

УДК 629.5

Прив'язні підводні апарати: сучасні завдання проектування та застосування

Автор: О.В. Блінцов, к.т.н., доц., Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

Прив'язні підводні апарати (ППА) зберігають свої провідні позиції на ринку підводно-технічних робіт (ПТР) незважаючи на різке зростання популярності автономних підводних апаратів-роботів. Це обумовлено головною перевагою ППА у порівнянні з іншими видами підводної техніки – отриманням фото-, відео-, гідроакустичної та іншої інформації про підводну обстановку у реальному часі. Ця перевага забезпечує ППА постійно зростаючий попит, особливо на малих (500 м) та середніх (2000 м) глибинах.

Незважаючи на великий досвід будівництва та застосування ППА, загальної теорії їх проектування та застосування з позицій системного підходу на цей час не створено, а існуючі теоретичні результати стосуються лише розв'язку окремих наукових задач гідродинаміки, енергетики та керування ППА [1-3].

Аналіз вітчизняного і зарубіжного досвіду розробок і застосування ППА дає можливість сформулювати узагальнений перелік завдань по створенню та ефективному застосуванню ППА:

розробка типових та спеціальних технологій виконання ПТР за допомогою ППА для типових і спеціальних підводних робіт на основі технологічного підходу;

розробка концепції створення типорозмірного ряду ППА на основі аналізу сучасних і перспективних завдань морської практики та на базі сучасних підводних технологій (системний підхід);

визначення й реалізація інноваційної складової створюваних ППА на основі теорії рішення винахідницьких задач [4] (проектування, побудова та випробування вузлів і систем ППА, які створюються вперше);

стандартизація та уніфікація елементів і систем ППА, а також начіпних підводно-технічних засобів для виконання типових робіт під водою;

розробка тендерної та контрактної документації на створення і поставку ППА (у т.ч. на базі міжнародних стандартів);

організація проектної та виробничої інфраструктури для проектування, будівництва й випробувань ППА – створення спеціалізованого конструкторського бюро, виробничого підприємства та випробувальної техніки;

створення дослідницьких зразків типорозмірного ряду ППА і їхня експериментальна експлуатація;

сертифікація ППА та підводних технологій на їх основі для виконання типових підводних робіт;

підготовка операторів і технічних фахівців для керування й технічного обслуговування ППА.

Розглянемо більш детально сформульовані вище завдання по створенню та ефективному застосуванню ППА.

Розробка типових та спеціальних технологій виконання ПТР за допомогою ППА передбачає подання підводних виробничих процесів як спеціальних технологій, що використовують досягнутий світовий рівень розвитку морської техніки, впроваджують наукові досягнення у морську практику та забезпечують найважливіші виробничі показники ППА – високу продуктивність і достовірність результатів ПТР, відсутність ризику для життя людей тощо.

Розробка підводних технологій має виконуватись як низка формалізованих відповідей на наступні питання:

для рішення яких підводних завдань створюється ППА?

які режими функціонування ППА будуть застосовуватися?

які очікувані зовнішні збурювання й власні нестационарності параметрів ППА будуть проявлятися під час виконання ПТР?

які енергетичні, інформаційні й матеріальні потоки будуть необхідні для даної підводної технології?

який кінцевий продукт виконання ПТР та його формат?

Розробка концепції створення типорозмірного ряду ППА має за мету обґрунтування архітектурно-конструктивних типів, технічних та експлуатаційних характеристик ППА з прив'язкою до типових та спеціальних технологій виконання ПТР. Результати розробки такої концепції грають визначальну роль у забезпеченні ринкових переваг створюваних ППА за показником «ціна – якість», оскільки дають змогу мінімізувати собівартість створення нових ППА.

В основу розробки концепції пропонується покласти наступний алгоритм: «підводне завдання – підводна технологія його виконання – режим функціонування ППА – експлуатаційна властивість ППА – оптимізаційна вимога до проектування».

Визначення й реалізація інноваційної (нової) складової ППА є найбільш складним і наукоємним завданням, від обґрунтованої постановки та успішного розв'язку якого залежить ринковий успіх створюваних ППА.

Коефіцієнти новизни розроблюваних ППА визначаються шляхом встановлення функціональної залежності між окремими характеристиками новизни й характеристиками процесу розробки нового елемента чи вузла ПАР. Аналіз дослідницьких виробництв підприємств автомобільного та авіаційного спрямувань показує, що рівень розробки ППА можна пов'язати із окремими характеристиками новизни наступною залежністю [5]:

$$K_{H_i} = \prod_{i=1}^n X_{il}^{a_i},$$

де K_H – коефіцієнт новизни створюваного ППА; a_i – показники регресії залежності показників процесу розробки від окремих характеристик новизни, отримані шляхом аналізу статистичними методами; X_{il} – експертні оцінки окремих характеристик новизни процесу розробки; i – кількість окремих характеристик новизни; l – кількість можливих станів рівня новизни.

На відміну від стадії розробки проектної документації, де новизна визначається тільки по проектуванню виробів ($K_{Hпр}$), на стадії дослідницького виробництва необхідно розраховувати коефіцієнт рівня новизни техніки й технологій $K_{Hтех}$, які використовуються при виробництві дослідницьких зразків ППА. На підставі розрахованих коефіцієнтів визначається інтегральний рівень новизни $K_{Hінт}$ ППА як інноваційного продукту на етапі дослідницького виробництва:

$$K_{Hінт} = K_{Hпр} \times K_{Hтех}.$$

Він відбиває загальний рівень новизни кожного типу ППА і, відповідно, його вплив на затрати й строки дослідницького виробництва типорозмірного ряду ППА.

У загальному випадку при реалізації цього завдання створення ППА необхідно визначити:

які типові та вже освоєні у проектуванні й виробництві технічні рішення будуть використані?

які проектні завдання необхідно вирішувати вперше?

які нові наукові результати будуть використані при створенні ППА?

Досвід Науково-дослідного інституту підводної техніки НУК по створенню нових зразків підводної техніки свідчить, що інтегральний рівень новизни $K_{Hінт}$ створюваного ППА може бути використаний для попередньої оцінки його складності як ринкового продукту (зокрема, обґрунтування ціни) та для оцінки ризиків невиконання програми створення типорозмірного ряду ППА. Так, при значенні $K_{Hінт} < 0,1$ ризик невиконання програми можна характеризувати як низький, при значенні $0,1 < K_{Hінт} < 0,25$ ризик невиконання програми можна характеризувати як середній, $0,25 < K_{Hінт} < 0,5$ ризик невиконання програми можна характеризувати як високий.

Важливим етапом розв'язку цього завдання є також забезпечення патентного захисту створюваної продукції та нових технологій її побудови, випробувань і використання.

Стандартизація та уніфікація елементів і систем ППА є важливою складовою забезпечення ринкових переваг новостворених ППА, оскільки сприяє зниженню собівартості створюваної продукції та спрощенню її технічного обслуговування, закріпленню вітчизняних ППА на міжнародному ринку товарів й послуг. Окрім вітчизняних стандартів у галузі науки і техніки, при створенні ППА необхідно враховувати вимоги міжнародних організацій по стандартизації – Міжнародної організації по стандартизації International Organization for Standardization, ISO (зокрема, вимоги стандартів ISO серії 9000 по управлінню якістю продукції й послуг), Міжнародної електротехнічної комісії International Electrotechnical Commission (IEC) із всіх питань стандартизації в області електротехніки.

Розробка тендерної та контрактної документації на створення і поставку ППА належить до ключових завдань створення ППА, оскільки від якості і всебічності тендерної документації та контрактів, їх відповідності вітчизняним і міжнародним нормам залежить весь спектр робіт, починаючи від вибору законодавства, за яким буде оформлятися і виконуватися контракт, управління й контролю за ресурсами контракту та варіюванням курсів валют і закінчуючи прийомкою робіт та оформленням гарантійних зобов'язань.

Досвід Науково-дослідного інституту підводної техніки НУК свідчить, що на цей час у світовій практиці розробки ППА внаслідок процесів глобалізації праці склався і стійко функціонує певний розподіл праці за окремими задачами проектування, побудови і випробувань ППА та відповідний кодекс виконання робіт.

Зокрема, на тендерному етапі існують наступні визнані міжнародні правила:

організація-виконавець робіт зобов'язується надати всю детальну інформацію про агентів, технічних консультантів та уповноважених продавців, які були призначені ним у якості відповідальних за продаж ППА у тій чи іншій державі; ці деталі повинні включати обсяг роботи й ступінь відповідальності, покладений на них виконавцем;

якщо ППА, пропонується організацією-виконавцем для поставки за кордон, раніше вже було поставлено у будь-яку країну або був укладений договір на його продаж/поставку, інформація про це обов'язково має бути занесена в технічні й комерційні пропозиції, а організація-виконавець зобов'язується надати письмову угоду про те, що не поставила або не перебуває в процесі поставки схожого ППА за ціною, нижчою за ціну, запропоновану в дану країну;

організація-виконавець, зазвичай, не виконує зовсім або виконує частково проектні розрахунки з надійності, завадостійкості, морським випробуванням тощо; вказані роботи виконуються спеціальними професійними організаціями, які мають великий досвід за окремими напрямками проектної діяльності та міжнародне визнання.

Організація проектної та виробничої інфраструктури для проектування, будівництва й випробувань ППА забезпечує практичне виконання робіт зі створення типорозмірного ряду ППА. Перші результати вітчизняної наукової школи підводної техніки (керівник – проф. Блінцов В.С.) утворюють підґрунтя для промислового виробництва ППА [6]. Подальший розвиток робіт у цьому напрямку вимагає створення спеціалізованої виробничої організації з розвиненим проектно-конструкторським та виробничо-випробувальним підрозділами.

Окремою та перспективною задачею виглядає також міжнародна кооперація в рамках загальних тенденцій глобалізації при виконанні інноваційних проектів.

Створення дослідницьких зразків типорозмірного ряду ППА – це продукт діяльності спеціалізованої організації, який вимагає застосування всього спектру сучасних досягнень у напрямку виробництва наукомісткої продукції, зниження її собівартості та забезпечення якості у відповідності з міжнародними стандартами, а також виконання всього спектру випробувань (лабораторних, заводських, морських дослідницьких та здавальних).

До особливостей виконання цього завдання, виходячи з практики багатьох зарубіжних компаній, належить обов'язкове проведення PR-акцій (реклама в ЗМІ, Інтернет-реклама, участь у виставках, проведення брифінгів тощо).

Сертифікація ППА та підводних технологій на їх основі забезпечує правомірність застосування ППА в типових підводних роботах як офіційно визнаного інструменту для виконання оглядових, пошукових та інспекційних ПТР. Сертифікація забезпечує достовірність, об'єктивність та якість результатів цих ПТР і передбачає отримання визнання міжнародних класифікаційних товариств (Морського Регістру Судноплавства України, Російського Морського Регістру судноплавства та ін.). Сертифікація є невід'ємною умовою просування створюваних ППА на внутрішній і зовнішні ринки ПТР.

Підготовка операторів і технічних фахівців для керування й технічного обслуговування ППА є обов'язковою складовою просування нових видів підводної техніки на внутрішній і зовнішній ринки морських робіт. Це завдання доцільно виконувати спільно з профільними ВНЗ (в Україні – Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, НУК).

Слід зазначити, що така підготовка має бути організована у двох напрямках:

підготовка операторів і технічних фахівців на базі середньої спеціальної освіти;

підвищення кваліфікації пілотів ППА та обслуговуючого персоналу, який має досвід практичної експлуатації ППА.

Теоретична підготовка може бути виконана на базі НУК, а практична – на одному з діючих підприємств, що проводить підводну діяльність на Азово-Чорноморському басейні.

Список літератури:

1. Блинцов В.С. Привязные подводные системы – К.: Наукова думка, 1998. – 232 с.
2. Robert D. Christ, Robert L. Wernli. The ROV manual: a user guide to observation-class remotely operated vehicles. Butterworth-Heinemann, 2007. – 308 p.
3. Rowinsky L. Pojazdy glebinowe. Budowa i wyposazenie. Gdansk, 2008. – 593 p.
4. Петров В. М., Злотина Э. С. Теория решения изобретательских задач – основа прогнозирования развития технических систем. – Прага: ЧДНТО, 1989. – 92 с.
5. Ширяева Ю.С. Уровень новизны изделия при формировании политики управления опытным производством предприятий автомобильной промышленности. // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского, 2010. – № 6. – С. 250–251.
6. Блінцов В.С. Інноваційні проекти створення засобів океанотехніки. [Текст] / В.С. Блінцов // Управління проектами: стан та перспективи : матеріали 8-ї Міжнародної науково-практичної конференції – Миколаїв: НУК, 2012. – С.18-20.