

УДК 621.225:69.002.51

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ТРАНСМІСІЇ
МІНІАГРОТЕХНІКИ НА БАЗІ ЗАСТОСУВАННЯ
ВИСОКОМОМЕНТНИХ ГІДРОМОТОРІВ**

Овсянніков С.І., к. т. н., доцент; Ремарчук М.П., д. т. н., професор
*(Харківський національний технічний університет сільського господарства
ім. Петра Василенка)*

Визначені напрямки удосконалення мініагротехніки на основі заміни механічної трансмісії на гідравлічну систему з використання високомоментних тихохідних гідромоторів.

Постановка проблеми. В даний час все ширше використовується мініагротехніка: мотокультиватори, мотоблоки, мінітрактори, малогабаритні трактори. Найбільш поширеними становляться мотоблоки середнього та важкого класу та мотознаряддя за рахунок доступної вартості та відповідності до розмірів земельних ділянок, де вони можуть застосовуватися, зокрема, дачі, городи та присадибні ділянки площею 0,06-0,25 га [1].

Не зважаючи на малі розміри конструктивне виконання сучасних мотоблоків, як найбільш поширених знарядь, є достатньо складаним, і зазвичай komponується з двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ), муфти зчеплення, коробки змінних передач, яка забезпечує 2-3 передачі вперед і реверсивний рух та передаточного механізму, який може складатися з головної передачі і бортових передач.

Здебільшого конструкція важких мотоблоків, яка може використовуватися як енергетичний модуль при створенні мінітракторів, відрізняється різними особливостями, зокрема, розміщення у ряді конструкцій шарнірно-зчленованої рами з задніми і з передніми керованими колесами.

При використанні високомоментних гідромоторів, створених на базі силових гідравлічних циліндрів і вмонтованих у колеса [2], можливо значно спростити конструкцію мініагротехніки, а, відповідно, знизити її вартість та покращити експлуатаційні властивості. При цьому кінематична схема спрощується до трьох основних агрегатів, таких як: двигун внутрішнього згоряння; гідронасос; гідромотори, що вмонтовано безпосередньо в колесо.

Такі гідромотори не потребують застосування понижуючого редуктора, як у випадках з гідростатичною трансмісією та інших елементів. Наприклад, при застосуванні клапанної гідророзподільчої апаратури відпадає необхідність в застосуванні гальмівної системи, оскільки відключення гідромотора від системи живлення (насоса) забезпечує його зупинку і фіксацію коліс в цьому положенні.

Аналіз публікацій. Відомо ряд робіт [2, 3], де запропоновані різноманітні схемні рішення гідромоторів, створених на базі силових гідроциліндрів. Представлені дослідження є логічним продовженням наукових робіт [1, 2, 3].

Мета роботи полягає в підвищенні ефективності роботи і управління рухом мініагротехніки за рахунок заміни механічної трансмісії на гідравлічну на основі використання високомоментного гідромотор-колесо, створеного на базі силових гідроциліндрів.

Задачі дослідження. Для досягнення мети необхідно вирішити наступні задачі: на основі аналізу поширених моделей мініагротехніки визначити їх головні технічні параметри та масово-геометричні характеристики; за даними тягово-зчіпних властивостей мініагротехніки і потужності ДВЗ визначити основні параметри силових гідроциліндрів, що є складовими гідромотор-колесо з врахуванням різних методів схемного з'єднання робочих порожнин гідроциліндрів.

Результати досліджень. Шляхом опитування торгових представників та з аналізу обговорень зі споживачами мініагротехніки на сторінках інтернет-порталів встановлені найбільш популярні моделі мотоблоків і мінітракторів, основні технічні характеристики яких наведено в табл. 1 і 2.

Таблиця 1. Технічні характеристики мотоблоків

Марка (модель)	Двигун		Трансмісія			Розмір шин, дюйм	Вага, кг констр. /експл.
	модель	Потужність, к.с./кВт	Тип зчеплення	Тип трансм.	Кіл-сть передач впер./наз		
МБ-1 "Нева"	ДМ-1	5/3,7	пас	шестер .- ланцюг	2/1	4-10	86/до 200
МБ-2Б 7,5	BS Vanguard	7,5/5,5	пас	шестер .- ланцюг	4/2	4-10	95/до 200
Салют-5	BS Vanguard	6,5/4,8	пас	шестер	2/1		78/-
Фаворит	BS Vanguard	6/4,4	пас	шестер	2/1	5-10	73/-
Sun Garden		6,5/4,8	диск.	шестер	2/2		60/-
Кентавр	SH 168F	6,5/4,8	пас	шестер	2/2	4-10	110/-
МТЗ-08 БС	BS Vanguard	8/5,9	диск.	шестер	4/2	5,9- 13	125/-
МТЗ-09 ТС	Jikov GH1509	9/6,6	диск.	шестер	4/2	6L-12	125/-
Parma 81	D185	8,8/6,5	диск.	змішан а	6/2	6-12	186/-
Zirka SH- 41	R170	4/2,9	диск.	шестер	2/2	4-10	87
Zirka SH- 61	R 175	6/4,4	диск.	шестер	6/2	5-12	-/210
Zirka GN- 151	S 1100N	15/11	диск.	шестер	6/2	6-12	-/505

Таблиця 2. Технічні характеристики мінітракторів

Марка (модель)	Двигун		Колісна формула 4к4	Тяго ве зуси лля, кН	Кіл-сть переда ч впер./н аз.	Розмір шин, дюйм		Маса , кг
	Моде ль	потужн. к.с./кВт				перед.	задн.	
MT3-082 БС	BS	12,5/9,2	4к4	2,0	4/3	6L-12 (5,9-13)	6L- 12 (5,9- 13)	425
MT3- 132H	Honda GK39 0	13/9,6	4к2	2,0	4/3	6L-12 (5,9- 13)	6L- 12 (5,9- 13)	425
ХТЗ 1410	2ДТХ	13,8/10, 1	4к2	2,9	4/2	6,5/70- 10	210/8 0 R16	800
ХТЗ 1610	2ДТА В	16/11,8	4к2	2,9	4/2	6,5/70- 10	210/8 0 R16	800
КМЗ-012	СК-12	12/8,8	4к4	2,0	5/1	5,0-12	5,5- 16	745
Weituo TS12		12/8,8	4к2	2,9	6/2	4,0-12	7,5- 16	785
Weituo TS24		24/17,7	4к2	2,9	6/2	4,0-12	7,5- 16	895
Xingtai ХТ 160 D	D1	16/11,8	4к2	2,9	6/2	4,0-12	7,5- 16	800
Xingtai ХТ 180 D	D2	18/13,2	4к2	3,0		4,0-14	7,5- 20	820

Скорочення в таблицях: BS - «Briggs & Strattofe»

В дослідженні [4] пропонується використовувати у якості показника енергонасиченість на одиницю маси, яка становить для важких мотоблоків і мінітракторів 30-40 Вт/кг, для універсальних мотоблоків – 48-50 Вт/кг, для механізованого інструменту – 250 Вт/кг. Наведені дані справедливі при розрахунку конструктивної (сухої) маси, яка може бути в декілька разів меншою від експлуатаційної [5]. Тому для обґрунтування параметрів гідромотор-колесо доцільно прийняти максимальну потужність двигуна, яка використовуються для приводу мініагротехніки. За даними табл. 1 для мотоблоків середнього класу потужність двигунів становить 5 кВт (6,8 к.с.), важкого класу – 10,3 кВт (14 к.с.), для мінітракторів – 20 кВт (27 к.с.).

Діаметр поршня гідроциліндра D_d (мм) для гідромотор-колеса [6] з диференційним з'єднанням порожнин для забезпечення прямого руху штока визначається за формулою

$$D_d = \sqrt[3]{\frac{8 \times 10^6 N_m R_k}{\pi p_{mn} \vartheta_m Z_z k_{dz} t_k \varepsilon_d \eta_{gm}}}, \quad (1)$$

де N_m – потужність ДВЗ, кВт;

R_k – радіус колеса, м;

π – число 3,14;

$p_{i i}$ – тиск рідини в гідросистемі насос-гідромотор, МПа;

ϑ_m – швидкість руху, м/с;

Z_z – кількість силових гідроциліндрів, які забезпечують перетворення поступального руху штоків в обертний рух вала гідромотора механізму переміщення мініагротехніки;

k_{dz} – кратність дії робочих порожнин гідроциліндрів за один оберт вала гідромотора;

t_k – число приводних коліс;

ε_d – співвідношення між діаметром штока і поршня, за даними [6] складає величину 0,707;

η_{gm} – гідромеханічний коефіцієнт корисної дії (ККД) мотор-колесо.

Для гідромотора з парною силовою дією гідроциліндрів, у яких один штовхає, а інший тягне, що забезпечено за рахунок перехресного з'єднання протилежних робочих порожнин, діаметр поршня D_n складатиме величину

$$D_n = \sqrt[3]{\frac{8 \times 10^6 N_m R_k}{\pi p_{mn} \vartheta_m Z_{nz} k_{dz} t_k (2 - \varepsilon^2) \eta_{gm}}}, \quad (2)$$

де ε – коефіцієнт, що визначається як відношення діаметра штока до діаметра поршня (0,6 - 0,4);

Z_{nz} – загальна кількість парних гідроциліндрів.

Діаметр штока d (мм) визначається за залежністю

$$d = \varepsilon D_n. \quad (3)$$

Порівняльний аналіз гідромоторів за різними схемами підключення робочих порожнин гідроциліндрів до насоса свідчить, що при перехресному їх підключенні більш повно використовуються можливості гідроциліндрів.

Для розрахунків прийнято: лінійна швидкість руху мініагротехніки в робочому режимі складає на рівні 0,7 м/с, робочий тиск в гідросистемі 10 МПа, гідромеханічний ККД мотора 0,9, зовнішній радіус колеса і потужність двигуна прийнято згідно даних табл. 3. Кількість гідроциліндрів, що забезпечують однакову нерівномірність роботи гідромоторів, згідно [6], для диференційного підключення складає 3, а для перехресного – 6.

Кратність дії робочих порожнин гідроциліндрів за один оберт вала для гідромоторів складає 2. Коефіцієнт, що визначає відношення діаметрів штока і поршня для диференційного підключення гідроциліндрів складає 0,707, для перехресного – 0,5.

Результати розрахунку, без урахування інших втрат при передачі енергії, наведено в табл. 3, колонки 5, 6 і 7.

Таблиця 3. Основні параметри гідромотор-колеса для мініагротехніки

Тип мініагротехніки	Потужність, кВт	Радіус кочення колеса, м	Зовнішній діаметр мотора, мм	Діаметр поршня мотора, мм	Діаметр штока мотора, мм	Радіус кривошипа мотора, мм
Середні мотоблоки	5,0	0,228	240	42/22	30/11	21/11
Важкі мотоблоки	10	0,274	290	56/30	40/15	28/15
Мінітрактори	10	0,345	290	60/32	42/16	30/16
Малогабаритні трактори	20	0,406	316	80/42	56/21	40/21

При цьому, в чисельнику наведені результати для диференційного підключення гідроциліндрів, а в знаменнику – для перехресного з'єднання.

Висновки. Отримані результати свідчать про значні конструктивні переваги гідромотор-колеса, побудованого за методом перехресного з'єднання робочих порожнин силових гідроциліндрів. Кількість гідророзподільників, що забезпечують керування гідроциліндрами гідромотор-колеса, незважаючи на різні методи з'єднання їх робочих порожнин, є однаковою. У відповідності до існуючої класифікації мініагротехніки необхідно, на підставі даних табл. 3, створення високомоментних тихохідних гідромотор-колесо, в основному, трьох типорозмірів.

Список літератури

1. Овсянников С.И. Классификация и концепция развития мини-агротехники [Текст] / С.И. Овсянников // Вісн. наук. праць ХНТУСХ, вип. 94. – Х.: ХНТУСХ, 2010. - С. 304-309.
2. Ремарчук М.П. Гідромотор-колесо механізму переміщення трактора, створений на базі силових гідроциліндрів [Текст] / М.П.Ремарчук, С.І. Овсянников, А.П. Холодов та ін. // Вісн. наук. праць ХНТУСХ, вип. 94. – Х.: ХНТУСХ, 2010. - С. 353-356.
3. Ремарчук М.П. Створення гідромоторів на основі використання стандартних гідроциліндрів [Текст] / М.П. Ремарчук, А.П. Холодов, Я.В. Чмуж, Т.Т. Байрамашвілі, С.І. Овсянников // Науковий вісник будівництва, - Х.: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, вип. 57, 2010. – С. 430-434.
4. Келлер Н.Д. О концепциях развития мобильной мини-техники на современном этапе [Текст] / Н.Д. Келлер, А.А. Цветков // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2003, № 4. - С. 7-10.
5. Овсянников С.І. Підвищення тягово-зчіпних властивостей малогабаритних тракторів в рослинництві: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01

«механізація сільськогосподарського виробництва» / Овсянніков С.І. – Х.: ХДТУСГ, 1997. – 20 с.

6. Пат. 74601 Україна, МКВ Е 21 С 29/02; Е 21 С 31/00, В 65 G 23/04. Гідромеханічний привід гірничої машини / М.П. Ремарчук, І.Г. Кириченко, А.П. Нестеров, Г.В. Висоцький, А.В. Леусенко, О.С. Гуленко (Україна); – № 2003065556; Заявл. 17.06.2003; Опубл. 16.01.2006, Бюл. № 1. – 5 с.

Аннотация

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТРАНСМИССИИ МИНИАГРОТЕХНИКИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЫСОКОМОМЕНТНЫХ ГИДРОМОТОРОВ

Овсянников С.И., Ремарчук М.П.

Определены пути совершенствования миниагротехники на основе замены механической трансмиссии на гидравлическую систему с применением высокомоментных тихоходных гидромоторов

Abstract

IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE TRANSMISSION THROUGH THE USE OF MINIAGROTEHNIKI TORQUE MOTORS

Ovsyannikov S.I., Remarchuk M.P.

Identify ways to improve the mini farming based on the replacement of a hydraulic mechanical transmission through the use of the hydromotor.