розплаву за середньої температури розплаву, що зливається в кристалізатор. І з використанням залежностей періодично подається керуючий сигнал на подачу шихти в зону плавки по заданому закону.

Запропонована мехатронна система керування виплавкою титану з використанням зворотного зв'язку по температурі розплаву в проміжній ємності і по рівню розплаву в кристалізаторі дозволяє підвищити продуктивність процесу та знизити вплив людського фактору.

Список літератури

1. *Paton B. E. Basic* trends of scientific research into the problem of titanium in the Ukraine / Paton B. E., A. P. Shpak, O. M. Ivasyshyn // Materials Science. – 2006. – Vol.42, №3. – p. 287– 298.
2. *Грабовський Г.Г. Механотронна* система керування плавкою титану / Грабовський Г.Г., Цибрій Ю.О.// Промислова гідравліка і пневматика. – 2013. № 2. – С. 101–105.

УДК 62-82:631.3:621.659

Іванов М.І., к.т.н., проф., Переяславський О.М., к.т.н., доцент, Закревський В.П., Гречко Р.О., Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ ВИТРАТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК LS-РЕГУЛЯТОРА ТИПУ PVN

Значного поширення в сучасних мобільних машинах сільськогосподарського, будівельного призначення та інших отримали LS-гідроприводи. Їх застосування дозволяє суттєво підвищити енергоощадність та економічну ефективність машин в цілому.

Ефективність використання LS-гідроприводів визначається технічним рівнем комплектуючих гідравлічних систем. Значну роль в даному випадку відіграє якість роботи насосного агрегата – регульованого аксіального роторнопоршневого насоса, укомплектованого LS-регулятором типу PVN. Зазначений регулятор є регулятором витрати, доповненим відсічним золотником. Даний регулятор забезпечує подачу насоса відповідно до потреб найбільш навантаженого гідродвигуна гідравлічної системи мобільної машини.

LS-регулятори, як складові насосного агрегата, повинні відповідати вимогам по забезпеченню точності статичних характеристик гідравлічної системи в межах ±4%, що відповідає рівню найкращих світових зразків аналогічного гідравлічного обладнання. В той же час витрата робочої рідини, яку споживає даний регулятор при номінальному тиску 25,0 МПа, не повинна перевищувати 2,5-3,5 л/хв. Відповідно встановлено вимоги до точності виготовлення деталей даного регулятора.

З метою розроблення заходів по удосконаленню конструкції LS-регулятора виконано моделювання його роботи та насосного агрегата в цілому. Виявилося, що значний вплив на точність отриманих результатів створює витратна характеристика золотникових розподільників LS-регулятора. Проблемність врахування зазначеної характеристики полягає в тому, що золотники в процесі відпрацювання сигнала керування змінюють додатне перекриття робочого вікна на від'ємне. При цьому ламінарний режим течії рідини змінюється на турбулентний. Відповідно змінюються розрахункові залежності, які моделюють дані режими течії рідини. В той же час найбільша складність виникає при моделюванні переходу потоку робочої рідини із ламінарного режиму в турбулентний, оскільки формули Хагена-Пуазейля та Торічеллі не дають коректних значень в даному випадку.

Запропоновано методику апроксимації витратної характеристики LS-регулятора, яка дозволяє, не порушуючи принципу нерозривності потоків, забезпечити плавний перехід між залежностями витрат робочої рідини, що визначаються за зазначеними вище залежностями. Порівняння результатів моделювання роботи насосного агрегата із результатами натурних

досліджень аксіальних роторнопоршневих насосів показало задовільне співпадання результатів.

УДК 621.22

Козлов Л.Г., д.т.н., проф., Ковальчук В.А.
Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна

ВПЛИВ КОНСТУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ РЕГУЛЯТОРА ПОТОКУ НА ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГІДРОПРИВОДА ІНЖЕКЦІЙНОГО ВУЗЛА ТЕРМОПЛАСТАВТОМАТА

Гідроапаратура із пропорційним електрогідравлічним управлінням використовується в багатьох галузях промисловості та сільського господарства, зокрема, в гідроприводах верстатів з ЧПК, промислових роботів, крано-маніпуляторних установках, а також в гідроприводах термопластавтоматів (ТПА) [1].

Метою даної роботи є забезпечення стійкої роботи гідропривода інжекційного вузла ТПА. Для досягнення даної мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Розробити нелінійну математичну модель регулятора потоку

2. Встановити вплив конструктивних параметрів регулятора тиску потоку на перебіг робочого процесу гідропривода інжекційного вузла ТПА.

3. Визначити рекомендовані величини конструктивних параметрів регулятора, що забезпечують підвищені динамічні характеристики гідропривода в усьому діапазоні його роботи.

В даній роботі досліджується мультирежимний регулятор потоку інжекційного вузла ТПА, в основі якого лежить клапан-«вальвістор» [2].

Конструкція регулятора дозволяє одночасно контролювати тиск та потік в гідроприводі інжекційного вузла ТПА [3].

Для моделювання процесів, дослідження динамічних характеристик регулятора використано пакет MATLAB, а саме один з його модулів Simulink. Розроблено математичну модель регулятора потоку інжекційного вузла ТПА, що включає ряд нелінійних параметрів.

В результаті дослідження нелінійної математичної моделі регулятора потоку було знайдено ряд динамічних характеристик [4] розробленого регулятора. Також проаналізовано вплив параметрів дроселя змінної провідності, який утворює гідравлічний зворотній зв’язок за положенням запірного елемента, на відтворення заданого закону зміни потоку.

На основі проведених досліджень можна зробити такі висновки: 1. Розроблено нелінійну математичну модель регулятора потоку гідропривода інжекційного вузла ТПА. 2. На основі імітаційного моделювання сформовано рекомендовані діапазони величин, що забезпечують аперіодичний перехідний процес. 3. Збільшення витрати через дросель змінної провідності веде до зменшення коливальності запірного елемента, проте збільшує пере регулювання за потоком в гідроприводі.

Список літератури

1. *Rosato D. V. Injection* molding handbook / Dominic V. Rosato, Donald V. Rosato, M. G. Rosato . - 3rd ed. – Boston, Dordrecht, London: Kluwer academic publisher, 2000. – 1481 p.
2. *Eriksson, Björn. A Novel* Valve Concept Including the Valvistor Poppet Valve / Björn Eriksson, Jonas Larsson, Jan-Ove Palmberg // The Tenth Scandinavian International Conference on Fluid Power, 2007. – С. 355–364.
3. *Козлов Л.Г. Розробка* базової моделі мультирежимного регулятора тиску та потоку інжекційного вузла термопластавтомата / Л.Г Козлов, В.А. Ковальчук, М.В. Гесаль // Промислова гідравліка і пневматика. – 2012.– №4(38).– С.61-65
4 *Попов Д. Н. «Динамика* и регулирование гидро- и пневмосистем». Учебник для машиностроительных вузов. М.,1976.