Секція: ВАЖЛИВІ АСПЕКТИ ПРАКТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ЗДОБУТКІВ СУЧАСНОЇ НАУКИ І НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ

УДК 629.128.72: 539.4

В.Л. Алексенко., А.В. Букетов, В.Г. Кулініч, С.А. Сметанкін, В.В. Соценко, К.Ю. Юренін
Херсонська державна морська академія, Україна

ВПЛИВ БЕТОНУ НА РОБОТУ РОЗТЯГНУТОЇ АРМАТУРИ ПРИ ЗАГАЛЬНОМУ ЗГИНІ КОМПОЗИТНОГО ДОКА

V. Aleksenko., A. Buketov Dr. Prof.., V. Kulinich, S. Smetankin, V. Sotsenko, K. Yurenin

THE CONCRETE'S INFLUENCE ON THE OPERATION OF TENSILE REINFORCEMENT WITH A COMPOSITE DOCK'S GENERIC BENDING

Вступ. Плавучі композитні доки зі сталевими вежами і залізобетонним понтоном володіють однією з найбільш цінних експлуатаційних властивостей – їх змочена поверхня, що постійно знаходиться нижче ватерлінії, не піддається корозії і з часом лише набирає міцність. Україна володіє унікальним виробництвом подібного роду стаціонарних споруд – залізобетонних і композитних доків, дебаркадерів, плавучих майстерень, плавучих готелів та причалів. Це херсонський завод «Паллада», який отримав перше за багато років державне замовлення, про що 20 серпня 2020 року під час презентації Стратегії розвитку регіону, яка відбулася за участю Президента України, заявив голова Херсонської ОДА.

Об'єктом дослідження є композитний док проекту 19540 зі сталевими вежами і складовим (розрізним) залізобетонним понтоном, побудований і випробуваний на підприємстві «Паллада».

Мета роботи – експериментальна перевірка методики розрахунку [1] напружено-деформованого стану (НДС) на міделі та в районі розрізання понтона, а також ширини приєднаних пасків стапель-палуби і обшивки днища, причому в даному повідомленні аналізуються лише результати тензометрування в площині мідель шпангоута.

Результати. При здавальних випробуваннях дока були виміряні параметри НДС в 50 точках його конструкцій. Що дозволило оцінити його міцність при океанській перегонці на Далекий Схід. Вимірювання виконані з використанням електротензометрування (на сталевих конструкціях) і датчиків деформацій на базі мікрометричних вимірювачів (залізобетон). Корпус дока розраховувався методом кінцевих елементів (МКЕ) за вперше запропонованою розрахунковою схемою *неоднорідної пластини з поясами підвищеної жорсткості на рівнях палуб і днища*, що стало компромісом між традиційним розрахунком НДС так званого еквівалентного бруса (що включає всі поздовжні зв'язки корпусу, які мають достатню протяжність) по балочній теорії і повномасштабним застосуванням МКЕ. Такий підхід забезпечив можливість обліку переривчастого характеру поздовжніх зв'язків корпусу (зовнішні і внутрішні борти в районі розрізання понтона) при радикальному скороченні обсягу вихідних даних і масивів результатів обчислень. В районі розрізання також враховувалися поперечний набір і жорсткість транців. Зіставлення результатів розрахунку і експерименту показало їх задовільну відповідність.

На рис. 1а представлена епюра нормальних напружень в міделевому перетині дока при перегині, де залізобетон понтона працює на стиск та результати розрахунку і по балочній теорії, і по МКЕ, з прийнятною для практики точністю збігаються з результатами проведеного експерименту. На рис. 1б суцільною лінією зображена аналогічна епюра в цьому ж перерізі, отримана експериментально при прогині і

пунктиром традиційним розрахунком, коли припускають, що бетон в розтягнутій зоні практично не працює. Обидві епюри є практично лінійними, що характерно для міделевих перетинів суден взагалі. Однак такий розрахунок погано узгоджується з результатами вимірювань (розбіжність 45%), які так само розташовуються уздовж деякої прямої. У той же час, отримані експериментальні значення вельми надійні – продубльовані в 4-х точках топ-палуби, 2-х точках галереї на позначці 12,2 *м* і в 5 точках по стапель-палубі. В останньому випадку досить чітко зафіксована нейтральна лінія, що проходить поблизу стапель-палуби. Це свідчить про істотний вплив бетону на жорсткість розтягнутих залізобетонних частин корпусу.

У результаті трапляється нагода на підставі експериментальних даних редукувати наведену площу бетону, яка зазвичай враховується лише при розрахунках на стиск [2,3] і уточнити роботу арматури в розтягнутій зоні.

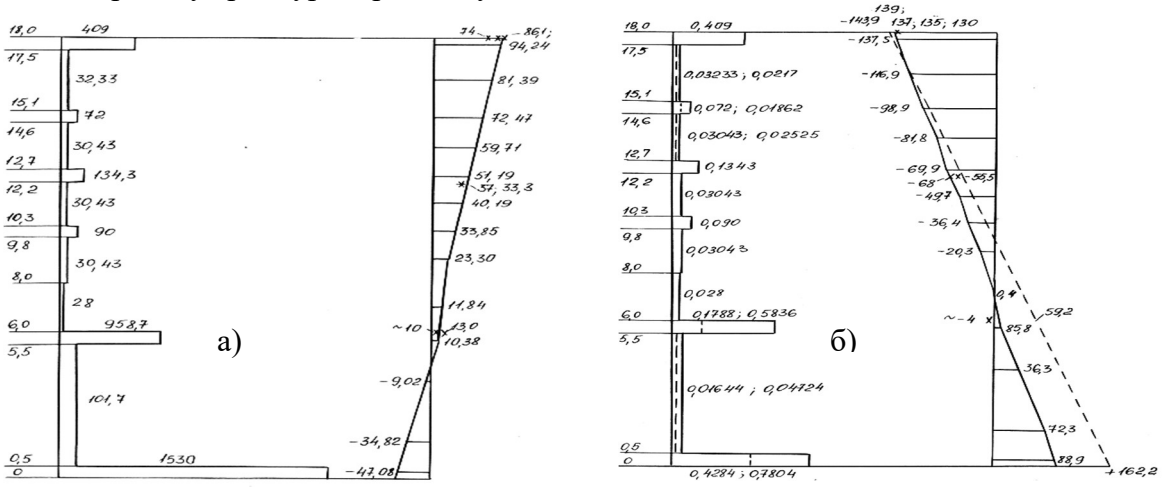

Рисунок 1. Еквівалентний брус і нормальні напруги σ_x (МПа) у площині міделя-шпангоута від загального згину дока при перегині (а) і при прогині дока (б)

Висновки та рекомендації. В результаті проведених досліджень встановлено, що дані розрахунку дока проекту 19540 за запропонованою методикою знаходяться в задовільній відповідності до даних експерименту, отриманих при випробуваннях його загальної міцності. Підтверджено істотна роль бетону в роботі арматури на розтяг і виконана її чисельна оцінка.

Робота бетону на розтяг у складі конструкцій суднового корпусу в даний час недостатньо вивчена і залежить як від параметрів НДС, так і від конструктивних, масштабних, тимчасових та інших чинників. У вирішенні подібних проблем завжди був ефективний феноменологічний підхід. У зв'язку з чим пропонується систематично проводити вимірювання НДС доків та інших плавучих споруд (залізобетонних і композитних) у процесі їх здавальних випробувань, коли витрати на організацію експериментальних досліджень мінімальні.

Обробка таких вимірювань дозволить дати обґрунтовані рекомендації по редукуванню бетону в залежності від вищезазначених факторів і в кінцевому підсумку знизити масу конструкції.

Література

1. Исследование прочности корпуса композитного дока с концевыми понтонами при эксплуатации и перегоне. Отчет по договору № 2.1.Пр.180 с ЦКБ "Изумруд", НКИ им. адм. С.0. Макарова, Николаев, 1990.

2. Синцов Г.М. и др. Конструкция и прочность железобетонных судов. Л., Судостроение, 1969, 384 с.

3. Правила постройки корпусов морских судов и плавучих сооружений с применением железобетона. Российский Морской Регистр Судоходства, // С-Пб, 2000.- 84 с.