УДК 628.356.3

А.М. Ковальчук, канд. техн. наук, доцент; **О.П. Романець**
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИТРАТ НА ЕЛЕКТРИЧНУ ЕНЕРГІЮ ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

У статті проаналізовані заходи щодо скорочення споживання електроенергії системою аерації для підприємств біологічної очистки промислових стічних вод. Розглянуто переваги та недоліки регулювання подачі повітря багатоступінчастими та одноступінчастими повітродувками, створення мембранних елементів та заміна старої системи аерації, що значно скорочують витрати на електроенергію.

Ключові слова: аерація, енергоефективність, енергоспоживання.

Вступ

На даний час основну функцію в процесах очищення стічних вод від органічних і біогенних забруднень виконують штучні біологічні споруди - аеротенки, обладнані різноманітними системами аерації. Внесення кисню в споруди біологічної очистки для підтримки життєдіяльності мікроорганізмів активного мулу є невід'ємною частиною технологічного процесу очищення стічних вод. Аналіз літературних даних і досвіду експлуатації очисних споруд дозволяє визначити основні категорії енерговитрат і ефективність заходів щодо скорочення споживання електроенергії. Як видно з рис. 1, основним споживачем електроенергії на очисних спорудах є аерація та насосне обладнання. Основна частка електроенергії використовується на повітродувки, які необхідні для подачі повітря в аераційну систему аеротенка. Саме тому необхідно приділити належну увагу оптимізації експлуатаційних витрат [1,2].

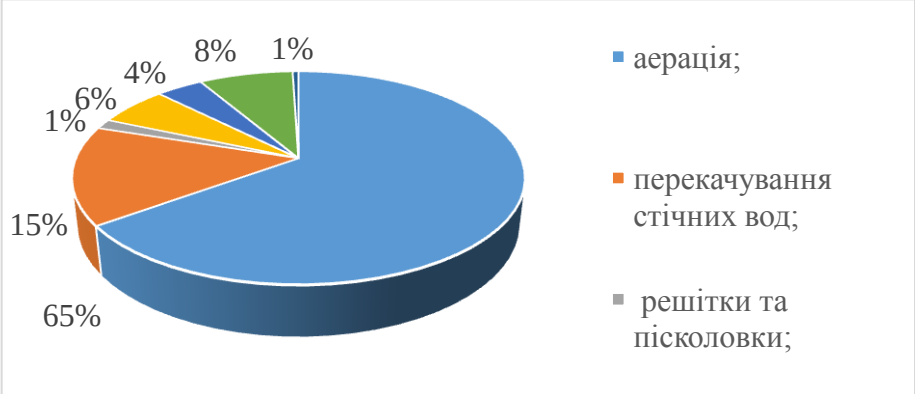

Рис.1. Розподіл витрат електроенергії на каналізаційних очисних спорудах [3]

Мета та завдання. Метою роботи є виявлення шляхів зниження енергоспоживання на очисних спорудах. Сучасні норми споживання електроенергії пред'являють вимоги до енергоефективності роботи обладнання та шляхів оптимізації енергетичної схеми роботи очисних споруд. Так, наприклад, при установці нового повітродувного устаткування можна заощадити до 20 % електроенергії; при впровадженні технології нітри- денітрифікації та встановлення сучасних аераційних систем - до 30 %; заміна насосних агрегатів на сучасні може підвищити енергоефективність на 10 %; впровадження комплексної системи автоматичного управління - до 15 %. Природно, комплекс перерахованих енергозберігаючих заходів не може дати ефект, який дорівнює сумі ефектів від кожного з них, але в цілому його можна оцінити як 40 %, а в деяких сприятливих випадках і 50 % [2].

Протягом доби господарсько-побутові стічні води надходять на очисні споруди нерівномірно, в той час як подача повітря багатоступінчатими турбоповітродувки постійна. При використанні традиційних повітродувок регулювання подачі повітря можна реалізувати дроселюванням потоку на всмоктуванні або зміною швидкості обертання вала двигуна. Обидва способи призводять до зниження ККД. Перший - унаслідок зростання втрат при проходженні повітря через дросель. Неефективність другого обумовлена тим, що зі зниженням частоти обертання турбокомпресора різко падає гідростатична складова напору, яка є основною в аераційній системі. Тому при високих тарифах і (або) високій частці

© Ковальчук А.М., Романець О.П., 2014

витрат на електроенергію (по відношенню до інших витрат) традиційні багатоступінчасті повітродувки не ефективні. Значно вищим ККД володіють одноступінчасті відцентрові турбокомпресори з поворотними лопатками на вході і виході, а також з валом на магнітних або «повітряних» підшипниках. Вони відрізняються надвисокою швидкістю обертання (порядку 30 тис. об / хв), компактністю , ергономічністю, майже безшумні , проте досить дорогі. Для їх регулювання використовуються частотні електроприводи. Одноступінчасті нагнітачі повітря з поворотними лопатками мають найвищий ККД і здатні зберігати його в широкому діапазоні регулювання - від 100 до 40-45% за номіналом, мають набагато менші розміри в порівнянні з багатоступінчатими нагнітачами. Вібрація і шум , характерні для традиційних турбонагнітачів, мінімізовані. В якості підстави одноступінчастого турбокомпресора служить масивний металевий резервуар, наповнений машинною оливою. Завдяки цьому повітродувку можна монтувати на підлогу (без фундаменту) за допомогою компактних п'ят і клею.

Матеріал і результати досліджень. Управління одноступінчастими турбомашинами здійснюється поворотом лопаток на вході і виході за датчиками кисню в аеротенках та температурою повітря на всмоктуванні. У результаті такого тонкого регулювання подача повітря може повністю відповідати нерівномірності припливу стічних вод, а за рахунок адаптації до зміни температури повітря забезпечується додаткова економія близько 20-25 %. Одноступінчасті повітродувки з керованими лопатками, незважаючи на відносно високу вартість, набагато вигідніші багатоступеневих [3].

Найбільш перспективним напрямком у вдосконаленні аераційної системи стічних вод є створення мембранних елементів, які практично не схильні до біообростання, що в процесі експлуатації веде до значної економії електроенергії, тому що це найбільш ефективний спосіб перенесення кисню в стічні води, гнучкий з точки зору управління подачі кисню за рахунок регулювання швидкості обертання повітродувки. Способів регулювання продуктивності компресорних установок багато, вибирати оптимальний спосіб необхідно на підставі всіх існуючих факторів, в першу чергу - економічної доцільності та періоду окупності обраного методу. Сьогодні вже є можливість встановити сучасні повітродувки, які піддаються регулюванню продуктивності при високому рівні ККД, що дає можливість знизити енергоспоживання на 45 %.

Способів регулювання продуктивності компресорних установок багато, вибирати оптимальний спосіб необхідно на підставі всіх існуючих факторів, у першу чергу - економічної доцільності та періоду окупності вибраного методу. На сьогодні вже є можливість встановити сучасні повітродувки, які піддаються регулюванню продуктивності при високому рівні ККД, що дає можливість знизити енергоспоживання на 45 %. На режим роботи повітродувок, що подають повітря в аеротенки біологічних очисних споруд, впливають: ступінь забрудненості стічних вод, її температура і кількість стоків, що надходять на очисні споруди. Діапазон зміни подачі повітря цих установок лежить в межах 25-100 % максимальної подачі повітря. Особливу складність для експлуатації представляє періодичне відключення електроенергії і, як наслідок, припинення аерації. Через пори і канали аераторів всередину надходить мулова суміш, яка підвищує опір і знижує обсяг повітря, що подається. Дану суміш при повторному включенні повітродувного обладнання слід випускати, що призводить до підвищення споживання електроенергії, гідравлічних ударів і, як наслідок, - до руйнування окремих аераторів. Через зруйновані аератори виходитиме основна витрата повітря, впливаючи на рівномірність аерації, створюючи застійні зони, знижуючи якість очищення води. Для відновлення пошкоджених аераторів найчастіше необхідно спорожнення аеротенків, що в підсумку вимагає істотних економічних і тимчасових витрат [1].

Висновки . Заміна закольмітованої старої системи аерації новою, ефективною дозволить заощадити до 50 % електроенергії, що витрачається на аерацію (або за неможливості регулювання подачі повітря, що актуально для багатьох споруд, - значно підвищити ефективність очищення стічних вод). При виборі нової аераційної системи слід уважно вивчити досвід застосування пропонованих рішень. На ринку присутні аераційні системи, ефективність яких досить істотно падає вже через 2-3 роки експлуатації.

Первинним фактором, що спричиняє вплив на енергоефективність дрібнопухирчастої аерації, є навантаження на диспергатор. При навантаженні вище оптимального, повітря виходить з пор із занадто великою витратою, в результаті чого діаметр бульбашки збільшується. При цьому пропорційно знижується ефективність аераційної системи [4].

Вирішити питання зниження витрат електроенергії можна шляхом заміни старих повітродувних установок, що вичерпали свій ресурс, на сучасні регульовані повітродувки. Удосконалення аераційних пристроїв дає більш істотний і стабільний ефект в економії електроенергії. Однак розглядати оптимізацію аераційної системи стічних вод необхідно одночасно з поліпшенням роботи як аераторів, так і повітродувок.

Список літератури

1. Благодарная, Г. И. "Энергосбережение при биологической очистке сточных вод." (2013).

2. Юрченко, В. А., А. В. Смирнов, and М. А. Есин. "Опыт повышения энергоэффективности работы очистных сооружений канализации." Коммунальное хозяйство городов 107 (2013): 176-183.

3. Березин, С. Е. "Управление воздуходувками–действенная мера энергосбережения в инфраструктуре водоотведения." Журнал «Водоснабжение и санитарная техника 3 (2012): 55-58.
4. Данилович, Д. А. "Энергосбережение и альтернативная энергетика на очистных сооружениях канализации." М: Водоснабжение и санитарная техника 1 (2011).

A. Kovalchuk, O. Romanets
National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»

WAYS TO REDUCE OPERATING COSTS FOR ELECTRICITY FOR ENTERPRISES CLEANING WASTEWATER

The article analyzes the measures to reduce electricity consumption of aeration system for enterprises biological treatment of industrial wastewater. Considered air control multistage and single-stage blowers, creating membrane elements and replacing the old system of aeration.

Keywords: anaerobic processes, aerobic process, treatment and biogas.

1. Blagodarnaya G. "Energysaving in waste water treatment." (2013).
2. Yurchenko V., Smirnov A., and Esin M. " Experience improved energy efficiency of sewage treatment facilities Utilities cities 107 (2013): 176-183.
3. Berezin S. " Manage blowers-effective measure energy savings in wastewater infrastructure." Magazine Water Supply and Sanitary Equipment 3 (2012): 55-58.
4. Danilovich D. " Energy conservation and alternative energy at the wastewater treatment plant." M: Water supply and sanitary engineering 1 (2011).

УДК 628.356.3

А.М. Ковальчук, канд. техн. наук, доцент, **А.П. Романец**
Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ЭНЕРГИЮ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

В статье проанализированы меры по сокращению потребления электроэнергии системой аэрации для предприятий биологической очистки промышленных сточных вод. Рассмотрены вопросы регулировки подачи воздуха многоступенчатыми и одноступенчатыми воздуходувками, создания мембранных элементов и замены старой системы аэрации.

Ключевые слова: аэрация, энергоэффективность, энергопотребление.

Надійшла 26.10.2014
Received 26.10.2014

УДК 621.311.001.57(063)

О.М. Закладний, канд. техн. наук, доцент; **Д.Ю. Могилат**
О.О. Закладний, канд. техн. наук, доцент; **В.Г. Смоляр**
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ РУХУ ЕЛЕКТРОНАВАНТАЖУВАЧА ЗА ДОПОМОГОЮ АДАПТИВНОЇ ФАЗЗІ - НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

Проведено аналіз та порівняння двох віртуальних моделей електропривода руху з вентильним двигуном (ВД) з синхронною машиною на постійних магнітах для електронавантажувача. У першій моделі використовується ПІ-регулятор з нечіткою логікою для використання енергоефективного закону управління ВД. У другій швидкість оцінюється за допомогою регулятора на основі штучної нейронної мережі (ШНМ). Для використання енергоефективного закону управління ВД застосовано адаптивний механізм, заснований на порівняльній моделі - регуляторах на базі адаптивної фаззі-нейронної мережі (АФНМ) та ШНМ. Проаналізовано показники швидкодії в різних станах систем: постійному, змінному, перехідному тощо. За результатами дослідження вибрано другу модель, яка найбільшою мірою задовольняє вимоги до керування електроприводом руху електронавантажувача.

Ключові слова: електронавантажувач, вентильний двигун, синхронна машина з постійними магнітами, фаззі-нейронна мережа, фаззі-логіка, адаптивне керування.

© Закладний О.М., Могилат Д.Ю., Закладний О.О., Смоляр В.Г., 2014