

УДК 621.879.4:629.11.02/098::621.22(045)
UDC 621.879.4:629.11.02/098::621.22(045)

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ГІДРОПРИВОДІВ СПЕЦІАЛЬНИХ ЗЕМЛЕРИЙНИХ МАШИН

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

Коваль А.Б., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Салюк В.Л., ПрАТ «НГК Промислові Системи», Ірпінь, Україна

PERFORMANCE EVALUATION OF TECHNICAL SOLUTIONS HYDRAULIC DRIVES OF SPECIALIZED EARTHMOVING MACHINES

Musiiko V.D., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Koval A.B., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Saluk V.L., NHC Industrial Systems Private Corporation, Irpin, Ukraine

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ГИДРОПРИВОДОВ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЗЕМЛЕРОЙНЫХ МАШИН

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

Коваль А.Б., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев,
Украина

Салюк В.Л., ЧАО «НГК Промышленные системы», Ирпень, Украина

Постановка проблеми та її зв'язок з науковими завданнями.

Магістральні трубопроводи різного призначення, як в Україні, так і в інших країнах світу експлуатуються на протязі декількох десятиліть. Тривала експлуатація призвела до значного фізичного зношування лінійної частини трубопроводів. І як наслідок - зниження показників надійності їх експлуатації. Наведене твердження справедливе для трубопровідних систем всіх країн світу, адже всі вони побудовані майже одночасно. Існуюча проблема вирішується двома шляхами. Перший – капітальний ремонт діючих трубопроводів шляхом заміни, більш зношених і пошкоджених корозією ділянок трубопроводів, новими трубами. Цей спосіб передбачає зупинку роботи трубопроводу, звільнення труби від сировини, яка транспортується і великих втрат часу та коштів. Другий – ремонт трубопроводів шляхом відновлення їх поверхонь з суцільною заміною старої ізоляції на сучасну нову. Другий шлях – значно дешевший, так як трубопровід під час ремонту може виконувати свою функцію. Цей спосіб слід вважати визначальним при вирішенні питання підвищення надійності функціонування трубопровідної системи країни та запобігав розвитку корозії.

Для вирішення вказаної задачі спільними зусиллями «Придніпровських магістральних нафтопроводів» ВАТ «Укртранснафта», Науково-дослідного та технічного центру «Ротор», Національного транспортного університету та ДП «Завод ім. В.О. Малишева» було створено комплекс спеціальних землерийних машин, для швидкісного безпідйомного капітального ремонту магістральних трубопроводів. Використання машин комплексу дозволило в 5-7 разів підвищити темпи виконання земляних робіт на трубопроводах, на порядок – безпеку виконання та якість ремонтних робіт. Комплекс машин було створено відповідно Державній програмі «Енергетична стратегія розвитку України на період до 2030 року».

Машини комплексу позитивно зарекомендували себе при виконанні ремонтних робіт на трубопроводах в Україні та Російській Федерації, згідно вимог діючих ДСТУ [1] пройшли необхідні кваліфікаційні випробування. Результати цих випробувань підтвердили відповідність машин діючим Технічним умовам на їх виготовлення. Кваліфікаційні випробування були заключним етапом підготовки виробництва модернізованих землерийних машин МПРГ-1М, МВТ-М та МП-М комплексу та переходу виробника – ДП «Завод ім. В.А. Малишева» – на випуск серійної продукції. Складовою частиною вказаних кваліфікаційних випробувань були тензометричні випробування приводів робочого обладнання машин.

Аналіз результатів останніх досліджень і публікацій.

Землерийні машини комплексу для швидкісного капітального ремонту магістральних трубопроводів створено вперше, вони не мають світових аналогів. Це підтверджено десятками патентів в різних країнах світу. Питання створення машин, відпрацювання їх раціональних конструктивних рішень на етапі проектування, визначення основних параметрів, оптимальних режимів роботи – присвячено значну кількість публікацій [2-5]. Варто відзначити висвітлення в технічній літературі питання технології виконання ремонтних робіт з використанням створеної техніки [6, 7]. Однак, до цього часу відсутні публікації по дослідженню та експериментальному підтвердженню в умовах реальної експлуатації ефективності та об'єктивності прийнятих при створенні машин технічних рішень, їх відповідності Технічним умовам та показникам технічного призначення машин комплексу.

Мета та завдання дослідження.

Метою досліджень є експериментальне визначення відповідності технічних і експлуатаційних характеристик приводів механізмів, що застосовувались на машинах вперше, вимогам Технічних умов на виготовлення машин. Для досягнення вказаної мети необхідно:

-визначити величину крутного моменту та частоту обертання вала відбору потужності (ВВП) шасі для приводу навісного обладнання машини в холостому режимі роботи та в режимі розробки ґрунту;

-визначити активні та реактивні тиски, що виникають в гідроциліндрах управління робочим обладнанням машини в режимі копання ґрунту з максимальною продуктивністю роботи;

-порівняти отримані експериментальним шляхом характеристики приводів машини з заявленими в Технічних умовах та паспорті машини.

Основна частина

При виконанні експериментальних досліджень використовувався створений з участю авторів програмно-апаратний комплекс. Він призначений для зняття та попереднього опрацювання інформації, що надходить від спеціальних тензометричних датчиків, встановлених на машині. В конструкціях датчиків застосовані тензорезистори виробництва ТОВ «Веда» (м. Київ). Датчики фіксують тиск в гідросистемі машини, крутний момент та частоту обертання вала відбору потужності, напруження в певних елементах металоконструкції робочого обладнання, кути повороту в просторі ланок робочого обладнання, температуру рідини в гідросистемі приводу. Особливістю цих вимірювальних пристроїв є їх здатність перетворювати характеристики вимірюваних параметрів в аналогові сигнали, які потім відцифровувались та фіксувались на комп'ютері.

Дослідження ефективності технічних рішень та силових характеристик гідромеханічних приводів робочого обладнання землерийних машин комплексу виконано на прикладі приводів машин пошарової розробки ґрунту (рекультивациі) МПРГ-1М та відкриття трубопроводів – МВТ-М для котрих вони ідентичні. Об'ємні гідроприводи з регульованою подачею рідини від насоса включають в себе наступні гідроагрегати:

-два насоси А4VG125 з регульованим робочим об'ємом;

-гідромотори А6VM500EP2 з регульованим робочим об'ємом;

-гідророзподільник.

Напірні лінії насосів з'єднані з гідромотором приводу через розподільник. У лінію високого тиску гідросистеми включений гідроаккумулятор для знаття пульсуючих тисків, які виникають під час ввімкнення приводу навісного обладнання.

Насоси приводяться в роботу від силової установки машини через редуктор. Передаточне число редуктора $i_{рнн} = 0,704$. Вхідний вал редуктора за допомогою еластичної муфти з'єднано з маховиком дизеля. Дизельний двигун, фірми «Deutz», модель – «EURO II BF8 M1015C», має номінальну частоту обертання колінчастого вала 1900 хв^{-1} .

Крутний момент, який створює гідромотор, передається за допомогою карданних валів, коробки роздавальної, редуктора роздавального до валів приводу ланцюгового робочого органа машини та ґрунтомету. В приводі встановлені муфта запобіжна із зрізним пристроєм та коробка роздавальної, що кріпиться на передній панелі корпусу ґрунтомету. Її призначення – передати крутний момент від карданного вала редуктору роздавальному і ротору ґрунтомету. Схему гідромеханічної трансмісії приводу робочого обладнання машини МВТ-1М приведено на рисунку 1.

Силове навантаження гідроприводу визначалось за допомогою датчиків тиску встановлених в напірній та зливній магістралях гідромотора А6VM500EP2 приводу ВВП.

В процесі виконання експериментальних досліджень встановлено, що зміна тисків у магістралях гідроприводу під час пуску та зупинки робочого обладнання в холостому та в робочому режимах роботи машини має характерні особливості, які видно з осцилограм на рисунках 2, 3.

Результати досліджень силового навантаження машини свідчать про те, що:

- пуск приводу робочого органа відбувається в два етапи. Перший – зрушування з місця ґрунтомету і ланцюгового робочого органа. Другий – їх розгін. У першому випадку сплески тиску в гідросистемі приводу не перевищували 14,7 МПа; максимальний крутний момент, приведений до вала ВВП, складав $M_{кр} \approx 1043$ Нм. При розгоні перепад тиску в гідромоторі становив $\Delta P = 5,0-10,0$ МПа, крутний момент $M_{кр} = 262-537$ Нм, потужність 30-96,7 кВт;

- в режимі сталого холостого ходу перепад тиску в магістралях приводу робочого органа досягав величини $\Delta P = 4,7-5,9$ МПа. Крутний момент змінювався від 190 до 258 Нм, потужність від 31 до 36,5 кВт;

- у робочому режимі перепад тисків у магістралях гідромотора складав $\Delta P_{max} = 15,2-21,6$ МПа і $\Delta P_{сер} = 10,6-16,5$ МПа, максимальний крутний момент, приведений до вала ВВП, $M_{крmax} = 906-1252$ Нм ($M_{крсер} = 632-984$ Нм), а потужність $N_{сер} = 111,6-157,1$ кВт.

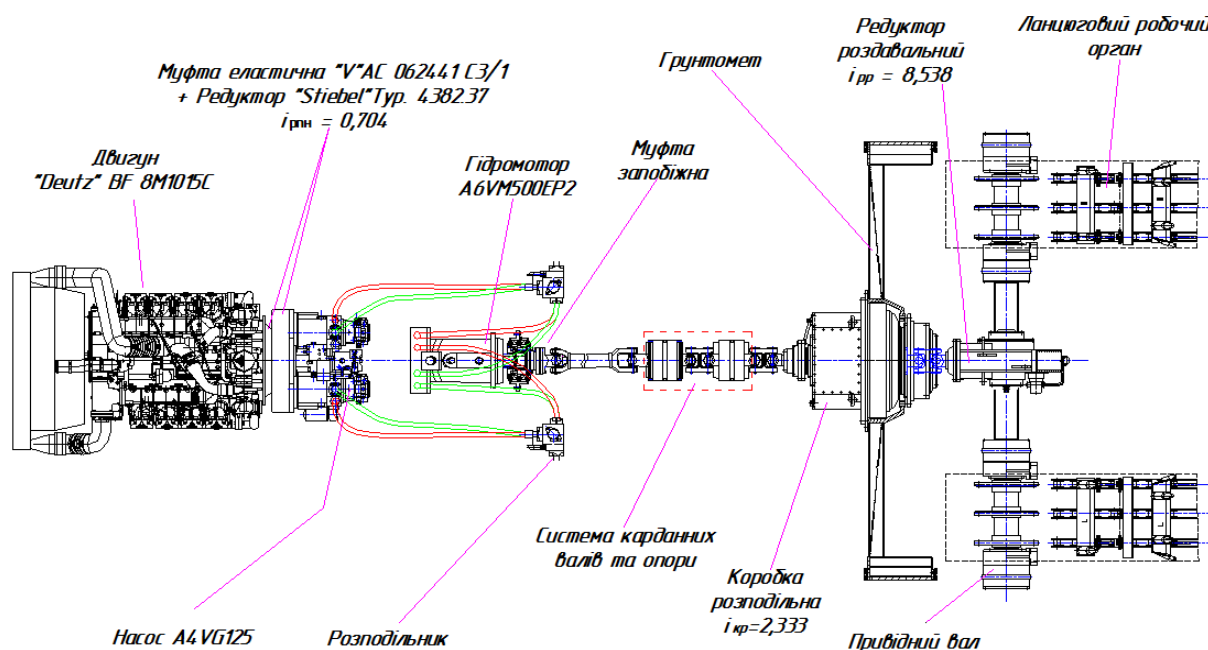
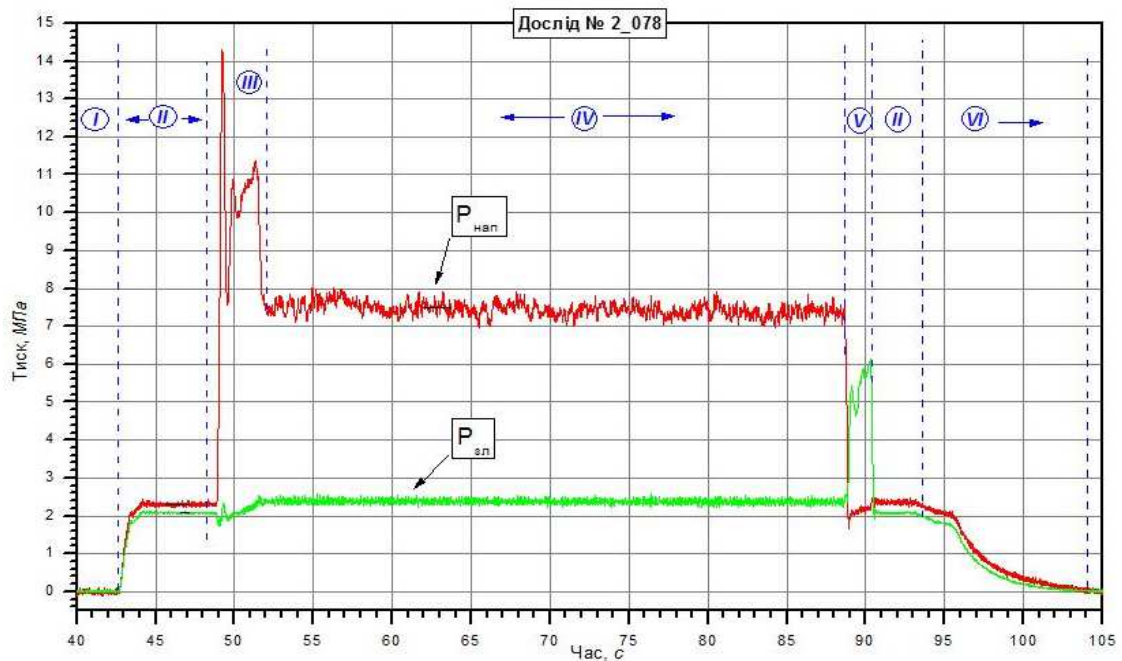


Рисунок 1 – Схема гідромеханічного приводу робочого органа



Характерні ділянки: I – машина не працює; II – двигун машини працює, працюють підживлювальні насоси; III – режим пуску гідроприводу; IV – робота гідроприводу в холостому режимі; V – зупинка гідроприводу; VI – зупинка двигуна машини

Рисунок 2 – Типова осцилограма роботи гідроприводу ВВП у холостому режимі

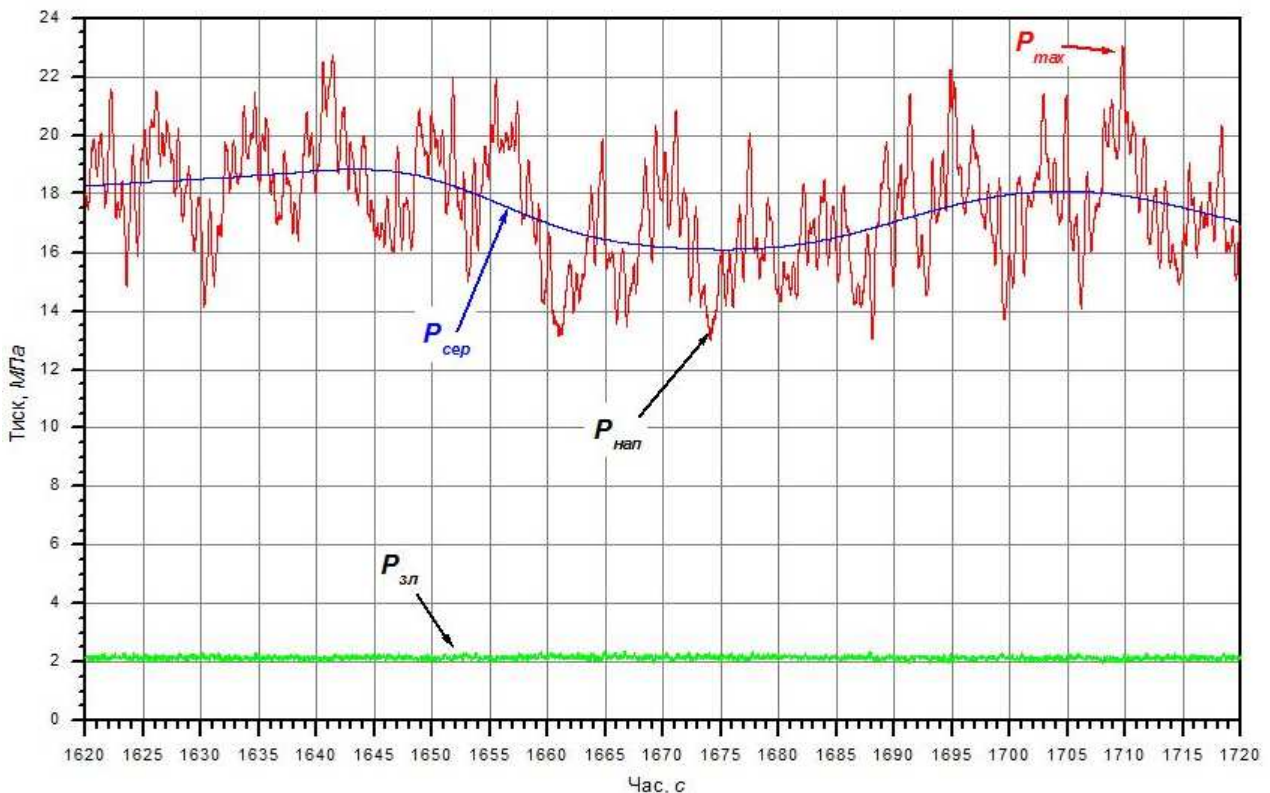


Рисунок 3 – Типова осцилограма роботи гідроприводу ВВП у робочому режимі

При роботі машин, не залежно від того це МПРГ-1М чи МВТ-М, важливо забезпечити необхідну частоту обертання вала ВВП тому, що вона є визначальною для забезпечення необхідних швидкостей різання ґрунту ланцюговим робочим органом та швидкості обертання ґрунтомету, яка визначає дальність складування розробленого ґрунту.

Частоту обертання вала ВВП визначали, використовуючи графіки зміни крутного моменту, побудовані в результаті опрацювання осцилограм.

Згідно з теорією роботи ланцюгових робочих органів зміна крутного моменту має чітку частотну закономірність [8]. Ця закономірність обумовлена кінематичними особливостями роботи ланцюгової передачі. У момент зачеплення зубом зірочки наступного шарніра ланцюга миттєво змінюється плече прикладання сили опору F відносно осі привідного вала. Отже для подолання сили опору ($F = \text{const}$) необхідно на привідному валу реалізовувати різний за величиною крутний момент. Визначене співвідношення моментів на валу привідних зірочок ланцюгового робочого органа дорівнює 1,263. Це співвідношення вказує на природу утворення сплесків крутного моменту та їх амплітуду.

Гідромотор приводу ВВП за своєю конструкцією є аксіально-поршневим мотором з регульованим об'ємом робочої порожнини. Регулювання робочого об'єму – електричне. Це дає змогу безступінчасто регулювати робочий об'єм мотора пропорційно силі струму сигналу керування.

З метою визначення фактичного робочого об'єму гідромотора при якому забезпечується реалізація необхідних швидкостей робочого органа та ґрунтомета виконано необхідне дослідження. Для цього при максимальних обертах дизеля вмикали привід ВВП з максимальною подачею насосів. Фіксували оберти дизеля за допомогою датчиків системи діагностики управляючого контролера машини та тиск у напірній та зливній магістралях гідромотора за допомогою датчиків тиску. Результати дослідів зведені до таблиці 1.

Для подальших розрахунків прийнято середнє значення робочого об'єму гідромотора – 416 см^3 .

Коли в робочому режимі до каналу управління підводилась гідравлічна рідина під тиском $P = 2,2 \dots 2,4 \text{ МПа}$, розрахункового струму керування роботою гідромотора $I_k = 550 \text{ мА}$ виявилось замало. Під час виконання випробувань довелося збільшити струм I_k до максимуму $I_k = 770-800 \text{ мА}$. При цьому частота обертання вала гідромотора змінювалась у залежності від перепаду тисків ΔP в його напірній та зливній магістралях. При збільшенні ΔP частота обертання вала гідромотора зменшувалась у зв'язку з недостатністю тиску керування в каналі управління.

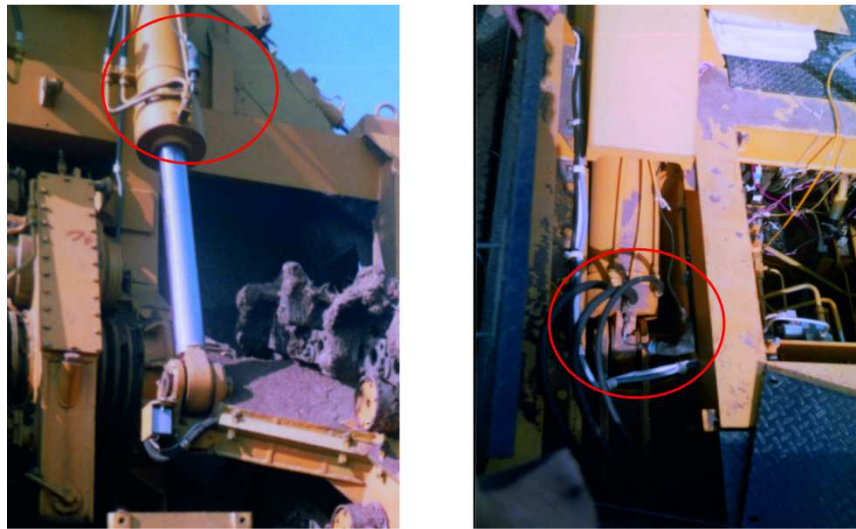
Таблиця 1 – Визначення робочого об'єму гідромотора.

Частота обертання колінчастого вала двигуна, $n_{дв}, \text{ хв}^{-1}$	Кількість проміжків між сплесками тиску, X_i	Проміжок часу, $\Delta T, \text{ с}$	Частота обертання вала гідромотора $N_{гм}, \text{ хв}^{-1}$	Перепад тисків, $\Delta P, \text{ МПа}$	Робочий об'єм гідромотора $V_g, \text{ см}^3$
1900 ± 50	37	3,03	1620	4,9	408
	31	2,64	1560	5,1	424

Залежність між I_k , ΔP та тиском P у каналі управління гідромотором встановити важко. Тому для практичного використання гідромотора було прийнято рішення обмежити його робочий об'єм механічним упором. Конструктивно механічний упор є в складі гідромотора і виходить зовні його корпусу у вигляді стержня. Для зниження робочого об'єму гідромотора (максимальний об'єм $V_g = 500 \text{ см}^3$), необхідно вкрутити стержень у корпус гідромотора, після ослаблення контргайки. Після вкручування механічного упору (зменшення його робочої висоти на 36 мм) вал ВВП гідромотора обертася зі швидкістю 1600 хв^{-1} під навантаженням, що відповідає робочому об'єму гідромотора $V_g \approx 400-410 \text{ см}^3$. Така частота обертання ВВП задовольняє вимоги, що до укладки ґрунту в бруствер ґрунтометом на задній від краю траншеї відстані та розвантаження транспортуючих балок робочого органа при роботі в ґрунтах нормальної вологості. При механічному обмеженні робочого об'єму гідромотора струм керування не подавався, тобто $I_k = 0$.

Експериментальні дослідження приводу в режимі сталого холостого ходу виконувались як з обертанням робочого органа в робочому напрямку, так і в реверсному режимі та в режимі зупинки. При зупинці приводу, в зливній магістралі виникає різке зростання тиску, а в напірній його падіння. Це зумовлено тим, що ґрунтомет, який має великий момент інерції, продовжує обертатись, а разом з ним і вал гідромотора, а значить гідромотор починає працювати в режимі насоса. Результати досліджень свідчать, що при цьому сплески тиску в зливній магістралі приводу не перевищують 14 МПа , а тиск в напірній магістралі знижується до $1-1,5 \text{ МПа}$. Це менше рівня, який створюють підживлювальні насоси. У випадку повторного вмикання приводу, коли ґрунтомет ще обертається, відбувається падіння тиску як у напірній, так і в зливній магістралях – до $0,25 \text{ МПа}$ в зливній магістралі та до $0,5 \text{ МПа}$ в напірній.

Оцінку навантаженості робочого органа в цілому та ланцюгового ґрунторозробного обладнання зокрема виконано шляхом замірів активних та реактивних тисків, що виникають в відповідних гідроциліндрах в процесі копання ґрунту з максимальною продуктивністю роботи машини в режимі віяльно-поступальної подачі робочого органа на забій. Установку датчиків тиску в гідролініях гідроциліндрів показано на рисунку 4.

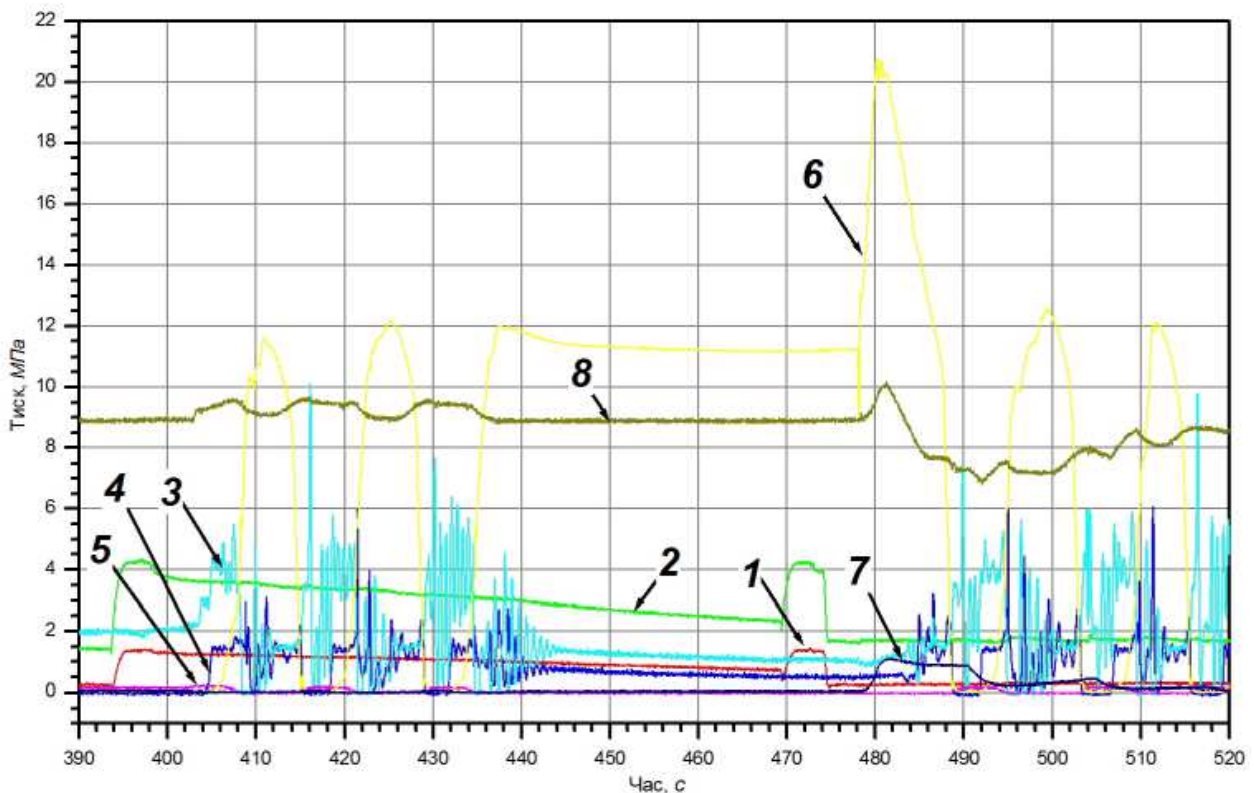


а – D0910 – Штокова порожнина гідроциліндра підйому-опускання ланцюгового робочого органа;
 б – D099 – Поршнева порожнина гідроциліндра підйому-опускання навісного обладнання.

Рисунок 4 – Установка датчиків тиску

Вимірювались реактивні тиски в поршневих та штокових порожнинах гідроциліндрів підйому-опускання ланцюгового ґрунторозробного обладнання, поперечного перекошу робочого обладнання та підйому-опускання навісного обладнання машини в цілому. Окремо, в ході експериментальних випробувань, замірювались активні тиски в лівому та правому гідроциліндрах бокового переміщення ґрунторозробного обладнання машини в забі.

Типову осцилограму зміни тисків в гідроциліндрах приведено на рисунку 5.



- 1, 2 – поршнева і штокова порожнини гідроциліндрів підйому-опускання ґрунторозробного обладнання;
- 3, 4 – поршнева і штокова порожнини гідроциліндра бокового переміщення навісного обладнання;
- 5, 6 – поршнева і штокова порожнини гідроциліндра перекоосу робочого органа;
- 7, 8 – поршнева і штокова порожнини гідроциліндрів підйому-опускання навісного обладнання.

Рисунок 5 – Типова осцилограма зміни тисків у гідроциліндрах навісного обладнання машини МПРГ-1М у робочому режимі

Експериментально встановлено, що максимальні значення реактивних тисків в гідроциліндрах управління робочим процесом машини МПРГ-1М в режимі максимальної продуктивності її роботи становлять:

- в гідроциліндрах підйому-опускання навісного обладнання машини 4,5 МПа;
- в гідроциліндрах ґрунторозробного обладнання 10 МПа;
- в гідроциліндрах поперечного перекоосу - 21 МПа.

Активний тиск в гідроциліндрах бокового переміщення навісного обладнання досягає 10 МПа.

Висновки:

1. Максимальна величина крутного моменту на валу приводу навісного обладнання землерийних машин в режимі максимальної їх продуктивності по розробці ґрунту досягає 906-1252 Нм, що становить 70-85% величини крутного моменту на приводі ВВП машини, котрий може бути реалізований гідроприводом.

2. В режимі копання ґрунту землерийними машинами реактивний та активний тиски в гідроциліндрах управління не перевищували допустимих критичних значень. Коефіцієнт запасу зусиль в гідроциліндрах становить 1,2-1,5.

3. Результати виконаних експериментальних досліджень свідчать про правильний вибір принципової гідравлічної схеми та гідраагрегатів приводів землерийних машин, а також про відповідність характеристик приводів вимогам Технічних умов на виготовлення машин.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Державний стандарт України ДСТУ 3974-2000. Система розроблення та поставлення продукції на виробництво. Правила виконання дослідно-конструкторських робіт. Загальні положення ; надано чинності 2000-07-01. – К. : Держстандарт України, 2001. – 53 с.

2. Мусійко, В.Д. Дослідження та синтез механізму синхронізації ґрунтоущільнюючого обладнання / В.Д. Мусійко, М.П. Кузьмінець // Системні методи керування, технологія та організація виробництва, ремонту і експлуатації автомобілів. – Київ, 2000. – Вип. 10. – С. 73-77.

3. Білякович, М.О. Дослідження якості ущільнення ґрунтового ложа магістральних трубопроводів та вибір параметрів ґрунтоущільнюючого механізму / М.О. Білякович, В.Д. Мусійко, В. Л. Салюк, М.П. Кузьмінець // *Metody Obliczeniowe i Badawcze w Rozwoju Pojazdow Samochodowych i Maszyn Roboczych Samojednych.* – Rzeszow: Politechnika Rzeszowska – SAKON' 01, 2001. — S. 35-40.

4. Мусійко, В.Д. Наукові основи створення технології та техніки для капітального ремонту магістральних трубопроводів / В.Д. Мусійко, М.П. Кузьмінець // Вісник Національного транспортного університету. – К., 2007. – № 15. – С. 59-63.

5. Мусійко, В.Д. Проблеми створення технології та техніки для виконання земляних робіт під час капітального ремонту промислових трубопровідних магістралей / В.Д. Мусійко, М.П. Кузьмінець // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. Всеукраїнський збірник наукових праць КНУБА. – К., 2007. – №70, – С. 56-64.

6. Кузьмінець М.П. Гранично допустимі навантаження на трубопровід та ґрунтове середовище під час капітального ремонту нафто-газових магістралей / М.П. Кузьмінець // Вісник Національного транспортного університету. К., 2007. – № 14. – С. 198-201.

7. Пат. 94374 Україна, МПК(2006.01) E02F 5/10, E02F 5/14, E02F 9/20, E02F 9/26, B60W 30/16, F16L 1/028. Технологія виконання земляних робіт при капітальному ремонті лінійної частини магістральних трубопроводів і комплекс технічного обладнання для її здійснення / М.Ф. Дмитриченко, В.Д. Мусійко, М.О. Білякович, М.П. Кузьмінець, В.Х., Баланин, В.І. Савенок В.І. (Україна) ; заявник та патентовласник Національний транспортний університет. – № а201010431 ; заявл. 27.08.2010 ; опубл. 26.04.2011, Бюл. № 8/2011.

8. Альшиц, Я.И. Горные машины / Альшиц Я.И., Верклов Б. А., Воровицкий А.Н. и др. – М. : Госгортехиздат, 1961. – 492 с.

REFERENCES

1. DSTU 3974-2000. *Systema rozroblennia ta postavlennia produktsii na vyrobnytstvo. Pravyla vykonannia doslidno-konstruktorskykh robot. Zagalni polozhennia*. [State Standart. System of product development and launching into manufacture. Procedures of experimental and design works. Basic principles] Kyiv, Derzhstandart Ukrainy Publ., 2001. 53 p.

2. Musiiko V.D., Kuzminets M.P. *Doslidzhennia ta syntezy mekhanizmu synkhronizatsii gruntouschilniuiuchoho obladdannia* [Research and synthesis of synchronization mechanism of equipment tamp]. *Systemni metody keruvannia, tekhnolohiia ta orhanizatsiia vyrobnytstva, remontu i eksklyatatsii avtomobiliv*. [System management techniques, technology and organization of production, repair and maintenance of vehicles], 2000, issue 10, pp. 73-77.

3. Biliakovych M.O., Musiiko V.D., Saluk V.L., Kuzminets M.P. *Doslidzhennia yakosti uschilnennia gruntovoho lozha mahistralnykh truboprovodiv ta vybir parametriv gruntouschilniuiuchoho mekhanizmu* [Research as soil compaction bed pipelines and choice of parameters of equipment tamp]. *Metody Obliczeniowe i Badawcze w Rozwoju Pojazdow Samochodowych i Maszyn Robocznych Samojezdnych*. 2001, issue 01, pp. 35-40.

4. Musiiko V.D., Kuzminets M.P. *Naukovi osnovy stvorennia tekhnologii ta teknyky dlia kapitalnogo remontu mahistralnykh truboprovodiv* [The scientific basis for the creation of technology and equipment for overhaul of pipelines]. *Visnyk Natsionalnogo transportnogo universytetu* [Bulletin National Transport University], 2007, issue 15, pp. 59-63.

5. Musiiko V.D., Kuzminets M.P. *Problemy stvorennia tekhnologii ta teknyky dlia vykonannia zemlianykh robot pid chas kapitalnogo remontu promyslovykh truboprovodnykh mahistranei* [Problems of technology and equipment for excavation works during the overhaul of industrial pipeline routes]. *Hirnychi, bydivelni, dorozhni ta melioratyvni mashyny. Vseukrainskyi zbirnyk naukovykh prats* [Mining, constructional, road and melioration machines. Allukrainian collection of scientific works], 2007, issue 70, pp. 56-64.

6. Kuzminets M.P. *Hranychno dopustymi navantazhennia na truboprovod ta gruntove seredovyshe pid chas kapitalnogo remontu nafto-hazovykh mahistranei* [Maximum allowable load on the pipe and soil environment during overhaul oil and gas pipelines]. *Visnyk Natsionalnogo transportnogo universytetu* [Bulletin National Transport University], 2007, issue 14, pp. 198-201.

7. Dmytrychenko M.F., Musiiko V.D., Biliakovych M.O., Kuzminets M.P., Balanin V.I., Savenok V.I. *Tekhnologia vykonannia zemlianykh robot pry kapetalnomu remontu liniinoi chastyny mahistralnykh truboprovodiv i kompleks tekhnichnoho obladdannia dlia ii zdiisnennia* [Technology for implementation of earth-moving works at capital repair of linear portion of main pipelines and complex of technological equipment for its realization]. Patent UA no. a201010431, 2011.

8. Alshyts Ya.I., Verklv B.A., Vorovitskiy A.N. *Gornye mashyny* [Mining machinery]. Moscow, Gosgortekhzdat Publ., 1961, 492 p.

РЕФЕРАТ

Мусійко В.Д. Оцінка ефективності технічних рішень гідроприводів спеціальних землерийних машин / В.Д. Мусійко, А.Б. Коваль, В.Л. Салюк // Управління проектами, системний аналіз і логістика. Науковий журнал: в 2 ч. Ч. 1: Серія: „Технічні науки” – К. : НТУ, 2014. – Вип. 14.

В статті наведено результати оцінювання технічних рішень гідроприводів спеціальних землерийних машин комплексу машин для швидкісного безпідйомного капітального ремонту магістральних трубопроводів.

Об’єкт досліджень – гідроприводи модернізованих землерийних машин МПРГ-1М та МВТ-М.

Мета роботи – визначення досконалості принципової гідравлічної схеми та правильності вибору гідроагрегатів приводів, що застосовувались на машинах вперше, а також відповідності характеристик приводів вимогам Технічних умов на виготовлення машин.

Методи дослідження – експериментальні дослідження стану та параметрів гідроприводів землерийних машин під час проведення їх кваліфікаційних випробувань з використанням засобів тензометричних вимірювань.

Значна частина магістральних трубопроводів різного призначення в Україні експлуатуються більше тридцяти років. Це привело до зношування їх лінійної частини, зниження показників надійності в експлуатації. Перспективним шляхом вирішення існуючої проблеми є відновлення поверхонь трубопроводів суцільною заміною ізоляційного покриття труби з використанням технології швидкісного безпідйомного капітального ремонту магістральних трубопроводів. Суть

технології полягає в послідовному виконанні робіт: по знаттю родючого ґрунту в полосі відводу під ремонт трубопроводу, відкритті ділянки трубопроводу, що підлягає ремонту зверху та по боках, видаленні ґрунту з-під трубопроводу, очистки та відновлення металеві поверхні трубопроводу, що ремонтується, нанесення нової ізоляції на поверхню відремонтованої труби, послідууючої засипки трубопроводу ґрунтом, ущільнення ґрунту під трубою та виконання робіт по відновленню (рекультивациі) поверхневого родючого шару ґрунту. Для реалізації такої технології було створено комплекс спеціальних землерийних машин.

Дослідження ефективності технічних рішень та силових характеристик гідромеханічних приводів робочого обладнання землерийних машин комплексу виконано на прикладі оцінки силового навантаження приводів машин пошарової розробки ґрунту (рекультивациі) МПРГ-1М та відкриття трубопроводів МВТ-М методом тензометрування.

Оцінку навантаженості робочого органа виконано шляхом замірів активних та реактивних тисків, що виникають в відповідних гідроциліндрах в процесі копання ґрунту з максимальною продуктивністю роботи машини в режимі віяльно-поступальної подачі ґрунторозробного обладнання на забій.

Результати виконаних експериментальних досліджень свідчать про правильний вибір принципової гідравлічної схеми та гідроагрегатів приводів землерийних машин, а також про відповідність характеристик приводів вимогам Технічних умов на їх виготовлення.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЗЕМЛЕРИЙНА МАШИНА, ҐРУНТ, ГІДРОПРИВІД, ГІДРОЦИЛІНДР, ТИСК, КРУТНИЙ МОМЕНТ

ABSTRACT

Musiiko V.D., Koval A.B., Saliuk V.L. Performance evaluation of technical solutions hydraulic drives of specialized earthmoving machines. Managment of projects, system analysis and logistics. Science journal: In Part 2. Part 1: Series: "Technical sciences" - Kyiv: NTU, 2014. - Vol. 14.

The article describes evaluation results of technical solutions for hydraulic drives of specialized earthmoving machines which belong to the machine suite for rapid trunk pipeline overhaul without hoisting.

Subject of research - hydraulic drives of the upgraded earthmoving machines MPRG-1M and MVT-M.

Objective – to determine the degree of sophistication of the principle hydraulic scheme and the correctness of selection of hydraulic units which were used on the machines for the first time; to check the compliance of the drives characteristics with requirements of technical specifications for machines manufacturing.

Research techniques – experimental study of the condition and parameters of earthmoving machines hydraulic drives during qualification tests using strain-gauge measurements.

Considerable part of trunk pipelines of various purpose in Ukraine have been used since over 30 years ago which have lead to deterioration of their line pipes, decrease of the reliability rate. A promising way to solve the existing problem is to renovate the pipelines surface by complete replacement of the insulation coating using the technology of trunk pipelines rapid overhaul without hoisting. The essence of the technology lay in sequential execution of operations: topsoil removing from the area of the pipeline reparation; opening of the pipeline section which needs repair from the top and sides; removing the soil from under the pipeline; cleaning and renovating of the pipelines metal surface; new isolation extrusion on the surface of the renovated pipe; backfilling with the soil; soil compaction under the pipe and the topsoil recultivation. The suit of specialized earthmoving machines has been created to implement this technology.

Study of the effectiveness of the technical solutions and power characteristics of the earthmoving machine working equipments hydromechanical drives has been performed based on the drive power load evaluation of the machine for layer-by-layer soil excavation (recultivation) MPRG-1M and for pipeline opening MVT-M using the method of strain-gauging.

The evaluation of the working organs load has been performed by means of measuring the active and reactive pressure in corresponding hydraulic cylinders in process of the soil excavation with maximal productivity of the machine in the mode of radial-translational approach of the working organ.

Results of the performed experimental research shows the correctness of the selection of the principle hydraulic scheme and hydraulic units of earthmoving machine drives and compliance with requirements of technical specifications for machines manufacturing.

KEYWORDS: EARTHMIVING MACHINE, SOIL, HYDRAULIC DRIVE, HYDRAULIC CYLINDER, PRESSURE, TORQUE.

РЕФЕРАТ

Мусийко В.Д. Оценка эффективности технических решений гидроприводов специальных землеройных машин / В.Д. Мусийко, А.Б. Коваль, Салюк В.Л. // Управление проектами, системный анализ и логистика. Научный журнал: в 2 ч. Ч. 1: Серия: „Технические науки” – К. : НТУ, 2014. – Вип. 14.

В статье приведены результаты оценивания технических решений гидроприводов специальных землеройных машин комплексу машин для скоростного безподъемного капитального ремонта магистральных трубопроводов.

Объект исследования – гидроприводы модернизированных землеройных машин МПРГ-1М и МВТ-М.

Цель работы – определение совершенства принципиальной гидравлической схемы и правильности выбора гидроагрегатов приводов, которые использовались на машинах впервые, а также соответствия характеристик приводов требованиям Технических условий на изготовление машин.

Методы исследования – экспериментальные исследования состояния и параметров гидроприводов землеройных машин при проведении их квалификационных испытаний с использованием средств тензометрических измерений.

Значительная часть магистральных трубопроводов разного назначения в Украине эксплуатируются больше тридцати лет. Это привело к изнашиванию их линейной части, снижению показателей надежности в эксплуатации. Перспективным путем решения существующей проблемы является восстановление поверхностей трубопроводов сплошной заменой изоляционного покрытия трубы с использованием технологии скоростного безподъемного капитального ремонта магистральных трубопроводов. Суть технологии состоит в последовательном выполнении работ по: снятию плодородного грунта в полосе отвода под ремонт трубопровода, раскрытию участка трубопровода подлежащего ремонту сверху и по бокам, удалению грунта из-под трубопровода, очистки и восстановления металлической поверхности трубопровода, нанесения новой изоляции на поверхность отремонтированной трубы, последующей засыпки трубопровода грунтом, уплотнения грунта под трубой и выполнения работ по восстановлению (рекультивации) поверхностного плодородного слоя грунта. Для реализации такой технологии был создан комплекс специальных землеройных машин.

Исследования эффективности технических решений и силовых характеристик гидромеханических приводов рабочего оборудования землеройных машин комплекса выполнены на примере оценки силового нагружения приводов машин послеройной разработки грунта (рекультивации) МПРГ-1М и вскрытия трубопроводов МВТ-М методом тензометрирования.

Оценка нагруженности рабочего органа выполнена путем замеров активных и реактивных давлений, возникающих в соответствующих гидроцилиндрах в процессе копания грунта с максимальной производительностью работы машины в режиме веерно-поступальной подачи грунторазрабатывающего оборудования на забой.

Результаты выполненных экспериментальных исследований свидетельствуют о правильном выборе принципиальной гидравлической схемы и гидроагрегатов приводов землеройных машин, а также о соответствии характеристик приводов требованиям Технических условий на их производство.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЗЕМЛЕРОЙНАЯ МАШИНА, ГРУНТ, ГИДРОПРИВОД, ГИДРОЦИЛИНДР, ДАВЛЕНИЕ, КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ

АВТОРИ:

Мусийко 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.

Коваль Андрій Борисович, кандидат технічних наук, доцент кафедри дорожніх машин Національного транспортного університету, e-mail: kandr@i.ua, тел. +380500240894, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1.

Салюк Віталій Леонідович, начальник відділу збуту ПрАТ «НГК Промислові Системи», e-mail: svl@nhc.com.ua, тел. +380503862963 Україна, 08203, м. Ірпінь, Київська обл., вул. Дзержинського 1-і.

AUTHOR:

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

Koval Andrii B., Ph.D., Associate Professor department of Road machines National Transport University, Ukraina, 01010, m. Kyiv, vul. Suvorova, 1.

Saliuk Vitalii L., Head of Sales Department NHC Industrial Systems Private Corporation, Ukraina, 08203, m. Irpin, Kyiv reg., vul. Dzerzhynskoho, 1-i.

АВТОРЫ:

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.

Коваль Андрей Борисович, кандидат технических наук, доцент кафедры дорожных машин Национального транспортного университета, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1.

Салюк Виталий Леонидович, начальник отдела сбыта ЧАО «НГК Промышленные системы» Украина, 08203, г. Ирпень, Киевская обл., ул. Дзержинського 1-і.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

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

Матейчик В.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри екології та безпеки життєдіяльності, 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.

Mateichyk V.P., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, Head Department of Ekology, Kyiv, Ukraine