

**МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ
ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ МАЩЕННЯ ТА ТРИБОСПОЛУЧЕНЬ
СУДНОВИХ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ**

Д. В. Курносенко

Херсонська державна морська академія

**METHODS OF OPERATING CAPACITY PARAMETERS INVESTIGATION
OF LUBRICATION SYSTEM ELEMENTS AND TRIBOCOUPLING ON
SHIP INTERNAL COMBUSTION ENGINES**

D. V. Kurnosenko

Kherson State Maritime Academy

**МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ РАБОТОСПОСОБНОСТИ
ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ СМАЗКИ И ТРИБОСОЕДИНЕНИЙ
СУДОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

Д. В. Курносенко

Херсонская государственная морская академия

Актуальність теми. Забезпечення нормального режиму змащення двигуна є одним з найголовніших умов надійної його роботи, тому правильному режиму змащення, якості мастила і його очищенню при експлуатації двигуна приділяється серйозна увага. Для мащення основних тертьових деталей сучасних суднових дизельних двигунів (СДВЗ) застосовують систему циркуляційного мащення, при чому одне й те ж мастило тривалий час циркулює в системі, постійно регенерується шляхом фільтрації, відстоювання, сепарування та охолодження. Системи мащення застосовують двох видів: з мокрим та сухим картером. При циркуляційному мащенні з мокрим картером мастило від об'єктів змащування стікає в картер двигуна або в спеціальну стічну цистерну для систем із сухим картером. З картера або стічної цистерни мастило забирає насос і направляє спочатку для фільтрації, потім для охолодження і знову на мащення тертьових деталей дизеля. Оскільки в стічній цистерні або картері знаходиться велика кількість мастила, то частина його постійно направляється в сепаратор для високоякісної очистки.

Схему руху циркуляційного мастила типового середньообертового двигуна (СОД) представлено на рис. 1. Насос моторного мастила (встановлений на двигуні або із приводом від електродвигуна) забирає мастило з витратної цистерни і прокачує його через теплообмінник, клапан регулювання тиску та фільтр до розподільної труби 1, встановленої зі сторони випуску двигуна. Мастило, що відводяться клапаном регулювання тиску, повертають назад у витратну цистерну через трубопроводи переливу. Живильний трубопровід 23 проходить від розподільного трубопроводу 1 до кожного рамового підшипника 24. Від них через відгалуження 7 мастило надходить до отворів рамових підшипників 25 у картері. Циркуляція мастила забезпечує амортизацію коливань в болтах кріплення кришок рамових підшипників. Мастило витікає з картера знову за допомогою свердлінь у верхній частині картеру і вільно повертається назад у картер. Мастило надходить до мотилевого підшипника 26 від підшипників колінчастого валу 24 через отвори колінчастого валу та звідти

через отвір у шатуні до підшипника верхньої головки шатуна 27 і далі до охолоджувальних камер поршнів 6. З поршнів мастило вільно витікає через отвори в картер. Перший рамовий підшипник між з'єднувальним фланцем та приводом розподільного валу забезпечується мастилом через трубопровід 12, короткий патрубок 16 та канал у картері. З трубопроводу 12 відвідні трубопроводи приводять до зовнішніх підшипників кулачкового валу 14, до підшипників проміжних зубчастих коліс 15 і 17, до різних точок змащування в приводі регулятора 18 та нижнього розпилювача 19. Три верхні форсунки 9 зубчастої передачі приводу розподільного валу також підключені до трубопроводу 12 короткими відгалуженими трубками.

Мастило, що витікає з підшипників важелів приводу клапанів газорозподільного механізму (ГРМ), збирається у відповідну головку циліндра і зливається назад у порожнину розподільного валу через трубопровід 3 та тягу запобіжного трубопроводу, а звідти в картер.

Газотурбонагнітач (ГТН) живиться мастилом через трубопровід 10.

Основна частина. Пріоритетного значення набуває діагностування тих систем і механізмів транспортних засобів, які дають найбільше число відмов, що вимагають значних витрат на усунення їх наслідків і знижують коефіцієнт їх технічної готовності. Одним з основних механізмів СДВЗ є кривошипно-шатунний механізм (КШМ). Тим часом процес діагностування КШМ в умовах експлуатації має низьку вірогідність, а інформація, що отримується при цьому, не дозволяє визначати необхідні технологічні впливи з підтримки його працездатного стану і, отже, управляти його технічним станом. Дана обставина пояснюється недосконалістю методів і засобів діагностування КШМ і системи мащення [1].

Для вибору перспективного способу діагностування слід проаналізувати всі відомі в даний час способи контролю технічного стану і діагностування КШМ і елементів системи мащення ДВЗ. Усі відомі способи можна розділити на дві групи: способи контролю технічного стану і діагностування підшипників КШМ і елементів системи мащення з розбиранням та без розбирання. На практиці пріоритетним є спосіб контролю технічного стану і діагностування підшипників КШМ та елементів системи мащення без розбирання.

Провідну роль в системі мащення СДВЗ відіграє масляний насос. На переважній більшості сучасних високооберткових (ВОД) і середньооберткових (СОД) СДВЗ застосовують шестеренні масляні насоси, яким притаманні властивості як гідромашини, так і зубчастої передачі. Таким масляним насосам властива нерівномірність подачі мастила, а, отже, пульсація крутного моменту на привідному валу. Величина пульсації залежить від кількості зубів шестерень, і чим меншим є число зубів, тим вищим є рівень пульсації [1]. Як кожній зубчастій передачі, масляному насосу властиві недоліки зубчастого зчеплення: нерівномірність роботи через мале перекриття в зачепленні зубчастих коліс із малою кількістю зубів і неточність виготовлення, наслідком якого є удари в зачепленні. Ці динамічні процеси негативно впливають на втомну міцність елементів масляного насоса. Розвиток втомних тріщин може призводити до раптового руйнування однієї з деталей цього насоса і його виходу з ладу, що є найнебезпечнішим явищем.

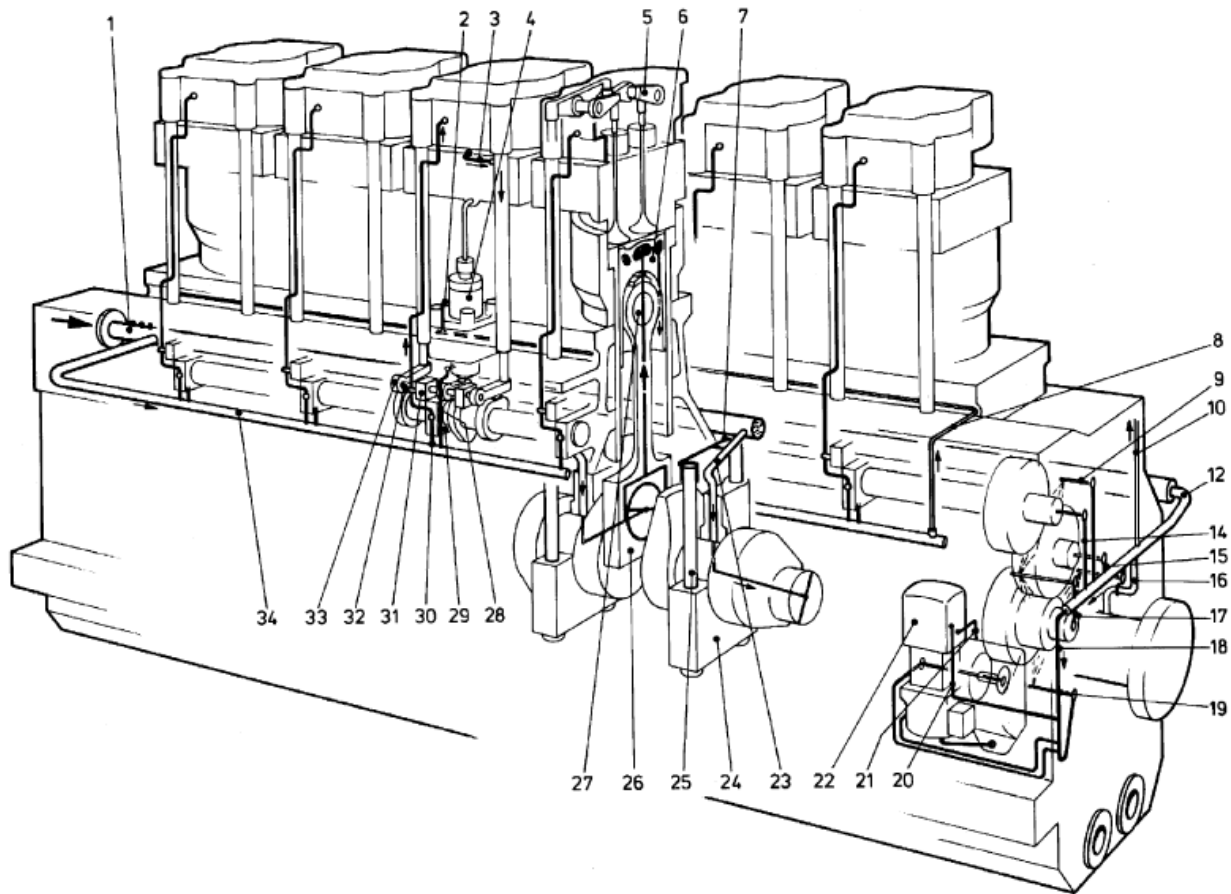


Рис. 1 – Схема системи мащення СОД: 1 – розподільний трубопровід; 2 – відгалуження труби; 3, 21 – дренажні трубопроводи; 4 – паливний насос високого тиску (ПНВТ); 5 – важелі приводу клапанів ГРМ; 6 – поршень; 7 – відгалуження труби (болт кришки рамового підшипника); 8 – лінія подачі (насос подачі); 9, 19 – розпилювачі мастила; 10 – трубопровід подачі мастила (турбонагнітач); 12 – трубопровід подачі мастила; 14 – відгалуження труби (кулачковий вал-зовнішній підшипник); 15 – відвідний трубопровід (підшипник колеса проміжного приводу); 16 – відвідний трубопровід (колінчастий вал-зовнішній підшипник); 17 – відвідний трубопровід (підшипник з проміжним приводом); 18 – відвідний трубопровід (привід регулятора); 20 – відвідний трубопровід (пілотний клапан регулювання навантаження); 22 – регулятор частоти обертання двигуна; 23 – трубопровід подачі мастила; 24 – рамові підшипники; 25 – болт рамового підшипника; 26 – мотилевий підшипник; 27 – підшипник верхньої головки шатуна; 28 – відвідний трубопровід (привід ПНВТ); 29 – підшипник кулачкового валу; 30 – відвідний трубопровід важелів приводу клапанів ГРМ; 31 – підшипник ексцентрикового валу; 32 – ексцентриковий вал; 33 – важіль роликів; 34 – розподільний трубопровід

Основними дефектами, які зустрічаються в рядовій експлуатації масляних насосів дизелів є: пошкодження зубів привідних шестерень, заклинювання шестерень, поломка привідних валів, муфт, зріз шпонок, піттинг зубів шестерень, підвищений знос втулок підшипників ковзання. Раптова відмова масляного насоса і припинення подачі мастила в систему мащення двигуна

призводить до виходу з ладу колінчатого валу дизеля, підшипників і інших елементів. Це тягне за собою зупинку двигуна і подальший його ремонт: розбирання, відновлення чи заміна колінчастого валу, шатунів, масляного насоса, складання двигуна і його обкатку, на що витрачається багато часу і матеріальних ресурсів.

Усі існуючі методи контролю технічного стану і діагностування підшипників КШМ та елементів системи мащення із розбиранням можна розбити на наступні групи [2]:

- за *структурними параметрами* (зазори, переміщення); сюди ж відносять методи прямого контролю технічного стану підшипників КШМ;
- за *температурою й в'язкістю мастила* в каналах системи мащення та зазорами КШМ;
- за *параметрами пульсації тиску* в каналах системи мащення і робочих зазорах.

Перераховані вище способи контролю відносяться до лабораторних (дослідних), вони непридатні для контролю технічного стану КШМ і елементів системи мащення під час експлуатації.

Окрім інших, значне місце посідає спосіб контролю технічного стану і діагностування підшипників КШМ і елементів системи мащення ДВЗ за параметрами пульсації тиску в каналах системи мащення і робочих зазорах із розбиранням. Розробкою цього способу займалися такі вчені як: Григор'єв М. А., Суркіна В. І., Вагін Ю. П., Завражнов А. І., Яковенко І. Ф., Суранов Г. І., Левашев Л. І., Денисов А. С., Гафіятуллін А. А. та ін.

Суть представленого способу полягає в установці датчиків на підшипнику й шатуні двигунів дорожніх транспортних засобів. При цьому задану величину навантаження на двигун забезпечують гальмівним стендом. Зазначений спосіб має високу інформативність виявлення технічного стану елементів КШМ. Однак, трудомісткість установки датчиків, вимірювальної апаратури і до того ж установка двигуна на гальмівний стенд занадто висока, еквівалентна розбиранню і контролю сполучень шляхом вимірювання структурних параметрів КШМ мікрометричним інструментом [1]. При цьому транспортний засіб на тривалий час виводиться з експлуатації, що не припустимо для СДВЗ.

Більш перспективним напрямком для СДВЗ слід вважати застосування контролю технічного стану і діагностування підшипників КШМ і елементів системи мащення ДВЗ без розбирання.

Ці способи відрізняються сутністю вимірюваних і аналізованих фізичних величин:

- за *структурними параметрами* (зазорами, переміщеннями);
- за *концентрацією продуктів зносу в мастилі*;
- за *вібраціями, стуками, шумами в КШМ двигуна*;
- за *параметрами пульсації тиску моторного мастила*.

Контролем технічного стану і діагностування підшипників КШМ і елементів системи мащення ДВЗ без розбирання займалися такі вчені: Ждановський Н. С., Аллілуєв В. А., Ніколаєнко А. В., Улітовський Б. А.,

Вельских В. І., Міхлін В. М., Келер К. А., Колчин А. І., Буше Н. А., Жосан А. А., Новіков А. Н., Гур'янов Ю. А. та ін.

Найбільш перспективним способом діагностування, що надає можливість визначити технічний стан тертьових поверхонь СДВЗ та складових елементів системи мащення є спосіб контролю пульсацій в розподільному трубопроводі. Джерелами пульсацій являються як масляні насоси, так і підшипники СДВЗ. Для визначення технічного стану вказаних трибосполучень та елементів системи необхідно встановити залежності між структурними та діагностичними параметрами.

Висновки. Розглянуто фактори, що здійснюють вплив на пульсації системи мащення суднової енергетичної установки. Важливу роль пульсації мастила системи відіграють як складові елементи системи мащення (масляний насос, масляний фільтр, підшипники КШМ та ін.). Розглянуто методи контролю технічного стану і діагностування підшипників кривошипно-шатунного механізму та елементів системи мащення із розбиранням та без їх розбирання. Варто відзначити, що на сьогоднішній день провідну роль у діагностуванні елементів КШМ відіграє спосіб діагностування підшипників ДВЗ за параметрами пульсації тиску мастила в розподільному трубопроводі.

Література

1. Турецкий И. В. Повышение надежности и долговечности масляных насосов дизелей. – Ползуновский вестник. – № 4. – 2006. – С. 111–117.
2. Гриценко А. В. Диагностирование подшипников кривошипно-шатунного механизма двигателей внутреннего сгорания по параметрам пульсации давления в центральной масляной магистрали. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Челябинск, 2009.

Відомості про автора

Курносенко Д. В. – аспірант, завідувач лабораторією судноремонту кафедри експлуатації судових енергетичних установок, Херсонська державна морська академія.

Information about author

Kurnosenko D. V. – Postgraduate, Head of the Ship Repair Laboratory of the “Vessel’s Power Plants Operation” Department, Kherson State Maritime Academy.

Сведения об авторе

Курносенко Д. В. – аспирант, заведующий лабораторией судоремонта кафедры эксплуатации судовых энергетических установок, Херсонская государственная морская академия.