

Intensification of heat transfer in modern marine boilers

Yepifanov O. A.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding,
Mykolaiv, Ukraine

Abstract. An analysis of the methods of heat transfer intensification in modern marine boilers has been performed. Designs of finning of heating surfaces and devices for intensification of heat transfer in channels are given. Dependencies for calculating of heat transfer in finned surfaces and channels are recommended.

Keywords: marine boiler, intensification of heat transfer, finning, channels with intensification of heat transfer.

УДК 621.486

**ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МЕХАНІЗМУ РУХУ
РОТОРНО-ПОРШНЕВОГО ДВИГУНА****Митрофанов О. С.,***д-р техн. наук, доц.,**Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова**м. Миколаїв, Україна**mitrofanov.al.ser@gmail.com*

Анотація. Проаналізовано конструкцію, умови роботи та навантаження, що діють на основні деталі механізму руху роторно-поршневого двигуна із шарнірно-кулачковим механізмом. Розглянуто особливості підбору необхідних матеріалів, заготовки та технології виготовлення деталей механізму руху (ланок шарнірного чотирикутника й регулюючого кулачка).

Ключові слова: роторно-поршневий двигун; шарнірно-кулачковий механізм руху; регулюючий кулачок; рухома ланка; матеріали деталей; обробка.

Вступ

Створення нового роторно-поршневого двигуна є досить важким і тривалим процесом, основними етапами якого є проектування та виготовлення. На першому етапі (проектування) виконується розробка конструкції роторно-поршневого двигуна, яка відповідає заданим потребам споживача, створюються робочі креслення, здійснюється підбір матеріалів і стандартизованих деталей, формулюються технічні умови. Залежно від ступеня складності розробленого роторно-поршневого двигуна другий етап (виготовлення) включає в себе розробку технології обробки деталей та послідовності збирання складових вузлів і всього двигуна, підбір потрібного обладнання, інструментів і режимів термічної обробки деталей, вибір спеціальної оснастки, здійснення наладки та випробувань.

Обидва етапи створення роторно-поршневого двигуна пов'язані та передбачають взаємне узгодження між собою. Залежно від обраної технології виготовлення та збирання розраховуються витрати на виробництво (собівартість), а отже, якість роторно-поршневого двигуна. Саме тому розробка технологічних процесів виготовлення деталей (особливо деталей перетворення руху) та збирання роторно-поршневого двигуна є одним з найбільш складних і відповідальних етапів. Усі розроблені технологічні процеси виготовлення деталей роторно-поршневого двигуна повинні забезпечувати мінімальні матеріальні й трудові витрати з обов'язковим збереженням якості виготовлюваних деталей, а також високу продуктивність

праці. Технологічний процес виготовлення деталей роторно-поршневого двигуна має забезпечити виконання точності зазначених у робочих кресленнях розмірів, форми повздовжнього й поперечного розрізів, взаємного розміщення поверхонь, а також їх твердість та якість обробки.

Мета роботи – аналіз особливостей роботи та технології виготовлення деталей механізму перетворення руху роторно-поршневого двигуна із шарнірно-кулачковим механізмом.

Основна частина

Роторно-поршневий двигун об'ємної дії із шарнірно-кулачковим механізмом перетворення поступального руху в обертальний має конструкцію, відмінну від двигунів подібного типу та призначення [1]. Загальний вигляд роторно-поршневого двигуна типу 12РПД-4,4/1,75 подано на рис. 1.

Основними деталями механізму перетворення поступального руху поршня в обертальний центрального ротора є шарнірний чотирикутник та центральний регулюючий кулачок, які подані на рис. 2. Цей механізм крім забезпечення перетворення зворотно-поступального руху поршня в обертальний дозволяє змінювати фази газорозподілу та здійснювати реверс двигуна без погіршення його ефективних показників роботи.



Рис. 1. Роторно-поршневий двигун об'ємної дії із шарнірно-кулачковим механізмом перетворення руху типу 12РПД-4,4/1,75

Механізм навантажено силами від дії тиску робочого тіла у циліндрі двигуна, силами інерції та моментами від них. Конструктивно механізм руху може бути двох типів, схеми яких зображено на рис. 3 [1, 2].



а



б

**Рис. 2. Деталі перетворення руху роторно-поршневого двигуна:
а – шарнірний чотирикутник у зборі з поршнями; б – регулюючий кулачок**

Рухомі ланки та регулюючий кулачок механізму перетворення руху працюють в умовах тертя й зносу, тому повинні витримувати значну кількість циклів високих контактних напружень та ударних навантажень. Крім того, до регулюючого кулачка механізму руху також

висуваються вимоги щодо пластичності/в'язкості та міцності серцевини при забезпеченні високої твердості зовнішньої поверхні. Саме тому для виготовлення елементів руху рекомендовано застосовувати конструкційні леговані хромонікелеві сталі марок 12Х3А, 12Х2Н4А та 20Х2Н4А, які досить гарно обробляються ріжучим інструментом (твердість за Бринеллем у відпаленому або високовідпущеному стані складає 217...269 НВ). Ці сталі зазвичай використовуються для виготовлення особливо відповідальних деталей, які працюють за умов мінусових температур ($-120...-100$ °С) та мають можливість цементації поверхонь до високої твердості (60...62 HRC), зносостійкості й контактної міцності [3, 4]. Точність обробки робочих поверхонь елементів механізму руху роторно-поршневого двигуна має бути не менше 6 квалітету, а шорсткість має складати $Ra = 0,63$ мкм. Обробка профілю регулюючого кулачка здійснюється спеціальною фрезою (рис. 4).

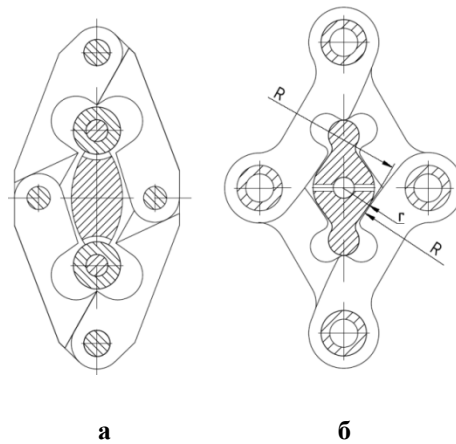


Рис. 3. Можливі конструктивні схеми виконання шарнірного чотирикутника та регулюючого кулачка роторно-поршневого двигуна:
а – кулачок з рухомими роликами; б – цільний кулачок з округленими опорними вершинами



Рис. 4. Загальний вигляд спеціальної фрези для обробки профілю регулюючого кулачка

При виготовленні регулюючого кулачка радіальне биття його зовнішньої поверхні відносно центральної осі, а також відхилення профілю повздовжнього перетину не повинні перевищувати 0,01 мм. Допуск на відстань між центрами отворів у рухомих ланках шарнірного чотирикутника під поршневі пальці має складати $\pm 0,01...0,02$ мм, а непаралельність бічних поверхонь – 0,01 мм.

Висновки

1. Розглянуто конструкцію та проаналізовано умови роботи основних деталей механізму перетворення поступального руху поршня в обертальний рух ротора роторно-поршневого двигуна нової конструкції.

2. Ураховуючи умови роботи та навантаження, запропоновано матеріали для виготовлення деталей механізму руху, а також сформульовано основні вимоги щодо їх обробки. Відповідно до досвіду проектування, виготовлення та експлуатації даного типу двигунів об'ємної дії найбільш ефективним є використання для виготовлення деталей механізму руху конструкційних легованих хромонікелевих сталей марок 12X3A, 12X2H4A і 20X2H4A з наступною термічною обробкою.

Література

[1] Патент на винахід України № 120489. Поршнева машина / Митрофанов О. С., Шабалін Ю. В., Бірюк Т. Ф., Єфеніна Л.О.; заявл. № а201902189 10.09.2019 р.; опубл. 10.12.2019 р., бюл. № 23.

[2] Поршнева машина : пат. на винахід України №7592 / О. І. Волошук, Ю. В. Шабалін, В. К. Фролов, В. С. Тетерев; Український науково-дослідний інститут технології суднобудування; 4345140/SU; 29 вересня 1995 р., Бюл. № 3.

[3] Каменичный И. С. Краткий справочник технолога-термиста. К. : Оборонгиз, 1963. 286 с.

[4] Фиргер И. В. Термическая обработка сплавов : справочник. Л. : Машиностроение, 1982. 304 с.

REFERENCES

[1] Mytrofanov, O. S., Shabalin, Yu. V., Biryuk, T. F., & Yefenina, L. O. (2019). Pat. na vynakhid Ukrayiny № 120489. Porshneva mashyna; zayavl. № а201902189 10.09.2019 r.; opubl. 10.12.2019 r., byul. № 23 [Patent for the invention of Ukraine № 120489. Piston machine; declared № а201902189 10.09.2019; publ. 10.12.2019, bulletin № 23.

[2] Porshneva mashyna : pat. na vynakhid Ukrainy №7592 / O. I. Voloshchuk, Yu. V. Shabalin, V. K. Frolov, V. S. Tietieriev; Ukrainskyi naukovo-doslidnyi instytut tekhnolohii sudnobuduvannia; 4345140/SU; 29 veresnia 1995 r., Biul. № 3.

[3] Kamenichnyi I. S. Kratkiy spravochnik tehnologa-termista. K. : Oborongiz, 1963. 286 s.

[4] Firger I. V. Termicheskaya obrabotka splavov : spravochnik. L. : Mashinostroenie, 1982. 304 s.

FEATURES OF THE TECHNOLOGY OF MANUFACTURING PARTS OF THE MOVEMENT MECHANISM OF A ROTOR-PISTON ENGINE

O. S. Mitrofanov, Dr. technical Science, Assoc.,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Ukraine, Mykolaiv
mitrofanov.al.ser@gmail.com

Abstract. The structure, operating conditions and loads acting on the main parts of the movement mechanism of the rotary-piston engine with a hinge-cam mechanism are analyzed. The peculiarities of the selection of necessary materials, workpieces and manufacturing technology of movement mechanism parts (links of the articulated quadrilateral and the adjusting cam) are considered.

Keywords: rotary-piston engine; hinge-cam movement mechanism; adjusting cam; moving link; parts materials; processing