

УДК 629.113.014.9: 656.2.002.4

ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІНИ ЗАБРУДНЕНОСТІ ОЛИВИ ТЕПЛОВОЗНИХ ДИЗЕЛІВ В ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Инж. Ю.М. Грищенко

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ МАСЛА ТЕПЛОВОЗНЫХ ДИЗЕЛЕЙ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

Инж. Ю.М. Грищенко

DEFINITION OF CHANGE OF IMPURITY OF OIL OF DIESEL ENGINES IN OPERATION

Eng. Y.M. Grishenko

У статті розглянуто питання визначення приросту забрудненості дизельної оливи тепловозів. Застосування на тепловозах сучасних фільтруючих елементів, їх висока вартість, значна частота змін під час експлуатації, а також високий рівень і діапазон зміни забруднення дизельної оливи викликають підвищені вимоги до визначення динаміки її параметрів. Визначено, що для ефективної експлуатації фільтруючих елементів необхідно враховувати зміну забруднення картерної оливи тепловоза. Із цією метою формалізована модель, що дозволяє на основі кількісних показників визначати їх динаміку залежно від величини пробігу локомотива.

Ключові слова: доливання, забруднення, концентрація, олива, масова кількість, освіження, приріст, пробіг, тепловоз, вигар.

В статье рассмотрены вопросы определения прироста загрязнения дизельного масла тепловозов. Применение на тепловозах современных фильтрующих элементов, их высокая стоимость, значительная частота смен во время эксплуатации, а также высокий уровень и диапазон изменения загрязнения дизельного масла вызывают повышенные требования к определению динамики его параметров. Определено, что для эффективной эксплуатации фильтрующих элементов необходимо учитывать изменение загрязненности картерного масла тепловоза. С этой целью формализована модель, которая позволяет на основе количественных показателей определять их динамику в зависимости от величины пробега локомотива.

Ключевые слова: доливание, загрязнение, концентрация, масло, массовое количество, освежение, прирост, пробег, тепловоз, угар.

In article questions of definition of a gain of pollution of diesel oil of diesel locomotives are considered. In a diesel engine of a diesel locomotive oil is spent and constantly becomes soiled, that forces to hold constantly system of greasing under the strict control, to add fresh oil, to watch that as his properties change and in due time to replace filters. Application on diesel locomotives of modern filtering elements, their high cost, significant frequency of changes during operation, and also the high level and a range of change of pollution of diesel oil cause increased requirements to definition of dynamics of his parameters. It is certain, that for effective operation of filtering elements it is necessary to consider change of impurity oils of a diesel locomotive. With this purpose the model which allows determining on the basis of quantity indicators their dynamics depending on size of run of the locomotive is formalized. She considers three basic variants of change of pollution картерного oils. The first variant considers partial change oils in the beginning of an investigated interval of run of a diesel locomotive. In the end of this interval the gain of impurity which can characterize quality of filtering elements as a whole is determined. By the second and third variants, for definition of a gain of impurity inside of interval dependences which consider quantity to add or to freshen, intended on maintenance physical and chemical properties of oil in operation are offered. Positions and results of a technique are a basis for development of corresponding actions on an effective utilization of filtering elements.

Keywords: to add, pollution, concentration, oil, mass quantity, to freshen, a gain, run, a diesel locomotive, an intoxication.

Постановка проблеми в загальному вигляді, її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Конструктивні особливості тепловозних дизелів і їх робота неминує супроводжується витратою моторної оливи, коли її певна частина може випаровуватися, згоряти або виноситися з відпрацьованими газами. Це явище називається витратою оливи на "вигар". Запас моторної оливи при цьому поповнюється до потрібного обсягу, шляхом доливання в картер чистої оливи у певній кількості. У свою чергу це іноді викликає труднощі щодо прогнозування динаміки її забруднення для прийняття відповідного рішення по зміні фільтруючих елементів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням забруднення та очищення нафтопродуктів методом фільтрування для підвищення надійності техніки присвячені численні роботи [1, 2, 6, 7]. У цих працях і інших роботах містяться результати глибоких теоретичних і експериментальних досліджень у розглянутій галузі. Особливо слід зазначити фундаментальну роботу В.А. Жужикова [3], що висвітлює докладний аналіз процесів забруднення різних рідин. У той же час процеси забруднення нафтопродуктів у багатьох випадках розглядаються локально, без урахування специфіки умов експлуатації конкретного двигуна внутрішнього згорання.

Мета дослідження. Метою дослідження є отримання аналітичних залежностей, які дозволяють визначати приріст забрудненості

оливи дизелів тепловозів в експлуатації та на основі цього приймати відповідні рішення щодо роботоздатності фільтруючих елементів.

Основна частина. Для оцінки подальшої можливості експлуатації фільтруючих елементів необхідно враховувати зміну забрудненості картерної оливи тепловоза. Із цією метою розроблена методика, що дозволяє враховувати її кількісну і якісну динаміку залежно від величини пробігу локомотива.

Припустимо, що при досягненні тепловозом пробігу L_1 відбирається проба оливи для визначення її фізико-хімічних властивостей і концентрації в ній забруднюючих речовин. На цей момент пробігу кількість оливи в картері дизеля буде менше першопочаткового рівня на величину її вигару й тому в картер дизеля доливається чиста олива до вихідного нормованого рівня. У результаті цього доливання загальна кількість оливи в картері змінюється, а масова кількість домішок і продуктів зношення залишається на колишньому рівні. Виходячи із цього величина забруднення картерної оливи в даному випадку змінюється в менший бік.

Як відомо [8], в експлуатації відбувається безперервний вигар оливи, через що її кількість V у системі постійно зменшується. Одночасно в картерну оливу постійно надходять забруднюючі домішки G , що призводить до збільшення їх концентрації τ (загального забруднення). Описаний процес зображений на рис. 1.

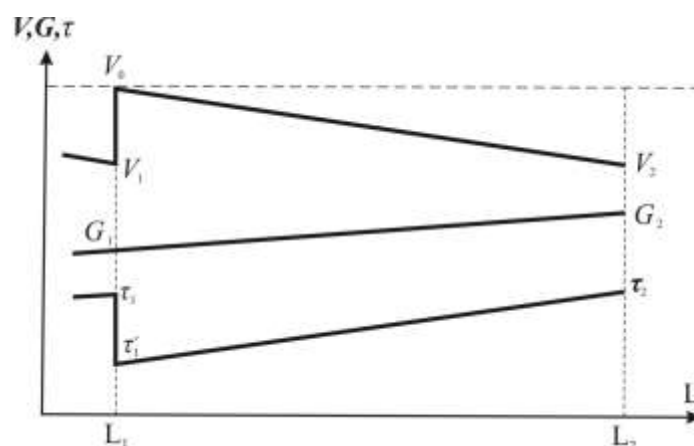


Рис. 1. Процес зміни об'єму картерної оливи V , масової кількості забруднюючих речовин G і загального забруднення τ

Для аналізу зміни загального забруднення картерної оливи τ з урахуванням її доливання, яке компенсує вигар, прийемо такі вихідні дані: V_0 - початкова ємність масляної системи; V_1 - кількість оливи в картері дизеля до досягнення пробігу L_1 ; $V_{\acute{o}\bar{a}}$ - кількість оливи, витраченої на вигар від попереднього її кількості в системі, що визначається як $V_0 - V_1 = V_{\acute{o}\bar{a}}$; G_1 - масова кількість забруднюючих речовин на момент досягнення тепловозом пробігу L_1 .

У цьому випадку забруднення картерної оливи можна визначити за виразом

$$\tau_1 = c_1' \frac{G_1}{V_1}, \quad (1)$$

де c_1' - коефіцієнт пропорційності.

Тоді маса забруднюючих речовин буде дорівнювати

$$G_1 = \tau_1 V_1 \frac{1}{c_1'}, \quad (2)$$

або

$$G_1 = \tau_1 \frac{1}{c_1'} (V_0 - V_{\acute{o}\bar{a}}). \quad (3)$$

Для поповнення в систему заливається свіжа олива до початкового рівня V_0 . Після чого забруднення оливи змінюється та вже складає

$$\tau_1' = c_1' \frac{G_1}{V_0} = \frac{\tau_1 V_1}{V_0} = \frac{\tau_1 (V_0 - V_{\acute{o}\bar{a}})}{V_0}, \quad (4)$$

або

$$\tau_1' = \tau_1' \left(1 - \frac{V_{\acute{o}\bar{a}}}{V_0} \right). \quad (5)$$

При досягненні пробігу L_2 обсяг оливи в системі буде дорівнювати V_2 , масова кількість забруднюючих домішок G_2 .

Загальне забруднення τ_2 при цьому визначиться як

$$\tau_2 = c_1' \frac{G_2}{V_2}. \quad (6)$$

Масова кількість забруднюючих домішок G_2 може бути визначена як

$$G_2 = G_1 + t_{\acute{a}} a, \quad (7)$$

де $t_{\acute{a}}$ - тривалість роботи дизеля в проміжку між пробігами L_1 й L_2 ;

a - швидкість надходження забруднюючих речовин в оливу.

Припустимо, що $V_2 = V_1$. Тоді загальне забруднення буде складати

$$\tau_2 = c_1' \frac{G_1 + t_{\acute{a}} a}{V_1}. \quad (8)$$

Після підстановки в даний вираз замість G_1 залежності (3) одержимо

$$\tau_2 = c_1' \frac{\tau_1 \frac{(V_0 - V_{\acute{o}\bar{a}})}{c_1'} + t_{\acute{a}} a}{V_0 - V_{\acute{o}\bar{a}}}, \quad (9)$$

або

$$\tau_2 = \tau_1 \frac{c_1' + t_{\acute{a}} a}{V_0 - V_{\acute{o}\bar{a}}}. \quad (10)$$

Отже, приріст забруднення оливи за час пробігу тепловоза від моменту L_1 до L_2 становить

$$\Delta \tau = \tau_2 - \tau_1, \quad (11)$$

або

$$\Delta \tau = \frac{c_1' + t_{\acute{a}} a}{V_0 - V_{\acute{o}\bar{a}}}. \quad (12)$$

Припустимо, що при експлуатації тепловоза в проміжку між L_1 до L_2 , внаслідок безперервного вигару оливи, її доливання в картер здійснюють неодноразово. У цьому випадку схема зміни рівня оливи й масової кількості забруднюючих речовин у системі буде мати вигляд, поданий на рис. 2.

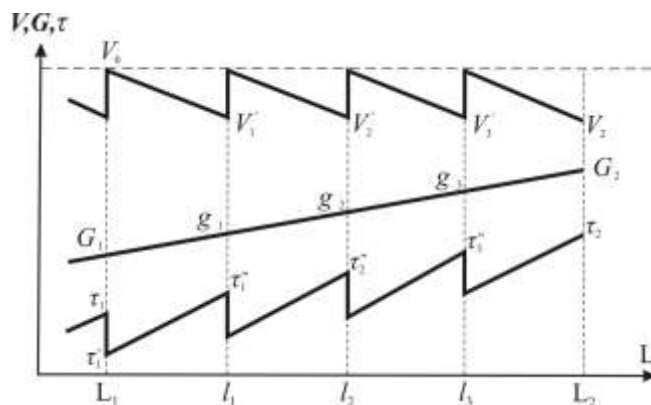


Рис. 2. Схема зміни рівня оливи й масової кількості забруднюючих речовин у проміжку між L_1 і L_2

У цьому випадку аналогічно до виразу (9) можна записати:

$$\tau_1'' = \tau_1 + \frac{c_1' a_1 t_{\bar{a}1}}{V_0 - V_{\bar{O}\bar{A}_0}}, \quad (13)$$

$$\tau_2'' = \tau_1'' + \frac{c_1' a_2 t_{\bar{a}2}}{V_0 - V_{\bar{O}\bar{A}_1}}, \quad (14)$$

$$\tau_3'' = \tau_2'' + \frac{c_1' a_3 t_{\bar{a}3}}{V_0 - V_{\bar{O}\bar{A}_2}}, \quad (15)$$

$$\tau_2 = \tau_3'' + \frac{c_1' a_4 t_{\bar{a}4}}{V_0 - V_{\bar{O}\bar{A}_3}}. \quad (16)$$

У підсумку забруднення оливи в проміжку від L_1 до L_2 можна визначити як суму за формулою

$$\tau_2 = \tau_1 + \frac{c_1' a_1 t_{\bar{a}1}}{V_0 - V_{\bar{O}\bar{A}_0}} + \frac{c_1' a_2 t_{\bar{a}2}}{V_0 - V_{\bar{O}\bar{A}_1}} + \frac{c_1' a_3 t_{\bar{a}3}}{V_0 - V_{\bar{O}\bar{A}_2}} + \frac{c_1' a_4 t_{\bar{a}4}}{V_0 - V_{\bar{O}\bar{A}_3}}. \quad (17)$$

У загальному вигляді для різної кількості доливань формула набуде вигляду

$$\tau_2 = \tau_1 + \frac{c_1' a_1 t_{\bar{a}1}}{V_0 - V_{\bar{O}\bar{A}_0}} + \frac{c_1' a_2 t_{\bar{a}2}}{V_0 - V_{\bar{O}\bar{A}_1}} + \dots + \frac{c_1' a_n t_{\bar{a}n}}{V_0 - V_{\bar{O}\bar{A}_{n-1}}}. \quad (18)$$

Припустимо, що швидкість надходження домішок на розглянутих ділянках (l_1, l_2, \dots, l_n) однакова, тобто $a_1 = a_2 = \dots = a_n = a$, а також однакові інтервали між доливаннями оливи, що дорівнюють її кількості, яка витрачається на вигар між ними, тобто $t_{\bar{a}1} = t_{\bar{a}2} = \dots = t_{\bar{a}n} = t_{\bar{a}}$ й $V_{\bar{O}\bar{A}_0} = V_{\bar{O}\bar{A}_1} = \dots = V_{\bar{O}\bar{A}_{n-1}} = V_{\bar{O}\bar{A}}$.

Тоді вираз (18) набуде вигляду

$$\tau_2 = \tau_1 + n c_1' \frac{a \cdot t_{\bar{a}}}{V_0 - V_{\bar{O}\bar{A}}}, \quad (19)$$

де n - кількість доливань оливи в картер дизеля.

Отже, приріст забруднення картерної оливи в проміжку між L_1 і L_2 при кількості доливань n складе

$$\Delta \tau = n c_1' \frac{a t_{\bar{a}}}{V_0 - V_{\bar{O}\bar{A}}}. \quad (20)$$

У деяких випадках, коли олива дизеля має високий ступінь забруднення, його "освіжають". Процес освіження полягає в тому,

що певну частину брудної оливи зливають, а замість неї в картер доливають відповідну кількість нової чистої оливи до вихідного рівня.

При цьому схема зміни об'єму оливи в системі, масової кількості домішок і значення її забруднення набуде вигляду як на рис. 3.

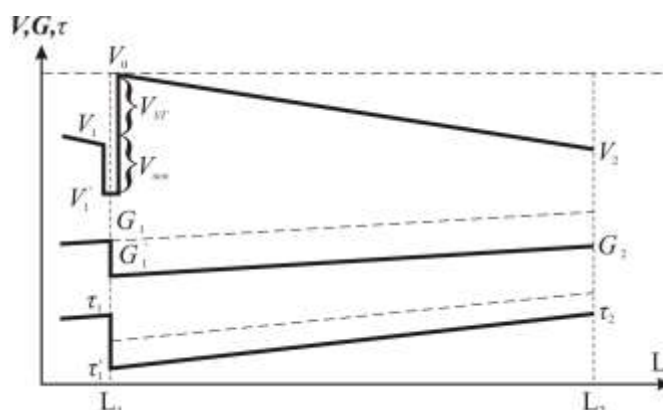


Рис. 3. Схема зміни параметрів картерної оливи при її освіженні

Прийmemo такі позначення: V_1' - кількість оливи в системі тепловоза після зливання її забрудненої частки; $V_{i\tilde{n}\tilde{a}}$ - кількість доданої чистої оливи, яка визначається як $V_{i\tilde{n}\tilde{a}} = V_1 - V_1'$; G_1' - масова кількість забруднюючих речовин після зливання брудної частини оливи.

Після освіження оливи на момент пробігу L_1 маса домішок змінюється до величини, яка дорівнює

$$G_1' = \frac{V_1'}{V_1} G_1, \quad (21)$$

або

$$G_1' = G_1 \frac{V_1 - V_{i\tilde{n}\tilde{a}}}{V_1} = G_1 \left(1 - \frac{V_{i\tilde{n}\tilde{a}}}{V_1} \right). \quad (22)$$

При досягненні тепловозом пробігу L_2 забруднення його оливи буде складати

$$\tau_2 = c_1' \frac{G_2}{V_2}, \quad (23)$$

де G_2 - масова кількість забруднюючих речовин, що надійшли в картерну оливу за проміжок пробігу від L_1 до L_2 .

Масова кількість забруднюючих речовин на момент пробігу L_2 буде визначатися як

$$G_2 = G_1' + at_{\tilde{a}}. \quad (24)$$

Тоді з урахуванням виразу (22) будемо мати

$$\tau_2 = c_1' \frac{G_1 \left(1 - \frac{V_{i\tilde{n}\tilde{a}}}{V_1} \right) + at_{\tilde{a}}}{V_2}. \quad (25)$$

При однаковому значенні $V_2 = V_1$ вираз (25) набуде вигляду

$$\tau_2 = \frac{V_1 \tau_1 \left(1 - \frac{V_{i\tilde{n}\tilde{a}}}{V_1} \right)}{V_1} + c_1' \frac{at_{\tilde{a}}}{V_1}. \quad (26)$$

Після перетворення одержимо

$$\tau_2 = \tau_1 \left(1 - \frac{V_{i\tilde{n}\tilde{a}}}{V_0 - V_{0\tilde{a}}} \right) + c_1' \frac{at_{\tilde{a}}}{V_0 - V_{0\tilde{a}}}. \quad (27)$$

Якщо за проміжок пробігу тепловоза від L_1 до L_2 було кілька доливань оливи в картер внаслідок її вигару, то формула (27) перетвориться до такого вигляду:

$$\tau_2 = \tau_1 \left(1 - \frac{V_{i\dot{m}}}{V_0 - V_{0\dot{a}}} \right) + n c_1' \frac{at_{\dot{a}}}{V_0 - V_{0\dot{a}}}, \quad (28)$$

де n - кількість доливань за період, що визначається.

У цьому випадку приріст забруднення картерної оливи за період від L_1 до L_2 буде становити

$$\Delta\tau = n c_1' \frac{at_{\dot{a}}}{V_0 - V_{0\dot{a}}} - \tau_1 \frac{V_{i\dot{m}}}{V_0 - V_{0\dot{a}}}. \quad (29)$$

Залежно від кількості доливань або освіжень картерної оливи в заданому інтервалі пробігу тепловоза вирази (12), (20) і (29) можуть бути використані для визначення приросту її забруднення та впливання на цю забрудненість роботоздатності фільтруючих елементів.

Висновки з дослідження й перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Застосування на тепловозах сучасних фільтруючих елементів, їх висока вартість, значна частота змін під час експлуатації, а також істотний рівень і діапазон зміни забруднення оливи викликають підвищені вимоги до визначення динаміки параметрів картерної оливи. Для оцінки можливості подальшої експлуатації фільтруючих елементів необхідно враховувати зміну забрудненості картерної оливи тепловоза. Із цією метою розроблено методику, що дозволяє враховувати її кількісну і якісну динаміку залежно від величини пробігу локомотива. Вона ураховує три основні варіанти приросту забруднення оливи за встановлений пробіг тепловоза. Кожен з цих варіантів дозволяє визначати приріст забруднення оливи залежно від кількості доливань або освіжень картерної оливи в заданому інтервалі пробігу тепловоза та застосовувати відповідні заходи щодо ефективного використання фільтруючих елементів.

Список використаних джерел

1. Венцель, С.В. Применение смазочных масел в двигателях внутреннего сгорания [Текст] / С.В. Венцель. – М.: Химия, 1979. – 240 с.
2. Григорьев, М.А. Очистка масла в двигателях внутреннего сгорания [Текст] / М.А. Григорьев. – М.: Машиностроение, 1983. – 136 с.
3. Жужиков, В.А. Фильтрование. Теория и практика разделения суспензий [Текст] / В.А. Жужиков. – М.: Химия, 1980. – 400 с.
4. Кича, Г.П. Эффективная очистка моторного масла – основа экономичной ресурсосохраняющей эксплуатации судовых ДВС [Текст] / Г.П. Кича // Двигателестроение. – 1985. – № 7. – С. 7-10.
5. Лаптев, В.А. Фильтрация масла в системах смазки транспортных ДВС [Текст] / В.А. Лаптев, А.Е. Шутков // Вестник ВНИИЖТ. – 1999. – № 1. – С. 20-25.
6. Микипорис, Ю.А. Эксплуатация технических жидкостей [Текст] / Ю.А. Микипорис. – Владивосток: ДВГУ, 1991. – 108 с.
7. Морозов, Г.А. Очистка масла в дизелях [Текст] / Г.А. Морозов, О.М. Арциомов. – Л.: Машиностроение, 1971. – 187 с.
8. Никифоров, А.Н. Расход моторных масел при эксплуатации тракторов [Текст] / А.Н. Никифоров, В.В. Рындин, М.М. Крипе // Химия и технология топлив и масел. – 1978. – № 11. – С. 12-14.

Рецензент д-р техн. наук, професор Д.С. Жалкін

Грищенко Юрій Михайлович, інженер Державної адміністрації залізничного транспорту "Укрзалізниця". Тел.: (044) 465-37-60.

Grishenko Yriy Mihalovich, engineer Donative administration of a railway transportation "Ukrzaliznica". Phone: (044) 465-37-60.