

УДК 621.22

С. В. Репінський, канд. техн. наук, доцент
Л. Г. Козлов, докт. техн. наук, доцент
Ю. А. Буренніков, канд. техн. наук, професор
О. В. Паславська, магістр

Вінницький національний технічний університет, repinskyisv@gmail.com

ПРО МОЖЛИВІСТЬ ПІДВИЩЕННЯ ККД АГРЕГАТУ РЕГУЛЬОВАНИЙ НАСОС-ЕЛЕКТРОДВИГУН

Асинхронні електродвигуни (АД) у яких регулювання швидкості здійснюється від перетворювачів частоти (ПЧ) знаходять все більше застосування в різних галузях [1]. В роботі розглядається гідропривод стаціонарного маніпулятора, в якому об'ємний насос живиться від АД з ПЧ. Стаціонарні маніпулятори успішно використовуються на лісопилних, целюлозно-паперових підприємствах, фанерних заводах, при навантаженні та розвантаженні залізничних вагонів, на заводах з переробки вторинної сировини тощо.

При використанні електродвигуна в якості приводу насоса втрати енергії в насосі зазвичай набагато більші, ніж втрати енергії в електродвигуні. Підвищення ККД агрегату регульований насос-електродвигун може забезпечити реальну економію енергії протягом терміну служби об'ємного гідроприводу.

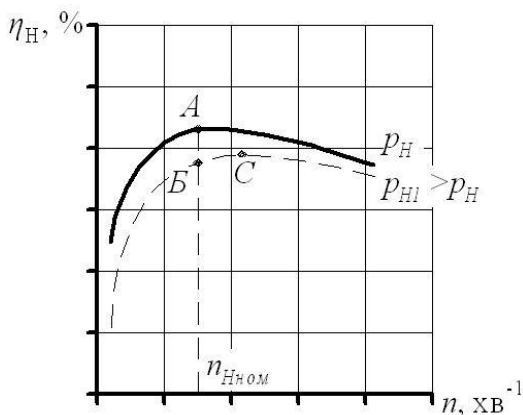


Рис. 1 – Залежність ККД регульованого насоса від режимів роботи

На рис. 1 наведена типова залежність ККД насоса в функції швидкості (частоти обертання n). Максимальний ККД насоса (точка А) має місце при частоті обертання близькій до номінальної $n_{нном}$. При зміні тиску на виході насоса (навантаження на виконавчому гідродвигуні) крива максимального ККД насоса зміщується вправо або вліво. Наприклад, при збільшенні p_H робота насоса з максимальним ККД буде при частоті обертання більшій за номінальну (точка С на рис. 1). Забезпечити необхідну частоту обертання насоса для роботи з максимальним ККД можна за рахунок електродвигуна з частотним перетворювачем. Однак зміна частоти обертання насоса зумовлює зміну величини подачі робочої рідини на виході насоса. Для підтримання заданої

швидкості виконавчого гідродвигуна насос необхідно комплектувати пропорційним регулятором подачі (робочого об'єму) з електронною системою керування [2–6]. Таким чином, використання агрегату регульований насос-електродвигун з ПЧ забезпечує ефективну роботу гідроприводу і дозволяє заощаджувати споживану енергію, однак потребує розробки певних цифрових алгоритмів узгодженої роботи пропорційного регулятора насоса та частотного перетворювача АД з урахуванням характеру навантажень в гідроприводі.

В будь-якому випадку, при роботі агрегату регульований насос-електродвигун повинна оцінюватися ефективність АД з частотним перетворювачем та ефективність регульованого насоса.

Загальні втрати АД залежать від навантаження, тому і ККД АД є функцією навантаження. На рис. 2 наведено типову криву ККД АД від відносної потужності $P/P_{ном}$. Ефективність АД змінюється разом з відносною потужністю на електродвигуні в порівнянні з номінальною характеристикою. До потужності в 0,5 ефективність більшості

електродвигунів значно не змінюється і для деяких електродвигунів досягає піку біля позначки 0,75.

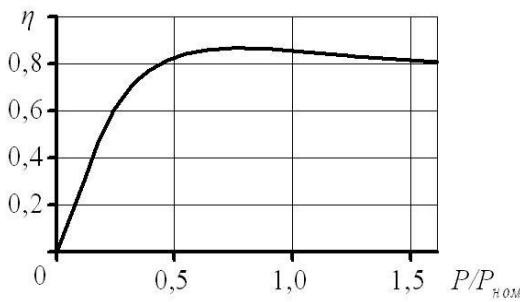


Рис. 2 – ККД асинхронного електродвигуна

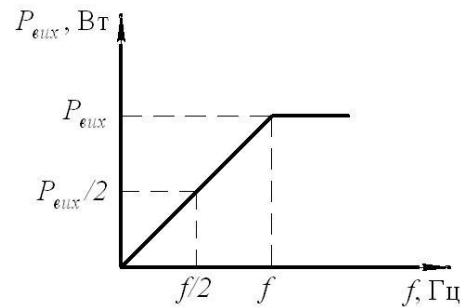


Рис. 3 – Залежність потужності АД від частоти напруги живлення

Ефект впливу зміни швидкості на ефективність АД можна зрозуміти з аналізу зміни вихідної потужності електродвигуна, що живиться від ПЧ в залежності від його швидкості (частоти) (рис. 3). Наприклад, позначимо при базовій частоті f потужність як P_u . Тоді при частоті $f/2$ вихідна потужність $P_{вих} = 0,5P_u$. Враховуючи, що втрати в електродвигуні складаються з теплових (електричних) втрат $P_{ел}$ (втрати на нагрівання обмоток) і втрат в сталі $P_{ст}$ (втрати на нагрівання сердечника) і припускаючи, що теплові втрати переважають, то ККД АД зменшується на низьких швидкостях, так як вихідна потужність АД знижується і, незважаючи на незначне зниження втрат в сталі (залежать від частоти), теплові втрати (пропорційні квадрату струму) зберігаються майже незмінними при постійному навантаженні, так що, врешті-решт немає значної зміни загальних втрат.

Тобто, визначимо ефективність як:

$$\eta = \frac{P_{вих}}{P_{вх}} = \frac{P_{вих}}{P_{вих} + \Sigma P_{втрат}}$$

де $\Sigma P_{втрат} = P_{ел} + P_{ст}$ ($P_{ел} > P_{ст}$).

Тоді при зниженні швидкості отримуємо зниження $P_{ст}$, але $\Sigma P_{втрат} \approx const$ ($P_{ел} \gg P_{ст}$) і, оскільки, знижується $P_{вих}$ (рис. 3), то η також падає (рис. 2).

Таким чином, ключовим фактором, який впливає на ККД АД є відносне навантаження на АД, що потрібно враховувати ще на етапі проектного вибору АД для приводу регульованого насоса.

Список посилань

1. Перельмутер В. М. Прямое управление моментом и током двигателей переменного тока / В. М. Перельмутер. – Харьков : Основа, 2004. – 210 с.
2. Козлов Л. Г. Наукові основи розробки систем гідроприводів маніпулятора з адаптивним регулятором на основі нейромереж для мобільних робочих машин : дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук : спец 05.02.02 «Машинознавство» / Козлов Леонід Геннадійович. – Вінниця, 2015. – 421 с.
3. Репінський С. В. Керування регульованих насосів в гідроприводах, чутливих до навантаження : монографія / С. В. Репінський, Л. Г. Козлов, Ю. А. Буренніков ; Вінниц. нац. техн. ун-т. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 199 с.
4. Репінський С. В. Система керування аксіально-поршневого регульованого насоса з профільованим вікном золотника комбінованого регулятора подачі : дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.02.02 «Машинознавство» / Репінський Сергій Володимирович. – Вінниця, 2011. – 248 с.

5. Буренніков Ю. А. Огляд електрогідравлічних систем керування насосами змінної продуктивності / Ю. А. Буренніков, Л. Г. Козлов, С. В. Репінський // Вісник Хмельницького національного університету. Серія «Технічні науки». – 2016. – № 2(235). – С. 202–206.

6. Буренніков Ю. А. Система керування аксіально-поршневого регульованого насоса з профільованим вікном золотника комбінованого регулятора подачі / Ю. А. Буренніков, Л. Г. Козлов, С. В. Репінський // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Серія «Машинобудування». – 2012. – № 64. – С. 113–118.

УДК 621.9.06–082

О.А. Циба, старший викладач

Черкаський державний технологічний університет, tsyba68@ukr.net

ГІДРОПРИВІД ОБЕРТАЛЬНОГО РУХУ З ДВОПОТОЧНИМ ОРБИТАЛЬНО–РОЛИКОВИМ ГІДРОМОТОРОМ

Гідромотори в складі гідростатичного приводу обертального руху середньої та великої вантажопідйомності відіграють важливу роль у перетворенні енергії. У подальшому розвитку транспортувального обладнання машинобудівних виробництв пропонується нова схема використання орбитально-роликової гідромашини (ОРГМ) у якості приводного гідромотора середньої вантажопідйомності [1]. Геометричні форми основних елементів ОРГМ та їх взаємне розташування створюють компактний пристрій з можливістю агрегатування та вбудовування у робочі механізми як разом з підшипниками кочення, так і окремо. Конструкція ОРГМ ґрунтується на принципі роботи планетарної передачі з фрикційним контактом кочення між роликовими тілами обертання [2].

Розроблена принципова схема гідростатичного приводу (рис. 1) має на меті вдосконалення його енергетичних характеристик.

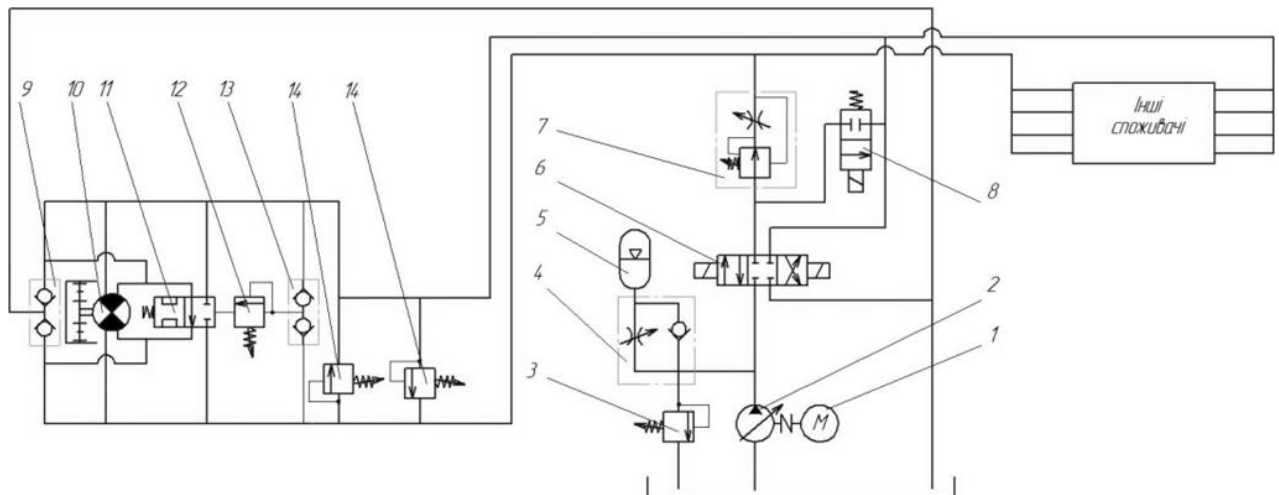


Рис. 1 – Схема гідростатичного приводу обертального руху

ОРГМ, працюючи почергово в режимі гідромотору та гідронасосу, дає змогу:

- значно зменшити рухому масу за рахунок відмови від традиційного приводу та системи гідрогальм;
- отримати незалежний привід з безступінчастим регулюванням без зупинки;
- зменшити енергоспоживання за рахунок повернення енергії гальмування на підзарядку гідроакумулятора;
- зменшити навантаження на опорні підшипники маточної;
- підвищити швидкодію в момент пуску за рахунок покращеної герметичності гідромотора.