

7. *Guidelines for the use of GNSS in land surveying and mapping.* – 2nd edition. - RICS guidance note, 2010. - 82p.

Інтернет-джерела

8. *Precyzyjne pozycjonowanie w oparciu o GNSS. Załącznik nr 2.* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://bip.msw.gov.pl/download/4/9204/Zalacznik_nr_2_do_rozporzadzenia.pdf

9. *Principles and Practice of GPS Surveying.* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.gmat.unsw.edu.au/snap/gps/gps_survey/principles_gps.htm

10. *Proposed standards and specifications for GPS geodetic surveys in Egypt.* - Goma M. Dawod Researcher, Survey Research Institute. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://nwrcegypt.academia.edu/GomaDawod/Papers/822955/PROPOSED_STANDARDS_AND_SPECIFICATIONS_FOR_GPS_GEODETIC_SURVEYS_IN_EGYPT

11. *TxDOT Survey Manual / Texas Department of Transportation, 2011.* – 338 p. [Електронний ресурс]. - режим доступу: http://onlinemanuals.txdot.gov/txdotmanuals/ess/manual_notice.htm.

Надійшла до редакції

16.04.2013

УДК 528

Н.В. Кучина

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ РОЗРАХУНКУ ТОЧНОСТІ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ ПІД ЧАС МОНТАЖУ КОРПУСІВ СУДЕН

Розглянуто концепцію розрахунку однієї з ключових характеристик, що впливає на результаційну геометрію корпусу судна, – точності геодезичних робіт під час монтажу корпусів суден. Проаналізовано та класифіковано фактори, що формують остаточну геометрію корпусу судна та впливають на його міцність.

Ключові слова: виробнича модель судна, похибки, розмірний ланцюг.

Актуальність роботи. Під час експлуатації і будівництва судно зазнає впливу різноманітних навантажень динамічного і статичного характеру. Головним завданням конструктора є врахування прогнозованого впливу негативних факторів шляхом закладення нормованого запасу міцності на етапі проектування судна.

Міцність конструкції судна – поняття комплексне, для визначення критеріїв надійності, окрім моделей матеріалу, навантаження і руйнування, важливо брати до уваги модель форми конструкції, що фактично описує геометрію її елементів. Виготовлення конструкцій з недостатньою точністю провокує появу додаткового

динамічного навантаження та вібрації, що порушують нормальну роботу і, як наслідок, призводять до руйнування. Для досягнення практичної надійності результативної судової конструкції слід дотримувати запроєктованих геометричних характеристик з достатньою точністю, що дасть змогу забезпечити відтворення її функціональності та міцності згідно з проектом.

Постановка завдання. Метою роботи є побудова концепції розрахунку однієї з ключових характеристик, що впливає на результативну геометрію корпусу судна - точності геодезичних робіт під час монтажу корпусів суден.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питання щодо призначення точності геодезичних робіт під час будівництва суден досі перебуває поза увагою геодезистів. Такий стан справ пояснюється тим фактором, що в минулому сторіччі збирання корпусів суден виконували на суднобудівних верфях з використанням найпростішого геодезичного обладнання (сталеві рулетки, технічні нівеліри, оптичні теодоліти середньої точності) без залучення до виробничого процесу інженерів-геодезистів. Нині сучасне геодезичне устаткування дає змогу значно прискорити та автоматизувати процес збирання корпусів суден, а впровадження такого обладнання можливе тільки за участі інженерів-геодезистів. Отже, обов'язковим є призначення комплексної точності як усього процесу, так і окремих видів геодезичних робіт. В таких умовах можна відмітити лише декілька робіт [5; 6] у яких розглянуто питання точності геодезичних робіт. Загалом проблема є зовсім не дослідженою і потребує послідовного поглибленого вивчення.

Виклад основного матеріалу. Конкурентність на сучасному ринку суднобудування спонукає до автоматизації виробництва як на стадії проектування, так і в процесі його технологічної підготовки. Такі умови спонукають підвищувати вимоги до організації виробничого процесу. Проекти суден подають в просторовому вигляді, а всі супровідні атрибути конструкції описують у вигляді розподіленої бази даних, що сприяє оперативному наданню вихідних даних на всіх етапах виробництва. Реалізацією концепції представлення проекту судна нині є його виробнича модель (Ship Product Model), в основі якої лежить номінальна геометрична модель проекту судна [1].

Проте процес виробництва супроводжується рядом факторів, які визначають фактичну геометрію складових елементів корпусу судна, отже, і якість виготовлення корпусних конструкцій. Виокремимо ключові з них, проаналізувавши основні етапи технології суднобудування (рис. 1):

- похибки засобів вимірювання;
- похибки обладнання та оснастки;
- похибки технологічних операцій (різання, гнуття, розмічення, методи вимірювання);
- похибки, зумовлені впливом зовнішнього середовища (температури);
- зварювальні деформації;
- похибки розрахунків та виконавців, недотримання технологічної дисципліни.

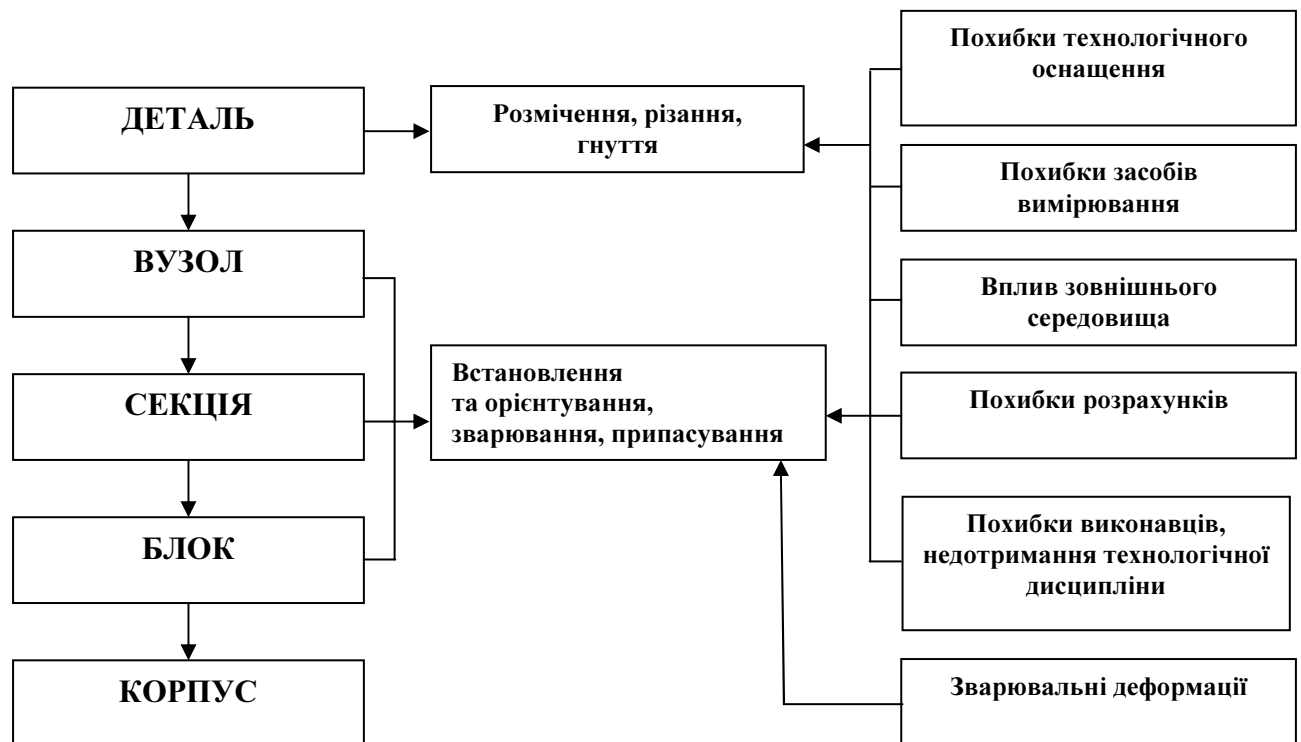


Рис. 1. Основні похибки під час виготовлення корпусу судна

Накопичення похибок призводить до відхилення результативних розмірів конструкції від проектно заданих. Метою технологічної підготовки проекту суднобудування є розроблення раціональної технології виробництва відповідно до таких умов:

- вимоги до якості кінцевої продукції (функціональність та надійність);
- наявні засоби та умови виробництва;
- економічна ефективність виробництва.

З погляду метрологічного забезпечення виробництва постає завдання з визначення оптимальних технологічних допусків. Відправною точкою розв'язання цього завдання є вибір математичної моделі розрахунку, при цьому треба спиратися на такі основні критерії: можливість опису та відображення всіх етапів технології виробництва; гнучкість та простота рішення; врахування фактору накопичення супровідних похибок.

Одним з найуніверсальніших методів розрахунку допусків геометричних параметрів складових частин виробів, що повністю задовольняє зазначеним вимогам, є використання теорії розмірних ланцюгів.

Результати багаторічних теоретичних і практичних досліджень Б.С. Балакшина, Н.А. Бородачева, В.П. Пузанова, С.І. Брука, Б.М. Базрова, П.Ф. Дунаєва та інших учених виявили широкі можливості застосування теорії розмірних ланцюгів, основні з них такі: перевірка забезпечення нормальних умов роботи механізму; раціоналізація конструкції виробів; досягнення потрібної точності їх виготовлення; встановлення допусків та узгодження їх із технологією складання. Використання методу розмірних ланцюгів дає змогу істотно скоротити час і матеріальні витрати на етапі технічної

підготовки виробництва, підвищити якість та скоротити терміни підготовки конструкторської і технологічної документації [2].

У концепції попередньо поставленої задачі похибки, спричинені впливом факторів виробництва, зокрема похибки геодезичних робіт, представлено складовими технологічних розмірних ланцюгів у вигляді допусків на номінальні розміри конструктивних елементів корпусу судна. Виконання розмірного аналізу конструкції дасть можливість визначити технологічні допуски на монтаж та обґрунтувати точність виконання геодезичних робіт відповідно до вимог щодо форми і розмірів корпусу судна.

Нині найбільш відомими роботами з теорії розмірних ланцюгів в геодезії є праці М.Г. Відуєва, С.П. Войтенка, Т.Т. Чмчяна, В.Ф. Лук'янова, В.С. Ситника. Авторами зроблено спроби адаптації методів та підходів теорії розмірних ланцюгів в машинобудуванні до розв'язання задач інженерної геодезії. Загального підходу до виконання попереднього розрахунку точності геодезичних робіт за допомогою методу дотепер не вироблено.

Розмірний аналіз конструкції складається із таких основних послідовних етапів:

1. Визначення задачі розрахунку.
2. Визначення замикальної ланки та її параметрів.
3. Побудова схеми розмірного ланцюга, визначення складових ланок та їх параметрів.
4. Складання рівняння розмірного ланцюга.
5. Розрахунок та порівняння розрахованих та допустимих величин поля розсіювання розмірів замикальної ланки.

Найвідповідальнішим етапом розмірного аналізу конструкції є виявлення розмірного ланцюга та встановлення його замикальної ланки і поля розсіювання її значення. Саме замикальна ланка визначає одні з найважливіших експлуатаційних властивостей виробу, насамперед показники надійності та взаємозамінності. Параметри замикальних ланок розмірних ланцюгів є основними вихідними даними в розрахунку, їх визначають, виходячи з поставленої задачі, на підставі аналітичних даних, розрахунків на міцність та стійкість, експериментальних досліджень, а також досвіду проектування й експлуатації аналогічних виробів.

У визначенні допусків на складові ланки розмірних ланцюгів послуговуються регламентаційними нормативними документами суднобудування [3]. На підставі попереднього аналізу основних вітчизняних і зарубіжних нормативних документів суднобудування встановлено, що в основі більшості наведених технологічних допусків – статистичні дослідження результатів побудови серій суден на ряді суднобудівних заводів. Методичну основу досліджень базують на узагальненні, математичної обробки та аналізі фактичних даних.

Отримані дані не в усіх випадках доцільно брати за основу розрахунку технологічних допусків відповідних виробничих етапів, в тому числі регламентації геодезичного забезпечення суднобудування. Це підтверджують дослідження та практичні апробації вчених-технологів: часто трапляються складні ситуації, коли неможливо за заданим технологічним маршрутом побудови конструкції отримати кінцеву її регламентовану точність. Ситуація особливо ускладнюється під час роботи зі складними просторовими конструкціями, що характеризуються значною кількістю конструктивних зв'язків.

У такому разі регламентовані величини використовують як орієнтовні й ітераційно їх уточнюють у повторних розрахунках. При цьому кожне зменшення поля допуску складової ланки повинно бути обґрунтоване відповідною зміною технології виготовлення або монтажу конструктивних елементів судна

На основі теоретичних та практичних напрацювань розроблено декілька методів досягнення потрібної точності. Кожний з них має переваги і недоліки, застосовують методи вибірково, спираючись насамперед на критерій техніко-економічної доцільності (таблиця) [2].

Таблиця

Порівняльна характеристика методів досягнення потрібної точності

Назва методу	Суть та особливості	Переваги/Недоліки	Метод рішення РЛ	Застосування
Повної взаємозамінності	Потрібної точності замикальної ланки досягають шляхом включення складових ланок без вибору, добору або зміни їх значень	Високий рівень автоматизації виробництва/ потрібна точність перевищує досягну в умовах виробництва	Максимум-мінімум	РЛ з малою кількістю складових ланок (до 4-х), невисокі вимоги до замикальної ланки
Неповної взаємозамінності	Потрібної точності замикальної ланки досягають у встановленої частини деталей шляхом включення складових ланок без вибору, добору або зміни їх значень	Високий рівень автоматизації виробництва, менш жорсткі вимоги до точності/ додаткові витрати на заміну або припасування окремих деталей	Імовірнісний	РЛ з малою кількістю складових ланок (до 4-х), невисокі вимоги до замикальної ланки
Групової взаємозамінності	Потрібної точності замикальної ланки досягають шляхом розподілення на відповідні групи	Економічна доцільність точності складових ланок/збільшення відсотка незакінченого виробництва	Максимум-мінімум	РЛ з малою кількістю складових ланок (до 4-х), крупносерійне виробництво
Регулювання	Потрібної точності замикальної ланки досягають завдяки зміні розміру компенсувальної ланки без механічної обробки	Ускладнення конструкції та зборки шляхом введення конструктивного компенсатора	Імовірнісний, максимум-мінімум	РЛ з великою кількістю складових ланок
Прилаштування (технологічної компенсації)	Потрібної точності замикальної ланки досягають завдяки зміні розміру компенсувальної ланки шляхом механічної обробки	Розширені поля допусків складових ланок/підвищена трудомісткість робіт	Імовірнісний, максимум-мінімум	Дрібносерійне виробництво

У суднобудуванні, як відомо, найбільшого поширення набув метод прилаштування, що означає наявність припусків на монтажних кромках ланок-компенсаторів. Проте, як свідчить практика, застосування цього методу призводить до значного збільшення трудомісткості виробництва, загальний обсяг прилаштувальних робіт в середньому сягає 40% загальних збиральних робіт [3].

З метою зменшення обсягу прилаштувальних робіт нині розробляють нові підходи до технології виробництва. Найбільшого успіху в практичному застосуванні здобули: метод удосконалення системи допусків і призначення взаємопов'язаних допусків на точність виготовлення та монтажу корпусних конструкцій на підставі розмірно-технологічного аналізу корпусу судна, підвищення точності вимірів, удосконалення методики виконання геодезичного забезпечення виробництва та методів компенсації зварювальних деформацій; метод удосконалення способів виконання прилаштувальних робіт. З погляду техніко-економічної раціональності більш доцільним є перший шлях розвитку, згідно з яким передбачено впровадження нових сучасних технологій замість морально застарілих та зменшення загальної матеріаломісткості виробництва.

Отже, з викладеного випливає, що під час виконання розмірного аналізу конструкції корпусу судна та визначення раціональних допусків на монтаж його конструктивних елементів важливо брати до уваги такі технологічні моменти, як похибки супутніх факторів виробництва. У наш час досить докладно окремо досліджено методику врахування зварювальних деформацій та вплив температури під час складання корпусів суден у роботах вчених В.С. Михайлова, С.О. Кузьминова, М.В. Орлова, Є.В. Ігошина, проте не застосовано комплексного підходу до сукупності супутніх факторів виробництва, які визначають результаційну геометрію корпусу судна.

Висновок. Точність виконання геодезичних робіт з формування корпусів суден є одним із ключових факторів, що впливають на результаційну геометрію корпусу судна. Визначення цього параметра за допомогою доступних методів врахування похибок супутніх факторів виробництва та застосування теорії розмірних ланцюгів дасть змогу отримати техніко-економічно обґрунтовані вихідні дані для розробки методики виконання геодезичного забезпечення виробництва.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Whitfield R.I.* Ship Product Modeling / R.I. Whitfield, A. H. B. Duffy, J. Meehan, and Z. Wu // Journal of Ship Production, Vol. 19, No. 4, November 2003.
2. *Радкевич Я.М.* Метрология, стандартизация и сертификация [Текст]: учеб. для студентов вузов / Я.М. Радкевич, А.Г. Схиртладзе, Б.И. Лактионов. – М.: Высшая шк., 2006. – 800 с.
3. *Точность в судовом корпусостроении* / В.Л. Александров, Л.Ц. Адлерштейн, В.В. Макаров [и др.]. – СПб.: Судостроение, 1994. – 172 с.
4. *Желтобрюх Н.Д.* Технология судостроения и ремонта судов. – Л.: Судостроение, 1990. – 344 с.
5. *Клепиков И.В.* Разработка и исследование методики геодезического обеспечения автоматизированной информационно-измерительной системы для

контроля сборки крупногабаритных конструкций: автореф. на соиск. науч. степени. канд. техн. наук. 05.24.01 /И.В. Клепиков. – Москва, 1991. – 21 с.

6. Федосов К.В. Разработка и исследование метрологического обеспечения производства крупногабаритных конструкций в судостроении (на примере ОАО «ПО «СЕВМАШ»): автореф. на соиск. науч. степени. канд. техн. наук 05.11.15 / К.В. Федосов. – Москва, 2009. – 30 с.

Надійшла до редакції

10.10.2013

УДК 528.7

Л.В. Манукян
В.А. Маркарян

СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ КВАЗИГЕОИДА И СЕТИ ПОСТОЯННО ДЕЙСТВУЮЩИХ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ В РЕСПУБЛИКЕ АРМЕНИИ

Рассмотрено создание в Республике Армения модели квазигеоида и внедрение сети постоянно действующих GPS-референц станций. Описаны измерения, которые стали основой для создания локальной предварительной модели квазигеоида. На основании дополнительных измерений обоснована необходимость уточнения разницы высот эллипсоидальных поверхностей в системе WGS-84. Приведены основные особенности деятельности референц-станций на основе спутниковых технологий, процесс составления проекта на территории РА постоянно действующей GPS-сети с учетом основных ее факторов.

Ключевые слова: спутник, система, сеть, станция, квазигеоид.

Внедрение спутниковых технологий кардинально изменило построение геодезической сети, требования к наблюдениям и повысило точность измерения координат.

На территории РА всемирная координатная геодезическая система WGS-84 была внедрена в 2002–2007 гг. и были выполнены работы по созданию сетей 0-го, 1-го и 2-го класса [1], а также полностью реконструирована главная высотная основа РА. Созданные сети позволили создать планово-высотную основу в системе для выполнения топографических съемок и других геодезических работ на территории республики.

Исходя из целесообразности решения навигационных, других инженерных задач, предоставления гражданским организациям координат геодезических точек в системе WGS-84, топографических карт различных масштабов был выполнен переход всего масштабного ряда картографических материалов территории РА в упомянутую систему [1].