

УДК 693.6.002.5

*О. Г. Онищенко, д.т.н., проф., С.В. Попов, к.т.н., доц, В.В. Вірченко, аспірант
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка*

РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄМНОГО ГІДРОПРИВОДУ РОБОЧИХ ОРГАНІВ РОЗЧИНОЗМІШУВАЧІВ ТИПУ АШГ-4

Наведена методика обчислення дозволяє здійснити чіткий розрахунок робочих параметрів, а також підібрати гідравлічну апаратуру та обладнання силових гідроприводів параметричного ряду розчинозмішувальних установок

Ключові слова: гідравлічний привод, гідроциліндр, гідродвигун, гідронасос, електродвигун

Предложенная автором методика позволяет осуществить четкий расчет рабочих параметров, а также подобрать гидравлическую аппаратуру и оборудование, которое используется в силовых гидроприводах параметрического ряда растворо-смесительных установок

Ключевые слова: гидравлический привод, гидроцилиндр, гидромотор, гидронасос, электродвигатель

In this article the author pay attention to equipment design procedure of parametric series stucco-mixing machines hydraulic drive

Key words: hydraulic drive, hydrocylinder, hydromotor, hydraulic pump, electric motor

Постановка проблеми. Як відомо, засоби малої механізації – це пристрої для механізації будівельно-монтажних робіт, що не потребують стаціонарного закріплення і використовуються безпосередньо при виконанні будівельно-монтажних робіт. До них відносять ручні й переносні машини з пневматичним, електричним та гідравлічним приводами. В сучасних умовах особливо актуальним є застосування засобів малої механізації ручної праці в будівництві. Але проблема полягає у їх обмеженій кількості або, навіть, відсутності в окремих випадках. Закордонні аналоги мають дуже високу ціну, тому їх застосування призводить до суттєвого підвищення вартості робіт, що змушує роботодавця вишукувати інші шляхи розв'язання даної проблеми навіть до застосування лише ручної праці.

Аналіз останніх досліджень і виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття. Сьогодні, в умовах світової економічної кризи, на Україні відсутній серійний випуск розчинозмішувальних установок із механо-гідравлічним типом приводу. Розробки наукової школи під керівництвом доктора технічних наук, професора Онищенка О.Г. впритул наблизились до розв'язання даної проблеми [1, 2, 3]. На даний момент розроблений модельний ряд розчинозмішувальних установок зокрема і з механо-гідравлічним типом приводу, що вже викликав зацікавленість керівників будівельних організацій, а також дрібних приватних будівельних фірм. Для поширення подальшого розвитку цього напрямку необхідно запропонувати адаптовану методику, яка б дозволила провести вірний розрахунок гідравлічного устаткування машин цього типу та підібрати гідравлічну апаратуру та обладнання.

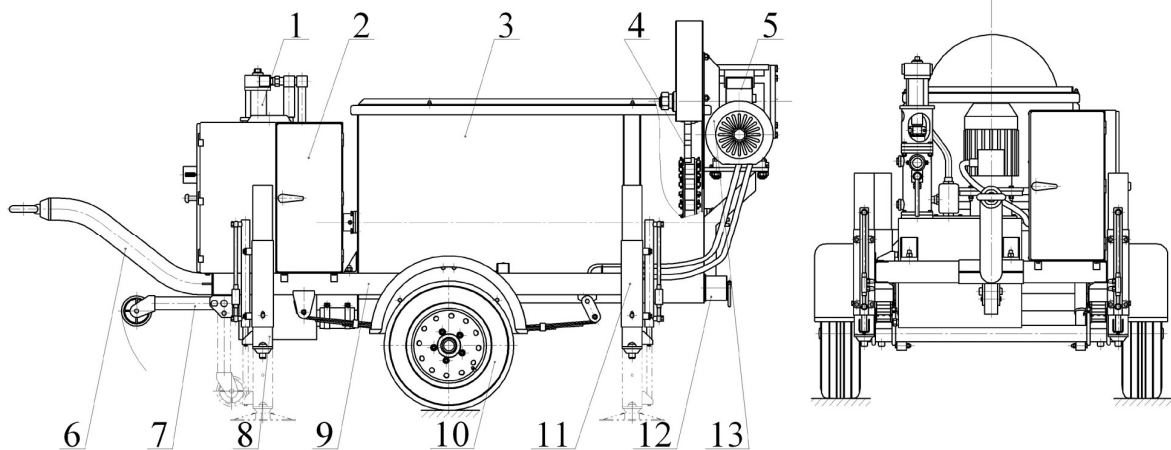
Формулювання цілей статті. Метою даної статті є підвищення ефективності обладнання шляхом розроблення методики, яка дозволить здійснити чіткий розрахунок параметрів об'ємного гідроприводу робочих органів параметричного ряду шнекових розчинозмішувачів із механо-гідрравлічним приводом, розроблених у Полтавському національному технічному університеті імені Юрія Кондратюка.

Виклад основного матеріалу. Загальний вигляд та гідрравлічну схему приводу робочих органів універсальної розчинозмішувальної установки із механо-гідрравлічним приводом АШГ-4 представлено на рисунку а, б. Методика розрахунку параметричного ряду обладнання такого типу наступна.

Номінальний тиск $P_{ном}$, МПа, гідросистеми вибирається з ряду стандартних значень тисків (10, 16, 21, 25, 32, 40), виходячи з номенклатури та технічних характеристик гідрравлічного обладнання установки. З підвищенням до певної межі номінального тиску зменшується маса та вартість гідроліній, насосів, гідродвигунів і гідроапаратури. Найбільш оптимальним за співвідношенням маса-вартість значенням для малогабаритної мобільної машини є $P_{ном} = 21$ МПа, що дозволяє застосувати недорогий шестеренний масляний насос типу НШ. Номінальний тиск в об'ємному гідроприводі з одним насосом, що має місце в нашому випадку, приймається однаковим для всіх виконавчих механізмів, а для одержання максимального ККД тиск та подача (витрати) мають бути близькими до номінальних.

Розчинозмішувач має в своєму складі чотири гідроциліндра приводу виносних опор і один гідродвигун приводу. Основні параметри цих гідродвигунів визначають на основі заданих навантажень і швидкостей на робочих органах, що приводяться до виконавчих органів гідроприводу. Для попереднього розрахунку перепад тисків на гідродвигунах ΔP , МПа, приймаємо на 10% меншим від вибраного номінального тиску $P_{ном}$ для врахування втрат тиску в гідросистемі, тобто

$$\Delta P = 0,9 \cdot P_{ном} \quad (1)$$



а)

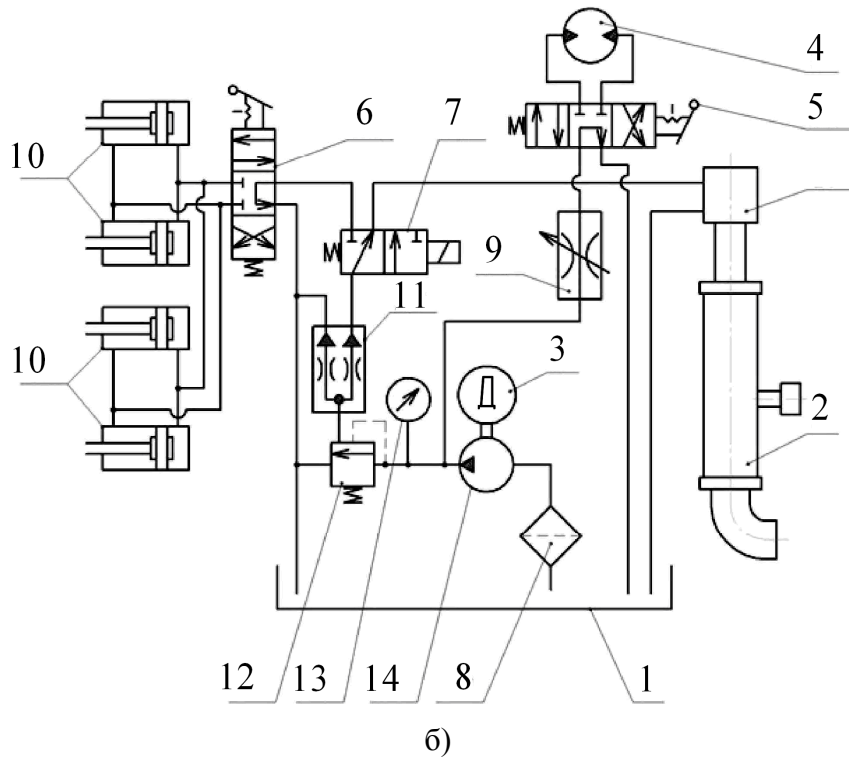


Рисунок 1 – Універсальна розчинозмішувальна установка із механо-гідрравлічним приводом АШГ-4:

а – вигляд загальний: 1 – гідрравлічний розчинонасос; 2 – пульт оператора; 3 – корпус змішувача; 4 – цівкова передача; 5 – черв'ячний редуктор; 6 – причіпний пристрій; 7 – опорний ролик; 8 – виносна передня опора; 9 – рама; 10 – пневмоколесо; 11 – задня виносна опора; 12 – затвор; 13 – гідродвигун; б – гідрравлічна схема: 1 – масляний бак; 2 – насосна колонка; 3 – приводний електродвигун; 4 – радіально-поршневий гідромотор; 5, 6, 7 – гідророзподільник; 8 – масляний фільтр; 9 – регульований дросель; 10 – гідроциліндр; 11 – подільник потоку масла; 12 – запобіжний клапан; 13 – манометр; 14 – масляний насос

Масу $M_{роз}$, кг, будівельної розчинної суміші, що знаходиться в бункері під час робочого циклу, знайдемо за формулою

$$M_{роз.} = V \cdot \rho, \quad (2)$$

де V – об'єм готового замісу, $м^3$;

ρ – густина будівельної розчинної суміші, що змішується, $кг/м^3$.

Загальна маса $M_{заг.}$, кг, машини в робочому положенні становитиме

$$M_{заг.} = M_{кон.} + M_{роз.}, \quad (3)$$

Розрахункове зусилля на штоці одного гідроциліндра $F_{ц}$, Н,

$$F_{ц} = M_{заг.} \cdot g / 4, \quad (4)$$

Діаметр поршня гідроциліндра встановлюється, виходячи із заданих навантажень і вибраного номінального тиску (з попереднім урахуванням втрат тиску).

При подачі рідини у поршневу порожнину діаметр поршня $D_{ц}$, м, обчислюється за формулою

$$D_{ц} = 2 \sqrt{\frac{F_{ц}}{\pi \cdot \Delta P \cdot \eta_{ГМ.ц}}}, \quad (5)$$

де $F_{ц}$ – зусилля на штоці поршня, Н;

$\eta_{ГМ.ц}$ – гідромеханічний коефіцієнт корисної дії гідроциліндра.

При подачі рідини у штокову порожнину навантаження на гідроциліндр незначні, тому проводити повторний розрахунок для зворотного ходу гідроциліндра недоцільно.

Мінімальний діаметр штока гідроциліндра d , м,

$$d = D_{ц} \sqrt{\frac{\varphi - 1}{\varphi}}, \quad (6)$$

де φ – постійна величина для гідроциліндрів при конкретному значенні номінального тиску в гідросистемі.

Хід поршня визначаємо кінематичною схемою машини.

За каталогом підбирається гідроциліндр із конкретним діаметром поршня. Для забезпечення найбільшої міцності й стійкості штока гідроциліндра на згин, вибираємо найбільший можливий діаметр штока для даного діаметра поршня.

За максимальними навантаженнями розраховуємо робочий об'єм $V_{зм}$, м³, гідродвигуна приводу змішувача

$$V_{зм} = \frac{2\pi \cdot M_{p.o.}}{\Delta P \cdot \eta_{ГМ.М} \cdot u}, \quad (7)$$

де $M_{p.o.}$ – крутний момент на робочому органі, Н·м;

u – передаточне число механічної передачі між гідродвигуном і валом змішувача;

$\eta_{ГМ.М}$ – гідромеханічний коефіцієнт корисної дії гідродвигуна.

За каталогом вибираємо радіально-поршневий гідродвигун із конкретним значенням робочого об'єму.

Витрати робочої рідини обчислюють за необхідними максимальними швидкостями. Для гідроциліндрів витрата $Q_{ц}$, м³/хв:

- при подачі у поршневу порожнину

$$Q_{ц} = v_{ц} \cdot S_{п} = \frac{\pi}{4} \cdot D_{ц}^2 \cdot v_{ц} \cdot 60 / \eta_{vц};, \quad (8)$$

- при подачі у штокову порожнину

$$Q_{ц} = \frac{\pi}{4} \cdot D_{ц}^2 \cdot v_{ц} \cdot 60 / (\varphi \cdot \eta_{vц});, \quad (9)$$

де $\eta_{vц}$ – об'ємний ккд гідроциліндра, $\eta_{vц} = 0,98-0,99$;

$v_{ц}$ – швидкість руху гідроциліндра, м/с.

Необхідна подача насоса визначається за групою одночасно ввімкнених гідродвигунів, для роботи яких потрібні найбільші витрати Q_{\max} . Найбільші витрати відповідають одночасній роботі комбінованого змішувача та розчинонасоса.

Витрата масла Q_{pn} , м³/хв, через гідроциліндр розчинонасоса становить

$$Q_{pn} = (V_n + V_{um}) \cdot n, \quad (10)$$

де V_n – об'єм поршневої порожнини, м³;

V_{um} – об'єм штокової порожнини, м³;

n – кількість подвійних ходів гідроциліндра за хвилину, шт.

Найбільші витрати масла Q_{\max} , м³/хв. Визначаються

$$Q_{\max} = Q_{zm} + Q_{pn}, \quad (11)$$

Необхідний робочий об'єм насоса V_n , см³,

$$V_n = \frac{Q_{\max}}{n_1 \cdot \eta_{V1}} \cdot 10^6, \quad (12)$$

де n_1 – частота обертання вала насоса, об/хв.;

η_{V1} – об'ємний ККД насоса.

За робочим об'ємом із асортименту шестеренних насосів, що випускаються серійно, вибираємо насос.

Оскільки режим роботи приводу установки сталий, у якості приводного електродвигуна вибираємо недорогий і надійний трифазний асинхронний електродвигун із короткозамкнутим ротором. Вибір проводимо за необхідною частотою обертання та розрахунковою потужністю.

Розрахункову потужність $N_{\text{дв}}$, кВт, приводного двигуна визначимо з наступного рівняння

$$N_{\text{дв}} = N_{zm} + N_{pn} \quad (13)$$

де N_{pn} – потужність, необхідна для приводу гідроциліндра розчинонасоса, кВт; визначається як

$$N_{pn} = \frac{P_{pn} \cdot Q_{pn}}{60 \cdot 10^3 \cdot \eta_{pn}} \quad (14)$$

де P_{pn} – робочий тиск на поршень гідроциліндра, за паспортними даними.

η_{pn} – загальний ККД гідроциліндра розчинонасоса.

Підбираємо за каталогами відповідний електричний двигун серії АИР.

Висновки. Отже, запропонована вище методика, може бути застосована для розрахунку робочих параметрів об'ємного гідроприводу робочих органів параметричного ряду розчинозмішувальних установок типу АШГ-4.

ЛІТЕРАТУРА

1. 1. Пат. 32650 Україна. МПК (2006) E 04 F 21/04. Гідроприводна шукатурно-змішувальна машина / Онищенко О.Г., Попов С.В., Філенко О.С.; заявник і патентовласник Полтав. нац. техн. ун-т ім. Ю. Кондратюка. – № и 2008 00274; заявл. 08.01.2008; опубл. 26.05.2008, Бюл. №10.

2. 2. Попов С.В. Мобільна розчинозмішувальна установка з однопоршневим розчинонасосом: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.02.02 „Машини для виробництва будівельних матеріалів та конструкцій» / С.В. Попов. – Полтава, 2008. – 20 с.

3. 3. Онищенко О.Г. Малогабаритна розчинозмішувальна установка з гідравлічним приводом / О.Г. Онищенко, А.М. Матвієнко, В.В. Вірченко // Збірник наукових праць (Галузеве машинобудування, будівництво) / Полтав. нац. техн. ун-т ім. Ю. Кондратюка. – Полтава: ПолтНТУ, 2009. – Вип. 23. Т.1. – С.24–28.

Надійшла до редакції 31.03.2010 р.

© О.Г. Онищенко, С.В. Попов, В.В. Вірченко