

УДК 629.1.01

Т.В. Ганєєва, асистент

Чернігівський національний технологічний університет, м. Чернігів, Україна

РОЗРОБЛЕННЯ ПІДХОДІВ ДО ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ЗВАРНИХ ВУЗЛІВ РАМ ВЕЛОСИПЕДІВ

Т.В. Ганєєва, ассистент

Черниговский национальный технологический университет, г. Чернигов, Украина

РАЗРАБОТКА ПОДХОДОВ К ВЫБОРУ ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ СВАРНЫХ УЗЛОВ РАМ ВЕЛОСИПЕДОВ

Tetiana Hanicieva, assistant

Chernihiv National University of Technology, Chernihiv, Ukraine

DEVELOPMENT OF APPROACHES TO CHOOSING OPTIMAL CONSTRUCTION OF WELDED UNITS OF BIKES FRAMES

Розглянуто вплив технологічних прийомів на надійність та довговічність велосипедних рам з алюмінієвих сплавів. Проведено моделювання впливу зміни катета зварного шва, використання косинок та пластин. Розроблено рекомендації щодо вибору оптимальної конструкції зварних вузлів рам велосипедів.

Ключові слова: рама велосипеда, катет зварного шва, технологічні прийоми, баттинг.

Рассмотрено влияние технологических приемов на надежность и долговечность велосипедных рам из алюминиевых сплавов. Проведено моделирование влияния изменения катета сварного шва, использование косынок и пластин. Разработаны рекомендации по выбору оптимальной конструкции сварных узлов рам велосипедов.

Ключевые слова: рама велосипеда, катет сварного шва, технологические приемы, баттинг.

The influence of technological methods for reliability and durability of bicycle frames made of aluminum alloys. The modeling of the impact of changing legs weld, use kerchiefs and plates. The guidelines for choosing the optimal design of welded bicycle frames nodes.

Key words: bike frame, legs weld, technological methods, butting.

Постановка проблеми. Сучасний асортимент велосипедів дуже широкий, виробники використовують як різні матеріали для виготовлення рам велосипедів, так і безліч конструктивних рішень. Часто нові форми рам – це лише маркетинговий хід. Для това-

рознавця під час складання замовлення та приймання за якістю виникають труднощі щодо визначення критеріїв вибору якісного велосипеда.

Основою будь-якого велосипеда та найдорожчим елементом є його рама. В асортименті світових лідерів виробників велосипедів (Cube, Giant, Scott, Specialized) алюмінієві рами займають більше двох третин [1]. Для алюмінієвих сплавів, крім характеристик міцності, важливе значення мають втомні руйнування. Тому обґрунтування рекомендацій щодо вибору надійного вузла рами велосипеда з алюмінієвих сплавів за критеріями напружень, що виникають, та коефіцієнта запасу за втомою є актуальним питанням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження і публікації, присвячені велосипедному транспорту, спрямовані у трьох основних напрямках: організація та вдосконалення спортивних змагань [2; 3], дослідження ринку велосипедів [4] та дослідження аеродинамічних характеристик системи гонщик-велосипед [5]. Josh Patterson [6], Sheldon Brown та інші постійно публікують огляди новинок велотоварів.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. У джерелах інформації для товарознавця наводяться технічні характеристики моделей, описуються новітні впровадження, але за ними неможливо оцінювати надійність та довговічність рами. Виникає необхідність у розробленні узагальнених параметрів, що дозволять скласти уявлення про доцільність використання технологічних прийомів.

Мета статті. Головною метою цієї роботи є розроблення підходів до вибору оптимальної конструкції зварних вузлів алюмінієвих рам велосипедів на основі їх моделювання та розрахунку за допомогою ПЕОМ.

Виклад основного матеріалу. Найбільш навантаженими вузлами велосипедної рами є рульовий та підсідельний. Більшість руйнувань припадає саме на рульову стійку. Тому розглянуто саме цей вузол.

3D-модель було побудовано у програмному комплексі КОМПАС-3D версії 15.2 ED. Розрахунок моделі проведено за допомогою системи аналізу міцності АРМ FEM за такими параметрами: матеріал рульової стійки – АД33 (міжнародний аналог – сплав 6061), закріплення та навантаження відображають умови експлуатації вузла. Для розрахунку методом скінченних елементів модель було розбито на тетраедри з максимальною довжиною сторони 3,5 мм. Для вирішення системи отриманих при цьому рівнянь використовували метод Sparse.

Для дослідження впливу геометрії зварного шва на якість вузла рами вносили зміни щодо катета. Представлено результати розрахунку для найбільш застосовуваних катетів: 3, 6 та 9 мм (рис. 1).

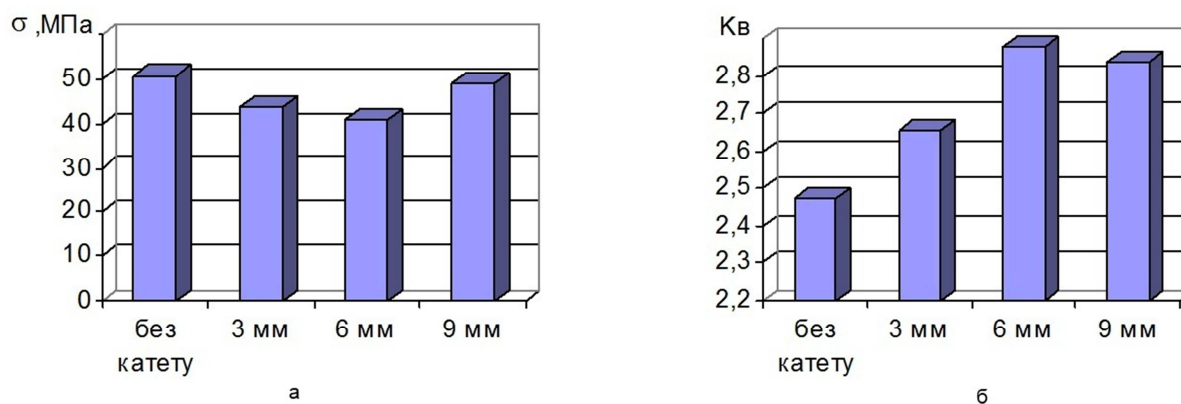


Рис. 1. Залежність еквівалентних напружень за Мізесом (а) та коефіцієнта запасу за втомою (б) від геометрії зварного шва

З наведених залежностей випливає, що еквівалентні напруження під час збільшення катета шва до 6 мм зменшуються, подальша зміна розміру катета підвищує значення

цього показника. Відповідно, коефіцієнт запасу за втомою досягає найбільшого значення при катеті шва 6 мм – 2,879 (рис. 2).

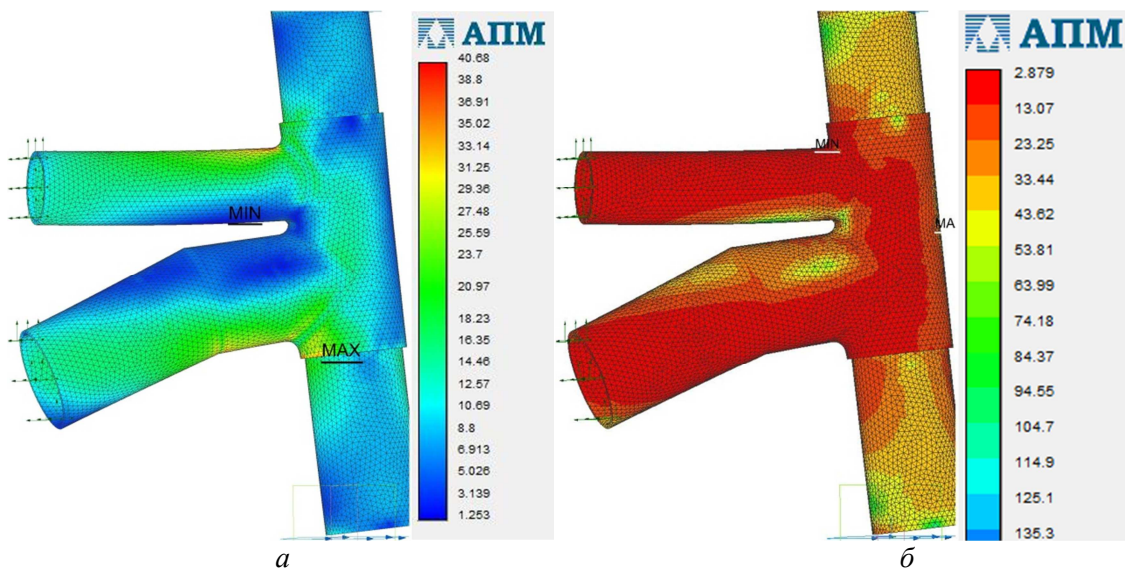


Рис. 2. Розподіл еквівалентних напружень за Мізесом (а) та коефіцієнта запасу за втомою (б) для катета зварних швів 6 мм

Збільшення катета зварного шва до 6 мм призводить до зниження напружень у вузлі на 20 %, при цьому значного впливу на коефіцієнт запасу за втомою цей параметр не має.

Для дослідження впливу технологічних прийомів щодо зменшення напружень моделювали додаткове встановлення косинки та бічних пластин. Результати розрахунку представлені на рис. 3.

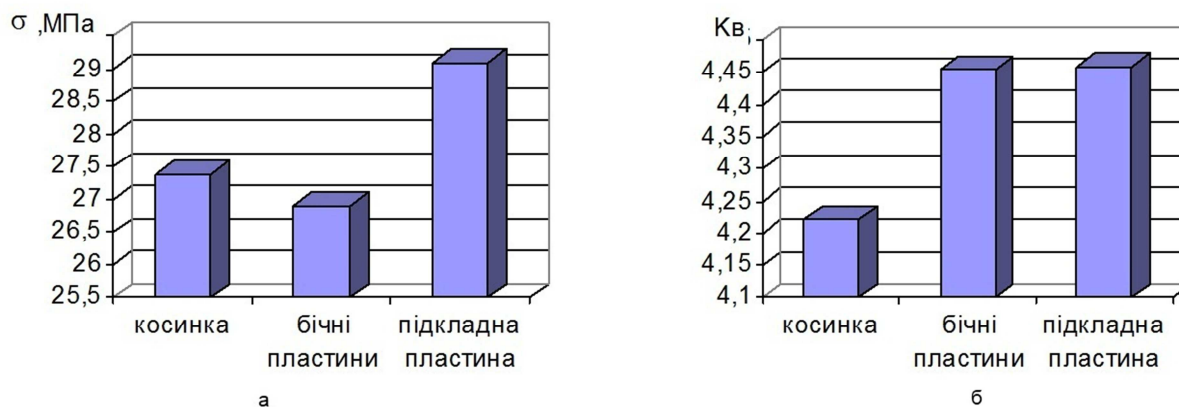


Рис. 3. Залежність еквівалентних напружень за Мізесом (а) та коефіцієнта запасу за втомою (б) від використаного технологічного прийому

Використання косинки між верхньою та нижньою трубами нівелює напруження з рівня 40,68 до 27,4 МПа, підвищує коефіцієнт запасу з 2,879 до 4,222, але використання такого прийому технологічно складне (рис. 4). Встановлення вертикальних бічних пластин простіше, дає кращі результати (напруження знижується на 34 %, коефіцієнт запасу зростає на 36 %), але збільшує матеріалоємність вузла, витрати праці та часу на зварювання більшої довжини шва (рис. 5). Підкладна пластина знижує еквівалентні напруження у вузлі на 29 %, підвищує коефіцієнт запасу за втомою на 36 % (рис. 6).

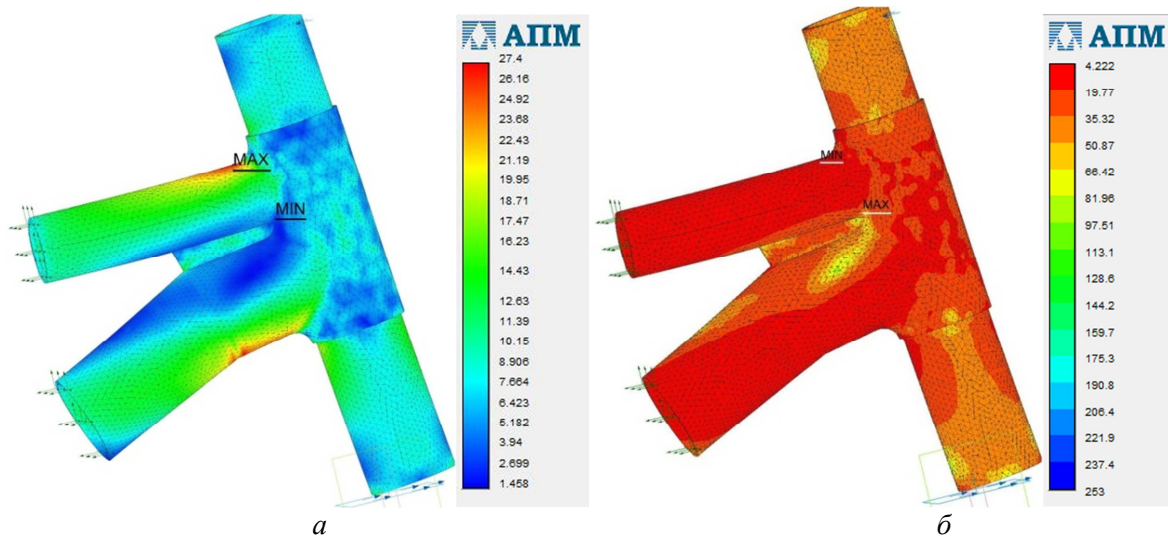


Рис. 4. Розподіл еквівалентних напружень за Мізесом (а) та коефіцієнта запасу за втомою (б) під час використання косинки

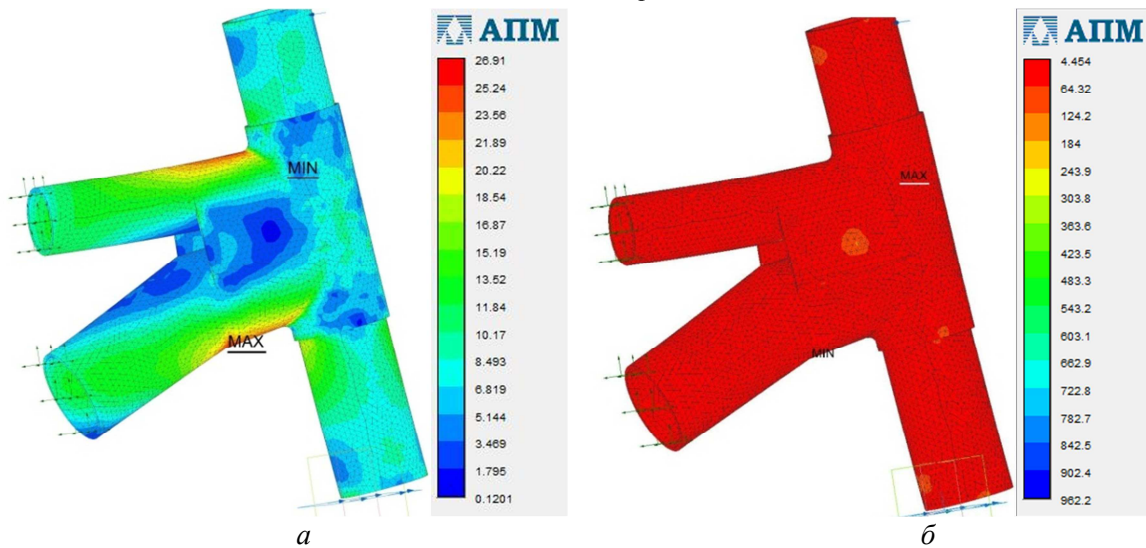


Рис. 5. Розподіл еквівалентних напружень за Мізесом (а) та коефіцієнта запасу за втомою (б) під час використання бічних пластин

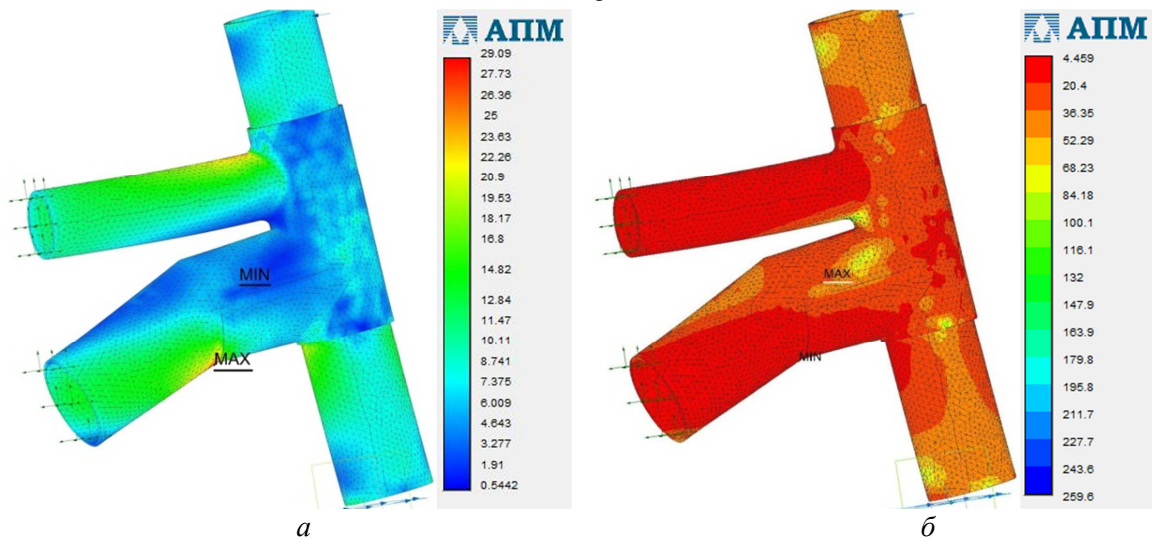


Рис. 6. Розподіл еквівалентних напружень за Мізесом (а) та коефіцієнта запасу за втомою (б) під час використання підкладної пластини

З погляду технологічності та отриманих результатів товарознавець повинен звертати увагу на рами з нижньою пластиною, але результати, отримані під час використання косинки та бічних пластин, також позитивні.

Більшість виробників використовують зміну поперечного перерізу труб велосипедної рами (баттінг), тому наступним етапом дослідження було визначення впливу геометрії труб. Результати розрахунку представлені на рис. 7.

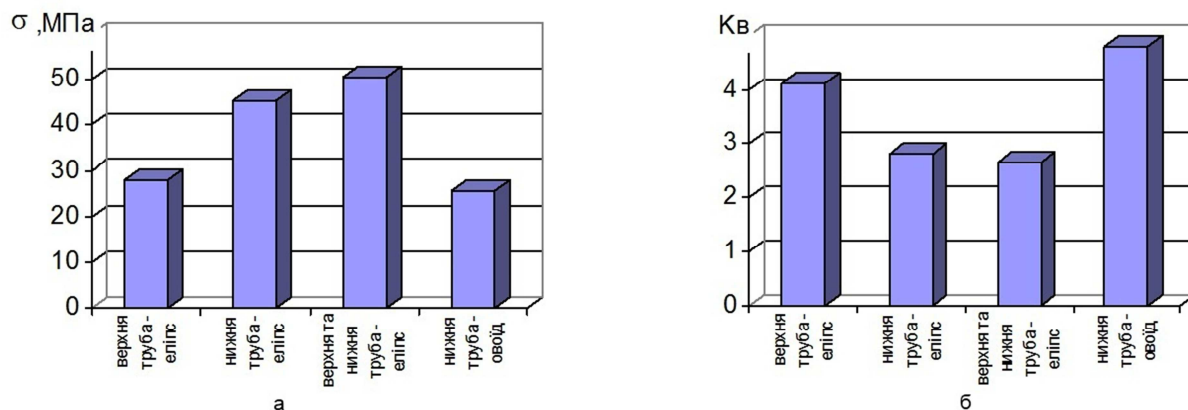


Рис. 7. Залежність еквівалентних напружень за Мізесом (а) та коефіцієнта запасу за втомою (б) від форми перерізу верхньої та нижньої труби

Заміна круглого перерізу на еліптичний верхньої труби знижує еквівалентні напруження у вузлі на 45 % до 28,01 МПа, нижньої труби – на 11 % до 45,3 МПа, обох труб – не змінює. У більш дорогих моделях велосипедів використовуються труби овоїдного перерізу, який під час застосування у конструкції нижньої труби дає зниження еквівалентних напружень на 49 % до 25,89 МПа та збільшення коефіцієнта запасу за втомою на 49 % (рис. 8).

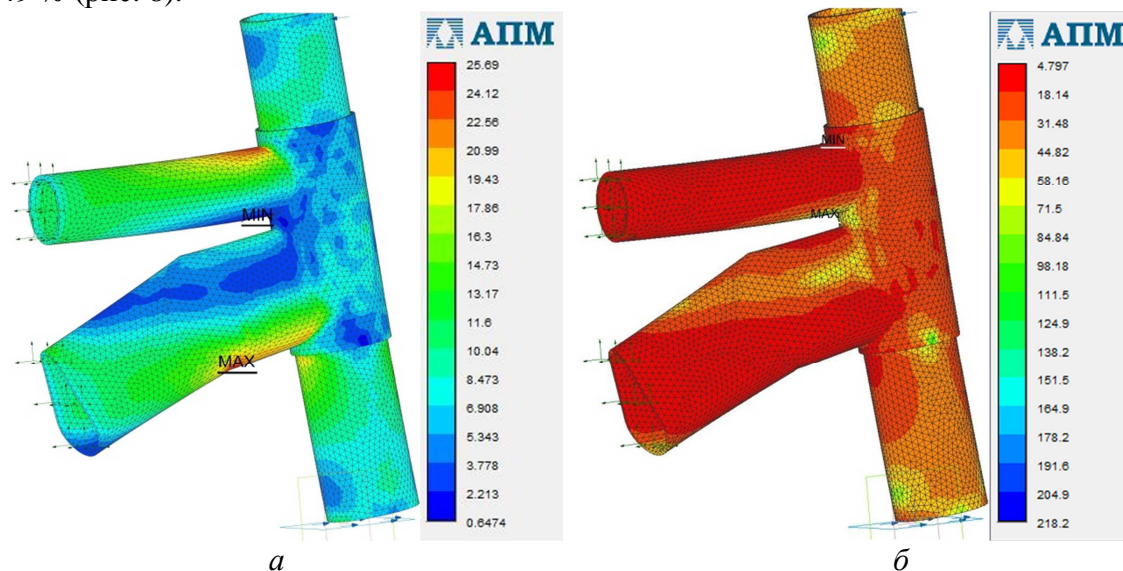


Рис. 8. Розподіл еквівалентних напружень за Мізесом (а) та коефіцієнта запасу за втомою (б) під час використання овоїдного перерізу в конструкції нижньої труби велосипедної рами

Більшість виробників використовують у виробництві алюмінієвих рам велосипедів еліптичну форму перерізу, яка є простішою у виготовленні, ніж овоїдна, для просування нових моделей на ринку. Але за результатами моделювання рульового вузла велосипеда така форма труби не є оптимальною.

Висновки і пропозиції. Через відсутність інформації з боку виробників про вплив технологічних прийомів, що ними використовуються, на надійність та довговічність

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

велосипедної рами у роботі було проведено моделювання зварних вузлів із застосуванням основних технологічних прийомів.

Для дослідження впливу геометрії зварного шва на якість вузла рами вносили зміни щодо катета. Збільшення катета зварного шва до 6 мм призводить до зниження напружень у вузлі на 20 %, при цьому значного впливу на коефіцієнт запасу за втотою цей параметр не має. Таким чином, оптимальним розміром катета зварного шва для рами з алюмінієвих сплавів є 6 мм.

Використання косинки між верхньою та нижньою трубами нівелює напруження з рівня 40,68 до 27,4 МПа, підвищує коефіцієнт запасу з 2,879 до 4,222, але використання такого прийому технологічно складне. Встановлення вертикальних бічних пластин простіше, дає кращі результати (напруження знижуються на 34 %, коефіцієнт запасу зростає на 36 %), але збільшує матеріалоемність вузла, витрати праці та часу на зварювання більшої довжини шва. Підкладна пластина знижує еквівалентні напруження у вузлі на 29 %, підвищує коефіцієнт запасу за втотою на 36 %. Товарознавець повинен віддавати перевагу рамам з нижньою пластиною, але використання у конструкції рами косинки та бічних пластин також можливе.

Зміну поперечного перерізу труб велосипедної рами (баттінг) розглядали на прикладі використання еліптичної та овоїдної форми. Заміна круглого перерізу на еліптичний верхньої труби знижує еквівалентні напруження у вузлі на 45 % до 28,01 МПа, нижньої труби – на 11 % до 45,3 МПа, обох труб – не змінює. Застосування у конструкції нижньої труби овоїдного перерізу дає зниження еквівалентних напружень на 49 % до 25,89 МПа та збільшення коефіцієнта запасу за втотою на 49 %. Більшість виробників використовують у виробництві алюмінієвих рам велосипедів баттінг у еліптичній формі, що здебільшого є маркетинговим кроком. За результатами моделювання рульового вузла велосипеда овоїдна форма перерізу нижньої труби рами велосипеда є оптимальною.

Список використаних джерел

1. *Артюх Т. М.* Використання алюмінієвих сплавів у виробництві велосипедних рам / Т. М. Артюх // Технічні науки та технології : науковий журнал. – Чернігів : Черніг. нац. технол. ун-т, 2015. – № 1 (1). – С. 44–48.
2. *Любченко О. Н.* История развития велосипедной дисциплины даунхилл в России / О. Н. Любченко // Проблемы развития физической культуры и спорта в новом тысячелетии : материалы IV Международной научно-практической конференции (27 февраля 2015 г., г. Екатеринбург). – Екатеринбург, 2015. – С. 318–323.
3. *Любовицкий В. П.* Гоночные велосипеды / В. П. Любовицкий. – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1989. – 319 с.
4. *Тюрин Д. В.* Исследование розничного рынка одноподвесных горных велосипедов (hardtail) начального и любительского уровня в городе Москве / Д. В. Тюрин, М. С. Лантух // Практический маркетинг. – 2011. – № 6 (172). – С. 4–13.
5. *Неуправляемый велосипед может быть устойчивым без гироскопического или стабилизирующего действия* / Я. Д. Г. Куйман, Я. П. Мейярд, Дж. М. Пападопулос, Э. Руина, А. Л. Шваб // Нелинейная динамика. – 2013. – Т. 9, № 2. – С. 377–386.
6. *Patterson Josh.* Trail Tech: Single-chainring frame design [Електронний ресурс] / Josh Patterson. – Режим доступу : <http://www.bikeradar.com/mtb/gear/article/trail-tech-single-chainring-frame-design-37952>.