

Габрук Р.А.

СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМАТИКИ БЕЗПЕКИ ДИНАМІЧНОГО ПОЗИЦІЮВАННЯ

В статті розглянуті складові безпеки рухомих об'єктів водного транспорту з динамічними принципами позиціювання. Виділено найбільш перспективні напрямки для подальших досліджень.

Ключові слова: система динамічного позиціювання, безпека мореплавання.

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими і практичними завданнями.

Історія використання систем динамічного позиціювання (СДП) починається з середини минулого століття. Викликано це було необхідністю освоєння шельфу на великих глибинах, що унеможливило використання якорів для позиціювання бурових платформ. Проблема визначення місця була розв'язана використанням гідроакустичних буїв, проте утримання бурової платформи «на точці» здійснювалося оператором вручну. Подальший розвиток систем здійснювався швидкими темпами на догоду все зростаючому попиту. Розросталася і сфера застосування СДП.

Нині СДП отримали поширення в області освоєння і розвідки морських вуглеводневих ресурсів. СДП широко використовуються в морському бурінні, при завезенні якорів, днопоглиблювальних роботах, укладанні кабелів і трубопроводів, при забезпеченні водолазних робіт, швартовних операціях, при здійсненні вантажних операцій в морі, при виконанні дослідницьких робіт. СДП застосовуються на військовому флоті, під час запуску космічних ракет з моря, і сфера їх застосування продовжує розширюватися.

Україна є морською державою, яка проводить освоєння нафтогазових родовищ Чорного і Азовського морів. Подальше освоєння родовищ континентального шельфу зумовлює необхідність використання СДП. Для реалізації процесів високоточної навігації при виконанні динамічного позиціювання (ДП) рухомими об'єктами водного транспорту (РОВТ) в локально обмеженому просторі впродовж технологічних робіт відповідно до міжнародних вимог повинні бути вирішені питання забезпечення безпеки мореплавання.

Незважаючи на впровадження в практику ДП та виконання технологічних робіт на основі передових досягнень науки і техніки, поліпшення підготовки кадрів для всіх служб РОВТ, жорсткіше міжнародне технічне нормування будови та експлуатації РОВТ, впровадження стандартів якості обладнання для здійснення технологічних робіт відбуваються аварії РОВТ під час виконання ними операцій, пов'язаних з використанням СДП, наслідки яких можуть мати катастрофічний характер.

Формулювання мети статті. Метою статті є аналіз проблематики безпеки РОВТ з динамічними принципами позиціювання та пошук актуальних напрямів щодо підвищення безпеки мореплавання.

Викладення основного матеріалу дослідження. Основними напрямками, які визначила ІМО, є забезпечення безпеки мореплавання і запобігання забруднення довкілля. Саме тому діяльність усіх структур ІМО, морських адміністрацій держав, класифікаційних товариств спрямована на запобігання аварій на морському транспорті. Результатом цієї діяльності є міжнародні конвенції, кодекси, резолюції, керівництва, циркуляри.

Постановою Верховної Ради України № 3938-ХІІ від 04.02.1994 р. Україна приєдналася до Конвенції про Міжнародну морську організацію, саме тому увага морської галузі нашої країни також спрямована на забезпечення безпеки мореплавання згідно з міжнародними

вимогами і стандартами [1,2,3,4,5]. В Україні створено єдину систему управління безпекою на морському і річковому транспорті [6]. Проблема безпеки РОВТ з динамічними принципами позиціонування – комплексна проблема, складові частини якої переплітаються між собою. Безпека та охорона на морі – дві головні її складові.

Проблеми охорони на морі, протидії тероризму і піратству хвилюють міжнародне співтовариство. Засудження і заходи з протидії тероризму і піратству викладені в Конвенції ООН по морському праву і в Міжнародній конвенції СОЛАС [7,8]. ІМО, ООН, уряди світових держав прикладають великі зусилля для забезпечення безпеки в небезпечних районах судноплавства і недопущення терористичних актів.

В.М. Бондар і В.Г. Сізов [9] безпеку мореплавства пропонують розділити на три основні компоненти: навігаційна безпека, морехідна безпека, пожежна і вибухобезпека. Цей підхід в повній мірі можна використовувати і для РОВТ з динамічними принципами позиціонування, додавши до цього екологічну безпеку. Однак, слід зазначити, що подальше застосування такого підходу наштовхується на певні методологічні труднощі, пов'язані з розмаїттям типів РОВТ і навіть «видів» ДП.

Динамічне позиціонування в класичній постановці цього питання – позиціонування винятково за допомогою активної тяги рушійного комплексу РОВТ. Під засобами активного керування РОВТ розуміють компоненти рушійного комплексу РОВТ, в якості яких можуть бути використані головні рушії РОВТ та допоміжні рушії: висувні рушії, підрулюючі пристрої тунельного типу, азимутальні рушії, водометні рушії, крильчасті рушії. Пасивне вертикальне кермо теж може бути використано для ДП. Також існує позиціонування за допомогою керованих гнучких зв'язків (якірний зв'язок з якірним ланцюгом, тросом або складною комбінованою лінією), а також позиціонування комбінованим способом, тобто позиціонування здійснюється за допомогою комплексу керованих гнучких зв'язків і засобів рушійного комплексу РОВТ.

У освоєнні ресурсів шельфу бере участь багато типів РОВТ. Це – трубо- і кабелеукладачі, земснаряди, кранові судна, геологорозвідувальні, водолазні, бурові судна, напівзанурювальні бурові установки, транспортно-буксирні судна тощо. Принциповою відмінністю типів РОВТ є характер технологічної роботи, що ними виконується. Характер технологічної роботи накладає обмеження на використання СДП і впливає на безпеку РОВТ в цілому. Саме тому впровадження єдиних стандартів для визначення безпеки РОВТ при виконанні робіт, пов'язаних з динамічним позиціонуванням, принципово неможливе.

Питання екологічної безпеки дуже гостро постає при використанні РОВТ з динамічними принципами позиціонування для розробки континентального шельфу. Виконання вимог Міжнародної конвенції по запобіганню забруднення з суден (МАРПОЛ) спрямоване на збереження екосистеми Світового океану і на підвищення екологічної безпеки експлуатації РОВТ [10].

Питання пожежної і вибухобезпеки є актуальними і мають бути вирішені шляхом розробки, впровадження і дотримання відповідних вимог до проведення критичних операцій технологічних робіт при ДП і безпечного перевезення вантажу РОВТ. При цьому увагу необхідно спрямувати на забезпечення чіткої взаємодії і координації роботи служб РОВТ (особливо служби технологічної роботи зі службою ДП).

Питання вантажної безпеки є також складовою частиною морехідної безпеки. Завдання визначення гідродинамічних сил, що діють на корпус в умовах хвилювання моря і на спокійній воді є центральним. М. Д. Хаскіндом на базі фундаментальних праць Н. Є. Кочина, Л. І. Седова і теорії хитавиці корабля, яка була розроблена О.М. Криловим, створена лінійна гідродинамічна теорія хитавиці суден. Ця теорія отримала свій подальший розвиток, на її основі вирішується велика частина практичних завдань по забезпеченню безпечної та ефективної експлуатації РОВТ. Питання міцності корпусу, остійності, хитавиці, непотоплюваності викладені відомим вченим В.Г. Сізовим [11]. Питання морехідної безпеки РОВТ з динамічними принципами позиціонування хоча і мають свої особливості (викликані

здебільшого характером технологічних робіт та конструктивними особливостями РОВТ), проте майже не відрізняються від аналогічних питань інших РОВТ.

Навігаційна безпека включає круг завдань, пов'язаних з рухом РОВТ в локально обмеженому просторі ДП. Під час ДП основну роль відіграють нелінійні процеси взаємодії сил зовнішнього впливу, які компенсуються реакцією рушіїв РОВТ на отримані збурення. Мета функціонування СДП полягає в мінімізації відстані Λ між точкою позиціонування та комплексним центром мас РОВТ, тобто $\Lambda \rightarrow \min$, причому

$$\Lambda = \sqrt{\Delta x_g^2 + \Delta y_g^2}. \quad (1)$$

У виразі 1 $\Delta x_g, \Delta y_g$ - прирости координат комплексного центру мас РОВТ. Коли значення сил збурень чинників навколишнього середовища (НС) більші, ніж сили, якими СДП може компенсувати збурення, відбувається втрата позиції ДП РОВТ. Питання впливу чинників НС являється ключовим при оцінюванні безпеки динамічного позиціонування РОВТ. Питанню навігаційної безпеки РОВТ з динамічними принципами позиціонування присвячено ряд робіт [12,13,14]. Це питання характеризується насамперед складністю процесів взаємодії РОВТ і НС, які необхідно представляти як взаємодію складних систем. Нині при аналізі і синтезі складних технічних систем використовується системний підхід, який визначається як методологія дослідження об'єднань елементів як систем. Саме таку методологію слід використовувати для проведення подальших досліджень в цій області.

Всі складові безпеки мореплавання і охорони на морі відносяться до сфери прийняття відповідних рішень людиною, що зумовлює важливість впливу людського чинника. У безпеці мореплавання під людським чинником розуміється сукупність можливості і здатності людини з прийому, обробки інформації і ухвалення рішень в різних умовах. Він включає весь спектр людської діяльності, що виконується екіпажами РОВТ, береговим управлінським персоналом, регулювальними органами, визнаними організаціями, законодавцями та іншими відповідними сторонами, що належать до мореплавання. Підвищення рівня знань і кваліфікації операторів СДП має знизити рівень аварійності з причини людського чинника [15], проте це питання не можна вважати остаточно вирішеним.

Недоліки в системі управління безпекою (СУБ) компанії, що експлуатує РОВТ з динамічними принципами позиціонування також можуть бути причинами аварій. Незважаючи на ряд існуючих нормативних документів [16,17,18], сюди можна віднести недолік приписів, керівних документів стосовно дій операторів СДП або інших відповідальних осіб в критичних ситуаціях, які можуть виникнути під час ДП при здійсненні конкретних технологічних робіт в конкретних умовах локально обмеженого простору. Перспективним для подальших наукових досліджень в цьому напрямку можна вважати коло питань управління ризиками на рівні компанії.

Висновки і перспектива подальшої роботи. Як було показано, проблематика безпеки ДП включає широкий спектр актуальних напрямків і, незважаючи на проведенні дослідження і отримані результати, питання забезпечення безпеки ДП РОВТ залишається не вирішеним до кінця, що зумовлює необхідність значних подальших глибоких досліджень по кожному з визначених напрямків.

ЛІТЕРАТУРА

1. Миусов М. В. Основные направления научных исследований Одесской национальной морской академии по обеспечению безопасности мореплавания. / Материалы международной научно-технической конференции «Безопасность мореплавания и её обеспечение при проектировании и постройке судов» – Николаев: НУК, 2004. – 140 с.

2. Миусов М. В. Проблемы обеспечения безопасности судоходства Черного и Азовского морей / М. В. Миусов, В. Г. Торский // Материалы научно-методической конференции «Современные проблемы повышения безопасности судоходства». – Одесса: ОНМА, 2009. – С. 76-80.
3. Топалов В. П. Современные методы повышения безопасности мореплавания / В. П. Топалов, В. Г. Торский // Материалы научно-методической конференции «Современные проблемы повышения безопасности судоходства», 7-8 октября 2009 г. – Одесса: ОНМА. – 2009. – С. 122-123.
4. Топалов В. П. Повышение безопасности плавания на основе системного подхода / В. П. Топалов, В. Г. Торский, В. В. Торский // Судовождение: Сб. научн. трудов / ОНМА. – Одесса: «ИздатИнформ», 2007. – Вып. 14. – С. 119-129.
5. Топалов В. П. Анализ способов предотвращения аварий судов / В. П. Топалов, А. А. Кобыляцкий, Л. А. Позолотин // Судовождение: Сб. научн. трудов / ОНМА. – Одесса: «ИздатИнформ», 2007. – Вып. 16. – С. 166-175.
6. Наказ № 904 МТУ від 20.11.2003. «Про затвердження Положення про систему управління безпекою судноплавства на морському і річковому транспорті». – Київ: Офіційний вісник України, 2004. – № 52 (09.01.2004) (частина 2). – С. 28–44.
7. Конвенция ООН по морскому праву (UNCLOS 82). – М: Транспорт, 1983. – 369с.
8. Международная конвенция по охране человеческой жизни на море 1974г. Консолидированный текст с изменениями и дополнениями. – СПб.: ЗАО "ЦНИИМФ", 2007. – 679 с.
9. Бондарь В. М. Научная направленность кафедры – проблема безопасности мореплавания / В. М. Бондарь, В. Г. Сизов // Материалы международной научно-технической конференции «Современное судоходство и морское образование» Часть I. – Одесса: 2004. – С. 114-118.
10. Международная Конвенция по предотвращению загрязнения с судов 1973г., измененная протоколом 1978г. к ней (МАРПОЛ-73/78), Книги I и II, – СПб.: ЗАО "ЦНИИМФ", 2008 г. – 760 с.
11. Сизов В. Г. Теория корабля. – Одесса: Феникс, 2003. – 282 с.
12. Потемкин А. Э. Повышение надежности и эффективности систем динамического позиционирования судов / А. Э. Потемкин, Р. А. Габрук // Автоматизация судовых технических средств: науч. техн. сб. – Одесса: ОНМА, 2009. – Вып. 15.– С. 59-68.
13. Потемкин А. Э. Системы динамического позиционирования / А. Э. Потемкин, Р. А. Габрук // Материалы научно-методической конференции «Современные проблемы повышения безопасности судоходства», 19-21 ноября 2008 г. – Одесса: ОНМА, 2008. – С. 48-54.
14. Потемкин А. Э. Математическое моделирование в системах динамического позиционирования / А. Э. Потемкин, Р. А. Габрук // Материалы научно-методической конференции «Современные проблемы повышения безопасности судоходства», 7-8 октября 2009 г. – Одесса: ОНМА, 2009. – С. 92-93.
15. IMCA M 117 The Training and experience of Key DP Personnel.- IMCA, London, 2006.- 42 p.
16. РД 51-10-98. Организация Службы Динамического позиционирования на судах РАО «Газпром», используемых при освоении морских нефтегазовых месторождений.- М.: РАО «Газпром», 1998. - 24 с.
17. IMCA M 109. A Guide to DP-Related Documentation for DP Vessels. – IMCA, London, 2004. – 16 p.
18. IMO MSC Circular 645.Guidelines for vessels with dynamic positioning systems. – IMO, London, 1994. – 22 p.
19. Кринецкий И. И. Основы научных исследований: Учебное пособие для вузов. – Киев-Одесса: Вища школа, 1981. – 208 с.

Габрук Р.А.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМАТИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

В статье рассмотрены составляющие безопасности подвижных объектов водного транспорта с динамическими принципами позиционирования. Выделены наиболее перспективные направления для дальнейших исследований.

Ключевые слова: система динамического позиционирования, безопасность мореплавания.

Gabruk R.

CURRENT STATE OF DYNAMIC POSITIONING SAFETY PROBLEMS

In the article components which form safety of mobile water transport object with dynamic principles of positioning were considered. The most perspective directions for further research were highlighted.

Keywords: *dynamic positioning system, the safety of navigation.*

УДК 681.5

Богдан А. П.

РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ОБРАЗЦОВ ЭПОКСИКОМПОЗИТНЫХ ПОКРЫТИЙ

Работа посвящена вопросам обеспечения исследований в области композитных материалов и защитных покрытий на их основе средствами расчета напряженно-деформированного состояния образцов. Рекомендовано для использования и совершенствования как альтернатива программным комплексам МКЭ для двумерных областей ограниченных произвольным контуром.

Ключевые слова: *композитные материалы, защитные покрытия, напряженно-деформированное состояние, автоматизация обработки результатов.*

Постановка задачи. Борьба с коррозией и износом является важной технической задачей, решение которой даёт значительный экономический эффект. Одним из вариантов её решения является нанесение на детали конструкций защитных покрытий. Покрытия на основе эпоксидных смол обладают определёнными технологическими и эксплуатационными преимуществами [1,2]: большой удельной прочностью, коррозионной и теплостойкостью, достаточной простотой процессов приготовления и нанесения, возможностью варьирования свойствами. Эти покрытия находят все большее применение в разных отраслях промышленности, в том числе и в судостроении [1].

В процессе эксплуатации покрытие деформируется совместно с конструкцией, которую оно защищает. Напряжения, возникающие в покрытии, могут привести к нарушению его прочности: растрескиванию и отслоению. Поэтому исследование совместной работы покрытия и основы (подложки) является важной задачей материаловедения и технологии покрытий.

Актуальной является задача обеспечения прочности и высокой износостойкости поверхностей. При эксплуатации детали и узлы технологического оборудования подвергаются действию изгибающих нагрузок, которые существенно влияют на упруго-прочностные характеристики, и определяют долговечность эксплуатации оборудования. В этом направлении является перспективным исследование свойств и деформаций полимерных композитных материалов при изгибе, а именно в системе «покрытие – основа». Следует отметить, что, несмотря на огромную важность экспериментальных методов исследований при поиске материалов, обладающих нужными свойствами, все большую значимость приобретают численные методы и методы математического моделирования. Это обусловлено тем, что в исследовании многокомпонентных систем необходима большая