

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ
УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять з дисципліни
«Проектування оснастки та пристосувань» для студентів
спеціальності 7.07010601

Харків 2012

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ
УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять з дисципліни
«Проектування оснастки та пристосувань» для студентів
спеціальності 7.07010601

Затверджено
методичною радою університету
протокол № ____ від “ ____ ” _____

Харків 2012

Укладачі: Є.О. Дубінін, О.І. Назаров, В.А. Цибульський

Кафедра технології машинобудування і ремонту машин

Методичні вказівки розроблено для студентів денної форми навчання спеціальності 7.07010601 «Автомобілі та автомобільне господарство» для виконання практичних занять з дисципліни «Проектування оснастки та пристосувань» та набуття практичних навичок у проектуванні верстатних пристосувань.

На практичних заняттях студенти повинні опиратися на знання, які були отримані у процесі вивчення таких дисциплін, як: “Теорія машин і механізмів”, “Теоретична механіка”, “Стандартизація та технічні вимірювання”, “Опір матеріалів”, застосовуючи їх до певних умов. Крім того, студентам необхідно орієнтуватися на сучасні досягнення науки та техніки у галузях машинобудування та ремонту, комплексної механізації й автоматизації виробничих процесів.

Програмою дисципліни передбачено виконання кожним студентом чотирьох практичних робіт. Варіанти та вихідні дані студент обирає з табл. А.1 та А.2 у відповідності до номеру за списком у журналі викладача. Схеми конструкцій верстатних пристосувань до практичних робіт №1,2,3 надано на рис. Б.1-Б.3.

Вихідними даними до практичної роботи №4 є дані, що містяться в табл. А.1 та на рис. Б.1.

Методичні вказівки можуть бути використані під час курсового і дипломного проектування.

Практична робота № 1

(3 години)

ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОЇ СИЛИ ЗАТИСКАННЯ ДЕТАЛІ ПІД ЧАС СВЕРДЛІННЯ ОТВОРІВ

Мета роботи – освоєння методики визначення необхідної сили затискання деталі під час свердління отворів.

Короткі теоретичні відомості

Розрахунок сили затискання зводиться до рішення задач статичної рівноваги деталі, що знаходиться в пристосуванні під дією прикладених до нього сил і моментів. У прямокутній системі координат OXYZ (рис. 1.1) деталь, при відсутності опорних і затискних елементів, може рухатися в площинах XOY, YOZ, XOZ і обертатись відносно осей OX, OY, OZ при відсутності опор.

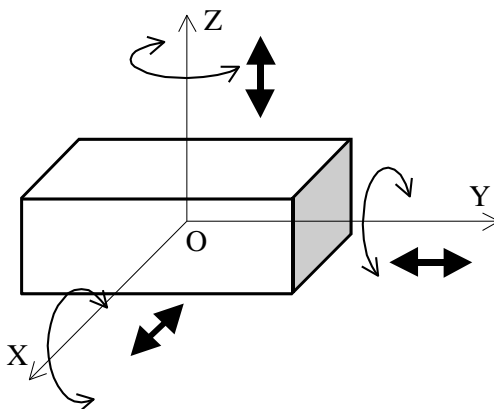


Рисунок 1.1 - Схема можливих переміщень деталі в просторі

Умови просторової рівноваги об'єкта в пристосуванні можна описати шістьма рівняннями статички, що у загальному випадку можуть бути представлені у вигляді [1, 2]:

- перше рівняння рівноваги

$$k \cdot \sum_i^n P_i = \sum_i^m F_i, \quad (1.1)$$

- друге рівняння рівноваги

$$k \cdot \sum_i^n M_{P_i} = \sum_i^m M_{f_i} , \quad (1.2)$$

де k - коефіцієнт запасу;

ΣP_i - сума всіх сил обробки, що прагнуть зрушити об'єкт у відповідних напрямках;

ΣM_{P_i} - сума всіх моментів від сил обробки, що прагнуть повернути об'єкт відносно відповідних осей координат;

ΣF_i - сума всіх сил, що протидіють переміщенню об'єкта у відповідних площинах;

ΣM_{f_i} - сума всіх моментів, що протидіють повороту об'єкта відносно відповідних осей координат;

n, m – кількість сил і моментів від сил обробки.

Для забезпечення надійності затискання сили (моменти) обробки збільшуються в k разів. За допомогою цього коефіцієнта враховується зміна умов у процесі обробки: затуплення інструмента, нерівність припусків, неоднорідність оброблюваного матеріалу, зміна умов установки об'єкта.

Коефіцієнт запасу сили затискання визначається за [1, 2]

$$k = k_0 \cdot \prod_{i=1}^6 k_i \geq 2,5 , \quad (1.3)$$

де $k_0=1,5$ - гарантований коефіцієнт запасу;

k_1 - коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання через нерівномірний припуск на оброблюваних поверхнях (при чорновій обробці $k_1=1,2$; при чистовій - $k_1=1,0$);

k_2 - коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання внаслідок затуплення інструмента ($k_2=1,0-1,7$);

k_3 - коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при переривчастому різанні (при переривчастому - $k_3=1,2$; при безперервному різанні - $k_3=1,0$);

k_4 - коефіцієнт, що характеризує сталість сили, що розвивається приводом пристосування (з немеханізованим приводом, а також із пневмо- і гідроциліндрами односторонньої дії - $k_4=1,3$; при використанні пневмокамер, пневмоважільних систем, приводів мембранних, гідропластмасових - $k_4=1,2$; при використанні пневматичних, гідрав-

лічних, пневмогідравлічних приводів двосторонньої дії, а також магнітних і вакуумних приводів - $k_4=1,0$);

k_5 - коефіцієнт, що характеризує тип силового механізму пристосування (тип 1 - $k_5=1,0$; тип 2 - $k_5=1,2$);

k_6 - коефіцієнт, що враховує рівномірність розміщення опорних елементів при установці об'єкта ($k_6=1,0$ - розташування точок контакту рівномірне; $k_6=1,5$ - точки контакту розташовані нерівномірно).

Якщо коефіцієнт запасу в результаті розрахунку виявиться менше 2,5, то приймають $k=2,5$.

Деталь базується в трикулачковому патроні та навантажена під час свердління отвору моментом M_{Pz} і осьовою силою \vec{P}_0 та закріплюється силами \vec{W} прикладеними рівномірно (див. рис. 1.2).

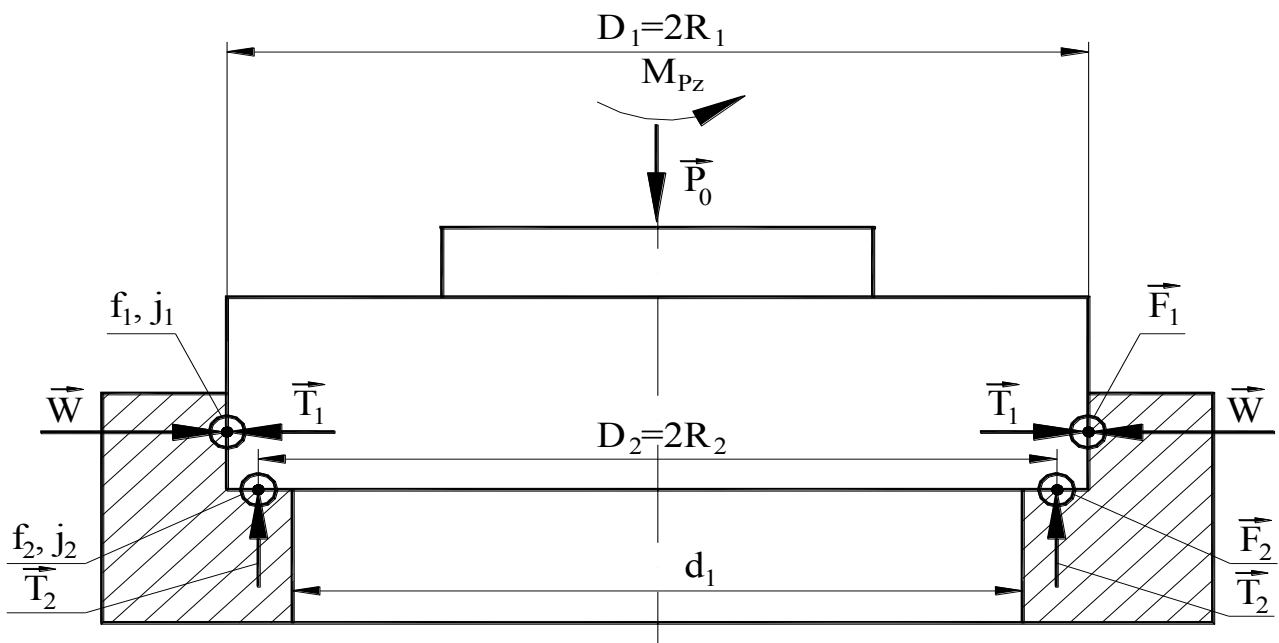


Рисунок 1.2 - Схема сил і моментів, що діють під час свердління отвору

При недостатній силі закріплення під час свердлення отвору деталь може зміститись під дією осьової сили різання \vec{P}_0 і крутного моменту M_{Pz} . Основною умовою збереження статичної рівноваги деталі при цьому є відсутність лінійного й кутового переміщення від дії збурюючих факторів.

На підставі рівнянь (1.1) і (1.2) можна записати відповідно

$$k \cdot P_0 = T_1 \cdot f_1 \cdot z, \quad (1.4)$$

де T_1 - реакція у затискному стику;

$f = f_1 = 0,16$ - коефіцієнт тертя у затискному стику;

$z = 3$ - кількість затискних елементів;

$$k \cdot M_{Pz} = F_1 \cdot R_1 \cdot z + F_2 \cdot R_{cp}, \quad (1.5)$$

де $F_1 = T_1 \cdot f_1$ - сила тертя на затискному елементі;

$F_2 = T_2 \cdot f_2$ - сила тертя в опорних елементах;

$f = f_1 = f_2 = 0,16$ - коефіцієнт тертя в опорному стику;

$R_1 = D_1 / 2$ - зовнішній діаметр деталі;

$R_{cp} = \frac{1}{3} \cdot \frac{D_1^3 - d_1^3}{D_1^2 - d_1^2}$ - середній радіус тертя на опорних елементах.

Реакції в затискних і опорних стиках визначаються відповідно

$$T_1 = W, \quad (1.6)$$

$$T_2 = P_0, \quad (1.7)$$

де W - сила затискання деталі;

P_0 - осьова сила різання (див. табл. А1).

Тоді, вирішуючи рівняння (1.4) і (1.5) відносно W одержимо

$$W = \frac{k \cdot P_0}{f \cdot z}, \quad (1.8)$$

$$W = \frac{k \cdot M_{Pz} - P_0 \cdot f \cdot R_{cp}}{f \cdot z \cdot R_1}, \quad (1.9)$$

До подальшого розрахунку приймається найбільше із одержаних значень за (1.8) і (1.9).

Послідовність виконання роботи

1. Ознайомитися з методичними вказівками і рекомендованою літературою, занотувати необхідні теоретичні відомості.

2. Зарисувати схему установки деталі в пристосуванні (див. рис. Б1) та обробки (рис. 1.2).

3. Визначити коефіцієнт запасу сили затискання відповідно до умов обробки поверхні деталі за формулою (1.3).

4. Розрахувати величину сили затискання деталі в пристосуванні за формулами (1.8) і (1.9).

5. Проаналізувати залежності (1.8) і (1.9) щодо можливості зменшення сили затискання.

Контрольні питання

1. Як розраховується коефіцієнт запасу сили затискання?
2. Від яких факторів залежить величина зусилля затискання деталі?
3. Що таке середній радіус тертя?
4. Чи впливає маса деталі на величину необхідної сили затискання?

Практична робота № 2

(2 години)

ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОЇ СИЛИ ЗАТИСКАННЯ ДЕТАЛІ ПІД ЧАС ФРЕЗЕРУВАННЯ ПЛОЩИНИ

Мета роботи – освоєння методики визначення необхідної сили затискання деталі під час фрезерування площини.

Короткі теоретичні відомості

Під час фрезерування площини розніму в деталі одна складова сили різання \vec{P} співпадає з напрямком сили затискання \vec{W} , а інша направлена перпендикулярно їй (рис. 2.1).

Складова \vec{P}_2 сили різання, що направлена перпендикулярно силі затискання \vec{W} , прагне зрушити об'єкт у бічному напрямку. При достатній жорсткості опор і наявності силового механізму тип 2 сила \vec{W} визначається за умови

$$k \cdot P_2 = T_1 \cdot f_1 + T_2 \cdot f_2, \quad (2.1)$$

де $T_1 = T_{11} + T_{12}$ - сумарна вертикальна реакція в затискному стику;

$T_2 = T_{21} + T_{22}$ - сумарна вертикальна реакція в опорному стику;
або

$$k \cdot P_2 = W \cdot f_1 + (W + G) \cdot f_2. \quad (2.2)$$

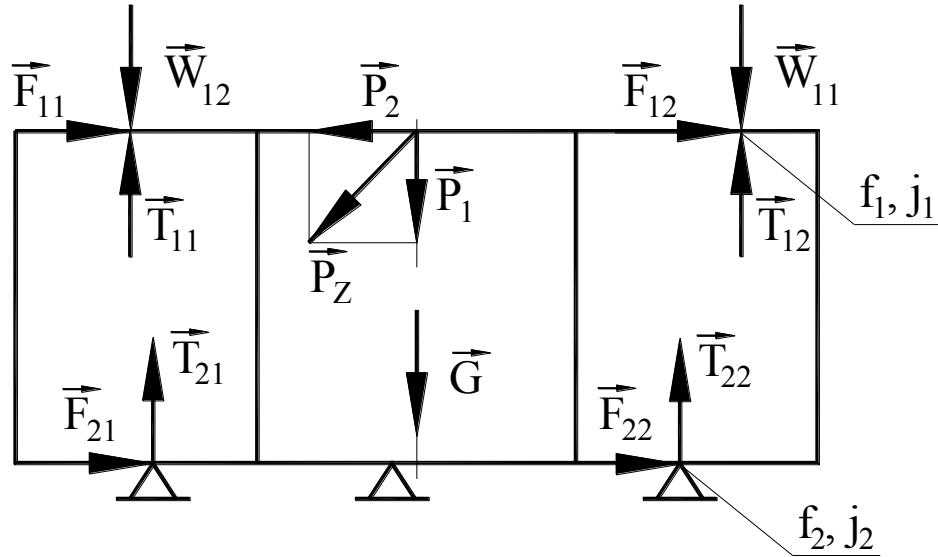


Рисунок 2.1 - Схема сил, що діють на деталь під час фрезерування площини

Звідки

$$W = \frac{k \cdot P_2 - G \cdot f_2}{f_1 + f_2}. \quad (2.3)$$

У випадку неприпустимості зносу затискних елементів враховується тертя лише на опорних елементах сила затискання деталі становить

$$W = \frac{k \cdot P_2 - G \cdot f_2}{f_2}. \quad (2.4)$$

У пристосуваннях із силовими механізмами тип 1 дія сили \vec{P}_1 викликає зміну вертикальних реакцій на опорних і затискних елементах. З врахуванням сили тяжіння G реакції визначаються відповідно

$$T_1 = W - P_1 \cdot \frac{j_1}{j_1 + j_2}, \quad (2.5)$$

$$T_2 = W + G + P_1 \cdot \frac{j_2}{j_1 + j_2}. \quad (2.6)$$

де $\frac{j_1}{j_1 + j_2} = 0,3 - 0,4$ - співвідношення жорсткості затискного стику;

$\frac{j_2}{j_1 + j_2} = 0,6 - 0,7$ - співвідношення жорсткості опорного стику [1];

Сила тертя, що перешкоджає зміщенню деталі в такому разі становить

$$F = F_1 + F_2 = f_1 \cdot T_1 + f_2 \cdot T_2. \quad (2.7)$$

У відповідності до першого рівняння рівноваги (1.1) для надійного закріплення деталі необхідно, щоб сила затискання становила

$$k \cdot P_2 = f_1 \cdot \left(W - P_1 \cdot \frac{j_1}{j_1 + j_2} \right) + f_2 \cdot \left(W + G + P_1 \cdot \frac{j_2}{j_1 + j_2} \right). \quad (2.8)$$

Якщо $f_1 = f_2 = f$ (див. табл. А2), одержимо

$$W = \frac{1}{2f} \cdot \left[k \cdot P_2 + f \cdot P_1 \cdot \left(\frac{j_1}{j_1 + j_2} - \frac{j_2}{j_1 + j_2} \right) - G \cdot f \right], \quad (2.9)$$

де k - коефіцієнт запасу сили затискання, визначений у відповідності до (1.3).

Послідовність виконання роботи

1. Ознайомитися з методичними вказівками і рекомендованою літературою, занотувати необхідні теоретичні відомості.

2. Зарисувати схему установки і обробки деталі у пристосуванні (див. рис. Б2).

3. Визначити коефіцієнт k запасу сили затискання відповідно до даних умов обробки за (1.3).

4. Розрахувати величину необхідної сили затискання деталі в пристосуванні за (2.9). Провести аналіз.

Контрольні питання

1. Жорсткість якого стику більша і чому?
2. Які типи силових механізмів пристосувань використовуються, в чому їхня відмінність?
3. Чи впливає якість поверхні, якою базується деталь, на силу затискання деталі в пристосуванні?

Практична робота № 3

(2 години)

ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОЇ СИЛИ ЗАТИСКАННЯ ДЕТАЛІ ПІД ЧАС ФРЕЗЕРУВАННЯ ЗУБІВ

Мета роботи – освоєння методики визначення необхідної сили затискання деталі під час фрезерування зубів.

Короткі теоретичні відомості

Принципова схема закріплення деталі під час фрезерування зубів може бути надана у вигляді рис. 3.1.

Для забезпечення механічної обробки (фрезерування зубів) необхідно виконати наступні умови:

а) усунути лінійне зміщення деталі від дії складової \vec{P}_1 сили різання;

б) усунути лінійне зміщення деталі від дії складової \vec{P}_2 сили різання;

в) усунути кутове зміщення деталі від дії моменту, створюваного силами \vec{P}_1 і \vec{P}_2 .

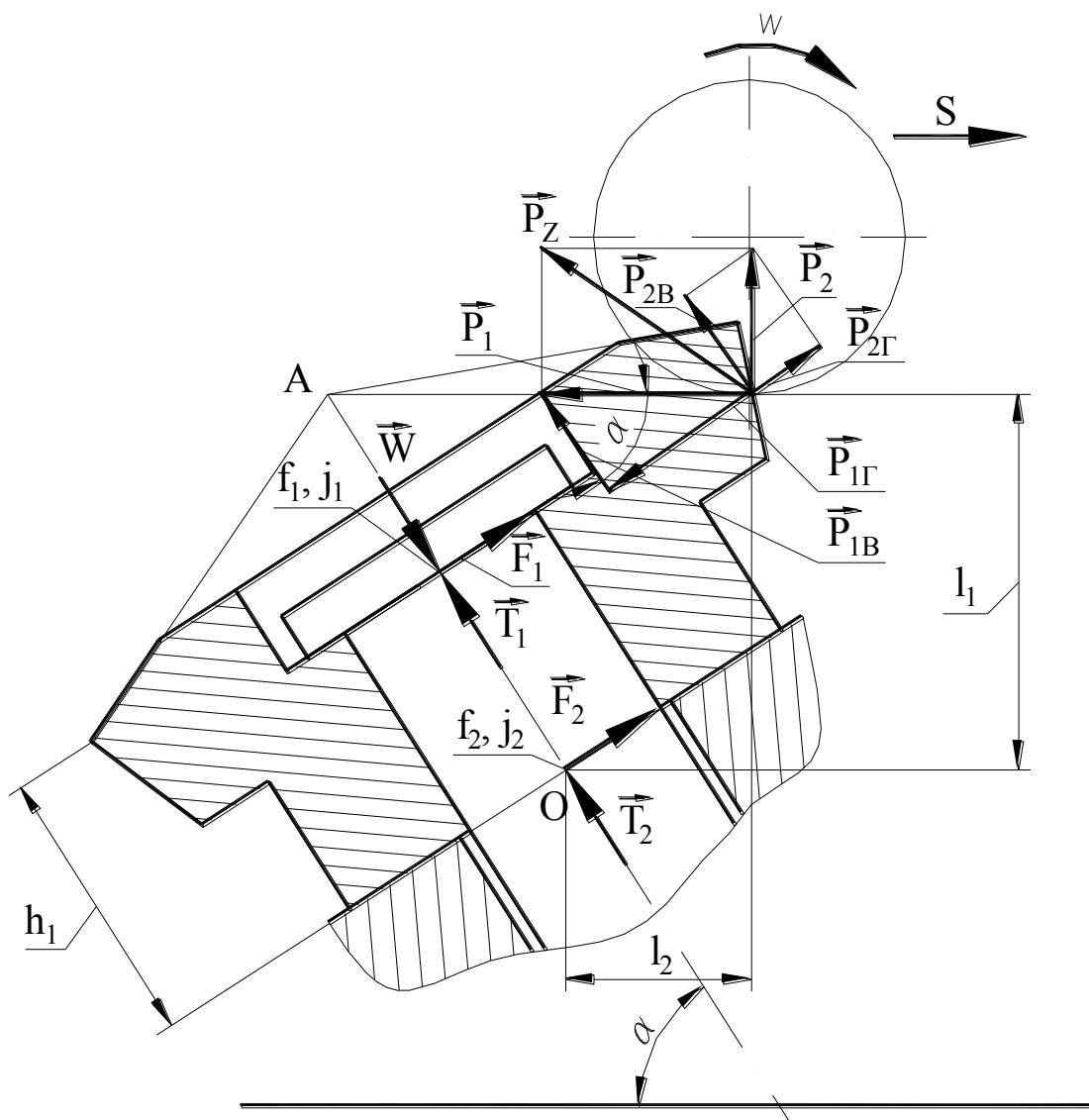


Рисунок 3.1 - Схема сил, що діють на деталь під час фрезерування зуба

Для попередження лінійного зміщення від дії сил \vec{P}_1 і \vec{P}_2 слід забезпечити виконання першого рівняння рівноваги (1.1). На підставі чого для першої умови запишемо (див. рис. 3.1)

$$k \cdot (P_{1z} - P_{2z}) = F_1 + F_2, \quad (3.1)$$

де $P_{1z} = P_1 \cdot \sin \alpha$ - горизонтальна складова сили різання \vec{P}_1 ;

$P_{2z} = P_2 \cdot \sin \alpha$ - горизонтальна складова сили різання \vec{P}_2 ;

F_1, F_2 - сили тертя на опорних і затискних стиках;

α - кут установки деталі під час фрезерування.

Для другої умови збереження деталлю статичної рівноваги необхідно виконати вимогу

$$k \cdot (P_{1e} - P_{2e}) = T_2, \quad (3.2)$$

де $P_{1e} = P_1 \cdot \cos \alpha$ - вертикальна складова сили різання \vec{P}_1 ;

$P_{2e} = P_2 \cdot \cos \alpha$ - вертикальна складова сили різання \vec{P}_2 ;

T_2 - реакція в опорному стику.

Для виконання третьої умови збереження деталю статичної рівноваги необхідно застосувати рівняння (1.2). Розглядаючи рівновагу відносно точки О (див. рис. 3.1), одержимо

$$k \cdot (P_1 \cdot l_1 - P_2 \cdot l_2) = F_1 \cdot h_1, \quad (3.3)$$

де l_1, l_2 - плечі прикладення складових \vec{P}_1 і \vec{P}_2 сили різання (див. табл. А3);

h_1 - плече дії сили тертя \vec{F}_1 (див. табл. А3).

Оскільки в даній схемі обробки (див. рис. 3.1) складова P_{2a} сили різання направлена протилежно силі закріплення W , то

$$F_1 = T_1 \cdot f_1 = \left(W + P_{2e} \cdot \frac{j_1}{j_1 + j_2} \right) \cdot f_1; \quad (3.4)$$

$$F_1 = T_1 \cdot f_1 = \left(W + P_{2e} \cdot \frac{j_1}{j_1 + j_2} \right) \cdot f_1; \quad (3.5)$$

де $f = f_1 = f_2 = 0,16$ - коефіцієнти тертя;

j_1 - жорсткість затискного стику;

j_2 - жорсткість опорного стику [1];

Підставивши (3.4) і (3.5) в (3.1) і (3.3) та вирішуючи відносно W , одержимо необхідну силу закріплення деталі за умови:

- усунення лінійного зміщення деталі від дії складової \vec{P}_1 сили різання

$$W = \frac{1}{2 \cdot f} \cdot \left[R \cdot (P_1 \cdot \sin \alpha - P_2 \cdot \cos \alpha) + P_2 \cdot f \cdot \sin \alpha \cdot \left(\frac{j_2}{j_1 + j_2} - \frac{j_1}{j_1 + j_2} \right) \right]; \quad (3.6)$$

- усунення лінійного зміщення деталі від дії складової \vec{P}_2 сили

різання

$$W = R \cdot (P_1 \cdot \cos \alpha - P_2 \cdot \sin \alpha) + P_2 \cdot \sin \alpha \cdot \frac{j_2}{j_1 + j_2}; \quad (3.7)$$

- усунення кутового зміщення деталі від дії моменту, що створюється силами \vec{P}_1 і \vec{P}_2

$$W = \frac{1}{f \cdot l_1} \cdot \left[R \cdot (P_1 \cdot l_1 + P_2 \cdot l_2) - P_2 \cdot \sin \alpha \cdot \frac{j_1}{j_1 + j_2} \cdot h_1 \right]; \quad (3.8)$$

Для подальшого розрахунку приймається найбільше значення, одержане за (3.6)-(3.8).

Послідовність виконання роботи

1. Ознайомитися з методичними вказівками і рекомендованою літературою, занотувати необхідні теоретичні відомості.
2. Зарисувати схему установки і обробки деталі у пристосуванні (див. рис. Б3).
3. Визначити коефіцієнт запасу сили затискання відповідно до (1.3) для даних умов обробки (див. табл. А1).
4. Розрахувати величину необхідної сили затискання деталі в пристосуванні. Зробити аналіз.

Контрольні питання

1. Яким чином враховується напрям дії складових сили різання в процесі обробки деталі?
2. Якого значення набуває робочий тиск в гідравлічному та пневматичному приводах пристосувань?
3. Яке мінімальне нормоване значення коефіцієнта запасу сили затискання приймається у розрахунках?

Практична робота № 4
(4 години)

**ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИЛОВОГО
МЕХАНІЗМА ПРИСТОСУВАННЯ І ПАРАМЕТРІВ ПРИВОДА**

Мета роботи – освоєння методики визначення основних характеристик силового механізму пристосування та параметрів привода.

Короткі теоретичні відомості

Простий механізм характеризується передаточним відношенням сил, передаточним відношенням переміщень і коефіцієнтом корисної дії. Передаточне відношення сил - це відношення сили, що розвивається на веденій ланці механізму (сили затискання W), до сили, прикладеної до ведучої ланки (приводної сили Q)

$$i = \frac{W}{Q} \geq 1. \quad (4.1)$$

Передаточне відношення переміщень - це відношення переміщення S_W веденої ланки до переміщення ведучої ланки S_Q

$$i_n = \frac{S_W}{S_Q} < 1. \quad (4.2)$$

Коефіцієнт корисної дії механізму – це відношення роботи, виконаної веденою ланкою (затискним елементом), до роботи, виконаною ведучою ланкою (приводом), або добуток передаточного відношення сил і передаточного відношення переміщень

$$\eta = \frac{W \cdot S_W}{Q \cdot S_Q} = i \cdot i_n. \quad (4.3)$$

Переміщення ведучої ланки, що пов'язане з переміщенням веденої ланки залежністю [3], мм

$$S_Q = S_W + (10 - 15). \quad (4.4)$$

Додатковими характеристиками силових механізмів пристосовань можуть служити запас самогальмування і запас ходу механізму. Здатність силового механізму забезпечувати гарантовану постійну силу закріплення об'єкта незалежно від величини і напрямку дії сили обробки характеризує коефіцієнт запасу самогальмування. Він властивий силовим механізмам клинового, гвинтового і ексцентрикового типів. Запас ходу силового механізму характеризує можливість збільшувати переміщення веденого елемента, котрий передає силу затискання об'єкту (затискача), при зміні геометричних параметрів однієї з проміжних ланок. Запасом ходу характеризуються важільні та важільно-шарнірні силові механізми.

В разі подачі робочого тіла з боку поршневої порожнини діаметр циліндра, в мм, визначається із рівняння [3, 4]

$$D = 2 \sqrt{\frac{Q}{\pi \cdot p \cdot \eta}}, \quad (4.5)$$

де p - номінальний тиск робочого тіла, $p=1$ МПа;

Q - величина приводної сили, Н (визначається за схемою пристосування (див. рис. А.1);

$\eta = 0,85$ - коефіцієнт корисної дії привода.

Визначене значення діаметра циліндра узгоджується з вимогами ГОСТ 6540-68 (табл. В.1).

Уточнюється фактична сила затискання заготовки за формулою

$$W_{\phi} = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot p \cdot \eta \cdot i \leq 1,15W. \quad (4.6)$$

Фактична сила затискання не повинна бути більшою, ніж на 15%, від розрахункового значення W , для уникнення надмірних контактних деформацій у затискних та опорних елементах. В протилежному випадку її корегують, знижуючи величину приводного тиску або зменшуючи діаметр у відповідності до табл. В.1.

Час спрацьовування пневмоциліндра визначається за емпіричними залежностями [3, 4]

$$t_{cn} = 22,8 \cdot 10^{-6} \frac{\varepsilon \cdot S_Q}{\beta^2 \cdot \sqrt{\varepsilon^{1,43} - \varepsilon^{1,715}}}; \quad (4.7)$$

$$t_{cn} = 84,4 \cdot 10^{-6} \frac{\varepsilon \cdot S_Q}{\beta^2}, \quad (4.8)$$

де $\beta = \frac{d_0}{D}$ - відношення внутрішнього діаметра пневмотрубопроводу до діаметра циліндра;

$\varepsilon = \frac{P_n}{p}$ - відношення тиску повітря в циліндрі в момент руху поршня до номінального (магістрального) тиску;

S_Q - хід поршня (табл. В.2).

Якщо $\varepsilon \geq 0,528$, то використовується формула (4.7), а при $\varepsilon \leq 0,528$ - формула (4.8). Тиск повітря в циліндрі в початковий момент руху поршня знаходиться, як відношення приведеної сили опору переміщенню поршня F_r до площі перетину циліндра з боку нагнітання

$$p = \frac{F_r}{S_n}, \quad (4.9)$$

де S_n - площа поперечного перетину циліндра з боку нагнітання, m^2 .

Сила опору F_r переміщенню поршня або штока, яка створюється за рахунок тертя ущільнювальних кілець (манжет) на робочій поверхні циліндра визначається

$$F_r = \frac{\pi \cdot N_y \cdot b_y \cdot u \cdot f_y}{\left(\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \right)}, \quad (4.10)$$

де N_y - радіальна деформація ущільнювальних елементів поршня або штоку, мм;

b_y - ширина канавки під ущільнювальний елемент ($b_y=3-10$ мм);

u - кількість ущільнювальних елементів на поршні або штоці ($u=2$);

$f_y = 0,48 - 0,52$ - коефіцієнт тертя між ущільнювальним елементом і робочою поверхнею циліндра або штоку;

E_1, E_2 - модулі пружності матеріалу ущільнювального елемента і циліндра відповідно ($E_1 = 1,5 - 5$ МПа - для гуми; $E_2 = 2,1 \cdot 10^5$ МПа - для сталі; $E_2 = 1,2 \cdot 10^5$ МПа - для чавуну);

C_1, C_2 - коефіцієнти, що характеризують посадку, визначаються за формулами:

- при ущільненні поршня

$$C_1 = \frac{D^2 + d_1^2}{D^2 - d_1^2} - \mu_1, \quad (4.11)$$

$$C_2 = \frac{D^2 + d_3^2}{d_3^2 - D^2} + \mu_2, \quad (4.12)$$

- при ущільненні штоку

$$C_1 = \frac{d^2 + d_3^2}{d_3^2 - d^2} - \mu_1, \quad (4.13)$$

$$C_2 = \frac{d^2 + d_1^2}{d^2 - d_1^2} + \mu_2, \quad (4.14)$$

де d_1, d_3 – внутрішній і зовнішній діаметри, в мм, ущільнювального кільця (манжети) у вільному стані [4];

μ_1, μ_2 - коефіцієнти Пуасона для матеріалу ущільнювального елемента і циліндра ($\mu_1 = 0,46 - 0,49$ - для гуми; $\mu_2 = 0,25 - 0,3$ - для сталі; $\mu_2 = 0,23 - 0,27$ - для чавуну).

Величина радіальної деформації, мм:

- при ущільненні поршня

$$N_y = 0,5(d_3 - D), \quad (4.15)$$

- при ущільненні штоку

$$N_y = 0,5(d - d_1). \quad (4.16)$$

Внутрішній діаметр пневмотрубопроводу, мм, визначається за формулою

$$d_0 = 30 \sqrt{\frac{3,6 \cdot Q_H}{\pi \cdot g_n}}, \quad (4.17)$$

де Q_H - номінальна секундна продуктивність насоса пневмопривода ($Q_H = 0,63 \text{ дм}^3/\text{с}$);

$g_n = 8 - 15 \text{ м/с}$ – швидкість руху повітря в пневмотрубопроводі.

За табл. В.3 приймається умовний прохід d_y .

Час спрацьовування пневмоциліндра повинен знаходитись в межах 1,2-1,5 с. В протилежному випадку слід скорегувати внутрішнім діаметром трубопроводу у відповідності до табл. В.3.

Товщина стінки циліндра визначається за формулою Ляме [3, 4]

$$\delta \geq \frac{D}{20} \cdot \sqrt{\frac{[\sigma_p] + 1,2p_{\max}}{[\sigma_p] - 1,2p_{\max}}}, \quad (4.18)$$

де $[\sigma_p]$ - допустиме напруження матеріалу циліндра на розтяг, МПа, $[\sigma_p] = 120 \text{ МПа}$;

$p_{\max} = 1,5p$ - максимальний тиск в системі, МПа.

Послідовність виконання роботи

1. Ознайомитися з методичними вказівками і рекомендованою літературою, занотувати необхідні теоретичні відомості.
2. За даними, отриманими в практичній роботі №1 розрахувати параметри приводу пристосування у відповідності до вказівок викладача.
3. Розрахувати елементи пристосування на міцність відповідно до вказівок викладача.

Контрольні питання

1. Які основні характеристики силового механізму пристосування?
2. Що таке ККД пристосування, як він визначається?
3. Які механізми називаються комбінованими? Наведіть приклади.

ди.

4. Які основні параметри приводу пристосування розраховуються під час його проектування?

5. Від чого залежить розрахунок часу спрацьовування приводу?

6. Які елементи пристосування розраховують на міцність?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Назаров О.І. Проектування та розрахунок пристосувань: [конспект лекцій] / Назаров О.І.- Харків: ХНАДУ, 2003.-103 с. - (Розділ “Силовий розрахунок пристосувань”).
2. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений: [учебник для вузов] / Корсаков В.С. - М.: Машиностроение, 1983.- 277 с.
3. Назаров О.І. Проектування та розрахунок пристосувань: [конспект лекцій] / Назаров О.І. – Харків: ХНАДУ, 2006. – 112 с. - (Розділ “Проектування та розрахунок приводів пристосувань”).
4. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков / Ансеров М.А. - Ленинград: Машиностроение, 1975.- 656 с.

Вихідні дані до практичних робіт

Таблиця А.1 – Вихідні дані для виконання практичних робіт №1 та №3

№ варіанту	$M_{Pz}, \text{Нм}$	$P_0, \text{Н}$	$D_1, \text{мм}$	$d_1, \text{мм}$	a/b	$l_1, \text{мм}$	$l_2, \text{мм}$	$h_1, \text{мм}$	Кут α
1	20	120	150	130	0,3	80	40	60	45
2	15	100	144	120	0,5	65	35	65	39
3	17,5	170	105	85	0,25	90	45	75	35
4	11	155	100	75	0,23	75	40	65	44
5	13,5	124	165	140	0,35	95	45	85	40
6	14	111	85	65	0,33	65	30	55	38
7	15,8	205	94	70	0,27	70	35	50	29
8	19	195	98	75	0,45	75	35	65	34
9	21	146	142	115	0,38	60	30	50	31
10	15,2	177	88	78	0,47	75	30	55	45
11	17,3	154	124	110	0,29	110	55	80	43
12	21,8	128	111	90	0,28	90	45	75	36
13	22	211	250	235	0,25	70	35	60	38
14	25	106	117	100	0,35	100	50	85	42
15	14,7	114	214	190	0,36	95	45	75	41
16	16,9	209	224	200	0,34	95	45	70	40
17	19	215	122	100	0,5	85	40	65	34
18	22,1	99	95	70	0,4	70	35	60	29
19	14,8	101	240	225	0,37	70	35	55	33
20	16,4	165	96	80	0,54	80	40	40	35

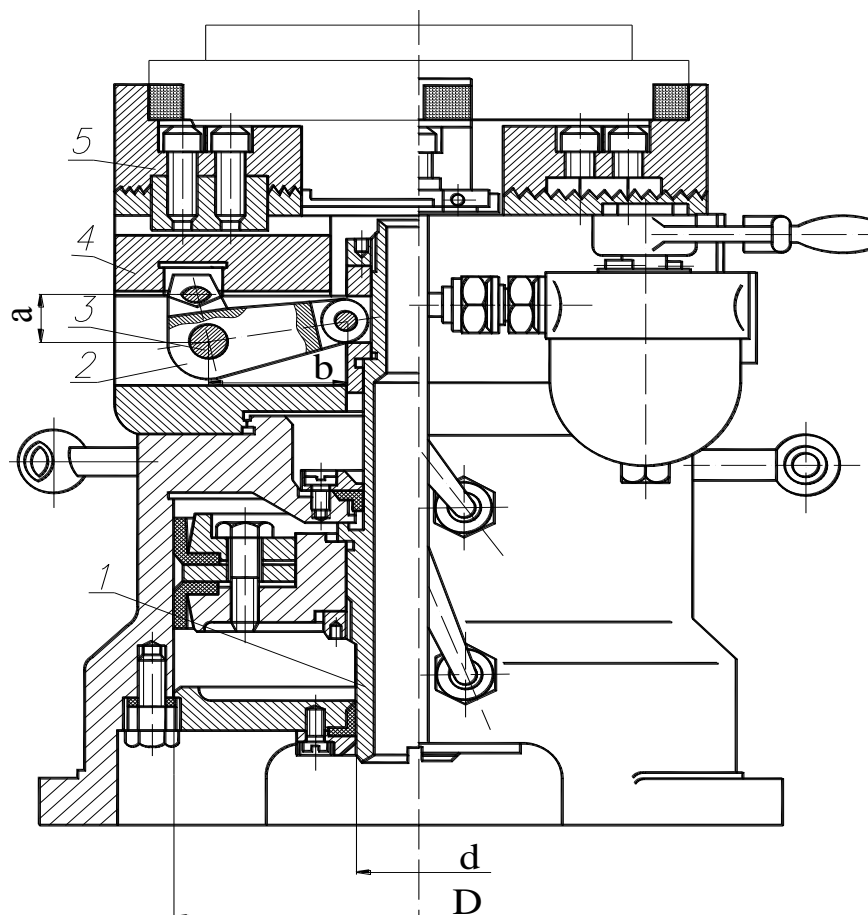
Таблиця А.2 – Вихідні дані для виконання практичної роботи №2

№ варіанту	$P_1, \text{Н}$	$P_2, \text{Н}$	$G, \text{Н}$	f
1	2	3	4	5
1	120	220	20	0,16
2	100	190	17	0,17
3	170	275	22	0,17
4	155	205	11	0,18
5	124	198	16,5	0,16
6	111	220	14	0,15
7	205	295	11,5	0,18
8	195	285	12,5	0,17

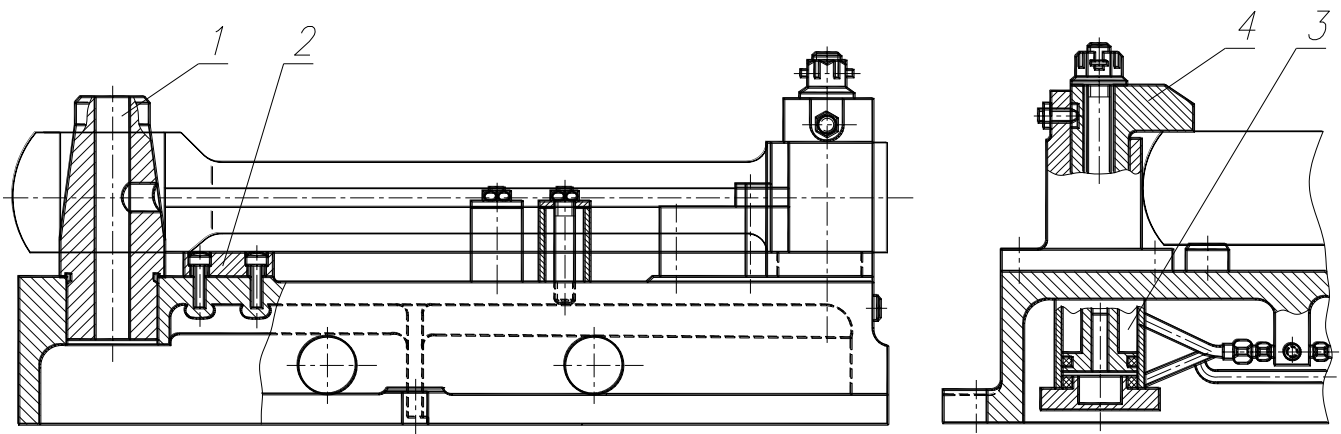
1	2	3	4	5
9	146	200	17	0,17
10	177	255	14	0,16
11	154	204	13,5	0,17
12	128	160	12	0,18
13	211	286	10,5	0,18
14	106	196	10	0,16
15	114	185	14	0,15
16	209	287	15	0,16
17	215	295	14,5	0,16
18	99	150	16,5	0,18
19	101	183	11	0,17
20	165	199	18	0,17

Додаток Б

Схеми пристосувань до практичних робіт

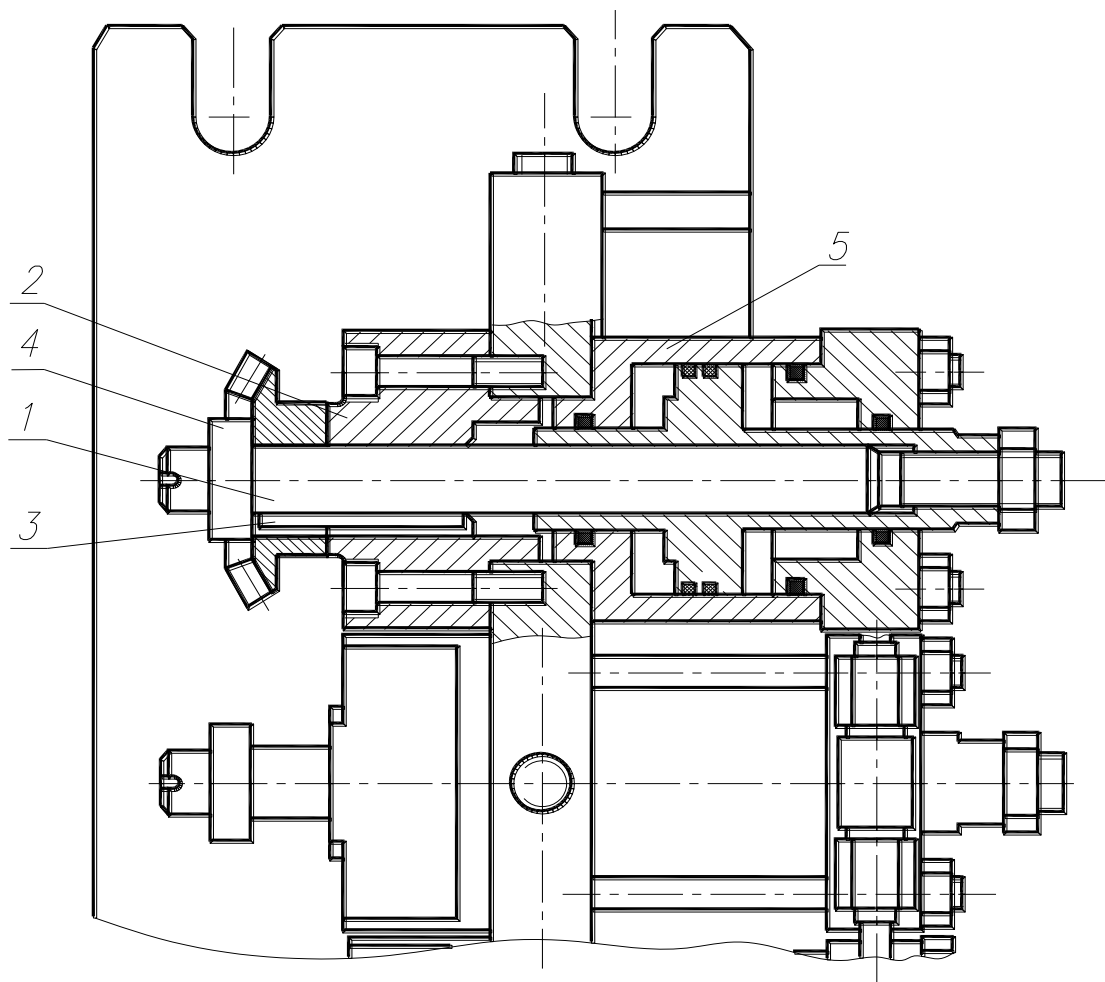


1 - шток пневмоциліндра, 2 - ричаг, 3 - вісь, 4 - повзун, 5 - кулачок
Рисунок Б.1 - Схема пристосування до практичної роботи №1



1 - циліндричний палець, 2 - опорна пластина, 3 - гідроциліндр,
4 - прихват

Рисунок Б.2 - Схема пристосування до практичної роботи №2



1 - оправка, 2 - опорна пластина, 3 - шпонка, 4 - шайба,
5 - гідроциліндр

Рисунок Б.3 - Схема пристосування до практичної роботи №3

Довідкові дані для виконання практичних робіт

Таблиця В.1 – Стандартний ряд діаметрів пневмо-
(гідро-)циліндрів

Діаметр циліндра, мм												
10	12	16	20	25	32	36	40	45	50	56	63	70
80	90	100	110	125	140	160	180	200	220			

Таблиця В.2 – Стандартний ряд величин ходу поршня

Хід поршня S_Q , мм												
10	12	16	20	25	32	42	50	63	80	160	200	

Таблиця В.3 – Умовний прохід трубопроводів

Умовний прохід d_y , мм	Діапазон дійсних внутрішніх діаметрів, мм
1,0	до 1,3
1,6	від 1,3-1,8
2,0	1,-2,3
2,5	2,3-2,8
3,0	2,8-3,6
4,0	3,6-4,5
5,0	4,5-5,7
6,0	5,7-7,2
8,0	7,2-9,0
10,0	9,0-11,0
12,0	11,0-14,0
16,0	14,0-18,0

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять з дисципліни
«Проектування оснастки та пристосувань» для студентів
спеціальності 7.07010601

Укладачі: Дубінін Є.О., Назаров О.І., Цибульський В.А.

Відповідальний за випуск Подригало М.А.

Редактор

Комп'ютерна верстка

Підписано до друку

Формат 60x84 1/16. Папір газетний. Гарнітура Times New Roman

Друк RISO. Умовн. друк. арк. Обл.- вид. арк.

Замовлення №

Тираж 100 прим. Ціна договірна

Видавництво ХНАДУ, 61002, Харків-МСП, вул. Петровського, 25

Свідоцтво державного комітету інформаційної політики, телебачення та радіомовлення України про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції, серія ДК №897 від 17.04.2002 р.