

*Матеріали III Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів.  
Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 19-20 листопада 2014.*

УДК 621.81

<sup>1</sup>П.Д. Кривий канд. техн. наук, доц., <sup>2</sup>Н.М. Тимошенко канд. фіз-мат. наук, доц.,  
<sup>1</sup>О.М. Грушицький

<sup>1</sup>Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

<sup>2</sup>Національний університет “Львівська політехніка”, Україна

**ХАРАКТЕРИСТИКА МІЦНОСТІ ПРЕСОВИХ З’ЄДНАНЬ ВТУЛКА-ПЛАСТИНА  
НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ МАЛОЇ ВИБІРКИ**

**P.D. Kryvyi, Ph.D., Assoc. Prof., N.M. Tymoshenko PhD, Assoc. Prof., O.M. Hrushytskyi**

**STRENGTH CHARACTERISTICS FORGING CONNECTIONS BUSHING PLATE  
ON THE SMALL SAMPLE THEORY**

Приводні роликові і втулкові ланцюги (ПРВЛ) знайшли широке застосування у різних сферах народногосподарського комплексу, в тому числі в системі керування вертольотом [4].

Одним із критеріїв роботоздатності ПРВЛ і ЛПМТ згідно з вимогами [1,2] є міцність пресових з’єднань втулка-пластина, яка визначається моментом провороту  $T$  запресованих втулок у отворах внутрішніх пластин. Допустимі мінімальні значення  $T_{\min}$  регламентуються [1,2]. При незабезпеченні міцності пресового з’єднання втулка-пластина вважається, що ПРВЛ і ЛПМТ втратили роботоздатність і може відбутись прокручування втулок у отворах внутрішніх пластин, що призводить до руйнування ланцюга і серйозних аварій та негативних наслідків. Так, наприклад, незабезпечення належної міцності пресових з’єднань ПРВЛ, якими оснащені нахилені транспортери високовартісних (сотні тисяч доларів США) зернозбиральних комбайнів може бути причиною розриву ПРВЛ і попадання транспортера в бітер комбайна, що може призвести до його катастрофічного руйнування і значних збитків. Ще більш жорсткі вимоги щодо якості поставлені до ЛПМТ. При розриванні одного із ланцюгових контурів лебідки при бурінні скважини, вважається, що скважина глибиною до декількох кілометрів втрачена і збитки становлять мільйони доларів США.

Проаналізовано діючі стандарти (ГОСТ, DSTU, ISO, DIN, ТУ 2-5200-02), які встановлюють допустимі значення моменту повертання  $T$  втулок у отворах пластин або зусиль випресування  $F$  втулок з цих отворів, що є критерієм міцності пресових з’єднань. Відзначено, що при складанні внутрішніх ланок ПРВЛ при запресуванні втулок у отвори пластин з певним натягом виникає радіальна деформація кінців втулок, що призводить до спотворення форми їх внутрішніх циліндричних поверхонь (ВЦП) і утворення бочкоподібності. Це спричиняє утворення кромкового контакту, який сприяє інтенсивному прискореному зношуванню контактуючих поверхонь, особливо на етапі припрацювання.

У результаті аналізу літературних джерел [2,3,5] виявлено, що міцність пресових з’єднань ПРВЛ досліджувалось з використанням теорії ймовірностей і математичної статистики для партій внутрішніх ланок з великими обсягами вибірок.

Запропоновано і вперше досліджено міцність пресових з’єднань втулка-пластина ПРВЛ закордонних фірм: “Renold” (Великобританія), “Regina” (Іспанія), “Elite” (Швеція), “Chain Belt” (США) з кроком 19,05 мм, а також фірми “DDCF” (Латвія) з кроком 12,7 мм. Використавши машину для вимірювання крутного моменту моделі КМ-50-1, для вибірки з  $N=10$  зразків сформувавши статистичні ряди розсіювання величини  $T$ . На основі теорії малих вибірок [1], отримали залежності для визначення математичного сподівання моменту провороту  $M(T)$  і дисперсії розсіювання  $D(T)$  для випадкової вели-

чини Т. За критеріями Стьюдента і Фішера визначили істотну відмінність  $M(T)$  і  $D(T)$  досліджуваних ПРВЛ. Встановлено, що для всіх досліджуваних ПРВЛ мінімальне  $T_{min}$  значення моменту повертання більше регламентованого  $T_p$  діючими стандартами. За такими показниками якості як мінімальне поля розсіювання -  $6\sigma(T)$ , математичне сподівання  $M(T_{min})$  і дисперсія  $D(T_{min})$  ПРВЛ фірми “Elite” прийнято за еталон якості. Отримані результати подані в таблиці.

Таблиця. Характеристики міцності пресових з'єднань

№ п/п	Виробник	$M(T)$ , Н·м	$D(T)$ , (Н·м) <sup>2</sup>	$T_{min}$ , Н·м	$T_{max}$ , Н·м	$6\sigma(T)$ , Н·м	$T_p$ , Н·м
1	“Renold”	16,14	1,77	12,5	20,13	7,98	3,5
2	“Regina”	18,01	4,39	11,74	24,28	12,54	
3	“Elite”	7,18	0,33	5,42	8,94	3,48	
4	“Chain-Belt”	23,18	7,33	15,06	31,3	16,24	
5	“DDCF”	5,02	1,21	1,72	8,32	6,60	1,5

На основі аналізу даних таблиці можна зробити наступні висновки.

1. На основі отриманих даних можна стверджувати, що діаметри втулок і отвори внутрішніх пластин досліджуваних ланцюгів, а імовірно і натяги пресових з'єднань мають значне розсіювання і не є оптимальними. Це може бути пояснено нестабільністю технологічних процесів виготовлення деталей ПРВЛ.

2. Значне перевищення  $M(T)$  по відношенню до  $T_p$  призводить до перепресування і значного збільшення радіальної деформації кінців втулок і, як наслідок, до формування бочкоподібності їх внутрішніх циліндричних поверхонь. Це в свою чергу спричинює кромковий контакт у шарнірі, значні питомі тиски і в кінцевому результаті високу інтенсивність зношування контактуючих поверхонь шарнірів, особливо на етапі припрацювання.

3. Отримані результати мають практичне значення і є обґрунтуванням доцільності подальших досліджень точності форми внутрішніх циліндричних поверхонь втулок, діаметрів зовнішніх втулок і отворів пластин, а також натягів пресових з'єднань, що дасть можливість забезпечити оптимальні значення міцності пресових з'єднань, високу точність форми циліндричних поверхонь втулок і підвищену зносостійкість ПРВЛ, що безперечно забезпечить значний економічний ефект.

#### Література

1. Гаскаров Д.В., Шаповалов В.И. Малая выборка. - М.: Статистика, 1978. –248с.
2. Вплив орієнтації згортних втулок на міцність пресових з'єднань втулка-пластина приводних роликів і втулкових ланцюгів [Текст]/ І. Луців, П. Кривий, П. Кривінський// Вісник ТДТУ. – 2009. – Том 14. – № 2. –с. 50-56.
3. Искандеров И.А. Исследование прочности соединений приводных роликовых цепей буровых установок. Автореф. канд. дис. – М.: Московский институт нефти и газа, 1971. –14с.
4. Романовский Б. Повышение долговечности роликовых цепей, используемых в вертольотах [Текст]/ Б. Романовский// Вісник Тернопільського державного технічного університету. – 1999.- том 4, число 3. –с. 44-47
5. Филимонов Б.Н. Исследование прочности соединений втулочно-роликовых цепей.- Изв.вузов: Машиностроение, 1965.-№6. –с. 67-75.