

## ОСОБЛИВОСТІ ПАРАМЕТРИЧНОГО ПРОЄКТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ КОМПОЗИТНОГО ПЛАВУЧОГО ДОКУ

**Кириченко К. В.**, аспірант кафедри суднобудування та ремонту суден Херсонської філії Національного університету імені адмірала Макарова, <https://orcid.org/0000-0002-0974-6904>

**Яглицький Ю. К.**, к.т.н., доцент кафедри суднобудування та ремонту суден Херсонської філії Національного університету імені адмірала Макарова, <https://orcid.org/0000-0002-4865-0411>

**Щедролюсєв О. В.**, д.т.н., проф., завідувач кафедри суднобудування та ремонту суден Херсонської філії Національного університету імені адмірала Макарова, <http://orcid.org/0000-0001-7972-3882>

*У статті проаналізовано використання методики автоматизованого проєктування при проєктуванні технологічних процесів (ТП) побудови плавучого дока шляхом декомпозиції складних об'єктів на окремі підсистеми. Розробка найкращого варіанту ТП є передумовою для вирішення технічних, економічних і організаційних задач у конкретних виробничих умовах. Тому виникає необхідність у новому підході до проєктування ТП - моделюванні й автоматизованому проєктуванні (АП).*

*Системний підхід у АП передбачає декомпозицію корпусу дока на окремі складові й забезпечує спрощення вирішення проєктувальних завдань. При розробці систем АП поняття «моделювання» використовується як умовна розрахункова схема. Це поняття визначає також систему залежностей – математичну модель, яка складається відповідно з умовною розрахунковою схемою. Наведено структурні схеми процесу автоматизованого параметричного проєктування (АПП) конструкцій дока та структурно-логічні схеми процесу проєктування конструкцій корпусу дока. Розкрито основні принципи організації АПП докових конструкцій.*

*Основними структурними елементами АПП є геометричне і конструктивне моделювання корпусу дока. Саме рішення задач геометричного і конструктивного моделювання дозволяє забезпечити ефективне АПП конструкцій.*

*Показано, що, використовуючи інноваційні комп'ютерні технології, необхідно проєктувати корпусні конструкції, орієнтуючись не тільки на економічні критерії. Наприклад, одним з найбільш важливих показників якості проєктування є забезпечення міцності конструкцій. У статті представлено алгоритм розрахункового проєктування конструкцій корпусу судна з урахуванням вимог забезпечення міцності.*

*Рішення завдання проєктування безпосередньо пов'язано з визначенням мінімальної маси корпусу. При вирішенні завдань проєктування конструкції корпусу в якості найбільш простої цільової функції може бути вартість матеріалу, яка при фіксованих значеннях межі плинності матеріалу висловлює його масу.*

*Пропонується оптимізація вирішення завдань автоматизованого проєктування технологічних процесів побудови композитного дока здійснювати за допомогою математичної моделі корпусу дока, що дозволяє визначати параметри міцності, технологічності та економічної ефективності.*

**Ключові слова:** композитний плавучий док, докові конструкції, технологічний процес, геометрична модель форми корпусу дока, автоматизоване параметричне проєктування, математична модель корпусу дока, технологічність.

**DOI: 10.33815/2313-4763.2018.2.19.154–164**

**Вступ.** Постійні потреби світового судноплавства в судноремонті, обстеженні та контролі стану суден, технічному обслуговуванні підводної частини суден обумовлюють підвищений попит на плавучі доки. Виробництво доків є предметом вигідного бізнесу і одним з важливих напрямів виходу вітчизняної продукції на світовий ринок суднобудування і докобудування. Для цього необхідно створити рентабельну і конкурентоспроможну продукцію, що відповідає світовим вимогам якості в умовах інноваційного розвитку суднобудування.

Аналізуючи світовий та вітчизняний досвід роботи підприємств, які задіяні в будівництві композитних плавучих споруд, можна зробити висновок, що основним напрямом для досягнення конкурентоспроможної продукції цих підприємств є розвиток наукових досліджень, які спрямовані на модернізацію, вдосконалення підготовки,

організації та управління виробництвом, скорочення тривалості будівництва, зниження собівартості та підвищення якості продукції, мінімізацію використання всіх видів ресурсів і витрат, використання нових технологій [1-3].

У сучасних умовах якості технологічної підготовки виробництва при побудові плавучого дока значною мірою визначається рівнем технологічних процесів (ТП), що використовуються. Системний підхід при проектуванні ТП дуже ускладнений, тому що технолог не в змозі забезпечити одночасно оптимізацію ТП, високу якість виробленої продукції і економічність проектних робіт. У той же час підвищення якості і складності окремих вузлів та систем плавучого дока вимагає оптимальних варіантів розробленої технології.

Розробка найкращого варіанту ТП є передумовою для вирішення технічних, економічних і організаційних задач у конкретних виробничих умовах [4]. Тому виникла необхідність у принципово новому підході до проектування ТП. Таким підходом є моделювання ТП й автоматизоване проектування (АП).

Під моделлю ТП у загальному випадку розуміється формалізований опис ТП на визначеному рівні абстракції. Кожна модель визначає конкретний аспект процесу, використовує набір технологічних схем і документів заданого формату і є об'єктом діяльності різних спеціалістів (технологів) з конкретними завданнями.

Процес моделювання є процесом переходу з реальної області у віртуальну (модельну) за допомогою формалізації, далі відбувається вивчення моделі (власне моделювання) і, нарешті, інтерпретація результатів як зворотний перехід з віртуальної області в реальну [5, 6]. Цей шлях замінює пряме дослідження ТП у реальній області, тобто лобове або інтуїтивне вирішення задачі.

Методи АП можна охарактеризувати як сукупність принципів структурної та логічної організації процесу проектування, способів і технічних засобів реалізації процедур проектування. Практична реалізація АП можлива лише з використанням інформаційних технологій у рамках САПР [7].

У складі системи АПП конструкцій корпусу дока необхідно мати загальну базу даних і базу даних конкретного проєкту. Наявні системи автоматизованої підготовки виробництва базуються на концепції проектування ТП у режимі діалогу і допомагають технологу довідниковими даними, оперативною інформацією про виробництво та дозволяють працювати з базами даних виробництва [8]. Ухвалення рішення при АПП базується на оптимізаційно-пошукових процедурах [9].

Проектування конструкції дока відповідно до вимог міцності та остійності при загальному поперечному згині є однією з ключових задач, особливо для доків великої вантажопідйомності, оскільки ці вимоги значною мірою визначають розміри конструктивних елементів днища та стапель-палуби плавучого доку [10,11].

**Мета статті** – обґрунтування принципів моделювання та автоматизованого проектування корпусу та конструкцій композитного дока.

**Рішення задачі.** Виявлення резервів виробництва або конкретного процесу, зазвичай, пов'язано з його аналізом на основі сучасних методів досліджень і сучасних технічних засобів. Водночас, при вирішенні ряду завдань, які пов'язані з проектуванням, підготовкою і функціонуванням ТП вдаються до вивчення окремих сторін, характеристик, властивостей ТП не на реальному об'єкті, а на його моделі.

Системний підхід у АП передбачає декомпозицію складних об'єктів (систем) на окремі підсистеми з урахуванням істотних структурно-функціональних відношень між різними ієрархічними рівнями системи і елементами кожного ієрархічного рівня. Декомпозиція об'єкта проектування призводить до декомпозиції процесу проектування – поданням його у вигляді сукупності простіших проектувальних процедур різного ієрархічного рівня.

Декомпозиція корпусу дока на окремі складові забезпечує спрощення рішення проектувальних завдань, але вимагає врахування всіх істотних взаємних (прямих і

зворотних) зв'язків між підсистемами різних ієрархічних рівнів і елементами підсистеми даного рівня.

Приєм декомпозиції використовується для представлення процесу проектування конструкцій корпусу дока у вигляді двох взаємопов'язаних етапів: автоматизованого конструювання (АК) і автоматизованого параметричного проектування (АПП). АК призначене для формування візуальної інформації про «пристрої» конструкції, її конструктивну «зовнішність», структурний склад. АПП призначається для визначення розмірів конструктивних елементів, що задовольняють вимогам нормативних документів (Правил / Норм міцності).

Найбільш характерними особливостями процесу АПП є:

- системний підхід із застосуванням декомпозиції корпусу дока і процесу проектування докових конструкцій;
- програмне моделювання як один з основних методів вирішення завдань проектування;
- раціональна стратегія проектування, що реалізує ітеративну послідовність комп'ютерних рішень проблем проектування.

При розробці систем АПП поняття «моделювання» використовується як визначення способу наближеного представлення «пристрою» проектованої конструкції, умовної розрахункової схеми. Це поняття визначає також систему залежностей – математичну модель, яка складена відповідно до умовної розрахункової схеми.

Принцип організації процесу АПП може розглядатися як модель АПП (рис. 1). Основна ідея цього принципу – організація процесу АПП «знизу вгору», від простої моделі до складної, від проектування конструктивних елементів (листових, у вигляді балки), до конструкцій, що забезпечують загальну та місцеву міцність.

Значення конструктивних параметрів, отриманих у результаті дії моделі нижнього рівня, використовуються в математичній моделі задачі проектування наступного рівня як обмеження «знизу». Можлива зміна таких параметрів – (пошукове) збільшення значення в разі домінування проектувальної умови на даному рівні проектування. Такий підхід дозволяє ефективно вирішувати проблему дефіциту початкової інформації.

У систему входять блоки підготовки інформації загальнопроектного характеру, що включають інформацію про корпус дока, розділення корпусу на окремі відсіки, розподіл вагового навантаження, а також блоки опису структури конструкції - конструктивного моделювання.

Блок проектування конструкцій різного ієрархічного рівня реалізує концепцію АПП, засновану на послідовному ускладненні моделей і алгоритмів проектування.

Блок перевірочних розрахунків міцності призначений для вирішення завдань у режимі перевірочного розрахунку, які вимагають складного моделювання роботи конструкції (наприклад, із застосуванням методу скінченних елементів).

Під базою даних (БД) розуміється сукупність блоків інформації, організованих у вигляді файлів різної структури і формату. Файлова структура певним чином упорядкована: каталог, папка, книга (документ). У загальній БД зберігається інформація загального характеру. Вона використовується для формування «приватної» БД доків різного призначення.

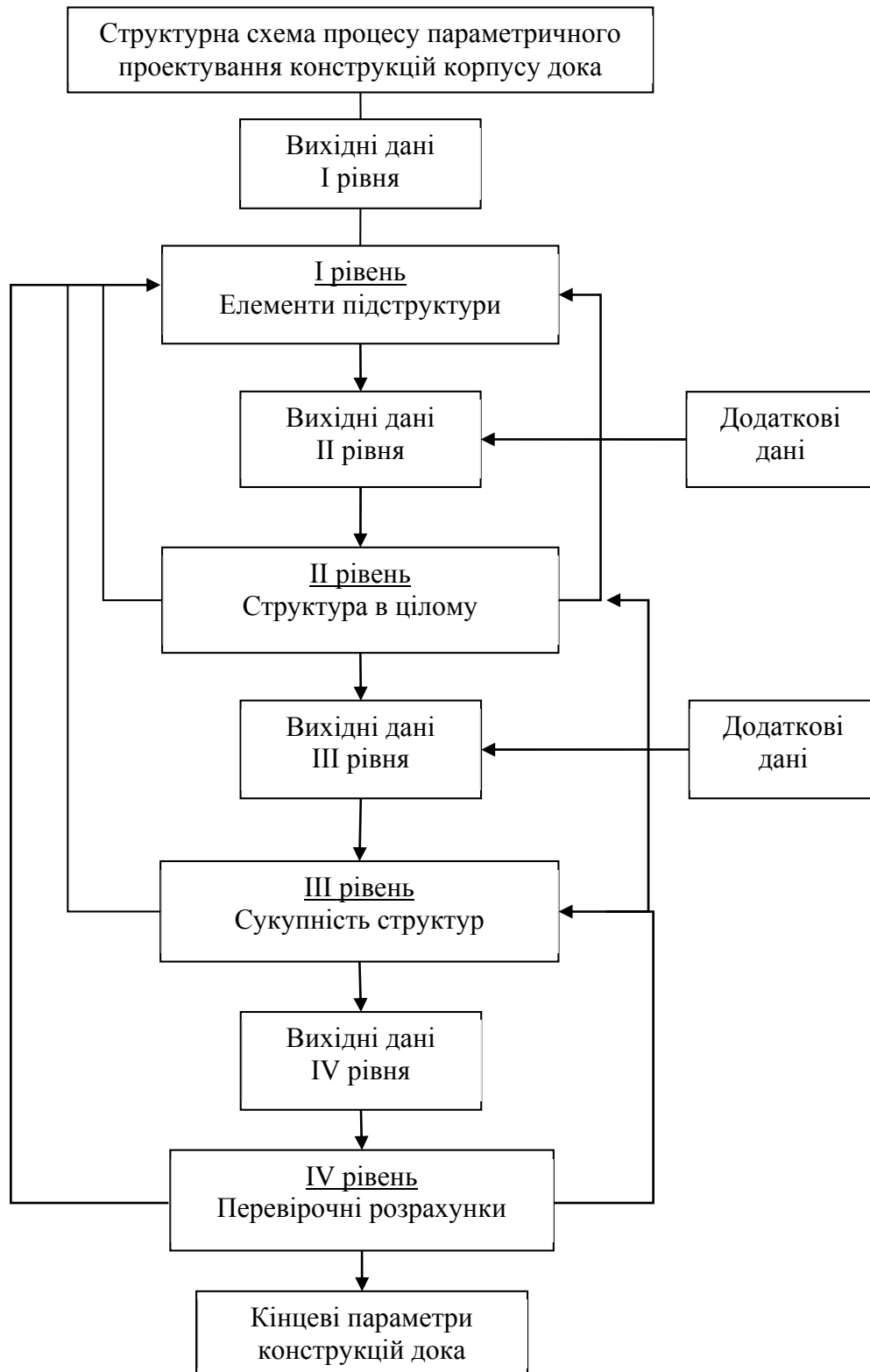


Рисунок 1 – Структурна схема процесу АПП конструкцій дока

Загальна структура системи визначає необхідний структурний склад системи АПП конструкцій, склад функціональних програмних блоків, ступінь деталізації опису об'єкта проектування – корпусу дока і його конструкцій (рис. 2).



Рисунок 2 – Загальна структура системи АПП дока

Загальна БД містить блоки інформації, які зазначені на рис. 3.



Рисунок 3 – Структура загальної БД

БД конкретного проєкту формується в процесі роботи із загальною базою. Структура БД проєкту дока показана на рис. 4.



Рисунок 4 – Структура БД проекту дока

Вихідна інформація – результати роботи системи з даного проекту систематизується в БД – каталозі з іменем цього проекту. Усередині каталогу інформація групується за принципом організації бібліотечних фондів.

Основними структурними елементами АПП є геометричне і конструктивне моделювання корпусу дока. Саме рішення задач геометричного і конструктивного моделювання дозволяє забезпечити ефективну автоматизацію параметричного проектування конструкцій. Для автоматизованого формування геометричної моделі форми корпусу дока на різних стадіях проектування можна використовувати такі методи:

- формування геометричної моделі з використанням спеціалізованого графічного редактора;
- формування геометричної моделі методом перетворення форми корпусу дока-прототипу;
- формування геометричної моделі методом об'єднання різних геометричних форм;
- формування геометричної моделі методом «імпорту» геометричних моделей корпусу, розроблених в інших системах.

Аналогічним чином можна виконати геометричне моделювання внутрішніх структур корпусу дока з використанням інформації про ці структури в так званих контрольних перетинах, де точно відомі параметри, що визначають форму структури.

Геометрична модель внутрішньої структури корпусу дока (палуби, платформи, поздовжні й поперечні перебірки і т. д.) – це сукупність геометричних параметрів, що визначають форму структури в просторі і в плані (в проекції на площину). Для вибору контрольних перерізів використовуються загальнопроектні або конструктивні креслення. На початкових етапах проектування інформація про передбачувану форму структур може бути отримана з попередньо розроблених спрощених схем.

Структурна декомпозиція корпусу дока може бути побудована по функціонально-конструктивному принципу – з урахуванням функціонального призначення структур (палуби, перебірки, поздовжні балки і т. д.) і конструктивного взаємозв'язку суміжних структур.

Для вирішення завдань автоматизованого проектування конструкції корпусу необхідне широке коло моделей, що описують сам корпус і складові його конструкції. Важливо відзначити, що моделі можуть мати різну структуру і математичний опис і залежать від кола завдань, що вирішуються на стадії проектування корпусу. При вирішенні завдань, пов'язаних з проектуванням конструкцій корпусу дока, можна виділити наступні етапи:

- компонування схеми проектованої конструкції;
- визначення розрахункової схеми і побудова математичної моделі конструкції, що відповідає прийнятій розрахунковій схемі.
- моделювання «поведінки» конструкції, пов'язане з вибором сукупності математичних залежностей, що встановлюють зв'язок між деякими характеристиками і параметрами конструкції.

Модель прийняття рішення є формалізованим поданням проблеми проектування у вигляді задачі математичного програмування з обмеженнями у вигляді рівностей  $H_j(X)$ , нерівностей  $G_j(X)$  і граничних умов:

$$F(X) \rightarrow Extr,$$

$$H_j(X) = 0, j = 1, \dots, m; \quad G_j(X) \geq 0, j = m + 1, \dots, p; \quad (x_i)_{\min} \leq x_i \leq (x_i)_{\max},$$

де  $X$  – вектор шуканих  $n$  конструктивних параметрів, що варіюються;  $F(X)$  – функція цілі у завданні пошуку;  $X(x_1, \dots, x_m)$  – вектор змінних системи, які оптимізуються, або вектор характеристик корпусу дока, що шукаються; де  $(x_i)_{\min} \leq x_i \leq (x_i)_{\max}$ ,  $i = 1, \dots, m$ ,  $(x_i)_{\min}$  – мінімальні і  $(x_i)_{\max}$  – максимальні допустимі величини змінних, які оптимізуються.

Структурно-логічна схема процесу проектування конструкцій корпусу дока представлена на рис. 5. Компонентами вектора технічного завдання є: вартість матеріалів, вартість корпусу дока, вимоги загальної та місцевої міцності, які виражені через коефіцієнти запасів по напрузі, що допускається.

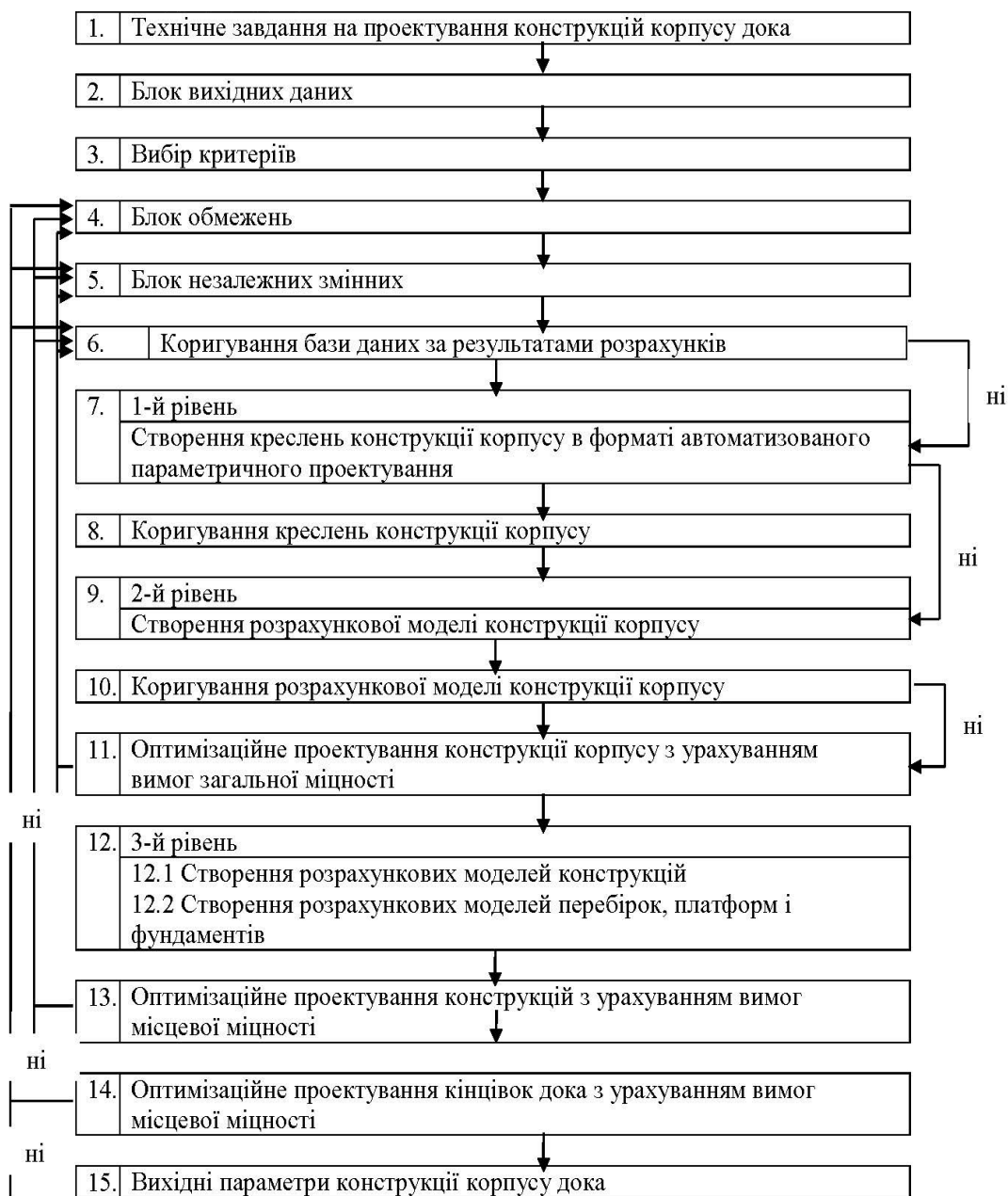


Рисунок 5 – Структурно-логічна схема процесу проектування конструкцій корпусу дока

Компонентами вектора характеристик корпусу дока, що шукаються, є: товщина зовнішньої обшивки понтона і веж дока, товщина і категорія сталі арматурного прокату, кількість, товщина і висота поздовжніх і поперечних в'язей понтона і веж.

Для вирішення завдання проєктування конструкції корпусу дока можна створити базу даних, що складається із шести розділів, які входять у блок вихідних даних. Це можуть бути наступні розділи:

- розділ 1 – дані типорозмірів, фізико-механічних характеристик та вартості матеріалів, що використовуються при будівництві корпусу дока і його конструкцій;
- розділ 2 – дані з конструктивного виконання відомих проєктів доків;
- розділ 3 – дані про форму корпусу відомих проєктів доків та їх креслення;
- розділ 4 – Правила класифікаційних товариств та їх доповнення;
- розділ 5 – розрахункові моделі конструкції корпусу відомих проєктів доків;
- розділ 6 – розрахункові моделі конструкцій корпусу дока.

У сучасних умовах, використовуючи інноваційні комп'ютерні технології, необхідно проєктувати корпусні конструкції, орієнтуючись не тільки на економічні критерії. Наприклад, одним з найбільш важливих показників якості проєктування є забезпечення міцності конструкцій. На рис. 6 представлений алгоритм розрахункового проєктування конструкцій корпусу дока з урахуванням забезпечення вимог міцності.

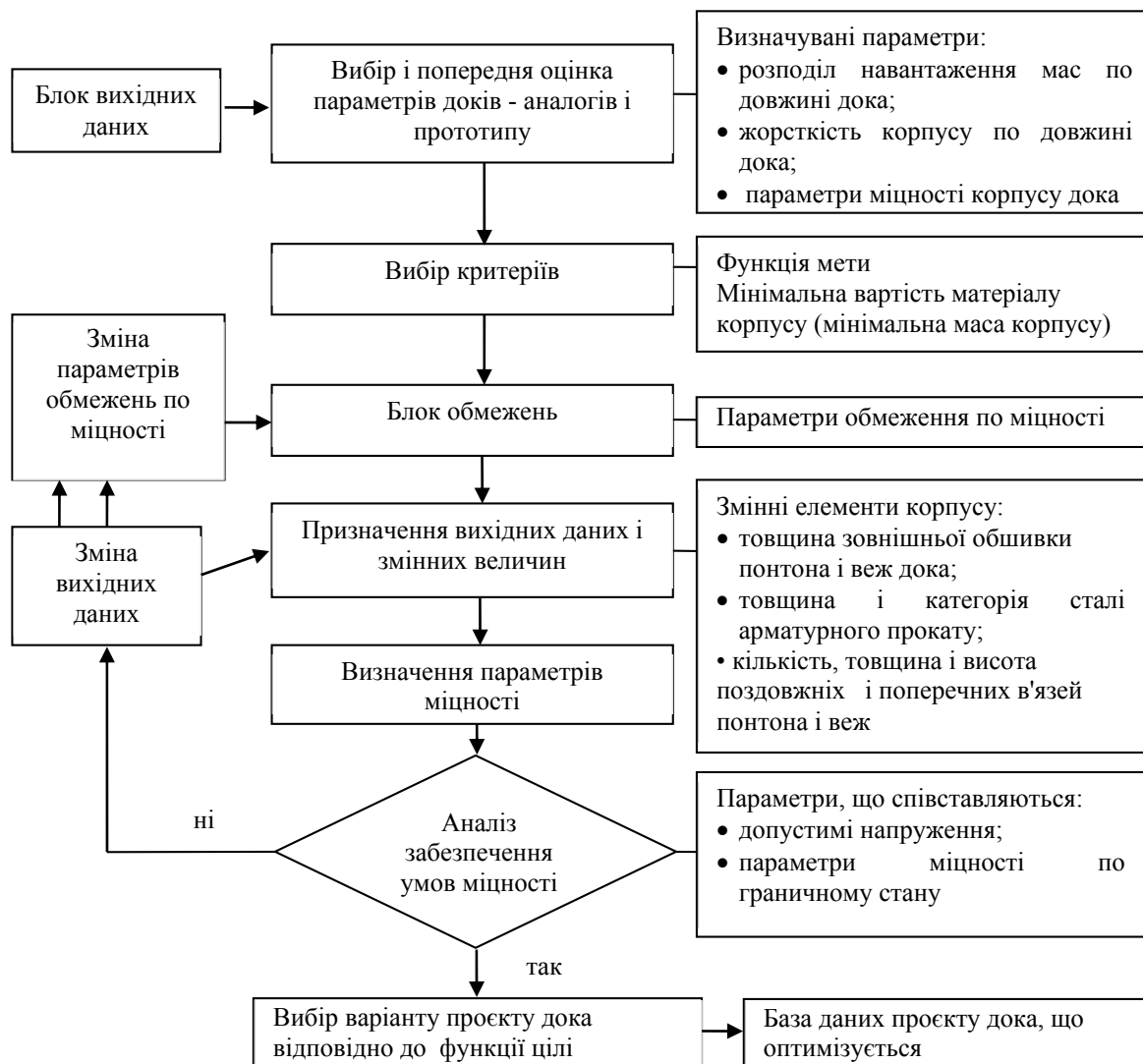


Рисунок 6 – Алгоритм розрахункового проєктування конструкцій корпусу дока з урахуванням вимог забезпечення міцності



Рішення завдання проектування безпосередньо пов'язано з визначенням мінімальної маси корпусу. При вирішенні завдань проектування конструкції корпусу в якості цільових функцій можуть бути використані:

- вартість матеріалів корпусу;
- будівельна вартість дока;
- економічний ефект експлуатації дока за весь його життєвий цикл.

Найбільш простою цільовою функцією при проектуванні конструкції є вартість її матеріалу, яка при фіксованих значеннях межі текучості матеріалу висловлює його масу. Основними обмеженнями при визначенні основних елементів конструкцій корпусу є вимоги забезпечення міцності корпусу і складових його конструкцій.

**Висновки з перспективами.** У статті розкрито основні принципи організації АПП корпусу дока й докових конструкцій. Процес проектування передбачає:

- створення загальної структурної схеми компонування корпусу дока і визначення його основних елементів у першому наближенні;
- декомпозицію корпусу, розробку структурної схеми компонування його окремих конструкцій і визначення оптимізованих елементів;
- синтез системи в цілому, з оцінкою її якості та відповідності технічним завданням.

При АПП математичні моделі корпусу дока і докових конструкцій можуть також включати параметри міцності і вирішувати весь обсяг технічних питань, пов'язаних з проектуванням корпусу дока з використанням автоматизованої бази даних.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Щедролосев А.В., Кириченко К.В. Анализ состояния строительства плавучих доков. *Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyasının Elmi Əsərləri*. Баку, Азербайджанська державна морська академія. 2018. Вип.1. С. 48–58.
2. Мишутин Н.В., Мишутин А.В. Железобетонные плавучие сооружения и перспективы их использования. *Вісник ОДАБА*. Одеса: «Астропрінт». 2002. № 6. С. 181–187.
3. Кириченко К.В., Щедролосев А.В. Усовершенствование технологии строительства композитных плавучих доков большой подъемной силы. *Science and Education a New Dimension*. Будапешт, 2018. Вып. 158. С. 61–68.
4. Проектирование, технология и организация строительства композитных плавучих доков: монография А. С. Рашковский и др.; под науч. ред. А. С. Рашковского. Николаев, 2008. 614 с.
5. Коберн А. Современные методы описания функциональных требований к системам. М., 2002. 263 с.
6. Вендров А.М. CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем. М.: Финансы и статистика, 2006. 98 с.
7. Гарин Э.Н., Смирнов Ю.А., Тряскин В.Н. Методология параметрического проектирования в специализированных САПР судовых конструкций. *Труды конференции МОРИНТЕХ'97*. СПб. Т. 4, С. 270–273.
8. Александров В.Л., Перелыгин А.В., Соколов В.Ф. Судостроительное предприятие в условиях рынка: проблемы адаптации и развития. СПб., 2003. 424 с.
9. Захаров И.Г. Обоснование выбора. Теория практики. СПб: Судостроение, 2006. 528 с.
10. Тряскин В.Н., Ле Минь Тху. Постановка задачи автоматизированного параметрического проектирования конструкции дока по требованиям к прочности и устойчивости при общем поперечном изгибе. *Морские интеллектуальные технологии*. 2011. № 2 (12). С. 41–44.
11. Ле Минь Тху. Решение задачи параметрического проектирования конструкций корпуса плавучего дока по требованиям к прочности и устойчивости при общем

поперечном изгибе. *Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Морская техника и технология*. 2011. № 2. С. 32–38.

## REFERENCES

1. Shchedrolosiev, A. V. & Kyrychenko, K. V. (2018). Analiz sostoyaniya stroitelstva plavuchikh dokov [Analysis of the state of construction of floating docks]. *Nauchnye trudy Azerbaydzhanskoj gosudarstvennoy morskoy akademii* [Scientific works of the Azerbaijan State Maritime Academy], issue 1, 48–58.
2. Mishutin, N. V. & Mishutin, A. V. (2002). Zhelezobetonnyie plavuchie sooruzheniya i perspektivy ih ispolzovaniya [Reinforced concrete floating structures and prospects for their use]. *Visnyk Odes'koyi derzhavnoyi akademiyi budivny`cztva i arxitektury`* [Bulletin of the Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture], issue 6, 181–187.
3. Kyrychenko, K. V. & Shchedrolosiev, A. V. (2018). Uovershenstvovanie tehnologii stroitelstva kompozitnyih plavuchih dokov bolshoy pod'emnoy silyi [Improving the technology of construction of high-lift composite floating docks]. *Science and Education a New Dimension*, issue 158, pp. 61–68.
4. Rashkovskiy, A.S. et al. (2008). *Proektirovanie, tehnologiya i organizatsiya stroitelstva kompozitnyih plavuchih dokov* [Design, technology and organization of the construction of composite floating docks], Nikolaev.
5. Kobern, A. (2002). *Sovremennyye metody opisaniya funktsionalnyih trebovaniy k sistemam* [Current methods of describing functional requirements for systems], Moskva.
6. Vendrov, A.,M. (2006). CASE-tehnologii. Sovremennyye metody i sredstva proektirovaniya informatsionnyih sistem [CASE technology. Advanced methods and tools for information system design]. *Finansy i statistika* [Finance and Statistics].
7. Garin, E. N., Smirnov, Yu.A. & Tryaskin V. N. (1997). *Metodologiya parametricheskogo proektirovaniya v spetsializirovannyih SAPR sudovyih konstruksiy* [Methodology of parametric design in specialized CAD systems intended for ship]. *Trudy konferentsii MORINTEH'97* [Proceedings of the conference MORINTECH'97], Vol. 4, 270–273.
8. Aleksandrov, V. L., Perelyigin, A. V. & Sokolov V. F (2003). *Sudostroitelnoe predpriyatye v usloviyah ryinka: problemy adaptatsii i razvitiya* [Shipbuilding Enterprise in Market Conditions: Problems of Adaptation and Development.]. Sankt Peterburg.
9. Zaharov, I. G. (2006). *Obosnovanie vyibora. Teoriya praktiki* [Substantiation of the choice. Theory of practice]. Sankt Peterburg.
10. Tryaskin, V. N., Le Min Thu. (2011). *Postanovka zadachi avtomatizirovannogo parametricheskogo proektirovaniya konstruksii doka po trebovaniyam k prochnosti i ustoychivosti pri obschem poperechnom izgibe* [Statement of the problem of automated parametric design of the dock hull according to the requirements for its strength and stability in general transverse bending]. *Morskije intellektualnyie tehnologii* [Marine intellectual technologies], issue 2(12), 41–44.
11. Le Min Thu. (2011). *Reshenie zadachi parametricheskogo proektirovaniya konstruksiy korpusa plavuchego doka po trebovaniyam k prochnosti i ustoychivosti pri obschem poperechnom izgibe* [Solution to the problem of parametric design of the floating dock hull structures according to the requirements for its strength and stability in general transverse bending] *Vestn. Astrahan. gos. tehn. un-ta. Ser.: Morskaya tehnika i tehnologiya* [Vestn. Astrakhan. state tech. university. Marine engineering and technology], issue 2, 32–38.

### **Кириченко К. В., Яглицький Ю. К., Щедролосев А. В. ОСОБЕННОСТИ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ КОМПОЗИТНОГО ПЛАВУЧЕГО ДОКА**

*В статье проанализировано использование методики автоматизированного проектирования при проектировании технологических процессов (ТП) постройки плавучего дока путем декомпозиции сложных объектов на отдельные подсистемы. Разработка наилучшего варианта ТП является предпосылкой для решения технических, экономических и организационных задач в конкретных производственных условиях. Поэтому возникает необходимость в новом подходе к проектированию ТП - моделированию и автоматизированном проектировании (АП).*

Системный подход в АП предусматривает декомпозицию корпуса дока на отдельные составляющие и обеспечивает упрощение решения проектных задач. При разработке систем АП понятия «моделирование» используется как условная расчетная схема. Это понятие определяет также систему зависимостей - математическую модель, которая составляется в соответствии с условной расчетной схемой.

Приведены структурные схемы процесса автоматизированного параметрического проектирования (АПП) конструкций дока и структурно-логические схемы процесса проектирования конструкций корпуса дока. Раскрыты основные принципы организации АПП доковых конструкций.

Основными структурными элементами АПП является геометрическое и конструктивное моделирование корпуса дока. Само решение задач геометрического и конструктивного моделирования позволяет обеспечить эффективное АПП конструкций.

Показано, что, используя инновационные компьютерные технологии, необходимо проектировать корпусные конструкции, ориентируясь не только на экономические критерии. Например, одним из наиболее важных показателей качества проектирования является обеспечение прочности конструкций. В статье представлены алгоритм расчетного проектирования конструкций корпуса судна с учетом требований обеспечения прочности.

Решение задачи проектирования непосредственно связано с определением минимальной массы корпуса. При решении задач проектирования конструкции корпуса в качестве наиболее простой целевой функции может быть стоимость материала, которая при фиксированных значениях предела текучести материала выражает его массу.

Предлагается оптимизацию решения задач автоматизированного проектирования технологических процессов постройки композитного дока осуществлять с помощью математической модели корпуса дока, что позволяет определять параметры прочности, технологичности и экономической эффективности.

**Ключевые слова:** композитный плавучий док, технологический процесс, автоматизированное проектирование, бетон, технологичность, автоматизированное конструирование, параметрическое проектирование, база данных.

#### **Kirichenko K.V., Yaglitisky Yu. K., Shchedrolosov O. V. FEATURES OF PARAMETRIC DESIGN OF COMPOSITE FLOATING DOCK STRUCTURES**

The article analyzes the use of automated design when designing technological processes (TP) of the floating dock construction by decomposing complex objects into separate subsystems. Development of the best possible option of the TP is crucial for the solution of technical, economic and organizational problems under specific production conditions. Therefore, a new approach to the TP design is required, and simulation and automated design (AD) appear to fit.

The system approach in AD involves decomposition of the dock hull into individual components and provides a simplified solution to the design problems. In the development of AD systems, the concept of simulation is used as a conventional computational pattern. Besides, this concept defines the system of dependencies, which is a mathematical model compiled according to the conventional computational pattern.

The article presents structural diagrams for the process of automated parametric design (APD) of dock structures, as well as structural and logical diagrams for the process of design of dock hull structures. Basic principles for the organization of APD of dock structures are revealed.

APD primarily consists of geometric and constructive modeling of the dock hull. It is the solution to the problems of geometric and constructive modeling that provides for an effective APD of the dock structures.

As demonstrated in the article, it is not sufficient to focus solely on economic criteria when designing hull structures with the use of advanced computer technologies. For example, one of the most important indicators of design quality is the strength of structures. Thus, the study presents an algorithm for computational design of ship structures with account for strength requirements.

The solution to the problem of design is directly related to calculation of the minimum hull mass. When solving the problems of designing the hull structure, the cost of the material can be set as the basic target function. At a fixed value of the boundary of material fluidity, the material mass can be expressed through its cost.

It is proposed to optimize the solution to the problems of automated design of the technological processes of composite dock construction with the help of a mathematical model of the dock hull. In such a way, its strength, technological and economic efficiency can be estimated.

**Keywords:** composite floating dock, dock structures, technological process, geometric model of the dock hull, automated parametric design, mathematical model of the dock hull, technological efficiency.

© Кириченко К. В., Яглицкий Ю. В., Щедролософ О. В.

Статтю прийнято  
до редакції 18.11.18