

ВІДГУК

офіційного опонента

кандидата технічних наук,

старшого наукового співробітника Шалінського Валерія Володимировича

на дисертаційну роботу

Мальгіна Михайла Геннадійовича

«Моделювання витривалості зварних вузлів мостів за локальними напруженнями»,

представленої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

за спеціальністю 05.23.17 – будівельна механіка

Структура роботи. Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Повний обсяг дисертації становить 218 стор., в тому числі основного тексту – 172 сторінки, 23 таблиці, 157 рисунків, 15 стор. списку використаних джерел зі 159 найменувань та 15 стор. додатків.

Актуальність роботи. Автор обґрунтував необхідність і доцільність досліджень направлених на пошук нових методів розрахунку сталевих мостів на витривалість. Показано, що в мостобудуванні є нагальна потреба в проектуванні надійних конструкцій мостів уникаючи можливого зародження тріщин втоми в зварних з'єднаннях. Дана наукова проблема для України має значну вагу.

Об'єктом дослідження є процес руйнування зварного з'єднання через зародження та розвиток тріщин втоми в умовах змінних навантажень.

Предметом дослідження є підходи, алгоритми та методи розрахунку на втому зварних елементів конструкцій.

Метою роботи є розроблення моделі визначення втомної довговічності зварних вузлів сталевих мостів за локальними напруженнями.

Зазначена мета досягається виконанням таких основних задач:

- аналіз літератури щодо тенденцій виникнення втомних руйнувань в зварних з'єднаннях сталевих мостів;
- аналіз недоліків чинних норм проектування зварних з'єднань мостів на витривалість, а також сучасний стан розвитку нових підходів до розрахунку витривалості.
- розробка, на базі скінченно-елементного аналізу, локального НДС елементів мостів при дії рухомих навантажень;
- розробка методики та алгоритмів визначення втомної довговічності зварних вузлів сталевих мостів за локальними напруженнями;
- дослідження ресурсу сталевих мостів за допомогою розробленої методики розрахунку витривалості, а також зіставлення із даними натурних спостережень експлуатації мостів.

Кандидатка
Вх. 01/1379
09.10.2015

Загальний аналіз дисертаційного дослідження

Перший розділ «ПРОБЛЕМА УСТАЛОСТНОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ СВАРНЫХ УЗЛОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МОСТОВ» містить аналіз основних конструктивних рішень прогонових будов мостів та характерних місць зароджень тріщин втомні в процесі експлуатації. Автором встановлено, що втомні тріщини, найчастіше, зароджуються у вузлах прикріплення ребер жорсткості стінок головних балок, а також в конструкції ортотропних плит проїзної частини.

Встановлено, що серед головних причин втомних пошкоджень в зварних з'єднаннях є виникнення складного локального НДС елементів під час проходження транспорту по мосту. Це показано на прикладі натурних та числових досліджень взаємодії транспорту із прогоновими будовами мостів.

Проведено критичний аналіз чинного нормативного методу розрахунку мостів на витривалість. Показано, що нормативні схеми навантаження і розрахункові схеми мостів є надто спрощеними для визначення дійсної роботи елементів вузлів. Також зроблено висновок, що вирази для виконання перевірок на витривалість потребують суттєвого перегляду, так як вони можуть давати в деяких випадках завищені, а в деяких і занижені розрахункові опори втомні.

Автором переконливо обґрунтовується необхідність проведення розрахунків втомної довговічності зварних вузлів із урахуванням складного локального НДС елементів при проектуванні мостів.

Виконано детальний аналіз існуючих інженерних підходів до визначення локального НДС зварних вузлів, а також досліджень в області створення нових моделей розрахунку зварних з'єднань на витривалість за локальними напруженнями, наводяться їх обґрунтовані недоліки.

Висновки до першого розділу є достатніми для формування програми дослідження.

Другий розділ дисертації «МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОКАЛЬНОГО НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СВАРНЫХ УЗЛОВ МОСТОВ».

Тут представлено і обґрунтовано новий підхід до створення розрахункових моделей мостів для визначення локальних змінних напружень в зварних з'єднаннях в умовах дії експлуатаційного навантаження.

Модель системи представлена у формі методу скінчених елементів, де вся конструкція мосту розділяється на фрагменти з різною апроксимацією скінченими елементами. Принциповою новизною при побудові даної моделі є застосування системи «абсолютно жорстких тіл», які виконують функцію передачі навантаженості від фрагмента моделі моста до фрагмента моделі зварного вузла. Такий підхід дозволяє значно знизити час на проведення розрахунків, а в деяких випадках надійніше дослідити реальну роботу елементів вузлів при змінному навантаженні у порівнянні з існуючими інженерними підходами.

Розглянуто низку тестових задач, що демонструють правомірність запропонованого підходу. Були встановлені раціональні розміри фрагментів в моделі і правила об'єднання фрагментів системою «абсолютно жорстких тіл».

Третій розділ дисертації «**МОДЕЛЬ НАЗНАЧЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СОПРОТИВЛЕНИЯ УСТАЛОСТИ СВАРНЫХ УЗЛОВ МОСТОВ ПО ЛОКАЛЬНЫМ НАПРЯЖЕНИЯМ**» присвячено формуванню, на базі проведених числових досліджень, нового підходу до визначення втомної довговічності зварних з'єднань за локальними напруженнями.

Автором пропонується визначати локальні напруження на відстані $0,17t$ (t – товщина основного металу) від лінії сплавлення зварного шва. При цьому визначати число циклів до утворення втомної тріщини пропонується на основі кривої втоми вираженої в локальних напруженнях за допомогою коефіцієнтів $\alpha_{0,17}$.

Здобувач підтвердив надійність запропонованого методу шляхом зіставлення результатів розрахунків із результатами лабораторних випробувань великої кількості зварних зразків в умовах простого і складного виду НДС. У всіх випадках, при порівнянні з експериментом, розрахункова довговічність попереджає про зародження втомних тріщин у прийнятні терміни.

Запропонований автором підхід є новим інструментом у визначенні втомної довговічності зварних конструкцій мостів.

В четвертому розділі дисертації «**ИССЛЕДОВАНИЕ РЕСУРСА СВАРНЫХ УЗЛОВ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ МОСТОВ ПО ЛОКАЛЬНЫМ НАПРЯЖЕНИЯМ**» автором представлені числові дослідження впливу складного НДС в потенційно небезпечних зонах елементів типових прогонових будов залізничних мостів (ТП №690 і ТП №821) на їх втомну довговічність. Автором ретельно розроблена методика проведення досліджень.

Досліджування проводилися із застосуванням розробленої моделі визначення локальних змінних напружень в зварних з'єднаннях і моделі визначення втомної довговічності за локальними напруженнями.

Проаналізовані залежності НДС елементів досліджуваних зварних вузлів від місцевого положення коліс вагонів потягу на прогонових будовах. Результатам цього аналізу було встановлення потенційно небезпечних зон у зварних з'єднаннях і визначення розрахункового ресурсу прогонової будови до виникнення втомних тріщин. В подальшому проводилось порівняння розрахункового ресурсу із фактичним.

Було встановлено, що ресурс прогонових будов за ТП №690 становить 2 роки, а за ТП №821 - 12 років в умовах дії еталонного потягу. Фактично тріщини втоми в прогонових будовах можуть виникати після 4 – 7 років експлуатації.

Автор підтвердив, що розрахунок прогонових будов мостів за локальними напруженнями дозволяє наблизитись до фактичного ресурсу.

В п'ятому розділі дисертації «**РАЗВИТИЕ ИНЖЕНЕРНОЙ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА СВАРНЫХ УЗЛОВ МОСТОВ НА ВЫНОСЛИВОСТЬ**» представлено розвиток інженерної методики розрахунку на витривалість зварних вузлів мостів, як залізничних, так і автодорожніх, а також наводиться приклад використання методу на практиці. Розрахунок пропонується виконувати з урахуванням розгляду двох типів змінних напружень в елементах вузлів: номінальних і локальних.

В рамках інженерної методики автором запропоновано нові залежності для виконання перевірок, а також моделі рухомого навантаження. Розроблені відповідні алгоритми послідовності розрахунку витривалості зварних вузлів залізничних і автодорожніх мостів.

Зауваження.

1. Доцільно було б в дисертаційній роботі додатково провести дослідження впливу вібрацій елементів мостів на втому довговічність зварних з'єднань.

2. У підрозділі 2.2 з метою обґрунтування адекватності застосування абсолютно жорстких тіл при передачі навантажень від стержневої моделі до фрагменту моделі із оболонкових скінченних елементів досліджено роботу тонкостінної консольної балки замкненого поперечного перерізу. Доречно також було б розглянути й інші види поперечних перерізів, зокрема, двотаврового.

3. У підрозділі 2.2 на рисунку 2.21 наведена розрахункова модель прогонової будови типової залізничної прогонової будови (ТП №821), яка апроксимована стержневими скінченними елементами за винятком її середньої частини, що апроксимована оболонковими скінченними елементами. Не зрозуміло, яким чином при формуванні зазначеної моделі моделювалась система поздовжніх та поперечних в'язей на ділянках прогонової будови, апроксимованих виключно стержневими елементами. Це ж стосується і розрахункової моделі даної прогонової будови, яка розглядається у підрозділі 4.1.

4. У підрозділах 5.1 і 5.2 висвітлена нова інженерна методика розрахунку зварних з'єднань на втому автодорожніх і залізничних мостів. При цьому в підрозділі 5.3 наводиться приклад розрахунку лише залізничного мосту. Було б доцільно навести також і приклад розрахунку автодорожнього мосту.

5. В підрозділі 3.1 дослідження розподілу локальних напружень у зварних з'єднаннях виконано на прикладі таврових, хрестоподібних і з приваркою поздовжніх ребер. Автором зазначається, що вони становлять основу зварних вузлів мостів. Не зрозуміло чому не були проведені дослідження на зварних з'єднаннях внахлест.

6. В підрозділі 3.3.1 методика проведення порівняльного аналізу розрахункової довговічності за локальними напруженнями із даними лабораторних випробувань представлена занадто стислою.

7. В підрозділі 2.2 зазначено, що застосування передачі навантаженості від стержневих скінченних елементів до оболонкових за допомогою абсолютно жорстких тіл прийнятне не при всіх розмірах фрагмента та формах перерізів елемента. Автор дослідив, застосування яких розмірів оболонкових фрагментів прогонових будов є прийнятним, але нічого не зазначив щодо форм поперечних перерізів.

Наукова новизна одержаних результатів. Одержані автором і винесені на захист результати мають всі ознаки наукової новизни. На думку опонента найбільш вагомим серед них є:

- новий інженерний підхід до надійного визначення втомної довговічності зварних з'єднань сталевих мостів;

- нова процедура скінченно-елементного аналізу локального напружено-деформованого стану сталевих мостів при дії експлуатаційного навантаження;
- нова модель розрахунку на витривалість зварних з'єднань конструкцій за локальними напруженнями;

Практичні результати роботи. Представлена до захисту робота, викликана запитом практики. Розроблена автором модель розрахунку зварних вузлів мостів за локальними напруженнями знайшла своє практичне втілення при проектуванні прогонових будов Подільського мостового переходу через р. Дніпро у м. Києві у проектних організаціях ПАТ «Київсоюзшляхпроект» і ТОВ «Київбудпроект».

Редакційний аналіз.

В тексті дисертації наукові результати, що виносяться на захист, достатньо детально аргументуються, показано шлях їх одержання, наведені необхідні посилання, чітко визначена авторська належність. Дисертація ретельно оформлена і належним чином ілюстрована, викладена технічно грамотно, мовою, яка демонструє високу наукову ерудицію автора.

Публікації за темою дисертації. Дисертаційна робота достатньо висвітлена в фахових виданнях України. За темою дисертації опубліковано 10 робіт, серед них наукових статей – 7, у тому числі 5 у виданнях, рекомендованих МОН України, а також 2 публікації за кордоном, тез доповідей – 3. Також за темою дисертації автором отримано 5 свідоцтв про реєстрацію авторського права на твір, а також патент на корисну модель.

Апробація. Дисертаційна робота Мальгіна М. Г. має достатню апробацію. Автор демонстрував результати своїх досліджень і отримав позитивну оцінку на міжвузівських, відомчих конференціях, а також міжнародних конференціях.

Автореферат ідентичний змісту дисертації, відповідає основним положенням роботи.

Висновок.

Дисертація Мальгіна М. Г. містить сучасну науково обгрунтовану модель нових підходів, основаних на новітніх принципах визначення довговічності сталевих мостів. Розроблена модель отримала в роботі теоретичне, лабораторне та практичне обгрунтування.

Модель є вагомим внеском в розв'язання важливої науково-прикладної проблеми. Запропонований в роботі підхід визначення втомної довговічності зварних з'єднань сталевих мостів схвалено в наукових колах, застосовуються в практиці проектування. Особливу цінність мають експериментальні та числові результати досліджень.

Опонент високо оцінює професіоналізм автора в розв'язку задач теорії надійності конструкцій та скінченно-елементного моделювання напружено-деформованого стану. Такої ж високої оцінки заслуговує вільне володіння дисертантом сучасними інформаційними технологіями.

Викладений аналіз дозволяє зробити **загальний висновок**: Дисертаційна робота Мальгіна Михайла Геннадійовича «Моделювання витривалості зварних вузлів мостів за локальними напруженнями», що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата

технічних наук є завершеною науковою працею, яка за актуальністю теми, практичним значенням, науковою новизною отриманих результатів відповідає усім вимогам пп. 11, 13 і 14 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника».

В публікаціях автора та доповідях на конференціях, у повній мірі, висвітлено основні положення і результати дисертації.

Автор показав свою спроможність поставити і дослідити важливу науково-практичну задачу і заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.17 – будівельна механіка.

Кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник
ТОВ «Український інститут сталевих
конструкцій ім. В. М. Шимановського»,
заступник завідувача відділу
«Мости та спеціальні споруди»

В. В. Шалінський

