

тягових приводів за допомогою відповідної структурної формули, яка характеризує структуру основних модулів конструкції тягового приводу відповідного класу. Подано рекомендації щодо використання позначень в структурних формулах та їх застосування під час описання конструкції тягового приводу локомотивів та моторвагонного рухомого складу.

Проанализирована существующая классификация тяговых передач подвижного состава. Предложен новый подход к описанию особенностей конструкции тяговых приводов с помощью соответствующей структурной формулы, которая характеризует структуру основных модулей конструкции тягового привода соответствующего кла-

сса. Представлены рекомендации относительно использования обозначений в структурных формулах и их применение во время описания конструкции тягового привода локомотивов и моторвагонного подвижного состава.

Existent classification of hauling transmissions of mobile composition is analysed. The new going is offered near description of features of construction of hauling occasions by the proper structural formula which characterize the structure of the basic modules of construction of hauling drive of the proper class. Presented recommendation in relation to the use of denotations in structural formulas and their application during description of construction of hauling drive of locomotives and motorvagonno mobile

УДК 621.436

МОРОЗ В.І., д.т.н., професор (УкрДАЗТ);
БРАТЧЕНКО О.В., к.т.н., професор (УкрДАЗТ);
АСТАХОВА К.В., аспірант (УкрДАЗТ).

Результати уточненого моделювання кінематики клапанів локомотивних енергетичних установок з дизелями Д49

Постановка проблеми і аналіз останніх досліджень у напрямку її вирішення

Основними положеннями «Програми оновлення локомотивного парку залізниць України» (затверджена Постановою КМУ №840 від 01.08.2011 р.) передбачається вирішення ряду науково-технічних завдань, пов'язаних із зниженням витрат на ремонт і утримання наявного тягового рухомого складу. Це визначило актуальність науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, спрямованих на підвищення паливної економічності і надійності локомотивних енергетичних установок з дизелями типу Д49, якими облад-

нана більшість магістральних тепловозів експлуатаційного парку Укрзалізниці.

Аналіз науково-технічних публікацій вказує, що більшість робіт у цьому напрямку [1,2] пов'язана з удосконаленням робочого процесу у циліндрах дизеля, що визначає необхідність уточненого математичного моделювання характеристик функціонування механізму газорозподілу, законів руху впускних і випускних клапанів [3,4]. Особливого значення це набуває при моделюванні процесів газообміну в циліндрах дизеля, оцінюванні динаміки, показників міцності та надійності кулачкового механізму газорозподілу (КМГР).

Вирішення цих задач для дизелів типу Д49 ускладнюється відсутністю точного аналітичного описання закономірностей руху ланок просторового КМГР. При цьому до останнього часу для дослідження кінематики клапанів використовувались методики, які базувалися на розгляданні плоскої кінематичної схеми КМГР і уведенні певних спрощень [5,6].

Це визначило необхідність розробки і апробації точного аналітичного описання характеристик руху ланок КМГР дизелів типу Д49.

Мета статті і викладення основного матеріалу

В статті наведено результати комплексних досліджень з уточненого моделювання кінематики клапанів тепловозних дизелів Д49, що виконувались з використанням запропонованої методики.

На першому етапі з використанням відповідної документації проводився аналіз конструкції КМГР дизелів типу Д49, особливості якої представлені на загальних видах кришки циліндру (рис.1)

За результатами таких досліджень визначено геометричні параметри ланок, встановлено особливості їх з'єднань, а також розроблено кінематичну схему просторового КМГР, яка представлена на рис.2.

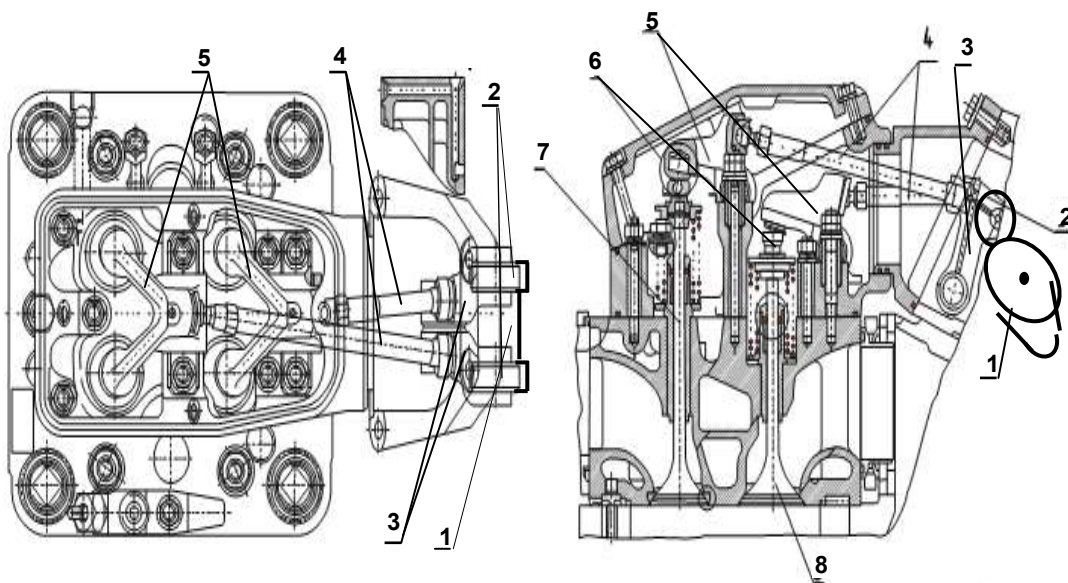


Рис.1. До розглядання особливостей конструкції КМГР тепловозного дизеля типу Д49: 1 – розподільний вал з газорозподільними і паливними кулачками; 2 - ролик штовхача; 3 – коромисловий штовхач; 4 - штанга; 5 – вильчатий важіль; 6 – гідроштовхач; 7 – випускний клапан; 8 – впускний клапан.

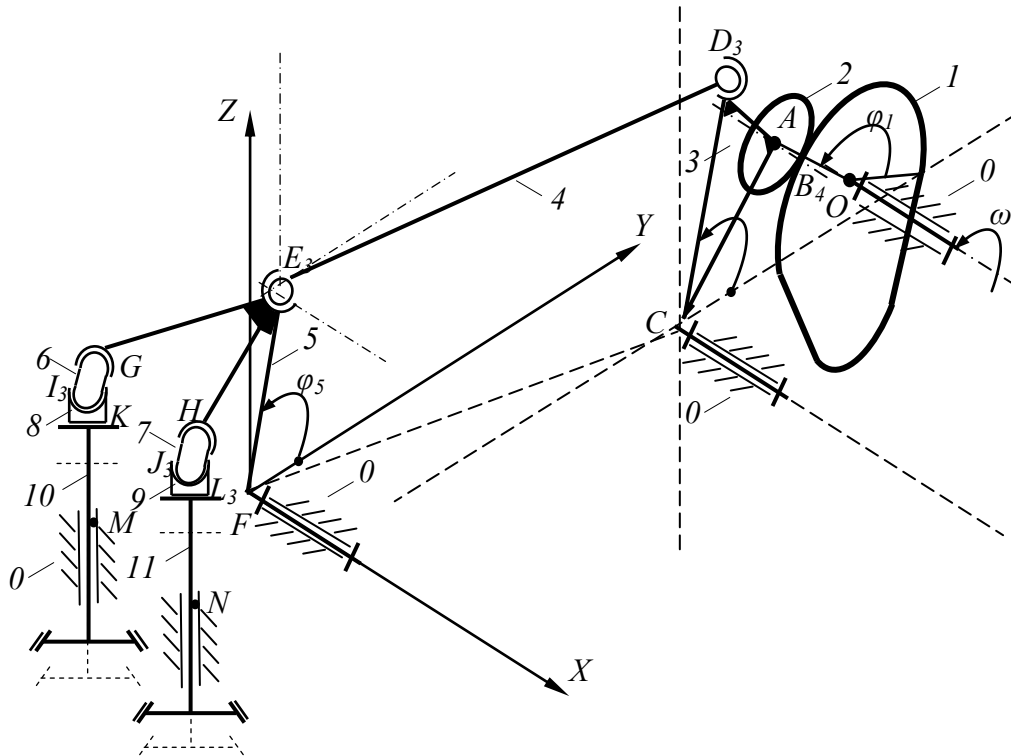


Рис.2. Кінематична схема просторового КМГР дизеля типу Д49

На кінематичній схемі позначено такі ланки механізму: 1 - газорозподільний кулачок; 2 – ролик штовхача; 3 - коромисловий штовхач; 4 - штанга; 5 – вильчатий важіль; 6, 7 – гідравлічні елементи гідроштовхачів; 8, 9 – штовхачі; 10, 11 – клапани. Вказані ланки утворюють відповідні кінематичні пари, які позначені на кінематичній схемі з виділенням їх класу.

При виконанні дослідження, окрім геометричних параметрів всіх ланок і координат центрів обертання ланок 1 (т. O), 3 (т. C) і 5 (т. F), для коромислового роликового штовхача 3 задаються закономірності зміни його кутових положень $\varphi_3 = f(\varphi_1)$, швидкостей $\omega_3 = f(\varphi_1)$ і прискорень $\varepsilon_3 = f(\varphi_1)$, характер яких визначається профілем газорозподільного кулачка 1.

Визначенню підлягають поточні значення кутових положень φ_5 , швидкостей ω_5 і прискорень ε_5 вильчатого важе-

ля 5, за величинами яких з використанням відомих формул [5,8] визначаються кінематичні характеристики клапанів. Таким чином, метою дослідження є отримання аналітичних залежностей виду $\varphi_5 = f(\varphi_1)$, $\omega_5 = f(\varphi_1)$ і $\varepsilon_5 = f(\varphi_1)$.

Основою для розробки уточненої методики розрахунку кінематичних характеристик клапанів тепловозного дизеля типу Д49 є метод проєкцій замкнених векторних контурів на координатні осі [7]. При цьому кінематична схема КМГР замінюється відповідними (співпадаючими з ланками механізму) векторами \vec{l}_{FC} , \vec{l}_{CD} , \vec{l}_{DE} , \vec{l}_{FE} , що утворюють просторовий контур $CDEF$ (рис.3).

Умовою замкнення просторового контуру $CDEF$ є

$$\vec{l}_{FC} + \vec{l}_{CD} = \vec{l}_{DE} + \vec{l}_{FE} \quad (1)$$

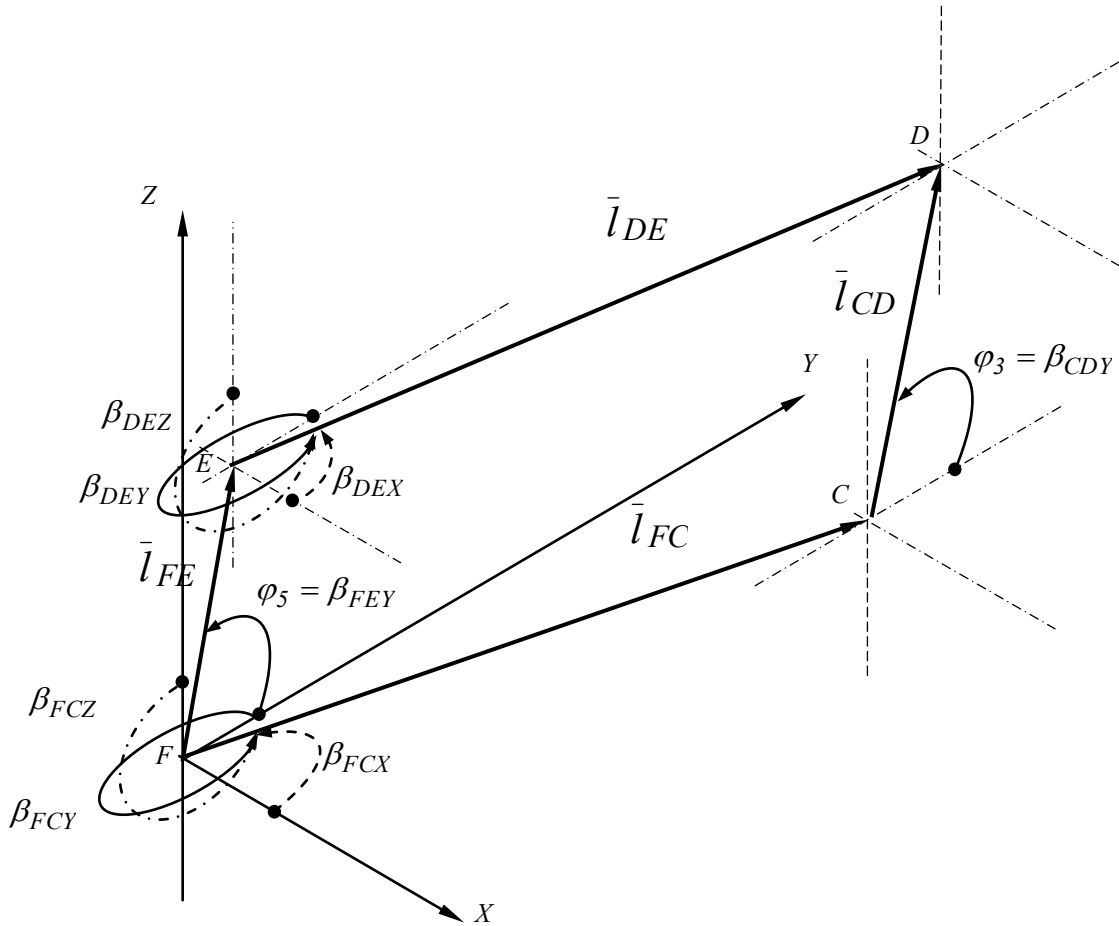


Рис.3. Утворення замінного просторового векторного контуру КМГР дизеля Д49

Процес розробки шуканих залежностей $\varphi_5 = f(\varphi_1)$, $\omega_5 = f(\varphi_1)$ і $\varepsilon_5 = f(\varphi_1)$, що здійснювався відповідними перетвореннями рівняння (1), представлений в роботі [8].

На основі отриманих залежностей була розроблена відповідна математична модель (ММ), яка використовувалась для дослідження кінематики клапанів дизеля типу Д49. Адекватність ММ підтверджена величинами дисперсії адекватності розрахункових результатів та отриманих експериментально законів руху клапанів тепловозних дизелів 2А-5Д49 [6,8].

Обґрунтовано доцільність використання запропонованої ММ для проведення досліджень з уточненого визначення кінематичних характеристик клапанів дизелів типу Д49. Це підтверджується представленими на рис.4 результатами розрахунків переміщень h_k , швидкостей v_k та прискорень a_k впускного клапана дизеля 2А-5Д49 в залежності від кута обертання тангенціального газорозподільного кулачка φ_1 , отриманими за новою (суцільні лінії) і спрощеною (пунктирні лінії) методиками.

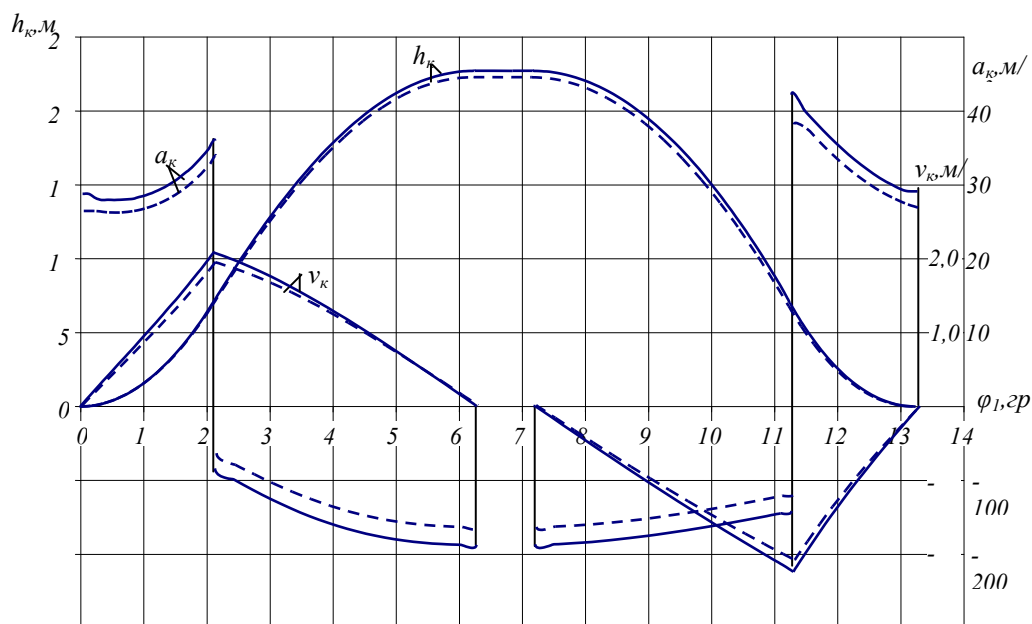


Рис.4. Кінематичні характеристики впускних клапанів тепловозного дизеля Д49

Висновки і перспективи використання

Представлені в статті матеріали підтвердили доцільність уточненого моделювання кінематичних характеристик клапанів за допомогою запропонованого авторами підходу на відміну від їх визначення за традиційними спрощеними методиками. При цьому забезпечується суттєве уточнення рівнів кінематичних параметрів. Наприклад, для клапанів дизелів 2А-5Д49 вони складають: за переміщеннями на 2...3 %, за швидкостями на 8...10 % і за прискореннями 18...20 %.

Особливу важливість такі уточнення набувають при вирішенні задач моделювання динамічних характеристик клапанного приводу, безпосередньо використовуються при оцінюванні його міцності та надійності при експлуатації ЛЕУ з дизелями типу Д 49.

Література

1. Тепловозные двигатели внутреннего сгорания: Учебник для вузов/ А.Э.Симсон, А.З.Хомич, А.А.Куриц и др. М.: Транспорт, 1987. – 536 с.

2. Тепловозные дизели Д49/ Е.А.Никитин, В.М.Ширяев и др. – М.: Транспорт, 1982. – 255 с.

3. Поварков И.Л., Антюхин Г.Г. Совершенствование систем воздухообеспечения тепловозных дизелей/ Труды ВНИИЖТ. М.: Интекст, 1999. – 190 с.

4. Локомотивные энергетические установки: Учебник для вузов ж.-д. трансп./ А.И.Володин, В.З.Зюбанов, В.Д.Кузьмич и др. - М.: ИПК Желдориздат, 2002. – 718 с.

5. Корчемный Л.В. Механизм газораспределения двигателя: Кинематика, динамика, расчет на прочность. – М.: Машиностроение, 1964. – 211 с.

6. Расчет нагрузок, действующих в приводе распределительных валов дизелей типа Д49. Отчет о научно-исследовательской работе Д49 115РР. – Коломна, ОГКМ ГП «Коломенский завод», 1972. – 24 с.

7. Зиновьев В.А. Пространственные механизмы с низшими кинематическими парами. М.: Издательство технико-теоретической литературы, 1952. – 431 с.

8. Розробка нової концепції і методів удосконалення механічних сис-

тем локомотивних енергетичних установок з метою поліпшення експлуатаційних характеристик: звіт про НДР № ДР 0107U000341. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – 106 с.

Анотації:

Обґрунтовано актуальність науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, спрямованих на підвищення паливної економічності і надійності локомотивних енергетичних установок з дизелями типу Д49. Відзначено, що виконання таких досліджень потребує уточненого математичного моделювання характеристик функціонування просторових механізмів газорозподілу, а також законів руху впускних і випускних клапанів. Запропоновано нову методику уточнених розрахунків кінематики клапанів, основою якої є метод проєкцій замкнутого (просторового) векторного контура на осі координат. Представлені результати розрахункового дослідження кінематики клапанів дизелів 2А-5Д49, що проводились з використанням відповідної адекватної математичної моделі. Показано, що використання запропонованого авторами підходу забезпечує суттєве уточнення рівнів кінематичних параметрів клапанів дизелів типу Д49.

Обоснована актуальность научно-исследовательских и исследовательско-конструкторских работ, направленных на повышение топливной экономичности и надежности локомотивных энергетических установок с дизелями типа Д49. Отмечено, что проведение таких иссле-

дований требует уточненного математического моделирования характеристик функционирования пространственных механизмов распределения, а также законов движения впускных и выпускных клапанов. Предложено новую методику уточненных расчетов кинематики клапанов, основой которой является метод проеций замкнутого (пространственного) векторного контура на оси координат. Представлены результаты расчетного исследования кинематики клапанов дизелей 2А-5Д49, которые проводились с использованием соответствующей адекватной математической модели. Показано, что использование предложенного авторами подхода обеспечивает существенное уточнение уровней кинематических параметров клапанов дизелей типа Д49.

The actuality of research and engineering work aimed at improving fuel efficiency and reliability of locomotive power plants with diesel-type D49 is validated. It is noted that such research requires a refined mathematical modeling of the spatial characteristics of the functioning mechanisms of distribution, as well as the laws of motion of the intake and exhaust valves. New methodology of refined calculations of the valves' kinematics is proposed. It's based on the method of projection of a closed (spatial) vector loop on the coordinate axes. The results of the current study the kinematics of valve diesel 5D49-2A, which were carried out using the corresponding appropriate mathematical model, are introduced. It is shown that the use of approach proposed by the authors provides a significant refinement of the levels of kinematic parameters of valves of the diesel engines D49.