

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ
ЗЕМЛЕРИЙНИХ МАШИН БЕЗПЕРЕРВНОЇ ДІЇ

Мусійко В.Д., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

PHISICO-MATHEMATICAL MODELING OF THE WORK PROCESSES
FOR CONTINUOUS EARTHMOVING MACHINES

Musiiko V.D., Ph.D., National Transport University, Kyiv

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ
ЗЕМЛЕРОЙНЫХ МАНИН НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Мусийко В.Д., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Актуальність проблеми. Підвищення швидкості виконання та зниження вартості експериментальних досліджень складних систем завжди було актуальним завданням. Перевірка наукових гіпотез, теоретичних передумов створення таких систем є визначальним моментом об'єктивного вибору напряму наукових досліджень. Тому, для вивчення різних явищ, процесів, що мають місце при роботі землерійних машин безперервної дії, необхідно (і раціонально) попередньо вивчити їх на моделі, а потім зробити висновок про можливість створення та ефективність роботи створюваних машин.

Моделювання знаходить своє використання як метод дослідження та розрахунку самих складних явищ, процесів, об'єктів та машин. Моделювання доцільне і тому, що в даному випадку з'являється можливість визначення функціональних зв'язків між цілими комплексами величин, що визначають ефективність функціонування систем та забезпечують можливість поширення результатів окремих експериментів на подібні системи.

Розглядаючи роботу складної механічної системи, прикладом якої може бути землерійна машина безперервної дії, можна стверджувати, базуючись на опублікованих результатах досліджень [1], про те, що найбільш доцільно на етапі створення машин, виконувати попередні експериментальні дослідження взаємодії робочого обладнання з робочим середовищем на фізичних моделях не тільки робочого обладнання, а і ґрунтового середовища. Натурні дослідження машин в цілому та їх робочих процесів є взагалі надзвичайно складними і дорогими. На наш погляд, при виконанні експериментальних досліджень подібних об'єктів раціонально використовувати фізичне моделювання робочих органів та процесів їх взаємодії з ґрунтом в поєднанні з математичним моделюванням базових шасі. Моделі можуть, і повинні, бути функціонально зв'язані між собою і досліджуватись як система, що працює в єдиному комплексі. Такий підхід забезпечить можливість швидкого та об'єктивного виконання всебічних експериментальних досліджень складних механічних систем (наприклад, землерійних машин безперервної дії) з метою перевірки ефективності прийнятих технічних рішень на етапі створення машин.

Аналіз результатів виконаних досліджень та публікацій.

В будівельному та дорожньому машинобудуванні та в енергетиці моделювання, як метод досліджень, використовується в широких масштабах [2]. Особливо це стосується досліджень процесів де структура і склад рівнянь, що їх описують, не виявлені достатньо чітко.

Дослідженню створення основ теорії подібності та методів моделювання в гідродинаміці, тепло- та електротехніці, механіці ґрунтів і присвячено багато робіт [3, 4], що мають фундаментальний характер.

Використання їх результатів дозволило досягти значного прогресу в розробці методів фізичного та фізико-математичного моделювання робочих процесів дорожньо-будівельних машин [5, 6].

Однак до сьогоднішнього дня не вирішено цілий ряд фундаментальних питань створення та оптимізації робочих процесів і конструкцій спеціальних землерійних машин, робочі процеси яких мають тільки їм притаманні особливості. Найбільш суттєво стримує вирішення зазначених питань відсутність сучасної експериментальної бази виконання необхідних досліджень.

Мета досліджень. Обґрунтування та створення конструкції стенда фізико-математичного моделювання робочих процесів спеціальних землерійних машин безперервної дії.

Основна частина. Сутність методу фізико-математичного моделювання полягає в об'єднанні фізичних моделей робочих органів землерийних машин та розроблюваного середовища з математичними моделями базових шасі та систем управління їх робочими процесами в один комплекс. Це забезпечує відтворення в лабораторних умовах достатньо повної сукупності явищ, що складають досліджуваний робочий процес, при збереженні статичної та динамічної подібності натурі.

Матеріальною основою методу фізико-математичного моделювання є спеціальний стенд для фізико-математичного моделювання робочих процесів землерийних машин, функціональна схема якого приведена на рис. 1.

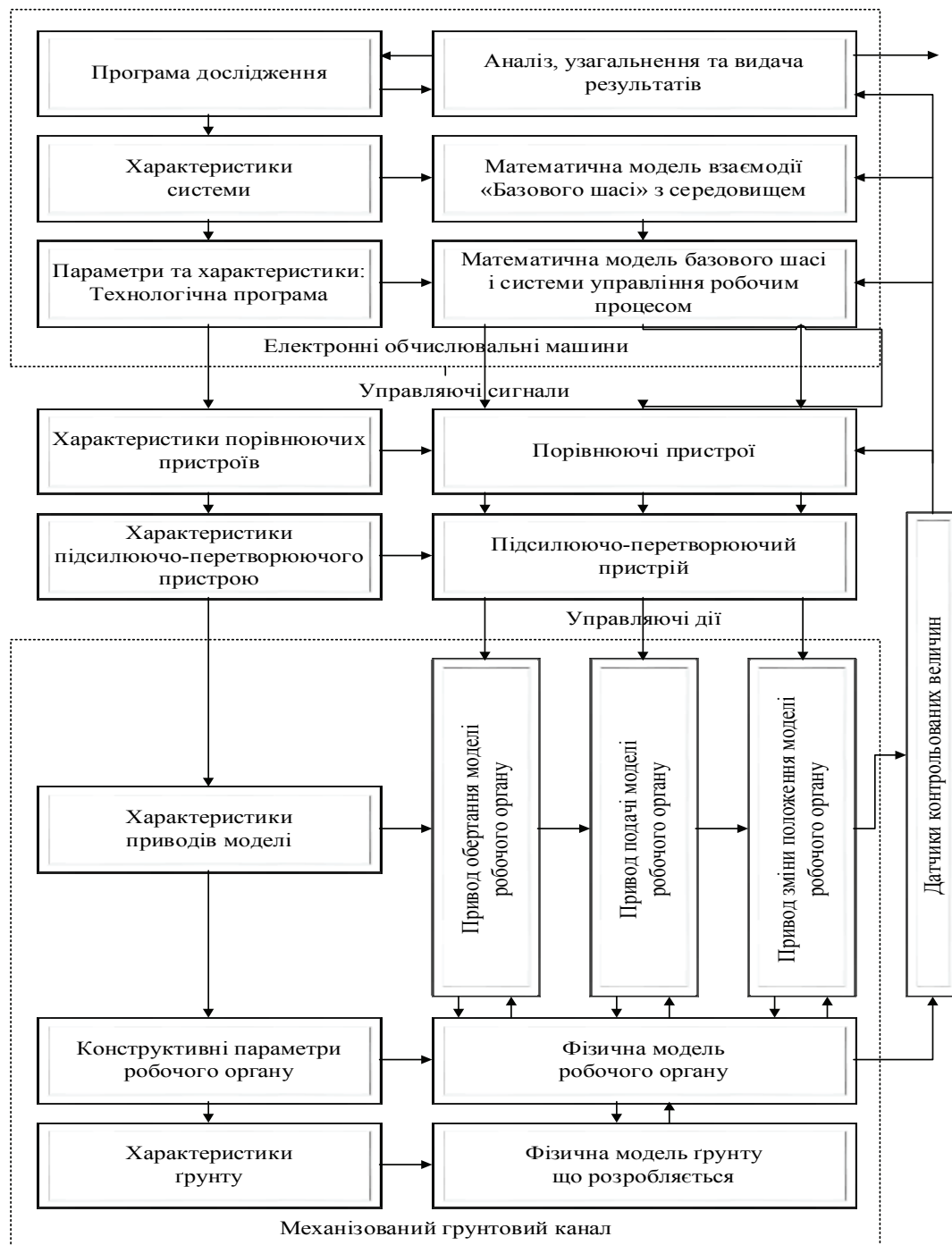


Рисунок 1 – Функціональна схема стенда фізико-математичного моделювання робочих процесів спеціальних землерийних машин

Фізична модель підсистеми «Розроблюваний ґрунт – робочий орган» реалізується з допомогою ґрунтового каналу з укладеним в ньому ґрунтом, фізико-механічні властивості якого змодельовано, та

рухомого динамометричного візка на котрому монтуються досліджувані конструкції робочого обладнання землерийних машин. На візку монтуються всі необхідні приводи з обладнанням, що забезпечує безступеневе регулювання параметрів потоків потужності дослідної установки. Передбачається використання для досліджень фізичних моделей робочих органів землерийних машин геометрично подібних натурі та виконаних в зменшеному масштабі (з елементами трансмісії їх приводу, або без них).

Математичні моделі підсистем «робочий орган – базове шасі» та « базове шасі – середовище руху машини» реалізуються з допомогою електронних обчислювальних машин.

Між фізичними та математичними моделями з допомогою системи порівнюючих та підсилюючо-перетворюючих пристроїв, а також датчиків, здійснюється контроль параметрів силового навантаження моделі робочого органа машини та її кінематичних характеристик, здійснюються прямі та зворотні зв'язки, що необхідні для погодженого функціонування всього комплексу, відповідно заданій програмі досліджень.

Аналіз, узагальнення та видача результатів досліджень, в зручній для практичного використання формі, може здійснюватися автоматично з допомогою електронної обчислювальної машини.

Таким чином, стенд фізико-математичного моделювання повинен являти собою універсальну фізико-математичну модель механічних процесів досліджуваного класу, з широким діапазоном зміни статичних та динамічних характеристик силового навантаження і швидкісних параметрів.

Реалізація вимог до статичних та динамічних характеристик стенда являє собою складну науково-технічну задачу, рішення якої можливе з використанням обчислювальної техніки на основі та з використанням систем автоматичного регулювання та управління досліджуваними робочими процесами землерийних машин.

Номінальна потужність силової установки для кожного з приводів стенда повинна відповідати (в перерахунку на модель) найбільшим потужностям вірогідних об'єктів моделювання.

У випадках, коли потужність об'єкта моделювання менше номінальної, потужність привода моделі недовикористовується, а приведений момент інерції змінюється в залежності від конструктивних параметрів моделі робочого органа та встановленого передаточного числа трансмісії його приводу.

Відомо, що постійна часу динамічної системи залежить, в загальному випадку, від співвідношення моменту інерції та потужності:

$$T \approx \sqrt{\frac{I}{N}}, \quad (1)$$

де T – постійна часу, с;

I – момент інерції, що приведений до валу двигуна, $\text{кН}\cdot\text{м}/\text{с}^2$;

N – потужність, що розвивається двигуном, $\text{кН}\cdot\text{м}/\text{с}$.

Очевидно, що тривалість перехідних процесів в ході модельних досліджень на стенді може змінюватись в широкому діапазоні. В результаті цього буде мати місце невідповідність динамічних характеристик моделей вимогам, що формулюються критеріями динамічної подібності.

В такому випадку, підбір індивідуальних приводів різного функціонального призначення з відповідними характеристиками здійснити важко, а інколи і не можливо.

Існує два способи забезпечення динамічної подібності, реалізація яких можлива з використанням електронної обчислювальної техніки.

Один із них – це слідкування. Він базується на використанні слідкуючих систем автоматичного регулювання режимів роботи привода. Його сутність схематично може бути зображена наступним чином, рис. 2.

В результаті зовнішніх збурень, режим роботи моделі змінюється відповідно швидкісній характеристиці двигуна. Наприклад, збільшення швидкості подачі ґрунторозробної фрези приводить до збільшення крутного моменту M , що реалізується на фрезі, внаслідок чого кутова швидкість обертання фрези ω зменшується.

З допомогою ЕОМ реалізуються математичні моделі досліджуваної механічної системи, що мають необхідні (розрахункові) статичні та динамічні характеристики.

На вхід математичної моделі з допомогою датчика крутного моменту подається інформація про величину крутного моменту M , а на виході моделі встановлюється величина $\omega_{уст}$, відповідно статичним та динамічним властивостям об'єкта.

З виходу математичної моделі величина $\omega_{уст.}$ поступає в порівнюючий пристрій, де здійснюється її безперервне порівняння з дійсною величиною $\omega_{ро.}$

Сигнал – похибка $\Delta \omega$ з допомогою підсилювально-перетворюючого пристрою діє на систему управління двигуном так, щоб вирівняти між собою величини $\omega_{уст.}$ та $\omega_{ро.}$

В результаті досягається наближена динамічна подібність з точністю, що відповідає динамічній похибці слідкуючої системи.

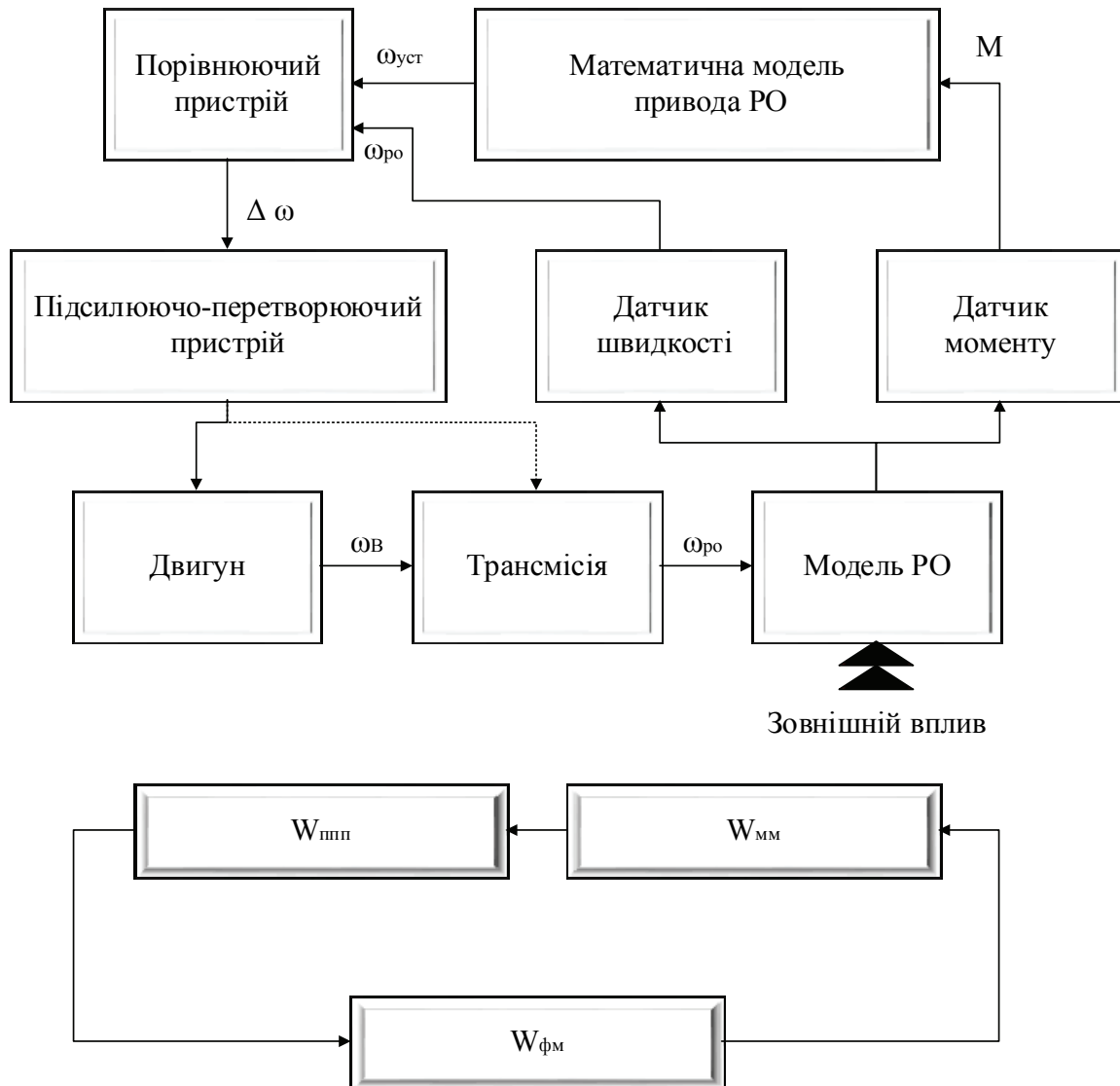


Рисунок 2 – Принципова схема слідкуючої системи забезпечення динамічної подібності роботи приводів робочого обладнання землерийних машин

Величина динамічної похибки залежить від властивостей двигуна, системи його управління, підсилюючо-перетворювальних пристроїв та датчиків.

Другий спосіб – це спосіб замішування, що фактично являє собою подальший розвиток попереднього способу. Суттєвою відмінністю цього способу є те, що передаточна функція математичної моделі $W_{мм}$ підбирається не у відповідності характеристикам об'єкта моделювання, а виходячи з умови:

$$W_{мм} \cdot W_{фм} \cdot W_{пп} = W_o, \quad (2)$$

де $W_{мм}$ – передаточна функція математичної моделі;

$W_{фм}$ – передаточна функція фізичної моделі, включаючи її силовий привід та систему регулювання двигуна;

$W_{пп}$ – передаточна функція підсилювально-перетворюючого пристрою;

W_o – передаточна функція об'єкта моделювання.

Важливо відмітити, що в будь-якому випадку для розширення можливостей стенда необхідно прагнути до максимально можливої швидкодії всіх елементів стенда.

Принципову функціональну схему стенда фізико-математичного моделювання робочих процесів землерийних машин побудовано як структуру, що задовольняє наступним вимогам:

1. Забезпечується безступеневе регулювання швидкостей подачі робочих органів на забій, обертання (різання ґрунту), зміни положення в просторі моделей досліджуваних робочих органів в розрахункових діапазонах зміни параметрів, що їх визначає.
2. Стабільність швидкісних характеристик приводів моделей має місце у всьому діапазоні зміни параметрів приводів, при цьому відхилення швидкостей від заданих величин не перевищує 3...5%.
3. Забезпечується безперервне вимірювання та реєстрація кінематичних та силових показників модельованих процесів як в встановлених так і в не встановлених режимах роботи.
4. Постійні часу основних приводів та систем управління ними є мінімальними.
5. Забезпечується можливість здійснення автоматичного управління стендом в ході виконання експериментальних досліджень.
6. Обробка та аналіз результатів експериментальних досліджень здійснюється автоматично з допомогою ЕОМ.

В результаті всебічного аналізу відомих типів силових приводів встановлено, що найбільш повно вказаним вимогам відповідає гідрооб'ємний привід з використанням насосів змінної продуктивності та агрегатів безступеневого регулювання параметрів гідравлічних приводів, наприклад дільників потоку гідравлічної рідини [7].

З урахуванням вище викладеного, розроблено та практично створено конструкцію стенда фізико-математичного моделювання робочих процесів землерийних машин безперервної дії основу якого складає ґрунтовий канал з самохідним динамометричним візком [8] на якому через систему датчиків монтуються конструкції фізичних моделей робочого обладнання досліджуваних землерийних машин безперервної дії, рис. 3.

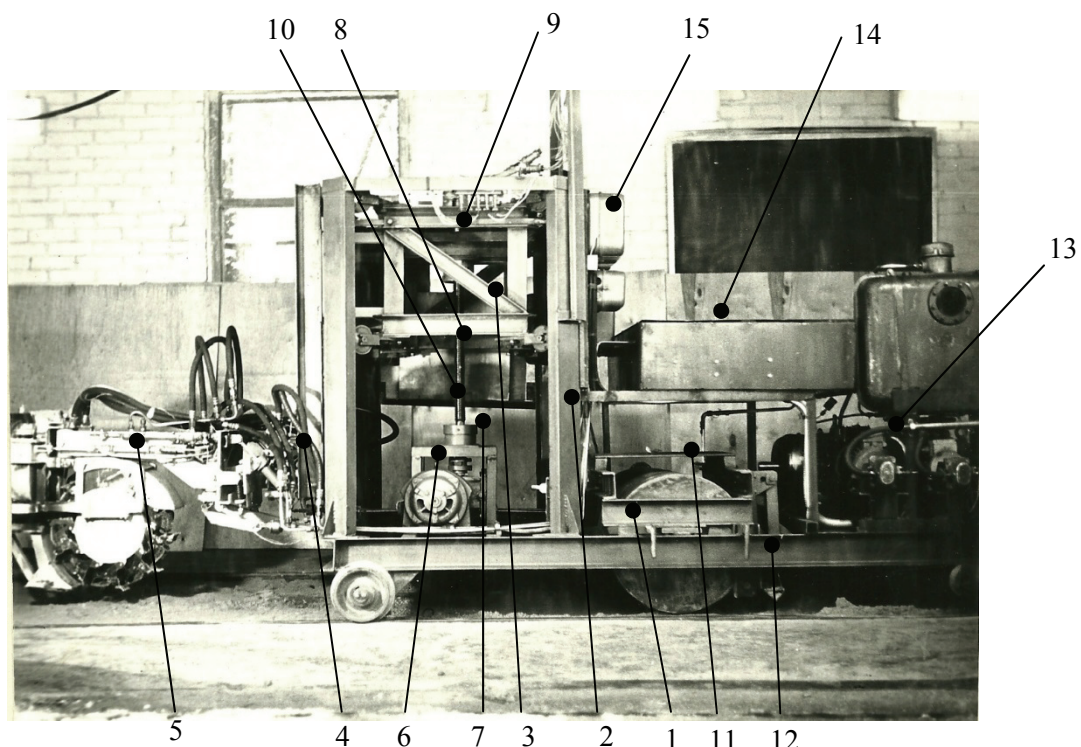


Рисунок 3 – Стенд фізико-математичного моделювання робочих процесів спеціальних землерийних машин безперервної дії: 1 – рама основна; 2 – рама направляюча; 3 – каретка; 4 – тензопідвіска; 5 – робочий орган; 6 – електродвигун; 7 – редуктор; 8 – гвинт ходовий; 9 – опора шарова; 10 – опора шарова нижня; 11 – віброкоток; 12 – профіліровщик; 13 – станція насосна; 14 – гідропанель управління; 15 – панель електропускатів

До складу станда входить самохідний тензометричний візок, який встановлено на рейковому шляху, що виконаний в вигляді просторової конструкції, утвореної з основної рами, направляючої рами, рухомої в вертикальному напрямі каретки, на якій з допомогою спеціальної, створеної нами тензометричної підвіски монтується досліджуваний робочий орган.

На основній рамі станда також змонтовано віброкоток для ущільнення модельного ґрунту, насосна станція, гідропанель управління приводом станда, пульт керування стандом, контрольно-вимірювальні прилади.

Гідросхема станда включає в себе п'ять незалежних між собою безступенево регульованих в широкому діапазоні зміни параметрів гідроприводів, що використовуються для забезпечення подачі робочого органа на забій, реалізації необхідної швидкості різання ґрунту, переміщення проміжної рами та рами ротора в просторі, підйом-опускання робочого органа шляхом повороту його навкруг горизонтальної вісі.

Регульована подача робочої рідини до виконавчих механізмів станда (гідромотори та гідроциліндри) забезпечується насосною станцією, що включає в себе масляний бак два насоси регульованої продуктивності НАР 40/ 200, два насоси НШ-10Е та насос НШ-6. Привід кожного з насосів здійснюється від індивідуального асинхронного електродвигуна.

Регулювання швидкостей на виконавчих механізмах досліджуваного робочого обладнання досягається безступеневою зміною продуктивності насосів НАР 40/200 та налаштуванням індивідуального для кожного приводу регулятора потоку МПГ – 55-22 на потрібну витрату гідравлічної рідини. Включення в роботу регуляторів потоку в заданому режимі здійснюється з допомогою ЕОМ, відповідно сигналів датчиків, що контролюють та визначають показники роботи досліджуваного робочого обладнання землерийних машин.

Управління виконавчими механізмами гідроприводів здійснюється з допомогою гідророзподільників з електромагнітним включенням ГА – 86/12. Принципову гідравлічну схему приводів станда приведено на рис. 4.

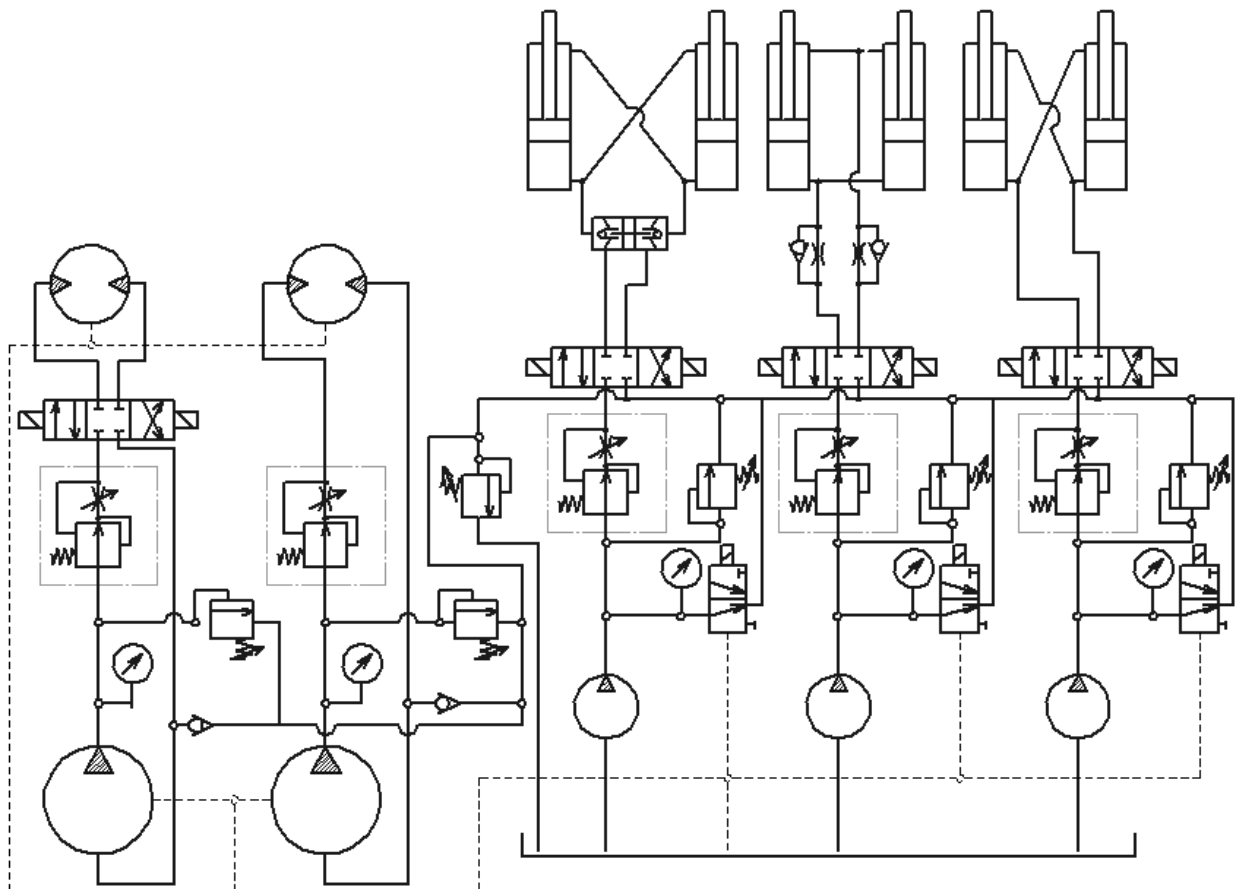


Рисунок 4 – Принципова гідравлічна схема приводів станда

Установка в трансмісію привода переміщення тензометричного візка коробки зміни передач та черв'ячного редуктора дає можливість при проведенні досліджень уникнути частого (попереднього) регулювання вручну продуктивності насоса приводу поздовжнього переміщення візка по ґрунтовому каналу, а також забезпечує можливість здійснювати це регулювання на частотах обертання вала гідромотора близьких до номінальних.

При виконанні експериментальних досліджень досліджувана модель робочого обладнання землерийних машин кріпиться на тензометричному візку стенда з допомогою універсальної тензометричної підвіски.

Висновки.

1. Розроблено та обґрунтовано функціональну схему стенда фізико-математичного моделювання робочих процесів спеціальних землерийних машин безперервної дії.

2. Створено та оснащено необхідним вимірювальним обладнанням стенд фізико-математичного моделювання робочих процесів та землерийних машин в цілому.

3. Обґрунтовано та реалізовано спосіб забезпечення динамічної подібності досліджуваних робочих процесів землерийних машин за рахунок установки на стенд не залежних безступенево регульованих індивідуальних гідроприводів різного функціонального призначення.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в технике / Л.И. Седов. – М. : «Наука», 1977. – 440 с.

2. Алабужев П.М. Теория подобия и размерностей. Моделирование / П.М. Алабужев, В.Б. Геронимус, Л.М. Минкевич, Б.А. Шеховцев – М. : Высшая школа, 1968. – 206 с.

3. Веников В.А. Теория подобия и моделирования / В.А. Веников. – М. : «Машиностроение», 1976. – 479 с.

4. Емцев Б.Т. Техническая гидромеханика / Б.Т. Емцев. – М. : «Машиностроение», 1978. – 463 с.

5. Баловнев В.И. Методы физического моделирования рабочих процессов дорожно-строительных машин / В.И. Баловнев. – М. : «Машиностроение», 1974. – 232 с.

6. Баловнев В.И. Моделирование процессов взаимодействия со средой рабочих органов дорожно-строительных машин / В.И. Баловнев. – М. : «Высшая школа», 1981. – 335 с.

7. Аврунін Г.А. Основи об'ємного гідропривода і гідропневмоавтоматики: Навч. посібник / Г.А. Аврунін, І.Г. Кириченко, І.І. Мороз. – Харків : ХНАДУ, 2009. – 424 с.

8. А.с. № 1320345 СССР, МПК4 E02F5/00, G01M15/00. Стенд для испытания рабочих органов землеройных машин / В.Д. Мусийко, В.Ф. Маслов, А.Б. Коваль, А.В. Быков, В.М. Мьяновский, Ю.М. Варфоломеев. – № 4017737/29-03 ; заявл. 05.02.1986 ; опубл. 30.06.1987, Бюл. № 24. – 4 с.

REFERENCES

1. Sedov L.I. Metody podobiya i razmernosti v tekhnike [Similarity and dimensional methods in engineering]. Moscow, Nauka Publ., 1977. 440 p. (Rus)

2. Alabuzhev P.M., Geronimus L.M., Minkevich L.M., Shekhovtsev B.A. Toriya podobiya i razmernostey. Modelirovanie [Theory of similarity and dimensions. Modeling]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1968. 206 p. (Rus)

3. Venikov V.A. Toriya podobiya i modelirovaniya [Theory of similarity and modeling]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1976. 479 p. (Rus)

4. Emtsev B.T. Tekhnicheskaya gidromekhanika [Technical Hydromechanics]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1978. 463 p. (Rus)

5. Balovnev V.I. Metody fizicheskogo modelirovaniya rabochikh protsesov dorozhno-stroitelnykh mashin [Methods of physical modeling workflows road-building machines]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1974. 232 p. (Rus)

6. Balovnev V.I. Metody fizicheskogo modelirovaniya rabochikh protsesov dorozhno-stroitelnykh mashin [Simulation of interaction processes with the medium of working bodies of road-building machines]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1981. 335 p. (Rus)

7. Avrunin H.A., Kyrychenko I.H., Moroz I.I. Osnovy obiemnoho hidropryvoda I hidropnevmoavtomatyky [Fundamentals volume hydraulic drive and hydraulic pneumatic automation]. Kharkiv, KhNADU Publ., 2009. 424 p. (Ukr)

8. Musiyko V.D., Maslov V.F., Koval A.B., Bykov A.V., Myanovskiy V.M., Varfolomeev U.M. Stend dlya ispytaniy rabochikh organov zemleroynykh mashin [Stand for testing the working bodies of earth-moving machines]. Patent SU no. 4017737/29-03, 1986.

РЕФЕРАТ

Мусійко В.Д. Фізико-математичне моделювання робочих процесів землерийних машин безперервної дії / В.Д. Мусійко // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

В статті розроблено та обґрунтовано функціональну схему та конструктивне рішення стенда фізико-математичного моделювання робочих процесів спеціальних землерийних машин безперервної дії.

Об'єкт досліджень – робочі процеси землерийних машин безперервної дії.

Мета роботи – обґрунтування та створення конструкції стенда фізико-математичного моделювання робочих процесів спеціальних землерийних машин безперервної дії.

Методи дослідження – фізичне моделювання робочих органів та режимів роботи землерийних машин безперервної дії в комплексі з математичним моделюванням процесів взаємодії привідного ходового обладнання землерийних машин з опорною поверхнею ґрунту в тяговому режимі роботи машини. Тензометричні дослідження силового навантаження землерийних машин. Статистична обробка результатів експериментальних досліджень.

В будівельному та дорожньому машинобудуванні моделювання, як метод досліджень, використовується досить широко. Особливо це стосується дослідження процесів де структура і склад рівнянь, що їх описують, виявлені не достатньо чітко.

Однак до сьогоднішнього дня не вирішено цілий ряд питань які не можуть бути розв'язані аналітично та стосуються створення і оптимізації робочих процесів та конструкцій спеціальних землерийних машин, робочі процеси яких мають тільки їм притаманні особливості. Найбільш суттєво стримує вирішення зазначених питань відсутність сучасної експериментальної бази виконання необхідних досліджень.

Фізико-математичне моделювання робочих процесів спеціальних землерийних машин безперервної дії є найбільш перспективним та економічно обґрунтованим методом досліджень, при вирішенні поставлених питань.

Спираючись на багаторічний досвід виконання робіт в галузі землерийного машинобудування було створено для виконання необхідних досліджень спеціальний стенд, що показав високу ефективність при проведенні досліджень.

Було розроблено функціональну схему стенда та забезпечено її конструктивну реалізацію. Розроблено та виготовлено фізичні моделі робочого обладнання землерийних машин, ґрунтового середовища в якому вони будуть працювати та математичну модель базового шасі і процесу взаємодії його рушія з ґрунтовою опорною поверхнею в тяговому режимі роботи машини.

Стенд оснащено необхідним вимірювальним обладнанням наявність якого забезпечує можливість управління досліджуваними процесами з допомогою ПК, що реалізує математичну модель базового шасі в тяговому режимі його експлуатації.

При цьому на стенді реалізовано спосіб забезпечення динамічної подібності досліджуваних робочих процесів землерийних машин за рахунок установки на ньому незалежних між собою безступеневих регульованих індивідуальних гідроприводів різного функціонального призначення.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЗЕМЛЕРИЙНА МАШИНА, МОДЕЛЮВАННЯ, РОБОЧИЙ ПРОЦЕС, ГРУНТ, СТЕНД, ПОДІБНІСТЬ

ABSTRACT

Musiiko V.D. Phisico-mathematical modeling of the work processes for continuous earthmoving machines. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The article describes the design and justification of the functional scheme and structural solution of the test facility for modeling of the work processes for specialized continuous earthmoving machines.

Subject of research – work processes of continuous earthmoving machines.

Objective – justification and creation of the test facility for modeling of the work processes for specialized continuous earthmoving machines.

Research techniques- physical modeling of the working organs and modes of the continuous earthmoving machines together with mathematical modeling of interworking between earthmoving machines

driving equipment and soil bearing surface in traction mode of the machine. Strain-gauge testing of earthmoving machines power load. Statistical processing of the experimental data.

Modeling as a research technic is being widely used in constructive and road machine-building industry. Especially for research of processes where the structure of the equations that describes them is not clear enough.

However, there is a set of unsolved questions which can't be solved analytically and are related to the design and optimization of specialized earthmoving machines with unique properties of working processes. The most significant factor that limits solving of these questions is the absence of modern experimental facilities.

Physico-mathematical modeling of the work processes for continuous earthmoving machines is the most advanced and economically justified research technique for solving these questions.

Basing on many years' experience in the area of machine-building industry, a special test facility for research needs has been created and it has shown a high efficiency.

Functional scheme of the test facility has been designed and its constructional implementation has been ensured. Physical models for the working equipment of earthmoving machines, the soil ground in which they will work and mathematical model of the basic chassis and the process of interwork between it's drive and soil bearing surface in traction mode of the machine have been designed and manufactured.

Test facility has been equipped with necessary measuring equipment which enables the control of studied processes with PC which carries out the mathematical model of basic chassis in traction mode.

At that, the facility implements the method of dynamical similitude assurance for studied working processes of earthmoving machines by means of installing the independent controllable individual hydraulic drives of various purpose.

KEYWORDS: EARTHMOVING MACHINE, MODELING, WORK PROCESS, SOIL, TEST FACILITY, SIMILITUDE

РЕФЕРАТ

Мусийко В.Д. Физико-математическое моделирование рабочих процессов землеройных машин непрерывного действия / В.Д. Мусийко // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье разработаны и обоснованы функциональная схема и конструктивное решение стенда физико-математического моделирования рабочих процессов специальных землеройных машин непрерывного действия.

Объект исследований – рабочие процессы землеройных машин непрерывного действия.

Цель работы – обоснование и создание конструкции стенда физико-математического моделирования рабочих процессов специальных землеройных машин непрерывного действия.

Методы исследования – физическое моделирование рабочих органов и режимов работы землеройных машин непрерывного действия в комплексе с математическим моделированием процессов взаимодействия приводного ходового оборудования землеройных машин с опорной поверхностью грунта в тяговом режиме работы машины. Тензометрические исследования силовой нагрузки землеройных машин. Статистическая обработка результатов экспериментальных исследований.

В строительном и дорожном машиностроении моделирование, как метод исследований, используется достаточно широко. Особенно это касается исследования таких процессов в которых структура и состав описывающих их уравнений не выявлены достаточно четко.

Однако, до сегодняшнего дня не решен целый ряд вопросов, которые не могут быть решены аналитически и касаются создания и оптимизации рабочих процессов и конструкций специальных землеройных машин, рабочие процессы которых имеют только им присущие особенности. Наиболее существенно сдерживает решение указанных вопросов отсутствие современной экспериментальной базы выполнения необходимых исследований.

Физико-математическое моделирование рабочих процессов специальных землеройных машин непрерывного действия является наиболее перспективным и экономически обоснованным методом исследований при решении поставленных вопросов.

Опираясь на многолетний опыт выполнения работ в области землеройного машиностроения был создан специальный стенд, который показал высокую эффективность при проведении исследований.

Была разработана функциональная схема стенда и обеспечена ее конструктивная реализация. Разработаны и изготовлены физические модели рабочего оборудования землеройных машин, грунтовой среды, в которой они будут работать, и математическая модель базового шасси и процесса взаимодействия его движителей с грунтовой опорной поверхностью в тяговом режиме работы машины.

Стенд оснащен необходимым измерительным оборудованием, наличие которого обеспечивает возможность управления исследуемыми процессами с помощью ПК, реализует математическую модель базового шасси в тяговом режиме его эксплуатации.

При этом на стенде реализован способ обеспечения динамической подобия исследуемых рабочих процессов землеройных машин за счет установки на нем независимых между собой бесступенчатых регулируемых индивидуальных гидроприводов различного функционального назначения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЗЕМЛЕРОЙНАЯ МАШИНА, МОДЕЛИРОВАНИЕ, РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС, ГРУНТ, СТЕНД, ПОДОБИЕ

АВТОР:

Мусійко Володимир Данилович, кандидат технічних наук, професор кафедри дорожніх машин Національного транспортного університету, e-mail: musvd@i.ua, тел. +380501040262, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1.

AUTHOR:

Musiiko Volodimir D., Ph.D., Professor department of Road machines National Transport University, e-mail: musvd@i.ua, tel. +380501040262, Ukraine, 01010, m. Kyiv, vul. Suvorova, 1.

АВТОР:

Мусийко Владимир Данилович, кандидат технических наук, профессор кафедры дорожных машин Национального транспортного университета, e-mail: musvd@i.ua, тел. +380501040262, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Іткін О.Ф., доктор технічних наук, генеральний директор ПрАТ "Промислово-виробничий інститут зварювально-ізоляційних технологій при будівництві трубопроводів "Нафтогазбудізоляція", Київ, Україна.

Гутаревич Ю.Ф., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри «Двигуни і теплотехніка», Київ, Україна.

REVIEWER:

Itkin O.F., Engineering (Dr.), professor, General Director "Neftegazstroyizoliatsiya" Industrial Production Institute of welding-insulation technologies to a piping building, Kyiv, Ukraine.

Gutarevich Yu.F., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, head of the department "Engines and heating engineering", Kyiv, Ukraine