

О. Ю. Пилипенко, Я. І. Засядько

Національний університет харчових технологій, 01001, м. Київ, вул. Володимирська, 68

ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ АКУМУЛЯТОРІВ ХОЛОДУ З ФАЗОВИМ ПЕРЕХОДОМ

В роботі запропоновано оптимізувати роботу холодильного господарства молокопереробної галузі, на прикладі ВАТ "Шосткинський міськмолкомбінат", за допомогою акумуляторів холоду з накопиченням необхідної кількості льоду. Представлено можливі варіанти оптимізації графіку електроспоживання та зроблено аналіз даних перетворень в результаті чого знайдено оптимальний варіант. Для вирішення ряду проблем оптимізації розглянуто існуючі формули визначення часу наморозжування заданої кількості льоду.

Ключові слова: Енергоспоживання - Зони доби - Акумулятор холоду - Потужність - Ефективність використання - лід

The article presents the methods of the optimization of energy consumption within the Refrigeration cent of Dairy plants, based upon the VAT "Shostkinskiy of miskmolkombinat" monitoring with the utilization of cold accumulators with ice generation. Possible options in the optimization of electric power consumption graph. The problems of optimization have been studied along with the analysis of correlations for calculations of time intervals needed for the accumulation of the given amount of ice.

Keywords: Energy consumption - Areas of days - Accumulator of cold - Power - Efficiency of the use - ice

I. ВСТУП

На підприємствах переробної галузі широко використовується льодяна вода. Приготування її відбувається в панельних, кожухотрубних або пластинчастих випарниках. При використанні пластинчастих теплообмінників може виникнути низка проблем, таких як:

- розмороження системи;
- встановлення дорогого обладнання для регулювання температури води у випарнику;
- можливе підвищення температури води на виході при зростанні навантаження на систему, та інші.

За умов максимального теплового навантаження постає питання про підтримання заданої технологією температури води.

Найбільш доцільним є використання панельних випарників, за допомогою котрих можна одержати воду з температурою близькою до 0°C без дорогої автоматики та запобігаючи розмороженню системи.

Для підприємств молочної, пивної та деяких інших галузей, які споживають льодяну воду в якості проміжного холодоносія, навантаження на систему не рівномірне. Як показує моніторинг молочних підприємств, наприклад ВАТ "Шосткинський міськмолкомбінат", максимальне споживання льодяної води починається, приблизно, з 8⁰⁰ та закінчується о 18⁰⁰-19⁰⁰. Оскільки підприємство переробляє до 500 тон молока на добу, то на графіку електроспоживання немає чітко виражених стрибків споживання

електричної потужності. Однак, два піки енергоспоживання холоду мають місце.

II. ЕНЕРГОВИТРАТИ КОМПРЕСОРНОГО ЦЕХУ

Теплове навантаження від підприємства сприймає центральна холодильна установка. Основними є навантаження від охолодження льодяної води в панельних випарниках.

В установці використовуються два компресори НФ-811 (номінальна потужністю електродвигуна 110 кВт), п'ять – П-220 (132 кВт), три – НФ-812 (55 кВт).

Загальна електрична потужність насосів проміжних холодоносіїв та вентиляторів конденсаторів у порівнянні з компресорами незначна і не врахована у подальшому аналізі.

У центральному розподільчому пункті на кожній з гілок живлення підприємства встановлено лічильники. Так гілки, що живлять компресорний цех, мають номери 6 та 9. З двох гілок, що живлять компресорний цех, найбільш завантаженою є гілка №6.

На рис.1 наведено графік електроспоживання заводу в цілому та кожної гілки зокрема. На сумарну криву накладено осереднену криву годинного електроспоживання та вказано суму грошей, сплачену за дану годину з урахуванням діючого тарифу на даний час.

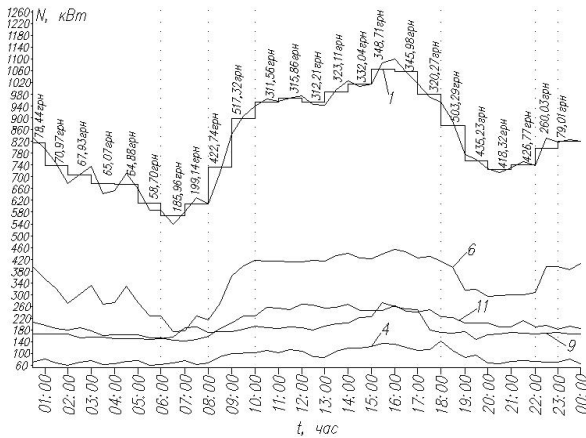


Рис. 1 – Існуючий графік енергоспоживання на ВАТ "Шосткінський міськмолкомбінат" від 13.09.05:

1 – сумарна крива споживання електричної потужності заводом; 4, 6, 9, 11 – криві споживання електричної потужності окремими гілками; період "ніч" – з 23⁰⁰ до 6⁰⁰, період "полу ніч" – з 6⁰⁰ до 8⁰⁰, з 10⁰⁰ до 18⁰⁰ та з 22⁰⁰ до 23⁰⁰; період "пік" – з 8⁰⁰ до 10⁰⁰ та з 18⁰⁰ до 22⁰⁰

З сумарної кривої бачимо, що при майже рівній спожитій потужності в періоди з 2⁰⁰ до 3⁰⁰ та з 8⁰⁰ до 9⁰⁰, кількість сплачених грошей відрізняється приблизно на 350 грн.

Максимальне споживання електричної потужності відбувається у період надходження молока на підприємство, що співпадає з періодом напівпіку з 10⁰⁰ до 18⁰⁰.

Основна сума грошей на оплату електроенергії формується з 10⁰⁰ до 18⁰⁰ і складає 2610 гривень. Для періоду піку з 8⁰⁰ до 10⁰⁰ - 940 гривень, а для піку з 18⁰⁰ до 22⁰⁰ – 1784 гривні.

Нижче наведено споживання електричної енергії гілками №6 та №9, котрі живлять компресорний цех (рис. 2).

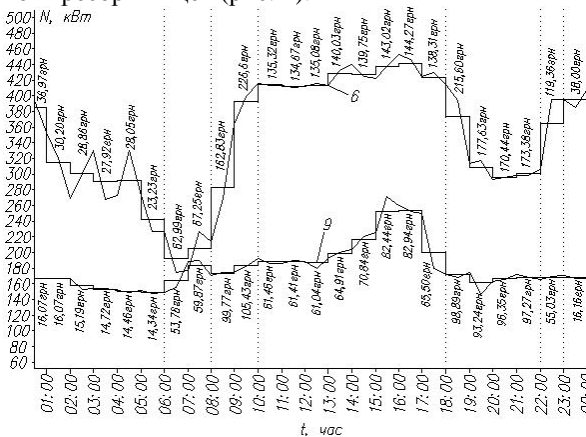


Рис. 2 – Існуючий графік енергоспоживання компресорного цеху ВАТ "Шосткінський міськмолкомбінат" від 13.09.05:

6, 9 – номери відповідних гілок живлення від ЦРП
Період "напівпіку" накладається на час основного надходження молока до підприємства. Масове надходження молока починається з 9⁰⁰ і поступово закінчується біля 22⁰⁰, але надходження молока відбувається протягом всієї доби.

На криві споживання електроенергії (рис. 2) накладено усереднену криву спожитої енергії з вказаною кількістю грошей сплачену за години. Для порівняння на рис. 3 наведено графік коливання оплати за спожиту електричну енергію.

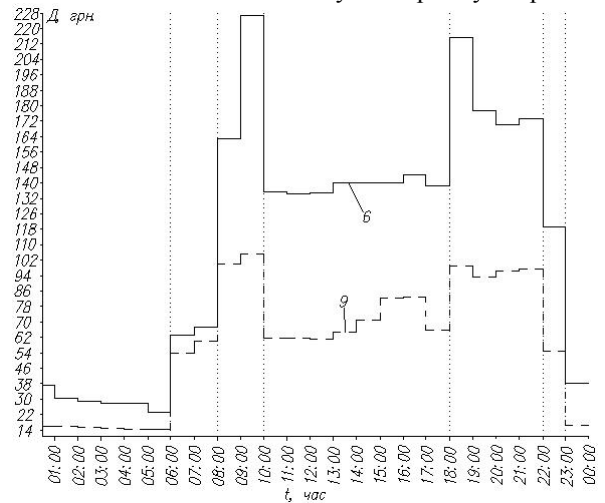


Рис. 3 - Існуючий графік коливання сплати за спожиту електричну енергію від 13.09.05

Для зменшення витрат на виробництво штучного холоду слід зменшити споживання електричної потужності компресорним цехом. Це можна здійснити за рахунок "зрізання" пікового навантаження на холодильну установку з 6⁰⁰ до 23⁰⁰ та накопичення аналогічної кількості холоду в акумуляторах холоду.

Використання льоду є найбільш ефективним способом для акумуляції холоду, тому що такі акумулятори компактні у порівнянні з водяними. Акумулююча здатність льоду 350 кДж/кг, натомість при охолодженні води на 6 °С лише 25 кДж/кг.

III. ОПТИМІЗАЦІЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ

Варіант перший. Акумулюємо таку кількість холоду, якої достатньо для зняття 60 кВт електричної потужності з піку навантаження на гілці №6, та утримання даного рівня з 9⁰⁰ до 18⁰⁰ (рис. 4). За рахунок цього можна заощадити близько 85,54 грн./доб. Загалом було "перекинуто" 357,2 кВт·год.

На рис. 4 площі спожитої та заощадженої електричної енергії однакові. Натомість економія витрат на оплату спожитої електричної енергії очевидні, що ілюструє рис. 5.

Варіант другий. За вказаних вище умов вночі вироблено льоду для зрізання піку електричного навантаження на 100 кВт (рис. 6), тобто відключення одного компресора потужністю 132 кВт на період з 9⁰⁰ до 19⁰⁰. За даних умов ми пропускаємо увесь денний період "напівпіку" та дещо зменшимо споживання електричної енергії у години піку. При цьому вночі працює на один компресор більше протягом всього періоду "ніч" і зупиняються тільки на межі зміни тарифних зон.

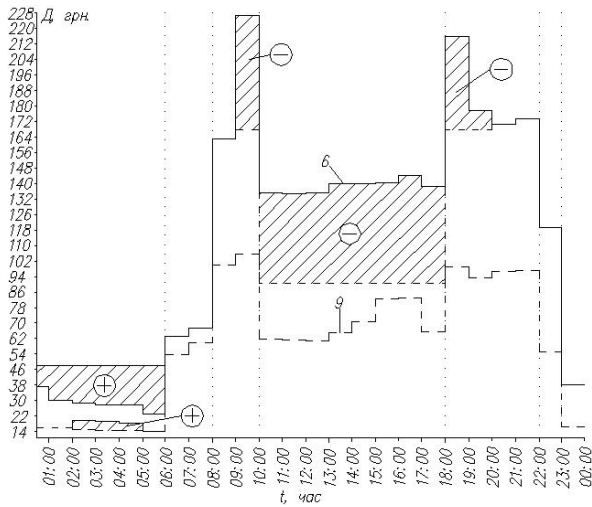


Рис. 9 – Третій варіант оптимізації сплати за спожиту електричну енергію

На рис. 10 споживання електричної енергії у період ранішнього піку зведено до мінімуму, тобто працює лише один компресор. За даних умов ми зсуваємо перехід на споживання максимальної кількості електричної потужності. Це виконується за рахунок генерування льоду у нічний період, якого вистачає на зниження та підтримання рівня спожитої енергії на 48,5 кВт менше, ніж максимальне добове споживання.

При такому перетворенні графіку споживання електричної енергії вночі працюють три компресори на замороження води, при чому використано 628,4 кВт·год. Погодинний графік рівня сплати за спожиту електричну енергію, в даному випадку, не має першого піку, що суттєво впливає на загальну різницю між площами спожитої енергії вночі та заощадженою енергією вдень (рис. 11). У гривнях заощаджується близько 211 грн. на добу, приблизно як у другому варіанті при відніманні від піку спожитої електричної енергії 100 кВт, але в даному варіанті установка потребує менше енергії вночі. Тобто при зрізанні піку на сплаті за електроенергію ми виграємо більше грошей при менших витратах електроенергії.

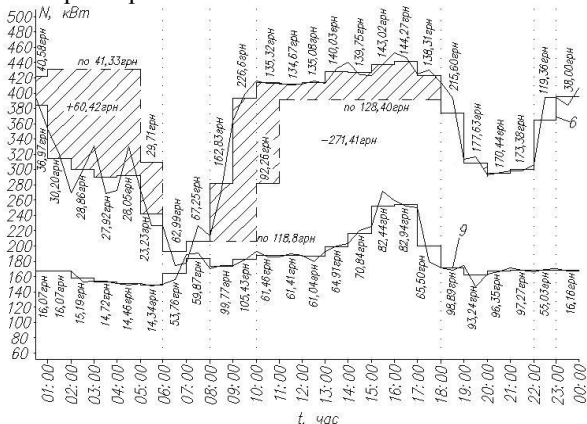


Рис. 10 – Четвертий варіант переміщення електричної потужності на протязі доби

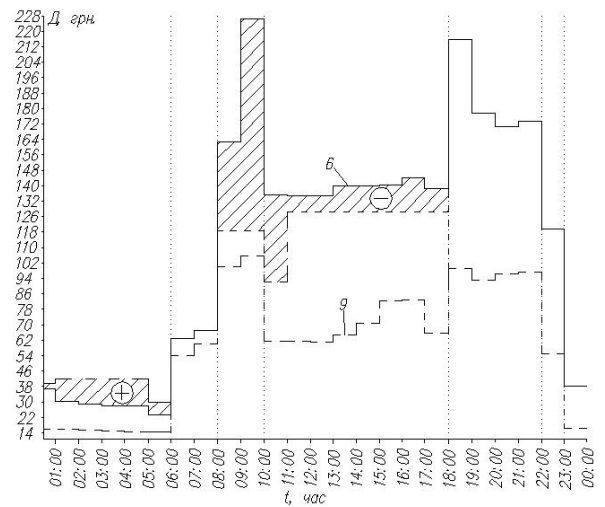


Рис. 11 – Четвертий варіант оптимізації сплати за спожиту електричну енергію

Варіант п'ять. Переміщуємо 717,2 кВт·год, аналогічно варіанту №2. Знімання цієї кількості потужності відбувається у ранішній "пік", аналогічно варіанту №4, але за "напівпіку" знімаємо 60 кВт як у варіанті №1 (рис. 12).

За такого перерозподілу потужності ми можемо заощаджувати 230 грн на добу.

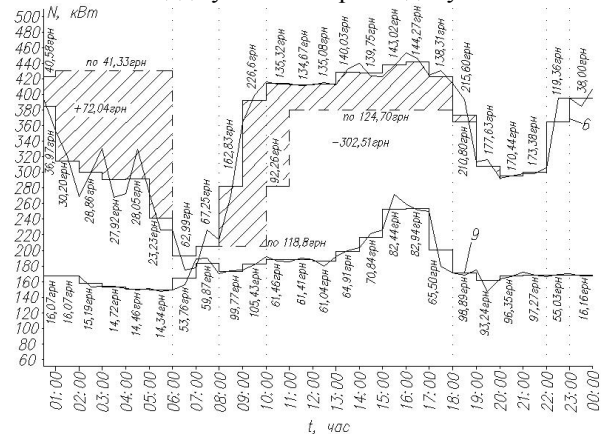


Рис. 12 – П'ятий варіант переміщення електричної потужності на протязі доби

Варіант шість. Вдень знімаємо таку саму кількість електричної потужності як і для варіанту №3, тобто 1162,7 кВт·год, але розподіл цієї потужності більш гнучкий та розкіданий на більший інтервал часу, рис. 13. Головне "зрізання" потужності відбувається у період "пік". Решта потужності знімається у періоди "напівпіку", причому початок відбору електричної потужності приходиться на 6⁰⁰, що відповідає межі між закінченням режиму "ніч" та початком режиму "напівпік".

За такого режиму ми заощаджуємо найбільшу кількість грошей – 354,27 грн, що за місяць становить 10628 грн.

Наступні два графіка рис. 14 та рис. 15 показують відношення суми заощаджених коштів до загальної кількості електричної потужності, яку знімаємо вдень в залежності від номеру варіанту оптимізації та від загальної кількості переміщеної електроенергії.

