



ISSN 1993-3509 online

**ЭКОНОМИКА СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА
ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА І МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
ECONOMICS OF CIVIL ENGINEERING AND MUNICIPAL ECONOMY**

2023, ТОМ 19, НОМЕР 2, 61–71

EDN: PRZMZA

УДК 336.581:725.4

МЕТОДИКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЯХ И СООРУЖЕНИЯХ

В. Н. Левченко¹, Е. О. Брыжатая², О. Э. Брыжатый³

*ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»,
2, ул. Державина, г. Макеевка, ДНР, Российская Федерация, 286123.*

E-mail: ¹ zhbkk@donnasa.ru, ² e.o.bryzhataya@donnasa.ru, ³ o.e.bryzhatiy@donnasa.ru

Получена 10 мая 2023; принята 23 мая 2023.

Аннотация. В связи с развитием теории экономической эффективности, а также проведением комплекса работ по технико-экономическому обоснованию области рационального применения сборных и монолитных железобетонных, стальных и деревянных конструкций в промышленном и транспортном строительстве возникла необходимость непрерывного совершенствования методов оценки конструктивных решений применительно к промышленным зданиям и сооружениям. Варианты (комплексы конструкций или отдельные конструкции) должны выбираться на основе сопоставления технико-экономических показателей по предлагаемым решениям с показателями лучших прогрессивных решений, применяемых в данном районе строительства или предусмотренных в проектах. При выявлении области рационального применения конструкций из разных материалов для сопоставления рекомендуется выбирать, как правило, типовые решения конструкций. В целях выявления резервов повышения экономической эффективности сборных железобетонных, стальных, деревянных и других конструкций должны рассматриваться, кроме типовых, также перспективные решения (например, для стальных конструкций – использование стали высокой прочности, для железобетонных – использование бетонов высокой прочности, для деревянных – использование клееной фанеры, древесины и др.).

Ключевые слова: эффективность, сопоставимость, рациональность, себестоимость, дифференциация.

МЕТОДИКА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ РАЦІОНАЛЬНОГО ЗАСТОСУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ У ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЛЯХ І СПОРУДАХ

В. М. Левченко¹, К. О. Брижата², О. Е. Брижатиий³

*ФДБОУ ВО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»,
2, вул. Державіна, м. Макіївка, ДНР, Російська Федерація, 286123.*

E-mail: ¹ zhbkk@donnasa.ru, ² e.o.bryzhataya@donnasa.ru, ³ o.e.bryzhatiy@donnasa.ru

Отримана 10 травня 2023; прийнята 23 травня 2023.

Анотация. У зв'язку з розвитком теорії економічної ефективності, а також проведенням комплексу робіт з технико-економічного обґрунтування галузі раціонального застосування збірних та монолітних залізобетонних, сталевих та дерев'яних конструкцій у промисловому та транспортному будівництві виникла необхідність безперервного вдосконалення методів оцінки конструктивних рішень стосовно промислових будівель та споруд. Варіанти (комплекси конструкцій або окремі конструкції) повинні вибиратися на основі зіставлення технико-економічних показників за запропонованими рішеннями з показниками кращих прогресивних рішень, які застосовуються в даному районі будівництва або передбачені проектами. При виявленні області оптимального використання конструкцій з різних матеріалів



для зіставлення рекомендується вибирати, як правило, типові рішення конструкцій. З метою виявлення резервів підвищення економічної ефективності збірних залізобетонних, сталевих, дерев'яних та інших конструкцій повинні розглядатися, крім типових, також перспективні рішення (наприклад, для сталевих конструкцій – використання сталі високої міцності, для залізобетонних – використання бетонів високої міцності, для дерев'яних – використання клеєної фанери, деревини та ін.).

Ключові слова: ефективність, сумісність, раціональність, собівартість, диференціація.

METHODOLOGY OF TECHNICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT OF RATIONAL APPLICATION OF STRUCTURES IN INDUSTRIAL BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS

Viktor Levchenko ¹, Ekaterina Bryzhata ², Oleg Bryzhatiy ³

FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture»,

2, Derzhavina Str., Makeyevka, DPR, Russian Federation, 286123.

E-mail: ¹ zhbk@donnasa.ru, ² e.o.bryzhataya@donnasa.ru, ³ o.e.bryzhatiy@donnasa.ru

Received 10 May 2023; accepted 23 May 2023.

Abstract. In connection with the development of the theory of economic efficiency, as well as the implementation of a set of works on the feasibility study of the area of rational use of prefabricated and monolithic reinforced concrete, steel and wooden structures in industrial and transport construction, it became necessary to continuously improve methods for evaluating design solutions in relation to industrial buildings and structures. Options (complexes of structures or individual structures) should be selected based on a comparison of the technical and economic indicators for the proposed solutions with the indicators of the best progressive solutions used in the given construction area or provided for in the projects. When identifying the area of rational application of structures made of different materials for comparison, it is recommended to choose, as a rule, standard design solutions. In order to identify reserves for increasing the economic efficiency of prefabricated reinforced concrete, steel, wooden and other structures, in addition to standard ones, promising solutions should also be considered (for example, for steel structures – the use of high-strength steel, for reinforced concrete constructions – the use of high-strength concrete, for wooden structures – the use of plywood, wood, etc.).

Keywords: efficiency, comparability, rationality, cost, differentiation.

Формулировка проблемы

Для обеспечения устойчивого роста производственных мощностей в строительстве необходима достоверная технико-экономическая оценка рациональности применения различных видов конструкций при возведении промышленных зданий и сооружений.

Анализ последних исследований и публикаций

Исследованиям по технико-экономической оценке рационального применения конструкций в промышленных зданиях и сооружениях посвящено достаточное количество трудов как зарубежных, так и отечественных ученых.

Наиболее детально вопросы рационального использования различного вида конструкций применительно к отечественным условиям рассмотрены в работах следующих авторов: П. Г. Грабовый, А. И. Солунский, С. Н. Петрова, С. Н. Шумилина.

Несмотря на интерес к проблеме исследования многих современных авторов, необходим постоянный анализ и уточнение тенденций развития строительного производства с целью повышения рациональности применения конструкций в промышленных зданиях и сооружениях.

Цель статьи

Целью статьи является анализ методики технико-экономической эффективности рационального

применения конструкций в строительстве промышленных зданий и сооружений.

Основной материал

При технико-экономической оценке конструкций важное значение имеет соблюдение условий сопоставимости и правильный выбор номенклатуры технико-экономических показателей и метода их расчета, отвечающего требованиям поставленной задачи.

Конструкции, отобранные для сравнения, должны иметь одинаковое назначение, должны быть рассчитаны на одинаковые полезные, снеговые и ветровые нагрузки в соответствии с действующим СП и предназначаться для эксплуатации в одинаковых температурно-влажностных и климатических условиях; стоимостные показатели должны быть определены в единых ценах и для одного и того же территориального района [3, 4].

При сравнении отдельных конструкций из сборного железобетона и стали большое, а иногда решающее значение имеет учет разницы в затратах на смежные с рассматриваемыми конструкциями элементы. Различия в смежных элементах вызываются следующими факторами: различным собственным весом конструкций; неодинаковым расстоянием между температурными швами; неодинаковым креплением смежных элементов к конструкциям из стали и железобетона; неодинаковыми габаритами конструкций; различным решением связей; различной степенью огнестойкости конструкций и др.

Эффективность применения конструкций оценивается методом сопоставления технико-экономических показателей. Для обеспечения сопоставимости технико-экономические показатели относятся на общую для сравниваемых вариантов единицу измерения.

При оценке конструктивных решений зданий с различной сеткой колонн в случаях, если это вызывает изменения в расстановке оборудования, изменения площади зданий и мощности размещаемых в них производств, в качестве основной единицы измерения принимается единица мощности.

Для оценки эффективности конструкций с народнохозяйственной точки зрения в качестве решающего показателя принимаются приведенные

затраты, определяемые с учетом стоимости конструкций в деле, капитальных вложений в производство конструкций и материалов, приобретения монтажных и транспортных средств, эксплуатационных расходов и фактора времени. Таким образом, вариант, для которого приведенные затраты минимальны, признается более эффективным. Если разница в величине приведенных затрат менее или равна 3 %, то варианты по этому показателю признаются равноэкономичными и конструкции выбираются на основе сопоставления показателей стоимости в деле [5].

Исследование остальных технико-экономических показателей имеет целью установить преимущества и недостатки того или иного решения и наметить пути технического прогресса.

Показатели расхода материалов и капитальных вложений используются при разработке предложений по развитию производства эффективных конструкций и материалов, по изменению в направлениях капитальных вложений в промышленность строительных материалов и другие отрасли, поставляющие материалы для строительства.

Показатели стоимости в деле используются для определения возможного снижения стоимости строительства за счет рационального применения конструкций.

Необходимо хотя бы кратко остановиться на особенностях анализа вариантов, разработанных на различных стадиях, с различной степенью детальности. Рекомендуется, как правило, оценивать эффективность применения конструкций, разработанных на стадии рабочих чертежей. Однако часто возникает необходимость сопоставления конструкций, разработанных на стадии рабочих чертежей и технических решений. Такие случаи возникают при оценке эффективности применения новых типов конструкций.

Если вариант, разработанный на стадии технических решений, окажется эффективнее варианта, разработанного на стадии рабочих чертежей, то для данного варианта можно рекомендовать лишь разработку рабочих чертежей. Окончательный вывод об экономической эффективности этого варианта может быть сделан только после рассмотрения технико-экономических

показателей, определенных по рабочим чертежам, а для некоторых новых типов конструкций, характеризующихся сложностью изготовления и монтажа – после проверки их в экспериментальном строительстве.

При оценке эффективности применения конструкций при разработке типовых проектов рекомендуется показатели стоимости определять для нескольких различных районов строительства, расположенных в зоне действия данных типовых проектов с наиболее резкими различиями в уровне цен на сборные конструкции и местные материалы, а не для одного района строительства, как это делается сейчас.

При оценке эффективности и обосновании области рационального применения конструкций из различных материалов (железобетона, стали, дерева, асбестоцемента и др.) необходимо показатели стоимости определять для нескольких районов при различных транспортных схемах.

При этом следует иметь в виду, что цены на конструкции и материалы по различным регионам Российской Федерации колеблются в очень больших пределах (до двух раз и более) [1, 2].

Стоимость сборных конструкций в деле C_δ рассчитывается с учетом стоимости изготовления конструкций, транспорта и монтажа:

$$C_\delta = [(C_3 + C_m) \cdot K_{з.с} + C_{сб} + C_v + C_o + C_6 + H] \cdot K_{з.в} \cdot K_{пл}, \text{ руб.} \quad (1)$$

где C_δ – стоимость в деле;

C_3 – заводская стоимость конструкций (стоимость изготовления конструкций, включая стоимость материалов);

C_m – стоимость транспортирования конструкций до строительной площадки и разгрузки;

$K_{з.с}$ – коэффициент, учитывающий заготовительно-складские расходы;

$C_{сб}$ – стоимость укрупнительной сборки конструкций;

C_v – стоимость установки конструкций;

C_o – стоимость антикоррозионной защитной окраски стальных конструкций, побелки железобетонных конструкций, огнезащитной окраски деревянных конструкций, включая затраты на устройство в необходимых случаях подмостей, лесов и т. п.

C_6 – стоимость различных вспомогательных работ, не учитываемых в сметных нормах на монтаж конструкций;

H – накладные расходы;

$K_{з.в}$ – коэффициент, учитывающий удорожание работ при производстве их в зимнее время;

$K_{пл}$ – коэффициент, учитывающий плановые накопления.

Заводскую стоимость сборных конструкций рекомендуется определять на основе данных о фактической себестоимости изготовления конструкций, поставляемых с тех или иных заводов. При оценке эффективности конструкций на стадии разработки типовых проектов или разработки индивидуальных проектов в случаях, когда неизвестны поставщики конструкций и не имеется практической возможности получить данные по себестоимости, возможно использование прейскурантов оптовых цен. При отсутствии оптовых цен или недостаточной их дифференциации стоимость изготовления конструкций определяется путем составления калькуляций или по специальным методикам. Расчетная себестоимость изготовления может быть представлена в следующем виде:

$$C_3 = C_m + 3 \cdot \mathcal{Z} \cdot \mathcal{U}_0 (1 + K_{ц}) + C_6, \quad (2)$$

где C_3 – расчетная себестоимость изготовления;

C_m – стоимость основных материалов и полуфабрикатов;

\mathcal{Z} – средняя часовая заработная плата рабочих, занятых изготовлением данного вида конструкций;

\mathcal{U}_0 – трудоемкость основных технологических операций, учитываемых при определении основной заработной платы;

$K_{ц}$ – коэффициент, учитывающий цеховые и общезаводские расходы;

C_6 – внезаводские расходы.

При определении стоимости основных материалов необходимо учитывать потери материалов и отходы, возникающие при изготовлении конструкций.

При использовании различных методических указаний следует вводить коррективы в связи с введением новых цен и сметных норм [6].

Стоимость транспортирования определяется по ценнику сметных цен на перевозку грузов для строительства.

При определении капитальных вложений в производство конструкций, полуфабрикатов и материалов, учитываются не только прямые

вложения в предприятия по их производству (K_k), но и сопряженные капитальные вложения в предприятия (K_m), обеспечивающие данную отрасль (предприятие) постоянно возобновляемыми элементами оборотных фондов – сырьем, материалами, комплектующими изделиями, топливом, электроэнергией и т. д.

В общем виде капиталовложения в базу K_0 могут быть представлены:

$$K_0 = K_k + K_m + K_m + K_0, \text{ руб/год}, \quad (3)$$

где

$$\begin{cases} K_k = \sum_{i=1}^n K_{k,i} \cdot V_{k,i} \\ K_m = \sum_{i=1}^m K_{m,i} \cdot V_{m,i} \end{cases} \quad (4)$$

где K_0 – капиталовложения в базу;

$K_{k,i}$ – удельные капиталовложения в производство сборных конструкций и изделий;

$V_{k,i}$ – объем (вес, площадь и т. п.) конструкций или изделий;

$K_{m,i}$ – удельные капиталовложения в производство полуфабрикатов и материалов;

$V_{m,i}$ – расход (объем, вес, площадь и т. п.) полуфабрикатов или материалов;

K_m – капиталовложения на приобретение транспортных средств;

K_0 – капиталовложения на приобретение монтажных средств и оборудования для возведения конструкций.

Удельные капиталовложения в производство конструкций, полуфабрикатов и оборудования принимаются по соответствующим сборникам нормативов удельных капиталовложений. При их отсутствии или малой дифференциации могут быть использованы данные проектов соответствующих предприятий. Общую сумму капитальных вложений при различной номенклатуре выпускаемой продукции по отдельным ее видам рекомендуется распределять или пропорционально стоимости переработки продукции (без стоимости материалов), а при отсутствии таких данных пропорционально стоимости отдельных видов продукции, определенных по оптовым ценам.

Часто при технико-экономической оценке применения конструкций учитывают только капитальные вложения в производство конструкций. Это не всегда приводит к правильным, объективным выводам. Для ряда конструкций величина капитальных вложений в производство

материалов, потребных для их изготовления, значительно превышает капитальные вложения в производство самих конструкций.

Капиталовложения в приобретение транспортных и монтажных средств и строительство базы для их обслуживания и ремонта рекомендуется учитывать при сопоставлении конструкций: а) существенно отличающихся весом; б) при оценке эффективности вариантов с использованием местных материалов и привозных материалов и конструкций; в) при сопоставлении вариантов с разным уровнем сборности.

В том случае, если сборные железобетонные конструкции изготавливаются на полигоне, специально построенном для возведения данного сооружения (например, для автодорожного моста), то капиталовложения в заводы сборного железобетона не учитываются при определении суммарных капиталовложений, а стоимость полигона учитывается полностью при определении стоимости сооружения. При оценке эффективности внедрения новых для данного района типов железобетонных конструкций (например, оболочек, плоскостных конструкций с шагом ферм 12 м и т. д.) по сравнению с уже применяемыми, производство которых налажено, и когда имеющиеся мощности полностью обеспечивают потребность строительства, рекомендуется при определении капиталовложений учитывать затраты в строительство новых цехов или реконструкцию существующих цехов по производству сборных конструкций только для варианта с новыми конструкциями.

При сравнении некоторых конструкций необходимо учитывать не только эксплуатационные затраты по содержанию самих конструкций зданий и сооружений, но и другие виды эксплуатационных затрат или разницу в этих видах затрат для рассматриваемых решений.

В необходимых случаях при сравнении конструкций необходимо учитывать возможные потери от остановки производства на время ремонта конструкций или потери от уменьшения выпуска продукции.

Сокращение сроков строительства зданий и сооружений и более ранний ввод объектов в действие может дать существенный экономический выигрыш за счет дополнительного выпуска продукции или устранения непроизводительных

потерь. Продолжительность возведения отдельных конструкций или комплексов конструкций, а также зданий и сооружений в целом определяется на основе проектов организации работ, обеспечивающих для каждого варианта минимальные приведенные затраты. Только такой подход создает условия для правильной оценки фактора продолжительности строительства зданий и сооружений с применением конструкций, выполненных из различных материалов, с различной степенью сборности и заводской готовности.

При оценке эффективности применения конструкций для конкретных объектов строительства целесообразно учитывать при определении продолжительности строительства возможные сроки поставки тех или иных конструкций.

Приведенные или суммарные народнохозяйственные затраты являются, как уже отмечалось, решающим показателем для оценки экономической эффективности конструкций. В общем виде приведенные затраты могут быть выражены формулой

$$P=(C_d-\Delta H) \cdot \Phi+P_k+P_n+P_n, \text{ руб.} \quad (5)$$

где P – приведенные затраты;

C_d – стоимость конструкций в деле, руб.;

ΔH – экономия накладных расходов вследствие уменьшения продолжительности и трудоемкости возведения конструкций зданий и сооружений (за эталон принимается вариант с максимальной трудоемкостью и продолжительностью возведения, для которого величина $\Delta H=0$);

Φ – коэффициент приведения затрат на возведение конструкций зданий и сооружений к году начала эксплуатации объекта;

P_k – часть приведенных затрат, зависящая от величины капиталовложений в базу, руб.;

P_n – часть приведенных затрат, зависящая от величины эксплуатационных затрат, руб.;

P_n – возможные народнохозяйственные потери от недовыпуска продукции, руб., (за эталон принимается вариант с минимальной продолжительностью возведения, для которого $P_n=0$).

В тех случаях, когда для одного из вариантов стоимость в деле существенно ниже, чем для других вариантов, а остальные факторы, влияющие на величину приведенных затрат заведомо в

пользу этого варианта, можно для выбора конструкции ограничиться анализом показателей стоимости в деле.

Вторая составляющая в формуле приведенных затрат P_k при обосновании выбора конструкций для конкретного объекта может не подсчитываться, если имеющаяся база обеспечивает потребности строительства.

Третья составляющая в формуле приведенных затрат P_n при оценке конструкций с одинаковыми сроками службы и затратами на ремонт может не учитываться, в остальных случаях учет ее обязателен. Четвертую составляющую P_n рекомендуется учитывать только при оценке вариантов конструктивных решений зданий и сооружений с различной продолжительностью возведения, запроектированных для конкретных объектов строительства, и при условии, что продукция, выпущенная на ранее введенном объекте, нужна для народного хозяйства и может быть эффективно использована, а также когда для варианта с большей продолжительностью строительства не имеется возможности более раннего начала строительства или более раннее начало экономически нецелесообразно.

Отдельные составляющие, входящие в формулу приведенных затрат, определяются следующим образом.

$$\Delta P=0,6H((T_c-T'_c)/T)+0,15\Delta C_s+0,4\Delta Ч, \quad (6)$$

где 0,6 – коэффициент, учитывающий удельный вес условно-постоянных расходов в общей сумме накладных расходов для варианта с максимальной трудоемкостью и продолжительностью возведения;

H – величина накладных расходов для варианта с максимальной трудоемкостью и продолжительностью строительства, руб.;

T_c и T'_c – соответственно продолжительность возведения конструкций зданий и сооружений для вариантов с большей и меньшей продолжительностью строительства, года;

ΔC_s – разница в затратах на заработную плату, руб.;

0,4 – экономия накладных расходов при уменьшении на 1 чел.-день трудоемкости возведения, руб./чел.-день;

$\Delta Ч$ – разница в затратах труда на возведение конструкций, чел.-день.

Величина ΔH подсчитывается только при сопоставлении тех конструкций, для которых принят

единый норматив накладных расходов. При сопоставлении конструкций, для которых приняты дифференцированные нормативы накладных расходов, величина ΔH в формуле приведенных затрат не учитывается.

$$A = \sum_{i=1}^n \frac{c_i(1+p)^{t_i}}{100}, \quad (7)$$

где c_i – доля от общей стоимости работ по возведению конструкций зданий и сооружений, выполненных в i -й период строительства (в % от полной стоимости);

t_i – время в годах от середины i -го периода до начала эксплуатации объекта;

p – норматив для приведения разновременных затрат;

n – число периодов, на которые разбивается вся продолжительность строительства здания и сооружения; рекомендуется продолжительность периода принимать равной месяцу или кварталу (в зависимости от общей продолжительности строительства).

$$P_{\kappa} = E_n (\alpha K_{\kappa.o} + \alpha K_{m.o} + K_m + K_o), \text{ руб.} \quad (8)$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективности, 1/год;

$K_{m.o}$ – приведенные (к моменту окончания срока строительства соответствующих предприятий базы) капиталовложения в производство конструкций, руб-год;

$K_{\kappa.o}$ – то же, в производство полуфабрикатов и материалов, руб-год;

α – коэффициент, величина которого зависит от того, на основе каких исходных данных определялась стоимость изготовления конструкций, полуфабрикатов и материалов; в случае использования данных по себестоимости $\alpha=1,0$, в случае использования оптовых цен $\alpha < 1,0$, поскольку в новых оптовых ценах на промышленную продукцию учтена плата за фонды (в размере в среднем 6 %) и в плановую прибыль включены отчисления в фонд развития производства; среди специалистов нет установившегося мнения по поводу необходимости учета коэффициента α и его величине; этот вопрос требует дополнительных разработок.

Приведенные капиталовложения в базу по изготовлению конструкций $K_{\kappa.o}$ и материалов $K_{m.o}$ определяются по формулам [6, 7]:

$$\begin{cases} K_{\kappa.o} = \sum_{i=1}^n K_{\kappa,i} \cdot V_{\kappa,i} \cdot A_{\kappa,i} \\ K_m = \sum_{i=1}^m K_{m,i} \cdot V_{m,i} \cdot A_{m,i} \end{cases}, \text{ руб. год} \quad (9)$$

где $A_{\kappa,i}$ и $A_{m,i}$ – коэффициенты, учитывающие продолжительность строительства предприятий по производству конструкций и материалов; определяются аналогично коэффициенту A .

$$P_{\phi} = \frac{c_{\phi} + c - c_y}{(1+p)^{T_m}} + \sum_{i=1}^n \frac{c'_{\phi} + c - c_y - c_o}{(1+p)^{T_{\phi,i}}} + \sum_{i=1}^m \frac{c_p + c_o}{(1+p)^{T_{p,i}}} + C_T \phi, \text{ руб.} \quad (10)$$

где c – стоимость разборки (демонтажа) конструкций и вывоза нереализуемых материалов от разборки, руб.;

c_y – стоимость реализации утилизируемых материалов от разборки (например, стоимость данного металлолома от разборки металлоконструкций), руб.;

T_m – продолжительность функционирования объекта (или срок морального износа здания или сооружения) в годах (при отсутствии специальных указаний T_m может быть принята равной 50 годам);

c'_{ϕ} – стоимость возведения в условиях действующего цеха или предприятия новой конструкции вместо старой, отслужившей свой срок, руб.; учитывается, только при $T_{\phi} < T_m$ (T_{ϕ} – физический срок службы конструкций);

c_o – возможные потери от остановки или сокращения объема производства во время проведения 1-й замены конструкций или 1-го капитального ремонта; $t_{\phi,i}$ – время в годах от начала эксплуатации объекта до 1-й замены конструкции;

n – количество замен конструкций за весь период функционирования объекта;

c_p – стоимость одного капитального ремонта, руб.;

$t_{p,i}$ – время в годах от начала эксплуатации объекта до 1-го капитального ремонта;

m – количество капитальных ремонтов за весь срок функционирования объекта, не сопровождающихся полной сменой конструкций;

c_m – среднегодовая стоимость текущего ремонта и прочих эксплуатационных расходов, руб/год;

φ – условное время, за которое учитываются полностью текущие эксплуатационные расходы C_T .

При определении затрат, связанных со сменой рассматриваемых конструкций не следует забывать о тех смежных конструкциях, которые возможно придется заменять одновременно с рассматриваемыми.

Величина φ , как и суммарная величина Π_s , зависит в большей степени от продолжительности функционирования объекта и от величины коэффициента приведения разновременных затрат.

Так:

$$\varphi = \int_0^{T_m} \frac{dt}{(1+p)^t} = \frac{(1+p)^{T_m} - 1}{(1+p)^{T_m} \ln(1+p)}, \quad (11)$$

Изменение величины φ в зависимости от изменения величины T_m и p показано на рисунке 1.

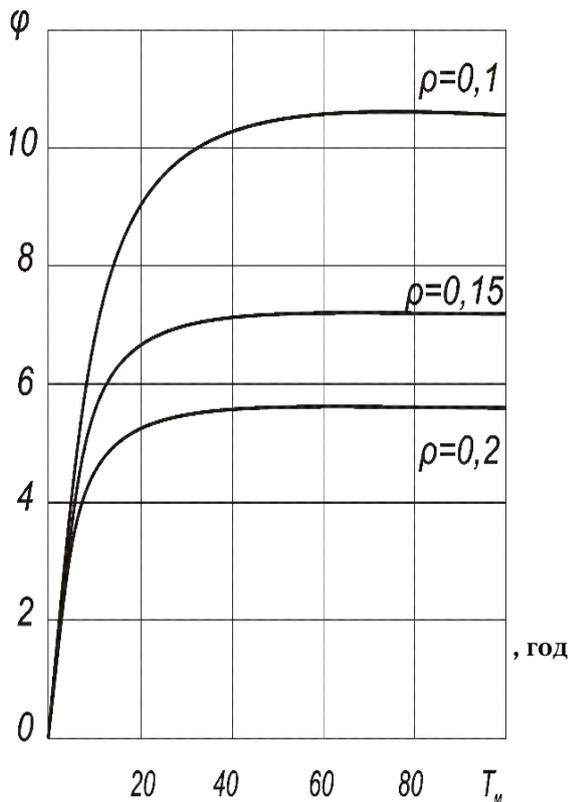


Рисунок 1 – Изменение величины коэффициента приведения текущих эксплуатационных расходов φ в зависимости от продолжительности функционирования объекта T_m и коэффициента приведения разновременных затрат p .

В формуле (10) учтено многофакторов. Дальнейшее ее развитие, по-видимому, будет целесообразным в направлении учета капиталовложений в базу по производству конструкций и материалов, необходимых для капитального ремонта и смены конструкций. С другой стороны, формула может быть упрощена, если сделать следующие допущения: затраты по смене конструкций в условиях действующего цеха или предприятия равны затратам по возведению конструкций при новом строительстве; в период проведения капитальных ремонтов или работ по смене конструкций потери производства не имеют места или столь незначительны, что ими можно пренебречь без ущерба для правильности выбора варианта; затраты на капитальный ремонт производятся через равные промежутки времени и не изменяются по величине. При этом получим:

$$\Pi_s = \mu_1(C + C_o + C_y) + \mu_2 C_p + \varphi C_T, \text{ руб.} \quad (12)$$

где μ_1 и μ_2 – коэффициенты, приведения к началу эксплуатации объекта соответственно затрат на смену конструкций и капитальные ремонты за весь срок функционирования объекта.

Значения коэффициентов μ_1 и μ_2 при некоторых значениях T_φ , T_p , T_m приведены на рисунке 2.

$$\Pi_n = \frac{E_n \Phi (T_c - T'_c)}{(1+p)^{T_o}}, \text{ руб.} \quad (13)$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

Φ – сметная стоимость вводимых в действие основных фондов (полная сметная стоимость объекта, включая стоимость технологического оборудования и его монтажа);

T_c и T'_c – соответственно продолжительность строительства объекта для вариантов с большей и меньшей продолжительностью возведения конструкций зданий и сооружений;

T_o – продолжительность освоения проектной мощности в годах.

При большой разнице в стоимости сопоставляемых конструкций зданий и сооружений стоимость вводимых в действие основных фондов может быть различной.

При определении народнохозяйственных потерь от невыпуска некоторого количества продукции при увеличении продолжительности возведения объекта следует иметь в виду,

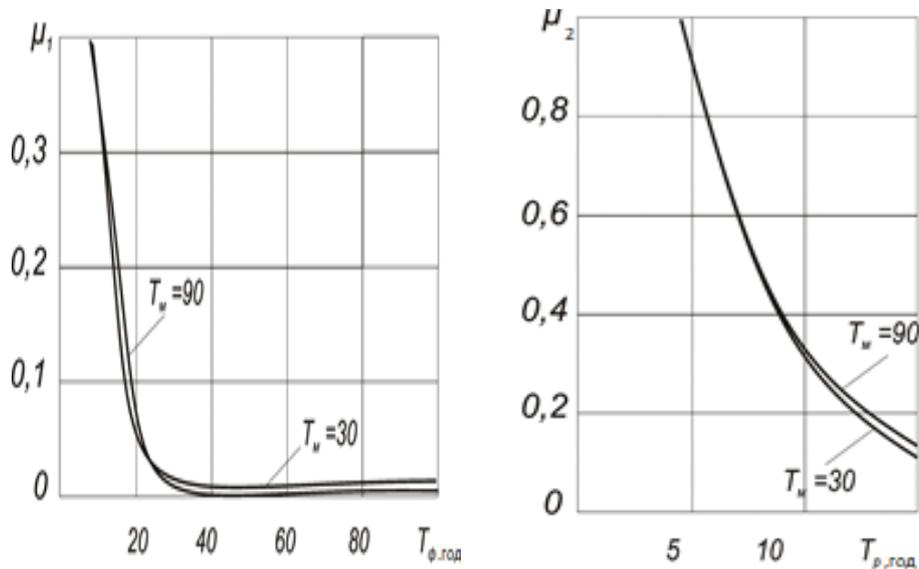


Рисунок 2 – Значения коэффициентов приведения затрат на замену конструкций μ_1 и капитальный ремонт μ_2 к году начала эксплуатации; T_ϕ – физический срок службы конструкций; T_m – продолжительность функционирования здания или сооружения (моральный срок службы); T_p – периодичность капитальных ремонтов.

что эти потери носят в значительной мере условный характер при рассмотрении их в отрыве от реальных условий строительства того или иного объекта и без учета потребности народного хозяйства в той или иной продукции в конкретный период времени. Поэтому анализ эффективности применения конструкций производится как с учетом возможных потерь от увеличения сроков возведения, так и без учета этого фактора.

Экономический эффект от применения тех или иных конструкций определяется в расчете на принятую единицу измерения (например, при оценке конструкций каркасов на 1 м^2 площади здания), а также в расчете на единицу веса или объема примененных или вытесненных основных конструкций или материалов.

Показатели экономического эффекта в расчете на единицу веса или объема примененных или вытесненных конструкций и материалов используются при определении суммарного экономического эффекта, а также при установлении областей экономически наиболее эффективного применения конструкций и при разработке рекомендаций по первоочередному внедрению этих конструкций. Этот показатель имеет важное значение при дефиците в определенный момент тех или иных эффективных материалов.

Трудоемкость изготовления сборных конструкций определяется с учетом затрат труда на основные технологические операции, вспомогательные транспортные операции по данным заводов-изготовителей сборных железобетонных, стальных, деревянных и других конструкций или при отсутствии таковых данных путем составления калькуляций или по специальным методикам.

Важное значение при обосновании области рационального применения конструкций имеет учет различных факторов, влияющих на их эффективность, а именно: уровня оптовых цен и фактической себестоимости производства конструкций по районам страны; объема применения конструкций в данном районе строительства и возможностей имеющейся базы по производству конструкций и материалов; условий транспортирования конструкций; наличия монтажных кранов соответствующей грузоподъемности и условий их доставки; требуемых сроков изготовления и монтажа конструкций зданий и сооружений; влияния изменения количества типоразмеров изделий, изготавливаемых на заводах, на показатели себестоимости и объема выпуска продукции; сейсмичности района строительства; температурно-влажностного режима в здании и степени агрессивности среды; требований к огнестойкости конструкции и др.

Выводы

При разработке рекомендаций по рациональному применению конструкций на ближайший период также следует учитывать фактор временной дефицитности тех или иных материалов; при разработке рекомендаций на перспективу фактор дефицитности для материалов, имеющих необходимую сырьевую базу, не должен учитываться, поскольку имеется возможность за счет дополнительных капиталовложений развивать

Литература

1. Организация, планирование и управление строительством : учебник / С. А. Баронин, С. А. Болотин, П. Г. Грабовый, Е. А. Гусакова. – Москва : Проспект, 2012. – 156 с. – Текст : непосредственный.
2. EN 1990 Eurocode. Basis of structural design : supersedes ENV 1991-1:1994 : approved by CEN on 29 November 2001. – Berlin : Springer-Verlag, 2014. – Текст : непосредственный.
3. Левченко, В. М. Удосконалення проектних рішень і оцінка ефективності проектів промислових будівель : навчальний посібник / В. М. Левченко, Д. В. Левченко. – Макіївка : ДонНАБА, 2004. – 310 с. – Текст : непосредственный.
4. Левченко, В. Н. Эффективные проектные решения железобетонных конструкций зданий и сооружений и экономические аспекты их эксплуатации : учебное пособие / В. Н. Левченко, И. С. Вода, Е. В. Шелихова. – Макеевка : ГОУ ВПО «ДонНАСА», 2018. – 211 с. – Текст : непосредственный.
5. Методика определения эффективности капитальных вложений / АН СССР, Институт экономики, Научный совет по проблемам экономической эффективности капитального строительства ; 4-е издание. – Москва : Наука, 1990. – 22 с. – Текст : непосредственный.
6. Методические рекомендации по оценке экономической эффективности мероприятий научно-технического прогресса в строительстве / ЦНИИ экономики и управления строительством. – Москва : ЦНИИЭУС, 1990. – 112 с. – Текст : непосредственный.
7. Руководство по определению экономической эффективности повышения качества и долговечности строительных конструкций / НИИ бетона и железобетона. – Москва : Стройиздат, 1981. – 57 с. – Текст : непосредственный.
8. Шумилина, С. Н. Инвестиционное проектирование / С. Н. Шумилина. – Москва : АО Финстатинформ, 1995. – 240 с. – Текст : непосредственный.

производство экономически эффективных материалов в необходимых количествах.

При разработке рекомендаций по расширению объемов производства экономически более эффективных конструкций необходимо учитывать существующую базу по производству менее экономически эффективных конструкций и те возможные дополнительные затраты на переоборудование имеющейся базы на производство других более экономичных конструкций и изделий.

References

1. Baronin, S. A.; Bolotin, S. A.; Grabovy, P. G.; Gusakova, E. A. Organization, planning and construction management : textbook. – Moscow : Prospect, 2012. – 156 p. – Text : direct. (in Russian)
2. EN 1990 Eurocode. Basis of structural design : supersedes ENV 1991-1:1994 : approved by CEN on 29 November 2001. – Berlin : Springer-Verlag, 2014. – Text : direct.
3. Levchenko, V. M.; Levchenko, D. V. Improvement of design solutions and evaluation of the effectiveness of industrial building projects : study guide. – Makiivka : DonNABA, 2004. – 310 p. – Text : direct. (in Ukrainian)
4. Levchenko, V. N.; Voda, I. S.; Shelikhova, E. V. Effective design solutions for reinforced concrete structures of buildings and structures and economic aspects of their operation : textbook. – Makeyevka : Donbas national academy of civil engineering and architecture, 2018. – 211 p. – Text : direct. (in Russian)
5. Methodology for determining the effectiveness of capital investments / USSR Academy of Sciences, Institute of Economics, Scientific Council on the problems of economic efficiency of capital construction ; 4th ed. – Moscow : Nauka, 1990. – 22 p. – Text : direct. (in Russian)
6. Guidelines for assessing the economic efficiency of measures of scientific and technological progress in construction / Central Research Institute of Economics and Construction Management. – Moscow : TsNIIIEUS, 1990. – 112 p. – Text : direct. (in Russian)
7. Guidelines for determining the economic efficiency of improving the quality and durability of building structures / Research Institute of Concrete and Reinforced Concrete. – Moscow: Stroyizdat, 1981. – 57 p. – Text : direct. (in Russian)
8. Shumilina, S. N. Investment design. – Moscow : AO Finstatinform, 1995. – 240 p. – Text : direct. (in Russian)

9. Хромец, Ю. А. Современные конструкции промышленных зданий / Ю. А. Хромец. – Москва : Стройиздат, 1991. – 351 с. – Текст : непосредственный.
10. Bossel, H. Systeme, Dynamik, Simulation. Modellbildung, Analyse und Simulation komplexer Systeme / Hartmut, Bossel. – Norderstedt : BoD GmbH, 2004. – 400 p. – Текст : непосредственный.
9. Khromets, Y. A. Modern designs of industrial buildings. – Moscow : Stroyizdat. – 1991. – 351 p. – Text : direct. (in Russian)
10. Bossel, H. Systeme, Dynamik, Simulation. Modellbildung, Analyse und Simulation komplexer Systeme. – Norderstedt : BoD GmbH, 2004. – 400 p. – Text : direct.

Левченко Виктор Николаевич – кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой железобетонных конструкций ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование экономичных строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

Брыжатая Екатерина Олеговна – кандидат технических наук, доцент кафедры оснований, фундаментов и подземных сооружений ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование экономичных строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений подземных сооружений.

Брыжатый Олег Эдуардович – кандидат технических наук, доцент кафедры железобетонных конструкций ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование экономичных строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

Левченко Віктор Миколайович – кандидат технічних наук, професор, завідувач кафедри залізобетонних конструкцій ФДБОУ ВО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень промислових будівель та інженерних споруд.

Брижата Катерина Олегівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри основ, фундаментів та підземних споруд ФДБОУ ВО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень підземних споруд.

Брижати́й Олег Едуардович – кандидат технічних наук, доцент кафедри залізобетонних конструкцій ФДБОУ ВО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень промислових будівель та інженерних споруд.

Levchenko Victor – Ph.D (Eng.), Professor, Reinforced Concrete Constructions Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering structures.

Bryzhata Ekaterina – Ph. D. (Eng.), Associate Professor; Basements, Foundations and Underground Structures Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of underground structures.

Bryzhatyi Oleg – Ph. D. (Eng.), Associate Professor; Reinforced Concrete Constructions Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering structures.