

УДК 621.01.(075.8)

Стрілець О. Р., аспірант (Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів), **асистент** (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗМІРІВ ЗАГОТОВОК ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРУЖНИХ ПРИЗМАТИЧНИХ ШПОНОК НОВИМИ СПОСОБАМИ

Приведені залежності між необхідними розмірами заготовок і розмірами пружних призматичних шпонок з порожниною еквидистантною зовнішньому обрису та порожниною, яка складається з двох крайніх отворів еквидистантних округленим торцям, з'єднаних поздовжнім прорізом на осі симетрії. Описані умови отримання цих залежностей.

Ключові слова: розмір заготовки, пружні призматичні шпонки, спосіб виготовлення.

Постановка проблеми. Пружні призматичні шпонки утворюють з'єднання валів з маточинами деталей обертання і передають обертальний момент м'яко у порівнянні з жорсткими шпонками, за рахунок своєї деформації. Широке застосування пружних призматичних шпонок можливе при розробці нових раціональних способів їх виготовлення. Крім того, виникає необхідність встановлення залежностей між розмірами заготовок і розмірами пружних призматичних шпонок з порожниною еквидистантною зовнішньому обрису та порожниною яка складається з два крайніх отворів еквидистантних округленим торцям, з'єднаних поздовжнім прорізом на осі симетрії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На рівні патентів [1...5] розроблені пружні призматичні шпонки для з'єднань валів з маточинами. Використання таких шпонок дозволяє змінювати жорсткість шпонкового з'єднання і м'якше передавати обертальний момент від вала до маточини або навпаки, тобто без ударів, що позитивно впливає на довговічність привода. Теоретичним і експериментальним питанням таких з'єднань присвячені роботи [6...11] та інші. Крім того, розроблені нові способи виготовлення пружних призматичних шпонок, описані у [12... 20].

Метою роботи є встановлення залежностей між необхідними розмірами заготовок і розмірами пружних призматичних шпонок з поро-

жниною еквидистантною зовнішньому обрису та порожниною яка складається з два крайніх отворів еквидистантних округленим торцям, з'єднаних поздовжнім прорізом на осі симетрії.

Реалізація роботи. Спосіб виготовлення жорстких призматичних шпонок описаний у навчальному посібнику [21]. У даній роботі розглядаються способи виготовлення пружних призматичних шпонок заготовкою для яких є кільце [16... 20].

У [16] спосіб виготовлення пружної призматичної шпонки з округленими торцями здійснюють наступним чином (рис. 1). Виготовляють заготовку у вигляді кільця 1 (рис. 1, а і б). Цю заготовку 1 встановлюють, наприклад, у стискний пристрій 2 і стискають у діаметральному напрямку так, що вона на початку приймає форму еліпса з осями x і y , які при дальшому стисканні змінюються – вісь x збільшується, а вісь y зменшується (рис. 1, в і г). Далі у внутрішню порожнину ставимо жорстку вставку 3 та формуємо прямолінійні ділянки 4. Затим формуємо округлені торці 5 за допомогою жорстких округлених вставок 6 і 7 (рис. 1, д). Отримуємо пружну призматичну шпонку з внутрішньою порожниною, яка за обрисом відповідає зовнішньому обрису шпонки (рис. 1, е).

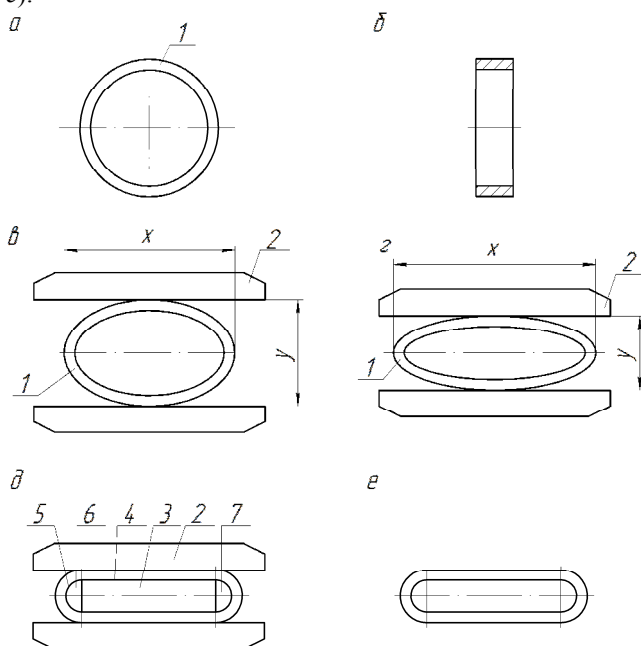


Рис. 1. До пояснення способу виготовлення шпонки [16]

У [17] описаний спосіб виготовлення пружної призматичної шпонки підвищеної навантажувальної здатності з округленими торцями (рис. 2). Пояснимо на прикладі, коли шпонка буде містити три складові. Виготовляють заготовки у вигляді кілець 1, 2 і 3 (рис. 2, а і б). Зібрану заготовку із кілець 1, 2 і 3 встановлюють, наприклад, у стискний пристрій 4 і стискають у діаметральному напрямку так, що вона на початку приймає форму еліпса з осями x і y , які при дальшому стисканні змінюються – вісь x збільшується, а вісь y зменшується (рис. 2, в і г). Далі у внутрішню порожнину ставимо жорстку вставку 5 та формуємо прямолінійні ділянки. Затим формуємо округлені торці за допомогою жорстких округлених вставок 6 і 7 (рис. 2, д). Отримуємо пружну призматичну шпонку підвищеної навантажувальної здатності з внутрішньою порожниною, яка за обрисом відповідає зовнішньому обрису шпонки (рис. 2, е).

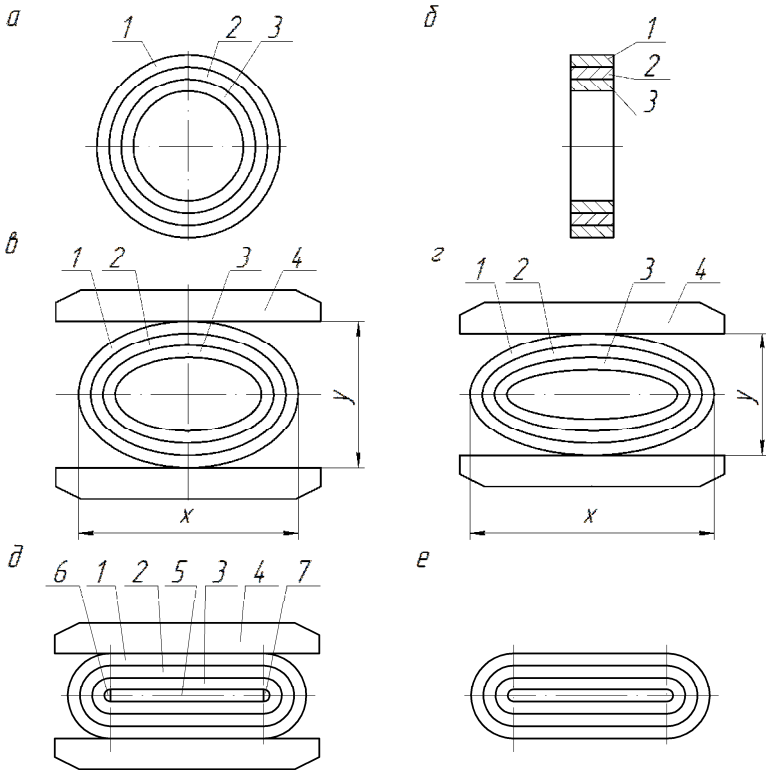


Рис. 2. До пояснення способу виготовлення шпонки [17]

У [18] спосіб виготовлення пружної призматичної шпонки з округленими торцями здійснюють наступним чином (рис. 3). Виготовляють заготовку у вигляді кільця 1 і вставляють вставки 2 і 3 (рис. 3, а і б), які мають один торець округлений, а другий, наприклад, плоский. Округленими торцями вставки 2 і 3 контактують з внутрішньою поверхнею кільця 1, а плоскими торцями між собою. Поздовжня вісь вставок 2 і 3 співпадає з діаметральною віссю кільця 1. Вставки 2 і 3 закріплюють на кільці 1 за допомогою П-подібних зачепів 4 (рис. 3, в). Далі кільце 1 з вставками 2 і 3 закріпленими П-подібними зачепами 4 встановлюють, наприклад, у стискний пристрій 5 і стискають у діаметральному напрямку перпендикулярному до осі симетрії вставок 2 і 3 (рис. 3, з) так, що отримують пружну призматичну шпонку з внутрішньою порожниною, яка за обрисом відповідає зовнішньому обрису шпонки (рис. 2, д). Після цього вставки 2 і 3 демонтують (рис. 2, е).

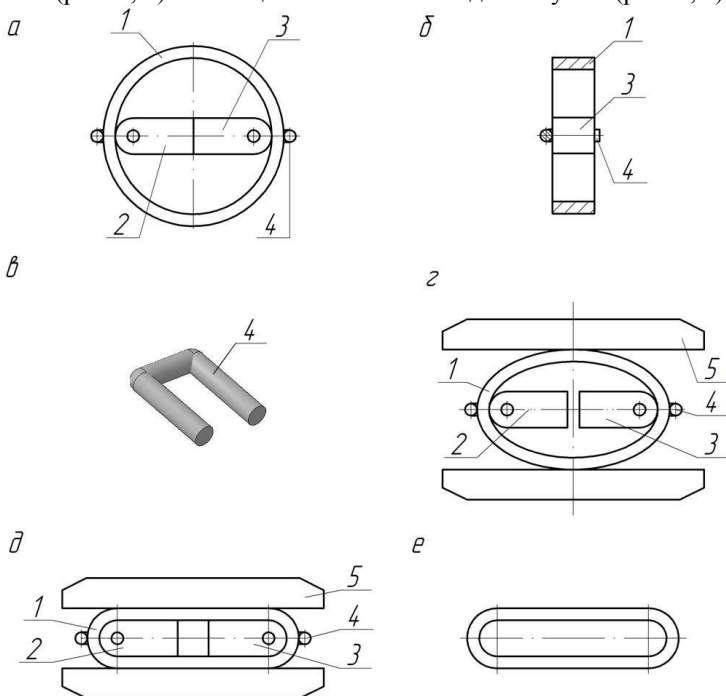


Рис. 3. До пояснення способу виготовлення шпонки [18]

У [19] спосіб виготовлення пружної призматичної шпонки з округленими торцями здійснюють наступним чином (рис. 4). Виготовляють заготовку у вигляді кільця 1 (рис. 4, а) і, наприклад, фрезерують на

внутрішній його поверхні два вирізи 2 і 3 на діаметральній осі з протилежних сторін (рис. 4, б), у ці вирізи 2 і 3 вставляють вставки 4 і 5, які з зовнішнім обрисом за формою і розмірами відповідають внутрішній порожнині з двох круглих отворів концентричних округленим торцям з'єднаних поздовжнім прорізом.

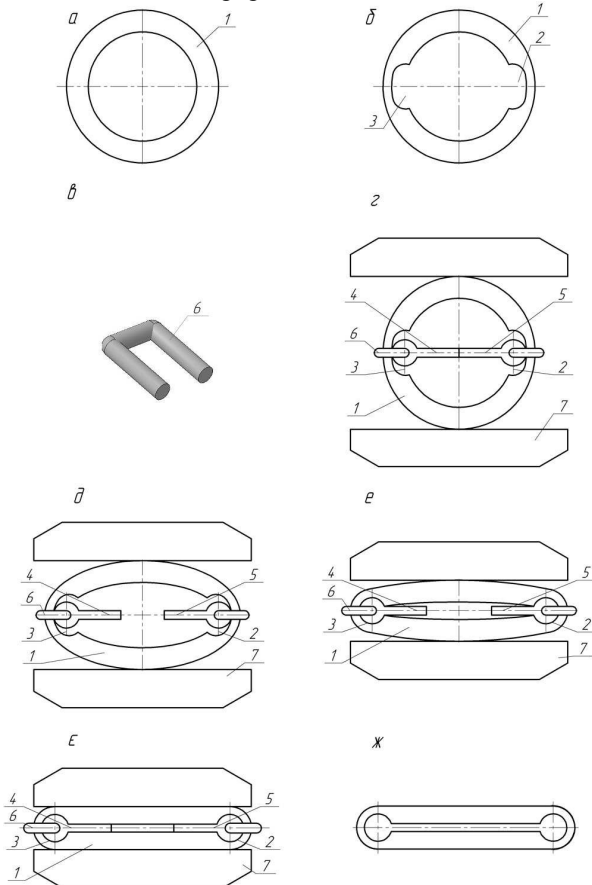


Рис. 4. До пояснення способу виготовлення шпонки [19]

Округленими торцями вставки 4 і 5 контактують з внутрішньою поверхню вирізів 2 і 3 кільця 1, а плоскими торцями між собою. Поздовжня вісь вставок 4 і 5 співпадає з діаметральною віссю кільця 1. Вставки 4 і 5 закріплюють на кільці 1 за допомогою П-подібних зачепів 6 (рис. 4, в). Далі кільце 1 з вставками 4 і 5 закріпленими П-подібними

зачепами 6 встановлюють, наприклад, у прес 7 (рис. 4, *з*) і стискають у діаметральному напрямку перпендикулярному до осі симетрії вставок 4 і 5 (рис. 4, *д*, *е* і *є*) так, що отримують пружну призматичну шпонку з порожниною, яка містить порожнину з двох круглих отворів концентричних округленим торцям з'єднаних поздовжнім прорізом (рис. 4, *ж*). Після цього вставки 4 і 5 демонтують.

У [20] спосіб виготовлення пружної призматичної шпонки з округленими торцями здійснюють, як у [18]. Відмінністю у цьому способу є конструкція зачепів. Так як і у попередніх способах виготовляють заготовку у вигляді кільця 1 (рис. 5, *а* і *б*) і вставляють дві ідентичні вставки 2 (рис. 5, *в*), для формування внутрішньої порожнини, які складаються з прямокутного прутка 3 і циліндричного ролика 4 з'єднаних планками 5 за допомогою штифтів 6 так, що мають один торць округлений, а другий – плоский.

Округленими торцями, утвореними роликами 4 вставки 2 для формування внутрішньої порожнини, контактують з внутрішньою поверхнею кільця 1, а плоскими торцями прямокутних прутків 3 між собою. Поздовжня вісь вставок 2 для формування внутрішньої порожнини співпадає з діаметральною віссю кільця 1. Вставки 2 для формування внутрішньої порожнини закріплюють тісно на кільці 1 за допомогою штифтів 7, поставлених у отвори планок 5. Далі кільце 1 з вставками 2 для формування внутрішньої порожнини закріпленими штифтами 7 встановлюють у стискний пристрій 8 (рис. 5, *з*), і стискають у діаметральному напрямку перпендикулярному до осі симетрії вставок 2 для формування внутрішньої порожнини (рис. 5, *д* і *е*) так, що отримують пружну призматичну шпонку з порожниною, яка за обрисом відповідає зовнішньому обрису шпонки (рис. 5, *є*). Після цього вставки 2 для формування внутрішньої порожнини демонтують (рис. 5, *ж*).

Розміри заготовок у вигляді кільця для виготовлення пружних призматичних шпонок з порожниною еквидистантною зовнішньому обрису мають зв'язок з їх розмірами. На рис. 6 показані розміри такої шпонки: l – довжина; b – ширина; h – висота; l_1 – довжина прямолінійних ділянок шпонки; b_1 – ширина порожнини шпонки; для кільця: d – зовнішній діаметр; d_1 – внутрішній діаметр.

Із рівності довжин зовнішнього і внутрішнього кіл кільця та довжин зовнішнього і внутрішнього обрисів шпонки маємо:

$$d = \frac{2l_1}{\pi} + b \quad \text{і} \quad d_1 = \frac{2l_1}{\pi} + b_1 \quad (1)$$

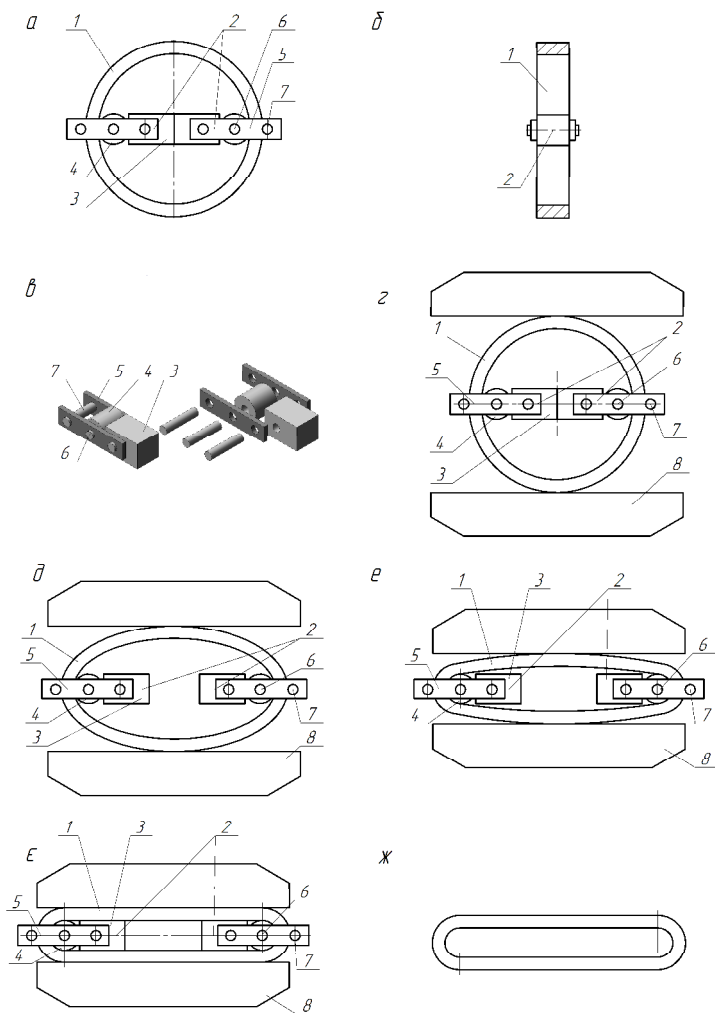


Рис. 5. До пояснення способу виготовлення шпонки [20]

Для встановлення залежностей розмірів заготовки і шпонки підвищеної навантажувальної здатності розглянемо рис. 7, де показані розміри на прикладі шпонки, утвореної трьома складовими: l – довжина; b – ширина; h – висота; l_1 – довжина прямолінійних ділянок шпон-

ки і її складових; b_1, b_2, b_3 – ширина порожнин складових шпонки;

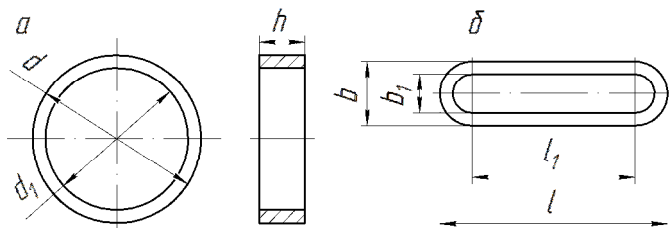


Рис. 6. Розміри заготовки і пружної шпонки з порожниною еквидистантною зовнішньому обрису

для складових кілець заготовки: з зовнішніми і внутрішніми діаметрами, відповідно d і d_1, d_1 і d_2, d_2 і d_3 .

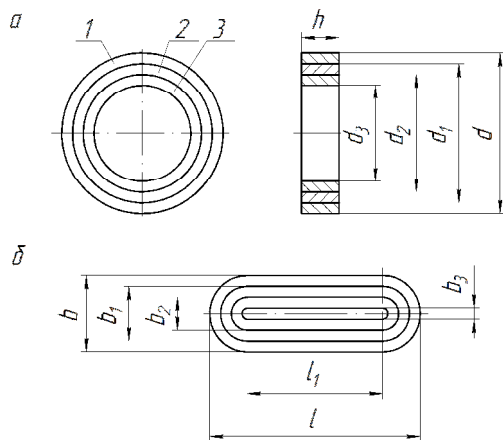


Рис. 7. Розміри заготовки і шпонки підвищеної навантажувальної здатності

Із рівності довжин зовнішнього і внутрішнього кіл кілець та довжин зовнішнього і внутрішнього обрисів складових шпонки маємо:

$$d = \frac{2l_1}{\pi} + b \quad \text{і} \quad d_3 = \frac{2l_1}{\pi} + b_3. \quad (2)$$

Якщо шпонка складається з n складових, тоді

$$d = \frac{2l_1}{\pi} + b \quad \text{і} \quad d_n = \frac{2l_1}{\pi} + b_n. \quad (3)$$

Проміжні залежності між розмірами складових таких шпонок не наведені.

При виготовленні шпонок з порожниною, яка складається з двох крайніх отворів, еквидистантних округленим торцям, з'єднаних поздовжнім прорізом на рис. 8 показані такі розміри шпонок і заготовок: l – довжина; b – ширина; h – висота (інші розміри – див. рис. 8).

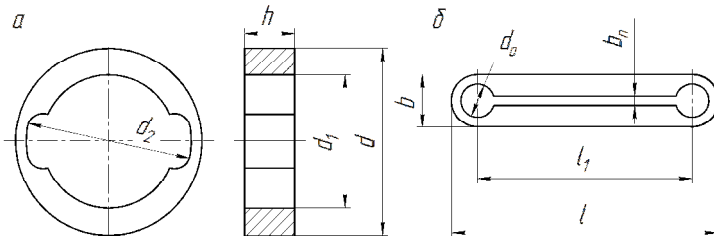


Рис. 8. Розміри заготовки і шпонки з порожниною, яка складається з двох крайніх отворів, еквидистантних округленим торцям, з'єднаних поздовжнім прорізом

Із рівності довжин зовнішнього і внутрішнього обрисів кільця та довжин зовнішнього і внутрішнього обрисів шпонки маємо:

$$d = \frac{2l_1}{\pi} + b; \quad d_1 = d - (b - b_n) \quad \text{і} \quad d_2 = d_1 + d_0. \quad (4)$$

Висновки. Отримані залежності (1)... (4) дозволяють визначити розміри заготовок у вигляді кільця в залежності від необхідних розмірів пружних призматичних шпонок.

1. Пат. 52014 Україна, МПК F 16 В 3/00. Пружна призматична шпонка [Текст] / Стрілець О. Р., Малащенко В. О., Стрілець В. М.; заявник і власник патенту Національний університет водного господарства та природокористування. – и № 201001578; заявл. 15.02.10; опубл. 10.08.10, Бюл. № 15, 2010 р. **2.** Пат. 56071 Україна, МПК F 16 В 3/00. Пружна призматична шпонка [Текст] / Стрілець О. Р., Малащенко В. О., Стрілець В. М.; заявник і власник патенту Національний університет водного господарства та природокористування. – и № 201007432; заявл. 14.06.10; опубл. 27.12.10, Бюл. № 24, 2010 р. **3.** Пат. 56666 Україна, МПК F 16 В 3/00. Пружна призматична шпонка [Текст] / Стрілець О. Р., Малащенко В. О., Стрілець В. М.; заявник і власник патенту Національний університет водного господарства та природокористування. – и № 201007393; заявл. 14.06.10; опубл. 25.01.11, Бюл. № 2, 2011 р. **4.** Пат. 61951 Україна, МПК F 16 В 3/00. Пружна призматична шпонка [Текст] / Стрілець О. Р., Малащенко В. О., Стрілець В. М.; заявники і власники патенту Національний університет водного господарства та природокористування і Національний університет «Львівська політехніка». – и №201014574; заявл. 06.12.10; опубл. 10.08.11, Бюл. № 15,

2011 р. **5.** Пат. 62872, Україна, МПК F 16 В 3/00. Пружна призматична шпонка [Текст] / Стрілець О. Р., Малащенко В. О., Стрілець В. М.; заявники і власники патенту Національний університет водного господарства та природокористування і Національний університет «Львівська політехніка». – u № 201014575; заявл. 06.12.10; опубл. 26.09.11, Бюл. № 18, 2011 р. **6.** Малащенко В. О. Навантажувальна здатність пружних шпонкових з'єднань типу „вал-маточина” / В. О. Малащенко, О. Р. Стрілець, В. М. Стрілець // Вісник НТУ ”ХПІ”. Збірник наукових праць. Тематичний випуск „Проблеми механічного приводу”. – Харків : НТУ ”ХПІ”, 2010. – № 26. – С. 65-71. **7.** Малащенко В. О. Обґрунтування кінематико-силових параметрів з'єднань з пружними шпонками / В. О. Малащенко, О. Р. Стрілець, В. М. Стрілець // MOTROL (Motoryzacja i energetyka rolnictwa). – Tom 12 В. – Lublin, 2010. – С. 145-152. **8.** Малащенко В. О. Підвищення навантажувальної здатності пружних призматичних шпонок / В. О. Малащенко, О. Р. Стрілець, В. М. Стрілець // Підйомно-транспортна техніка. – Дніпропетровськ : 2011. – № 4. – С. 38-41. **9.** Малащенко В. О. Навантаження та деформації призматичних шпонок з пружними вставками / В. О. Малащенко, О. Р. Стрілець, В. М. Стрілець // Вісник Нац. ун-ту ”Львівська політехніка”. Динаміка, міцність та проектування машин і приладів. – 2011. – № 701. – С. 69-74. **10.** Малащенко В. О. Обладнання для експериментального дослідження статичних та динамічних характеристик пружних шпонкових з'єднань / В. О. Малащенко, О. Р. Стрілець, В. М. Стрілець // Вісник Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. – Тернопіль : ТНТУ, 2012. – № 1(65). – С.89-96. **11.** Стрілець О. Р. Амортизаційні і демпфуючі властивості пружних шпонкових з'єднань / О. Р. Стрілець // Вісник НУВГП. Збірник наукових праць. Технічні науки. – Рівне: НУВГП, 2012. – № 1(57). – С.118-124. **12.** Малащенко В. О. Пружні шпонкові з'єднання і їхнє застосування у техніці / В. О. Малащенко, В. М. Стрілець, О. Р. Стрілець // Тези доповідей міжнародного науково-практичного форуму. «Наука і бізнес – основа розвитку економіки». – Дніпропетровськ : ДНУ, 2012. – С. 101-103. **13.** Стрілець О. Р. Способи виготовлення пружних призматичних шпонок / О. Р. Стрілець // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасні енергетичні установи на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування». – Херсон : ХДМА, 2012. – С. 201-205. **14.** Патент України 71881 на корисну модель МПК F16 В 3/00. Спосіб виготовлення пружної призматичної шпонки [Текст] / О. Р. Стрілець, В. О. Малащенко, В. М. Стрілець. – u201201503; заявл. 13.02.2012; опубл. 25.07.2012, Бюл. № 14. **15.** Патент України 71928 на корисну модель МПК F16 В 3/00. Спосіб виготовлення пружної шпонки [Текст] / О. Р. Стрілець, В. О. Малащенко, В. М. Стрілець. – u201202154; заявл. 24.02.2012; опубл. 25.07.2012, Бюл. № 14. **16.** Патент України 73406 на корисну модель МПК F16 В 3/00. Спосіб виготовлення пружної шпонки [Текст] / О. Р. Стрілець, В. О. Малащенко, В. М. Стрілець. – u201202143; заявл. 24.02.2012; опубл. 25.09.2012, Бюл. № 18. **17.** Патент України 72835 на корисну модель МПК F16 В 3/00. Спосіб виготовлення пружної шпонки [Текст] / О. Р. Стрілець, В. О. Малащенко, В. М. Стрілець. – u201203510; заявл. 23.03.2012; опубл. 10.09.2012, Бюл. № 17. **18.** Патент України 73508 на корисну модель МПК F16 В 3/00. Спосіб виготовлення пружної шпонки [Текст] / О. Р. Стрілець. – u201203086; заявл. 16.03.2012; опубл. 25.09.2012, Бюл. № 18. **19.** Заявка на патент України на корисну модель МПК F16 В 3/00. Спосіб виго-

товлення пружної призматичної шпонки / О. Р. Стрілець, В. О. Малащенко., В. М. Стрілець; – и 201306051; заявл. 16.05.2013. **20.** Заявка на патент України на корисну модель МПК F16 В 3/00. Спосіб виготовлення пружної призматичної шпонки / О. Р. Стрілець, В. О. Малащенко, В. М. Стрілець; – и 201308282; заявл. 01.07.2013. **21.** Макиенко Н. И. Общий курс слесарного дела Учеб. для ПТУ / Н. И. Макиенко. – 3-е изд. испр. – М. : Высш. шк., 1989. – 335 с.

Рецензент: д.т.н., професор Кравець С. В. (НУВГП)

Strilets O. R., Post-graduate Student (National University «Lviv Polytechnic»), **Assistant** (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne)

JUSTIFICATION OF THE WORKPIECES SIZES FOR THE NEW WAYS OF RESILIENT PARALLEL KEYS MANUFACTURE

Dependences between workpieces sizes and sizes of resilient parallel keys with cavities equidistant to the outer loop and cavities which are composed of two cylindrical holes, equidistant to the rounded ends and connected with the longitudinal slot along the axis of symmetry were given. The conditions for obtaining these dependences are described.

Keywords: workpiece sizes, resilient parallel key, manufacture method.

Стрилець О. Р., аспірант (Національний університет «Львівська політехніка»), **асистент** (Національний університет водного господарства та природопользования, г. Ровно)

ОБОСНОВАНИЕ РАЗМЕРОВ ЗАГОТОВОК ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ УПРУГИХ ПРИЗМАТИЧЕСКИХ ШПОНОК НОВЫМИ СПОСОБАМИ

Приведены зависимости между необходимыми размерами заготовок и размерами упругих призматических шпонок с полостями эквидистантными внешнему контуру и полостью которая состоит из двух цилиндрических отверстий, эквидистантных округленным торцам, соединенных продольной прорезью на оси симметрии. Описаны условия получения этих зависимостей.

Ключевые слова: размер заготовки, упругие призматические шпонки, способ изготовления.
