

УДК 629.5.023

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОПУЛЬСИВНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ МАЛИХ СУДЕН З ПОЛІЕТИЛЕНУ ВИСОКОЇ ЩІЛЬНОСТІ**Кузнєцов А.І.***кандидат технічних наук,**доцент кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна.**anatoly1954.kuznetsov@gmail.com,***Лисицький І.В.***магістрант кафедри будівельної механіки та
конструкції корпусу корабля**Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна.**igor.lisitsky@gmail.com*

Анотація. Запропоновано напрями подальших досліджень щодо проектування корпусних конструкцій із поліетилену високої щільності для малих суден. Проведено моделювання здатності конструкції транця малого судна з HDPE витримувати упор при прийнятних параметрах конструкцій без додаткових підкріплень.

Ключові слова: малі судна, корпусні конструкції, пропульсивні комплекси, вимоги до проектування, поліетилен високої щільності, стандарти ISO.

Вступ. Останнім часом динамічно розвивається флот малих суден із конструкціями з поліетилену високої щільності (HDPE). У той же час виникає чимало питань при проектуванні їх конструкцій, особливо, конструктивного забезпечення деяких типів пропульсивних комплексів щодо їх суміщення з такими корпусними конструкціями.

Складність пов'язана з наявністю особливостей конструктивного матеріалу, що розглядається. Докладно особливості матеріалу наведено у роботі [1]. Головними особливостями, що впливають на архітектуру та необхідні розміри конструкцій з HDPE є високий коефіцієнт температурного розширення матеріалу та його відносно мала жорсткість.

Більшість малого флоту з такими конструкціями представлена швидкісними суднами з підвісними двигунами. Установка таких двигунів на транцях не викликає проблем.

Певна податливість транця у цьому разі не впливає на експлуатаційні характеристики судна. Деякі труднощі при визначенні міцних розмірів конструкцій становить відсутність прямих вимог до проектування конструкцій з HDPE у вітчизняних Правилах Регістру судноплавства України та стандартах ISO групи Small Craft.

Рекомендації Турецького Ллойду [2] не вирішують проблеми. У даному випадку можна скористатися результатами роботи [3].

Інша картина виникає при встановленні пропульсивних комплексів з кутовими колонками та гвинтових прямовальних пропульсивних комплексів з двигуном усередині корпусу.

Мета роботи полягає у виявленні напрямів дослідження корпусних конструкцій з HDPE з метою адаптації даного матеріалу до створення малих суден із різними пропульсивними комплексами.

Основна частина. Конструювання корпусів малих суден із HDPE потребує окремого розгляду. Якщо для традиційно застосовуваних матеріалів є певні вимоги до конструктивного забезпечення у вигляді типових вузлів з конкретними необхідними параметрами, то конструктивне забезпечення елементів корпусних конструкцій з HDPE на даний момент відсутнє. Певною мірою можлива адаптація до застосування конструктивів з інших матеріалів,

що підтверджується поточною практикою проєктування. Окремим питанням застосування пропульсивних комплексів є встановлення водометних рушіїв.

Складність полягає в тому, що сприйняття корпусними конструкціями упору від джета передбачається за контуром його приєднувальних розмірів, див. Рис 1. При цьому, транцева плита Джета викликає згинальні навантаження у площині транця ($A \times B$), а днищова плита Джета передає навантаження від упору осевого характеру в площині днища ($C \times A$).

Однак, особливістю матеріалу є нездатність до сприйняття скільки-небудь значних зусиль від упору у площині днища, тому весь упор має сприйматися транцем.

Таким чином, при проєктуванні виникає задача:

- забезпечення здатності конструкції транця витримувати упор при прийнятних параметрах конструкцій без додаткових підкріплень.

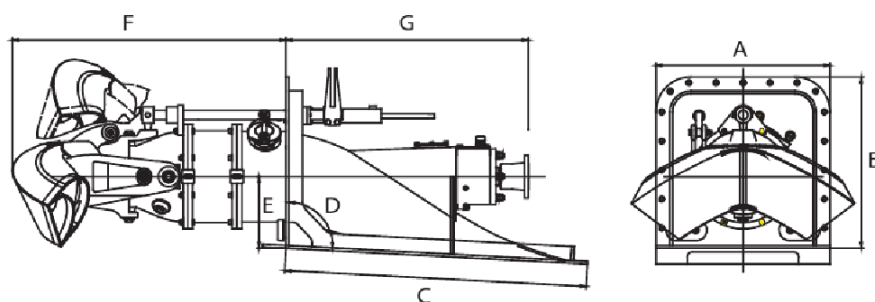


Рис.1 Встановлення водометного рушія у корпусі судна

Задача вирішувалась у програмному середовищі Ansys workbench методом скінчених елементів. Допустимі напруження приймалися наступні – див. Табл.1

Табл. 1

Матеріал	HDPE
σ_y, MPa	25
σ_d, MPa	22,5

Розрахункове навантаження від дії упору водометного двигуна потужністю 1100 кВт для максимальної швидкості близько 40 вузлів дорівнює 40 кН. Розрахунок проводився для прийнятної товщини пластини транцю 40 мм.

За результатами розрахунку максимальні деформації склали 112 мм, див. Рис. 2, максимальні еквівалентні напруження за Мізесом дорівнюють 47 МПа, Рис. 3, що суттєво перевищує рівень допустимих напружень для даного матеріалу.

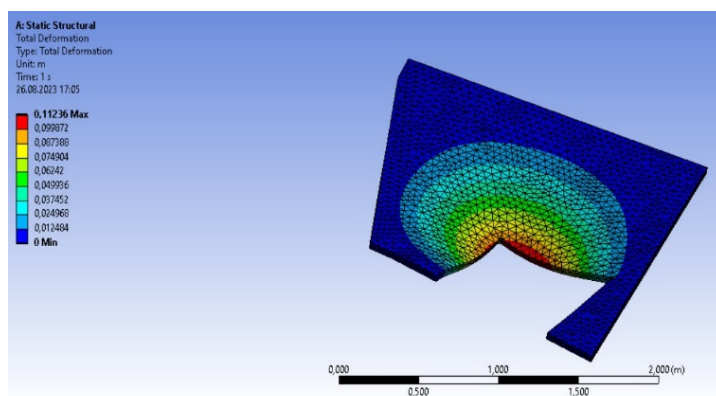


Рис. 2

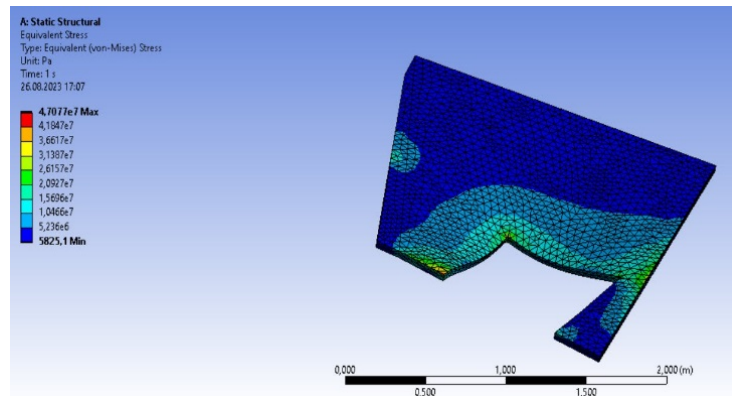


Рис. 3

Висновки. За результатами дослідження встановлено, що забезпечення здатності конструкції транця витримувати упор при прийнятних параметрах конструкції неможливе, оскільки напруження, що виникають від дії упору водометного двигуна суттєво перевищують допустимі напруження для даного матеріалу при реально можливих товщинах панелей транцю. Тому, поставлена задача має вирішуватись шляхом встановлення додаткових підкріплень.

У подальшому дослідженні, також, підлягає розгляду задача забезпечення механічного кріплення плити джета до обшивки днища при допущенні горизонтальних зміщень від упору (податливість транця +/-) та непроникності кріплення.

Крім того, складнощі при проектуванні можуть виникнути через можливі досить значні зміни в процесі експлуатації лінійних розмірів конструкцій пов'язаних зі зміною температурного режиму.

На даний час, поширення набув поліетилен чорного кольору, найбільш придатного в цілях протидії ультрафіолетовому випромінюванню. (см. [1]). У певних умовах, таких як, наприклад, у Гвінейській затоці, палубні конструкції можуть нагріватися до температури $+50^{\circ}\text{C}$ і вище, а конструкції днища в цей же час можуть мати температуру $+12^{\circ}\text{C}$ за рахунок апвелінгу. Тобто, градієнт температури може бути близько 40°C . За цих умов корпус судна отримає перегин.

Тому, необхідні дослідження температурного впливу на загальний поздовжній вигин корпусу.

Окремо, у подальшому, підлягає розгляду питання концентрації напружень для HDPE.

Література

- [1]. Грабенко, А. А. Кузнєцов, А. І. Особливості застосування поліетилену низького тиску в якості матеріалу корпусних конструкцій малих суден. Збірник наукових праць НУК №2, 2021, с.3-7.
- [2]. Turk Lloyd. Tentative Rules for polyethylene crafts. [Text] / 2002. – 9p.
- [3]. Lysytskyi I.V., Kuznetsov A.I. Ways of standardizing HDPE hull structures parameters for small vessels. *Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова*. № 2 (491). 2023. С. 44-54.

FEATURES OF THE APPLICATION OF PROPULSION COMPLEXES FOR SMALL VESSELS MADE OF HIGH DENSITY POLYETHYLENE

Kuznetsov Anatoliy Ivanovych., Cand. Sc. (Technology), associated professor

Lysytskyi Igor Viktorovych, graduate student

National University of Shipbuilding, Mykolaiv

Abstract. Directions for further research on the design of hull structures made of high-density polyethylene for small ships are proposed.

Modeling of the ability of the transom structure of a small vessel made of HDPE to withstand a thrust with acceptable structural parameters without additional reinforcements was carried out.

Keywords: small vessels, hull structures, propulsion complexes, design requirements, high density polyethylene, ISO standards.

УДК: 629.5

ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ CFD МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ УТОЧНЕННЯ ЗНАЧЕННЯ УПОРУ РУШІЯ В КОСОМУ ПОТОЦІ

Грудініна Г. С.

*кандидатка технічних наук, викладачка кафедри електричної інженерії суднових
та роботизованих комплексів*

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

hanna.hrudinina@nuos.edu.ua

Анотація. Методом математичного моделювання проведено дослідження гідродинамічних параметрів рушійно-кормового пристрою автономного ненаселеного підводного апарату (АНПА). Отримано залежності упору рушійних пристроїв типу гребний гвинт в поворотній насадці та гвинтова поворотна колонка при роботі в косому потоці води. В роботі пропонується виконати розрахунок гідродинамічних параметрів рушійного пристрою засобами Flow Vision.

Ключові слова: автоматична система керування, автономний ненаселений підводний апарат, рушійно-кормовий пристрій, упор рушій.

Мета та актуальність роботи. Метою роботи є отримання уточненого значення упору рушійно-кормових пристроїв при роботі в косому потоці води шляхом математичного моделювання.

Актуальність роботи полягає у необхідності підвищення якості стабілізації швидкості руху ненаселених підводних апаратів, що рухаються за заданою траєкторією, під час виконання місії.

Основна частина. Упор рушійно-кормового пристрою (РКП) є головною рушійною силою АНПА. В залежності від конструктивних особливостей рушіїв з гребними гвинтами загальний упор складається з упору гвинта та упору керма, прямої або поворотної насадки. Дані типи рушіїв широко застосовуються на АНПА малого і середнього класів для забезпечення апаратів необхідною тягою та маневреністю. Очевидно, що для підвищення точності керування такими апаратами необхідно мати більш детальне уявлення про залежність упору рушій від зовнішнього впливу, а саме швидкості та кута потоку, що набігає на рушій.

Взагалі, для визначення упору рушіїв було проведено велику кількість експериментальних досліджень з використанням дослідних басейнів та обладнання, але таке дослідження носить досить обмежений за можливостями та собівартістю характер. Однак, використання математичної моделі АНПА з відомими параметрами РКП, робить дану задачу більш універсальною, доступною для швидкого дослідження параметрів рушіїв того ж класу. Також, під час розробки системи автоматичного керування АНПА може виникнути необхідність отримати уточнені дані для окремих діапазонів керування. В таких випадках доцільно застосування програмних продуктів з можливостями поєднання конструктивних параметрів рушіїв та моделей турбулентних потоків рідини, до таких належать засоби Computational Fluid Dynamics (CFD) моделювання.

Дослідження упору гребного гвинта в поворотній насадці в косому потоці води. Поворот насадки на деякий кут призводить до відхилення потоку, що набігає на гвинт, та зменшення