

*І.П. ГРЕЧКА*, аспірант, НТУ «ХП»

## **РОЗРОБКА МЕХАТРОННОГО ГІДРОАГРЕГАТУ ВЕРСТАТА ДЛЯ НАМОТУВАННЯ ОБМОТОК ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ**

Наведено результати аналітичного огляду схемних рішень сучасних мехатронних гідроагрегатів технологічних і мобільних машин. Запропоновано перспективну схему й апаратну реалізацію мехатронного гідроагрегату верстата для намотування обмоток електродвигунів, що дозволяє розширити область його застосування.

Приведены результаты аналитического обзора схемных решений современных мехатронных гидроагрегатов технологических и мобильных машин. Предложена перспективная схема и аппаратная реализация мехатронного гидроагрегата станка для намотки обмоток электродвигателей, которая позволяет расширить область его применения.

Results of the state-of-the-art review of circuit decisions modern mechatronic hydrounits of technological and mobile machines are resulted. The perspective circuit and hardware realization of mechatronic the hydrounit of the machine tool for winding windings electromotor which allows to expand area of its application is offered.

**Вступ.** В процесі проектування мехатронних гідроагрегатів технологічних та мобільних машин необхідно виконати низку суперечливих вимог, пов'язану з забезпеченням високого ККД та малої собівартості при заданому алгоритмі функціонування. На сьогодні існує два шляхи розв'язання цієї задачі, а саме застосування гідроагрегатів з регульованим об'ємним насосом, що дозволяє забезпечити на виконавчому механізмі гідроагрегату постійну потужність чи тиск або витрату в гідроагрегаті, та застосування приводних асинхронних електродвигунів з частотним регулюванням.

**Аналіз літературних джерел.** Питанням проектування мехатронних гідроагрегатів присвячена достатньо велика кількість наукових робіт, наприклад [1 – 3]. В більшості з них розглядаються мехатронні гідроагрегати з регульованим об'ємним насосом. Однак, такі гідроагрегати мають обмежений діапазон регулювання витратою чи потужністю насоса, при зміні навантаження від нуля до номінального значення, та не забезпечують його діагностування. Для підвищення ККД мехатронних гідроагрегатів провідні закордонні фірми, такі як Bosch Rexroth, Mannesmann Rexroth, використовують LS системи (Load-Sensing systems – чутливі до навантаження системи). Однак, ці мехатронні гідроагрегати мають такі ж недоліки, що і гідроагрегати з регульованим об'ємним насосом. Сучасною тенденцією розвитку мехатронних агрегатів є використання частотного керування приводним асинхронним електродвигуном. Цим питанням присвячені роботи [3, 4] та ін. Однак, в них розглянуті тільки мехатронні агрегати з механічними виконавчими механізмами.

Розглянемо типові мехатронні гідроагрегати. Мехатронний гідроагрегат для намотування обмоток електродвигунів, описаний в роботі [4], містить бак, насос, з'єднаний через муфту з електродвигуном, в напірній магістралі якого встановлені запобіжний клапан з манометром і золотник вмикання-вимикання гідроагрегату, гідромотор, канал живлення якого з'єднаний трубопроводом через золотниковий розподільчий пристрій з гідравлічним керуванням, з золотником вмикання-вимикання гідроагрегату, а канал зливу з баком. Особливістю даного мехатронного гідроагрегату є виконання золотникового розподільчого пристрою з гідравлічним керуванням у вигляді напірного золотника, основного золотника і допоміжного золотникового розподільчого пристрою та наявність механізму регулювання витрату насоса в залежності від швидкості обертання гідромотора. Недоліком даного мехатронного гідроагрегату є нездатність напірного золотника, основного золотника та допоміжного золотникового розподільчого пристрою забезпечити регулювання частотою обертання гідромотора у відповідності до форми обмотки електродвигуна. Це не дозволяє підтримувати постійний крутний момент на вихідному валу гідромотора та забезпечити постійну силу натягу дроту, а, отже, ефективність гідроагрегату.

Найближчим аналогом запропонованого технічного рішення є мехатронний гідроагрегат, описаний в роботі [3], який містить бак, насос, з'єднаний через муфту з електродвигуном, в напірній магістралі якого встановлені запобіжний клапан з манометром і регулюючий дросель, гідромотор, канал живлення якого з'єднаний трубопроводом через золотниковий розподільчий пристрій з гідравлічним керуванням, з гідроциліндром керування витратом насосу та через дросель зі зливом, а канал зливу, через підпірний клапан, з баком. Відмінною особливістю даного мехатронного гідроагрегату є те, що завдяки виконанню золотникового розподільчого пристрою з гідравлічним керуванням у вигляді з'єднаних паралельно регуляторів витрати та тиску, які відслідковують різницю тиску на регулюємому дроселі, встановленого в напірній магістралі мехатронного гідроагрегату та керують гідроциліндром, який змінює витіток насосу в залежності від навантаження гідромотору, підтримуючи на його виході постійну потужність та зменшуючи частку робочої рідини, яка відводиться через запобіжний клапан на злив, покращуючи температурний режим роботи мехатронного гідроагрегату. Недоліком даного мехатронного гідроагрегату, як і попереднього, є нездатність забезпечити регулювання частотою обертання гідромотора у відповідності до форми обмотки електродвигуна. Це обумовлено нездатністю регуляторів витрати та тиску забезпечити зміну перепаду тиску на гідромоторі у відповідності до форми обмотки електродвигуна. Таким чином, і цей мехатронний гідроагрегат не дозволяє підтримувати постійний крутний момент на вихідному валу гідромотора та забезпечити постійну силу натягу дроту, а, отже, підвищити ефективність та показники технічного рівня гідроагрегату.

**Мета статті.** Метою статті є розробка перспективної схеми та апаратної реалізації мехатронного гідроагрегату для намотування обмоток

електродвигунів різної форми, підвищення його ефективності та показників технічного рівня.

**Мехатронний гідроагрегат верстата для намотування обмоток електродвигунів.** Аналіз схемних рішень та виявлені особливості роботи мехатронних гідроагрегатів дозволив розробити його перспективну схему [5], яка базується на сучасній концепції їх побудови (рис. 1).

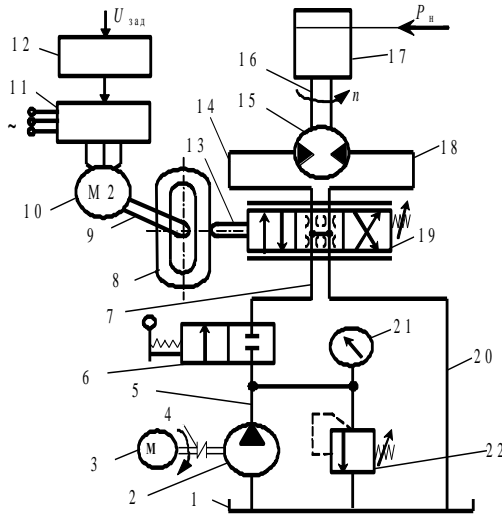


Рисунок 1 – Принципова схема мехатронного гідроагрегата верстата для намотування обмоток електродвигунів: 1 – бак; 2 – насос; 3 – електродвигун; 4 – муфта; 5 – напірна магістраль; 6 – золотник; 7, 14, 18, 20 – трубопроводи; 8 – копір; 9 – вал асинхронного електродвигуна 10; 11 – перетворювач частоти; 12 – регулятор частоти обертання; 13 – штовхач гідророзподільника 19; 15 – гідромотор; 16 – вал гідромотора 15; 17 – котушка для намотування дроту; 19 – слідкуючий гідророзподільник; 21 – манометр; 22 – запобіжний клапан

Така конструкція мехатронного гідроагрегату дозволяє зафірму-регулюючому елементу слідкуючого гідророзподільника з однобічним механічним керуванням та пружинним поверненням, змінювати величину дроселюючих щілин у відповідності до форми копіра, що відтворює форму обмотки електродвигуна, забезпечуючи, таким чином, регулювання частотою обертання гідромотора у відповідності до форми обмотки електродвигуна. Це дозволяє підтримувати постійний крутний момент на вихідному валу гідромотора та забезпечити постійну силу натягу дроту, завдяки чому підвищується щільність заповнення обмотки електродвигуна, що призводить до підвищення його ККД.

Мехатронний гідроагрегат працює наступним чином. При вмиканні електродвигуна 3 робоча рідина з виходу об'ємного насоса 2 надходить до

золотника вмикання-вимикання 6 гідроагрегату, а її надлишок через запобіжний клапан 22 зливається в бак 1. Регулювання рівня тиску в гідроагрегаті здійснюється запобіжним клапаном 22 та контролюється манометром 21. При вмиканні золотника вмикання-вимикання 6 мехатронного гідроагрегату робоча рідина від насосу 2 по напірній магістралі 7 підводиться до слідкуючого гідророзподільника 19 з однією механічною керуванням та пружинним поверненням. Далі робоча рідина через дроселюючу щілину слідкуючого гідророзподільника 19 трубопроводом 14 подається на вхід гідромотора 15, вал 16 якого починає обертатися разом з катушкою для намотування дроту 17. З гідромотора 15 трубопроводом 18 та другу дроселюючу щілину слідкуючого гідророзподільника 19, трубопроводом 20 робоча рідина зливається в бак 1. Частота обертання та крутний момент на валу 16 гідромотора 15 залежить від перепаду тиску на його вході та виході, який, в свою чергу, залежить від відкриття дроселюючих щілин слідкуючого гідророзподільника 19. Відкриття або закриття дроселюючих щілин слідкуючого гідророзподільника 19 відбувається за рахунок переміщення його запірно-регулюючого елемента, який через штовхач 13, притискається пружиною до копіра 8, що відтворює форму обмотки електродвигуна, та закріплений на валу 9 асинхронного електродвигуна 10, і відслідковує зміну форми копіра 8. При обертанні асинхронного електродвигуна 10 обертається копір 8, закріплений на його валу 9, змінюється переміщення запірно-регулюючого елемента слідкуючого гідророзподільника 19, а разом з ним і відкриття його дроселюючих щілин. Таким чином, відбувається регулювання частотою обертання гідромотора 15 у відповідності до форми копіра 8, що відтворює форму обмотки електродвигуна, і забезпечується постійний крутний момент та силу натягу дроту  $P_n$  на катушці 17 у відповідності до форми обмотки електродвигуна. Регулювання частотою обертання асинхронного електродвигуна 10 здійснюється перетворювачем частоти 11, який керується регулятором частоти обертання 12 у відповідності до зовнішнього керуючого сигналу  $U_{з\text{ад}}$ .

**Висновки.** Розроблена перспективна схемна реалізація мехатронного гідроагрегату верстата для намотування обмоток електродвигунів, яка дозволяє забезпечити постійний крутний момент на валу гідромотора і силу натягу дроту відповідно до форми обмотки електродвигуна, розширити область його застосування та покращити показники технічного рівня.

**Список літератури:** 1. Электрогидравлические следящие системы. Хохлов В.А., Прокофьев В.Н., Борисова Н.А. и др. Под ред. В.А. Хохлова. – М.: Машиностроение, 1971. – 431 с. 2. Чутраков Ю.И. Гидропривод и средства гидропневмоавтоматики. М.: Машиностроение, 1979, – 232 с. 3. Аврунин Г.А., Грицай И.В., Кириченко И.Г. и др. Объемный гидропривод и гидропневмоавтоматика: Учебное пособие. – Харьков: ХНАДУ, 2008. – 412 с. 4. Парнес М. Г. Расчет и конструирование намоточных станков М. – Л., изд. “Машиностроение”, 1975. – 296 с., 168 с. 5. Заявка на патент України на корисну модель, МПК F 15 В 9/00. Мехатронний гідроагрегат верстата для намотування обмоток електродвигунів / Стеценко Ю.М., Білоконь І.І., Андриченко П.М., Гречка І.П. – № u 2010 01877; заявл. 22.02.10.

Надійшла до редколегії 06.08.2010