*УДК 621.375.826:621*

**Голишев Є. О., студент**
**Блощицин М.С., канд. техн. наук, доцент**
**Головко Л.Ф., докт. техн. наук, професор**
**Романенко В.В., канд. техн. наук, доцент**
КПІ імені Ігоря Сікорського, mononoinua@gmail.com

# ЗАСТОСУВАННЯ ЛАЗЕРНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ ВЕЛОСИПЕДНИХ КАСЕТ

У сучасному промисловому виробництві, особливо в галузі виробів спортивного призначення, постійно зростає значення ефективних методів обробки поверхонь для забезпечення високої якості, міцності та стійкості виробів. Одним із перспективних напрямків є застосування лазерного випромінювання для обробки робочих поверхонь важконавантажених елементів велосипедів з високою точністю та контролем стану.

Кожен сучасний велоспортсмен прагне до зменшення ваги свого велосипеду й підвищення ресурсу елементів велосипеду та зацікавлений у технологічності його складових.В умовах спортивних змагань складові частини велосипеда піддаються значним навантаженням, як з боку велосипедиста, так і навколишніх умов: дощ, бруд, пісок та ін. Особливо важливим є збереження експлуатаційних характеристик як ведучої зірки, так і касети. Сьогодні на ринку спортивних велосипедних зірок представлені моделі виготовлені зі сталі, алюмінію, титану та композитних матеріалів.

Спеціально розрахований профіль зубів зірочки, а також вийомки, піни і нарости металу в певних точках забезпечують легке перемикання передач: ланцюг затягується або скидається швидко і без зусилля. У різних виробників такі технології називаються по-різному: Shimano — Hyperglide; SRAM — Powerglide, X-Glide, Openglide.

Для одинарних систем гірського велосипеда (розрахованих на використання з 11-швидкісної касети) набув поширення профіль зубів Narrow-Wide. У таких зірочок кожен другий зуб приблизно в 2 рази товще, ніж зазвичай, і поміщається тільки між зовнішніми пластинами ланцюга. Такий профіль зубів покращує стабільність ланцюга на зірці, і дозволяє обійтися без «заспокоювача» (ланцюг не злітає).

Існує три типи кріплення зірки до шатуну:

1. Заклепкою. Використовується у найдешевших системах. Являється одноразовою
2. Спеціальними болтами - Бонками, яких може бути від 3 до 5 (зазвичай - 4). Параметр BCD (англ. Bolt circle diameter) визначає діаметр кола, на якому лежать отвори для кріплення.
3. Безпосередньо до шатуна на шлицевом з'єднанні. Застосовується в деяких системах високого рівня SRAM і RaceFace.

Таким чином вибір зірки з певною кількістю зубців буде впливати на режим навантаження на ноги велосипедиста та на систему в цілому. Чим більша зірка, тим довше вона буде мати ресурс своєї роботи. Зараз існує декілька способів виготовлення велосипедних зірок. На технічний процес виготовлення будуть впливати матеріали, з яких має бути виготовлена майбутня зірка шатунів та її майбутній сегмент використання.

Зірки з анодованого алюмінієвого сплаву використовуються в системах вище середнього цінового сегменту. Їх зносостійкість може бути на рівні сталі середнього рівня, але і вага виявляється значно меншою.

Весь спортивний сегмент алюмінієвих зірок, має складну конструкцію і спеціальні елементи, що допомагають ланцюгу легко і швидко, буквально в пів обороту, перемикатися з однієї зірки на іншу. Перемикатись наверх допомагають спеціальні «зачіпки» та «штирі», скидатися вниз – «скоси» і «спідниці».

Титановий сплав - використовується в особливо дорогих касетах і системах. За параметром ваги знаходиться між сталлю і алюмінієм, по зносостійкості конкурує зі сталлю. Переваги титану є продовженням його недоліків. Це менша питома вага (у порівнянні зі сталлю), велика міцність (в порівнянні з алюмінієм), інертність в середовищі різних агресивних дорожніх реагентів, важко піддається обробці і, відповідно, має більший ресурс в порівнянні з алюмінієм і навіть зі сталлю. Заодно до титану не так липне бруд, який працює як абразив і швидко вбиває ланцюга, системи і касети.

Композитний матеріал - зуби зірки виготовляються зі сталі або титану і обрамляються в оправлення з міцного пластику або карбону. Дозволяє поєднувати зносостійкість сталі / титану з малою вагою. Використовується в середніх зірках систем Shimano, починаючи з недорогих SLX. Також серед приватних виробників велозірок можна зустріти зірки повністю виготовлені з вуглепластикового препрегу.

Застосування композитних матеріалів для корпусів та робочих керамічних поверхонь дозволяє значно зменшити вагу елементів професійних велосипедів, що у поєднанні з професійною підготовкою велосипедистів дає найкращий результат на змаганнях.

Я пропоную методику створення нової композитної зірки, робоча частина якої виконана з кераміки, що дуже добре працює в умовах тертя, або з зносостійкого матеріалу. Кожен елемент оброблений лазерним випромінюванням відповідно до виконуваної задачі.

Завдання створення методики міцного зчеплення композитних елементів велосипедних зірок з достатньою якістю та експлуатаційними характеристиками іншими методами є актуальним завданням.

## Список посилань

1 *Гончаренко О.М.* Лазерне наплавлення як метод відновлення та зміцнення деталей машин/ *О.М. Гончаренко, В.О. Чумак, О.В. Сидоренко Збірник наукових праць Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут", №2, 2020р., с. 112-116*

2 Савицький В.М. Дослідження впливу режимів лазерного наплавлення на структуру та властивості покриттів з титанових порошків / В.М. Савицький, А.А. Авер'янов, О.О. Кащеєв / Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут", серія "Машинобудування та матеріалознавство", №3, 2019р., с. 61-66

3 Єременко А.В. Лазерне наплавлення як метод модифікації поверхонь інструментів / А.В. Єременко, С.В. Пономарьов, О.М. Бондаренко / Науковий вісник Національного технічного університету "Київський політехнічний інститут", серія "Машинобудування", №3, 2018р., с. 112-116

4 Коваль В.О. Лазерне наплавлення в машинобудуванні: сучасний стан та перспективи розвитку / В.О. Коваль, О.М. Гончаренко, В.В. Панасюк / Вісник Національної академії наук України, №11, 2016р., с. 108-113

5 Ходаківський, І.В. Застосування технології відновлення деталей машин лазерним наплавленням порошковими сумішами / Ходаківський, І.В. / Видавець: Поліський національний університет 2022р., 200с

6 Hart-Smith L.J. (2011) Adhesively Bonded Joints in Aircraft Structures. In: da Silva L.F.M., Öchsner A., Adams R.D. (eds) Handbook of Adhesion Technology. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-01169-6_44

7 K. M. Tanvir Ahmmed, Colin Grambow and Anne-Marie Kietzig Fabrication of Micro/Nano Structures on Metals by Femtosecond Laser Micromachining; Micromachines 2014, 5, 1219-1253; doi: https://doi.org/10.3390/mi5041219

8 P. Shukla, D.G. Waugh, J. Lawrence, R. Vilar. Laser surface structuring of ceramics, metals and polymers for biomedical applications: a review, December 2016, DOI: https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100883-6.00010-1