

С.І. Овсянніков, канд.техн.наук, доц., М.П. Ремарчук, д-р.техн.наук, проф.  
Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка, м. Харків,  
Україна

## ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ГІДРОМОТОРІВ НА БАЗІ СИЛОВИХ ЦИЛІНДРІВ ДЛЯ МІНІАГРОТЕХНІКИ

*Для механизации различных видов работ в сельском хозяйстве широко применяются мотоблоки и мини трактора. Мощность мотоблоков среднего класса составляет 5 кВт, тяжелого класса более 10 кВт, мини тракторов – 20 кВт. Определены пути совершенствования этой техники на основе замены механической трансмиссии на гидравлическую путем применения высокомоментных тихоходных гидромоторов, в конструкциях которых применены силовые гидроцилиндры. Установлены расчетом конструктивные параметры силовых гидроцилиндров для гидромоторов, используемых для привода мотоблоков и мини тракторов.*

*For mechanization of various types of work in agriculture are widely used tillers and mini tractors. Power motoblocks middle class is 5 kW, a heavy class of more than 10 kW, mini tractors - 20 kW. The ways of improving this technology through the replacement of mechanical transmission by applying the hydraulic high-torque low speed hydraulic motors, which are used in the construction of the power cylinders. Set design parameters of the calculation of power cylinders for motors used to drive a mini tillers and tractors.*

**Постановка проблеми.** В останній час все ширше використовується мініагротехніка: мотокультиватори, мотоблоки, мінітрактори, малогабаритні трактори. Найбільш поширеними є мотоблоки середнього та важкого класу та мотознаряддя за рахунок доступної вартості та відповідності до розмірів земельних ділянок, де вони використовуються: дачі, городи та присадибні ділянки площею 0,06-0,25 га [1]. Конструкція мотоблоків, як найбільш поширених знарядь, достатньо складана, не зважаючи на малі розміри, і зазвичай складається з двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ), муфти зчеплення, коробки змінних передач, що забезпечує 2-3 передачі вперед і реверсивний рух, передаточного механізму, який може складатися з головної передачі та бортових передач. Здебільшого конструкція важких мотоблоків використовується як енергетичний модуль при створенні мінітракторів: з переднім розміщенням - у конструкціях з шарнірно-зчленованою рамою, або заднім – в конструкціях з передніми керованими колесами. Значно спростити конструкцію мінітехніки, а, відповідно, знизити її вартість та покращити експлуатаційні властивості, можливо при використанні гідромоторів створених на базі силових гідралічних циліндрів, вмонтованих у колеса [2]. При цьому кінематична схема спрощується до трьох основних агрегатів: двигуна внутрішнього згоряння, гідронаосу та гідромоторів вмонтованих безпосередньо в колесо. Такі гідромотори не потребують застосування понижуючого редуктора, як у випадках з гідростатичною трансмісією.

**Аналіз публікацій.** Відомі роботи [2, 3], де запропоновані схеми і принципи дії гідромоторів, створених на базі силових гідроциліндрів та обумовлені основні принципи їх побудови. Дана робота є логічним продовженням робіт [1...3].

**Мета роботи** полягає в підвищенні ефективності роботи і процесу управління рухом мініагротехніки за рахунок заміни механічної трансмісії на гідравлічну на основі використання гідромотор-колесо, створеного на базі силових гідроциліндрів. Для цього необхідно вирішити наступні завдання: – 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 споживачів мінітехніки на сторінках інтернет-порталів встановлені найбільш популярні моделі мотоблоків і мінітракторів, основні технічні характеристики яких наведені в табл. 1 і 2.

В роботі [4] пропонується використовувати енергонасиченість одиниці маси, яка становить для важких мотоблоків і мінітракторів 30-40, для універсальних мотоблоків – 48-50, для механізованого інструменту – 250 Вт/кг. Але ці 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 двигунів, які використовуються на мінітехніці. 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-колесо [6] з диференційним з'єднанням порожнин в напрямку прямого ходу штоку визначається за формулою

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

де  $N_m$  – потужність ДВЗ, кВт;  $R_k$  – радіус колеса, м;  $\pi$  – число 3,14;  $p_{mn}$  – тиск рідини в гідросистемі насос-гідромотор, МПа;  $g_m$  – швидкість руху, м/с;  $Z_z$  – кількість силових гідроциліндрів, які забезпечують перетворення поступального руху штоків в обертвий рух вала гідромотора механізму переміщення мініагротехніки;  $k_{dz}$  – кратність дії робочих порожнин гідроциліндрів за один оберт вала гідромотора;  $t_k$  – число приводних коліс;  $\epsilon_d$  – співвідношення між діаметром штока і поршня, за даними [6] складає величину 0,707;  $\eta_{gm}$  – гідромеханічний коефіцієнт корисної дії (ККД) мотор-колесо.

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/-
MT3-08 БС	BS Vanguard	8/5,9	диск.	шестер.	4/2	5,9-13	125/-
MT3-09 ТС	Jikov GH1509	9/6,6	диск.	шестер.	4/2	6L-12	125/-
Parma 81	D185	8,8/6,5	диск.	змішана	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	Тягове зусилля, кН	Кіл-сть передач впер./наз.	Розмір шин, дюйм		Маса, кг
	модель	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 GK390	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	210/80 R16	800
ХТЗ 1610	2ДТАВ	16/11,8	4к2	2,9	4/2	6,5/70-10	210/80 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 XT 160 D	D1	16/11,8	4к2	2,9	6/2	4,0-12	7,5-16	800
Xingtai XT 180 D	D2	18/13,2	4к2	3,0		4,0-14	7,5-20	820

Для гідромотора з парною силовою дією гідроциліндрів і перехресним з'єднанням протилежних робочих порожнин, діаметр поршня  $D_n$  складатиме величину

$$D_n = 3 \sqrt{\frac{8 \times 10^6 N_m R_k}{\pi p_{mn} g_m Z_z k_{dz} t_k (2 - \epsilon^2) \eta_{gm}}}, \quad (2)$$

де  $\varepsilon$  – коефіцієнт відношення діаметра штока до діаметра поршня (0,6 - 0,4);  $Z_{nz}$  – загальна кількість парних гідроциліндрів.

Діаметр штока  $d$  (мм) визначатиметься за залежністю

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

Порівняльний аналіз гідромоторів за двома методами підключення робочих порожнин гідроциліндрів свідчить, що при перехресному підключенні більш повно використовуються їх можливості.

Для розрахунків прийнято: швидкість руху 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 згідно даних табл. 3. Кількість гідроциліндрів, що забезпечують однакову нерівномірність роботи гідромоторів, згідно [6], для диференційного підключення складає 3, а для парного - 6. Кратність дії робочих порожнин гідроциліндрів за один оберт вала для обох методів будови 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. При цьому, в чисельнику наведені результати для диференційного підключення гідроциліндрів, а в знаменнику – для парного.

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

#### 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. Овсянніков С.И. Классификация и концепция развития мини-агротехники / Вісн. наук. праць ХНТУСХ, вип. 94. – Харьков.: ХНТУСХ, 2010. - С. 304-309.
2. Ремарчук М.П. Гідромотор-колесо механізму переміщення трактора, створений на базі силових гідроциліндрів / Ремарчук М.П., Овсянніков С.І., Холодов А.П. та ін. // Вісн. наук. праць ХНТУСХ, вип. 94. – Харьков.: ХНТУСХ, 2010. - С. 353-356.
3. Ремарчук М.П. Створення гідромоторів на основі використання стандартних гідроциліндрів / Ремарчук М.П., Холодов А.П., Муж Я.В., Байрамашвілі Т.Т., Овсянніков С.І. // Науковий вісник будівництва, - Харьков.: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, вип. 57, 2010. – С. 430-434.
4. О концепциях развития мобильной мини-техники на современном этапе. Н.Д. Келлер, А.А. Цветков // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2003, № 4. - С. 7-10.
5. Овсянніков С.І. Підвищення тягово-зчіпних властивостей малогабаритних тракторів в рослинництві: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.20.01 «механізація сільськогосподарського виробництва» / Овсянніков С.І. – Харьков.: ХДТУСГ, 1997. – 20 с.
6. Пат. 74601 Україна, МКВ Е 21 С 29/00; Е 21 С 31/00, В 65 G 23/00. 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.