

Протасеня С. И., к. э. н., доцент,
Залого В. И., Лапа И. А., магистранты
 УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»,
 г. Гродно, Республика Беларусь

МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ПРОИЗВОДСТВА СУЛЬФАТА АММОНИЯ ОАО «ГРОДНО АЗОТ» И ИХ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

Тарифы на тепловую и электрическую энергию ежегодно растут, несмотря на значительную волатильность стоимости первичных энергетических ресурсов. С ростом тарифов на энергоносители возрастают затраты предприятий химической промышленности, так как в себестоимости выпускаемой продукции затраты топливно-энергетических ресурсов составляют значительный удельный вес. Энергоресурсы расходуются не только на непосредственное изготовление продукции, но также и на обслуживание зданий административного и производственного назначения, поддержание в них нормативных параметров микроклимата и комфортных условий труда, снижающих риски получения производственных травм и роста заболеваемости персонала. Следовательно, рациональное использование энергетических ресурсов и снижение энергоемкости выпускаемой продукции является актуальной задачей повышения конкурентоспособности продукции отечественных предприятиях химической промышленности.

Для повышения энергоэффективности и снижения энергозатрат цеха по производству сульфата аммония ОАО «Гродно Азот» требуется разработка и технико-экономическое обоснование мероприятий, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их внедрения. В целях получения достоверной информации об объеме используемых энергетических ресурсов, о показателях энергетической эффективности было проведено энергетическое обследование (энергоаудит) цеха сульфата аммония. Энергоаудит позволил выявить возможности энергосбережения и разработать организационно-технические мероприятия по экономии энергоресурсов, которые отражены в таблице 1.

Таблица 1 – Организационно-технические мероприятия по экономии энергоресурсов

| Мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности | Вид ресурса, который можно сэкономить | Вид затратности мероприятия |
|--|---------------------------------------|-----------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Замена энергоёмких электродвигателей на позициях МР-919С, МР-919А | Электрическая энергия | Среднезатратное мероприятие |
| Замена энергоёмких электродвигателей на позициях МР-921, МР-928, МР-921Е | | Малозатратное мероприятие |
| Замена системы освещения в цеху | | Среднезатратное мероприятие |
| Лакокрасочное покрытие стен и потолков цеха в светлые тона | | Малозатратное мероприятие |

Примечание – Источник: составлена на основании [1, с. 7]

Первое мероприятие предполагает замену электродвигателей на позициях МР-919С и МР-919А мощностью 22 кВт и 18,5 кВт на электродвигатели мощностью 11 кВт каждый. В соответствии с новыми электродвигателями будут заменены и насосы.

Годовой расход электроэнергии при работе насоса с номинальной нагрузкой до и после внедрения мероприятия определяется по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = N_{\text{ном.}} \cdot T \cdot K_{\text{и}}, \quad (1)$$

где $N_{\text{ном.}}$ – номинальная нагрузка, кВт;

T – количество часов работы, ч;

$K_{\text{и}}$ – коэффициент использования [2, с. 34].

Общий годовой расход электроэнергии до и после внедрения мероприятия определяется по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = \mathcal{E}_{\text{год1}} + \mathcal{E}_{\text{год2}}. \quad (2)$$

Экономия электроэнергии определяется по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{эл.эн.}} = \mathcal{E}_{\text{год1}} - \mathcal{E}_{\text{год2}}. \quad (3)$$

Проведём расчёт экономии электроэнергии по замене электродвигателей перекачки сокового конденсата одновременно для двух электродвигателей.

Определим годовой расход электроэнергии при работе насоса с номинальной нагрузкой до внедрения мероприятия по формуле (1):

$$\mathcal{E}_{\text{год1.1}} = 0,022 \cdot 8200 \cdot 0,7 = 126,28 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч},$$

$$\mathcal{E}_{\text{год1.2}} = 0,0185 \cdot 560 \cdot 0,7 = 7,252 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определим общий годовой расход электроэнергии до внедрения мероприятия по формуле (2)

$$\mathcal{E}_{\text{год1}} = 126,28 + 7,252 = 133,532 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч}.$$

Далее проведем расчет годовых расходов электроэнергии после замены агрегата. Расчёт годового расхода электроэнергии при работе насоса с номинальной нагрузкой после внедрения мероприятия проведем по формуле (1):

$$\mathcal{E}_{\text{год2.1}} = 0,011 \cdot 8200 \cdot 0,7 = 63,14 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч},$$

$$\mathcal{E}_{\text{год2.2}} = 0,011 \cdot 560 \cdot 0,7 = 4,312 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определим общий годовой расход электроэнергии после внедрения мероприятия по формуле (2)

$$\mathcal{E}_{\text{год2}} = 63,14 + 4,312 = 67,452 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определим годовую экономию электроэнергии по формуле (3)

$$\mathcal{E}_{\text{эл.эн.}} = 133,532 - 67,452 = 66,08 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч/год}.$$

Полученные результаты сведем в таблицу 2.

Таблица 2 – Энергоэффект от реализации энергосберегающего мероприятия № 1

| Позиция | Мощность эл. двигателя, кВт | Годовой расход эл. энергии, тыс. кВт·ч | Мощность нового эл. двигателя, кВт | Годовой расход эл. энергии, тыс. кВт·ч | Экономия, тыс. кВт·ч/год |
|---------|-----------------------------|--|------------------------------------|--|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| MP-919C | 22 | 133,532 | 11 | 67,452 | 66,08 |
| MP-919A | 18,5 | | 11 | | |

Примечание – Источник: собственная разработка.

Вторым энергосберегающим мероприятием является замена трёх электродвигателей на позициях MP-921, MP-928 и MP-921E мощностью 5,5 кВт каждый на электродвигатели мощностью 3 кВт каждый в дренажной системе цеха. В связи с заменой электродвигателей будут заменены и насосы.

Определим годовой расход электроэнергии при работе насоса с номинальной нагрузкой до внедрения мероприятия по формуле (1):

$$\mathcal{E}_{MP\ 921} = 0,0055 \cdot 1560 \cdot 0,7 = 6,006 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч},$$

$$\mathcal{E}_{MP\ 928} = 0,0055 \cdot 1420 \cdot 0,7 = 5,467 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч},$$

$$\mathcal{E}_{MP\ 921E} = 0,0055 \cdot 1640 \cdot 0,7 = 6,314 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч}.$$

По формуле (2) определим общий годовой расход электроэнергии до внедрения мероприятия:

$$\mathcal{E}_{\text{год1}} = 6,006 + 5,467 + 6,314 = 17,787 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч}.$$

По формуле (1) определим годовой расход электроэнергии при работе насоса с номинальной нагрузкой после внедрения мероприятия:

$$\mathcal{E}_{MP\ 921} = 0,003 \cdot 1560 \cdot 0,7 = 3,276 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч},$$

$$\mathcal{E}_{MP\ 928} = 0,003 \cdot 1420 \cdot 0,7 = 2,982 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч}.$$

$$\mathcal{E}_{MP\ 921E} = 0,003 \cdot 1640 \cdot 0,7 = 3,444 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч}.$$

По формуле (2) определим общий годовой расход электроэнергии после внедрения мероприятия:

$$\mathcal{E}_{\text{год2}} = 3,276 + 2,982 + 3,444 = 9,702 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч}.$$

По формуле (3) определим годовую экономию электроэнергии:

$$\mathcal{E}_{\text{эл.эн.}} = 17,787 - 9,702 = 8,085 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч/год}.$$

Полученные результаты сведем в таблицу 3.

Таблица 3 – Энергоэффект от реализации энергосберегающего мероприятия № 2

| Позиция | Мощность эл. двигателя, кВт | Годовой расход эл. энергии, тыс. кВт·ч | Мощность нового эл. двигателя, кВт | Годовой расход эл. энергии, тыс. кВт·ч | Экономия, тыс. кВт·ч/год |
|---------|-----------------------------|--|------------------------------------|--|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| MP-921 | 5,5 | 17,787 | 3,0 | 9,702 | 8,085 |
| MP-928 | | | | | |
| MP-921E | | | | | |

Примечание – Источник: собственная разработка

В качестве третьего мероприятия на всех этажах цеха сульфата аммония, предполагается замена системы освещения, состоящей из рядов светильников с ртутными и

натриевыми лампами типа ДРЛ мощностью 125 Вт и 250 Вт и ДНаТ мощностью 70 Вт и 150 Вт на точечное светодиодное освещение. Вместо старого освещения будут установлены потолочные светодиодные светильники марки ДПП 66-32-421 мощностью 38 Вт.

Перед началом расчёта энергоэффекта необходимо рассчитать коэффициент использования ОУ, характеризующий эффективность использования светового потока источников света. Для этого определим индекс помещения по формуле

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} \quad (4)$$

где A – длина помещения, м;

B – ширина помещения, м;

h – высота помещения, м.

$$i = \frac{20 \cdot 15}{6 \cdot (20 + 15)} = 1,428.$$

Далее, путём линейных интерполяций определим коэффициент использования [3, с. 52]:

$$K_{\text{и}} = 15 + \frac{1,428 - 1,25}{1,5 - 1,25} \cdot (17 - 15) = 0,164.$$

Расчёт энергоэффекта осуществляется аналогично предыдущим расчётам с использованием формул 1–3.

По формуле (1) определим годовой расход электроэнергии до внедрения мероприятия:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{125} &= 0,0475 \cdot 4320 \cdot 0,164 = 3,365 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч}, \\ \mathcal{E}_{150} &= 0,0069 \cdot 4320 \cdot 0,164 = 4,888 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч}, \\ \mathcal{E}_{250} &= 0,0085 \cdot 4320 \cdot 0,164 = 6,022 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч}, \\ \mathcal{E}_{70} &= 0,00014 \cdot 4320 \cdot 0,164 = 0,099 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч}. \end{aligned}$$

По формуле (2) определим общий годовой расход электроэнергии до и после внедрения мероприятия:

$$\mathcal{E}_{\text{год}1} = 3,365 + 4,888 + 6,022 + 0,099 = 14,374 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч}.$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}2} = 0,003762 \cdot 4320 \cdot 0,164 = 2,665 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч}.$$

По формуле (3) определим годовую экономию электроэнергии:

$$\mathcal{E}_{\text{эл.эн.}} = 14,374 - 2,665 = 11,709 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч/год}.$$

Полученные результаты сведём в таблицу 4.

Таблица 4 – Энергоэффект от реализации энергосберегающего мероприятия № 3

| Ртутные лампы | | Годовой расход эл. энергии, тыс. кВт·ч | LED-лампы | | Годовой расход эл. энергии, тыс. кВт·ч | Экономия, тыс. кВт·ч/год |
|---------------|---------------|--|-------------|---------------|--|--------------------------|
| кол-во, шт. | мощность, Вт. | | кол-во, шт. | мощность, Вт. | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 38 | 125 | 14,374 | 99 | 38 | 2,665 | 11,709 |
| 46 | 150 | | | | | |
| 34 | 250 | | | | | |
| 2 | 70 | | | | | |

Примечание – Источник: собственная разработка

Проведение лакокрасочных работ в цеху сульфата аммония (четвертое мероприятие) с целью увеличения естественного освещения позволит сократить расход электроэнергии примерно на 5 %. Данный вид экономии позволит увеличить время перерыва в работе светильников.

Согласно декларации об уровне тарифов Департамента по ценовой политике Министерства экономики Республики Беларусь, тариф на электроэнергию в 2022 году составляет 0,22 руб/кВт [4]. Определим сумму затрат на электроэнергию до проведения организационно-технических мероприятий:

$$\mathcal{E}_{эл.1} = 165,693 \cdot 0,22 = 36,452 \text{ тыс. руб/год.}$$

Определим сумму затрат на электроэнергию после проведения организационно-технических мероприятий:

$$\mathcal{E}_{эл.2} = 79,819 \cdot 0,22 = 17,560 \text{ тыс. руб/год.}$$

Экономический эффект от внедрения энергосберегающих мероприятий в цеху сульфата аммония ОАО «Гродно Азот» составит:

$$\mathcal{E}_{эл.} = 36,452 - 17,560 = 18,892 \text{ тыс. руб/год.}$$

Таким образом, характер производства сульфата аммония ОАО «Гродно Азот», наличие в его составе энергоемких установок и агрегатов определяют достаточно высокое потребление энергоресурсов. Реализация разработанных организационно-технических мероприятий по энергосбережению и повышению энергоэффективности производства является актуальной задачей для предприятия, это требование времени, без которого невозможно обеспечить рентабельность производства, конкурентоспособность продукции при постоянном росте тарифов на энергоносители.

Литература

1. Технический отчёт № 2021-37.05 для энергетического паспорта, объекта цех сульфат аммония, ОАО «Гродно Азот». – Гродно, 2021. – 14 с.
2. Радкевич, В. Н. Электроснабжение промышленных предприятий: учебное пособие для вузов / В. Н. Радкевич, В. Б. Козловская, И. В. Колосова. – Минск : ИВЦ Минфина, 2015. – 579 с.
3. Козерук, А. С. Расчет освещенности от источников различного типа: лабораторный практикум для студентов / А. С. Козерук, А. В. Грищенко. – Минск : БНТУ, 2020. – 54 с.
4. Тарифы на электроэнергию [Электронный ресурс] // MYFIN. – Режим доступа: <https://myfin.by/wiki/term/tarify-na-elektroenergiyu-dlya-yuridicheskikh-lic>. – Дата доступа: 27.09.2022.