

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ВТОМНОЇ МІЦНОСТІ ТОВСТОЛИСТОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ І НАПЛАВЛЕНИХ ДІЛЯНОК СУДНОКОРПУСНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Кобзарук О. В., Стальніченко О.І. (ОНМУ, м. Одеса, Україна)

Abstract: General principles are investigational and methodology of estimation of tireless durability of thick-sheeting elements and cook areas of shipping construction is worked out.

Останніми роками в машинобудуванні намітилася тенденція підвищення одиничних потужностей агрегатів, механізмів і машин. В деяких випадках розміри окремих елементів конструкції досягають десятків метрів, а їх вага – десятки сотень тонн, що робить монолітне виконання їх практично неможливим. Тому перед конструкторами і технологами виникають складні завдання створення крупних деталей і конструкцій шляхом з'єднання катаних, кованих і литих елементів зваркою, яка забезпечувала б рівномірність шва і основного металу при статичних, ударних і, особливо, циклічних навантаженнях.

Більшість корпусних конструкцій, як правило, працюють у контакті з агресивними робочими середовищами, переважно з корозійними. У зв'язку з електрохімічною неоднорідністю зварних з'єднань вплив корозійного середовища на працездатність зварних конструкцій особливо істотний [1]. Електрохімічна неоднорідність (ЕХН) разом з фізичною неоднорідністю (ФН) і механічною неоднорідністю (МН) є інтегральними характеристиками властивостей зварного з'єднання. У свою чергу вони визначаються [1]:

а) структурно-хімічною макро- і мікро-неоднорідністю металу; макро-неоднорідність пов'язана з наявністю литого металу шва, зони термічного впливу з серією перехідних структур і основного металу, що не підпадає до дії зварки; мікро-неоднорідність пов'язана з наявністю зерен, кордонів зерен, фаз, включень в межах кожної зони зварного з'єднання;

б) неоднорідністю напруженого стану пружно-пластичності, викликану нерівномірним розподілом залишкових пружних (І роду) і пластичних (ІІ роду) деформацій в зварному з'єднанні, а також концентрацією напруги і деформацій від зовнішнього навантаження у зв'язку з геометричною неоднорідністю зварного з'єднання;

в) геометричною неоднорідністю, пов'язаною з наявністю: зовнішніх дефектів форми шва (непроварів, підрізів, посилень, несплавів, тріщин і ін.); внутрішніх дефектів (тріщин, пор і ін.); конструктивних концентратів напруги, залежних від конфігурації зварного шва і типа зварного з'єднання (стикового, таврового, нахльосточного і т. д.).

У фундаментальних роботах, присвячених втомі зварних з'єднань, в основному, розглядаються питання звичайної, багатоциклової втоми [3-4], тоді як багато конструкцій, особливо корпусних, працюють в умовах значних низькочастотних навантажень, тобто при малоцикловому навантаженні.

Наприклад, при переміщенні судна відносно хвиль і під впливом сил інерції, викликаних хитавицею, основні зв'язки корпусу випробовують змінний вигин з порівняно невеликою частотою (10-12 циклів в хвилину). Значно повільніше змінюється напруга в корпусі, що з'являється в результаті наповнення і спорожнення відсіків або цистерн. Один цикл такого навантаження може займати великий проміжок часу. Разом з низькочастотною напругою корпус судна може випробовувати змінну напругу більш високих частот, наприклад, при дії на корпус ударів хвиль з частотою 40-120 кол/хв.

Вібрація судна за своїм характером може бути загальною, такою, що охоплює весь корпус, з характерною для неї порівняно низькою частотою або місцевою вібрацією окремих елементів корпусу, які стають «резонаторами» періодичних сил, що діють на корпус. При місцевій вібрації елементів корпусу судна з'являється напруга з великими амплітудами, що є причиною руйнування від втоми корпусних конструкцій на судах вітчизняної і зарубіжної споруди [5].

Лабораторні випробування малих зварних зразків недостатні для міркування про опір малоциклової втоми крупних натурних зварних з'єднань, оскільки моделювання останніх представляє значні труднощі в металургійному, технологічному, конструктивному, структурному і інших стосунках. У зв'язку з цим для надійної оцінки здатності зварних з'єднань, що несуть навантаження, експериментальні дослідження необхідно проводити в умовах і на зразках тих, що максимально наближаються до реальних. Для оцінки працездатності великотоннажних суднокорпусних товстолистових зварних конструкцій, у яких вага наплавленого зваркою металу при виготовленні обчислюються десятками тонн [6] (таблиця. 1), найбільш прийнятними умовами, як впливає з вищесказаного, є випробування на малоциклову втому вигином елементів натурних конструкцій у морській воді.

При цьому необхідно враховувати [7] існування певної відмінності у впливі випробувань в акваторії моря в морській воді, доставленій в лабораторії, і в середовищі, що моделює її, на працездатність елементів сталевих конструкцій. При короткочасних корозійних випробуваннях вода у відкритому морі значно агресивніше за свою модель і поступається їй в лабораторних умовах. Із збільшенням тривалості випробувань різниця в інтенсивності корозії сталі, в різних середовищах зменшується. Специфічні умови морської корозії, що викликають більш нерівномірні і глибокі ураження поверхні сталі, ніж при експозиції в морській воді в лабораторії, зумовлюють і меншу малоциклову витривалість зразків, витриманих в морі, в порівнянні з експонованими в лабораторії. В разі нетривалих випробувань на малоциклову корозійну втому, довговічність сталі в морській воді і в середовищах, що імітують її, практично однакова. При тривалих експериментах, обумовлених низькою частотою вантаження, виявляється тенденція до зниження довговічності сталі в агресивнішому середовищі (3,5 % розчин NaCl) порівняно з морською водою лабораторії.

Таблиця 1

Об'єм зварювальних робіт при виготовленні деяких типів суден [6]

Тип судна	Повна водотоннажність, Т	Вага металевого корпусу, Т	Вага наплавленого металу, Т
Рефрижераторне типу «Севастополь»	8910	1880	83,1
Танкер типу «Софія»	62500	9760	162,8

У даному дослідженні працездатність зварних суднокорпусних з'єднань оцінювалася на елементах натурних конструкцій в морській воді, що доставлялась в лабораторію. Експерименти проводили на суднокорпусних листових сталях завтовшки 5 і 20 мм. Випробування на малоциклову втому (МЦВ) здійснювали на установках вигином за жорсткою схемою навантаження з частотою 0,17 Гц.

Для роботи корпусних конструкцій найбільш характерний асиметричний цикл, з іншого боку, при симетричному циклі навантаження конструкції знаходяться в найбільш несприятливих умовах, а дія чинників, що негативно впливають на втомну міцність, виявляється максимально [7]. У зв'язку з цим випробування проводили як при

симетричному циклі ($R=-1$), так і при отнулевому ($R=0$). Амплітуда циклу задавалася величиною відносної деформації поверхні зразка, зміреної за допомогою тензорезисторів. У процесі випробувань контролювався момент зародження видимої макротріщини і загальна довговічність до руйнування. Зразки для випробувань вирізалися з натурних листів, оброблялися під зварку або наплавлення. Робоча поверхня листів була «чорною», тобто жодній обробці після прокату не піддавалася.

Відомо [3,4], що головною причиною, яка викликає різке зниження втомної міцності зварних з'єднань, є зовнішня концентрація напруги. У багатьох випадках це положення зберігає силу навіть за наявності досить істотних внутрішніх дефектів в металі шва. При аналізі втомних руйнувань зварних з'єднань у зв'язку з концентрацією

напруги використовують [3] теоретичний коефіцієнт концентрації напруги $\alpha_\sigma = \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_{\text{ном}}}$,

визначений в пружній області теоретичними розрахунками, на прозорих моделях, тензометруванням і т.д. Для втомного навантаження в області пружнопластичності значення α_σ є умовним, оскільки в розрахунках використовуються основні формули теорії пружності. У роботах по МЦВ зварних з'єднань застосовується коефіцієнт

концентрації деформації $\alpha_\epsilon = \frac{\epsilon_{\max}}{\epsilon_{\text{ном}}}$, який визначається зазвичай тензометруванням. У

пружній області $\alpha_\epsilon = \alpha_\sigma$, а в пружнопластичності має сенс лише α_ϵ , а $\alpha_\sigma < \alpha_\epsilon$, тому розрахунки на міцність зварних з'єднань по α_σ можуть привести до заниження деформацій, що діють. Визначення α_σ на зварних [8] з'єднаннях в області пружнопластичності тензометруванням можливо за наявності діаграм навантаження випробовуваного металу при аналогічній схемі напруженого стану, але це важкоздійснено у зв'язку з різними властивостями окремих зон зварного з'єднання [3].

$$K_{\text{еф}}(\sigma) = \frac{\sigma_{-1\text{осн.мет.}}}{\sigma_{-1\text{зв.}}}$$

У роботі [9] для випадку малоциклового навантаження за жорсткою схемою рекомендовано використовувати наступне умовне значення:

$$K_{\text{еф}}(\epsilon) = \frac{N_{\text{осн.мет.}}}{N_{\text{зв.}}}$$

Таблиця 2

Вплив типу зварного з'єднання на теоретичний і ефективний коефіцієнт концентрації напруги при втомі

Тип зварного з'єднання	Теоретичний коефіцієнт напруги		Ефективний коефіцієнт концентрацій $K_{\text{еф}}$ [3]
	[3]	[4]	
Стикове	1,32	1,1-1,8	1,4-2,4
Прикріплення прокату у стик	1,40	-	2,2-2,4
Прикріплення ребер жорсткості	1,55	1,7-2,6	2,2-3,0
Нахльосточні з'єднання з фланговими швами	2,33	2,0-2,2	3,2-5,0

У зв'язку з визначальним значенням для втомної міцності зварних з'єднань геометричної концентрації напруги, конструктивні методи її зниження полягають в раціональному проектуванні зварних конструкцій [2-4], створенням форм, що забезпечують мінімальну концентрацію напруги. Рекомендується ширше застосовувати стикові зварні з'єднання, що характеризуються мінімальною концентрацією напруги і що мають найбільшу втомну міцність (табл.2).

Таким чином, на основі результатів досліджень з відомої нам літератури, а також власних досліджень, розроблена методика оцінки втомної міцності товстостієвих елементів і наплавлених ділянок суднокорпусної конструкції з урахуванням впливу морської води і експлуатаційних факторів.

Список літератури: 1. Стеклов О.И. Прочность сварных конструкций в агрессивных средах.- М., Машиностроение, 1976, 200 с. 2. Кудрявцев И.В., Наумченков Н.Е. Разрушение сварных конструкций от усталости.- М., Машиностроение, 1976, 64 с. 3. Труфьяков В.И. усталость сварных соединений.- К., Наукова Думка, 1973, 216 с. 4. Кудрявцев И.Б., Наумченков Н.Е. Усталость сварных конструкций. – М., Машиностроение, 1976, 272 с. 5. Быков В.А., Разов И.А. Художникова Л.Ф., Циклическая прочность судостроительных сталей. - Л. Судостроение, 1968. 216с. 6. Бельчук Г.А. Сварные соединения в корпусных конструкциях. Л., Судостроение, 1969, 280 с. 7. Кобзарук А.В. Некоторые вопросы коррозионных свойств морской воды в сравнении с ее синтетическим аналогом. В сб. Материалы УШ конференции молодых ученых Физико-механического института АН УССР, Секция ФХММ, Львов, 1977, (Деп. В ВИНТИ, 16, Ш. 78 № 896-78). 8. Дослідження корозійної стійкості та корозійно-механічної міцності зварювальних з'єднань судно-корпусної сталі у морській воді. Звіт про науково-дослідну роботу 62-05 ДБ Одеського національного морського університету, 2007, 77 с. 9. Руденко В.П. Долговечность листовых материалов после устранения дефектов/ Физ.-хим.мех. материалов, 1975, № 6, с. 77-80.

ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ КАК СОЦИАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ФОРМИРОВАНИЯ ЛИЧНОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Кольцов С.В.

(Донецкий институт железнодорожного транспорта, Донецк, Украина)

Экономические неурядицы во все времена порождали упадок не только в производстве материальных благ, но неизбежно сказывались на в культурной образовательной и других сферах жизни. Когда значительная часть населения находится в очень сложном материальном и моральном положении (потеря ориентиров, неуверенность в завтрашнем дне), многие, а особенно это касается молодежи, обращают свои взгляды на престижные и высокооплачиваемые профессии. Уже минуло то время, когда большинство выпускников общеобразовательных школ желало стать инженерами, врачами или учителями. В то же время реалии жизни показывают, что для того, чтобы обеспечить свое будущее, нужно стремиться получить специальности других направлений. Особенный спрос среди молодежи сегодня имеют специальности менеджера, юриста, экономиста, специальности переводчика, психолога и т.п. Такая ситуация доминирует среди большей части населения и бытует мнение, что данные профессии автоматически обеспечивают высокий уровень материального дохода, предоставляют определенный социальный статус, позволяют быстро достичь благосостояния. Образование, в наше время, является достаточно