

УДК 621.721.052:539.4.014

Прохоренко О.В., Петренко В.В.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут». Україна, м. Київ

ПЕРЕМІЩЕННЯ ПРИ ЗВАРЮВАННІ ЕЛЕМЕНТІВ ОБШИВКИ СУДНА

Виконаний розрахунок методом скінчених елементів величини компонент вектора переміщень поздовжньої осі бортової секції обшивки судна. Проаналізовано вплив на величину залишкового переміщення трьох різних схем закріплення виробу під час зварювання. Визначені мінімальні і максимальні значення складових в осях координат вектора переміщень. За результатами розв'язку визначений варіант закріплення зварного з'єднання під час зварювання та охолодження, який запобігає витучуванню зварюваних елементів.

Ключові слова: бортова секція обшивки судна; метод скінчених елементів; загальні переміщення від зварювання

Вступ

Зварювання є ефективним високопродуктивним технологічним процесом створення нероз'ємних і герметичних з'єднань у суднобудуванні. Застосування зварювання дозволяє суттєво зменшити необхідний час для виготовлення судна завдяки оптимальному виконанню складально-зварювальних операцій. Однак, одним із найбільш важливих факторів, які впливають на ефективність його застосування, є формування під час зварювання тимчасових напружень, деформацій і переміщень, які після повного охолодження виробу переходять у залишкові і негативно впливають на експлуатаційні показники зварних виробів [1]. Переміщення і зміни геометричної форми зварної конструкції, спричинені температурними навантаженнями від зварювання, впливають на точність і технологічність виготовлення елементів обшивки судна.

Числове моделювання термодформаційних процесів під час зварювання є потужним інструментом для подолання необхідності проведення великої кількості експериментів, які спрямовані на забезпечення високої якості зварних з'єднань. Сучасні комп'ютерні технології дозволяють виконувати кількісну оцінку різних етапів процесу зварювання виробу. Числове моделювання дозволяє передбачати зміни в структурі матеріалу конструкції, визначати залишкові напруження, а також поздовжні і поперечні переміщення конструкції від зварювання.

Мета і задачі роботи

Зважаючи на ряд припущень у відомих аналітичних методах [1, 2] для спрощеного опису склад-

них нелінійних процесів пружно-пластичного деформування під час зварювання, неможливо забезпечити задану точність визначення величини залишкових переміщень поздовжньої осі зварної конструкції. Наявність таких переміщень у конструкції даного типу призводить до погіршення стикування крайків при послідовному зварюванні секцій, неможливості приварювання ребер жорсткості через наявність прогину і підвищення вірогідності втрати стійкості в елементах конструкції. Тому задача числового моделювання залишкового напружено-деформованого стану зварної конструкції з метою визначення складових компонент вектора переміщень зварної бортової секції обшивки судна є актуальною

Основна частина

В даній роботі виконаний розрахунок переміщень при зварюванні в стик листів бортової секції обшивки судна до зварювання ребра жорсткості і шпангоутів з секцією. Числове моделювання виконане методом скінчених елементів для двостороннього стикового симетричного з'єднання (рис. 1) розмірами 3000×2280×10 мм із сталі St.52 [3] з прямолінійним зварним швом без термічної обробки після зварювання у активному захисному газі на погонній енергії 1312,5 Дж/мм.

Параметри кінцево-елементної моделі: кількість вузлів – 95055, кількість 3D-елементів – 71912. Граничні умови задавали для трьох варіантів зварювання виробу: варіант № 1 – жорстке закріплення (заборона переміщень вздовж осей X, Y, Z) вузлів у 4-ох кутах моделі під час зварювання і охолодження, варіант № 2 – модель не закріплена під час

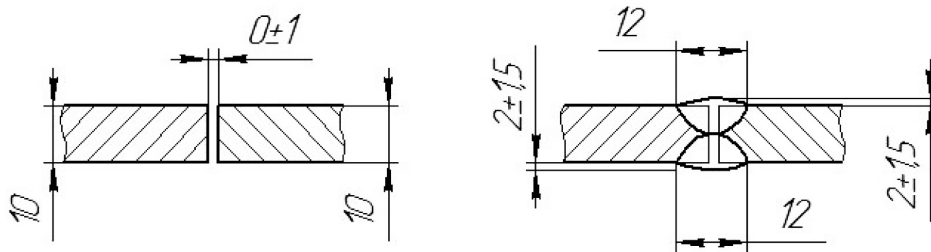


Рис. 1. Поперечний переріз зварного з'єднання С7 за ГОСТ 14771-76

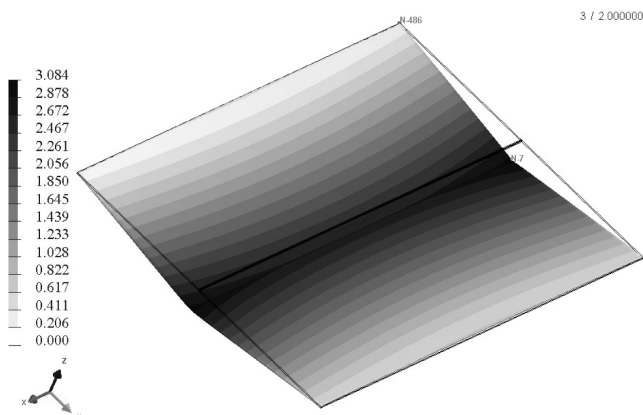


Рис. 2. Поперечний переріз зварного з'єднання С7 за ГОСТ 14771-76

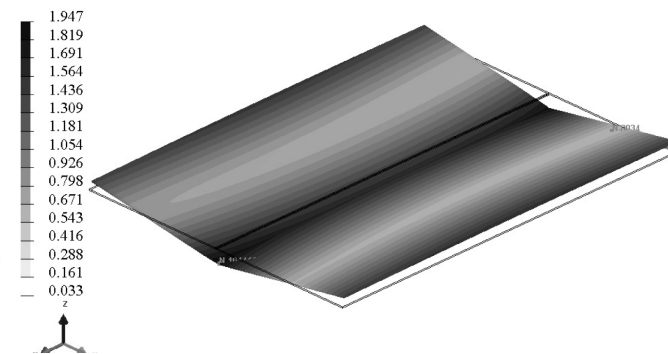


Рис. 3. Поля загальних переміщень вузлів для варіанту закріплень № 2

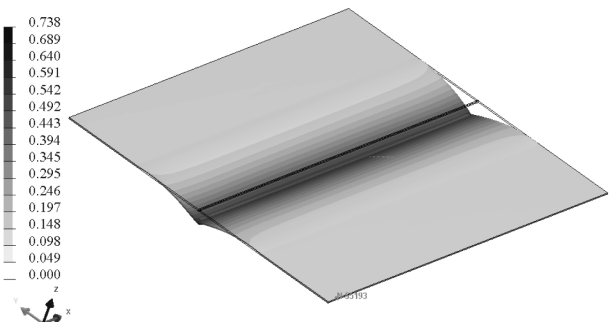


Рис. 4. Поля загальних переміщень вузлів для варіанту закріплень № 3

зварювання і охолодження; варіант № 3 – вузли жорстко закріплені на базі 1080 мм (по 540 мм ліворуч і праворуч від осі шва). Результатом розрахунків є побудовані поля загальних переміщень для різних варіантів закріплень, наведені на рис. 2-4, а також мінімальні і максимальні значення складових в осях координат вектора переміщень поздовжньої осі зварного з'єднання (табл. 1).

З рис. 2-4 видно, що після зварювання та охолодження на торцевих стиках утворюються місцеві переміщення - «будиночки» [2], зумовлені нерівномірним по довжині шва поперечним скороченням для варіантів закріплень № 1, 2, 3 завбільшки 0,162 мм, 0,452 мм і 0,15 мм відповідно.

Таблиця 1.

Максимальні і мінімальні величини складових вектора переміщень

Варіант закріплення	Поздовжні ХХ переміщення, мм		Поперечні УУ переміщення, мм		Прогин конструкції ZZ, мм		Загальні переміщення, мм	
	min	max	min	max	min	max	min	max
Варіант №1	0,016	0,243	0,11	0,162	0,015	3,079	0	3,084
Варіант №2	0,001	0,265	0,022	0,452	0,065	1,912	0,033	1,947
Варіант №3	0,019	0,282	0,010	0,150	0,020	0,738	0	0,738

Висновок

З аналізу виконаних розрахунків можна зробити наступний висновок – найменші 0,738 мм загальні переміщення спостерігаються при варіанті закріплення №3, оскільки саме для цього варіанту закріплень більша площа заготовок знаходиться в жорсткому закріпленні під час зварювання на відміну від варіантів №1 та №2. Таким чином, даний варіант можна рекомендувати для подальшого приварювання шпангоута і ребер жорсткості.

Література

- [1] Кузьминов С.А. Сварочные деформации судовых корпусных конструкций. – Л.: Изд. «Судостроение», 1974. – 286 с.
- [2] Гатовский К.М., Кархин В.А. Теория сварочных деформаций и напряжений. Учеб. пос. Ленингр. кораблестр. ин-т, 1980. – 331 с.
- [3] DIN 17100-1980 Steels for General Structural Purposes. Quality Standard.

Prokhorenko D.V., Petrenko V.V.

National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute». Ukraine, Kyiv

DISPLACEMENTS AT WELDING SHEATHING SECTION OF THE SHIP

The calculation by finite element displacement vector component values of the longitudinal axis of the casing sections board ship. The effect on the magnitude of the residual displacement of three different schemes fixing structure during welding. The minimum and maximum values of the components of the displacement vector are defined. As a result of solving certain variant fixing weld during welding and cooling, which prevents the buckling of the welded elements.

Keywords: board sheathing section of the ship; finite element method; total welding displacement

References

- [1] Kuz'minov S.A. Svarochnye deformacii sudovyh korpusnyh konstrukcij. – L.: Izd. «Sudostroenie», 1974. – 286 s.
- [2] Gatovskij K.M., Karhin V.A. Teorija svarochnyh deformacij i naprjazhenij. Ucheb. pos. Leningr. korablestr. in-t, 1980. – 331 s.
- [3] DIN 17100-1980 Steels for General Structural Purposes. Quality Standard.