

ВІДГУК

офіційного опонента на кандидатську дисертацію

Грищенка Володимира Миколайовича

«Зв'язок локальних і номінальних характеристик руйнування конструкційних сталей з ОЦК граткою в умовах концентрації напружень», поданої на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.13 – фізика металів.

Актуальність теми дисертаційної роботи. Потреба забезпечення експлуатаційної надійності деталей та елементів конструкцій, що працюють в умовах динамічних навантажень, низьких температур постійно підвищує вимоги до конструкційних матеріалів з точки зору збільшення їх міцності. Наука про здатність матеріалів чинити опір руйнуванню розвивається вже багато років, за цей час набутий великий об'єм даних про природу та механізми руйнування, постійно вдосконалюються критерії передбачення його виникнення. В загальній проблемі руйнування твердих тіл, крихке руйнування займає особливе місце, оскільки на відміну від в'язкого являється найбільш небезпечним, тому що відбувається катастрофічно швидко під дією порівняно низьких навантажень.

Історично склалося, що науковим дослідженням проблеми руйнування займалася механіка суцільного середовища — розділ математики. І тільки в середині 20-го сторіччя до її вирішення приєдналися металознавці та металофізики, оскільки розвиток існуючих уявлень потребує розуміння фізичної природи руйнування.

Відомо, що більшість конструкцій руйнується в околі вершини концентраторів напружень, якими можуть бути як особливості форми конструкції, так і дефекти, що виникли під час її експлуатації — надрізи, гострі тріщини, тощо. В такому випадку, процес початку руйнування локалізується в гранично малому об'ємі біля концентратора напружень. Але місце і момент початку руйнування є випадковими величинами, спостерігається значна дисперсія значень номінальних характеристик руйнування (σ_{NF} чи K_{JC} та ψ_N), визначених експериментально. Тому дисертаційна робота Грищенка В.М. «Зв'язок локальних і номіна-

льних характеристик руйнування конструкційних сталей з ОЦК граткою в умовах концентрації напружень», направлена на встановлення більш точних закономірностей на базі фізичних уявлень про процес ініціювання крихкого руйнування в локальній області вершини концентраторів напружень, є актуальною.

Наукова новизна результатів.

В роботі розроблено фізичну модель, яка встановлює зв'язок між величиною локального напруження руйнування в неоднорідних силових полях, що створюються концентраторами напружень, та рівнем мінімального напруження крихкого руйнування металу, який визначається в умовах одновісного розтягу. Дослідження основних факторів, що визначають цей зв'язок та можливий ступінь перевищення локального напруження σ_f над рівнем крихкої міцності R_{MC} дозволили запропонувати нову характеристику k_v , яка на кількісному рівні дозволяє оцінити якість сталі, як конструкційного матеріалу. Встановлено, що явище перевищення величини локального напруження руйнування σ_f над рівнем крихкої міцності R_{MC} має принципово важливе значення, оскільки саме здатність матеріалу чинити опір руйнуванню в умовах концентрації напружень є основним показником високого рівня його службових характеристик. Тому в роботі вперше досліджені закономірності зміни ступеню перевищення σ_f над R_{MC} в залежності від міцності та структурного стану конструкційних матеріалів. Встановлено, що в загальному випадку при збільшенні рівня міцності, при переході від ферито-перлітних структур до структури мартенситу відпуску, показник якості матеріалу k_v монотонно зменшується, що дисертант пояснює зростанням інтенсивності генерування зародкових тріщин при переході до цих структур.

Розроблена оригінальна модель, що дозволяє розділити вплив на рівень локального напруження крихкого руйнування, як характеристик напружено-деформованого стану в вершині концентратора, так і структурного стану металу. В результаті, запропонована методика, яка дозволяє знаходити величину перевищення локального напруження руйнування над рівнем крихкої міцності

металу, що характеризує чутливість металу до окрихчуючої дії концентратора напружень і дозволяє класифікувати сталі за їх здатністю чинити опір крихкому руйнуванню при навантаженні в конструкції.

Практичне значення матеріалів дисертації.

Одним з вагомих науково-практичних результатів дисертаційної роботи є розробка методики експериментального визначення рівня крихкої міцності R_{MC} конструкційних сталей, яка не потребує проведення великої кількості випробувань при різних температурах, в тому числі рідкого азоту. Проблема ускладнюється і тим, що для більшості конструкційних сталей температура в'язко-крихкого переходу, за якої визначають рівень крихкої міцності R_{MC} , може знаходитись значно нижче температури кипіння рідкого азоту, тому процедура експериментального визначення R_{MC} потребує використання парів гелію, що суттєво підвищує вартість експериментів з визначення R_{MC} . За результатами проведених досліджень віднайдена така геометрія концентратора, яка забезпечує необхідний для реалізації крихкого руйнування сталей рівень жорсткості напруженого стану. При цьому, величина номінального напруження руйнування σ_{NF} зразка з таким концентратором ($\rho = 2$ мм.) з похибкою, яка не перевищує $\pm 5\%$, співпадає з рівнем крихкої міцності R_{MC} конструкційних сталей. Це значно спрощує методику визначення рівня крихкої міцності R_{MC} і дозволяє його визначати в заводських лабораторіях.

Вироблена методика визначення критичної температури крихкого руйнування зразка з концентратором напружень, яка дозволяє оцінити окрихчувальну дію концентратора напружень при постійній величині жорсткості напруженого стану. Це забезпечує можливість використання цієї методики, як для сталей низької міцності, так і для високоміцних сталей

Обґрунтованість та достовірність наукових результатів, висновків, рекомендацій.

Напрямок, мета і задачі досліджень сформульовано на підставі достатньо широкого літературного огляду сучасного стану фізичних уявлень щодо крихкого руйнування металів і конструкційних сталей, та особливостей ініціювання

крихкого руйнування в умовах сильно неоднорідних силових полів, створюваних концентраторами напружень.

До виконання роботи залучено широкий спектр сучасних методів та методик: серіальні низькотемпературні механічні випробування в розривних машинах, мікроструктурні і фрактографічні дослідження, експериментальні дані порівнювалися і поєднувалися з теоретичними розрахунками. Апаратура та обладнання, що використані в роботі пройшли метрологічну перевірку.

Важливим досягненням є апробація розроблених методик на реальних виробках.

Характеристика дисертації в цілому.

Дисертація складається із вступу, 6 розділів, висновків та списку використаних джерел. Повний обсяг дисертації становить 122 сторінки із врахуванням 60 рисунків та 8 таблиць. Робота оформлена у відповідності з вимогами Департаменту атестації кадрів міністерства науки та освіти України, ілюстрована якісними рисунками та фотографіями. Структура дисертації є логічною, в ній використано сучасну наукову термінологію. Стил ь викладення матеріалів досліджень та висновків забезпечує доступність та чіткість сприйняття, хоча в тексті зустрічаються декілька описок. Зміст дисертації достатньою мірою відображений у 5 наукових працях, з яких 4 статті у вітчизняних наукових виданнях згідно переліку наукових фахових видань України, затвердженого наказами МОН України, 1 стаття у виданні іноземної держави члена Європейського союзу, що входить до міжнародної бази наукових видань та реферується в базі даних Scopus. Результати роботи доповідались на 7 міжнародних конференціях та входять до відповідних збірників праць.

Автореферат оформлено згідно вимог. Він повною мірою відображає зміст дисертації.

В цілому дисертаційна робота Грищенка В.М. заслуговує позитивної оцінки. В ній розв'язана актуальна задача фізики металів, стосовно розробки фізичних уявлень щодо факторів, які визначають величину локального напруження ініціювання крихкого руйнування в околі концентратора напружень, розроблена методика його визначення, віднайдені закономірності зміни величини цього

напруження для конструкційних сталей та встановлений зв'язок його величини з номінальним напруженням руйнування.

Разом з тим, є декілька зауважень:

1. В тексті спочатку запропонована методика визначення критичної температури, за якої реалізується зв'язок між локальними та номінальними характеристиками руйнування, а потім аналізується можливість використання з цією метою критичної температури за Дж.Ноттом. Вважаю, що п'ятий розділ мав би починатись з аналізу існуючих критеріїв визначення критичної температури, зокрема загальної плинності.
2. При обробці результатів експериментальних досліджень не завжди давалась оцінка величини довірчих інтервалів їх значень.
3. На рис. 3.7 недостатньо, на мій погляд, експериментальних даних для встановлення кореляційної залежності, оскільки крихка міцність високоміцних сталей представлена лише 3 точками на графіку. На мою думку, додаткові результати могли б вплинути на вид залежності.
4. В роботі використовуються терміни «область локальної пластичної деформації» та “process zone”. Проте, із тексту дисертаційної роботи не зрозуміло чим, по суті, відрізняються ці області, тим більше, термін “process zone” варто було б замінити на український аналог – «область де ініціюється руйнування».
5. В тексті роботи є описки, терміни схожі на російські (наприклад, несівна здатність, стор. 86,) і скорочені (не загальноприйняті) терміни (σ_2 названий «глобальним» стор. 83). В списку скорочень відсутнє НДС — напружено-деформований стан.

Висновок: Дисертаційна робота Грищенка В.М. «Зв'язок локальних і номінальних характеристик руйнування конструкційних сталей з ОЦК граткою в умовах концентрації напружень» містить обґрунтовані теоретичні та експериментальні матеріали, які можуть бути охарактеризовані як успішне вирішення важливої наукової задачі, пов'язаної з розвитком уявлень про особливості процесу крих-

кого руйнування конструкційних матеріалів під впливом неоднорідних силових полів. Робота є закінченою кваліфікаційною науковою працею, а її автор Грищенко Володимир Миколайович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.01.13 – фізика металів.

Офіційний опонент,
доц. кафедри фізики металів
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка,
канд. фіз.-мат. наук



В.Г. Кудін

Підпис доц. Кудіна В.Г. засвідчую:

