

АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД ДИМОСОСУ КОТЕЛЬНОЇ

Чубань Ю.С., студент, Красношарпа Н.Д., к.т.н., доцент.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

Вступ. Теплові електростанції (ТЕС) і теплоелектроцентралі (ТЕЦ), які працюють на органічному паливі, виробляють суттєву долю енергії в сумарному енергетичному балансі України. Зростання вартості органічного палива та певний його дефіцит призводять до зменшення його споживання і, як наслідок, роботи котлоагрегатів не на повну потужність. У червні 2017 року споживання вугілля ТЕС і ТЕЦ знизилося на 30,5% (на 769,6 тис. тонн) у порівнянні з аналогічним місяцем 2016 року - до 1 млн 754,9 тис. тонн [1].

Продуктивність котлоагрегатів регулюється за допомогою тягових вентиляторів та димососів. Автоматична подача повітря регулюється за такими непрямими показниками: кількість палива; витрата пари; кількість тепла та ін. Для підтримки стійкого процесу горіння необхідно видаляти продукти згоряння димососами. Непрямим показником відповідності між поданням в топку палива і повітря й видаленням продуктів згоряння служить розрідження в камері згоряння. Збільшення розрідження призводить до зростання присосів повітря в топку і газоходи. При цьому збільшується витрата електроенергії на привід димососа, і економічність роботи установки знижується. Не можна допускати в топці надмірного тиску, оскільки при цьому димові гази потраплятимуть в приміщення.

Камера згоряння при роботі повинна знаходитися під розрідженням. Витрата повітря і розрідження в топці регулюються зміною продуктивності вентиляторів тяги і димососів [2]. Переважна більшість вентиляторів тяги і димососів комплектуються асинхронними електродвигунами з короткозамкненим ротором.

Основними способами управління вентиляторів і димососами є:

1. Засувки на виході. Засувки забезпечують управління подачею за допомогою зміни опору на шляху газу. При прикритті засувки знижується величина подачі і збільшується тиск перед нею. При збільшенні опору в повітропроводі засувки змушують вентилятор працювати проти більш високого протитиску, що знижує його продуктивність. Оскільки вентилятор працює з більш високим протитиском, то потужність, споживана з мережі, суттєво не зменшується, а коефіцієнт корисної дії (ККД) установки зменшується.

Вентилятори, які працюють далеко від точки з найбільшим ККД, мають збільшені витрати на експлуатацію і обслуговування.

2. Направляючі апарати на вході. Направляючі апарати частіше використовуються для відцентрових вентиляторів, ніж для осьових. Вони змінюють профіль газового потоку, що входить у вентилятор. Направляючі апарати створюють вихори, які обертаються в тому ж напрямі, що і лопаті вентилятора. Ці вихори, що обертаються попереду, зменшують кут атаки між

газом, що входить, і лопатками вентилятора. Це зменшує навантаження на вентилятор, а також знижує тиск подачі.

При зміні жорсткості вхідних вихорів, направляючі апарати істотно змінюють характеристику вентилятора. Оскільки вони можуть понизити як кількість газу, що подається, так і навантаження, то направляючі апарати можуть поліпшити ККД вентилятора. Такі системи досить ефективні, коли потрібно подати 80–100% від максимальної кількості повітря, проте, при нижчих подачах ефективність їх знижується.

3. Зміна кута нахилу лопаток осьового вентилятора. Зниження кута атаки знижує як подачу, так і навантаження двигуна. Цей метод дозволяє підтримувати ККД вентилятора досить високим в робочому діапазоні, знижувати пускові механічні навантаження. Недоліком цього методу є складність його реалізації. Механізми регулювання кута нахилу лопаток піддаються засміченню, знижуючи точність регулювання, а з часом і взагалі можуть вийти з ладу, особливо, якщо вони знаходяться в зоні високих температур або агресивних середовищ. При зниженні продуктивності менше половини від максимальної, ККД двигуна при такому регулюванні значно знижується.

4. Зміна частоти обертання механізму. Найбільш ефективним способом для цього являються частотно-регульовані електроприводи на основі перетворювачів частоти [3, 4].

Мета роботи. Порівняти енергетичну ефективність різних способів керування продуктивністю димососа котлоагрегату.

Матеріали і результати досліджень. На рисунку 1 показані залежності споживаної потужності при регулюванні продуктивності струминних механізмів для різних способів управління [5], де 1 – регулювання засувкою; 2 – з направляючими апаратами на вході; 3 – зміною кута нахилу лопатей; 4 – використання частотно-регульованого електропривода

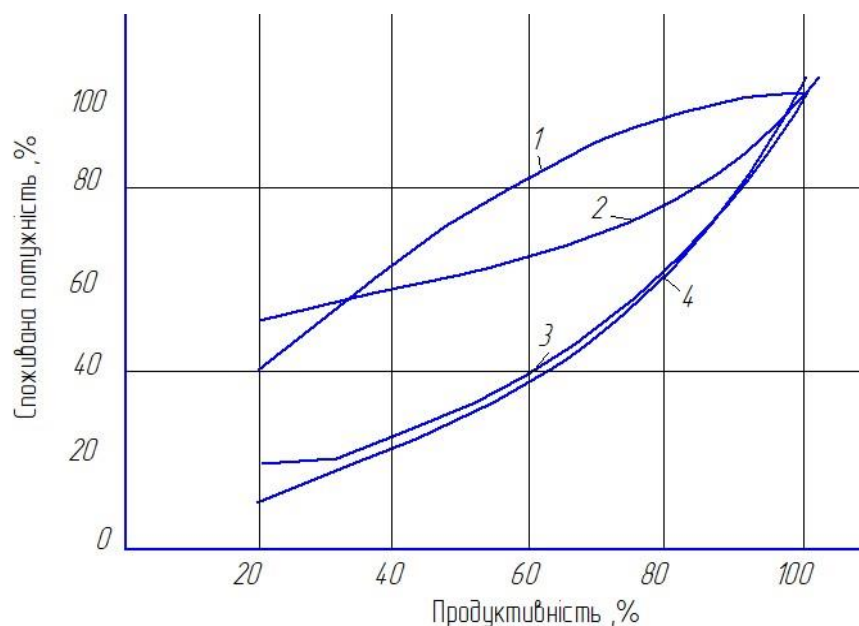


Рисунок 1 – Залежність споживаної потужності від продуктивності

В зв'язку із специфікою механізму, двигун при пуску має подолати значний момент інерції вентилятора димососа, тому в некерованому електроприводі його вибирають із значним завищенням за потужністю для забезпечення більшого пускового моменту, хоча надалі він працюватиме в тривалому режимі S1. Пуски механізму димососу відбуваються рідко, тому основний час двигун буде недовантажений і матиме низькі енергетичні показники [6]. Також буде присутнє явище «удару» при прямому пуску, яке зменшує термін експлуатації механізму [7].

Найбільш вигідним з точки зору споживання електроенергії є регулювання частоти обертання приводного двигуна за допомогою перетворювача частоти [8].

Використання частотно-регульованого електропривода дозволяє зменшити потужність встановленого електродвигуна димососа, забезпечуючи енергоефективне керування технологічними параметрами (продуктивність, тиск), уникаючи втрат в засувках або із-за надмірної подачі. При частотному регулюванні в широких межах ККД вентилятора залишається практично постійним. Окрім того, забезпечуються економія електроенергії, плавний пуск і зупинка привідного механізму, що зменшує пусковий струм електродвигуна, зростає термін безаварійної експлуатації об'єкта в цілому, виключається можливість гідроударів в системі.

Визначимо економію електроенергії при використанні частотно-регульованого електропривода димососа за умови неповного завантаження котлоагрегату. Споживана потужність P є функцією від продуктивності димососа Q : $P = f(Q)$, яка в свою чергу пропорційна кубу швидкості обертання електродвигуна $Q \sim \omega^3$ [9].

Отже, можна вважати, що споживана електрична потужність також залежить від кубу швидкості обертання двигуна $P = f(\omega^3)$.

Порівняємо два способи регулювання продуктивності димососа: за допомогою засувки та частотне регулювання швидкості. При зменшенні подачі до 60% від номінальної, при регулюванні засувкою споживана потужність практично не змінюється. При частотному регулюванні швидкість обертання дорівнюватиме

$$\omega = \omega_n \sqrt[3]{\frac{Q}{Q_n}} = \omega_n \sqrt[3]{\frac{0,6}{1}} = 0,84\omega_n.$$

Тобто, вона зменшиться в 1,19 рази.

Споживана потужність дорівнюватиме

$$P = f(\omega^3) = 0,6P_n$$

і зменшиться в 1,7 рази. Економія протягом місяця при цілодобовій щоденній роботі котлоагрегату можна визначити за формулою:

$$E = (P_1 - P_2) \cdot C \cdot T,$$

де

E – економія в місяць, грн.;

P_1 – споживана потужність до модернізації, кВт;
 P_2 – споживана потужність після модернізації, кВт;
 C – ціна електроенергії, грн./кВт·год.
 T – час роботи в місяць, год.

Прийmemo, що $T = 24 \cdot 30 = 720$ год.

Ціна електроенергії $C = 2,15$ грн./кВт · год [10].

Для електропривода з потужністю двигуна 30 кВт при частотному керуванні споживана потужність зменшиться до $P_1 = 18$ кВт.

Місячна економія складе

$$E = (30 - 18) \cdot 2,15 \cdot 720 = 18576 \text{ грн.}$$

Висновки. Отже, при використанні частотно-регульованого електропривода для керування продуктивністю димососу котлоагрегату при неповному його завантаженні можна отримати суттєвий економічний ефект, особливо враховуючи постійне зростання цін на електроенергію. Окрім цього, дане рішення дозволяє дещо зменшити встановлену потужність електродвигуна, подовжити ресурс його роботи і покращити регульовальні властивості самого котлоагрегату. Спільне застосування частотно-регульованих електроприводів димососу та вентилятору нагнітача дозволить реалізувати автоматичне керування котлоагрегатом, яке забезпечить найкращі умови згоряння палива і, відповідно, максимальну енергоефективність.

Перелік посилань

1. epravda.com.ua [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://www.epravda.com.ua/publications/2016/06/13/595696>.
2. Ерофеев В.Л., Семенов П.Д., Пряхин А.С. Теплотехника: Учебник для вузов. – М.: Академкнига, 2006. – 488 с.
3. Оксфордская иллюстрированная энциклопедия. – Т. 6. Изобретения и технологии Под ред. Монти Финнистон. – М.: Изд-во «Весь Мир», 2002. – 406 с.
4. Браславский И.Я. Энергосберегающий асинхронный электропривод: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / И.Я.Браславский, З.Ш. Ишматов, В.Н. Поляков; Под ред. И. Я. Браславского. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 256 с.
5. Энергия преобразования/ Вентиляторы и дымососы [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://eosltd.com.ua/ru/ventilatory_i_dymososy.htm
6. Ключев В.И. Теория электропривода: Учебник.– М.: Энергоатомиздат, 2001. – 704 с.
7. Соколов Б.А. Котельные установки и их эксплуатация / Б.А. Соколов. – 2-е изд., испр. – М.: Издательский центр "Академия", 2007. – 432 с.
8. Соколов Б.А. Устройство и эксплуатация оборудования газомазутных котельных : учеб. пособие для нач. проф. образования / Б.А.Соколов. – М.: Издательский центр "Академия", 2007. – 304 с.
9. Сидельниковский Л.Н. Котельные установки промышленных предприятий: учебник для вузов / Л.Н. Сидельниковский, В.Н. Юрьев. – 3-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 528 с.
10. Київенерго/ Тарифи на електричну енергію (крім населення) [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://kyivenergo.ua/ee-company/tarifi>