

**УДК 629.113**

**Поляков А.П., Тихоненко Б.І.**

**ПЕРЕВІРКА АДЕКВАТНОСТІ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМИ  
“ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ – НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ”**

*Вінницький національний технічний університет,*

*м. Вінниця, Хмельницьке шосе 95, 21021*

**UDC 629.113**

**Polyakov A.P., Tyhonenko B.I.**

**VERIFICATION OF ADEQUACY OF MATHEMATICAL MODEL OF  
SYSTEM "TRANSPORT VEHICLE is ENVIRONMENT"**

*Vinnitsia National Technical University*

*Vinnitsia, Khmelnytsky Highway 95, 21021*

*В доповіді представлено математичну модель системи «транспортний засіб – навколишнє середовище» та перевірено її адекватність шляхом порівняння експериментальних і розрахункових швидкісних характеристик дизелів ЯМЗ-238 і КамАЗ-740.*

*Ключові слова: математична модель, транспортний засіб, швидкісні характеристики дизеля.*

*In an appendix the mathematical model of the system "a transport vehicle is an environment" is presented and her adequacy is tested by comparison of experimental and calculation speed descriptions of diesels of YMZ-238 and KAMAZ-740.*

*Keywords: mathematical model, transport vehicle, speed descriptions of diesel.*

Метою експериментальних досліджень було перевірка адекватності математичної моделі дизеля та системи “Транспортний засіб - навколишнє середовище” в цілому.

Дослідження проводилися на дизелях ЯМЗ-238 та КамАЗ-740, які були встановлені на гальмівному стенді, на автомобілі КрАЗ-260.

Для підтвердження адекватності математичної моделі системи “Транспортний засіб - навколишнє середовище” використовувалися динамічні і паливно-економічні характеристики автомобіля КрАЗ-260. Кожний вид досліджень проводився за своїми програмами.

В програми моторних досліджень входило:

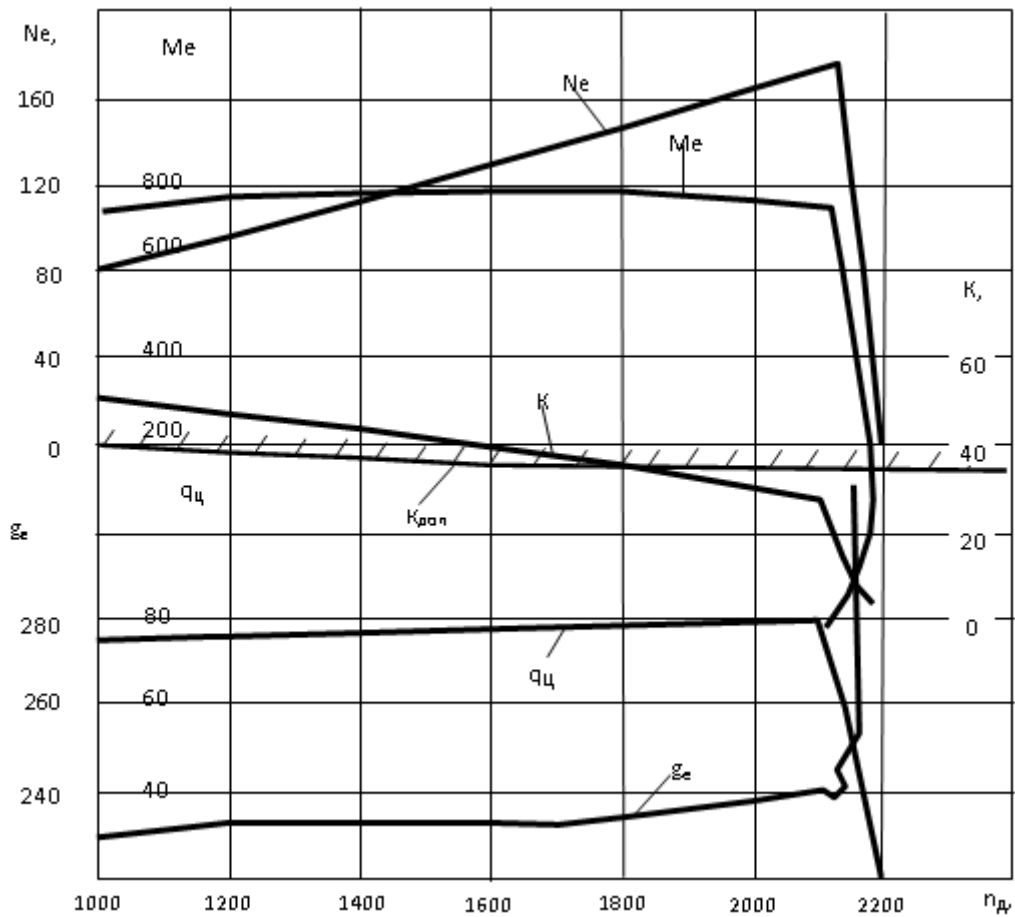
- а) зняття швидкісних характеристик дизеля ЯМЗ-238;
- б) зняття швидкісних характеристик дизеля КамАЗ-740;
- в) осцилографування перехідних процесів в системі автоматичного регулювання частоти (САРЧ) дизеля при розгонах і уповільненнях без навантаження і під навантаженням.

Адекватність математичної моделі дизеля перевірялася шляхом зіставлення розрахункових і опитних швидкісних характеристик і перехідних процесів дизеля ЯМЗ-238 і ще раз підтверджувалася на дизелі КамАЗ-740.

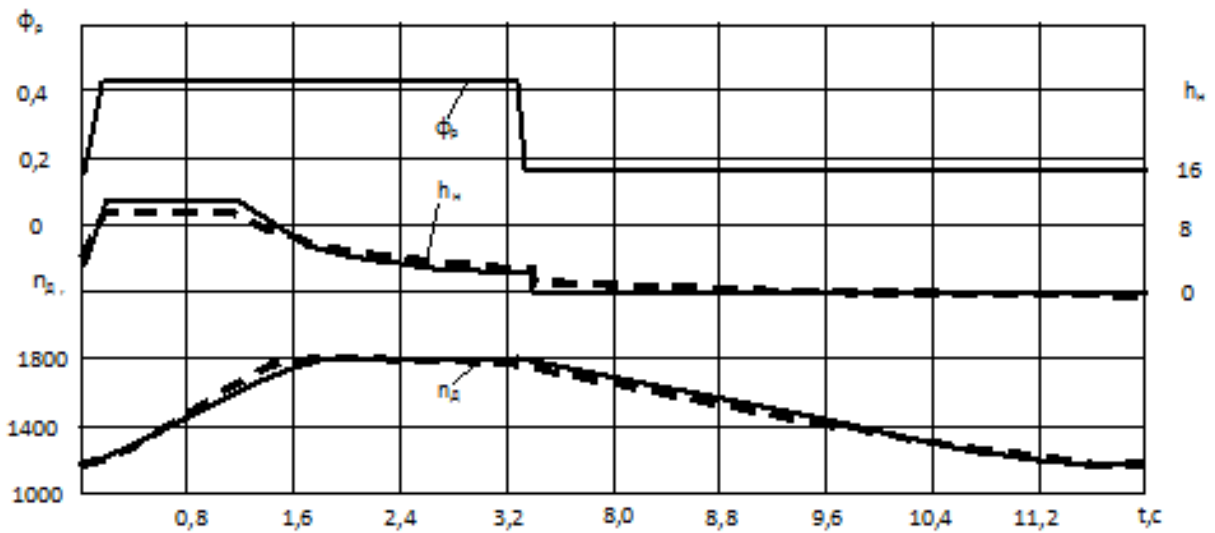
Зовнішня швидкісна характеристика дизеля ЯМЗ-238, розрахована за допомогою математичної моделі, показана на рисунку 1, там же нанесені експериментальні дані. Видно, що експериментальні данні добре співпадають з розрахунковими кривими. Коефіцієнти варіації не перевищують 0,015-0,02, що говорить про правильність складання математичної моделі САРЧ з дизелем і програми розрахунку її статичних характеристик.

Для перевірки адекватності математичної моделі САРЧ дизеля в динаміці на стрічку осцилографа записувалися перехідні процеси при розгонах дизеля на холостому ході і під навантаженням на електричному гальмівному стенді КС-56-4, які зіставлялися з розрахунковими перехідними процесами.

На рис. 2 наведена залежність частоти обертання колінчастого валу  $n_d=n_d(t)$ , положення рейки паливного насоса  $h_n=h_n(t)$  і важеля управління двигуном  $p=p(t)$  отримані при розгоні дизеля на холостому ході від  $n_d=1185$  до  $1800 \text{ хв}^{-1}$  (суцільні лінії) і відповідні розрахункові криві (штрихові лінії).



**Рис. 1. Розрахункова зовнішня швидкісна характеристика дизеля ЯМЗ-238 з нанесеними дослідними даними**



**Рис. 2. Дослідні (суцільні лінії) і розрахункові (штрихові лінії) перехідні процеси при розгоні дизеля ЯМЗ-238 з гальмом КС-56-4 на холостому ході**

Як видно з рисунків досвідчені і розрахункові перехідні процеси достатньо добре співпадають між собою, що свідчить про задовільну адекватність математичної моделі дизеля. Коефіцієнти варіації досвідчених кривих від розрахункових не перевищують 0,015-0,02.

При порівнянні розрахункових та експериментальних даних дизеля при розгоні під навантаженням від  $n_d=1485$  до  $1640 \text{ хв}^{-1}$  встановлено, що на початку розгону момент дорівнював  $75 \text{ Н}\cdot\text{м}$  а в кінці  $455 \text{ Н}\cdot\text{м}$ . Експериментальні і розрахункові данні перехідних процесів достатньо добре співпадають між собою, що свідчить про задовільну адекватність математичної моделі дизеля. Коефіцієнти варіації досвідчених кривих від розрахункових не перевищують 0,018-0,022.

Таким чином, перевірка, підтвердила адекватність математичної моделі дизеля як при розрахунку швидкісних характеристик дизеля, так і при розрахунку динамічних САРЧ. Цей висновок справедливий і для САРЧ інших дизелів за умови правильності початкових даних, що вводяться в математичну модель. Це підтверджено зіставленням опитних і розрахункових швидкісних характеристик дизеля КамАЗ-740 - експериментальні данні добре співпадають з розрахунковими, коефіцієнти варіації не перевищують 0,022-0,025.

Перевірка адекватності математичної моделі системи «Транспортний засіб - навколишнє середовище» робилася шляхом зіставлення експериментальних паливних характеристик автомобіля КрАЗ-260 з характеристиками, розрахованими на математичній моделі. Результати випробувань паливних характеристик сталого руху автомобіля показують, що відхилення дослідних характеристик від розрахункових не перевищує 3,4% що підтверджує адекватність динамічної моделі системи «Транспортний засіб - навколишнє середовище».

**Висновок.** Експериментальні і розраховані швидкісні характеристики дизелів ЯМЗ-238 і КамАЗ-740 достатньо добре співпадають між собою, що говорить про адекватність математичних моделей при розрахунках статичних

(зокрема швидкісних) характеристик САРЧ дизелів. Коефіцієнти варіації не перевищують 0,039.

Зіставлення експериментальних і розрахункових кривих перехідних процесів при розгонах і уповільненнях дизеля на гальмівному стенді підтверджують адекватність математичної моделі САРЧ при розрахунках її динамічних характеристик. Коефіцієнти варіації знаходяться в межах 0,015-0,02, що є добрим результатом.

Адекватність математичної моделі системи «Транспортний засіб - навколишнє середовище» підтверджується добрим збігом дослідних і розрахункових паливних характеристик транспортних засобів.

#### Література:

1. Топливная аппаратура дизелей КамАЗ и КАЗ. Инструкция по эксплуатации. - Ярославль, ПО «Дизельаппаратура», 1988. - 112 с.
2. КокOLEV А.А., Самусь Н.И., Долганов К.Е., Лисовал А.А. Топливная аппаратура для украинских дизелей // Автошляховик України. - 1995. - №4. - С. 24-26.

#### References:

1. Fuel apparatus of diesels of KamAZ and KAZ. Instruction on exploitation. it is Yaroslavl, PO "Dieselapparatus ", 1988. - 112 p.
2. Kokolev A.A., Samus N.I., Dolganov K.E., Lisoval A.A. Fuel apparatus for the Ukrainian diesels // Autoroad-worker of Ukraine. - 1995. - №4. - P. 24-26.