

Гевко Б.М., Марчук Н.М., Мельничук С.Л.
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ОСНАЩЕННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В АВТОМОБІЛЕБУДУВАННІ

Приведена конструкція пристрою для дослідження технологічних процесів виготовлення деталей автотранспортних засобів, де важливими параметрами є дослідження навантажень при механічній обробці. Розроблена розрахункова схема для визначення конструктивно-силових параметрів пари контакту силового патрона і виведена аналітична залежність для визначення максимального крутного моменту в процесі різання з врахуванням його конструктивних і технологічних факторів. Також представлено аналіз технологічного оснащення і зміна його параметрів і як вони впливають на результати його роботи. Виведені аналітичні залежності для визначення максимального крутного моменту.

Ключові слова: технологічний процес, автомобілебудування, крутний момент різання.

Постановка проблеми. Зростання вимог до сучасних автотранспортних засобів пов'язано з підвищенням експлуатаційної надійності, безпеки руху, економічності і зменшення експлуатаційних вимог, зменшення собівартості їх виготовлення і ремонту, екологічності. Автомобільне машинобудування має першочергове значення стосовно підвищення експлуатаційної надійності, безпеки, екологічності й зниження експлуатаційних витрат. Тому сучасний стан його розвитку вимагає пошуку нових шляхів покращення експлуатаційних та технологічних параметрів механізмів деталей автомобілів, які дали можливість підвищити їх експлуатаційну надійність та довговічність, якість, зменшити собівартість їх виготовлення та ремонту і розширити технологічні можливості. У автомобілебудуванні важливе місце посідає задача розроблення прогресивних технологічних процесів, прогресивного технологічного оснащення, різального та вимірювального інструментів.

У зв'язку з цим **метою роботи** розроблення методики розрахунку зусилля різання при виготовленні деталей автотранспортних засобів на основі ресурсозберігаючих технологій.

Аналіз останніх джерел досліджень і публікацій. Питанням технології автомобілебудування присвячені праці Шадричева В.А. [1], Іванов В.П. [2], Колесник П.А. [3], Гусев А.П. [4], Сасов В.В. [5], Гевко Б.М. [6] та багато інших. Однак цілий ряд питань з виготовлення циліндричних різбових та інших поверхонь потребують свого подальшого вирішення.

Результати досліджень.

На рис. 1 зображена конструкція пристрою для дослідження технологічних процесів виготовлення деталей автомобілів, який виконано у вигляді хвостовика 1, яким він кріпиться до шпинделя свердлильного чи іншого верстату.

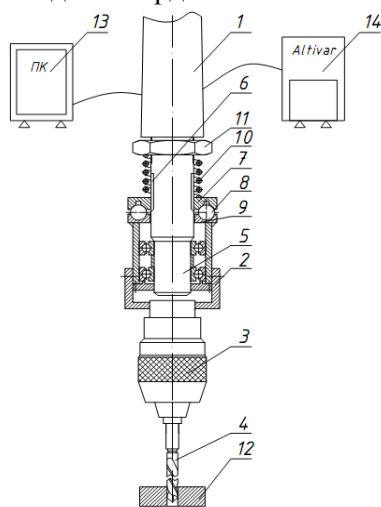


Рисунок 1. – Конструкція пристрою для дослідження технологічних процесів виготовлення деталей

Різбовий кінець якого є у взаємодії з корпусом 2 до якого жорстко прикріплено патрон 3 для кріплення мітчика 4. Ділянка між конічною частиною хвостовика 1 і різбовою кінцевою частиною 5 виконана у вигляді шліцьової поверхні 6, яка є у взаємодії з шліцьовою втулкою 7 з можливістю осьового переміщення. На торці шліцьової втулки на його торці виконані півсферичні виїмки 8, які є у взаємодії з кульками 9, які є у взаємодії з виїмками в процесі роботи і в період перевантаження виходить з зачеплення і переміщуються по торцю фланця 10 корпуса 2. Шліцьова втулка 7 підтиснута пружиною стиснення 10 за допомогою регульовальної гайки 11, яка накручена на різі на шліцьовій поверхні.

Робота запобіжного патрона мітчиків здійснюються наступним чином. Запобіжний патрон встановлюють в шпіндель свердлильного верстата хвостовиком 1. Кінець мітчика 4 підводять до отвора заготовки 12, включають верстат і здійснюють процес нарізання різі. В разі перевантаження навантаження від мітчика 4 передаються на циліндричний корпус 2 де півсферичні виїмки 8 тиснуть на кульки 9 і відповідно на шліцьову шайбу 7 і відводять її вправо і тим самим кульки 9

проскользують по торцю корпуса 2 з сферичними виїлками 8 і відбувається пробуксування приводу. При цьому припиняється процес нарізання різи.

Для відновлення процесу нарізання різи усувають причину перевантаження мітчика 4 півсферичні виїмки 8 збирають з кульками 9 і при цьому встановлюється можливість відновлення технологічного процесу.

Згідно конструктивного виконання патрона розрахунок навантаження крутним моментом на пару контакту пружина-кулька-лунка можна провести за формулою [1]

$$T = P_k \frac{D}{2}, \quad (1)$$

де P_k – колова сила;

D – діаметр розміщення кульок у патроні.

Залежність між коловою силою і силою пружини, згідно [1] є наступною

$$P_{np} = P_k \left(\operatorname{tg}(\alpha - \rho) - \frac{D}{d} f \right), \quad (2)$$

де α – кут між напрямком дії колової сили і нормаллю від точки контакту кульки з поверхнею лунки;

ρ – зведений кут тертя в парі контакту кулька-лунка;

d – діаметр стержня патрона по якому переміщується рухома обойма;

f – коефіцієнт тертя у з'єднанні стержень-обойма.

Силу дії пружини патрона можна представити залежністю

$$P_{np} = C(\Delta'_o + \Delta_n), \quad (3)$$

де C – жорсткість пружини;

Δ'_o – попередня деформація (підтиск) пружини;

Δ_n – поточна деформація пружини.

Тоді з урахуванням залежностей (2) і (3) значення колової сили можна визначити з рівності

$$P_k = \frac{C(\Delta'_o + \Delta_n)}{\operatorname{tg}(\alpha - \rho) - \frac{D}{d} f}. \quad (4)$$

Проте із розрахункової схеми (рис.2) бачимо, що в процесі спрацювання патрона у запобіжному режимі змінними величинами є поточна деформація пружини Δ_n і кут між напрямком дії колової сили і нормаллю від точки контакту кульки з поверхнею лунки α .

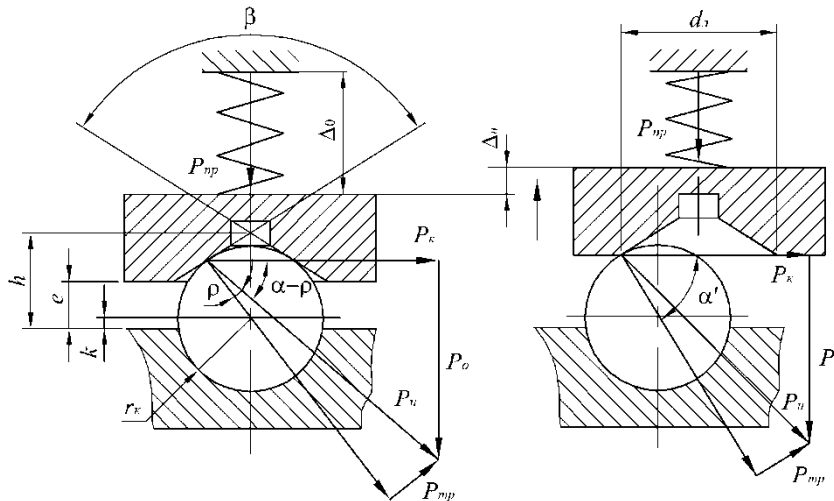


Рисунок 2. – Розрахункова схема для визначення конструктивно-силових параметрів пари контакту запобіжного патрона

Для визначення характеру зміни крутного моменту при переміщенні кульок використаємо наступну розрахункову схему (рис.2). Враховуючи вихід кульок на торцеву поверхню патрона, при розімкненні пар контакту на величину $\Delta_n \max$, при визначенні зміни крутного моменту при переміщенні кульок по похилій поверхні лунок, залежність для визначення крутного моменту буде мати вигляд

$$T = P_{\kappa} R = \frac{RC(\Delta_0 + h_l + x)}{\operatorname{tg}(90^\circ - \beta/2 - \rho) - \frac{D}{d}f}, \quad (5)$$

де R – радіус розміщення кульок.

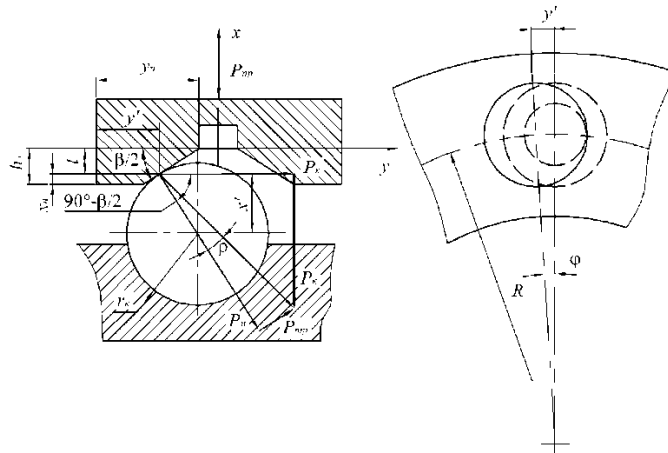


Рисунок 3. – Розрахункова схема для визначення конструктивних параметрів взаємодії кульки з лункою

Для встановлення функціональної залежності величини хп від кута ϕ відносного провертання рухомої частини патрона, при відомому куті нахилу β поверхні лунки задамо наступним. Оскільки кулька контактує з торцевою поверхнею веденої частини патрона і похилою поверхнею лунки, то визначимо відстань l від плями контакту кульки з поверхнею лунки в напрямку осі x

$$\cos\left(\frac{\beta}{2}\right) = \frac{x'}{r_{\kappa}}; \quad x' = r_{\kappa} \cos\left(\frac{\beta}{2}\right). \quad (6)$$

Відповідно

$$l = r_{\kappa} - x' = r_{\kappa} - r_{\kappa} \cos\left(\frac{\beta}{2}\right) = r_{\kappa} \left(1 - \cos\left(\frac{\beta}{2}\right)\right). \quad (7)$$

Відносне колове зміщення y' частин патрона

$$\frac{h_l}{h_l \operatorname{ctg}\left(\frac{\beta}{2}\right)} = \frac{r_{\kappa} \left(1 - \cos\left(\frac{\beta}{2}\right)\right)}{h_l \operatorname{ctg}\left(\frac{\beta}{2}\right) - y'}, \quad (8)$$

звідки

$$y' = \operatorname{ctg}\left(\frac{\beta}{2}\right) \left(h_l - r_{\kappa} \left(1 - \cos\left(\frac{\beta}{2}\right)\right) \right). \quad (9)$$

Кут ϕ , при проходженні кульки по поверхні лунки, розраховується за формулою

$$\phi = \frac{y'}{R}, \quad (10)$$

відповідно хп визначається як

$$x_n = \phi R \operatorname{tg}\left(\frac{\beta}{2}\right). \quad (11)$$

З врахуванням залежності (11) рівність (5) набуде вигляду

$$T = \frac{RC(\Delta_0 + h_l + \phi R \operatorname{tg}(\beta/2))}{\operatorname{tg}(90^\circ - \beta/2 - \rho) - f}. \quad (12)$$

Максимального значення крутний момент набуває при осьовому переміщенні кульки на величину хп. Тоді максимальне значення ϕ буде рівне

$$\phi_{\max} = \frac{\operatorname{ctg}(\beta/2) \left[h_l - r_{\kappa} \left(1 - \cos(\beta/2)\right) \right]}{R}. \quad (13)$$

Аналогічна залежність для визначення максимального крутного моменту, який може сприймати даний патрон без переходу у запобіжний режим

$$T_{\max} = \frac{RC \left[\Delta_0 + h_l + (h_l - r_k (1 - \cos(\beta/2))) \right]}{\operatorname{ctg}((\beta/2) + \rho) - f} \quad (14)$$

Для проведення аналізу впливу конструктивних параметрів на характер і зміни крутного моменту T , при змінних значеннях кута нахилу лунки, було проведено розрахунок залежності (12). На основі результатів розрахунків побудовані графічні залежності крутного моменту $T=f(\beta)$ при змінних значеннях радіуса кульки r_k (рис.3).

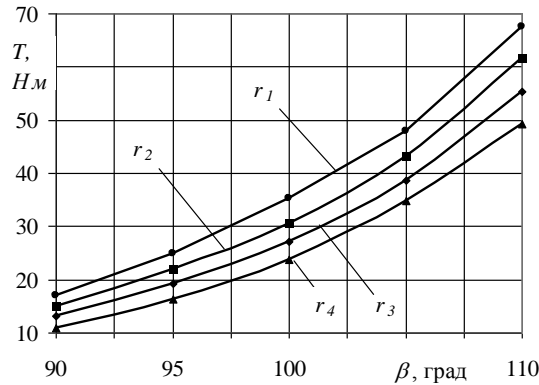


Рисунок 4 – Залежність зміни крутного моменту від кута нахилу поверхонь лунки при змінних значеннях радіуса кульки:

$$r_1 = 0,007 \text{ м}; r_2 = 0,008 \text{ м}; r_3 = 0,009 \text{ м}; r_4 = 0,01 \text{ м}$$

З даних графічних залежностей можна зробити висновок, що при збільшенні кута нахилу поверхонь лунок β крутий момент T зростає. Проте збільшення радіуса кульок r_k призводить до зменшення навантажувальної здатності. Дане припущення досліджувалось статично, але очевидно це пояснюється зменшенням глибини зачеплення кульки з лункою, що й спричинятиме спрацювання патрону у запобіжному режимі при менших значеннях крутного моменту.

З точки зору силового розрахунку, а також мінімізації динамічних навантажень на елементи приводу в процесі спрацювання у запобіжному режимі доцільним є зменшення величини кута β нахилу поверхонь лунок. Однак вибір його раціональних значень можна провести лише після попередніх динамічних розрахунків та серії експериментальних досліджень.

Висновки. Розроблено конструкцію пристрою для дослідження технологічних процесів виготовлення деталей автотранспортних засобів, де важливими параметрами є дослідження навантажень при механічній обробці. Розроблена розрахункова схема для визначення конструктивно-силових параметрів пари контакту силового патрона і виведена аналітична залежність для визначення максимального крутного моменту в процесі різання з врахуванням його конструктивних і технологічних факторів. Також представлено аналіз технологічного оснащення і зміна його параметрів і як вони впливають на результати його роботи. Виведені аналітичні залежності для визначення максимального крутного моменту.

1. Шадричев В.А. Основы технологии автостроения и ремонт автомобилей. Л.: Машиностроение, 1976.-560ст.
2. Иванов В.П. Восстановление деталей машин. Справочник/Под редакцией В.П.Иванова. – М.:Машиностроение,2004.-672ст.
3. Колесник П.А. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей М.:Транспорт,1995.-325ст.
4. Божидарник В.В., Гусев А.П. Основы технологии і виробництва і ремонту автомобілів. Луцьк "Надстиря" 2007.-316ст.
5. Сасов В.В., Дементьев В.В. и др. Технология автостроения. М.:Машиностроение 1968.-444ст.
6. Гевко Б.М. та інші. Технологічне забезпечення оброблення спеціальних внутрішніх поверхонь. Тернопіль, 2007, ТНТУ-3275ст.
7. Ряховский О.А., Иванов С.С. Справочник по муфтам.- Л.: Политехника, 1991. – 384с.
8. Малащенко В.О. Муфти приводів. Конструкції та приклади розрахунку. Навчальний посібник – Львів.: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2006. – 196с.

REFERENCES

1. Shadrychev V.A. Osnovy technology avtostroenyaya and repair of vehicles. L.: Engineering, 1976.-560st.
2. Ivanov VP Restoration of machine parts. Directory / V.P.Yvanova Under the editors. - Moscow: Engineering, 2004-672st.
3. Kolesnik PA Tehnicheskoe Maintenance and repair cars Moscow: Transport, 1995.-325st.
4. Bozhydarnyk VV, Gusev AP The basic technology and production and repair of automobiles. Lutsk "Nadstyrya" 316st-2007.
5. Sasovo VV VV Dementev et al. avtostroenyaya Technology. MM: Mashinostroenie-1968 444st.
6. BM Hevko and other. Technological support special handling internal surfaces. Ternopil, 2007, TNTU-3275st.
7. Ryahovskyy OA, Ivanov SS Handbook on muftam.- L.: Polytehnika, 1991. - 384p.
8. Malashchenko VA Clutches drives. Construction and calculation examples. Tutorial - Lions.: Publisher of the National University "Lviv Polytechnic", 2006. - 196 pp.

Гевко Б.М., Марчук Л.Н., Мельник С.Л. Оснащение для исследования технологических процессов в автомобилестроении

Приведена конструкция устройства для исследования технологических процессов изготовления деталей автотранспортных средств, где важными параметрами являются исследования нагрузок при механической обработке. Разработана расчетная схема для определения конструктивно-силовых параметров пара контакта силового патрона и выведена аналитическая зависимость для определения максимального крутящего момента в процессе резания с учетом его конструктивных и технологических факторов. Также представлен анализ технологической оснастки и изменение его параметров и как они влияют на результаты его работы. Выведены аналитические зависимости для определения максимального крутящего момента.

Ключевые слова: технологический процесс, автомобилестроения, крутящий момент резки.

B. Gevko, L. Marchuk, S. Melnyk. Equipment for the study of processes in the automotive industry

Present construction unit to study processes of manufacturing parts of vehicles, which are important parameters in the study load machining. The developed design scheme for determining structural and power parameters vapor cartridge contact force and Analytical dependence for determining the maximum torque during the cutting process with regard to its structural and technological factors. Also, an analysis of the technological equipment and changing its settings and how they affect the results of its work. Analytical dependence for determining the maximum torque.

Keywords: process, motor torque cutting.

АВТОРИ:

ГЕВКО Богдан Матвійович, доктор технічних наук, професор кафедри автомобілів, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, e-mail: vova221@ukr.net
МАРЧУК Назар Миколайович аспірант кафедри «Автомобілів», Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, e-mail: vova221@ukr.net
МЕЛЬНИЧУК Сергій Леонідович, аспірант кафедри «Автомобілів», Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя, e-mail: vova221@ukr.net

АВТОРЫ:

ГЕВКО Богдан Матвеевич, доктор технических наук, профессор кафедры автомобилей, Тернопольский национальный технический университет имени Ивана Пулюя, e-mail: vova221@ukr.net
МАРЧУК Назар Николаевич, аспирант кафедры «Автомобилей», Тернопольский национальный технический университет имени Ивана Пулюя, e-mail: vova221@ukr.net
МЕЛЬНИЧУК Сергей Леонидович, аспирант кафедры «Автомобилей», Тернопольский национальный технический университет им. И.Пулюя, e-mail: vova221@ukr.net

AUTHORS:

Bogdan HEVKO, PhD, professor of cars, Ternopil National Technical University Ivan Pul'uj, e-mail: vova221@ukr.net
Nazar MARCHUK, graduate student of "Cars", Ternopil National Technical University Ivan Pul'uj, e-mail: vova221@ukr.net
Sergei MELNYCHUK, graduate student of "Cars", Ternopil National Technical University. I.Pulyuya, e-mail: vova221@ukr.net

Стаття надійшла в редакцію 28.09.2016р.