

РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ МАЩЕННЯ ДВИГУНА З СУХИМ КАРТЕРОМ ДЛЯ АВТОМОБІЛЯ ТИПУ «БАГГІ»

Слинько Г.І., Сухонос Р.Ф., Клименко Є.В.

Національний університет «Запорізька політехніка», Україна

Вступ. В роботі обґрунтовано необхідність розробки методики розрахунку параметрів систем мащення двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) з сухим картером. Це сприяє підвищенню надійності та техніко-експлуатаційних показників ДВЗ для спортивних автомобілів, мотоциклів, позадорожньої техніки, зокрема, автомобілів «баггі».

Актуальність дослідження. Промисловістю випускаються ДВЗ з сухим картером різного призначення, також відомі комплекти для переобладнання ДВЗ з мокрим картером. Така система є необхідною для забезпечення тривалої безпечної роботи двигунів, що працюють зі значними прискореннями та нахилами в просторі. Проте з аналізу літературних джерел встановлено, що методики розрахунку систем живлення з сухим картером відсутні. Існуючі методики стосуються лише систем мащення з мокрим картером [1–5]. Немає методик розрахунку параметрів насосів для систем мащення з сухим картером, які відрізняються конструкцією від насосів систем мащення з мокрим картером. Таким чином є актуальним питання розробки методики розрахунку параметрів систем мащення з сухим картером, що забезпечить можливість визначити параметри елементів системи мащення для двигунів різних типів.

Мета і завдання дослідження. Метою даної роботи є дослідження особливостей роботи системи мащення двигуна MeM3-317 з сухим картером для автомобіля «баггі». В роботі вирішено наступні завдання: складено схему модернізації двигуна; розроблено методику гідравлічного розрахунку системи мащення ДВЗ з сухим картером; визначено потрібні характеристики трьохсекційного насоса.

Результати досліджень.

Використовуючи креслення двигуна і результати натурних вимірювань, складено гідравлічну схему системи мащення бензинового 4-циліндрового двигуна MeM3-317 у базовому виконанні. Розроблено проект модернізації двигуна під систему мащення з сухим картером (рисунок 1). Схема системи мащення на рисунку 1 представляє собою розгалужений трубопровід. На схемі показано довжини всіх відрізків трубопроводу, їх діаметри, місцеві опори (втрати) – фільтри грубої і тонкої очистки, повороти, дроселювання.

Відповідно до схеми, для забезпечення безперебійної подачі масла в двигуні при будь-якому положенні баггі, пропонується на двигун MeM3-317 встановити 3-секційний масляний насос (одна секція – нагнітаюча, дві секції – відкачуючі); масляний бак; радіатор (оскільки двигун для баггі працюватиме з великими навантаженнями при малій швидкості автомобіля, він потребуватиме додаткового охолодження); піддон картера зменшеної висоти. Встановлення системи з сухим картером дозволяє зменшити висоту двигуна на 86 мм. Це дозволяє збільшити кліренс автомобіля або зменшити його центр мас.

Для підбору типу насосу необхідно виконати гідравлічний розрахунок системи мащення двигуна. Відомі методики [1–5] дозволяють виконати гідравлічний розрахунок системи мащення ДВЗ з мокрим картером, проте зі значними припущеннями і спрощеннями.

Виконано гідравлічний розрахунок двигуна MeM3-317 з сухим картером на основі модифікованої методики [5] з наступними припущеннями:

– ділянка трубопроводу, що сполучає канали до корінних шийок, вважається паралельним розгалуженням.

– тиск у каналах до корінних шийок визначається з рівняння Бернуллі для початкового та кінцевого перерізів при $V_{нач} = V_{кон}$, $Z_{нач} = Z_{кон}$, $P_{нач} = P_{кон}$.

– тиск у піддоні картера приймаємо рівним атмосферному тиску $P_a = 101300$ Па;

– коефіцієнти тертя λ визначаються з умов руху рідини і зони шороховатості труб, вважаючи шороховатість труб $\Delta = 0,03$ мм = $3 \cdot 10^{-5}$ м.

– параметр кінематичної в'язкості ν впливає на число Рейнольдса (як і швидкість V і діаметр d) і відповідно на коефіцієнт тертя λ .

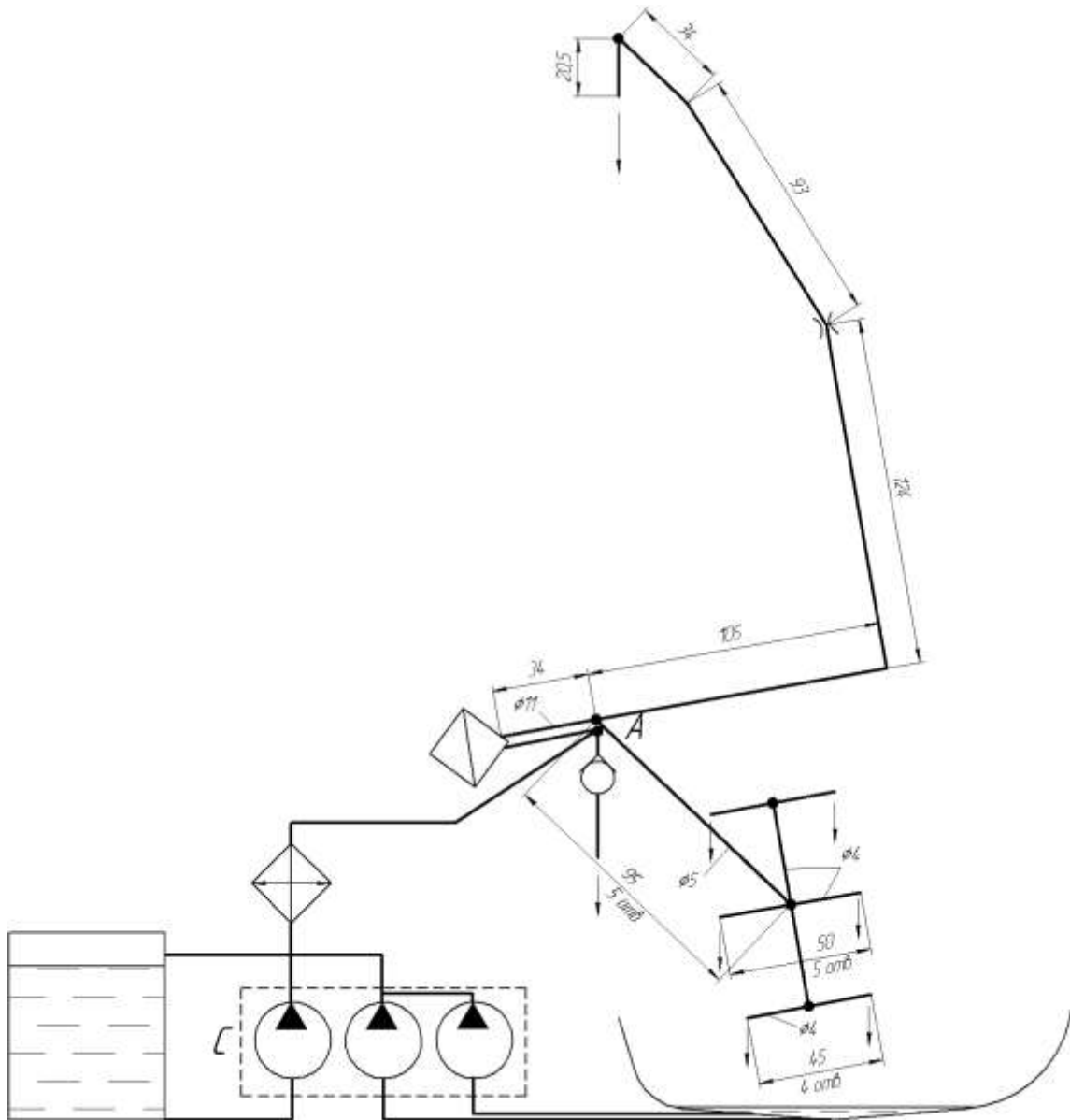


Рисунок 1 – Гідралічна схема системи мащення з сухим картером двигуна MeM3-317

За основу гідравлічного розрахунку систем мащення ДВЗ з сухим картером обрано методику [5], модифіковану наступним чином:

- враховано витрату масла до головки циліндрів;
- враховано п'ять трубопроводів до корінних шийок (замість трьох);
- враховано, що центральна корінна шийка не сполучається з жодною шатунною шийкою;
- враховано різницю діаметрів масляних каналів.

До основних параметрів системи мащення відносять:

- об'єм масла в системі мащення;
- циркуляційна витрата масла в системі мащення;
- тиск масла на вході в двигун та перед парами тертя.

Об'єм масла в системі мащення двигуна MeM3-317 – відома величина, яка складає 3,45 л [6]. Інші два параметри розраховуються.

Циркуляційна витрата масла в системі мащення $G_m = 27,2$ л/хв = $453 \cdot 10^{-6}$ м³/с визначається кількістю тепла, відведеного маслом від деталей двигуна q і перепадами масла ΔT на виході з двигуна і на вході до нього [1, 7].

Використовуючи гідравлічну схему системи мащення двигуна MeM3-317, розраховано швидкості, тиски, втрати по довжині та місцеві втрати в трубопроводах системи мащення. Розраховано характеристики насоса, необхідні для забезпечення надійного мащення деталей двигуна MeM3-317 із системою мащення з сухим картером:

- потрібна потужність $N = 260,8$ Вт;
- потрібний тиск $P = 576,1$ кПа;
- потрібна подача $Q = 27,2$ л/хв.

З каталогу виробника систем мащення для встановлення на двигуна MeM3-317 автомобіля «баггі» вибираємо насос PACE BG – 3 STAGE 1.118''/1.118''/1.118'' з наступними характеристиками: максимальна подача при 1000 хв^{-1} – 29,0 л; максимальний тиск – 670 кПа; вбудований перепускний клапан з регульованим тиском; габаритні розміри 69,5 x 131,0 x 192,5 мм.

Висновки. Використовуючи гідравлічну схему системи мащення двигуна MeM3-317 з сухим картером, розраховано швидкості, тиски, втрати по довжині та місцеві втрати в трубопроводах. Розроблений проект дозволяє модернізувати двигун MeM3-317 для забезпечення його надійної довготривалої роботи на автомобілі «баггі».

На ділянках трубопроводу 1 і 2 (від головної масляної магістралі до корінних та шатунних шийок і до опор розподільного валу) числове значення критерія Рейнольдса менше за граничне $Re_{1,2} < Re_{кр} = 2300$, потік рідини в цих трубопроводах ламінарний. У трубопроводі 3 (від головної масляної магістралі до маслозабірника) $Re_3 = 3608...4592$, тобто спостерігається перехідний (змішаний) режим течії, коли турбулентна течія більш імовірна, але ламінарна течія у деяких випадках теж спостерігається – так звана нестійка турбулентність.

ЛІТЕРАТУРА

1. Двигатели внутреннего сгорания. Системы поршневых и комбинированных двигателей [Текст] / С. И. Ефимов, Н. А. Иващенко, В. И. Ивин и др.; Под общ. ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1985. – 456 с.
2. Тимченко, І. І. Системи ДВЗ: Навчальний посібник [Текст] / І. І. Тимченко, П. В. Жадан, С. С. Жилін. – За заг. ред. проф. І. І. Тимченко. – Х. : ХНАДУ, 2007. – 204 с.
3. Колчин, А.И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей [Текст]: Учеб. пособие для вузов / А.И. Колчин, В.П. Демидов. – 4-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2008. – 496 с.
4. Жулина, Е. Г. Основы гидравлических расчетов на автомобильном транспорте. Ч. 1: Учебно-методическое пособие [Текст] / Сост. : Е. Г. Жулина, А. Г. Китов. – Н. Новгород : ВГИПУ, 2010. – 52 с.
5. Задание и методические указания к выполнению курсовой работы «Гидравлический расчет системы смазки двигателя» для студентов специальности 6.010.100 по дисциплине «Гидравлика и гидропневмопривод» [Текст] / Сост. В.Я. Ермолаев. – Х.: ХНАДУ, 2006 – 48 с.
6. Автомобили AvtoZAZ-Daewoo Sens 1.3i Chance 1.3i Lanos 1.4i. Руководство по ремонту и обслуживанию [Текст]. – Х. : Ранок. – 232 с.
7. Методические указания к выполнению раздела дипломного проекта «расчет основных систем установок с ДВС» [Текст] / Сост Р. Козачков. – Харьков: ХПИ, 1987 – 28 с.