

10.31653/smf46.2023. 41-46

Голіков В.А., Крупов І.В.

Національний університет «Одеська морська академія»

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМСНАРЯДІВ В ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ УМОВАХ

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Щорічно для підтримання нормальних судноплавних умов на зовнішніх шляхах, підхідних каналах і в акваторіях портів проводяться днопоглиблювальні роботи, які вимірюються десятками мільйонів кубічних метрів ґрунта. Ці роботи супроводжуються багатократними замірами глибин по площині та об'єму. Вказані фігури у вигляді багатокутників та фігур розбивають на відповідні інтервали таким чином, щоб різниця між найбільшими та найменшими розмірами в межах одного інтервалу були декілька більше ціни поділки шкали вимірювального пристрою. Цим компенсуються похибки виміру.

Різноманітні роботи по днопоглибленню здійснюються суднами днопоглиблювального флоту. Сучасні земснаряди уявляють собою складні технічні споруди, оснащені новітніми судовими гідропульсивними комплексами, агрегатами і системами з контрольно-вимірювальними приборами та засобами дистанційного й автоматичного управління з включенням елементів обчислювальної техніки.

На останні наукою покладене вирішення завдань призначення оптимальних режимів роботи земснарядів, контролю за якістю виконання днопоглиблювальних робіт, а також сумісного проведення допоміжних процедур, профілактичних навігаційних ремонтів й усунення наслідків аварій.

Головною науковою проблемою математичного опису явищ енерго та масопереносу залишається форма їх представлення: векторна ($E = MV_T$) або скалярна ($E = 0,5MV_T^2$), де V_T – швидкість руху тіла (судна), M та E – його маса і енергія [1].

На теперішній час з причин бойових дій в країні та браку бюджетних коштів стратегічне планування днопоглиблювальних робіт на період війни тимчасово припинене. Тому актуальними залишаються наукові завдання тактико-технічного і оперативного характеру, які пов'язані з інтенсифікацією, ефективністю, екологічністю, економіч-

ністю та модернізацією днопоглиблювальних суден та їх технічних засобів [2].

Запит практики полягає у тому, щоб задовольнити умови технічного завдання на днопоглиблення шляхом оптимального протистояння природним збуренням та навантаженням, просторового орієнтування днопоглиблювального судна технічними засобами управління.

Об'єкт дослідження представляють технологічні процеси днопоглиблення.

Предмет дослідження представляє земснаряд каравану, якому притаманні усі атрибути транспортного судна.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

В монографії [3] розглядається сучасний стан геоінформаційних систем, які доцільно використовувати при забезпеченні мореплавства. Розглянуті методичні основи супутникових методів отримання гідрометеорологічної та навігаційно-гідрографічної інформації. Особливий акцент приділяється оцінюванню якості даних, аналізу похибок, можливості застосування інформації геоінформаційних систем в оперативному режимі.

В статті І.І. Гладких та В.О. Дворецького [4] наведені роз'яснення того, за яких механізмів можна використовувати природні процеси в напрямку складання прогнозу зміни рельєфу дна на мілководді в умовах судноплавства. Ключовим фактором визначена розробка програм, які дозволяють відстежувати зміни природних процесів з відображенням і фіксацією їх на електронних носіях. Будь-яке дослідження переважно проводити з урахуванням зміни стану об'єкта в часі і під впливом різних факторів одночасно і динамічно.

В статті В.В. Шиловського та І.В. Крупова [5] запропонований алгоритм, який дозволяє привести всі референсні системи координат, що використовують придунайські країни, до гармонізованого стану шляхом введення постійно діючих величин на кордоні цих країн. Наведений приклад реалізації алгоритму гармонізації прикордонних геодезичних систем між Україною, Румунією та Болгарією з використанням програмного продукту DaWAT.

Обґрунтуванню вибору складу земкарavana були присвячені роботи [6-8], в яких показано, що тип земснаряду визначається родом ґрунту на ділянці робіт в межах заданої глибини черпання. Чим міцніше ґрунт, тим більш потужним повинен бути снаряд. Тому в

більшості випадків найбільш ефективними при виконанні днопоглиблювальних робіт на не зв'язних ґрунтах залишаються землесоси. Разом з тим, на ґрунтах 1-5 груп по важкості розробки без твердих включень на захищених від вхилювання ділянках, найбільш ефективні якорні землесоси з механічними розпушувачами.

Багаточерпакові шаландо-рефулерні снаряди найбільш ефективні при шаландовому способі віддалення ґрунта 5-6 груп по важкості.

Штангові, грейферні та/або багаточерпакові снаряди застосовуються при розробці скельних ґрунтів з обов'язковим попереднім рихленням скелі.

Об'єм ґрунта, що виймається та строки виконання днопоглиблювальних робіт, визначають потрібну потужність земснарядів та їх кількість. Слід зазначити, що при великих об'ємах робіт треба брати до уваги навігаційний період та метеорологічні фактори при їх виконанні.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Метою дослідження став спосіб пошуку оптимального використання земснарядів каравану найбільш точно узагальнюючого особливості їх умов експлуатації, режимів маневрування, способів днопоглиблення, тощо.

Гіпотезою дослідження стала теза про те, що показник мусить бути чисельним, зрозумілим для обліку, а його аргументи – натурні, які підлягають вимірюванню та моніторингу у реальному часі.

Головне завдання дослідження полягає у розробці методики оцінки якості синхронізму в роботі земснаряду каравану.

Для вирішення головного завдання розподілялись допоміжні завдання, пов'язані з описом: стану об'єкту та предмету дослідження, характером протікання днопоглиблення та його обліку.

Днопоглиблювальні роботи виконувались згідно технічного завдання на проведення експлуатаційного поглиблення в акваторії морського порту Ізмаїл з дозволу природоохоронних органів та попереднім обсягом днопоглиблення 153000 м³ зі швидкістю не більше 8 км/год при русі вверх і не більше 12 км/год при русі вниз по р. Дунай відносно берега.

Всі перестановки днопоглиблювального обладнання, включаючи перекидання якорів, а також, маршрути руху ґрунтовідвізних шаланд узгоджувались відповідним чином.

Попередні, проміжні та контрольні проміри глибин ділянок днопоглиблення проводились із застосуванням ехолоту Echotrac CV100

та GNSS прибору Trimble SPS 461. Промір глибин виконано згідно НД 31.7.002.-2005. Профілі розташовувалися через 10 метрів, глибини на профілях – через 5 метрів. В окремих вимірах застосований ехолот Echosac E20 та обладнання фірми «NOVATEL». Система координат WG8-84, проекція UTM.

Ділянка поглиблення №7 (акваторія причалів №12-14) складалась з 4-х прорізів і представлена ситуаційно на площині зорієнтованої відносно N-норда.

Караван днопоглиблювальних суден складався з: самохідної землечепалки «Дунай» розмірами (73,6x12,8x3,85) метри, висотою борту 5,2 метри, валової місткості 1543 р.т., чистої місткості 463 р.т., дедвейтом 716 т., швидкість ходи 9,0 вузлів, потужністю 1940 кВт при частоті обертів дизелів у 480 хв⁻¹, глибиною черпання від 5 до 24 м і продуктивністю 750 м³/год, 2-х самохідних дизельних барж типу «Ізмаїлівка» 56,2x11,0x3.7x4,4 метри, швидкість ходи 9 вузлів, загальна потужність 600 кВт, об'єм бункера (для ґрунту) 600 м³, якорезаводний буксир «MZ-9».

Термін виконання днопоглиблювальних робіт склав один місяць з 01.05 по 31.05.2022 року. Караван працював у звичайному режимі – 8 годин за добу без вихідних або 240 годин. Тому спланована продуктивність земснаряду складала 625 м³/год, що складає біля 80% від номіналу.

Абсолютна похибка між попереднім та виконавчим вимірами склала 200 м³, а відносно виконавчих – 0,9%. Загальний обсяг днопоглиблення в п.Ізмаїл склав 79109,5 м³, за становить 51,7% від запланованого. Отримані результати дозволяють застосувати продуктивність видалення ґрунту як одну з основних характеристик роботи кожного земснаряда. За часом вона змінюється від проектної до фактичної крізь технічну та розрахункову.

Проектна – задається завданням на днопоглиблення. Технічна представляє конструктивні особливості суден каравану. Розрахункова продуктивність враховує особливості властивостей ґрунту, а фактична – визначається часом роботи земснаряду за увесь період днопоглиблення і описується як:

$$W_{\phi} = V / T_p \quad (1)$$

де W_{ϕ} – фактична продуктивність земснаряда, м³/год; V – об'єм ґрунту, що виймається, м³; T_p – робочий час, який витрачений на вийомку ґрунту, год.

Розрахунковий коефіцієнт ($k_{розр}$) використання земснаряду по продуктивності представляє співвідношення ($W_{розр}$) розрахункової продуктивності (яку треба виконувати) до технічної ($W_{тех}$):

$$k_{розр} = W_{розр} / W_{тех} \quad (2)$$

Фактичний коефіцієнт ($k_{ф}$) описується як:

$$k_{ф} = W_{ф} / W_{тех} \quad (3)$$

Ефективність використання земснаряда в конкретних умовах характеризується коефіцієнтом експлуатації: $k_{еф} = k_{ф} / k_{розр} = k_{ф} T_p / T_е$
(4)

або

$$k_{еф} = V / T_е / W_{тех} \quad (5)$$

де $k_{ф} = T_p / T_е$ – коефіцієнт використання земснаряда на ділянці роботи, відн. один; $T_е$ – валовий час, який складається з робочого (T_p) та додаткового часу

($T_{од}$) зупинок для буксировки; пропуску суден; плотів, навігаційного ремонту до 5-ти діб, здійснення допоміжних операцій.

Висновки. Ефективність використання земснарядів в експлуатаційних умовах описується продуктивністю, як засобом «бухгалтерського обліку» при переході маси та енергії з одного місця в друге. Треба також враховувати, що енергія або передається іншому тілу при зіткненні, або розсіюється при терті.

Обсяг днопоглиблювальних робіт в територіальному морі України визначається Кабінетом Міністрів, які реалізуються у вигляді стратегій Міністерством інфраструктури та підпорядкованими йому адміністративними органами.

Судна днопоглиблювального флоту проектуються та побудовані за принципами теорії корабля, але відрізняються тихою ходою, підвищеною енергоємністю, чутливістю до збурень, гарними морехідними якостями та технікою виміру фізичних величин.

Подальші дослідження вимагають проведення більш ретельного експериментування для розробки засобів обчислення продуктивності земснарядів на кожному етапі їх роботи з можливостями широкого коригування інформаційних потоків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. І.М.Кучерук, І.Т.Горбачу, П.П.Луцик. «Загальний курс фізики (том 1)». - 1999.
2. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року [текст] / Ukraine-Europa Aid/136284/DH/SER/UA, травень 2017. – К.: Мінінфраструктури України, 2017. – 145 с.
3. Перспективи розвитку оперативної океанографії в Україні: [монографія]/ авт. І.І. Гладких, С.В. Симоненко, В.І. Михайлов [та ін.]– Одеса: Астропринт, 2017. – 116 с. ISBN978-966-927-261-4.
4. I.Gladkykh, V.Dvoretzky Taking into account the dynamics of the bottom relief for technologies ris// Shipping&Navigation. – Odessa: NU"OMA", 2020, Nr.30, 66-77pp, DOI:10.31653/2306-5761.30.2020.67-77.
5. V.Shpylevsky, I.Krupov Coordinates systems harmonization in the frontier districts of the Dunabe// Shipping & Navigation. – Odessa: NU"OMA", 2020, Nr.30, 152-163 pp., DOI:10.31653/2306-5761.30.2020.152-163.
6. Горбунов Д.І. Днопоглиблення, М: "Транспорт", 1984. – 232 с.
7. Сергійчик В.С. Організація виробництва днопоглиблювальних робіт. - Одеса: "Аспект", 1998. -140 с.
8. Горбулін Я.Ф. Днопоглиблювальний флот і днопоглиблювальні роботи, М: "Транспорт", 1973. - 436 с.