

УДК 532.5:621.9.044

Князева И.А. – аспирант

Золотонос Я.Д. – доктор технических наук, профессор

E-mail: zolotonosov@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420127, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Экономическая эффективность модернизации теплообменного оборудования за счет замены гладкостенных теплообменных элементов на пружинно-витые каналы

Аннотация

В данной статье рассматривается вопрос экономической эффективности модернизации теплообменного оборудования за счет замены гладкостенных теплообменных элементов на пружинно-витые каналы. Приведены методы оценки экономической эффективности, сделан расчет экономического эффекта и периода окупаемости для теплообменного аппарата нагрева воды.

Ключевые слова: модернизация, пружинно-витой канал, гладкостенный теплообменный элемент, технико-экономические показатели, капитальные вложения, эксплуатационные затраты.

Сегодня ведение большинства технологических процессов в нефтеперерабатывающей, химической, пищевой и других отраслях промышленности невозможно без применения теплообменных аппаратов различных типов, многие из которых были введены в эксплуатацию 30-40 лет назад. Интенсивность проведения мероприятий по обновлению основных фондов ограничена финансовыми возможностями предприятий всех видов собственности.

Основным типом теплообменного оборудования, применяемого в технологических процессах, являются кожухотрубчатые теплообменники. Так как полная замена устаревшего оборудования требует значительных финансовых вложений, то становится актуальным вопрос модернизации имеющегося оборудования. В случае кожухотрубчатых теплообменников возможна модернизация существующего на предприятии парка теплообменного оборудования за счет замены гладкостенных теплообменных элементов на теплообменные элементы в виде пружинно-витых каналов.

Осуществление полной или частичной модернизации промышленного оборудования позволит эффективно, с небольшими затратами:

- повысить производительность оборудования;
- сократить количество обслуживающего персонала;
- получать полную статистику по работе оборудования (время работы и простоя, количество произведенной продукции и др.) [1].

Модернизация может включать в себя:

- замену отдельных узлов на более производительные, надежные и современные;
- дооснащение производственных линий дополнительным оборудованием, которое позволит автоматизировать процесс, сократить ручной труд и вмешательство человеческого фактора на производственный процесс;
- полную или частичную автоматизацию производственного процесса. Это позволит согласовать работу имеющегося оборудования в линии, иметь централизованное управление и контроль. Модернизация обладает такими преимуществами перед прочими формами воспроизводства основных фондов, как небольшой срок проведения, требует относительно небольших инвестиционных вложений.

В соответствии с общепринятой практикой инвестиционная деятельность осуществляется в проектной форме. Инвестиционный проект представляет собой план создания или модернизации производства с целью получения экономической выгоды.

Экономическое обоснование инвестиционного проекта включает в себя экономическую и финансовую оценку, характеризующие возможность сохранения и прироста капитала, а также получения прибыли участниками проекта.

В основе оценки эффективности инвестиционных проектов лежат следующие принципы:

- рассмотрение проекта на протяжении всего жизненного цикла;
- сопоставимость условий сравнения различных проектов;
- учет предстоящих затрат и поступлений, связанных только с разработкой и реализацией проекта;
- проведение сравнения «с проектом» и «без проекта» в течение расчетного периода;
- многоэтапность оценки [2-4].

В данном случае в качестве альтернативных вариантов рассматриваются варианты кожухотрубчатых теплообменных аппаратов с гладкостенными теплообменными элементами и пружинно-витыми каналами.

Критерием для выбора того или иного варианта являются приведенные затраты. При чем в расчетах будут учитываться только те затраты, которые являются переменными, то есть различными для двух альтернативных вариантов.

Для оценки вариантов используют затраты, являющиеся суммой эксплуатационных затрат и капитальных вложений.

Тогда критерий выбора и экономической эффективности будет иметь следующий вид:

$$Z = (K + I) = \min, \quad (1)$$

где K – капитальные вложения;

I – эксплуатационные затраты.

В свою очередь для упрощения расчетов и выбора одного из альтернативных вариантов во внимание принимается только переменная часть эксплуатационных расходов, так как постоянная составляющая будет для обоих вариантов равной.

Формула для расчета переменной части годовых эксплуатационных расходов $I_{пер}$ выглядит следующим образом:

$$I_{пер} = I_{топ} + I_э + I_в + I_р, \quad (2)$$

где $I_{топ}$ – затраты на сырье, топливо;

$I_э$ – затраты на электроэнергию;

$I_в$ – затраты на вспомогательные материалы;

$I_р$ – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования [3-5].

Так как стоит задача оценки эффективности модернизации теплообменного оборудования, то к капитальным затратам будут относиться только затраты на приобретение гладкостенных теплообменных элементов и теплообменных элементов в виде пружинно-витых каналов.

Таким образом, получается:

1) затраты на топливо:

$$I_{топ} = C_T \cdot V_T \cdot \tau, \quad (3)$$

где C – цена тонны условного топлива (природный газ);

V – расход топлива;

τ – время работы теплообменного аппарата, час.

2) затраты на электроэнергию:

$$I_э = (N_1 + N_2) \cdot C_э \cdot \tau, \quad (4)$$

где N_1 – мощность насоса для прокачки холодной воды, кВт;

N_2 – мощность насоса для прокачки горячей воды, кВт;

$C_э$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, необходимой для работы насосов, $\frac{руб}{кВт \cdot ч}$;

3) затраты на вспомогательные материалы (воду):

$$I_в = V_в \cdot C_в \cdot \tau, \quad (5)$$

где C – цена тонны вспомогательного материала (природный газ), руб./т;

V – расход вспомогательного материала, т.

4) затраты на содержание и эксплуатацию оборудования:

$$I_р = A + Z_{рем} + Z_{в.мат.}, \quad (6)$$

где A – амортизация оборудования;

$Z_{\text{рем}}$ – затраты на ремонт оборудования, руб.;

$Z_{\text{в.мат.}}$ – издержки на вспомогательные материалы (смазочные и обтирочные материалы), руб.

Исходными данными для расчета является:

– в вертикальном трубчатом теплообменном аппарате подогревается вода, массовым расходом 20 кг/с;

– температура воды изменяется от 30 °С до 80 °С за счет теплоты конденсации сухого насыщенного водяного пара давлением 143 кПа;

– нагреваемая вода протекает внутри нержавеющей трубок диаметром 23/25 мм;

– ориентировочная высота трубок 3,35 м;

– за счет модернизации происходит увеличение площади поверхности теплопередачи в 1,3 раза [7, 8];

– тепловая нагрузка $Q=27\ 675$ ГДж/год;

– число теплообменных элементов – 143 штуки;

– стоимость одного пружинно-витого канала составляет 1600 руб.;

– стоимость одной гладкостенной трубы составляет 910 руб.;

– расход топлива составляет 1293,23 тыс.м³;

– расход электроэнергии 155,72 тыс. кВт· час;

– расход воды составляет 15711,44 тыс.м³.

Таблица

Показатели технико-экономической оценки вариантов исполнения теплообменных элементов, тыс. руб.

	Гладкостенная труба	Пружинно-витой канал
Затраты на топливо	4 946,27	4 496,609
Затраты на электроэнергию	1 245,76	1 132,509
Затраты на воду	96,468	87,698
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	106,568	104,569
Капитальные затраты	139,169	228,8
Всего затрат	6 534,235	6 049,786

Исходя из приведенных результатов расчетов видно, что предпочтительным является вариант теплообменного оборудования с теплообменными элементами в виде пружинно-витых каналов. Годовой экономический эффект от модернизации теплообменного аппарата будет рассчитываться по следующей формуле:

$$\mathcal{E} = (Z_1 - Z_2), \quad (7)$$

где Z_1 – затраты на передачу тепла с использованием гладкостенных труб, руб.;

Z_2 – затраты на передачу тепла с использованием пружинно-витых каналов, руб. [4, 6].

Таким образом, экономический эффект от модернизации теплообменного аппарата будет равен:

$$\mathcal{E} = 6534,235 - 6049,786 = 484,45 \text{ тыс. руб.} \quad (8)$$

Как видно из расчетов, экономический эффект от модернизации теплообменного оборудования является положительным. Для оценки эффективности капитальных вложений необходимо оценить их период окупаемости, рассчитываемый по следующей формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{\mathcal{E}} \quad (9)$$

Период окупаемости равен:

$$T_{\text{ок}} = 228\ 800,00 / 484\ 450,00 = 0,47 \text{ года}$$

Стоит заметить, что методы определения размера экономии по каждому конкретному мероприятию строго индивидуализированы и определяются характером этих мероприятий.

Из практики установлено, что экономически обосновано проводить модернизацию теплообменного оборудования при сроке окупаемости капитальных вложений за 2-4 года, повышении производительности оборудования не меньше чем на 20-30 % и планируемом

продлении срока эксплуатации данного оборудования не менее 5 лет. Модернизацию производят также для устранения морального износа оборудования.

Срок окупаемости капитальных вложений на приобретение пружинно-витых каналов составляет менее одного года, следовательно, проект целесообразен для внедрения на производство. Проведение модернизации при капитальном ремонте потребует дополнительных капитальных вложений примерно в 90 тыс. руб. по сравнению с гладкостенными.

Из приведенных расчетов видно, что модернизация теплообменного оборудования с заменой гладкостенных теплообменных элементов на пружинно-витые каналы имеет положительный экономический эффект за счет снижения затрат на топливо. Модернизация теплообменного оборудования наиболее выгодный вариант технического перевооружения производства за счет относительно невысоких капитальных вложений, сроков проведения модернизации и срока окупаемости капитальных вложений.

Список библиографических ссылок

1. Козьмина З.Ю., Бродов Ю.М., Домников А.Ю., Плотников П.Н., Домникова Л.В. Оценка экономической эффективности модернизации энергетического оборудования // Электронный журнал «Исследовано в России», 6, 1369-1376, 2003. URL: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2003/113.pdf> (дата обращения: 10.10.2014).
2. Есипов В., Маховикова Г., Бузова И., Терехова В. Экономическая оценка инвестиций. Под ред. В.Е. Есипова. – СПб.: Вектор, 2006. – 288 с.
3. Нагорная Н.В. Экономика энергетики: Дальневосточный государственный технический университет. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007. – 157 с.
4. Дронова Н.В., Путилова Н.Н. Бизнес-планирование и планирование хозяйственной деятельности энергетических предприятий: Изд-во НГТУ, 2009. – 51 с.
5. Лимонов А.И. Организация производства (энергетика). Учебное издание. – Минск: БНТУ, 2012. – 37 с.
6. Степочкина Е.А. Экономическая оценка инвестиций. – М.: Директ-Медиа, 2014. – 369 с.
7. Багоутдинова А.Г., Золотонос Я.Д., Мустакимова С.А. Энергоэффективные теплообменные аппараты на базе теплообменных элементов в виде пружинно-витых каналов // Известия КГАСУ, 2012, № 3 (21). – С. 86-95.
8. Золотонос А.Я., Золотонос Я.Д., Князева И.А., Багоутдинова А.Г. Змеевиковый теплообменник: пат. 133596 на пол. мод. Рос. Федерация. № 2013113048/06; заявл. 22.03.2013; опубл. 20.10.2013.

Knyazeva I.A. – post-graduate student

Zolotonosov Ya.D. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: zolotonosov@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The economic effect of the modernization of shell and tube heat exchanger based on the smooth-walled heat exchanger elements

Resume

In the article the calculation of economic benefit from the modernization of shell and tube heat exchanger due to the replacement of smooth heat transfer elements in the spring-coiled channels is considered.

Relevance of articles there is no doubt as heat exchangers are widely used in domestic production need to be replaced with new, more efficient ones. Since the complete replacement of obsolete equipment requires significant financial investment, it becomes a topical issue of modernization of existing equipment. Shell and tube heat exchangers in the case of possible

modernization of the existing fleet in the company of heat transfer equipment by replacing the smooth-walled heat exchanger elements to heat transfer elements in the form of spring-twisted channels.

Feature of the approach of the authors is not only a review of the methods to assess the economic effect, but also the calculation of indicators to measure the effectiveness of capital investments for the specific case.

Keywords: modernization, spring-twisted channel smooth-exchange element, economic benefits, the payback period.

Reference list

1. Kozmina Z.Ju., Brodov Ju.M., Domnikov A.Yu., Plotnikov P.N., Domnikova L.V. Estimation of economic efficiency power equipment modernization // Electronic Journal «Issledovano v Rossie», 6, 1369-1376, 2003. URL: <http://zhurnal.apelarn.ru/articles/2003/113.pdf> (reference date 10.10.2014).
2. Esipov V., Makhovikova G., Buzova I., Terekhova V. Economic Evaluation of Investment; Ed. V.E. Esipova. – SPb.: Vector, 2006. – 288 p.
3. Nagornaya N.V. Energy Economics: Eastern State Technical University. – Vladivostok: Izd FESTU, 2007. – 157 p.
4. Dronova U.V., Putilova N.N. Business planning and planning of economic operations of energy companies: Manual: Publisher NSTU, 2009. – 51 p.
5. Limonov A.I. Organization of production (energy). – Minsk: Belarusian National Technical University, 2012. – 37 p.
6. Steepochkina E.A. Economic evaluation of investment. – M.: Direct Media, 2014. – 369 p.
7. Bagoutdinova A.G., Zolotonosov Ya.D., Mustakimova S.A. Energy-efficient heat exchangers based on the heat transfer elements in the form of a spring-twisted channels // News of the KSUAE, 2012, № 3 (21). – P. 86-95.
8. Zolotonosov A.Ya., Zolotonosov Ya.D., Knyazeva I.A., Bagoutdinova A.G. Coiled heat exchanger: patent 133596 Russian Federation. № 2013113048/06; It is declared 22.03.2013; it is published 20.10.2013.