

ЗНИЖЕННЯ ТЕРТЯ У ЦИЛІНДРО-ПОРШНЕВІЙ ГРУПІ КРЕЙЦКОПФНОГО ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА

Самарін О.Є., Зінченко Д.О.

Херсонська державна морська академія, Україна

Вступ. Відомо циліндропоршневу групу судового чотиритактного дизеля, що складається з циліндрової втулки, у яку встановлено поршень з компресійними і маслоснімальними кільцями [1]. Недоліком вказаної циліндропоршневої групи є те, що для забезпечення герметичності на поршні встановлена значна кількість компресійних кілець, які створюють тертя між циліндровою втулкою і поршнем, що призводить до втрати потужності і збільшення витрати палива. Для знімання надлишків масла з циліндрової втулки на поршні додатково встановлено маслоснімальне кільце, що також збільшує тертя. При перекладенні поршень періодично притискається до циліндрової втулки нормальною силою, що додатково збільшує тертя між поршнем і втулкою та призводить до збільшення втрат потужності і витрати палива.

Також відомо циліндропоршневу групу судового двотактного дизеля, що складається з циліндрової втулки, у яку встановлено поршень з напрямним штоком [1]. Недоліком циліндропоршневої групи судового двотактного дизеля є те, що для забезпечення герметичності на поршні встановлена значна кількість компресійних кілець, які створюють тертя між циліндровою втулкою і поршнем, що призводить до втрати потужності і зношування циліндрової втулки і компресійних кілець. Крім того, для зменшення тертя компресійні кільця і циліндрова втулка змащуються циліндровим маслом через спеціальну лубрикаторну систему, що збільшує експлуатаційні витрати і трудомісткість обслуговування двигуна.

Актуальність досліджень. Значна частина потужності дизельного двигуна іде на подолання сил тертя, що виникають на третєвих поверхнях. Нацбільші втрати виникають у циліндропоршневій групі, що зумовлено поганими умовами мащення, пов'язаними з високими температурами.

Крім того, при роботі двигуна циліндрове масло вигорає і втрачається, що призводить до його значної витрати [2, 3].

Таким чином, зниження тертя у циліндропоршневій групі крейцкопфного дизельного двигуна є актуальним завданням.

Постановка завдання. З метою зменшення вказаних недоліків пропонується створити таку циліндропоршневу групу крейцкопфного дизельного двигуна, у якій відсутнє тертя між поршнем і циліндровою втулкою, а герметизація зазору між поршнем і циліндровою втулкою забезпечується лабіринтним ущільненням.

Рішення задачі. Поставлена задача вирішується тим, що поршень виконано з верхнього та наступних дисків, кількість яких визначається для конкретного двигуна індивідуально, встановлених у циліндрову втулку з мінімально допустимим зазором, які у верхній частині мають гострі кромки і западини, а у нижній частині – фаски, при чому зазор між фаскою одного диску і гострою кромкою наступного диску значно більша, ніж зазор між диском і циліндровою втулкою.

Виконання поршня з верхнього та наступних дисків, кількість яких визначається для конкретного двигуна індивідуально, дозволяє набирати необхідну кількість дисків так, щоб запобігти прориванню газів у підпоршневу порожнину.

Встановлених верхнього та наступних дисків у циліндрову втулку з мінімально допустимим зазором дозволяє зменшити проникнення газів між дисками і циліндровою втулкою.

Виконання у верхній частині дисків гострих кромок дозволяє відсікати гази від зазору між дисками і циліндровою втулкою і зменшувати потік газів від одного диску до наступного.

Виконання у верхній частині дисків западин дозволяє розташувати камеру згоряння у верхньому диску і порожнини у наступних дисках.

Виконання у нижній частині дисків фаски дозволяє забезпечити прохід газів у порожнини 9.

Виконання зазору між фаскою одного диску і гострою кромкою наступного диску значно більше, ніж зазору між диском і циліндровою втулкою дозволяє направити гази переважно у порожнину.

На рис.1 показано циліндропоршневу групу крейцкопфного дизельного двигуна.

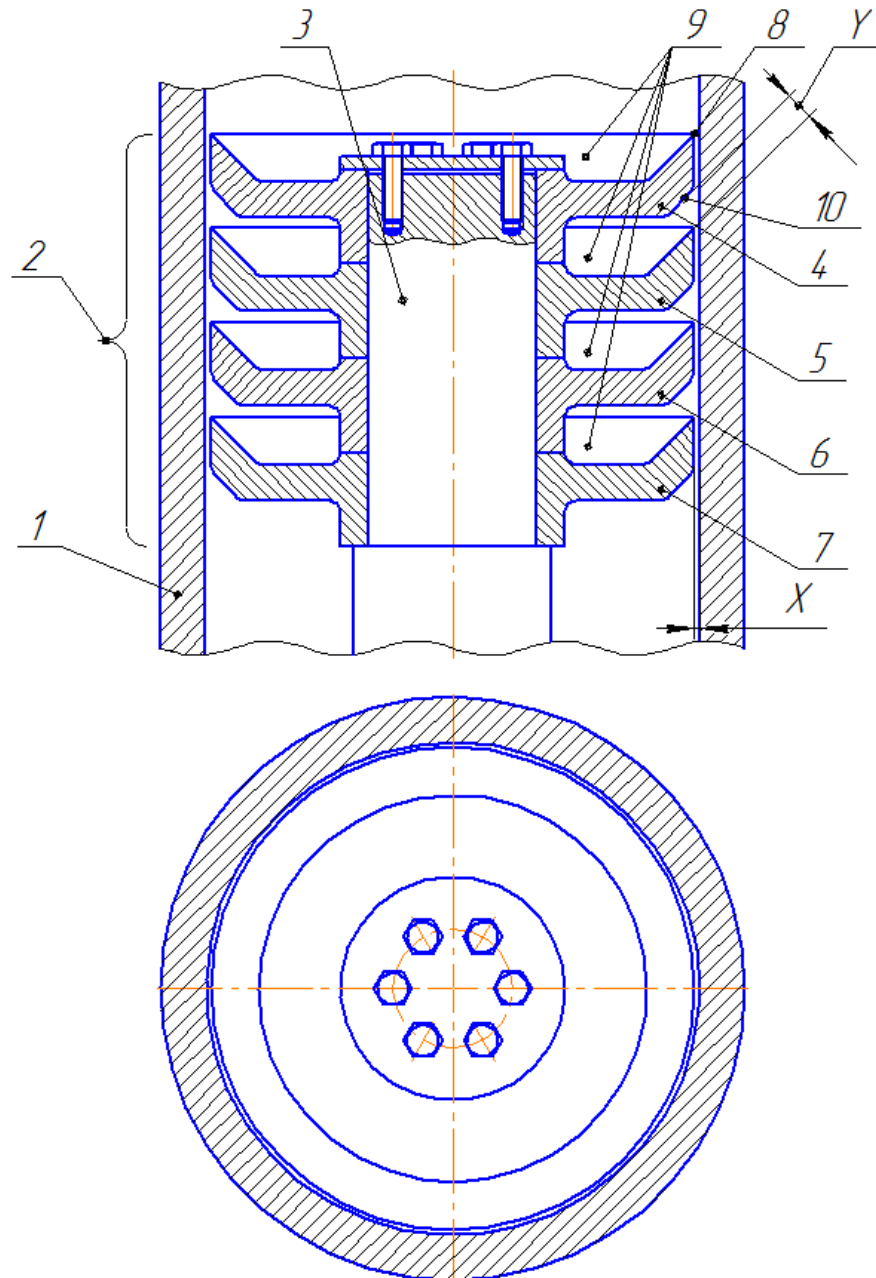


Рисунок 1 – Циліндро-поршнева група крейцкопфного дизельного двигуна: 1 – циліндрова втулка; 2 – поршень; 3 – напрямний шток; 4, 5, 6, 7 – диски; 8 – гострі кромки; 9 – западини; 10 – фаски; X, Y – зазори

Циліндропоршнева група крейцкопфного дизельного двигуна складається з циліндрової втулки 1, у яку встановлено поршень 2 з напрямним штоком 3. Поршень 2 виконано з верхнього 4 та наступних дисків 5, 6, 7, кількість яких визначається для конкретного двигуна індивідуально, встановлених у циліндрову втулку 1 з мінімально допустимим зазором X , які у верхній частині мають гострі кромки 8 і западини 9, а у нижній частині – фаски 10, при чому зазор Y між фаскою 10 одного диску 4 і гострою кромкою 8 наступного диску 5 значно більша, ніж зазор X між диском 4 і циліндровою втулкою 1 [4, 5 6].

Циліндропоршнева група крейцкопфного дизельного двигуна працює наступним чином.

При згорянні палива у циліндровій втулці 1 і западині 9 верхнього диску 4 утворюються гази, які під тиском діють на верхній диск 4 поршня 2. Частина газів через гостру кромку 8 і зазор X між циліндровою втулкою 1 і верхнім диском 4 та зазор між фаскою 10 верхнього диску 4 і гострою кромкою 8 наступного диску 5 проникає у западину 9 наступного диску 5, де тиск газів спочатку падає, а потім піднімається пропорційно до кількості проникаючих через зазори X та Y газів.

При цьому частина газів з меншим тиском і у меншій кількості через гостру кромку 8 і зазори X та Y між циліндровою втулкою 1 і диском 5 проникає у западину 9 наступного диску 6, де тиск газів спочатку також падає, а потім піднімається пропорційно до кількості проникаючих через зазори X та Y газів.

Далі цикл повторюється і гази потрапляють до наступного диску 7 при зменшеному тиску і кількості відпрацьованих газів [7, 8].

У кінці такту випускний клапан відкривається і тиск відпрацьованих газів падає, що припиняє їх проникнення через зазори X та Y .

При відкритті продувних вікон циліндрова втулка 1 і западини 9 заповнюються продувним повітрям, а поршень 2 починає рухатись угору.

При цьому у циліндровій втулці 1 піднімається тиск і частина продувного повітря через гостру кромку 8 і зазори X та Y проникає у западину 9 наступного диску 5, де тиск продувного повітря спочатку падає, а потім піднімається пропорційно до його кількості, що проникає через зазори X та Y .

При цьому частина повітря з меншим тиском і у меншій кількості через гостру кромку 8 і зазори X та Y між циліндровою втулкою 1 і наступним диском 5 проникає у западину 10 диску 6, де тиск повітря спочатку також падає, а потім піднімається пропорційно до кількості проникаючого через зазори X та Y повітря.

Далі цикл повторюється і стиснене повітря потрапляє до наступного диску 7.

Висновки та рекомендації. Підвищене тертя між поршнем і циліндровою втулкою призводить до зменшення механічного ККД дизельного двигуна і його ефективної потужності, що передається до гребного гвинта.

Інтенсивне тертя між поршнем і втулкою збільшує їх зношування, а отже вимагає періодичної зупинки двигуна з метою заміни компресійних кілець і циліндрової втулки, що зменшує ефективність використання дизеля.

Запропонована модернізація дозволяє підвищити ефективність використання дизельного двигуна і зменшити витрати на запасні частини і обслуговування.

Модернізація може бути виконана в умовах виробника двигуна, а встановлена силами машинної команди при виконанні ремонтно-профілактичних робіт на судні.

Запропоноване технічне рішення є універсальним і може бути застосоване на судах з дизельними крейцкопфними двигунами різної потужності.

Застосування модернізованої циліндропоршневої групи усуває тертя між циліндровою втулкою і поршнем, що дозволяє зменшити механічні втрати у двигуні і відмовитись від використання циліндрового масла, що збільшить потужність і довговічність дизеля.

ЛІТЕРАТУРА

1. Возницкий И.В. Судовые двигатели внутреннего сгорания, том.1: М. Моркнига, 2008. – 283 с.
2. Возницкий И.В. Современные двухтактные малооборотные двигатели. СПб.: Моркнига, 2006.
3. Возницкий И.В. MAN B&W Двигатели модельного ряда МС 50-98. Конструкция, эксплуатация и техническое обслуживание. Моркнига, 2008. – 263 с.
4. Пат. 143635 Україна, МПК F16J 1/00, F16J 10/04 (2006/01), F16J 15/44 (2006/01). Циліндро-поршнева група крейцкопфного дизельного двигуна / Самарін О.Є.; заявник і патентовласник Херсонська державна морська академія – № и 2019 00557; заявл. 30.01.20; опубл. 10.08.20, Бюл. №15.
5. Инструкции для дизелей типа 50-98 МС. Компоненты и обслуживание. Издание 8С. Часть 1 MAN B&W Diesel A/S. Копенгаген, Дания – 241 с.
6. Инструкции для дизелей типа 50-98 МС. Компоненты и обслуживание. Издание 8С. Часть 2 MAN B&W Diesel A/S. Копенгаген, Дания – 249 с.
7. Instruction HYUNDAI-MAN B&W Diesel engines operation. 349 p.
Инструкции для дизелей типа 50-98 МС. Эксплуатация. Издание 40С. Часть V,VI MAN B&W Diesel A/S. Копенгаген, Дания – 339 с.