



ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЙ

В. М. Левченко, Д. В. Левченко, В. Ф. Кириченко, І. Г. Гветадзе

*Донбаська національна академія будівництва і архітектури
вул. Державіна, 2, м. Макіївка, 86123, Україна.*

Отримана 2 лютого 2006; прийнята 20 березня 2006

Анотація. У даній статі розглянуто питання економічного аналізу підвищення довговічності будівельних конструкцій промислових будівель і споруд.

Ключові слова: будівельні конструкції, витрати, довговічність будівельних конструкцій, ресурси.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАТРАТ И ИЗДЕРЖКИ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ

В. Н. Левченко, Д. В. Левченко, В. Ф. Кириченко, И. Г. Гветадзе

*Донбасская национальная академия строительства и архитектуры
ул. Державина, 2, г. Макеевка, 86123, Украина.*

Получена 2 февраля, принята 20 марта 2006

Аннотация. В данной статье рассмотрены вопросы экономического анализа повышения долговечности строительных конструкций промышленных зданий и сооружений.

Ключевые слова: строительные конструкции, затраты, долговечность строительных конструкций, ресурсы.

DETERMINATION OF EXPENCES IN USE OF BUILDINGS AND STRUCTURES. ECONOMIC EFFICIENCY OF INCREASING STRUCTURES DURABILITY

V. N. Levchenko, D. V. Levchenko, V. F. Kirichenko, I. G. Gvetadze

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Derzhavin Str., 2, Makiyivka, 86123, Ukraine.

Received February 2, 2006; accepted March 20, 2006

Annotation. This paper deals with the problems of economic analysis of increasing durability of industrial structures building.

Key words: building structures, expences, durability of building structures, resources.

Строительные конструкции и другие элементы зданий по признаку их функционального назначения и долговечности можно разделить на две группы:

1. Несущие и ограждающие конструкции с длительным сроком службы, который равен нормативному (проектному) сроку службы зданий в целом, т.е. без этих конструкций здание или разрушается или теряет полностью свое функциональное назначение.

К таким конструкциям относятся: фундаменты, колонны, фермы, балки, элементы несущего каркаса зданий, плиты покрытия и перекрытий, несущие наружные стены и т.п. Указанные конструкции, обладая нормативным (проектным, расчетным) сроком службы здания, могут капитально ремонтироваться в течение срока функционирования здания с межремонтными сроками службы.

2. Конструктивные элементы здания с кратковременным сроком службы, который значительно меньше срока службы здания в целом.

К таким конструктивным элементам относятся: внутренние стены и перегородки, наружные несущие (навесные) стеновые панели, полы, кровля, гидроизоляция, защитные покрытия, облицовки, теплоизоляция, оконные и дверные переплеты, техническое оборудо-

вание зданий, водопровода, канализации, электрификации и т. п.

Методология определения эксплуатационных затрат и издержек рассматриваемых двух групп строительных конструкций и элементов имеет свои особенности и различия.

Для конструкций первой группы приведенные затраты в сфере эксплуатации по каждому из рассматриваемых вариантов противокоррозионной защиты рассчитываются за весь нормативный срок службы производственного здания (сооружения), принимаемый единым для сравниваемых вариантов конструкций. При этом предполагается, что здания или сооружения вне зависимости от физико-механических воздействий, атмосферных и агрессивных промышленных средств должны обладать сроком службы (эксплуатации), установленным в соответствии с требованиями проекта или рассчитанными по формуле (1) с использованием норм амортизации основных фондов.

$$T_c = 100 / N_{ap}, \quad (1)$$

где N_{ap} — нормативный процент ежегодных амортизационных отчислений на полное восстановление (реновацию) здания или сооружения [1].

Приведенные затраты с учетом их разновременности и фактора времени определяются по формуле

$$Z_3 = \frac{E_n K_3}{a_t} + \sum_1^{\gamma_{кр}-1} \frac{C_{кр}}{a_t} + \sum_1^{\gamma_{пр}-1} \frac{C_{зк}}{a_t} + \sum_1^{T_c} \frac{C_{тр}}{a_t} + \sum_1^{T_c} \frac{C_{тс}}{a_t} + \sum_1^{T_c} \frac{C_{пк}}{a_t}, \quad (2)$$

где K_3 — удельные (на единицу конструкции) капитальные вложения в оборудование для специальных видов защиты, используемых в процессе эксплуатации производственных зданий;

$C_{кр}$ — затраты на капитальный ремонт строительных конструкций, проводимый в соответствующих годах;

$C_{зк}$ — затраты на возобновление антикоррозионной защиты конструкций;

$C_{тр}$ — затраты на среднегодовой текущий ремонт конструкций;

$C_{тс}$ — ежегодные затраты на текущее содержание конструкций, не учтенные в составе капитальных и текущих ремонтов;

$C_{пк}$ — потери от коррозии строительных конструкций при эксплуатации;

T_c — срок службы (эксплуатации) здания или сооружений;

t — время в годах между моментом производства затрат и началом первого года эксплуатации зданий или сооружений;

E_n — норматив эффективности капитальных вложений;

$a_t = (1 + E_n)^t$ — коэффициент.

Величина $(\gamma_{кр} - 1)$ — количество капитальных ремонтов строительных конструкций, равна $T_c / T_{кр} - 1$, где $T_{кр}$ — периодичность капитальных ремонтов (межремонтные сроки службы) сравниваемых конструкций.

Величина $(\gamma_{зк} - 1)$ указывает количество возобновлений защиты конструкций от коррозии и равна $T_c / T_{зк} - 1$, где $T_{зк}$ — периодичность возобновления защиты от коррозии при эксплуатации конструкций.

При этом учитывается, что проведение капитального ремонта или возобновление защиты от коррозии в конце срока службы (T_c) здания, если он не будет пересмотрен нормами, нецелесообразно.

В случаях, когда отношение $T_c / T_{кр}$ или $T_c / T_{зк}$ не целое число, то его округляют до ближайшего большего целого числа.

Если периодичность возобновления защиты от коррозии кратна периодичности прове-

дения капитальных ремонтов, то при определении суммарных приведенных затрат на возобновление защиты коэффициенты $1/a_t$ для годов, совпадающих с годами проведения капитальных ремонтов, не учитываются.

Потери от коррозии строительных конструкций $C_{пк}$ при эксплуатации зданий и сооружений разделяются на прямые и косвенные.

$$C_{пк} = C_{пр} + C_{кос} \quad (3)$$

К прямым потерям относятся: количество и стоимость прокорродировавших конструкций и их элементов, которые заменяются при их полном износе и ликвидации до истечения срока амортизации $C_{мл}$; стоимость конструкций и их элементов, замененных при проведении капитального и текущего ремонтов, $C_{мр}$; стоимость конструкций и полуфабрикатов, списанных по причине коррозии при транспортировке и хранении $C_{мх}$.

Значение прямых потерь от коррозии вычисляется по формуле

$$C_{пр} = C_{мл} + C_{мр} + C_{мх} \quad (4)$$

Потери от выбытия зданий и сооружений до истечения амортизационного срока службы из-за коррозии строительных конструкций определяются по данным актов о ликвидации основных средств (фондов).

Первичными документами для определения потерь металла и других материалов при проведении ремонтов служат данные дефектных ведомостей, сметно-финансовых расчетов и актов по выполненным ремонтам или актов приемки отремонтированных, реконструированных и модернизированных объектов. Потери при транспортировании (доставке) материалов определяются на основании записей в актах приемки-сдачи. Потери из-за коррозии при хранении материалов и изделий определяются по соответствующим актам на списание, в которых указано, что причиной списания является коррозия.

К косвенным потерям ($C_{кос}$) относятся потери и убытки, связанные с простоем размещенного в производственном здании основного технологического оборудования и машин во время ремонтов строительных конструкций и снижением объема или ухудшением качества выпускаемой продукции ($C_{вп}$), а также потери материалов ($C_{мк}$) и продукции и возмещение ущерба смежным отраслям и окружающей

среде, возникающего из-за сквозной коррозии конструктивных элементов зданий и сооружений ($C_{\text{воз}}$).

Величина косвенных потерь (материальных, трудовых и энергетических ресурсов) от коррозии вычисляется по формуле

$$C_{\text{кос}} = C_{\text{вп}} + C_{\text{МК}} + C_{\text{воз}}, \quad (5)$$

При проведении капитального ремонта или возобновлении антикоррозионной защиты строительных конструкций в действующих производствах косвенные потери выражаются в виде снижения объема выпускаемой продукции из-за простоя основного технологического оборудования.

На стадии экономической оценки результатов научно-исследовательских работ и предварительных проектно-конструкторских разработок учитываются возможные косвенные потери от простоя технологического оборудования и машин во время проведения ремонтно-восстановительных работ, определяемые по формуле

$$C_{\text{пк}} = C_{\text{по}} = E_{\text{н}} K_{\text{об}} t_{\text{п.об}}, \quad (6)$$

где $K_{\text{об}}$ — стоимость технологического оборудования и машин, простаивающих в связи с капитальным ремонтом строительных конструкций, с учетом их доли в общей стоимости активной части основных производственных фондов;

$t_{\text{п.об}}$ — время простоя размещенного в здании технологического оборудования и машин период проведения ремонтно-строительных работ (выраженное в долях года).

Величины $(\gamma-1)$ и $1/a_t$ в последнем члене формулы (2) принимаются в зависимости от годов производства капитальных ремонтов строительных конструкций, при проведении которых возможны простои размещаемых в производственных зданиях основного технологического оборудования и машин.

В зависимости от межремонтных сроков службы конструкций и сроков возобновления антикоррозионной защиты, указанные в формуле (2) затраты и издержки производятся несколько раз в течение срока службы здания. Поэтому для облегчения и ускорения расчетов рекомендуется применять для каждого вида затрат суммарный коэффициент приведения разновременных затрат к началу первого года эксплуатации $\mu = \sum 1/a_t$.

Для конструктивных элементов зданий (сооружений) с кратковременным сроком службы (2-я группа) эксплуатационные затраты и издержки, указанные в формуле (2), рассматриваются как среднегодовые.

С ростом объема капитального строительства и реконструкции, увеличением интенсивности производства и единичных мощностей, сокращением периода морального износа промышленного оборудования выбор строительных конструкций рациональной долговечности (сближение сроков морального и физического износа) требует тщательного технико-экономического анализа.

Особенностью расчетов экономической эффективности повышения долговечности строительных конструкций является учет разновременности затрат. Все расходы приводятся к первому году эксплуатации конструкций [2].

При определении затрат, связанных с выполнением строительных работ, рекомендуется пользоваться методикой, изложенной в [1].

При оценке работ, связанных с ремонтом или реконструкцией, следует учитывать дополнительные расходы: на обследование конструкций, отключение и перенос коммуникаций, демонтаж и монтаж оборудования, не заменяемого при реконструкции, но временное удаление которого необходимо для производства ремонтных работ; на прокладку временных коммуникаций для проведения строительных работ; на выполнение работ по защите технологического оборудования от возможных повреждений при производстве строительных работ в стесненных условиях; на мероприятия по технике безопасности, связанные с проведением общестроительных и антикоррозионных работ в действующих цехах и др.

Если при ремонтах строительных конструкций объем выпускаемой продукции не изменяется, но ухудшается ее качество, то потери предприятия определяются по формуле

$$C_{\text{с.к}} = (\Pi_{\text{к}} - \Pi_{\text{п.к}}) B t_{\text{п.об}}, \quad (7)$$

где $\Pi_{\text{к}}$ и $\Pi_{\text{п.к}}$ — соответственно оптовые цены продукции заданного и пониженного качества;

B — годовой объем выпуска продукции.

Эксплуатационные расходы \mathcal{E}_1 включают в себя амортизационные отчисления на капитальный ремонт здания и расходы на текущий ремонт.

Для оценки эффективности конструктивных решений, срок службы которых равен сроку службы здания и сооружения в целом, рекомендуется

использовать результаты прогнозирования долговечности материалов и конструкций.

В тех случаях, когда рассматриваются варианты конструктивных решений таких элементов, как гидроизоляция наружных поверхностей (кровля, полы и т. п.), целесообразен упрощенный подход [1].

В зависимости от величины процента ежегодных амортизационных отчислений T_c колеблется от 40 до 100 лет, что порождает неопределенность в оценках эффективности выбранного варианта, вызванную вероятностной природой процесса износа строительных материалов и конструкций под действием агрессивных факторов эксплуатационной среды и большим временным интервалом прогноза. Поэтому в тех случаях, когда приведенные затраты по сравниваемым вариантам отличаются не более чем на 10%, окончательный выбор нужно производить с учетом фактора неопределенности. При этом решение принимается на основе критериев теории игр (рассмотрен так называемый вариант "игра с природой"). Существует и теоретико-вероятностный подход.

Задачу о целесообразном пределе повышения стоимости изделия в связи с ростом его надежности предлагается решить с помощью понятия интенсивности отказов, впервые в практике строительных расчетов предложенных в работах Московского университета строительства и архитектуры.

Для установления приведенных затрат до начала эксплуатации промышленного объекта используют соответствующие сметные нормы, конструктивные и рекомендательные документы. Для оценки приведенных затрат на стадии эксплуатации необходимы данные о периодичности и стоимости ремонтно-строительных работ, балансовой стоимости основного технологического оборудования и возможных сроках в связи с выполнением общестроительных и антикоррозионных работ.

Нормативные документы по проведению планово-предупредительного ремонта производственных зданий и сооружений устанавливают перечни и объемы работ, относящиеся как к текущему, так и к капитальному ремонту. Однако часто одни и те же работы в сопоставимых объемах, особенно при выполнении их хозяйственным способом, относятся в соответствующей отчетности к капитальному либо к текущему ремонту. Кроме того, имеются случаи, когда за счет средств, выде-

ляемых на капитальные ремонты, производятся затраты, не относящиеся к данному виду работ (строительство новых объектов, приобретение оборудования и инвентаря и др.). Анализ фактических затрат на капитальные и текущие ремонты зданий и сооружений за 20 лет на ряде объектов черной металлургии, проведенный Харьковским Промстройинипроектом, показал, что в среднем стоимость одного капитального ремонта железобетонных конструкций может быть принята равной примерно 30% стоимости конструкции "в деле", а стоимость ежегодных текущих ремонтов, которые производились или должны были бы производиться по состоянию конструкций, близка к стоимости капитальных ремонтов. Стоимость капитального ремонта старых производственных зданий составляет около 1/3 стоимости нового строительства [3]. Суммарная стоимость текущих и капитальных ремонтов железобетонных элементов составляет примерно 50% от их стоимости "в деле" вне зависимости от условий эксплуатации, а последние влияют лишь на частоту проведения ремонтов.

В конкретных случаях с учетом результатов обследования и прогнозирования долговечности железобетонных конструкций сроки их службы, объемы ремонтно-строительных и антикоррозионных работ можно определить достаточно точно. Примерная периодичность капитальных ремонтов основных элементов производственных зданий и сооружений в зависимости от степени агрессивного воздействия среды указана в "Положении о проведении планово-предупредительного ремонта зданий и сооружений" и других документах [1]. Для незащищенных железобетонных наземных конструкций предприятий черной металлургии фактические среднестатистические значения межремонтного периода составляют: в сильноагрессивной среде — 6, в среднеагрессивной — 12, а в слабоагрессивной 25 лет. При этом более всего на этих производствах конструкций со сроком службы между капитальными ремонтами около 20 лет.

При проектировании реконструкции таких объектов целесообразно добиваться относительно равной долговечности конструкции, т. е. применением технически эффективных и экономически обоснованных мероприятий обеспечивать безотказную работу железобетонных элементов в течение примерно 20 лет.

Стоимость проведения обследований с привлечением специализированных организаций определяется в каждом конкретном случае в зависимости от характера и условий проведения работ, видов испытаний, физико-химических исследований и других особенностей.

При составлении технического задания на разработку проекта реконструкции конкретного объекта руководством предприятия или цеха должна даваться экспертная оценка возможных потерь в связи с ремонтами зданий и сооружений.

Поскольку на моральный износ отдельных элементов зданий и сооружений существенно влияет возможное изменение нагрузок, выбор способов обеспечения долговечности следует производить с учетом этого фактора.

Дополнительный эффект при повышении долговечности создается за счет того, что высвободившиеся ресурсы, ранее расходовавшиеся на ремонты (материалы, трудозатраты и др.) могут быть направлены на создание новой стоимости. Даже приближенные расчеты показывают, что этот эффект весьма значителен.

Литература

1. Руководство по определению экономической эффективности повышения качества и долговечности строительных конструкций. НИИЖБ.-М.: Стройиздат, 1981-56с.
2. Руководство по оценке эффективности и качества проектов промышленных объектов. ЦНИИ промзданий.- М.: Стройиздат, 1981.-56с.
3. Столяров К. А. Капитальный ремонт промышленных зданий.-М.: Экономика, 1976.-158с.

Левченко Віктор Миколайович — академік, професор кафедри "Залізобетонні конструкції".

Левченко Дмитро Вікторович — кандидат технічних наук, доцент кафедри "Металеві конструкції".

Кириченко Володимир Федорович — асистент кафедри "Технологія, організація і охорона праці в будівництві"; науковий напрямок — реконструкція будівель і споруд.

Гветадзе Іван Георгійович — магістрант кафедри "Залізобетонні конструкції"; науковий напрямок — реконструкція будівель і споруд.

Левченко Виктор Николаевич — академик, профессор кафедры "Железобетонные конструкции".

Левченко Дмитрий Викторович — кандидат технических наук, доцент кафедры "Металлические конструкции".

Кириченко Владимир Федорович — ассистент кафедры "Технология, организация и охрана труда в строительстве"; научное направление — реконструкция зданий и сооружений.

Гветадзе Иван Георгиевич — магистрант кафедры "Железобетонные конструкции"; научное направление — повышение долговечности ж/б конструкций при реконструкции зданий и сооружений.

Levchenko Viktor Nikolaevich — academician, Dr. of science, professor of the department of ferroconcrete structures.

Levchenko Dmitriy Viktorovich — candidate of technical science, senior lecturer of the department of metal structures.

Kirichenko Vladimir Fedorovich — assistant of the department of technology, industrial engineering and labour protection.

Gvetadze Ivan Georgiyovich — is a post-graduate student of Reinforced Construction department; scientific interests: increase of reinforced constructions durability at reconstruction of buildings and structures.