

ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертаційну роботу **МОЛТАСОВА Андрія Валерійовича**
«Побудова ефективних інженерних оцінок напружень в зонах концентрації
тонколистових стикових зварних з'єднань»,
представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за
спеціальністю 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла

Визначення несучої здатності елементів конструкцій, які мають зварні з'єднання, на стадії їх проектування та на стадії експлуатації є складною та комплексною науково-технічною задачею. Широкі можливості зварних з'єднань з їх геометрією, наявністю залишкових локальних напружень та їх концентрацією вимагає розробки достовірних інженерних методів оцінки теоретичних коефіцієнтів концентрації, а також ефективних коефіцієнтів концентрації в напруженнях та деформаціях. Особливо це важливо для оцінки довговічності різного роду відповідальних високонавантажених зварних з'єднань, які працюють в областях мало- та багатоциклової втоми.

В конструкторській та технологічній світовій практиці перевагу надають аналітичним та емпіричним залежностям з широким експериментальним їх обґрунтуванням.

Наявні на сьогодні методи визначення напруженого-деформованого стану (НДС) в зонах різного роду зварних з'єднань, як правило, стосуються односторонніх виступів, або виступів, які симетричні відносно осьової лінії прикладеного навантаження. У випадках тонколистових зварних з'єднань суттєвий вплив на НДС в околі кореня шва надає асиметрія прикладання навантаження та підсилення на лицевій стороні з'єднання.

У зв'язку з викладеним, розробка ефективних рішень щодо достовірного визначення НДС в стикових зварних з'єднаннях тонколистових матеріалів з асиметричним швом є актуальною на сьогодні науково-технічною проблемою для високонавантажених відповідальних зварних конструкцій.

Метою названої роботи є розробка ефективних методів щодо визначення напружень в околі асиметричних стикових зварних швів у вигляді залежностей коефіцієнтів в концентрації напружень (ККН) на лініях сплавлення лицьового підсилення та кореня шва з основним металом.

Наукова новизна триманих результатів полягає в:

- на базі удосконаленої гіпотези ламаних перерізів вперше розроблені та обґрунтовані функціональні залежності для визначення напружень в зоні кореня шва стикового зварного з'єднання та значення коефіцієнтів концентрації напружень (ККН) на лінії сплавлення кореня шва з основним металом;

- вперше отримані рівняння, які описують зміну напружень на ділянках зон концентрації, де реалізується взаємний вплив концентраторів напружень на протилежних сторонах стикового зварного з'єднання;

- удосконалено метод еквівалентної густини енергії деформації для визначення максимальних напружень в зонах концентрації зварного з'єднання з врахуванням основних моделей зміцнення конструкційного матеріалу в пружно-пластичній області;

- запропоновано розрахунково-експериментальну методику визначення границі втоми стикових зварних з'єднань.

Практичне значення отриманих результатів полягає

- в розробці інженерного методу визначення ККН зварних з'єднань тонколистових конструкційних матеріалів, за результатами дії осьового навантаження та моменту згину в зонах переходу від кореня шва до основного металу, як по контуру, так і по глибині стикового зварного з'єднання з відповідним визначенням напруження на поверхні цих зон та на контурі опуклої частини лицьового підсилення;

- отримані експериментальні результати досліджень стикового зварного з'єднання алюмінієвого сплаву з різними товщинами листа (1,5; 1,8; 2,0 мм) та встановлені оптимальні режими згідно параметрів ККН;

- запропонований та обґрунтований ефективний метод оцінки втомної міцності елементів конструкцій з великою кількістю стикових зварних швів;

- проведені розрахунки раціонально підібраних конструктивних форм зварних з'єднань, які відповідають вимогам щодо міцності та надійності, для потреб Ладижинської ТЕС ПАТ «ДТЕК Західенерго».

Обґрунтованість та достовірність результатів роботи забезпечується:

- використанням основних фундаментальних положень механіки твердого деформівного тіла, зокрема теорій пружності та пластичності, а також циклічної міцності;

- використанням сучасних методів експериментальних досліджень зварних з'єднань на статичну та втомну міцність у відповідності з міжнародними стандартами;

- застосуванням чисельних методів обчислень, зокрема методу скінчених елементів.

Дисертаційна робота складається зі вступу та 6 розділів.

У вступі обґрунтовано актуальність роботи та сформульовані мета і задачі досліджень.

В першому розділі проаналізовано вплив концентрації напружень на міцність та довговічність зварних з'єднань. Розглянуто основні підходи щодо визначення характеристик їх опору втомі. Проведено аналіз основних підходів щодо концентрації напружень в зонах стикових зварних з'єднань.

Другий розділ присвячений опису модифікованої гіпотези ламаних перерізів для визначення ККН на лініях сплавлення з основним металом з різними схемами навантаження (розтяг, згин) з двостороннім симетричним підсиленням.

В третьому розділі описано використання гіпотези ламаних перерізів для опису напруженого стану в зонах концентрації зварного з'єднання без кореня шва та на кромках швів. Змодельовано статичну та багатоциклову схему навантаження зварних з'єднань листових матеріалів.

В четвертому розділі наведені результати досліджень ККН в зонах переходу від кореня шва до основного металу, досліджено вплив початкової кутової деформації на величину напружень в околі кореня шва. Експериментальні результати отримані на прикладі стикового з'єднання листового матеріалу із алюмінієвого сплаву АМгМ.

П'ятий розділ присвячений опису зміни напружень від осьового навантаження та згинального моменту в усіх точках ламаного перерізу від контуру концентратора на верхній та нижній сторонах стикового зварного з'єднання.

В шостому розділі описаний комплекс досліджень з визначення напружень в зонах концентрації за межами пружності з врахуванням залишкових напружень. Розглянута методика розрахунку багатоциклової втоми зварних з'єднань.

Публікації. За темою дисертації опубліковано 25 друкованих праць. Серед них 7 статей у фахових наукових виданнях України, 3 статті у закордонних наукових періодичних виданнях та 8 статей у періодичних наукових виданнях, які проіндексованих у базах даних Web of Science та Scopus.

Результати дисертації апробовані на 7 наукових конференціях.

Кількість публікацій повністю відповідають «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук» та Наказу МОН України від 23.09.2019 № 1220 «Про опублікування результатів дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук».

Академічна доброчесність. Дисертаційна робота А.В. Молтасова є самостійним, оригінальним та завершеним науковим дослідженням. Проведений аналіз тексту дисертації та опублікованих за її темою наукових праць дає підстави констатувати відсутність академічного плагіату, фабрикації даних, фальсифікації результатів, неправомірних запозичень та компіляції. Усі використані в роботі ідеї, теоретичні положення, математичні моделі та результати, що належать іншим авторам, супроводжуються коректними посиланнями на відповідні першоджерела. Співавторство у спільних публікаціях відображено прозоро, внесок здобувача є визначальним.

Зауваження та дискусійні питання

1. Згідно теми дисертаційної роботи розроблений метод інженерних оцінок напружень в зонах концентрації тонколистових стикових зварних з'єднань був експериментально підтверджений на зварних з'єднаннях алюмінієвого сплаву АМгбМ товщиною 1,8 мм, на прикладах стикових зварних з'єднаннях типу С4 товщиною 1,6 мм, сплаву 1915Т1, товщиною 2,8 мм та інш. Однак в висновках до роботи автором не обґрунтовано границі використання названого методу по параметру товщини листового матеріалу, що зварюється.

2. На практиці зварні з'єднання не обмежуються тільки стиковими типами швів. Визначення значень теоретичних коефіцієнтів концентрації також є важливим етапом в розрахунках кутових швів (напущених, з накладками, таврові, флангові та інш.). На мій погляд автору необхідно було б більш переконливо показати, чому саме свою увагу він приділив лише стиковому типу шва.

3. Методика розрахунку на несучу здатність різного типу зварних з'єднань детально описана, зокрема, в колективній монографії «Прочність конструкцій при малоцикловом нагриванні / М. Наука, 1983, 270 с. Зокрема в розділі «Концентрация напряжений в сварных соединениях» детально описано методику визначення теоретичного коефіцієнта концентрації напружень для стикового з'єднання з двостороннім та одностороннім швами при розтязі та згину. При цьому враховано також параметри форми шва у вигляді кута переходу від самого шва до основного металу, наявність у зварних з'єднаннях можливих дефектів у вигляді кутовості, депланації та підрізу.

На мій погляд, висновки в роботі були б ще більш вагомими при аналізі та порівнянні з розробленими методами вже існуючих інженерних підходів, враховуючи зокрема модифікований М.А. Махутовим (на випадок пружно-пластичного деформування) метод Нейбера.

4. На епюрах напружень, зображених на рис. 3.6, має місце стрибок напружень, хоча зосереджені зусилля у відповідній точці не прикладаються.

5. В дисертації відсутнє експериментально встановлене значення границі обмеженої витривалості на базі 2 млн. циклів для стикових з'єднань алюмінієвого сплаву AA2219, яке було б корисним для порівняння з розрахунковим значенням, встановленим за запропонованою автором методикою.

6. З тексту дисертації незрозуміло, з яких міркувань вибиралися розмахи напружень та параметри асиметрії при циклічних випробуваннях зразків з'єднань алюмінієвого сплаву AA2219 зі стиковим швом в діапазоні довговічностей, наведених в дисертації.

7. Запропонована в роботі методика розрахунку границі обмеженої витривалості передбачає, що втомне руйнування зварних з'єднань має відбуватися по лінії сплавлення металу шва з основним металом в зонах концентрації напружень. Проте, в дисертації не сказано, в якій зоні з'єднання відбувалося руйнування гладких зразків, за результатами випробування яких була побудована базова крива втоми.

Однак висловлені зауваження та побажання не знижують в цілому високий рівень науково-практичної цінності роботи та отриманих в ній результатів для підвищення обґрунтованості міцності тонколистових конструкційних матеріалів на стадії інженерного проектування.

Загальний висновок. Дисертаційна робота **Молтасова Андрія Валерійовича** «Побудова ефективних інженерних оцінок напружень в зонах концентрації тонколистових стикових зварних з'єднань» є завершеною науковою працею, яка полягає у вирішенні важливої та актуальної наукової проблеми в галузі механіки деформівного твердого тіла, а саме: розробці ефективного методу визначення напружень з врахуванням концентрації напружень в околі стикових зварних швів в врахуванням основних силових параметрів експлуатаційного навантаження.

Вважаю, що за актуальністю теми, науковою новизною та практичною цінністю результатів названа дисертаційна робота повністю відповідає вимогам пп. 7–9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України №1197 від 17.11.2021 року, а її автор, Молтасов Андрій Валерійович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла.

Офіційний опонент:

Професор кафедри динаміки і міцності машин та опору матеріалів
КПІ ім. Ігоря Сікорського,
академік НАН України, д.т.н., проф.



Микола БОБИР