних особливостей конструювання та забезпечення силових і технологічних параметрів для оброблення циліндричних поверхонь деталей машин;

- розробити САПР безззорних оправок із забезпеченням умов якісного та швидкого проектування;

- спроектувати та виготовити розроблені зразки оправок та патронів;

- розробити методичку, провести комплекс експериментальних досліджень та запропонувати практичні рекомендації щодо вибору спорядження для оброблення циліндричних поверхонь деталей машин;

- розробити алгоритм інженерного розрахунку та проектування запропонованого технологічного спорядження та програму САПР захисних пристроїв верстатів із забезпеченням умов якісного й швидкого проектування.

Об'єкт дослідження – технологічне спорядження для забезпечення механічного оброблення циліндричних поверхонь деталей машин.

Предмет дослідження - закономірності впливу параметрів технологічного спорядження на процес формоутворення зовнішніх та внутрішніх циліндричних поверхонь.

Методи дослідження. Аналітичні дослідження проведено на базі теоретичних основ технології машинобудування, теорії різання металів, математичної статистики та системного аналізу. Визначення геометричних, силових характеристик оснащення та розрахунки пружної деформації ґрунтувалося на основі аналітичної та дискретної математики, опору матеріалів, технології машинобудування та теорії різання.

Експериментальні дослідження проведено з використанням теорії експерименту та математичної статистики, сучасної виміральної апаратури, розроблених оправок і патронів та спеціальних пристроїв. В розрахунках і при обробленні результатів дослідження, синтезі компонувальних схем та інших технічних рішень використано комп'ютерну техніку та сучасне програмне забезпечення.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що запропоновано новий підхід до підвищення продуктивності та якості оброблення циліндричних поверхонь, який передбачає скорочення часу на встановлення і базування деталей та підвищення точності базування шляхом створення безззорних оправок і запобіжних патронів з передавально–підсилюючими елементами затиску та методів і алгоритмів їх автоматизованого проектування.

При цьому отримано такі наукові результати:

- вперше розроблено теоретичні передумови створення безззорних оправок із передавально–підсилюючими затискними елементами свердлильних, токарних, шліфувальних та інших верстатів із виведенням аналітичних залежностей для їх розрахунку і автоматизованого проектування;

- виведено аналітичні залежності для визначення радіальної сили затиску заготовок роликowymi конічними та кульковими затискними елементами залежно від конструктивних параметрів оснащення і осьової сили;

- вперше виведено аналітичні залежності для визначення силових, технологічних і конструктивних елементів запобіжних патронів, створених на базі безззорних кулькових оправок із передавально–підсилюючими елементами;

- виведено аналітичні залежності для визначення допустимого крутного моменту захисного різьбового патрона з кульковими передавальними елементами.

Практичне значення одержаних результатів. За результатами теоретичних і експериментальних досліджень синтезовано нові компоновальні схеми розтискних оправок із кульковими та роликowymi конічними передавально–підсилюючими елементами та свердлильних запобіжних патронів. Розроблено науково–практичні засади проектування та виготовлено оправку з передавально–підсилюючими елементами, захисні свердлильні патрони для оснащення верстатів свердлильно–розточної групи.

Запропоновано алгоритм і методику інженерного розрахунку основних параметрів безззорних оправок і запобіжних свердлильних патронів, які реалізовано у прикладній програмі автоматизованого проектування запропонованого технологічного оснащення.

Результати досліджень впроваджено на ВАТ «Ковельсьільмаш» і в навчальний процес підготовки фахівців освітньо – кваліфікаційного рівня бакалавр з напрямку 6.050502 «Інженерна механіка» для викладання дисциплін «Технологічна оснастка», «САПР технологічних процесів, верстатів та інструментів» в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя.

Особистий внесок здобувача. Основні положення та результати теоретичних і експериментальних досліджень за темою дисертаційної роботи отримано автором самостійно.

Здійснено наукове обґрунтування параметрів технологічного оснащення, а також розроблено конструкції безззорних оправок із передавально–

підсилюючими елементами і запобіжних свердлильних патронів [1-4], що забезпечує вирішення важливої прикладної проблеми – підвищення якості оброблення циліндричних поверхонь деталей машин. У працях, виконаних у співавторстві [5-16], здобувачем розроблено теоретичні основи проектування технологічного спорядження і технологічних процесів оброблення циліндричних поверхонь на основі САПР.

Постановка задач, аналіз і трактування результатів дослідження виконано разом з керівником та, частково з співавторами публікацій..

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати роботи доповідалися на: щорічних наукових конференціях Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (м. Тернопіль, 2007-2010); Донбаської машинобудівної академії «Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем» (м. Краматорськ, 2008); Всеукраїнській молодіжній науково – технічній конференції «Машинобудування очима молодих: прогресивні ідеї – наука – виробництво» (м. Одеса, 2007); Луцького національного технічного університету (м. Луцьк, 2007-2009); Кіровоградського національного технічного університету (м. Кіровоград, 2008); Міжнародній науково – технічній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Прогресивні напрямки розвитку машино–приладобудівних галузей і транспорту» (м. Севастополь, 2008), Миколаївського державного аграрного університету (м. Миколаїв, 2008), Харківського національного технічного університету сільського господарства імені П. Василенка (м. Харків, 2009).

У повному обсязі робота доповідалась на науково-технічному семінарі Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя й отримала позитивний відгук

Публікації. Основний зміст дисертації відображено у 17 наукових публікаціях, з яких – 4 статті у фахових виданнях, 9 деклараційних патентів на винаходи і 4 тез наукових конференцій.

Структура та обсяг дисертації Дисертація складається з вступу, п'яти розділів, висновків, додатків та списку літератури. Загальний обсяг дисертації становить 176 сторінок, в тому числі: 77 рисунків, 9 таблиць, 142 найменувань та додатків на 11 сторінках. Обсяг основного тексту дисертації – 151 сторінка.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність проблеми та важливість розглянутих, в дисертаційній роботі питань, сформульовано мету, визначено методику та завдання дослідження, розкрита наукова новизна, теоретична та практична цінність отриманих результатів, рівень реалізації та впровадження наукових розроблень. Наведено інформацію про апробацію, структуру та обсяг роботи.

У **першому розділі** виконано аналіз літературних джерел та патентний пошук з питань конструкторсько-технологічних особливостей базування деталей для оброблення циліндричних поверхонь, визначено основні напрямки підвищення ефективності використання свердлильних та інших запобіжних

захисних патронів, самоцентрувальних кулькових та роликів конічних оправок свердлильних, токарних та інших верстатів.

На основі проведеного аналізу відомих конструкцій технологічного оснащення та методик дослідження технологічних процесів оброблення деталей можна стверджувати, що питання підвищення якості процесу оброблення циліндричних поверхонь шляхом створення безззорних оправок з передавально–підсилюючими елементами, і на їх основі захисних патронів не вирішені в повному обсязі.

Виконано огляд робіт, присвячених розробленню запобіжних пристроїв металорізальних верстатів та теорії їх дослідження провідних науковців Корсакова В.С., Родіна П.Р., Равської Н.С., Філоненка С.Н., Лінчевського П.А., Нагорняка С.Г., Луціва І.В., Мельничука П.П., Грицяя І.Е., Тепінкічєва В.К., Полякова В.С., Ряховського О.Н., Іванова Е.А., Броцака І.І та багатьох інших. Досліджено процеси різання із застосуванням різноманітних конструкцій запобіжних пристроїв, оправок і патронів, вплив їх конструктивних параметрів на якість оброблення.

Основним завданням в роботі є підвищення якості оброблення деталей шляхом створення безззорних оправок та запобіжних патронів з передавально–підсилюючими елементами затиску та методів і алгоритмів їх автоматизованого проектування.

Різноманітність задач, які вирішуються шляхом використання оправок і патронів, а також вимог, які висуваються до них відповідно до умов їх експлуатації, привело до використання в МРВ великої кількості різноманітних конструкцій.

В другому розділі проведено дослідження затиску деталі оправкою з кульковими та роликівими передавально–підсилюючими елементами з наступним виведенням аналітичних залежностей. На рис.1,а зображено конструкцію розтискної оправки з кульковими передавально–підсилюючими елементами, а на рис.1,б – розрахункову схему дії сил контакту.

В такому пристрої затиск пустотілої циліндричної заготовки відбувається за рахунок створення сили затиску ключем шляхом затиску підтискної гайки, яка переміщається в осьовому напрямку і діє на сепаратор.

Розміщені на діаметральному периметру конусної поверхні кульки під дією сепаратора пересуваються по конусній поверхні вздовж осі оправки й діють в радіальному напрямку на розрізну тонкостінну втулку, яка безпосередньо контактує із внутрішньою поверхнею пустотілої циліндричної заготовки.

Під дією радіальних зусиль із боку кульок розрізна тонкостінна втулка, збільшуючись в діаметрі, затискає заготовку. Згідно розрахункової схеми (рис.1) результуючу силу F_p , яка протидіє силі затиску W , можна виразити через нормальні сили N_1 і N_2 , що виникають із боку конусної поверхні стержня оправки та розрізної втулки із заготовкою:

$$F_p = N_1 \cdot \sin(\alpha/2) + N_2 \cdot \sin(\alpha/2) = \sin(\alpha/2) \cdot (N_1 + N_2), \quad (1)$$

де α - кут нахилу конусної поверхні стержня, град, N_1 , N_2 – нормальні сили, Н.

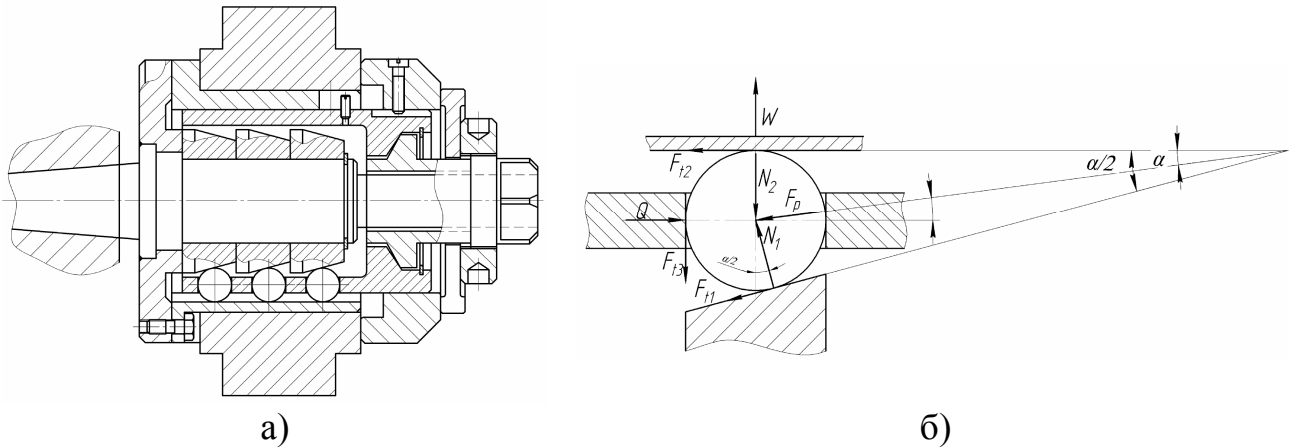


Рис.1. Конструкція розтискної оправки з кульковими передавально-підсилюючими елементами (пат. № 53027, Україна)

Враховуючи умову рівноваги сил, при якій забезпечується затиск заготовки та значення сил тертя, умову забезпечення затиску заготовки записано у вигляді:

$$Q \geq N_2 (f + \cos(\alpha/2) \cdot \sin(\alpha/2)) + N_1 \cdot \cos(\alpha/2) \cdot \left(\sin(\alpha/2) + f + \frac{f}{\cos(\alpha/2) \cdot \sin(\alpha/2)} \right), \quad (2)$$

де f – коефіцієнт тертя, Q – осьова сила, прикладена до кульки, Н.

Як видно із розрахункової схеми, нормальна сила N_2 із сторони розрізної оправки є протилежно напрямленою силі притискання заготовки однією кулькою W , але рівною їй за значенням:

$$N_2 = W. \quad (3)$$

Тобто, сила притискання заготовки однією кулькою дорівнює:

$$W = \frac{Q - N_1 \cdot \cos(\alpha/2) \cdot \left(\sin(\alpha/2) + f + \frac{f}{\cos(\alpha/2) \cdot \sin(\alpha/2)} \right)}{(f + \cos(\alpha/2) \cdot \sin(\alpha/2))}. \quad (4)$$

Тоді сумарна сила затиску

$$W_\Sigma = n \cdot \left(\frac{Q - N_1 \cdot \cos(\alpha/2) \cdot \left(\sin(\alpha/2) + f + \frac{f}{\cos(\alpha/2) \cdot \sin(\alpha/2)} \right)}{f + \cos(\alpha/2) \cdot \sin(\alpha/2)} \right) - F_4, \quad (5)$$

де n – кількість кульок в оправці; F_4 – зусилля деформації розтискної втулки.

Метою подальших розрахунків є встановлення функціональної залежності величини робочого ходу затиску x' кульки від кута нахилу α площини конуса стержня оправки.

Згідно розрахункової схеми (рис. 2) під час затиску кулька переміщується з положення 1 в положення 3. Затиск відбувається в період переходу кульки з положення 2 до положення 3. Таке переміщення відслідковується на конусній поверхні оправки відповідними точками контакту кульки від точки O_1 до точки O_K через деяку проміжну точку O_n .

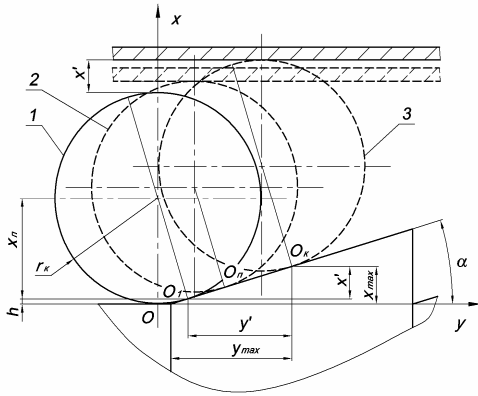


Рис.2. Розрахункова схема для встановлення функціональної залежності величини робочого ходу затиску x' від кута нахилу α площини конуса стержня оправки

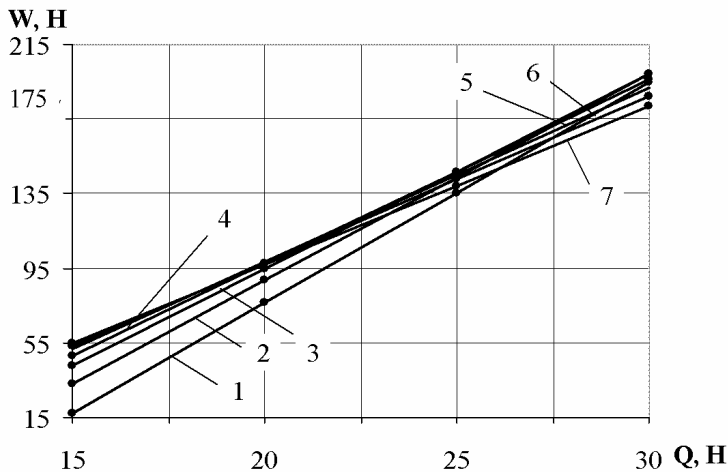


Рис. 3. Графік залежності зміни сили затиску заготовки від осьової сили прикладеної до кульки:

- 1 – $\alpha = 12^\circ$; 2 – $\alpha = 14^\circ$; 3 – $\alpha = 16^\circ$;
 4 – $\alpha = 18^\circ$; 5 – $\alpha = 20^\circ$; 6 – $\alpha = 22^\circ$;
 7 – $\alpha = 24^\circ$

в оправці забезпечується при значеннях кута нахилу площини конуса стержня оправки $\alpha = 14-20^\circ$. Поза межами цього діапазону можливий ускладнений затиск внаслідок надто малої або ж великої сили тертя. Окрім цього, при значеннях $\alpha < 12^\circ$ можливе заклинювання кульок і, як наслідок, складність зняття заготовки після механічного оброблення. Рациональним є значення кута нахилу площини конуса $\alpha = 16-18^\circ$, оскільки при інших розглянутих значеннях спостерігається значна різниця між мінімальним і максимальним зусиллями затиску, що свідчить про нестабільність затискного зусилля. За отриманими результатами встановлено, що збільшення кута нахилу площини конуса стержня оправки при постійному розмірі кульки (вираженому через її радіус) призводить до

Відстань h від точки контакту кульки з конусною поверхнею до циліндричної поверхні оправки в напрямку осі ox :

$$h = r_K - x' = r_K - r_K \cdot \cos \alpha = r_K (1 - \cos \alpha) \quad (6)$$

де r_K - радіус кульки, мм

Враховавши, що величина зміщення кульки по осі Oy дорівнює

$$\frac{x_{\max}}{y_{\max}} = \frac{h}{y_{\max} - y'} \quad \text{та} \quad \text{підставивши}$$

значення h , отримано:

$$\frac{x_{\max}}{y_{\max}} = \frac{r_K (1 - \cos \alpha)}{y_{\max} - y'} \quad (7)$$

Згідно розрахункової схеми та з урахуванням рівняння (7) величина робочого ходу затиску x' дорівнює:

$$x' = y' \cdot \operatorname{tg} \alpha = x_{\max} - r_K \cdot (1 - \cos \alpha). \quad (8)$$

Згідно результатів теоретичних досліджень і залежності (8) побудовано графічні залежності сумарної сили затиску від осьової сили на передавально-підсилюючі елементи (рис.3).

Шляхом аналізу числових даних, отриманих в результаті розрахунку кута нахилу α , а також аналізуючи отримані графічні залежності $W_{\Sigma} = f(Q)$ (рис.3), теоретично встановлено, що в зазначеному діапазоні сили затиску максимальне затискне зусилля

зростання величини робочого ходу затиску. Проте, для оправок із типовими розмірами різниця між найменшим і найбільшим значеннями не перевищує 5,2–11,2%. Можна попередньо припустити, що зазначені величини суттєво не впливають ні на зусилля, ні на швидкість затиску.

На основі аналізу результатів попередньо проведених досліджень запропоновано методику розрахунку сили затиску безззорною оправкою з конічними передавально–підсилюючими елементами (рис.5, а).

Згідно розрахункової схеми (рис.5, в) сил контакту в зачепленні «ролик-конус-обойма» розглядуваної оправки, вертикально напрямленій силі W , яка створюється на похилій поверхні ab , і з якою ролик 3 діє на розрізну втулку (цангу 2) та забезпечує затиск заготовки 1, протидіють нормальна сила реакції N на похилій площині і сили тертя F_1, F_2 , які протилежно напрямлені силі Q_p , яка діє на ролик у горизонтальній площині і яка, в свою чергу, протилежна силі затиску Q . Самогальмування ролика 3 на похилій площині конічного розтискного елемента 4, яке спричиняє закріплення заготовки 1, забезпечується малими значеннями кута α_1 нахилу площини конічного розтискного стержня.

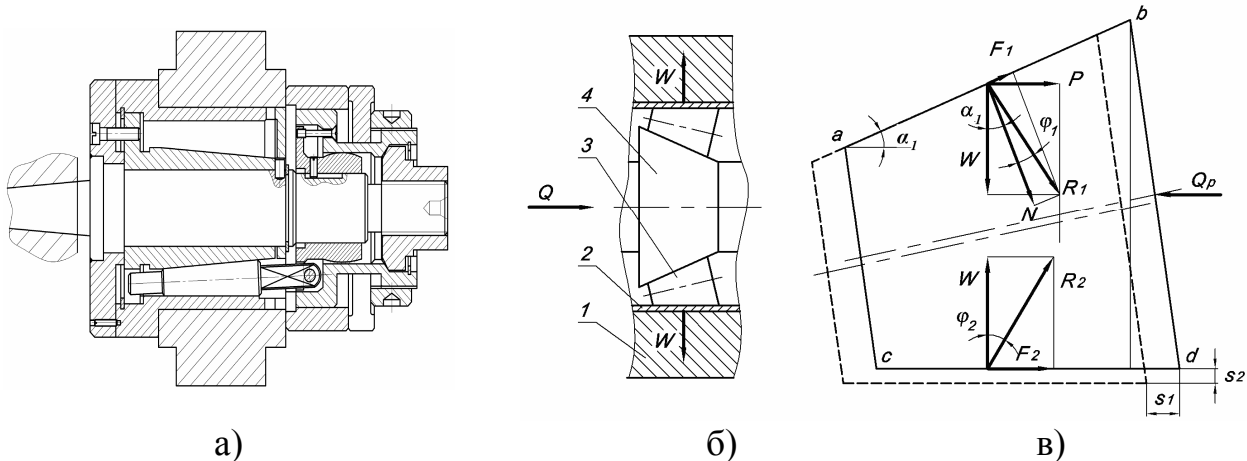


Рис. 5. Конструктивна (а) та розрахункові схема взаємодії затискних елементів безззорної оправки з роликівими конічними ППЕ: б) схема дії сил в оправці; в) схема дії сил в зачепленні «ролик-конус-обойма»:

1 – заготовка; 2 – цанга; 3 – конічний ролик; 4 – конічний розтискний елемент (пат. № 53028, Україна)

Розглядаючи процес закріплення заготовки 1 за умови рівноваги визначено співвідношення між силою Q_p і W без врахування тертя. Для цього сили N і F_1 замінено їх рівнодійною R_1 , розклавши при цьому її на складові сили W і P . При забезпеченні умови рівноваги ролика з тертям по двох поверхнях ab і cd дві вертикальні сили затиску W взаємно зрівноважуються, а сила Q_p врівноважується силами P і F_2 (рис.5, в).

Відповідно

$$Q_p = P + F_2. \quad (9)$$

Згідно розрахункової схеми

$$P = W \cdot \operatorname{tg}(\alpha_1 + \varphi_1); \quad F_2 = W \cdot \operatorname{tg} \varphi_2, \quad (10)$$

де φ_1 – кут тертя ковзання по похилій поверхні ab , град; φ_2 – кут тертя ковзання по горизонтальній поверхні cd , град.

Шляхом підстановки значення залежностей (10) у рівність (9) визначено необхідну силу затиску:

$$W = Q_p / [\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg}\varphi_2]. \quad (11)$$

Врахувавши геометричні параметри оправки: r_{cp} – середній радіус різі гвинта, мм; β – кут піднімання різі гвинта, град.; φ_{np} – приведений кут тертя в різьбовій парі, град.; f_1 – коефіцієнт тертя; D_n – зовнішній діаметр опорного торця гайки, мм; D_6 – внутрішній діаметр опорного торця гайки, мм; l – відстань від осі гвинта до точки прикладення сили затиску, мм.

Визначено допустиме зусилля затиску:

$$W = \frac{n \cdot 0,5d^2 [\sigma]_p \cdot \left(r_{cp} \operatorname{tg}(\beta + \varphi_{np}) + 0,33 f_1 \cdot \left(\frac{D_n^3 - D_6^3}{D_n^2 - D_6^2} \right) \right)}{l \cdot [\operatorname{tg}(\alpha_1 + \varphi_1) + \operatorname{tg}\varphi_2]}, \quad (12)$$

де n – кількість роликів; $[\sigma]_p$ – допустиме напруження матеріалу гвинта на розтяг, МПа.

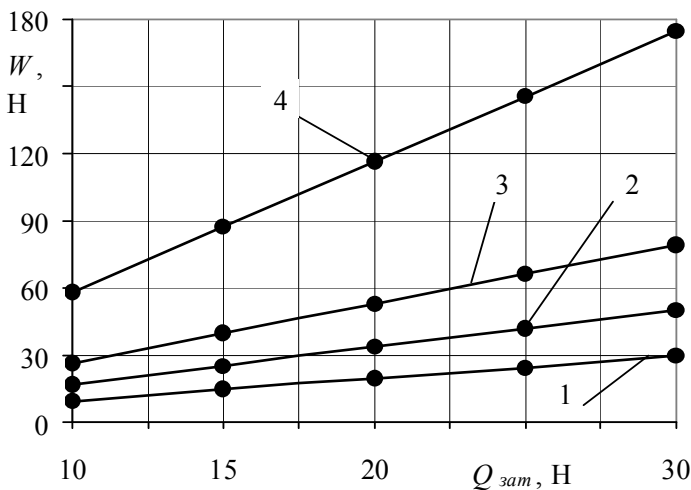


Рис. 6. Залежність зміни радіальної сили затиску заготовки від осьової сили затиску $W=f(Q_{зам})$ при різних значеннях кута нахилу конуса:

- 1 – $\alpha = 10^\circ$; 2 – $\alpha = 12^\circ$; 3 – $\alpha = 15^\circ$;
4 – $\alpha = 17^\circ$

З метою встановлення оптимального кута нахилу площини розтискного конуса проведено аналіз залежності (12), на основі якої побудовано графічні залежності (рис.6). Теоретичні значення кута нахилу площини підтискного конуса знаходились в межах $\alpha_1=6-25^\circ$, кутів тертя ковзання $\varphi_1, \varphi_2=5-12^\circ$. Кількість роликів $n=3$.

Аналізуючи числові дані, отримані в результаті розрахунку залежності (12), а також отримано графічні залежності $W=f(Q_{зам})$, встановлено, що затиск заготовки в оправці

запропонованої конструкції доцільно проводити в діапазоні значень кута нахилу площини підтискного конуса $\alpha = 9-15^\circ$. Поза межами цього діапазону можливий ускладнений затиск внаслідок надто малої або ж великої сили тертя. Окрім цього, попередньо припускаємо, що отримані великі значення сили затиску свідчать про можливе заклинювання роликів і, як наслідок, складність зняття заготовки після механічного оброблення.

В загальному випадку функція $W=f(Q_{зам})$ є лінійною, тобто, із збільшенням зусилля затиску збільшується сила затиску заготовки.

Графічні залежності, подані на рис. 6, дають змогу комплексно оцінити інтенсивність впливу того чи іншого параметру (при заданих інших) на величину сили затиску у розробленій оправці, а також можуть служити основою для розроблення інженерної методики проектування аналогічних пристроїв.

В третьому розділі розроблено програму та методику проведення експериментальних досліджень запобіжних свердлильних патронів і безззорних оправок з кульковими та роликowymi передавально-підсилюючими елементами (ППЕ). Для базування циліндричних деталей по внутрішньому отвору було спроектовано та виготовлено безззорну оправку з кульковими ППЕ (рис.7, а), а на рис. 7, б – установку для дослідження радіального биття, а на рис.7, в – дослідження жорсткості.

Методикою експериментальних досліджень передбачено проведення двох серій експериментальних досліджень. Перша серія полягає у дослідженні радіального биття заготовок при їх базуванні на безззорній оправці з кульковими ППЕ (рис.7, б), з наступними змінним технологічними параметрами: глибина різання $t=0,4; 1,2; 2$ мм, подача $s=0,5; 0,8; 1,1$ мм/об, швидкість різання $V=80, 100, 120$ м/хв, а друга серія – дослідження розбиття отворів діаметрами 8, 10 і 12 мм після свердління в заготовках із сталі 45, чавуну СЧ18 і силуміну АК12 на вертикально-свердильному верстаті 2Н118. Використовуючи основні конструктивні елементи оправки з кульковими ППЕ спроектовано та виготовлено свердлильні запобіжні патрони (рис.8, а, б).

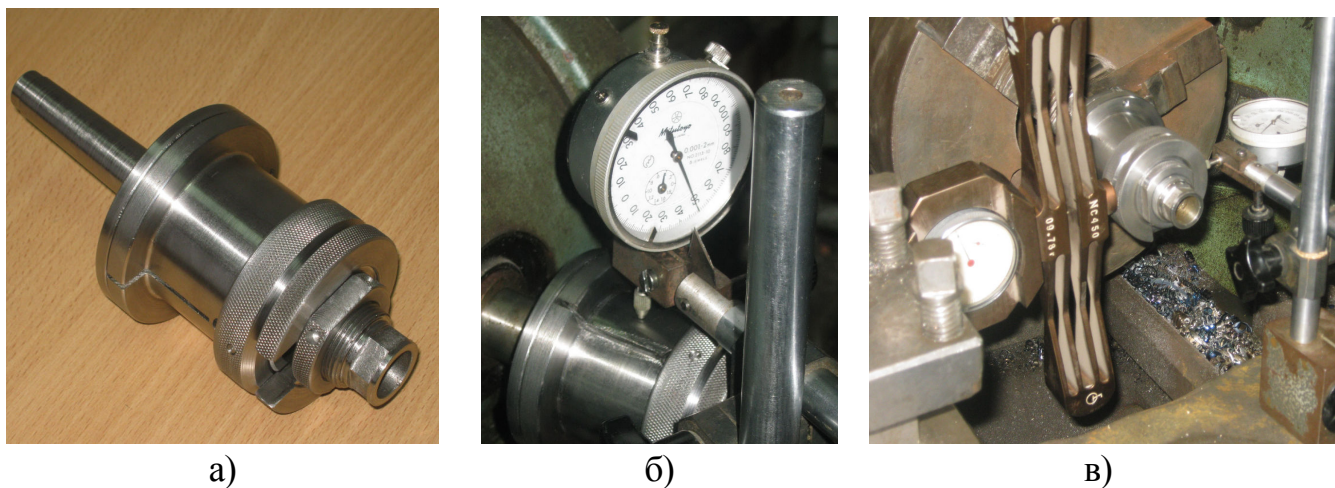


Рис.7. Безззорна оправка з кульковими передавально-підсилюючими елементами для проточування циліндричних заготовок (а,б), (пат. № 53027, Україна) та установка для дослідження радіального биття (в)

Характерною ознакою свердлильних патронів є те, що їх можна налаштувати на передавання заданого крутного моменту, при перевищенні якого ведена частина з патроном, в якому закріплено інструмент, прокручуються відносно ведучої.



Рис.8. Запобіжні свердлильні патрони, виготовлені з використанням конструктивних елементів оправки

Дослідження технологічних можливостей безззорних оправок з кульковими ППЕ і патронів, розроблених на їх основі зводились до заміру сили затиску заготовки, точності оброблення та жорсткості оправок.

Для оброблення результатів експериментальних досліджень використано стандартне програмне забезпечення для персонального комп'ютера, за допомогою якого побудовано графічне відтворення рівнянь регресії.

В четвертому розділі наведено результати експериментальних досліджень радіального биття циліндричних заготовок із сталі 45, чавуну СЧ18 і силуміну АК12 після проточування на оправці (рис.9, рис.10) та розбиття отворів із вищеназваних матеріалів після свердління спроектованими патронами.

На основі результатів експериментальних досліджень виведено рівняння регресії для визначення радіального биття:

- для сталі 45:

$$\delta = 1,437 \cdot 10^{-3} + 7,818 \cdot 10^{-3} \cdot t + 1,827 \cdot 10^{-2} \cdot s - 1,25 \cdot 10^{-6} \cdot V + 4,117 \cdot 10^{-3} ts - 8,63 \cdot 10^{-6} tV + 2,3 \cdot 10^{-5} sV - 1,848 \cdot 10^{-3} \cdot t^2 - 4,254 \cdot 10^{-3} \cdot s^2; \quad (13)$$

- для чавуну СЧ18:

$$\delta = 9,087 \cdot 10^{-4} + 2,059 \cdot 10^{-3} \cdot t + 2,364 \cdot 10^{-2} \cdot s - 5,16 \cdot 10^{-6} \cdot V + 1,979 \cdot 10^{-3} ts - 2,92 \cdot 10^{-5} sV - 7,47 \cdot 10^{-4} \cdot t^2 - 1,98 \cdot 10^{-3} \cdot s^2; \quad (14)$$

- для силуміну АК12:

$$\delta = 1,09 \cdot 10^{-3} + 9,1 \cdot 10^{-4} \cdot t + 2,297 \cdot 10^{-2} \cdot s - 3,57 \cdot 10^{-6} \cdot V + 8,85 \cdot 10^{-4} ts - 3,12 \cdot 10^{-5} sV - 3,203 \cdot 10^{-4} \cdot t^2 - 1,72 \cdot 10^{-3} \cdot s^2. \quad (15)$$

На основі результатів експериментальних досліджень та рівнянь регресії зроблено висновок про збільшення радіального биття оброблених зовнішніх циліндричних поверхонь із збільшенням глибини та подачі різання. При цьому виміряне радіальне биття знаходилось в межах $\delta=0,015 - 0,026$ мм.

Також проведено дослідження пружних радіальних відтискань оправки з кульковими ППЕ для токарної обробки за схемою, представленою на рис. 7,в.

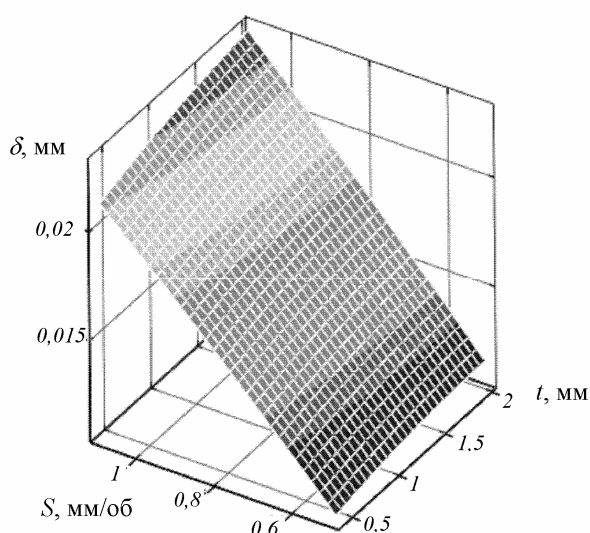


Рис.9. Поверхня відгуку залежності радіального биття $\delta_{(S,t)}^{Al}$ заготовки із силуміну від глибини різання та величини подачі ($V=100\text{м/с}$)

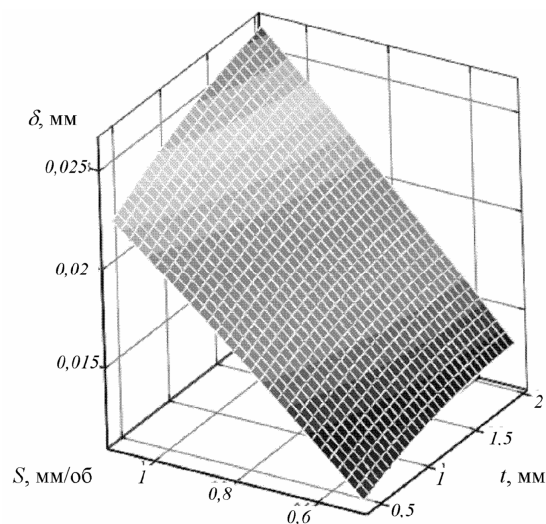


Рис. 10. Поверхня відгуку залежності радіального биття $\delta_{(S,t)}^{C4}$ заготовки із сірого чавуну від глибини різання та величини подачі ($V=100\text{м/с}$)

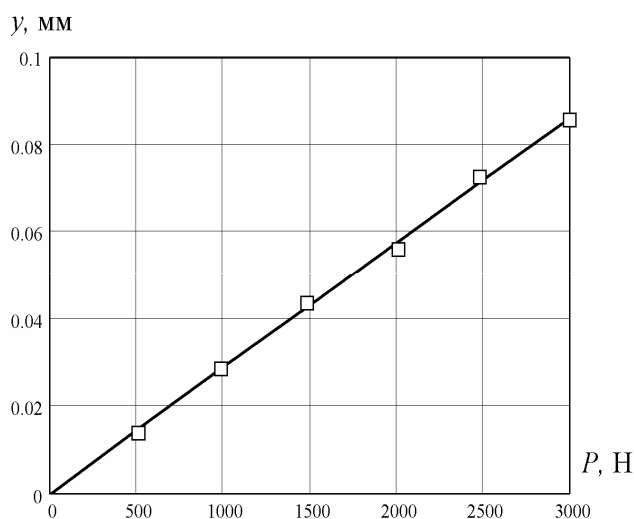


Рис. 11. Графік залежності пружних відтискань оправки для токарної обробки від радіального навантаження

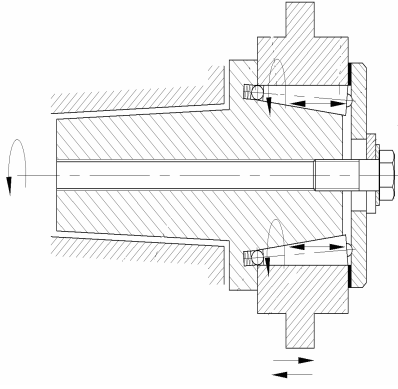
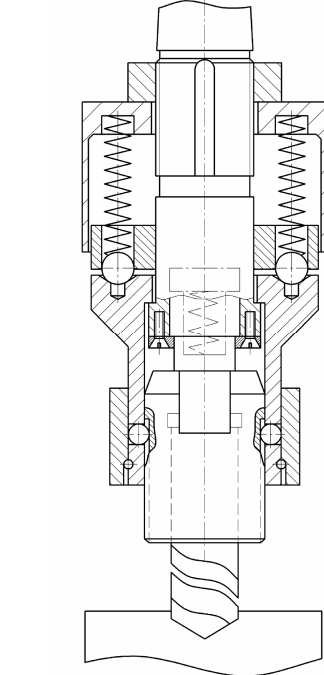
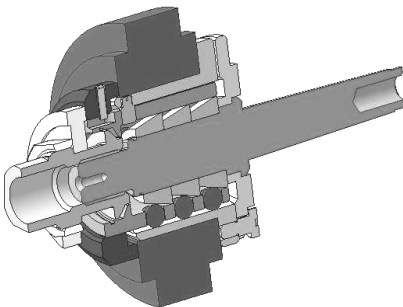
На шпиндель токарного верстата було встановлено оправку. У різцетримачі закріплювали динамометр стиску, а з протилежної сторони на одному рівні з динамометром встановлювали магнітну стійку з індикатором. Радіальна навантаження від 0 до 3000Н та розвантаження патрона здійснювали з кроком 500Н шляхом пересування супорта верстата в поперечному напрямку. Результати досліджень представлено на рис. 11.

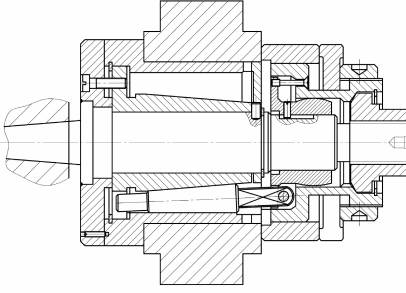
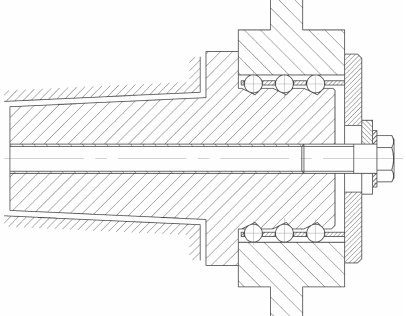
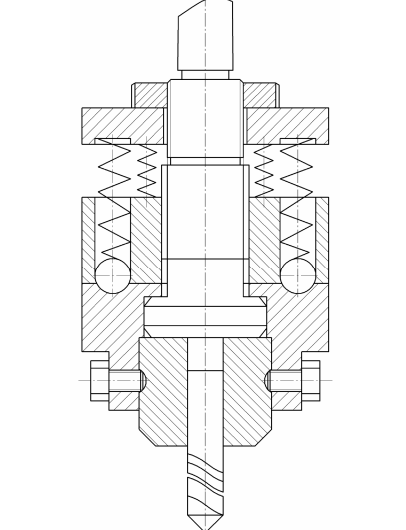
В п'ятому розділі наведено технологічні можливості використання конструкцій розроблених оправок та патронів (табл.1), інженерну методику розрахунку конструктивно-силових параметрів свердлильних патронів і оправок з кульковими та конічними роликівими ППЕ для металорізальних верстатів.

Для покращення якості свердління отворів розроблено спеціальний кондуктор з обертовими кондукторними втулками (рис.12).

Наведено техніку – економічне обґрунтування використання обертових втулок порівняно з нерухомими, визначено коефіцієнт їх відносного зношування :

Конструкції розроблених оправок та запобіжних свердлильних патронів

№ п/п	Конструкційна схема патронів	Назва патрона і види ТО, які вони виконують	Основні аналітичні залежності для параметрів патрона	Патент
1	2	3	4	5
1		<p>Безззорна оправка.</p> <p>Технологічні операції:</p> <ul style="list-style-type: none"> - точіння; - шліфувальні; - полірувальні; - спеціальні 	<p>Необхідна умова:</p> $W \gg P_{\delta\zeta},$ <p>де $P_{\text{різ}}$ - сила різання</p>	<p>Декл. патент України №35060</p>
2		<p>Запобіжний патрон.</p> <p>Технологічні операції:</p> <ul style="list-style-type: none"> - свердління; - розвертання; - зенкування; - цекування; - нарізання різи 	<p>Крутний момент спрацювання патрона:</p> $T = \frac{RC(\Delta_0 + h_n + \varphi R \operatorname{tg}(\beta/2))}{\operatorname{tg}(90^\circ - \beta/2 - \rho) - f}$	<p>Декл. патент України №34880</p>
3		<p>Безззорна оправка з кульковими ППЕ.</p> <p>Технологічні операції:</p> <ul style="list-style-type: none"> - точіння; - шліфувальні; - полірувальні; - спеціальні 	<p>Сила затиску:</p> $W = \frac{Q \cdot l \cdot R}{r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\beta + \varphi_{np})}$	<p>Декл. патент України №53027</p>

1	2	3	4	5
4		<p>Безазорна оправка з роликівими ППЕ.</p> <p>Технологічні операції:</p> <ul style="list-style-type: none"> - точіння; - шліфувальні; - полірувальні; - спеціальні 	<p>Необхідна сила затиску</p> $W = \frac{Q}{[\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg} \varphi_2]}$	<p>Декл. патент України №53028</p>
5		<p>Оправка безазорна.</p> <p>Технологічні операції:</p> <ul style="list-style-type: none"> - точіння; - шліфувальні; - полірувальні; - спеціальні 	<p>Необхідна умова:</p> $W \gg P_{\delta\varphi},$ <p>де $P_{\text{різ}}$ - сила різання</p>	<p>Декл. патент України №35320</p>
6		<p>Патрон для нарізання різи.</p> <p>Технологічні операції:</p> <ul style="list-style-type: none"> - свердління; - розвертання; - зенкування; - цекування; - нарізання різи 	<p>Крутний момент спрацювання патрона:</p> $T = \frac{RC(\Delta_0 + h_n + \varphi R \operatorname{tg}(\beta/2))}{\operatorname{tg}(90^\circ - \beta/2 - \rho) - f}$	<p>Декл. патент України №34889</p>
<p>де R – радіус розміщення пар контакту, C – жорсткість пружини, Δ_0 – попередній натяг пружини, h_n – глибина лунки, φ – кут закручування частин патрона при навантаженні, β – кут нахилу поверхонь лунок, ρ – кут тертя між кулькою і поверхнею лунки, f – коефіцієнт тертя</p>				

$$k_3 = \frac{k_1(1+k_2)}{\frac{1}{S_1} \sqrt{4\pi^2 r^2 + S_1^2} + \frac{k_2}{S_2} \sqrt{4\pi^2 r^2 + S_2^2}}, \quad (16)$$

де k_1 – коефіцієнт проковзування, $k_1=1,2-1,4$; k_2 – коефіцієнт, що враховує зменшення нормальної сили на поверхнях контакту під час зворотного ходу свердла, $k_2=0,4-0,8$; S_1 – величина подачі свердла під час врізання, мм/об; r – радіус свердла, мм; S_2 – величина подачі свердла під час зворотного ходу, мм/об.

Розроблено програмний продукт «САПР беззazorної кулькової оправки», одне з вікон якої представлено на рис.13. В даній програмі використовуються результати досліджень, отримані в процесі виконання дисертаційної роботи.

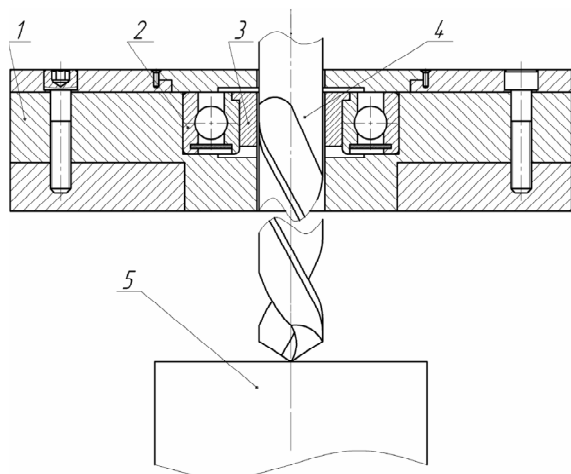


Рис.12. Конструкція кондуктора з обертовими втулками (пат. № 51906, Україна): 1- кондукторна плита, 2 – підшипник, 3 – обертова втулка, 4 – свердло, 5 – заготовка

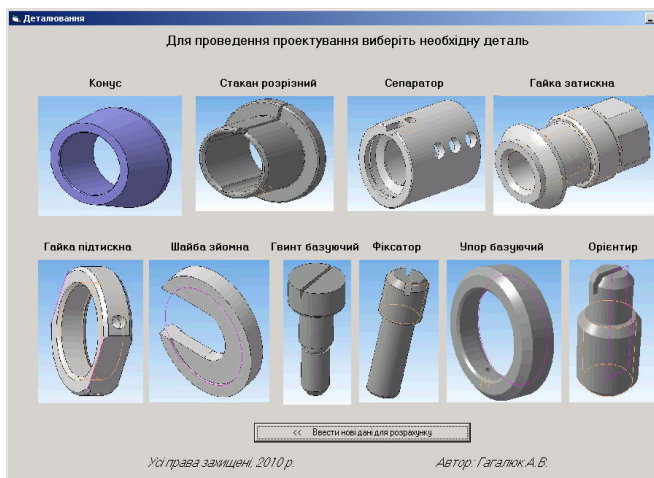


Рис.13. Вікно програми для розрахунку конструктивних елементів оправки з кульковими ППЕ

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішена актуальна науково-практична задача підвищення якості оброблення деталей шляхом створення беззazorних оправок з кульковими та роликowymi конічними передавальними-підсилюючими елементами та запобіжних патронів із передавальними елементами затиску та методів і алгоритмів їх автоматизованого проектування.

1. У роботі наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення наукової задачі, яка полягає в розробленні конкурентних конструкцій розтискних кулькових і конічних роликowych оправок та захисних патронів для токарних, свердлильних та інших верстатів, які характеризуються покращеними експлуатаційними характеристиками, підвищеною якістю оброблювальних поверхонь з їх захистом від поломок в умовах перевантажень і є особистою розробкою автора. Проведені дослідження дозволили визначити конструктивно-силові характеристики розтискних оправок та патронів із передавальними-підсилюючими елементами. Задача вирішена за рахунок того, що автор вивів аналітичні залежності для визначення силових і конструктивних параметрів запобіжних патронів і самоцентрувальних оправок для токарних, шліфувальних, свердлильних та інших верстатів.

2. Вперше виведено аналітичні залежності для визначення конструктивно-силових параметрів запобіжних свердлильних патронів нормальної навантажувальної здатності. Для оброблення сталі 45 крутні моменти знаходилися в межах 4-37 Нм, для оброблення чавуну - в межах 1-18Нм, для патронів підвищеної навантажувальної здатності крутні моменти знаходилися в межах: для сталі 140-450 Нм і для оброблення чавуну - в межах 70-235 Нм.

3. Вперше обґрунтовано параметри розтискних кулькових і роликкових оправок при базуванні деталей по внутрішній циліндричній поверхні. Виведено аналітичні залежності для визначення радіального зусилля затиску оправок з передавально-підсилюючими елементами, причому величина радіального зусилля знаходилась в межах 20-180 Н.

4. Вперше теоретично обґрунтовано конструкції запобіжних патронів для оброблення отворів із відповідними характеристиками, виведено аналітичні залежності для визначення конструкторсько-силових параметрів елементів кочення, встановлено раціональний кут нахилу площини конуса $\alpha=16-18^\circ$.

5. Розроблено пакет прикладних програм для проведення експериментальних досліджень із визначення залежностей радіального биття при свердлінні та проточуванні заготовок, виготовлених із сталі 45, чавуну СЧ18 і силуміну АК12 залежно від величини припуску, глибини та подачі. Встановлено раціональні значення конструктивних параметрів оправки.

6. Проведено комплекс експериментальних досліджень оброблення отворів запропонованими патронами та проточування заготовок, виготовлених із сталі 45, чавуну СЧ 18 і силуміну АК12 на беззазорні кульковій оправці. Досліджено вплив режимів різання на величину складової сили різання та крутного моменту, а також величини радіального биття, яке знаходилось в межах 0,01 – 0,026 мм. Виведено рівняння регресії залежності моменту різання від конструктивних параметрів оправки та режимів різання. Встановлено, що швидкість різання суттєво не впливає на збільшення моменту різання і становить 5-10%.

7. Розроблено конструкцію кондуктора для свердління отворів із обертовими втулками, встановленими в радіальні підшипники, що забезпечує зменшення сил тертя свердла з кондукторною втулкою, відповідно точність оброблюваних отворів і зменшення енерговитрат та спрацювання свердла з кондукторних втулок, встановлено значення коефіцієнта, який враховує зменшення нормальної сили на поверхнях контакту під час зворотного ходу свердла і який знаходиться в межах $k=0,4-0,8$.

8. На основі проведеного комплексу теоретичних та експериментальних досліджень створено конкурентоздатні ЗП і розтискні оправки з кульковими та роликковими конічними передавально-підсилюючими елементами, на базі яких розроблено конкурентоздатні патрони для металорізальних верстатів та технологічного обладнання. Розроблено прикладну САПР для розрахунку конструктивних елементів розтискної оправки з кульовими ППЕ залежно від діаметра внутрішнього базового отвору деталі та інших параметрів. Встановлено раціональні значення конструктивних параметрів спроектованої оправки з кульковими ППЕ.

9. Розроблено інженерну методику проектування запобіжних патронів МРВ. Проведено техніко-економічне обґрунтування запропонованого технологічного спорядження та технологічного процесу оброблення деталей за основними показниками порівняно з базовими. Результати роботи впроваджено на ВАТ «Ковельсьільмаш» м. Ковель Волинської обл. з річним економічним ефектом 3548 грн. Технічну новизну розроблень захищено 12 деклараційними патентами України на корисні моделі.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Гагалюк А.В. Обґрунтування параметрів затискних оправок при виготовленні та відновленні деталей сільськогосподарських машин / А.В.Гагалюк // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка: зб. наук. праць. – Харків: ХНТУСГ, 2009. – Вип. 77. – С. 104 – 108.
2. Гагалюк А. Методика розрахунку конструктивно-силових параметрів пар контакту запобіжного патрона / А. Гагалюк // Матеріали дванадцятої наукової конференції Тернопільського державного технічного університету імені Івана Пулюя (м. Тернопіль, 14 – 15 травня 2008 р.), Тернопіль ТДТУ, 2008. – С.29.
3. Гагалюк А.В. Обґрунтування параметрів переналагоджуваного кондуктора для свердління отворів / Пилипець М.І., Дячун А.Є., Ляшук О.Л., Гагалюк А.В. // Вісник ТДТУ. - 2010. - Том 15. - № 1. - С. 61-65.
4. Гагалюк А. Визначення сили затиску деталей беззazorною конічною оправкою / Пилипець М., Гагалюк А. // Вісник ТДТУ. — 2010. — Том 15. — № 2. — С. 116-120.
5. Гагалюк А. Результати експериментальних досліджень проточування заготовок з використанням оправок з передавально – підсилюючими елементами / М. Пилипець, А. Гагалюк // Матеріали Міжнародної науково – технічної конференції «Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій» присвяченої 50 – річчю з дня народження Івана Пулюя. Терн. нац. техн. ун-т ім. І.Пулюя. – Тернопіль: ТНТУ, 2010. – С.614.
6. Гагалюк А.В. Теоретичні дослідження запобіжного патрона / І.І. Брошак, А.В. Гагалюк // Матеріали IV–ої Міжнародної науково – практичної конференції студентів і молодих учених «Перспективна техніка та технології – 2008». – Миколаїв: МДАУ, 2008. – С. 326 – 332.
7. Гагалюк А.В. Конструктивні особливості та розрахунок основних експлуатаційних параметрів запобіжного патрона / А.В. Гагалюк, І.І. Брошак // Прогресивні напрямки розвитку машино – приладобудівних галузей і транспорту: Матеріали Міжнародної наук. –техн. конф. студ., асп. та молодих вчених, м. Севастополь, 12 – 16 травня 2008р. – Севастополь: Вид-во СевНТУ, 2008. Т.1. – С.40 – 41.
8. Гагалюк А. Технологічні можливості застосування розтискних оправок з передавально – підсилювальними елементами та патронів для механічного оброблення на металорізальних верстатах / Пилипець М., Гагалюк А./ Вісник ТНТУ. – 2010. – Том 15. -№4. С. 62-67.
9. Декл. пат. на кор. модель 34889 Україна, В23В 31/02. Патрон для нарізання різі / Гагалюк А.В.; заявник і власник патенту ТДТУ. - №200804065; заявл. 31.03.2008; опубл. 26.08.2008р. Бюл.№16.
10. Декл. пат. на кор. модель 34997 Україна, F16C 15/00. Патрон для оброблення ексцентриків / Гагалюк А.В., заявник і власник патенту ТДТУ. - №200805044; заявл. 18.04.2008; опубл. 26.08.2008р. Бюл.№16.

11. Декл. пат. на кор. модель 33529 Україна, F16D 7/00. Гвинтовий затискний патрон / Брощак І.І., Гевко І.Б., Кочубинська О.П., Гагалюк А.В., Івасечко Р.Р.; заявник і власник патенту ТДТУ. - №200802618; заявл. 28.2.2008; опубл. 25.06.2008р. Бюл.№12.

12. Декл. пат. на кор. модель 34880 Україна, B23B 31/00. Патрон запобіжний / Брощак І.І., Гагалюк А.В., Комар Р.В.; заявник і власник патенту ТДТУ. - №200803994; заявл. 31.03.2008; опубл. 26.08.2008р. Бюл.№16.

13. Декл. пат. на кор. модель 35060 Україна, F16C 15/00. Безззорна оправка / Гагалюк А.В, Брощак І.І., Гевко І.Б.; заявник і власник патенту ТДТУ. - №200805353; заявл. 24.04.2008; опубл. 26.08.2008р. Бюл.№16.

14. Декл. пат. на кор. модель 35320 Україна, F16C 15/00. Оправка безззорна / Брощак І.І., Гагалюк А.В, Гевко І.Б.; заявник і власник патенту ТДТУ. - №200805028; заявл. 18.04.2008; опубл. 10.09.2008р. Бюл.№17.

15. Декл. пат. на кор. модель 53027 Україна, F16C 15/00. Оправка кулькова безззорна / Луців І.В., Брощак І.І., Гагалюк А.В, Лещук Р.Я.; заявник і власник патенту ТНТУ. - №201002143; заявл. 26.02.2010; опубл. 27.09.2010р. Бюл.№18.

16. Декл. пат. на кор. модель 53028 Україна, F16C 15/00. Оправка безззорна конусна / Луців І.В., Брощак І.І., Гагалюк А.В., Лещук Р.Я.; заявник і власник патенту ТНТУ. - №201002145; заявл. 26.02.2010; опубл. 27.09.2010р. Бюл.№18.

17. Декл. пат. на кор. модель 51906 Україна, B23B49/00. Переналагоджувальний свердлильний кондуктор / Брощак І.І., Гагалюк А.В., Гупка Б.В., Ляшук О.Л., Дячун А.Є.; заявник і власник патенту ТНТУ. - №201000091; заявл. 11.01.2010; опубл. 10.08.2010р. Бюл.№15.

Анотація

Гагалюк А.В. Підвищення якості оброблення циліндричних поверхонь деталей машин з використанням спорядження з передавально-підсилюючими елементами. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.08 – технологія машинобудування. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. - Тернопіль, 2011.

Робота присвячена підвищенню якості оброблення циліндричних поверхонь деталей машин на верстатах токарної, свердлильної та шліфувальної групи шляхом скорочення часу встановлення деталі та підвищення точності базування та інтенсивності формоутворення за рахунок впровадження прогресивного технологічного оснащення з передавально-підсилюючими елементами. Розроблено теоретичні передумови створення безззорних оправок з передавально-підсилюючими затискними елементами з виведенням аналітичних залежностей для їх розрахунку і автоматизованого проектування. Досліджено залежності радіальної сили затиску заготовок роликівими конічними та кульковими затискними елементами від конструктивних параметрів оснащення і осьової сили, виведено аналітичні залежності для визначення допустимого крутного моменту захисного різьбового патрона з

кульовими передавальними елементами. За допомогою розмірного аналізу конструкцій оправок з кульковими передавально-підсилюючими елементами встановлено забезпечення ними достатньої точності оброблення. Розроблено систему автоматизованого проектування безззорної кулькової оправки з використанням в програмі результатів досліджень, отриманих при проведенні експериментів. Основними залежностями для розрахунку оправки, що використовуються в САПР є залежності для перевірки сили затиску та величини крутного моменту, що створюється при обробленні закріпленої на оправці деталі. Результатами досліджень є розроблення конкурентоздатних затискних патронів і розтискних кулькових та конічних роликів оправок. Запропоновано конструкції запобіжних патронів для свердління отворів і нарізання різей.

Ключові слова: технологічний процес, якість, передавально-підсилюючі елементи, безззорна оправка, запобіжний патрон, система автоматизованого проектування, розтискна оправка.

Аннотация

Гагалюк А. В. Повышение качества обработки цилиндрических поверхностей деталей машин с использованием оснастки с передающе-усиливающими элементами. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 - технология машиностроения. Тернопольский национальный технический университет имени Ивана Пулюя. - Тернополь, 2011.

Работа посвящена повышению качества обработки цилиндрических поверхностей деталей машин на станках токарной, сверлильной и шлифовальной групп путем сокращения времени установки деталей и повышения точности базирования, а также интенсивности формообразования за счет внедрения прогрессивной технологической оснастки с передающе-усиливающими элементами. Разработаны теоретические предпосылки создания безззорных оправок с передающе-усиливающими зажимными элементами с выводом аналитических зависимостей для их расчета и автоматизированного проектирования. Исследованы силовые параметры безззорных оправок с коническими передающе-усиливающими элементами. Исследованы зависимости радиальной силы зажима заготовок роликными коническими и шариковыми зажимными элементами от конструктивных параметров оснастки и осевой силы. Выведены аналитические зависимости для расчета силовых и конструктивных параметров сверлильного предохранительного патрона с шариковыми передающе-усиливающими элементами, выведены зависимости для определения допустимого крутящего момента защитного резьбового патрона с шариковыми передающими элементами. С помощью размерного анализа конструкций оправок с шариковыми передающе-усиливающими элементами установлено обеспечения ими достаточной точности обработки. Рассмотрены технологические возможности использования разработанных оправок и патронов МРС. Обосновано применение вращающихся

кондукторных втулок с использованием подшипников качения при сверлильных операциях.

Разработана система автоматизированного проектирования беззазорной шариковой оправки с использованием в программе результатов исследований, полученных при выполнении экспериментов. Основными зависимостями для расчета оправки, используемых в САПР, являются зависимости для проверки силы зажима и величины крутящего момента, создаваемого при обработке закрепленной на оправке детали. Результатами исследований является разработка конкурентоспособных зажимных патронов и разжимных шариковых и конических роликовых оправок, предложены конструкции предохранительных патронов для сверления отверстий и нарезания резей.

Ключевые слова: технологический процесс, качество, передающе-усиливающие элементы, беззазорная оправка, предохранительный патрон, система автоматизированного проектирования, разжимная оправка.

Annotation

Gagalyuk A.V. The rise of quality of processing the cylindrical surfaces of machine details using the equipment with transmitting-reinforcing elements. – Manuscript.

The thesis for the scholarly degree of a Candidate of Sciences (Engineering) in speciality 05.02.08 – mechanical engineering. Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University. - Ternopil, 2011.

The thesis is dedicated to the rise of quality of processing the cylindrical surfaces of machine details on turning, drilling and grinding tools by means of reducing the time of setting the detail as well as by improving the accuracy-based and in general by the intensity of forming through the introduction of progressive technological equipment of the transmission-reinforcing elements. The theoretical backgrounds of gapless mandrels with transmission - reinforcing clamping elements with the withdrawal of analytical dependences for their calculation and CAD are developed. The dependences of radial force of clamping the workpieces by means of conical roller and ball clamping elements of the design parameters of tooling and axial forces are investigated. Analytical dependences for determining the allowable torque screw chuck protective gear with spherical intermediary elements are developed. Using dimensional analysis of mandrels' structures with ball transmission - reinforcing elements, their sufficient precision of processing has been substantiated. The system of computer-aided design of gapless ball mandrel using in program the results of the research having obtained during the investigation is developed. The main dependences for calculating the mandrel that are used in CAD are dependences to test the strength of clamping and magnitude of torque that is created when processing fixed on fixture details.

The result of the research is the development of competitive clamping cartridges and unclamping ball and tapered roller mandrels. The design of safety cartridges for drilling holes and cutting carvings is introduced.

Keywords: technological process, quality, gear-reinforcing elements, gapless mandrel, safety cartridge, computer-aided design, unclamping mandrel.