

$$\tau_c = \frac{T_{c1}}{W_{pc}} = \frac{GJ_{pc}}{W_{pc}I} \Delta\psi = \frac{Gd}{2I} \Delta\psi. \quad (16)$$

Із [1] визначасмо напруження згину полотна шнека

$$\sigma_3 = \frac{M_3}{W_x} = \frac{Eh^2 \cos^2 \alpha + G(b^2 + h^2) \sin^2 \alpha}{(2 \sin^2 \alpha + 1)h} \sin \alpha \cos \alpha \Delta\psi \leq [\sigma]. \quad (17)$$

Оцінку міцності стержня можна здійснити за третьою теорією міцності [2]

$$\sigma = \sqrt{\sigma_c^2 + 4\tau_c^2} \leq [\sigma_c].$$

На основі проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Наведено методику силового і конструктивного обґрунтування секцій гнучкого гвинтового конвеєра з виведенням аналітичних залежностей із використанням ПЕОМ. Розроблено прикладну програму розрахунку секцій гнучкого гвинтового механізму різного конструктивного виконання.
2. Виведено аналітичні залежності для визначення конструктивних параметрів складових елементів секцій. Дано практичні рекомендації виробництву щодо їх проектування і обґрунтування конструктивних і силових параметрів, а сама конструкція захищена деклараційним патентом України на винахід.

Література

1. Светлицкий В.А. Механика стержней: Учеб. для вузов. В 2-х ч. Ч.1. Статика. – М.: Высшая школа, 1987. – 320 с.
2. Посацкий С.Л. Опір матеріалів. – Львів: Вид. Льв. ун-ту, 1973.
3. Лещук Р.Я. Обґрунтування силових і конструктивних параметрів секцій робочих органів гвинтових механізмів. – Львів, 2003. – 19 с.
4. Деклараційний патент №7812 Україна. Гнучкий гвинтовий робочий орган соковитискача. Гевко І.Б., Новосад І.Я. та інші. Бюл. №7, 2004.

Одержано 18.02.2007 р.

УДК 621.86

І.Брошчак, канд.техн.наук; Іг.Гевко, канд.техн.наук

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

ТИПІЗАЦІЯ СПЕЦІАЛЬНИХ ОТВОРІВ У ДЕТАЛЯХ МАШИН І ОСОБЛИВОСТІ ЇХ ОБРОБЛЕННЯ

Наведено характеристики і способи оброблення типових отворів, які широко використовуються в машинобудуванні і на їх основі складено класифікацію. Наведено аналітичні залежності для визначення режимів їх обробки, норм часу і потужностей різними ріжучими інструментами.

I.Broshchak, Ig.Gevko

TYPIFICATION OF SPECIAL APERTURES IN MACHINES DETAILS AND FEATURES OF PROCESSING

The characteristic and ways of typical apertures processing which are widely used in mechanical engineering and classification are brought. Also there are analytical dependences for definition of processing modes, times and powers norms for different cutting tools.

Умовні позначення

v	— швидкість різання, м/хв.;
T	— стійкість інструмента, хв.;
l	— глибина різання, мм;
s	— подача інструмента, мм/об.;
HB	— твердість оброблюваного матеріалу за Брінєлем;
R_a	— шорсткість;
r	— радіус сполучення задніх поверхонь різця, мм;
φ, φ_1	— головний і допоміжний кути в плані, град.;
η	— к. к. д. верстата;
P_z	— зусилля різання, кг.;
N_e	— ефективна потужність споживана на обертання деталі, кВт.;
N_d	— потужність двигуна верстата, кВт.;
D	— діаметр інструмента, мм;
z	— число зубів фрези;
B	— ширина фрезерування, мм;
n_f	— число обертів фрези за хвилину;
γ, α	— передній і задній кути інструмента, град.;
a_z	— товщина шару, що зрізується одним зубом фрези, мм;
l	— довжина периметра при фрезеруванні, мм;
k	— число стружкороздільних канавок на одному зубі фрези;
$C_v, C_s, C_p, k_{l\ldots g}, k_m, k_\varphi, k_r, k_j, k_h, m, x_v, y_v, n, y, u, z, x, x_{pz}, y_{pz}, n_{pz}$	— коефіцієнти, що вибираються з довідників.

Розточування і оброблення отворів деталей машин — це складні технологічні операції як за точністю, шорсткістю, продуктивністю, так і за допуском до оброблювальних поверхонь. Точність оброблення отворів знаходиться в межах 6...14 класів, а шорсткість $R_a=0,15\ldots 20$ мкм, еліпсність $\frac{1}{2}$ допуску, некрутість в межах 0,025...0,05 мм. Для досягнення такої якості необхідно забезпечити комплекс системних заходів.

Отвори деталей машин умовно поділяються на основні (базові) і спеціальні. Дослідженню останніх присвячені роботи вчених [1,2,3,4,5], однак багато питань залишилося невирішеними.

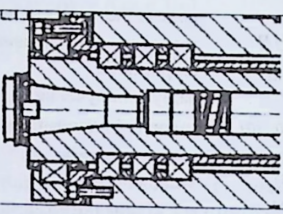
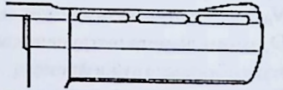
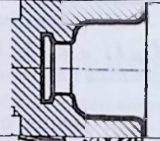
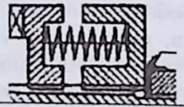
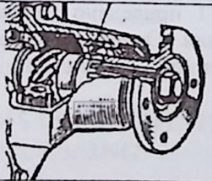
Тому метою роботи є розроблення типізації технологічних процесів оброблення спеціальних отворів, дослідження їх характеристик та класифікація, і на цій основі вироблення комплексу рекомендацій виробництву.

Робота виконується згідно з координаційним планом Комітету з питань науки і техніки Міністерства освіти і науки України з розділу «Машинобудування» на 2002-2007 роки.

Отвори в корпусних деталях є основою для розміщення відповідних деталей і створення необхідних механізмів і вузлів різного функціонального призначення.

В таблиці 1 приведено типізацію отворів у машинобудуванні, їх точність і способи оброблення. Основна типізація отворів поділяється на 8 класів, перший — основний і 7 наступних — спеціальні.

Таблиця 1 - Типізація отворів, їх призначення і способи оброблення

№ п/п	Типи отворів	Позн.	Основна сфера використання	Квалітет точн./шорсткість по Ra	Схема	Способи обробки
1	Основні отвори	I	Посадочні місця під шпинделі, вали, підшипники та інші деталі.	8...14 / 0,32...20		Різи, зенкери, розвертки, протяжки
2	Глибокі отвори	II	Стволи зброї, технологічне оснащення, верстати і механізми.	6...9 / 0,15...10		Свердла для глибокого свердління
3	Конусні та півкруглі сферичні отвори	III	Шарові опори, технологічне оснащення запобіжних муфт та ін.	7-12 / 0,15...20		Свердла, зенкери, розвертки, фасонні інструменти
4	Фасонні отвори технологічного оснащення	IV	Поверхня матриць пуансонів штампів, пресформ, копирів	8-12 / 0,32...20		Фасонні інструменти, розточні фасонні різи
5	Роз'ємні отвори в частинах корпусних деталей технологічного оснащення	V	Отвори під підшипники у великокорпусних деталях (технологічне оснащення)	7...11 / 0,32...20		Різи, зенкери, розвертки, протяжки.
6	Глухі отвори	VI	Муфти, механізми регулювання величини ходу, та ін.	7...12 / 0,15...20		Свердла, зенкери, розвертки, пальцеві фрези.
7	Кільцеві канавки в отворах	VII	Підstopорні кільця та мастильні і водяні ущільнення	7...12 / 0,15...20		Різи
8	Фланцеві отвори в півмуфтах фланцевих труб	VIII	Отвори у фланцях півмуфт, трубних з'єднань та ін.	8...12 / 0,32...20		Свердла, зенкери, розвертки

Різнi типи отворів знаходять своє широке застосування в машинах і механізмах. Якщо розглянути двигун внутрішнього згоряння, то можна виділити низку типових отворів, що представлені на рисунку 1.

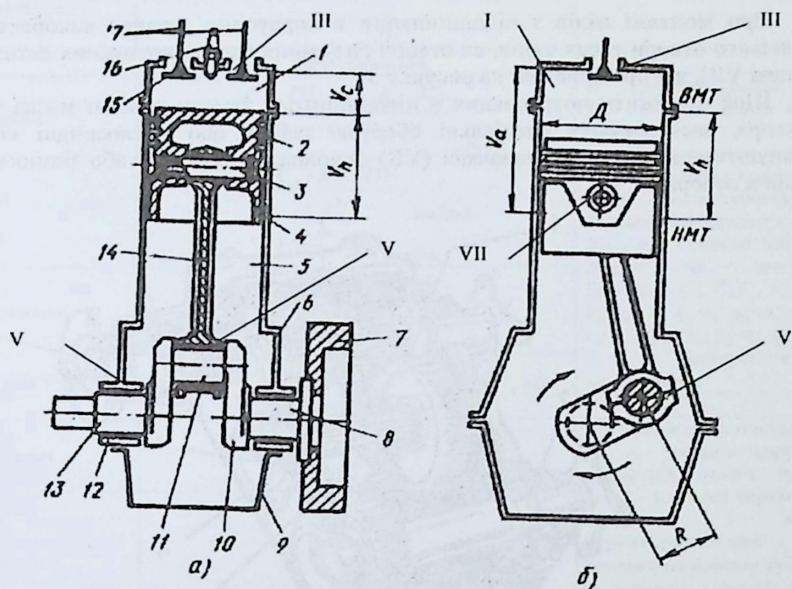


Рисунок 1 - Схема поршневого двигуна внутрішнього згорання: а - поздовжній вид; б - поперечний вид; 1 - головка циліндра, 2 - кільце, 3 - палець, 4 - поршень, 5 - циліндр, 6 - картер, 7 - маховик, 8 - колінчатий вал, 9 - піддон, 10 - щока, 11 - шатунна шийка, 12 - корінний підшипник, 13 - корінна шийка, 14 - шатун, 15, 17 - клапани, 16 - форсунка. Перелік отворів: I - основні отвори; III - конусні та півкруглі сферичні отвори; V - роз'ємні отвори в частинах корпусних деталей технологічного оснащення; VII - кільцеві канавки в отворах.

Роль основних і спеціальних отворів є важливою у створенні машин та механізмів, а для порівняння розглянемо роботу двигуна автомобіля чи трактора, в якому основними отворами (I) є циліндри під поршні, які працюють в агресивному середовищі. Спеціальними є роз'ємні отвори під корінні і шатунні підшипники (V) відповідно колін валів 8 і шатунів 14, які працюють при великих динамічних навантаженнях, конусні (III) під клапани 15, 17 і кільцеві канавки (VII) в поршнях 4 для стопоріння поршневих пальців 3. Як бачимо, кожна із груп цих отворів забезпечує роботу «своїх» вузлів і впливає на якість роботи суміжних механізмів, зв'язаних з ними.

В шпинделях металорізальних верстатів та технологічному оснащенні широкого розповсюдження набули глибокі отвори (II). При розгляді муфт різних конструкцій (рис.2) бачимо широке застосування отворів різних типів, більшість з яких є фланцевими (VIII) та глухими (VI).

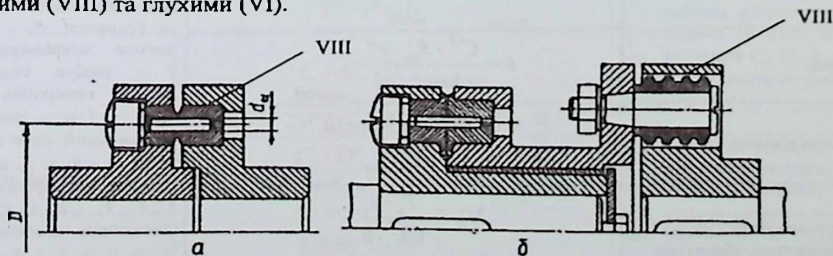


Рисунок 2 - Муфти із зрізним штифтом (а) та комбінована (б): VIII - фланцеві отвори.

При монтажі валів з підшипниками в корпусних деталях використовуються здебільшого отвори таких типів, як отвори роз'ємних частин корпусних деталей (V) та фланцеві VIII, які представлені на рисунку 3.

Щоб обмежити потрапляння в підшипникову камеру рідкого масла з корпуса редуктора, застосовують спеціальні обертові шайби або маслоскидні кільця, які розміщуються в кільцевих канавках (VII) основних отворів (I) або безпосередньо в основних отворах.

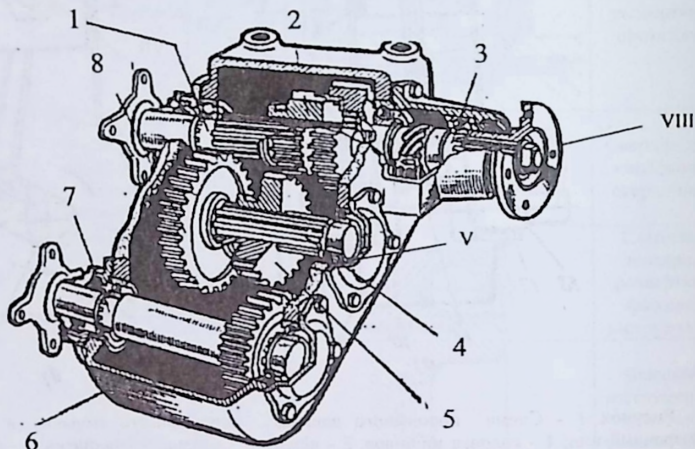


Рисунок 3 - Роздавальна коробка автомобіля ГАЗ-66: 1 - ведучий вал; 2 - шестерня ввімкнення прямої або понижуючої передачі; 3 - введений вал; 4 - проміжний вал; 5 - шестерня ввімкнення переднього моста; 6 - картер; 7 - вал приводу переднього моста; 8 - шестерня понижуючої передачі; I - основні отвори, VIII - фланцеві отвори.

В таблиці 2 наведені режим різання при обробленні різних типів отворів різними інструментами, а також енерговитрати, що виникають при цьому.

Таблиця 2 - Аналітичні залежності для розрахунку режимів різання

Величина, що розраховується	Розрахункова формула	Значення величин, що входять у формулу
Точіння		
Швидкість різання	$v = \frac{C_v \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot k_7 \cdot k_8 \cdot k_9}{T^m \cdot l^x \cdot S^y \cdot \left(\frac{HB}{200}\right)^n}$ м/хв.	T - стійкість інструмента, хв.; l - глибина різання, мм; s - подача на один оберт, мм; HB - твердість оброблюваного матеріалу за Брінелем; R_z - середня висота мікронерівностей; r - радіус сполучення задніх поверхонь різця, мм; φ і φ_1 - головний і допоміжний кути в плані, град; η - к. к. л. верстата.
Подача	$s = \frac{C_s \cdot R_z^y \cdot r^u}{l^x \cdot \varphi^z \cdot \varphi_1^z}$ мм/об.	Значення коефіцієнтів $C_v, C_s, C_p, k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, k_6, k_7, k_8, k_9$ і показників степеня $m, x, y, u, z, \eta, \eta_{\text{ср}}, \eta_{\text{ср}}$ вибираються за довідниками.
Зусилля різання	$P_z = C_p \cdot l^{x_1} \cdot s^{y_1} \cdot HB^{\eta_1} \cdot k_M \cdot k_\varphi \cdot k_r \cdot k_j \cdot k_h$, кг	
Ефективна потужність споживана на обертання деталі	$N_E = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 75}, \text{ к.с.}$ $N_E = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 102}, \text{ кВт.}$	

Потужність двигуна верстата	$N_n = \frac{P_t}{\eta}$	
Фрезерування		
Швидкість різання	$v = \frac{C_v \cdot D^{p_v} \cdot k_u \cdot k_\phi \cdot k_M}{T^m \cdot t^{t_v} \cdot S_z^{n_v} \cdot B^{r_v}}, \text{ м/хв.}$	D - діаметр фрези, мм; T - стійкість фрези в хв. машинного часу; t - глибина фрезерування, мм; S_z - подача на один зуб, мм; z - число зубів фрези; B - ширина фрезерування, мм; n_ϕ - число обертів фрези за хвилину. Значення $C_v, C_u, C_\phi, C_M, k_u, k_\phi, k_M, k_p, k_n, k_{\rho_1}, m, x, n, r_1, x_1, y_2, z_p, x_p, y_p, r_p, q, p, x, y, r, q, n$ вибираються за довідниками
Подача на зуб за хвилину	$s = \frac{C_s \cdot R_z^{r_s} \cdot D^{z_s}}{t^{y_s}}, \text{ мм/зуб.}$ $s = S_z \cdot n_\phi, \text{ мм/хв.}$	
Колова сила різання	$P_z = C^p \cdot t^{t_p} \cdot S_z^{y_p} \cdot B^{r_p} \cdot D^{q_p} \cdot k_M \cdot k_7 \cdot k_v \cdot k_h, \text{ кг.}$	
Ефективна потужність	$N_E = C^N \cdot t^{t_N} \cdot S_z^{y_N} \cdot B^{r_N} \cdot D^{q_N} \cdot z^{n_N} \cdot n, \text{ кВт.}$	
Протягування		
Швидкість різання	$v = \frac{C_v}{T^m \cdot a_z^{x_v}} \cdot k_u, \text{ м/хв.}$	T - стійкість протягування, хв.; a_z - товщина шару, що зрізується одним зубом, мм; l - довжина периметра, мм; k - число стружкороздільних канавок на одному зубі; γ і α передній і задній кути, град. Значення $C_v, C_{1.5}, k_u, m, y, x$ вибираються за довідниками. Коефіцієнт 1,15 враховує вплив зносу протягування на силу різання
Сила різання	$P_z = 1,15 \cdot l \cdot (C_1 \cdot a_z^{x_1} + C_2 \cdot k + C_3 \cdot v - C_4 \cdot \gamma - C_5 \cdot \alpha), \text{ кг.}$	
Свердління		
Швидкість різання для сталі	$v = \frac{C_v \cdot D^q \cdot HB^{n_v}}{T^m \cdot t^{t_v} \cdot S_o^{y_v}} \cdot k_u \cdot k_l, \text{ м/хв.}$	D - діаметр свердла в мм; T - стійкість свердла в хв.; t - глибина різання в мм; S_o - подача за один оберт свердла в мм; n - число обертів свердла за хвилину. Значення $C_v, C_u, C_t, C_k, k_u, k_l, n_p, m, x, q, n, y$ вибираються за довідниками.
Допустима подача	$S_o = C_s \cdot D^{0.6}, \text{ мм/об.}$	
Зусилля подачі	$P_x = C_1 \cdot D^q \cdot S_o^{y_v} \cdot HB^{n_p}, \text{ кг.}$	
Момент різання	$M = C_3 \cdot D^q \cdot S_o^{y_v} \cdot HB^{n_p}, \text{ кгм.}$	
Ефективна потужність	$N_E = \frac{M_n}{1,36 \cdot 716200}, \text{ кВт.}$	
Зенкерування		
Швидкість різання	$v = \frac{C_v \cdot D^q \cdot HB^{t_{n_v}}}{T^m \cdot t^{t_v} \cdot S_o^{y_v}} \cdot k_u, \text{ м/хв.}$	D - діаметр зенкера, мм; T - стійкість зенкера, мм; t - глибина різання в мм; S_o - подача на один оберт мм. Значення $C_v, C_u, k_u, q, n, v, m, x, y$ вибираються за довідниками
Подача	$S_o = C_s \cdot D^{0.6}, \text{ мм/об.}$	
Розверстування		
Швидкість різання	$v = \frac{C_v \cdot D^q \cdot HB^{t_{n_v}}}{T^m \cdot t^{t_v} \cdot S_o^{y_v}} \cdot k_u, \text{ м/хв.}$	D - діаметр отвору, мм; T - стійкість розвертки, мм; t - глибина різання, мм; S_o - подача на один оберт, мм. Значення $C_v, C_u, k_u, q, m, x, y$ вибираються за довідниками.
Подача	$S_o = C_s \cdot D^{0.7}, \text{ мм/об.}$	

На основі проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Наведено типізацію отворів, які широко використовуються в Машинобудуванні, їх призначення, норми точності і способи оброблення.

2. Наведені аналітичні залежності для визначення режимів різання для шести способів оброблення і енерговитрати при цьому, а також дані рекомендації щодо вибору припусків на оброблення.

Література

1. Линчешский П.А. Джугурия Т.Г., Оргиян А.А. Обработка деталей на отделочно-расточных станках. - К.: Техніка, 2001. - 301 с.
2. Смирнов В.К. Токарь-расточник. - М. Высшая школа, 1982. - 239 с.
3. Остафьев В.А., Пономаренко А.И. Обработка точных отверстий в приборостроении. - К.: Техніка, 1972. - 137 с.
4. Еремеева Н. М. Обработка отверстий в деталях из серого чугуна. - М.: Машгиз, 1961. - 178 с.
5. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х т. Т.1 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985.
6. Брошак І., Луців І. Аналіз технологічних та геометричних параметрів свердел адаптивного типу для оброблення глибоких отворів // Вісник Національного університету "Львівська політехніка", "Динаміка і міцність машин", 2001, - № 3. - С.31-34.

Одержано 25.01.2007 р.

УДК 631.358/088.8

М. Паньків¹, канд. техн. наук; Н. Дубчак²;
В. Барановський³, канд. техн. наук

¹Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

²Бережанський агротехнічний інститут

³Національний аграрний університет

АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ РОБОТИ ДООЧИСНИХ ПРИСТРОЇВ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНИХ МАШИН

В статті наведено загальні тенденції розвитку та проаналізовано основні принципи технологічного процесу роботи доочисних пристроїв для відокремлення домішок від коренеплодів, а також конструктивно-компонувальні недоліки та переваги базових очисних робочих органів коренезбиральних машин. Запропоновано загальні шляхи подальшого удосконалення процесу сепарації домішок вприту до коренеплодів на основі побудови удосконаленої конструктивної схеми коренезбиральної машини.

M. Pankiv, N. Dubsthak, V. Baranovsky

ANALYSIS OF CARBRO OF WORK OF CLEANING OF DEVICES ROOT CROP COLLECTIVE MACHINES

In the article general progress trends are resulted and analysed basic principles of technological process of work of cleaning of devices for the separation of admixtures from root crops, and also design-layout failings and advantages of base cleansing workers of organs of root crop collectives machines. The general basis to construction of the improved structural chart of root crop collective machine.

Актуальність питання. Аналіз використання розроблених за останні роки в Україні і за рубежом коренезбиральних машин у різних ґрунтово-кліматичних умовах і зонах показує, що коренеплоди кормових буряків без надмірних домішок землі і рослинних залишків можуть бути одержані лише в оптимальних умовах збирання. Вологість ґрунту в значній мірі змінює їх властивості. Велика наявність бур'янів на