

**Професія : Складальник корпусів металевих суден.
Електрозварник ручного зварювання.
група 211
29.04.2020 (опрацювати до 06.05.2020)
Завдання: скласти конспект**

Тема уроку № 8: Міцність суден

Міцність корпусу судна, хоч і не є безпосередньо морехідною якістю судна, дуже важлива для безпечної експлуатації.

Судно і всі його складові не повинні ламатися чи змінювати свою форму від тих сил, які на них діють. Сили ці найрізноманітніші - вага складових маси судна, тиск води та вітру на зовнішню обшивку судна, удари хвиль, сили інерції при хитавиці, зусилля від якірного ланцюга чи швартовного тросу і багато інших.

Міцність корпусу поділяють **на загальну і місцеву. Загальна міцність** - це міцність всього судна, як балки змінного по довжині поперечного перерізу, що врівноважує всі діючі на судно сили. **Місцева міцність** - це міцність окремих елементів корпусу судна.

З точки зору будівельної механіки корпус судна - це балка, складена з вертикальних та горизонтальних повздовжніх елементів, які тягнуться на значну по довжині частину судна. На цю балку зверху діють сили ваги корпусу, механізмів, пристроїв, та сили ваги всіх вантажів судна, що входять в дедвейт. Знизу на балку діють сили підтримки - сили тиску води на підводну частину судна. Сили ваги і сили підтримки загалом по судну врівноважені. Але якщо взяти якусь окрему частину судна, то на ній переважають або сили ваги, або сили підтримки. В результаті в кожному перерізі судна діють сили, що перерізають судно і згинаючі моменти. Відповідно в кожній точці перерізу виникають дотичні і нормальні напруження. Міцність судна згідно з вимогами Класифікаційних товариств розраховують в конструкторських бюро для найбільш небезпечних випадків, що можуть трапитися при експлуатації судна.

Тому поломка судна в нормальних умовах експлуатації малоімовірна. Але на старих суднах, корпус яких схильний до дії корозії, поломки судна можливі.

Судно, як балка, може прогинатися або перегинатися. Судно прогинається на тихій воді тоді, коли найбільше вантажу розміщено в середині судна. Якщо вантаж зосереджений по кінцях судна, то судно перегинається. До того ж, якщо при хвилюванні судно потрапить на вершину хвилі, то перегин збільшиться. Так само, якщо судно потрапить на підшову хвилі і вантаж зосереджений в середині судна, буде значний перегин.

Місцева міцність - це міцність окремих складових судна.

З точки зору міцності елементи корпусу судна діляться на пластини і балки.

Пластина - це елемент, в якого висота (товщина) значно менша ніж ширина і довжина.

Балка - це елемент, який гнеться і в якого довжина значно більша за ширину і висоту.

В свою чергу балки і пластини при з'єднанні між собою утворюють рами або перекриття.

Рама - це плоска конструкція, де балки між собою з'єднані під деяким (найчастіше прямим) кутом.

Перекриття - це об'ємна конструкція, де балки йдуть в двох напрямках. Теж здебільшого під прямим кутом. Найбільш складним перекриттям є днище, де повздовжні балки - вертикальний кіль і днищеві стрингери, а поперечні - флори.

Перекриття взаємно пов'язані і опираються одне на одне. Перекриття днища опираються на борти і поперечні переборки. Бортові перекриття опираються на днище, поперечні переборки і палубу. Палубне перекриття опирається на поперечні переборки і борти. Перекриття поперечних переборок опираються на борти, палубу і днище.

Всі повздовжні елементи корпусу (зовнішня обшивка, настил палуби,

настил подвійного дна, вертикальний кіль, стрингери, карлінгси, повздожні ребра жорсткості) вкупі розглядаються як єдина балка висотою, що дорівнює висоті судна, і шириною, що дорівнює ширині судна. Ця сукупність повздожніх елементів в будівельній механіці має назву **еквівалентний брус**.

Коли судно згинається, то елементи еквівалентного бруса або розтягуються, або стискаються. При перегині судна розтягуються елементи палуби, а елементи днища стискаються. При прогині судна навпаки - палуба стискається, днище розтягується.

В науці про міцність є таке поняття - **стійкість** (по рос. **устойчивость**). Це є здатність конструкцій сприймати стискаючі зусилля. Якщо елемент не сприймає (або майже не сприймає) стискаючих зусиль, то його називають **гнучким**. Гнучкість елемента залежить в першу чергу від його довжини. Чим довжина більша, тим елемент гнучкіший. Гнучкість також залежить від площі поперечного перерізу та його форми. Чим площа поперечного перерізу більша, тим елемент менш гнучкий.

Форма поперечного перерізу теж дуже впливає на стійкість елемента. Якщо ви візьмете лист жести і почнете його стискати, то побачите, що він майже не сприймає стискаючих зусиль (гнеться). Але якщо ви цей лист звернете в трубку та ще й спаяєте стик, то побачите, як сильно збільшилася його стійкість. Залізні (а потім сталеві) судна почали будувати в першій половині 19-го століття. Менш ніж 200 років тому. До цього часу будували тільки з дерева. Товщини дощок, якими обшивали набор, були значними і проблеми стійкості не виникало. Та й довжини суден тих часів були значно менші, ніж зараз. Коли почали обшивати судно тонкими металевими листами, то почали траплятися поломки із-за того, що ці листи не сприймають стискаючих зусиль. Як вийшли з цього? Почали підкріплювати листи повздожніми ребрами жорсткості. Так з'явилася **повздожня система набору** судна. Крайні, найбільш навантажені листи, а це настил верхньої палуби та листи подвійного дна, підкріплюють повздожніми ребрами жорсткості.

Ще є одна проблема міцності судна. Вона називається концентрація напружень.

Напруженням називають силу, яка приходить на одиницю площі поперечного перерізу елемента. Одиниця виміру напружень в системі СІ - **паскаль (Па)**. Це сила в один **ньютон**, яка припадає на 1 м^2 . Паскаль дуже мала величина і здебільшого за одиницю напруження приймають **мегапаскаль (МПа)**. В метричній системі напруження в 1 кгс (кілограм сила) на 1 см дорівнює приблизно 0,1 МПа. Якщо ви під час дощу подивитесь, як тече вода по вулиці і кинете в цю воду камінець, то побачите, що вода, обтікаючи, забурлить в цьому місці. Щось подібне відбувається в конструкціях навколо вирізів. Напруження по кромці вирізу значно більші, ніж середні в конструкції. Поки вчені не навчилися боротися з цим явищем, бували аварії і навіть страшні - судна переламувалися навпіл.

Як борються з цим явищем? В найбільш напружених елементах корпусу (наприклад в палубному стрингері) забороняється робити вирізи. Вирізи роблять або круглими, або овальними. Якщо овальними, то довгою віссю вздовж судна. Кути великих вирізів, наприклад кути вантажних люків, закругляють. Окрім того вчені-металурги розробили такі суднобудівні сталі, які не тільки добре зварюються, але й мало чутливі до всіляких надрізів.

В судових умовах контроль загальної міцності судна здійснюють, обраховуючи сумарний статичний момент мас дедвейту відносно середини судна. При цьому відстань вантажу до середини судна як в носовій, так і в кормовій частині судна приймається позитивною. Якщо $\sum P_i \cdot X_i$ значна, то судно перегинається. Якщо незначна - прогинається. Цей принцип закладений в комп'ютерну програму перевірки загальної міцності судна, яка є на переважній більшості суден.