

Голові разової спеціалізованої вченої ради
в Національному університеті
«Одеська політехніка»
Усову Анатолію Васильовичу,
д.т.н., професору Національного
університету «Одеська політехніка»

Відгук

офіційного опонента доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри механічної та біомедичної інженерії Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» Колосова Дмитра Леонідовича на дисертаційну роботу здобувача Вовка Павла Євгенійовича «Характеристики граничного пружного і пружно-пластичного станів піднімальних канатів», подану до захисту в разову спеціалізовану вчену раду Національного університету «Одеська політехніка» Міністерства освіти і науки України на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 131 «Прикладна механіка».

Актуальність обраної теми дисертації

Дисертаційна робота присвячена актуальній проблемі підвищення точності розрахунків піднімальних сталевих канатів на статичну міцність. Сталеві канати є одними з найбільш відповідальних елементів вантажопідйомних машин, від надійності яких безпосередньо залежить безпека експлуатації обладнання. Існуючі нормативні методики вибору канатів зводяться до вибору канату з сортаменту по сумарному розривному зусиллю дротів або розривному зусиллю каната в цілому. Разом з тим такі характеристики не відповідають схемам навантаження канатів, оскільки в процесі експлуатації канат отримує окрім деформацій розтягання ще й деформації згину та кручення. Недосконалість розрахункових схем компенсується застосуванням рівня нормативних запасів міцності значно вищих ніж рівень запасів міцності інших елементів піднімальних машин, що призводить до нераціонального використання міцнісного ресурсу канатів.

У дисертації запропоновано аналітичний метод визначення двох міцнісних характеристик канату: зусилля граничного пружного стану та зусилля граничного пружно-пластичного стану. Дані характеристики визначалися для чотирьох основних схем навантаження канатів з урахуванням особливостей їх напружено-деформованого стану. При цьому враховано конструктивні параметри канатів, параметри діаграм деформування дроту, вплив міжелементного тертя, деформації згинання і кручення, а також наявність обривів дротів.

Отримані результати створюють передумови для вдосконалення методик розрахунку піднімальних канатів та більш ефективного використання їх міцнісного ресурсу.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Наукові положення дисертаційної роботи спираються на ґрунтовний аналіз наукових праць, присвячених розрахунку на міцність сталевих канатів. У роботі переконливо доведено необхідність урахування міжелементного тертя при схемах навантаження канатів зі згином та крученням. Показано, що ігнорування цього чинника призводить до розбіжностей між теоретичними результатами та експериментальними даними.

В роботі запропонований метод визначення двох міцнісних характеристик: зусилля граничного пружного стану та зусилля граничного пружно-пластичного стану. Ці дві характеристики визначаються через розрахунок деформацій кожного дроту що входять в канат. Для визначення деформацій використано систему жорсткісних параметрів каната, отриманих на основі аналізу питомої потенційної енергії деформування. Такий підхід дозволив комплексно врахувати конструктивні особливості канатів, врахувати параметри діаграми деформування дроту, вплив міжелементного тертя, а також наявність локальних пошкоджень у вигляді обривів дротів.

Практична значущість і достовірність отриманих результатів підтверджується патентами, одержаними в ході роботи над дисертацією та відповідністю її результатів відомим експериментальним даним, наведеними в роботах інших авторів.

Наукова новизна одержаних результатів

1. Вперше запропоновано метод визначення характеристик граничного пружного та пружно-пластичного станів канатів, який базується на аналізі деформацій дротів з урахуванням деформативних властивостей дроту та міжелементного тертя для 4-х схем навантаження канату.

2. Отримало подальший розвиток дослідження залишкових звивальних напружень в канаті.

3. На основі задачі Ейлера вирішена задача тертя нитки при розтяганні на циліндричній поверхні з прямою і гвинтовою твірними. Розроблено методику врахування впливу міжелементного тертя та обривів дротів на жорсткість і міцність канатів одинарного та подвійного звивання.

4. Подальший розвиток отримали дослідження впливу співвідношення діаметра барабана до діаметра каната на його міцнісні характеристики.

Повнота викладу результатів дисертації в опублікованих працях

Основні положення та результати дисертаційного дослідження висвітлено у наукових публікаціях автора. За темою дисертації опубліковано 9 наукових праць, серед яких 3 статті у фахових наукових виданнях України, 2 публікації у матеріалах міжнародних наукових конференцій, що індексуються у базі Scopus, а також 3 патенти на корисну модель.

Опубліковані праці відображають ключові результати теоретичних і прикладних досліджень, охоплюють основний зміст усіх розділів дисертації та підтверджують належний рівень апробації отриманих результатів. Аналіз змісту публікацій і наведених у них результатів свідчить про самостійний характер виконаних здобувачем досліджень та особистий внесок автора у розв'язання поставлених науково-технічних задач.

Наукові результати, висновки та положення, що виносяться на захист, є достатньо обґрунтованими. Ознак порушення принципів академічної доброчесності у дисертації та публікаціях здобувача не виявлено.

Значення роботи для науки та практики

Наукове та практичне значення дисертаційної роботи полягає у розробці методу аналітичного визначення міцнісних характеристик канатів для різних схем навантаження, що враховує не лише деформацію розтягання, а й супутні деформації згину та кручення, конструктивні параметри каната, деформаційні властивості дроту, вплив міжелементного тертя та наявність обривів дротів. Це створює можливість більш повного використання міцнісного ресурсу канатів, що матиме позитивний економічний ефект.

Важливим науковим результатом є розв'язання задачі тертя гвинтово розташованої нитки при її розтяганні на циліндричній поверхні з прямою та гвинтовою твірними. Запропоноване рішення розширює класичне вирішення задачі Ейлера щодо тертя нитки на циліндричній поверхні, що дозволило врахувати вплив міжелементного тертя на деформації дротів в канаті. Практичне значення цього результату полягає у можливості дослідження напружено-деформованого стану канату з урахуванням обірваних дротів.

Отримані результати можуть бути використані при вдосконаленні нормативних методик розрахунку канатів на статичну міцність. Хоча впровадження таких підходів потребує перегляду діючих нормативних запасів міцності на галузевому рівні, підвищення точності розрахункових схем є важливою передумовою створення більш надійних та конкурентоспроможних підйомно-транспортних машин.

Практична цінність роботи особливо проявляється для спеціалізованих установок, у яких канати працюють за умов підвищених навантажень, малих співвідношеннях діаметра барабану до діаметра канату, зокрема у бурових установках, каротажних системах і т.д.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності

Окрім з результатів власних досліджень автора в дисертації використані ідеї, результати досліджень інших авторів. Посилання на ці джерела наявні та оформлені належним чином. Порушень академічної доброчесності в дисертації здобувача не виявлено.

Дискусійні положення та зауваження щодо змісту дисертації

Особливості розрахунку канатів, як складної багатоелементної конструкції, на статичну міцність породжує дві важливі особливості. З одного боку, прийняті нормативні методи розрахунку прості у використанні, оскільки зводяться до вибору канату за відповідними характеристиками з сортаменту. При цьому її невідповідність схемам навантаження канату компенсується високими значеннями коефіцієнтів запасу міцності. З іншого боку, більш складні аналітичні методи розрахунку, що базуються на дослідженні його напружено-деформованого стану та набагато більш точно відповідають реальним умовам роботи, є значно більш складними у використанні. Інтеграція їх у конструкторську практику вимагає використання відповідних електронних програм побудованих на цих методах. Окрім того, широкий перехід на використання таких методів розрахунку вимагатиме перегляду чинних нормативних методик.

Дана дисертаційна робота значною мірою вирішує проблему точності розрахунків на статичну міцність шляхом введення двох нових міцних характеристик, визначення яких базується, в тому числі, на аналізі внутрішнього деформованого стану канату для 4-х основних схем навантаження канату. Водночас, вона не передбачає перегляду чинних нормативних методик як таких, оскільки це виходить за межі дисертаційного дослідження і належить до завдань галузевого та державного рівня. Разом з тим запропонований підхід може бути особливо корисним для об'єктів, що працюють у режимах підвищених навантажень та жорстких обмежень у габаритах конструкції. Крім того, отримані характеристики можуть бути використані при визначенні граничних (критичних) навантажень у нештатних та аварійних режимах роботи.

Головні зауваження

1) В розділі 1 критикуються роботи професора М.Ф. Глушко через неврахування впливу міжелементного тертя. Доцільно було б навести чисельні значення пов'язаних з цим розбіжностей.

2) В другому розділі вводяться коефіцієнти тертя, чисельно аналізується їх вплив на деформації розтягання та кручення канату, проте не наведено чіткого алгоритму визначення величин цих коефіцієнтів.

3) Недостатньо детально розглядається вплив залишкових технологічних напружень на напружений стан в дротах.

4) В розділі 5 наведено оцінку точності визначення зусилля граничного пружного стану, результати якої коливалися в залежності від вибору характеристик дроту в межах від 2,7% до 9,3 %. Слід було чисельно проілюструвати вплив параметрів дроту на величину зусилля граничного пружного і пружно-пластичного станів канату.

Наведені зауваження не знижують науковий рівень роботи та її наукову і практичну цінність.

Загальний висновок про відповідність роботи встановленим вимогам

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Вовка Павла Євгенійовича «Характеристики граничного пружного і пружно-пластичного станів піднімальних канатів», виконана на достатньому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, що має істотне значення для галузі знань 13 «Механічна інженерія». Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.п. 6-9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. №44. Здобувач Вовк Павло Євгенійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 131 «Прикладна механіка».

Опонент:

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри механічної та біомедичної інженерії
Національного технічного університету
«Дніпровська політехніка»

Дмитро КОЛОСОВ