

УДК 338.45:620

О.В. МАЛЬХАНОВ (Общество с ограниченной ответственностью "ТурбоДЭн", Москва),
Н.Д. ЧАЛАЯ (Академия муниципального управления, Киев)

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТУРБОДЕТАНДЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Представлены результаты технико-экономических исследований и внедрения турбодетандерных агрегатов, на примере проекта внедрения турбодетандерной установки мощностью 1500 кВт осуществлена оценка экономической эффективности.

Непрерывное возрастание издержек промышленных предприятий на энергоснабжение своих производств, постоянная зависимость от сторонних производителей электроэнергии приводит к необходимости наращивания собственных генерирующих мощностей, производящих более дешевую электроэнергию, принимать меры по повышению эффективности работы собственных энергосистем, разработке и внедрению энергосберегающих технологий.

Эти мероприятия приводят к понижению энергоемкости и, в конечном итоге, к снижению себестоимости продукции.

К одному из видов энергосберегающих технологий промышленных предприятий можно отнести турбодетандерную, позволяющую рационально использовать энергию избыточного перепада давления природного газа, теряемую в дроссельных устройствах газоредуцирующих пунктов (ГРП).

С этой целью ООО "ТурбоДЭн" (Москва) разработан типоразмерный ряд турбодетандерных агрегатов – ЭТДА мощностью 1500, 2500, 4000 и 6000 кВт, предназначенных для выработки электроэнергии на ГРП промышленных предприятий [1].

Представим оценку экономической эффективности турбодетандерных технологий на примере проекта внедрения турбодетандерной установки мощностью 1500 кВт – ЭТДУ-1500 [2].

Объем производства электроэнергии ЭТДУ-1500 при установленных значениях мощности (1500 кВт) и времени эксплуатации (8 000 часов в год) составляет 12 млн кВт·ч в год.

Инвестиционные вложения в проект складываются из:

а) инвестиционных вложений в основное оборудование (турбодетандер, турбогенератор, автоматическая система управления технологическим процессом, теплообменный аппарат, электротехническое оборудование);

б) инвестиционных вложений в здания и сооружения (площадка и коммуникации, здания

и сооружения, строительные-монтажные работы и т.д.);

в) прочих инвестиционных вложений (проектные работы, пуско-наладочные работы, авторский надзор, управление и координация проекта и т.д.).

Себестоимость электроэнергии, производимой ЭТДУ-1500, исходя из технико-экономических параметров проекта, подразделяется на переменные и постоянные затраты.

К переменным относятся затраты на:

– электроэнергию, потребляемую на собственные нужды – 0,02 кВт·ч на каждый кВт·ч производимой электроэнергии;

– теплоноситель (пар), используемый для подогрева газа на входе в турбодетандер – 860 ккал на каждый кВт·ч производимой электроэнергии;

– машинное масло – 0,2 кг на каждый час работы агрегата;

– ремонт;

– заработную плату обслуживающему персоналу (дополнительно к имеющемуся персоналу ТЭЦ предполагается привлечь двух человек) и налоги с фонда оплаты труда (единый социальный налог).

Совокупность же постоянных затрат составляют амортизационные отчисления (амортизация ЭТДУ-1500 осуществляется линейно, в течение всего срока службы установки, который в соответствии с технической документацией составляет не менее 15 лет) и налог на имущество (2% в год от балансовой стоимости имущества).

Производимая ЭТДУ-1500 электроэнергия идет на внутреннее потребление предприятия, поэтому в расчете отсутствуют налог на добавленную стоимость и налог на прибыль.

Основной показатель оценки возврата инвестируемого капитала "чистый денежный поток" (net cash flow) рассчитывается как разность между стоимостью электроэнергии, приобретаемой у энергоснабжающей компании в объеме, эквивалентном объему производства электроэнергии ЭТДУ-1500, и полной себестоимостью

производимой ЭТДУ-1500 электроэнергии (за исключением амортизационных отчислений) (рис. 1).

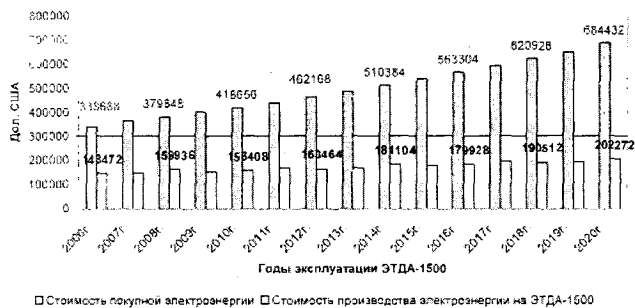


Рис. 1. Стоимости электроэнергии в проектном цикле ЭТДУ-1500

В расчете экономической эффективности проекта определялись следующие показатели:

– **Чистый приведенный доход**, представляющий собой разность между приведенными к настоящей стоимости величинами: суммой чистого денежного потока за период эксплуатации агрегата и суммой инвестиционных вложений на его создание, определяемый по формуле:

$$ЧПД = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{ИБ_t}{(1+i)^t},$$

где **ЧПД** – сумма чистого приведенного дохода по инвестиционному проекту; **ЧДП_t** – сумма чистого денежного потока по отдельным интервалам проектного цикла; **ИБ_t** – сумма инвестиционных вложений по отдельным интервалам проектного цикла; **i** – используемая дисконтная ставка, выраженная десятичной дробью; **n** – число интервалов в проектном цикле **t**.

– **Индекс доходности**, определяемый как отношение величины суммы дисконтированных элементов чистого денежного потока к величине суммы дисконтированных инвестиционных затрат, рассчитываемый по формуле:

$$ИД = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_t}{(1+i)^t} / \sum_{t=1}^n \frac{ИБ_t}{(1+i)^t},$$

где **ИД** – индекс доходности по инвестиционному проекту.

– **Период окупаемости**, представляющий собой период времени, который требуется для того, чтобы сумма чистых денежных поступлений в результате работы установки стала равной первоначальной стоимости капиталовложений. Период окупаемости рассчитывается по формуле:

$$ПО = \sum_{t=1}^n \frac{ИБ_t}{(1+i)^t} / \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_t}{(1+i)^t} \times t_0,$$

где **ПО** – период окупаемости по проекту; **t₀** – период эксплуатации установки.

– **Внутренняя норма доходности**, представляющая собой ту ставку дисконтирования, при которой суммарное значение дисконтированных доходов за эксплуатационный период установки равно суммарному значению дисконтированных инвестиционных вложений. Значение этого показателя определяется путем решения методом последовательных итераций уравнения:

$$\sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_t}{(1+ВСД)^t} = \sum_{t=1}^n \frac{ИБ_t}{(1+ВСД)^t},$$

где **ВСД** – внутренняя ставка доходности по инвестиционному проекту.

В расчетах используется дисконтная ставка, с экономической точки зрения представляющая собой норму доходности на вложенный капитал, принятая на основании рекомендаций ведущих экономических служб топливно-энергетических компаний России, равной 10%.

В табл. 1 приведены данные расчета основных показателей проекта.

Из приведенных в табл. 1 данных следует:

1. Положительная величина чистого приведенного дохода свидетельствует о том, что проект экономически выгоден и принесет предприятию доход в размере приблизительно 1 600 000 дол. США (рис. 2).

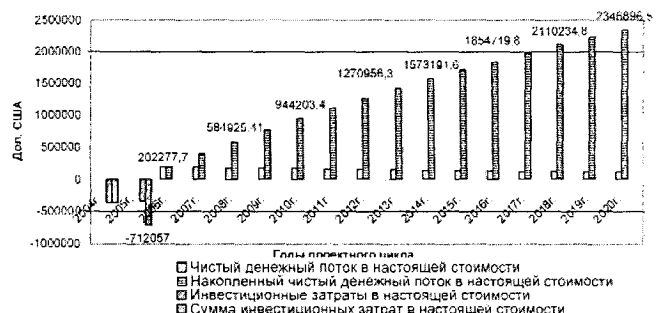


Рис. 2. Диаграмма денежного потока в течение проектного цикла

2. Величина индекса доходности 3,30 > 1 отражает эффективность проекта и показывает, что сумма чистого денежного потока на 230 % превышает объем инвестиционных вложений.

3. Рассчитанное значение периода окупаемости (рис. 3) свидетельствует о том, что временной интервал, необходимый для возме-

ния вложенных в проект инвестиций, составляет 3,69 года со дня ввода ЭТДУ-1500 в эксплуатацию.

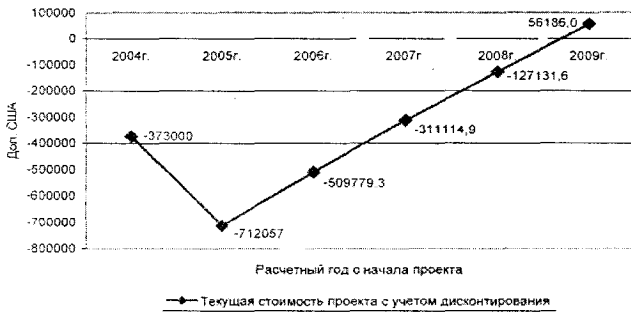


Рис. 3. График окупаемости проекта внедрения ЭТДУ-1500

4. Полученное значение внутренней ставки доходности равно 33,18% указывает на то пороговое значение рентабельности, при котором обеспечивалось бы равенство дисконтированных инвестиционных вложений и дисконтированных доходов за весь 17-летний жизненный цикл проекта (рис. 4). Ее величина говорит о высокой эффективности и достаточно высокой устойчивости проекта.

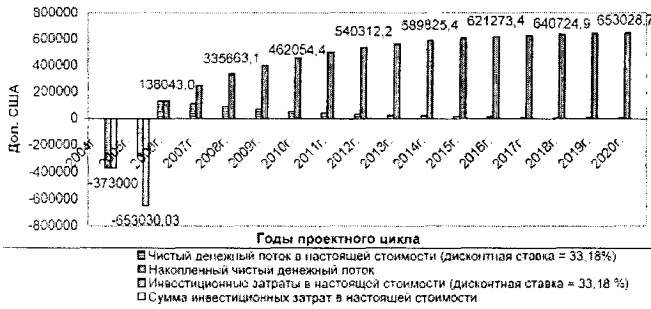


Рис. 4. Диаграмма внутренней ставки доходности

Таблица 1. Основные показатели оценки эффективности проекта

Показатели оценки эффективности	Значение
Чистый приведенный доход (Net Present Value, NPV), дол. США	1 634 839,46
Индекс (коэффициент) доходности (Profitability Index, PI)	3,30
Период окупаемости дисконтированный (Payback Period, PP), лет	3,69
Внутренняя ставка доходности (Internal Rate of Return, IRR), %	33,18

Таблица 2. Влияние изменения стоимости инвестиционных вложений на эффективность проекта

Показатель	Изменение стоимости инвестиционных вложений						
	-30%	-20%	-10%	0%	+10%	+20%	+30%
Чистый приведенный доход, тыс. дол. США	1869,4	1791,2	1713,0	1634,8	1556,7	1478,5	1400,3
Индекс доходности	4,75	4,14	3,67	3,30	2,99	2,73	2,51
Период окупаемости дисконтированный, лет	2,48	2,88	3,29	3,69	4,11	4,54	4,98
Внутренняя ставка доходности, %	44,52	39,95	36,25	33,18	30,58	28,33	26,38

Определив основные технико-экономические характеристики проекта, далее необходимо рассмотреть чувствительность проекта к возможным изменениям технологических и экономических условий его реализации.

При определении чувствительности данного проекта были исследованы зависимости чистого приведенного дохода, индекса доходности, периода окупаемости дисконтируемого и внутренней ставки доходности от стоимости инвестиционных вложений, стоимости вырабатываемой электроэнергии, стоимости теплоносителя и объемов производства электроэнергии в диапазоне возможных отклонений от их величин в базовом режиме.

Анализ чувствительности проекта проведен с шагом изменения варьируемых параметров в 10%. Его результаты отражены в табл. 2-4.

Приведенные в табл. 2 результаты анализа свидетельствуют о значительном запасе устойчивости проекта к увеличению стоимости инвестиционных вложений до 30%.

Как видно из табл. 3, возможное снижение стоимости покупной электроэнергии даже на 30% по сравнению с базовым значением не является критичным для показателей эффективности проекта.

Из табл. 4 следует, что возможное уменьшение объемов вырабатываемой ЭТДУ-1500 электроэнергии даже на 40 % по сравнению с номинальным режимом не приведет экономические показатели проекта к их критическому уровню.

В результате проведенных технико-экономических исследований установлено, что реализация проекта внедрения ЭТДУ-1500 на ГРП пред-

Таблица 3. Влияние изменения стоимости электроэнергии на эффективность проекта

Показатель	Изменение стоимости покупной электроэнергии						
	-30%	-20%	-10%	0%	+10%	+20%	+30%
Чистый приведенный доход, тыс. дол. США	698,2	1009,5	1324,7	1634,8	1966,3	2263,7	2581,8
Индекс доходности	1,98	2,42	2,86	3,30	3,76	4,18	4,63
Период окупаемости дисконтированный, лет	6,58	5,20	4,32	3,69	3,20	2,84	2,55
Внутренняя ставка доходности, %	21,27	25,51	29,44	33,18	36,96	40,29	43,67

Таблица 4. Влияние изменения объемов производства электроэнергии на эффективность проекта

Показатель	Изменение объемов производства электроэнергии						
	-40%	-30%	-20%	-10%	0%	+10%	+20%
Чистый приведенный доход, тыс. дол. США	618,0	872,2	1126,4	1380,6	1634,8	1889,0	2143,3
Индекс доходности	1,87	2,22	2,58	2,94	3,30	3,65	4,01
Период окупаемости дисконтированный, лет	7,02	5,75	4,83	4,19	3,69	3,30	2,98
Внутренняя ставка доходности, %	20,14	23,68	26,99	30,16	33,18	36,10	38,92

приятия обеспечивает его достаточно высокую эффективность в широком диапазоне изменения технико-экономических параметров и условий функционирования и приводит к повышению эффективности работы энергетической системы предприятия в целом.

1. Мальханов В.П. "Турбодетандерные агрегаты в системах подготовки и распределения природного газа". – М.: Нефть и газ, 2004. – 226с.

2. Бланк И.А. Управление инвестициями предприятия. – К.: Ника-Центр, Эльга, 2003. – 480 с.