

УДК 658.56

А.М. Афанасьев

Е.Е. Ермолаев

Е.П. Акри

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ИННОВАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СТОИМОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ГАЗОПРОВОДА

Аннотация. Настоящее исследование посвящено вопросам выбора инновационных материалов на основе жизненного цикла газопровода. Оценка эффективности прокладки газопроводов в настоящее время проводится только с позиции строительно-монтажных работ и не учитывает интересы организаций, обеспечивающих их содержание и капитальный ремонт. Повышение эффективности проектов газоснабжения возможно только при взаимных интересах участников инвестиционного проекта в процессе сооружения газопровода, его содержания и капитального ремонта. При такой постановке вопроса обоснование выбора инновационных материалов требует нового подхода, что определяет актуальность данной статьи. Рассмотрен метод расчета стоимости жизненного цикла газопровода, периоды жизненного цикла объекта. Приведены усредненные затраты на протяжении жизненного цикла объекта. Предложена методика выбора экономически целесообразного варианта использования труб для газопровода. Дан алгоритм расчета стоимости жизненного цикла газопровода.

Ключевые слова: жизненный цикл, единовременные затраты, текущие затраты, эффективность, стоимость жизненного цикла.

Anatoliyi Afanasyev

Evgeniyi Ermolaev

Ekaterina Acri

RATIONALE FOR THE SELECTION OF INNOVATIVE MATERIALS BASED ON THE COST OF THE LIFE CYCLE OF THE GAS PIPELINE

Annotation. The present study is devoted to the selection of innovative materials based on their life cycle of the gas pipeline. Assessment of the efficiency of laying gas pipelines is currently carried out only from the position of construction and installation works and does not take into account the interests of organizations that provide their maintenance and major repairs. Increasing the efficiency of gas supply projects is possible only if the interests of all participants in the construction of the gas pipeline, its maintenance and overhaul are observed. With such a statement of the question, the rationale for choosing innovative materials requires a new approach, which justifies the relevance of this article. The method of calculating the cost of the life cycle of a gas pipeline and periods of the object's life cycle are considered. The averaged costs over the life cycle of the object are given. A method for selecting an economically viable option for using pipes for a gas pipeline is proposed. An algorithm for calculating the cost of the life cycle of a gas pipeline is given.

Keywords: life cycle, one-time costs, current costs, efficiency, life cycle cost.

При подготовке и оценке технико-экономического обоснования по выбору инновационных материалов для газопровода важно понимать, что расчет финансовых величин и показателей без анализа условий и допущений, определяющих эти данные, представляет небольшой интерес для лиц, принимающих решение. Разработка промышленного инвестиционного проекта может быть представлена в виде жизненного цикла. Каждая фаза подразделяется на стадии и содержит важные виды деятельности. Задача высшего руководства состоит в том, чтобы выявить проблемы на разных стадиях исследований, не-

обходимых на всех этапах цикла. Определение инвестиционных возможностей является отправной точкой для деятельности, связанной с инвестированием. Чтобы создать точную информационную систему, следует применять новые методы и подходы как на уровне экономики, так и на уровне предприятия [3].

Стоимость жизненного цикла любого объекта (сооружения) – расчетная величина совокупных издержек владения объектом, включающая в себя расходы на проектирование, выполнение строительно-монтажных работ, последующее обслуживание, эксплуатацию и ремонт в течение срока его службы, утилизацию объекта.

Метод расчета стоимости жизненного цикла (далее – СЖЦ) применяется для сравнения вариантов предлагаемых проектов, в которых задаются одинаковые требования к характеристикам объекта, но существуют различия в единовременных и текущих затратах. Для обоснования экономически целесообразного проекта возникает необходимость сравнения затрат за весь срок службы объекта.

Минимальная совокупная стоимость владения объектом или максимальная прибыль от его эксплуатации будет показывать рациональный вариант проекта. Использование данного метода оценки должно заинтересовать федеральный и муниципальные органы власти, научно-исследовательские и проектные институты, специализированных поставщиков материалов и конструкций, управляющие компании, занимающиеся управлением эксплуатацией объектов.

Жизненный цикл объекта (ЖЦО) – это период, в течение которого будет осуществляться проект и создаваться чистая прибыль от инженерных изысканий, проектирования, строительства, эксплуатации (в том числе текущие ремонты), модернизации, реконструкции, капитального ремонта, сноса объекта или сооружения.

Можно выделить четыре периода жизненного цикла объекта.

1. Период проектирования, в том числе:

1.1) период по технико-экономическому обоснованию возведения объекта;

1.2) период по конструированию и проектированию.

2. Период конструирования, в том числе:

2.1) период по возведению с разработкой технологии, организации и технологических регламентов производства работ;

2.2) период по предэксплуатационному освоению.

3. Период эксплуатации объекта, обеспечивающий окупаемость вложенных средств, их создание и освоение, в том числе:

3.1) период проведения плановых технических и капитальных ремонтов;

3.2) период физического и функционального износа (устаревания), требующий проведения модернизации и реконструкции объекта. Если данные мероприятия целесообразны, то этот период предшествует началу нового жизненного цикла объекта. Обоснование принимаемого решения о начале нового жизненного цикла объекта обязательно должно сопровождаться в данном периоде выполнением работ по технико-экономическому обоснованию и разработке технической документации реконструкции (модернизации).

4. Период окончания жизненного цикла объекта, наступающий в случае, если модернизация или реконструкция, которые могут восстановить физико-механические и эксплуатационные характеристики объекта до нормального рабочего уровня, нецелесообразны. При этом осуществляется ликвидация объекта. Здесь возможна утилизация и повторное использование материалов, конструкций или оборудования [2].

Ожидаемую экономическую и социальную эффективность анализируют для обоснования инвестиционного проекта. Основная задача расчета стоимости жизненного цикла заключается в финансовой оценке на основе предельных издержек и выгод по проектному решению будущего газопровода, которая будет обеспечиваться путем сравнения общих экономических результатов. Конечным критерием

оценки эффективного объекта является приведенная стоимость владения, равная отношению совокупной стоимости к плановому периоду эксплуатации [4].

Расчет СЖЦ должен быть выполнен в начале процесса проектирования на стадии технико-экономического обоснования возведения объекта, пока есть возможность беспрепятственно вносить изменения в проект будущего объекта для обеспечения снижения его совокупной стоимости.

Обоснование выбора инновационных материалов на основе стоимости жизненного цикла заключается в уменьшении совокупной стоимости владения объектом за счет обоснованного увеличения первоначальных затрат на стадии проектирования и строительства, в результате чего на стадии эксплуатации объекта существенно сокращаются текущие расходы, составляющие в среднем 75 % от общих затрат (см. рис. 1).

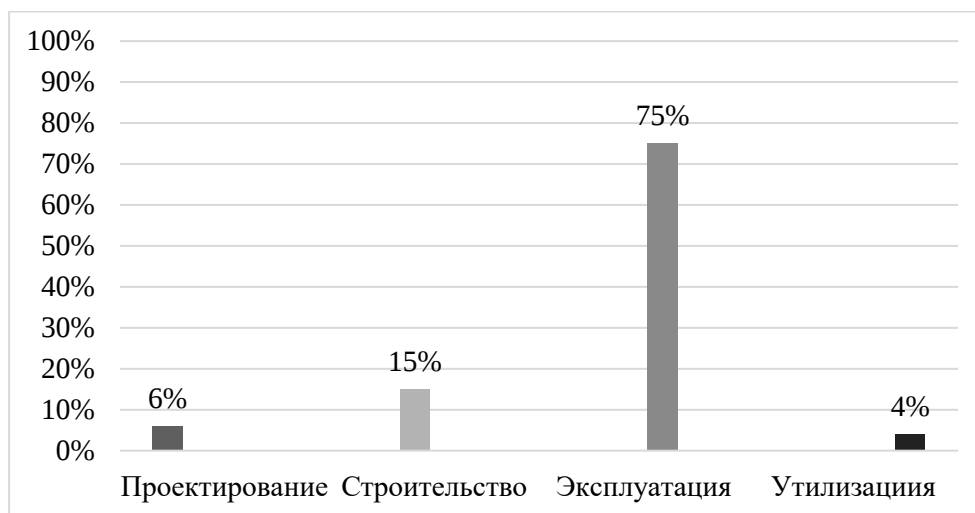


Рис. 1. Усредненные затраты на протяжении жизненного цикла объекта

Если себестоимость строительства газопровода будет на 50 % выше стандартной стоимости, то совокупная стоимость будет в 1,5-2,5 раза ниже стоимости затрат жизненного цикла объекта за счет применения инновационных материалов.

Совокупная стоимость жизненного цикла объекта включает в себя две категории издержек: единовременные затраты на ввод и вывод из эксплуатации и текущие затраты на эксплуатацию и ремонт [5].

Следовательно, расчет совокупной стоимости жизненного цикла объекта газопровода можно представить в следующем виде:

$$СЖЦ = \sum_{t=1}^n (K_{\text{ез}} \times E_{\text{нд}} + C \times E_{\text{нд}}); \quad (1)$$

$$E_{\text{нд}} = \frac{1}{(1+r)^n}, \quad (2)$$

где: СЖЦ – стоимость жизненного цикла; $K_{\text{ез}}$ – единовременные затраты; $E_{\text{нд}}$ – норма дисконтирования; C – текущие затраты; r – ставка дисконтирования; n – период жизненного цикла; $t_1, t_2, \dots, t_n$ – длительность отдельного периода.

В развернутом виде формулу для расчета стоимости жизненного цикла газопровода объекта можно представить в виде:

$$K_{\text{ез}} = \sum_{t=1}^n \left(\frac{З}{(1+r)^n} + \frac{\text{ИС}}{(1+r)^n} + \frac{\text{ПР}}{(1+r)^n} + \frac{\text{СМР}}{(1+r)^n} + \frac{У - \text{ВН}}{(1+r)^n} \right), \quad (3)$$

где: З – затраты на приобретение земельного участка; ИС – затраты на сооружение инженерных систем; ПР – затраты на проектирование; СМР – затраты на производство работ и приобретение и монтаж оборудования; У – утилизация объекта; ВН – стоимость использования вторичных материалов.

$$C = \sum_{t=1}^n \left(\frac{\text{СО}}{(1+r)^n} + \frac{\text{ТР}}{(1+r)^n} + \frac{\text{КР}}{(1+r)^n} + \frac{\text{КУ}}{(1+r)^n} \right), \quad (4)$$

где: СО – издержки на содержание объекта; ТР – издержки на текущий ремонт объекта; КР – издержки на капитальный ремонт объекта; КУ – издержки на коммунальные услуги.

Расчет затрат на жизненный цикл по рассматриваемым вариантам газопровода проводится на основании информации указанной в таблице 1.

Таблица 1

Расчета затрат на жизненный цикл газопровода

№	Наименование труб (диаметр 100 мм)	Единовременные затраты на устройство трубопроводов ($K_{\text{ез}}$), руб/м ²	Срок службы трубопровода (N), годы	Текущие затраты	
				на содержание (СО), руб/п.м	на капитальный ремонт (КР), руб/п.м
1.	Стальные (подземная прокладка)	1700	40	30	19
2.	Стальные (воздушная прокладка)	1500	45	30	17
3.	Полиэтиленовые (подземная прокладка)	1700	50	17	-

Примечание: максимальный расчетный период – 50 лет.

Издержки на жизненный цикл газопровода проведены по статическим показателям, где не учитывался временной фактор. Если проводить расчет с учетом временного фактора (динамические показатели), то издержки значительно возрастут [1].

Формулу расчета по статическим показателям можно представить в следующем виде:

$$\text{ЗЖЦ} = K_{\text{ез}} + N \times \text{СО} + \text{КР}, \quad (5)$$

где: ЗЖЦ – затраты на жизненный цикл, руб/п.м.; $K_{\text{ез}}$ – единовременные затраты, руб/п.м.; N – срок службы трубопровода, годы; СО – затраты на содержание (текущие затраты); КР – затраты на капитальный ремонт (текущие затраты).

Первый вариант, руб/п.м.

$$1700+40\times 30+19 = 2919 \text{ руб/п.м.}$$

Второй вариант, руб/п.м.

$$1500+45\times 30+17 = 2897 \text{ руб/п.м.}$$

Третий вариант, руб/п.м.

$$1700+50\times 17 = 2550 \text{ руб/п.м.}$$

Результаты расчетов показывают экономическую целесообразность устройства трубопровода из полиэтиленовых труб.

Разность между первым и третьим вариантом составит 369 руб/п.м (2919–2550).

Разность между вторым и третьим вариантом составит 317 руб/п.м (2867–2550).

Экономический эффект составляет 317 руб/п.м.

Расчет проводился по статическим показателям (см. формулу 5). Если расчет провести по динамическим показателям, с учетом фактора времени, то разность в затратах значительно возрастет.

Библиографический список

1. Ермолаев, Е. Е. Инновационный подход к управлению инвестиционным проектом жилого дома / Е. Е. Ермолаев // Экономические аспекты управления строительным комплексом в современных условиях : сборник статей / Под ред. М. И. Бальзанникова, К. С. Галицкова, Н. В. Шеховой, А. А. Ларкиной. – Самара : СГАСУ, 2015. – С. 158–163.
2. Ермолаев, Е. Е. Основные направления развития системы управления жилищно-коммунальным комплексом / Е. Е. Ермолаев, Н. А. Кравченко // Интеграл. – 2014. – №5-6. – С.102–103.
3. Кияткина, Е. П. Особенности моделирования инвестиционного анализа привлекательности экономического роста в стратегии развития регионов // Экономические науки. – 2012. – № 92. – С. 19–22.
4. Кияткина, Е. П. Методика определения экономической оценки эффективности инвестиционных вложений / Е. П. Кияткина, Н. В. Власова // Вопросы экономики и права. – 2012. – № 50. – С. 92–96.
5. Методика расчета жизненного цикла жилого здания с учетом стоимости совокупных затрат [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://rodosnpp.ru/media/rodos/documents/2014/perepiska/nop/_5_070714_1_04-836.pdf (дата обращения : 15.10.2017).

Reference

1. Ermolaev E. E. Innovacionnyj podhod k upravleniyu investicionnym proektom zhilogo doma [An innovative approach to the management of the investment project of a residential building]. *Ekonomicheskie aspekty upravleniya stroitel'nyh kompleksom v sovremennyh usloviyah : sbornik statej* [Economic aspects of the management of a building complex in modern conditions : collection of articles]. Ed. by Bal'zannikova M. I. et al. Samara, SGASU, 2015, pp. 158–163.
2. Ermolaev E. E., Kravchenko N. A. Osnovnye napravleniya razvitiya sistemy upravleniya zhilishchno-kommunal'nym kompleksom [The main directions housing and communal complex management system development]. *Integral*, 2014, I. 5–6, pp.102–103.
3. Kiyatkina E. P. Osobennosti modelirovaniya investicionnogo analiza privlekatel'nosti ekonomicheskogo rosta v strategii razvitiya regionov [The peculiarities of the economic growth attractiveness investment analysis modeling in the regions development strategy]. *Ekonomicheskie nauki* [Economics], 2012, I. 92, pp. 19–22.
4. Kiyatkina E. P., Vlasova N. V. Metodika opredeleniya ekonomicheskoy ocenki effektivnosti investicionnyh vlozhenij [The investments efficiency economic valuation determining method]. *Voprosy ekonomiki i prava* [Problems of economics and law], 2012, I. 50, pp. 92–96.
5. Metodika rascheta zhiznennogo cikla zhilogo zdaniya s uchetom stoimosti sovokupnyh zatrat [The residential buildings life cycle calculation method with a glance to account the cumulative costs]. Available at: http://rodosnpp.ru/media/rodos/documents/2014/perepiska/nop/_5_070714_1_04-836.pdf (Accessed: 15 October 2017).