

УДК 528.32

Т. Шевченко, О. Мороз, В. Тарнавський
Національний університет "Львівська політехніка"

ДО КОНТРОЛЮ ВСТАНОВЛЕННЯ СУДНОВОГО ОБЛАДНАННЯ СПОСОБАМИ ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОДЕЗІЇ

© Шевченко Т., Мороз О., Тарнавський В., 2005

Предложены современные инженерно-геодезические способы контроля совмещения оси отверстия актерштевня и оси вращения вала главного судового двигателя с теоретической осью валопровода. Главный судовой двигатель центрируют по оси лазерного излучения или автоколлимационным способом. Предложенные способы контроля установки судового оборудования оперативны и сокращают время монтажа и сборки.

The modern geodetic control methods for stern-post aperture axe and main ship engine fulcrum pin consider with theoretical axe of drive shafting is proposed. The main ship engine is centering by laser-beam axe, or by auto collimation method. Proposed methods for ship equipment installations control are very fast and greatly reduce the mounting time.

Постановка проблеми. Належну якість монтажу і складання великогабаритних агрегатів та машин можна забезпечити тільки досконалими інженерно-геодезичними способами і засобами контролю. Нарощування потужностей суднобудування, що намітилося сьогодні, спричиняє необхідність звернутися до вдосконалення способів контролю встановлення силових агрегатів суден. Насамперед це стосується головних механізмів, що центруються, – головного суднового двигуна і валопроводу [1]. Головний судновий двигун передає крутний момент валопроводом до гребного гвинта. Центрування головного двигуна судна починають після встановлення кормової кінцевої частини судна – актерштевня. Вісь отвору у яблуці актерштевня має розташовуватися на теоретичній осі валопроводу, з якою повинна також збігатися вісь обертання вала головного суднового двигуна. Діаметр отвору актерштевня досягає 1,5 м, незбіг його осі з теоретичною віссю валопроводу не повинен перевищувати ± 4 мм. Проте через складність робіт, пов'язаних із встановленням актерштевня та центруванням головного двигуна, бажаної точності збігання осей з теоретичною віссю валопроводу часто не вдається досягти. Тим більше, що у загальноприйнятих рекомендаціях [1, 3, 4] встановлення актерштевня та центрування головного двигуна технологічно не пов'язані між собою. Допуски на встановлення двигуна досить жорсткі. Непаралельність осі обертання вала двигуна та осі валопроводу не повинна перевищувати 0,15 мм/м. Незбіг проекції осі обертання вала двигуна з центром мішені 3 (рис. 1) $\delta_B \leq 1,0$ мм, а з центром мішені 2 $\delta_A \leq (\delta_B + 0,15 L_{AB})$ [3]. Як зазначалося, двигун центрують після встановлення актерштевня. Тому після центрування двигуна доводиться вдаватися до додаткового, ексцентричного щодо осі отвору актерштевня, розточування його. Часто розточують не тільки актерштевень, а й дейдвудну трубу, яку вставляють у нього. Розточування виконують переносними борштангами. Процес цей через ексцентричність є довготривалий і трудомісткий.

Зв'язок із важливими науковими і практичними завданнями. Контрольні вимірювальні інженерно-геодезичні роботи є невід'ємними складовими технологічного процесу встановлення агрегата чи машини, зокрема суднового обладнання. Вони забезпечують досягнення необхідної точності та якості складання. Зрештою інженерно-геодезичні роботи повинні реалізовувати сучасні досягнення техніки, зокрема належною мірою враховувати конструктивні та технологічні особливості суднового обладнання. Забезпечуючи необхідну точність, вони повинні сприяти прискоренню складання і зменшенню працевтрат.

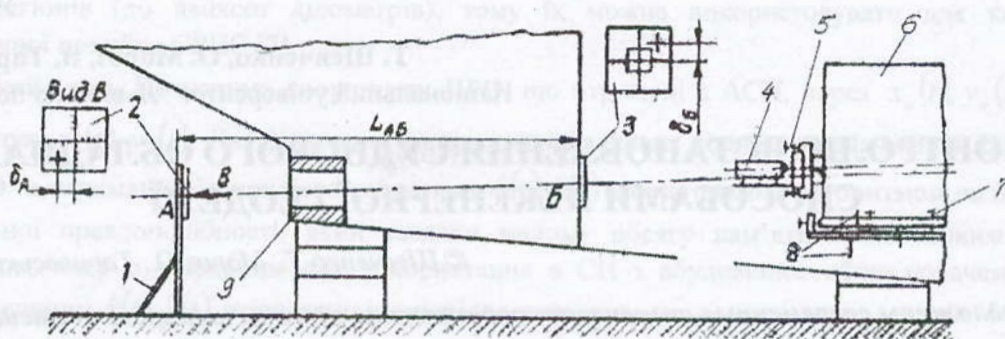


Рис. 1. Центрування головного двигуна судна візуально-оптичним способом:

1 – шергень (підставка для мішені 2); 2, 3 – мішені; 4 – зорова труба;
5 – гвинт регулювання зорової труби; 6 – головний двигун; 7 – гвинти регулювання положення двигуна; 8 – контрольні риски для встановлення двигуна вздовж осі; 9 – ахтерштевень

Аналіз виконаних досліджень і публікацій з цієї проблеми. За традиційними рекомендаціями [3, 4] встановлення осі отвору у яблуці ахтерштевня на теоретичній осі валопроводу контролюють струнним способом. Звичайно положення осі отвору у яблуці ахтерштевня пізніше не пов'язують із центруванням головного двигуна судна [3]. Головний судновий двигун центрують візуально-оптичним способом. Теоретичну вісь валопроводу задають центрами мішеней 2 і 3 (рис. 1). Мішень 2 встановлюють за кормою судна, а 3 – у кормовій переборці машинного відділу. На торці вала двигуна встановлюють з можливістю переміщення зорову трубу 4. Повертаючи вал двигуна і переміщаючи трубу, суміщають візирну вісь з віссю обертання двигуна. Двигун переміщують доти, поки проекція осі обертання двигуна на суміститься з центрами мішеней 2 і 3, тобто поки з центрами мішеней не суміститься візирна вісь зорової труби. Процес суміщення контролюють, спостерігаючи у зорову трубу.

Невирішені частини загальної проблеми. Таке центрування головного суднового двигуна є довготривалим і трудомістким, а досягнення необхідної точності центрування є досить складне. Точки теоретичної осі валопроводу, з якими суміщають проекцію осі обертання вала двигуна, розташовані на значно більшій відстані від двигуна порівняно із довжиною самого двигуна. Наприклад, якщо довжина двигуна відноситься до відстані від його торця до мішені 2, як 1:5, кутове зміщення двигуна на 1 мм тягне за собою зміщення проекції обертання вала двигуна на мішені 2 на 5 мм. Якщо зважати на те, що маса двигуна може досягати 800 т, зрозуміло, з якими труднощами доводиться стикатися під час суміщення осі обертання його вала з теоретичною віссю валопроводу. Позаяк вісь отвору яблука ахтерштевня під час центрування двигуна технологічно в процесі контролю не пов'язана з віссю обертання вала двигуна, найчастіше доводиться вдаватися до ексцентричного розточування отвору в ахтерштевні.

Постановка завдання. Для контролю встановлення ахтерштевня та центрування головного суднового двигуна необхідно застосовувати такі інженерно-геодезичні способи, які разом із необхідною точністю встановлення обладнання, повинні прискорити та спростити процес складання і центрування.

Виклад основного матеріалу дослідження. Одним із шляхів розв'язання поставленого завдання є застосування однотипних способів контролю встановлення ахтерштевня і центрування головного суднового двигуна. Переважно потрібно почати із встановлення ахтерштевня, позаяк за технологією складання ця операція передуює центруванню головного суднового двигуна. Теоретичну вісь валопроводу задають плазовими мітками, а реалізують, наприклад, мішенями 2 і 3 (рис. 1). Найдоцільніше вісь валопроводу реалізувати візирною віссю зорової труби або енергетичною віссю колімованого лазерного випромінювання [6]. Для цього вісь лазерного випромінювання суміщають з центром мішені 2, встановлюючи замість мішені випромінювач так, щоб енергетична вісь променя збігалася з центром мішені 3. Положення центра лазерної плями фіксують візуально за інтерференційною картиною

розфокусованого променя. Точність фіксації опорної прямої (теоретичної осі валопроводу) можна підвищити, застосовуючи фотоелектричний реєструючий пристрій, наприклад, двокоординатний [2, 7]. У носовій та кормовій ділянках отвору яблука ахтерштевня встановлюють пристрій для відтворення форми поперечного перерізу отвору – контурограф 8 (рис. 2), вісь обертання якого збігається з віссю центрального пристрою 9, закріпленого в отворі. Контурографом записують форму поперечного перерізу отвору ахтерштевня у вигляді замкнутої кривої малого масштабу – конхкоїди. Центр ваги цієї кривої збігається з центром перерізу. Замість запису кривої можна набрати у такий самий спосіб необхідну кількість дискретних точок, яка вдовольняє вимогам точності, наприклад, 24.

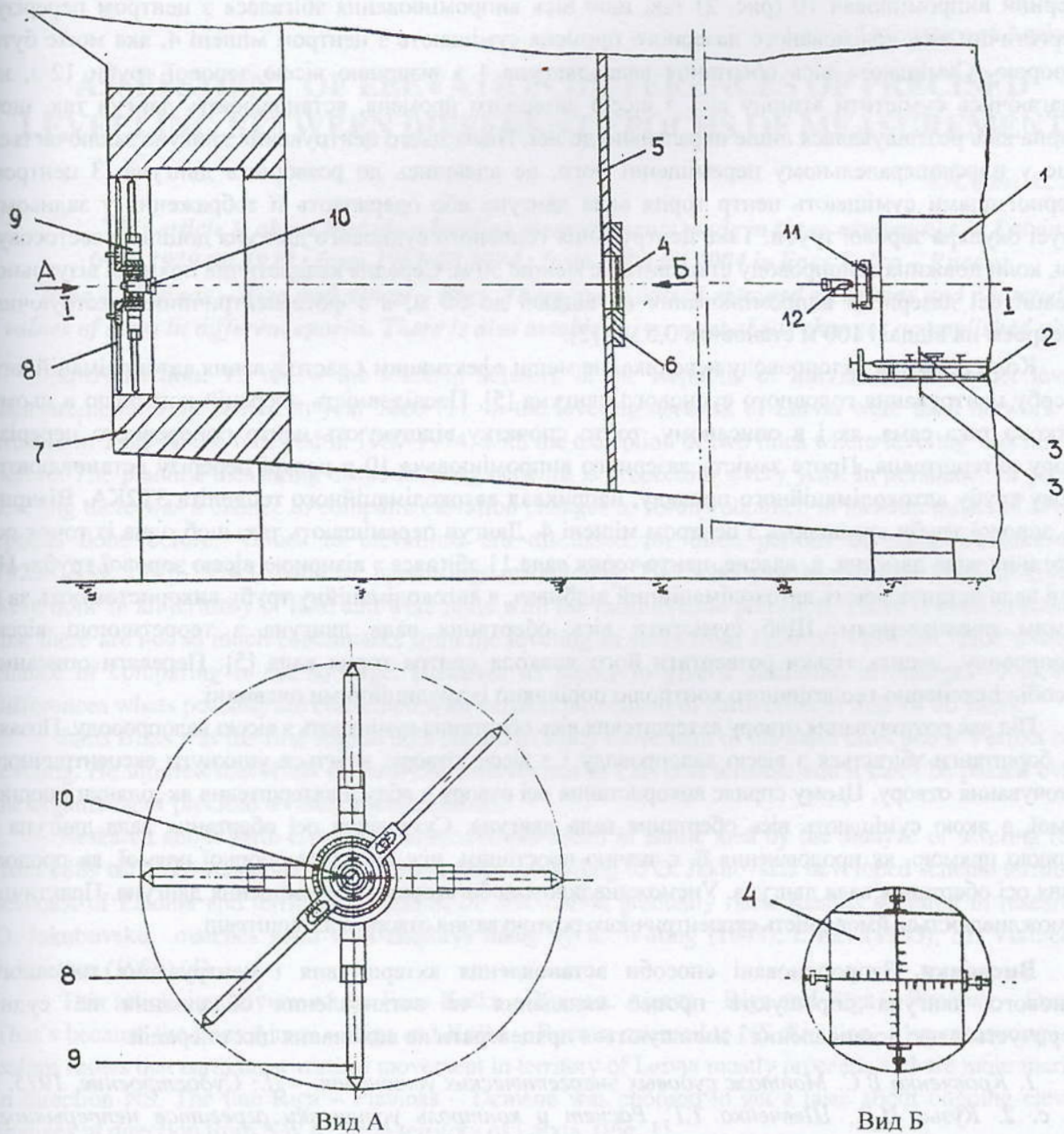


Рис. 2. Центрування головного двигуна судна лазерним променем:

- 1 – головний двигун; 2 – фундамент; 3 – контрольні риски для встановлення двигуна вздовж осі;
4 – мішень; 5 – кормова переборка; 6 – приварши; 7 – яблуко ахтерштевня; 8 – контурограф;
9 – центрувальний пристрій; 10 – лазерний випромінювач; 11 – торець вала двигуна; 12 – зорова труба

У разі необхідності вісь обертання контурографа центрувальним пристроєм суміщають з центром перерізу, з яким насамперед буде збігатися й вісь центрувального пристрою. Замість контурографа у головках центрувальних пристроїв встановлюють мішені, найкраще прозорі. Під час встановлення ахтерштевня центри мішеней суміщають з енергетичною віссю випромінювача. Таким чином, вісь отвору яблука ахтерштевня буде суміщена із теоретичною віссю валопроводу.

Для центрування головного суднового двигуна в отворі ахтерштевня встановлюють центрувальний пристрій, записують форму поперечного перерізу отвору і суміщають вісь центрувального пристрою з центром отвору. Замість контурографа в отвір центрувального пристрою встановлюють лазерний випромінювач 10 (рис. 2) так, щоб вісь випромінювання збігалася з центром перерізу. Енергетичну вісь колімованого лазерного променя суміщають з центром мішені 4, яка може бути прозорою. Суміщають вісь обертання вала двигуна 1 з візирною віссю зорової труби 12 і, не намагаючись сумістити візирну вісь з віссю лазерного променя, встановлюють двигун так, щоб візирна вісь розташувалася лише паралельно до неї. Після цього центрування двигуна заключається лише у плоскопаралельному переміщенні його, не вдаючись до розворотів двигуна. З центром лазерної плями суміщають центр торця вала двигуна або одержують її зображення у задньому фокусі окуляра зорової труби. Таке центрування головного суднового двигуна доцільно застосовувати, коли довжина валопроводу становить не менше 50 м. Середня квадратична похибка візуальної фіксації осі лазерного випромінювання на віддалі до 50 м, а з фотоелектричним реєструючим пристроєм на віддалі 100 м становить 0,5 мм [2].

Коли довжина валопроводу невелика, не менш ефективним є застосування автоколімаційного способу центрування головного суднового двигуна [5]. Послідовність операцій контролю в ньому частково така сама, як і в описаному, тобто спочатку відшуковують центр поперечного перерізу отвору ахтерштевня. Проте замість лазерного випромінювача 10 у центрі перерізу встановлюють зорову трубу автоколімаційного приладу, наприклад автоколімаційного теодоліта ЗТ2КА. Візирну вісь зорової труби суміщають з центром мішені 4. Двигун переміщають так, щоб одна із точок осі обертання вала двигуна, а, власне, центр торця вала 11 збігався з візирною віссю зорової труби. На торці вала встановлюють автоколімаційний відбивач, а автоколімаційну трубу використовують за її прямим призначенням. Щоб сумістити вісь обертання вала двигуна з теоретичною віссю валопроводу, досить тільки розвертати його довкола центра торця вала [5]. Переваги описаних способів інженерно-геодезичного контролю порівняно із традиційними очевидні.

Під час розточування отвору ахтерштевня вісь обертання суміщають з віссю валопроводу. Позаяк вісь борштанги збігається з віссю валопроводу і з віссю отвору, вдається уникнути ексцентричного розточування отвору. Цьому сприяє використання осі отвору в яблучі ахтерштевня як ділянки опорної прямої, з якою суміщають вісь обертання вала двигуна. Суміщення осі обертання вала двигуна з опорною прямою, як продовження її, є значно простішим, ніж побудова опорної прямої, як продовження осі обертання вала двигуна. Унеможливорюються багаторазові переміщення двигуна. Практично унеможливорюється ймовірність ексцентричного розточування отвору в ахтерштевні.

Висновки. Запропоновані способи встановлення ахтерштевня і центрування головного суднового двигуна спрощують процес складання та встановлення обладнання на судні. Скорочується час встановлення і зменшуються працевтрати на виконання цих операцій.

1. Кравченко В.С. Монтаж судовых энергетических установок. – Л.: Судостроение, 1975. – 261 с. 2. Кузьо И.В., Шевченко Т.Г. Расчет и контроль установки агрегатов непрерывного производства. – Львов: Вища школа, 1987. – 176 с. 3. Основы технологии судостроения / В.Д. Мацкевич, Э.В. Гапов, В.П. Доброленский и др. – Л.: Судостроение, 1980. – 304 с. 4. Постройка корпусов судов на стапеле / Л.Ц. Адлерштейн, А.Я. Розанов, В.Ф. Соколов и др. – Л.: Судостроение, 1977. – 261 с. 5. Декларацийний патент на винахід 39443А. Україна, МПК 7 B63H21/00. Спосіб базування головного двигуна судна / О.І. Мороз, А.Л. Островський, К.Р. Третяк, С.Г. Хропот,

Т.Г. Шевченко (Україна). – № 2000084718; Заявл. 08.08.2000; Опубл. 15.06.2001, Бюл. № 5. – С. 3.
6. Пат. 2013284. РФ. МКИ В63Н21/00. Способ регулирования положения монтируемого аппарата / Т.Г. Шевченко (Украина). – № 4884939/11/113531; Заявл. 26.11.1990; Опубл. 30.05.1994, Бюл. № 10. – 4 с.
7. Шевченко Т.Г. Геодезический контроль центровки главного судового двигателя // Геодезия, картография и аэрофотосъемка. – 1992. – № 53. – С. 100–104.