

УДК 332.142.4 (477.52)

ПРО ПОТЕНЦІАЛ ЕКОНОМІЇ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ НА ОБ'ЄКТАХ БЮДЖЕТНОЇ СФЕРИ СУМСЬКОГО РЕГІОНУ

Гриценко К.Г., к.т.н., ДНВП «Сумський центр з енергозбереження»

Покращання економічних показників України неможливе без значних інвестицій. Для того, щоб запобігти їхньому розпорошенню, обираються пріоритетні галузі та напрямки матеріального виробництва і технології. На цей час однією з перших в списку пріоритетів є економія енергоресурсів. При цьому слід врахувати, що паливо і енергія є одними з основних видів природних матеріальних ресурсів, які не відновлюються. При значних масштабах економіки України ощадливе, дбайливе використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) є найважливішим резервом покращання результатів господарювання та подолання кризових явищ. Збільшення вимог до раціональності використання ресурсів усіма категоріями споживачів обумовлене обмеженістю джерел ПЕР на території України та наявністю стійких тенденцій до зростання вартості палива та енергії. Особливо актуальними ці вимоги є для споживачів бюджетної сфери, що знайшло відображення в Указі Президента України №662 від 16 червня 1999 року "Про заходи щодо скорочення енергоспоживання бюджетними установами, організаціями та казенними підприємствами". Відомо, що найбільш ефективні способи економії ПЕР можуть бути запропоновані лише при спеціалізованому енергетичному обстеженні підприємства, організації або установи - споживача енергоресурсів. Зокрема, в постанові Кабінету Міністрів України №2183 від 30 листопада 1999 року "Про скорочення енергоспоживання бюджетними установами, організаціями та казенними підприємствами" відмічається, що для скорочення енергоспоживання повинні проводитися енергетичні обстеження бюджетних установ, організацій та казенних підприємств, під час яких встановлюються обсяги споживання енергоресурсів. За висновками таких обстежень і впроваджуються ефективні енергозберігаючі заходи.

Питання раціонального використання енергоресурсів вимагають комплексного, системного підходу до проблеми. Державне науково-виробниче підприємство "Сумський центр з енергозбереження" на сьогодні має досвід проведення комплексних енергетичних обстежень найбільш поширених об'єктів бюджетної сфери регіону: закладів освіти і охорони здоров'я, виробничих управлінь водопровідно-каналізаційного господарства та інших. Проводяться енергетичні обстеження також і промислових підприємств. На жаль, в практиці роботи бюджетних підприємств області організація та управління енергозбереженням залишаються недосконалими. Навіть в сучасних складних умовах прогнозування, планування, нормування та контролю за використанням енергоресурсів приділяється

недостатньо уваги. Наприклад, питомі витрати електроенергії одного з районних виробничих управлінь водопровідно-каналізаційного господарства перевищують питомі витрати аналогічного підприємства з іншого району Сумської області на підйом та подачу води — у 2,23 рази, на транспортування стоків — у 2,86 рази, на очистку стоків — у 2,91 рази. Аналіз споживання енергоресурсів об'єктами бюджетної сфери Сумського регіону дозволив виявити значний потенціал економії енергії, причому розрахункові строки окупності заходів з економії енергії, — як електричної, так і в області споживання природного газу, — є досить короткими (один-два роки). Це свідчить про те, що такі розповсюджені та важливі для розбудови нашої держави об'єкти, якими є бюджетні, на сьогодні являються одними з найбільш перспективних для впровадження енергозберігаючих заходів в масштабах України.

Основними споживачами електроенергії в структурі енергоспоживання типової районної лікарні Сумської області являються освітлювальна система ($\approx 24\%$), водопровідна насосна станція ($\approx 17\%$) та каналізаційна насосна станція ($\approx 11\%$). Застосовується також велика кількість спеціалізованого медичного обладнання, споживаючого електроенергію. Постачальником електричної енергії є ВАТ “Сумиобленерго”. Використовуючи прогресивні прилади (в першу чергу енергоефективні люмінесцентні лампи) та технології освітлення можна значно скоротити витрати електроенергії на освітлення приміщень лікарні без погіршення санітарних умов, причому першочергової заміни потребують ті лампи розжарювання, які працюють всю ніч або цілодобово. Загальновідомо, що найбільш ефективний спосіб економії енергетичних затрат на освітлення — це його відключення при відсутності необхідності в освітленні. Сучасні ж системи управління освітленням дозволяють автоматично відключати або зменшувати рівень освітлення в приміщеннях: відключати освітлення в залежності від періоду доби, природного освітлення, наявності в помешканні людей (з використанням реле різного принципу дії); зменшувати рівень освітлення у відповідності зі зміною природного освітлення. Але слід мати на увазі, що системи управління освітленням найбільш ефективні тоді, коли освітлювальна апаратура є сучасною або хоча б модернізованою.

Значна частка коштів витрачається закладами охорони здоров'я Сумського регіону на систему тепlopостачання, яка звичайно знаходиться на балансі іншого підприємства - “Сумитеплокомуненерго”. При цьому встановлена теплова потужність котлоагрегатів котельні, коефіцієнт корисної дії яких не перевищує 90%, є завищеною і не узгодженою з об'єктом тепlopостачання — закладом охорони здоров'я. Існуючий потенціал економії теплової енергії в лікарні може бути реалізований при очищенні системи опалення від накипу та шламу шляхом промивання внутрішньої поверхні, що дає змогу збільшити

тепловіддачу, та установці автономної котельні з водогрійними котлоагрегатами сучасної конструкції, які використовують як паливо природний газ, разом з впровадженням системи автоматичного регулювання температури теплоносія в залежності від фактичних потреб споживачів та температури зовнішнього повітря — електронного регулятора температури з погодною корекцією. Децентралізація системи теплопостачання дозволяє також скоротити протяжність тепломереж і втрати тепла в них. Вона є найбільш перспективним енергозберігаючим заходом в галузі теплопостачання закладів охорони здоров'я Сумського регіону.

Основними споживачами ПЕР в структурі енергоспоживання типового закладу освіти Сумської області, як і в структурі споживання ПЕР закладу охорони здоров'я, являються освітлювальні точки та система теплопостачання, характерною особливістю якої є низький коефіцієнт корисної дії використовуваних котлоагрегатів та завищена потужність встановленого насосного обладнання. Тому приведені вище для лікарень шляхи реалізації існуючого потенціалу економії енергоресурсів прийнятні і для закладів освіти.

Основними споживачами електроенергії в структурі виробничих управлінь водопровідно-каналізаційного господарства Сумського регіону являються очисні споруди, каналізаційна система та система водопостачання (див.рис.1).



Рисунок 1 — Діаграма процентного співвідношення споживання електроенергії окремими підрозділами одного з виробничих управлінь водопровідно-каналізаційного господарства Сумської області за 2001 рік

Як показав аналіз енергоспоживання цих об'єктів, перевитрата електроенергії очисними спорудами може бути усунена шляхом заміни існуючих повітродувок на менш потужне обладнання у відповідності з реальним навантаженням та впровадженням регульованого електроприводу на одній повітродувці для автоматичного регулювання подачі

повітря. При електронному регулюванні швидкості обертання повітродувки ефективність перетворення електричної енергії в механічну залишиться високою на всім діапазоні технологічного навантаження, бо коефіцієнт корисної дії перетворювача частоти становить 98% і практично не змінюється. При застосуванні регульованого електроприводу існує також можливість збільшення продуктивності повітродувки за рахунок регулювання швидкості обертання повітродувки вище номінального значення (так звана верхня зона регулювання швидкості).

Насосне обладнання каналізаційної системи в основному повністю виробило свій ресурс і внаслідок застарілої конструкції та проведення багаторазових ремонтних робіт має низьку енергоефективність, тому потребує невідкладної заміни.

Економія електроенергії та усунення втрат води в системах водопостачання регіону досягаються, в першу чергу, за рахунок встановлення приладів обліку споживання води у споживачів, гідравлічного обстеження водопровідних мереж для виявлення і ліквідації витоків води, а також переводу водозаборів, що працюють по схемі з водонапірними баштами-накопичувачами води, на нічний режим роботи (з 23⁰⁰ до 6⁰⁰) з оплатою електроенергії за зниженим тарифом. За рахунок цього досягаються соціальні та економічні результати, що поліпшують умови життя людей, підвищують економічний потенціал держави, зменшують екологічний збиток.

У випадку, коли водозабори працюють по схемі з насосними станціями (НС) другого підйому, доцільним є обладнання таких НС регульованим електроприводом з метою стабілізації тиску в диктуючих точках системи водопостачання, бо коливання водоспоживання на протязі року є суттєвими (до 10 разів). Тільки за рахунок цього заходу можна максимально реалізувати існуючий в системах водопостачання потенціал економії електроенергії. Але крім застосування більш досконалого технологічного і електротехнічного обладнання, необхідно розвивати системи автоматизації НС з метою підвищення ефективності управління технологічним обладнанням. Це дозволить реалізувати існуючі в системах водопостачання внутрішні резерви підвищення ефективності їхнього функціонування, пов'язані з удосконаленням процесів управління водопостачанням на базі сучасних інформаційних технологій управління та засобів керуючої комп'ютерної техніки.

На НС другого підйому насосні агрегати працюють паралельно на спільний колектор, причому загальна подача НС дорівнює сумі подач окремих насосних агрегатів. Для мінімізації енерговитрат потрібно використовувати і регульовані і нерегульовані насосні агрегати, бо відсутність регульованих насосних агрегатів не дозволяє виконати технологічне завдання з мінімальними енерговитратами при коливаннях водоспоживання, а застосування

тільки регульованих насосних агрегатів, з порушенням принципу достатності, призводить до невиправдано високих капітальних витрат [1]. Такий приклад показано на рис.2, де НА1 –

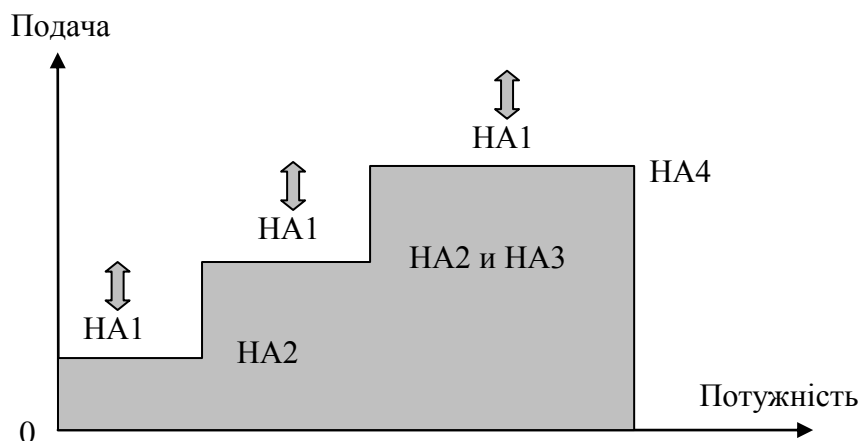


Рисунок 2 — Приклад включення в робочу технологічну схему насосної станції регульованих і нерегульованих насосних агрегатів

регульований насосний агрегат №1; НА2, НА3 і НА4 – нерегульовані насосні агрегати відповідно №2, №3 і №4.

Система автоматизації при зміні технологічного завдання на тиск і подачу НС приймає рішення про включення/відключення встановленого на НС технологічного обладнання: насосних агрегатів, трубопроводів, засувки у відкритому або закритому положеннях. Іншими словами, система автоматизації виконує вибір робочої технологічної схеми НС. Після вибору (зміни) робочої технологічної схеми система автоматизації НС здійснює координацію режимів роботи регульованих та нерегульованих насосних агрегатів для забезпечення тиску $H_{нс}$ в напорному колекторі НС на заданому рівні і максимізації поточного значення коефіцієнта корисної дії НС.

Відмітимо, що в загальному випадку насосні агрегати поділяються на три групи: нерегульовані, регульовані та умовно регульовані. До групи нерегульованих насосних агрегатів входять насоси, електродвигуни яких прямо включені в електромережу (рис.3а) і за технічних причин не можуть бути підключені до керованих перетворювачів (напруги або частоти). Нерегульовані насосні агрегати можуть бути підключені до індивідуальних пристроїв м'якого пуску або по черзі включатися в електромережу одним таким пристроєм при відповідній конфігурації силових ланцюгів насосних агрегатів. До групи регульованих насосних агрегатів входять насоси, електродвигуни яких підключені до керованих перетворювачів і не можуть бути прямо включені в електромережу (рис.3б). Можлива і третя група насосних агрегатів. Назвемо їх умовно регульованими. Електродвигуни цих насосних агрегатів можуть працювати або в нерегульованому режимі при прямому включенні в електромережу або в регульованому режимі при включенні їх через керований перетворювач

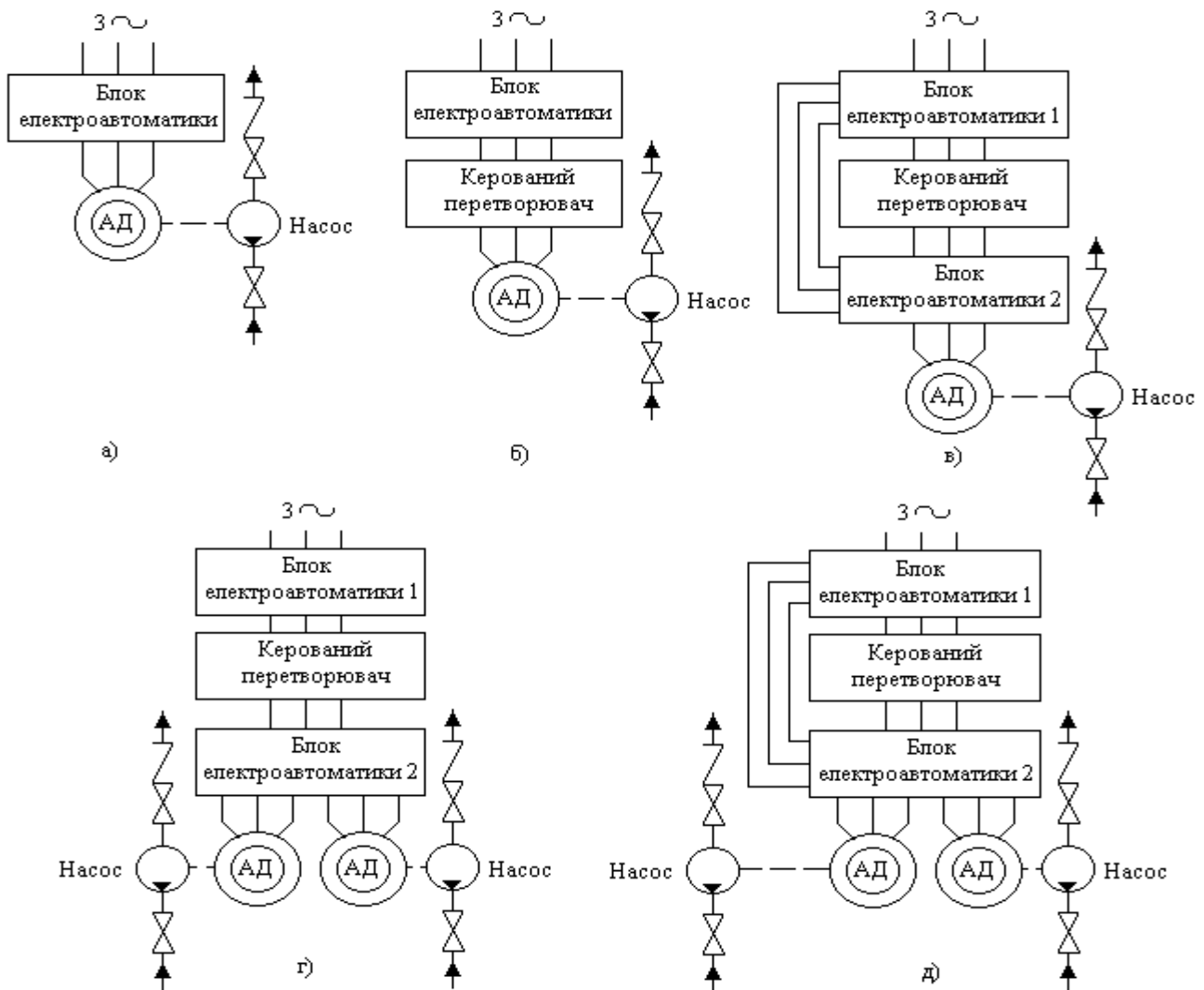


Рисунок 3 — Функціональні схеми включення насосних агрегатів

(рис.3в). Керований перетворювач може також підключатися по черзі до кількох насосних агрегатів за функціональною схемою, показаною на рис.3г або рис.3д, що забезпечує швидку окупність капітальних затрат на придбання перетворювача.

В області частот обертання, близьких до номінальної, застосування нерегульованого електроприводу насосів є більш раціональним, бо за цієї умови коефіцієнт корисної дії нерегульованого електроприводу вищий, чим коефіцієнт корисної дії регульованого електроприводу, а значить споживана нерегульованим насосом потужність буде менша. Тому доцільно якомога більшу частину подачі НС забезпечувати нерегульованими насосними агрегатами. В той же час у зв'язку з нестабільним характером водоспоживання абонентів повинна бути передбачена можливість плавного регулювання певної частини подачі НС.

Для вирішення вказаної вище задачі дискретно-безперервного управління технологічним обладнанням НС на етапі дискретного управління насосним обладнанням НС пропонується застосовувати розроблений критерій мінімізації використовуваної в процесі водопостачання потужності $P_{нс}$ насосного обладнання, встановленого на НС:

$$P_{nc} = \sum_i^N a_i \cdot P_i \rightarrow \min, \quad (1)$$

де

$$a_i = [0, 1],$$

$$P_i = \left(B_{0i} \cdot \left(\frac{\omega_{\max i}}{\omega_{\text{ном}i}} \right)^3 + B_{1i} \cdot \left(\frac{\omega_{\max i}}{\omega_{\text{ном}i}} \right)^2 \cdot Q_i + B_{2i} \cdot \left(\frac{\omega_{\max i}}{\omega_{\text{ном}i}} \right) \cdot Q_i^2 \right) \cdot \frac{1}{\eta_{\text{ед}i} \cdot \eta_{\text{нер}i}}$$

при дотриманні технологічних обмежень

$$Q_{\text{розр}}^{\text{нерез}} + Q_{\text{розр}}^{\text{рез}} - (Q_3 + \Delta Q^+) \geq 0, \quad (2)$$

$$Q_{\text{розр}}^{\text{рез}} - (\Delta Q^- + \Delta Q^+) \geq 0, \quad (3)$$

$$H_{nc} = \text{const}, \quad \Delta Q^- \geq 0, \quad \Delta Q^+ \geq 0,$$

де

$$Q_{\text{розр}}^{\text{нерез}} = \sum_j^{N_1} a_j \cdot Q_{\text{розр}j}^{\text{нерез}}, \quad a_j = [0, 1],$$

$$Q_{\text{розр}}^{\text{рез}} = \sum_k^{N_2} a_k \cdot Q_{\text{розр}k}^{\text{рез}}, \quad a_k = [0, 1].$$

Тут P_i — споживана i -м насосним агрегатом електрична потужність; Q_i — подача i -го насосного агрегата; N — загальна кількість насосних агрегатів, встановлених на НС; a_i — показник використання i -го насосного агрегата; N_1 — кількість нерегульованих насосних агрегатів, встановлених на НС; a_j — показник використання j -го нерегульованого насосного агрегата; N_2 — кількість регульованих насосних агрегатів, встановлених на НС; a_k — показник використання k -го регульованого насосного агрегата; Q_3 — задане значення подачі НС; ΔQ^- і ΔQ^+ — можливі відхилення подачі НС, відповідно вниз і вверх від значення Q_3 , які характеризують коливання водоспоживання і визначаються на основі статистичних даних попереднього експлуатаційного періоду; $Q_{\text{розр}}^{\text{нерез}}$ і $Q_{\text{розр}}^{\text{рез}}$ — розрахункові значення відповідно нерегульованої і максимально досяжної регульованої подачі НС, обчислені для заданого значення тиску H_{nc} в напорному колекторі НС; $Q_{\text{розр}j}^{\text{нерез}}$ — розрахункове значення подачі j -го нерегульованого насосного агрегата; $Q_{\text{розр}k}^{\text{рез}}$ — розрахункове значення максимально досяжної подачі k -го регульованого насосного агрегата; $\omega_{\max i}$ та $\omega_{\text{ном}i}$ —

відповідно максимальне та номінальне значення швидкості обертання i -го насосного агрегата; $\eta_{ed\ i}, \eta_{пер\ i}$ — коефіцієнти корисної дії відповідно електродвигуна і перетворювального пристрою i -го насосного агрегата; B_{0i}, B_{1i} та B_{2i} — коефіцієнти $Q-N$ характеристики i -го відцентрового насоса (N — споживана насосом потужність). Вони періодично оцінюються за методами найменших квадратів або максимальної правдоподібності, бо насоси для уточнення їх характеристик необхідно регулярно випробовувати в експлуатаційних умовах. Обмеженням (2) регламентується спроможність Н-С повністю задовольнити потреби водопостачання. Виконання обмеження (3) забезпечує можливість максимальної економії електроенергії при регулюванні подачі НС. Формули (1)-(3) справедливі як для детермінованого, так і для перемінного характеру водоспоживання абонентів, що дозволяє вважати запропонований критерій оптимальності універсальним. Його застосування дозволить НС своєчасно і з мінімальними енерговитратами реагувати на зміни режиму роботи системи водопостачання за рахунок правильного вибору робочої технологічної схеми НС.

Наведений аналіз структури споживання енергоресурсів типовими об'єктами бюджетної сфери Сумського регіону в достатній мірі характеризує існуючий в цей час значний потенціал економії електричної та теплової енергії на таких об'єктах, як заклади охорони здоров'я та освіти, виробничі управління водопровідно-каналізаційного господарства. Освітлювальна система та система теплопостачання являються основними споживачами паливно-енергетичних ресурсів в структурі енергоспоживання закладів охорони здоров'я та освіти, що в методологічному аспекті дозволяє віднести ці бюджетні об'єкти до однієї групи. В виробничих управліннях водопровідно-каналізаційного господарства потенціал економії енергоресурсів може бути реалізований за рахунок впровадження регульованого електроприводу та сучасних систем автоматизації насосних станцій. Розроблено метод енергозберігаючого управління режимом роботи технологічного обладнання НС, який дозволяє досягнути мети енергозбереження в умовах коливань водоспоживання абонентів шляхом дискретно-безперервного управління та прогнозу водоспоживання абонентів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мамалыга В.М. Практически важные задачи сбережения энергии, потребляемой машинами и механизмами с электроприводом, и принцип достаточности // Энергетика и электрификация. - 2000. - №6. - С.17-25.