



## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОДОВЖЕННЯ СТРОКІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД**

**В. М. Левченко, В. Ф. Кириченко, О. І. Єфимцева, Є. Л. Кожевников**

*Донбаська національна академія будівництва і архітектури*

*вул. Державіна 2, 86123, м. Макіївка, Україна.*

*E-mail: mailbox@dgasa.dn.ua*

*Отримана 17 листопада 2009, прийнята 27 листопада 2009*

**Анотація.** У статті розглядається методологія техніко-економічної ефективності застосування корозійно-стійких матеріалів і підвищення довговічності будівельних конструкцій. У взаємному зв'язку розглядаються початкові капітальні вкладення в створення засобів захисту, витрати при виготовленні будівельних конструкцій будівель і споруд і зведення будівельних об'єктів, а також витрати та втрати, які виникають при експлуатації будівель і споруд. Зазначається, що наукові дослідження і заходи щодо захисту будівельних конструкцій часто проводяться без достатніх техніко-економічних обґрунтувань, рекомендованих методів і засобів антикорозійного захисту. Вони спрямовані головним чином на вивчення властивостей матеріалів і забезпечення параметрів, що задані нормами. Особливістю методики є врахування різночасовості витрат, приведення їх до початку експлуатації за фактором часу та оцінка економічної ефективності за кінцевим господарським результатом.

**Ключові слова:** корозія, ефективність, довговічність, амортизація, моральне зношення.

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОДЛЕНИЯ СРОКОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

**В. Н. Левченко, В. Ф. Кириченко, О. И. Ефимцева, Е. Л. Кожевников**

*Донбасская национальная академия строительства и архитектуры*

*ул. Державина 2, 86123, г. Макеевка, Украина.*

*E-mail: mailbox@dgasa.dn.ua*

*Отримана 17 ноября 2009, прийнята 27 ноября 2009*

**Аннотация.** В статье рассматривается методология технико-экономической эффективности применения коррозионно-стойких материалов и повышения долговечности строительных конструкций. Во взаимной связи рассматриваются первоначальные капитальные вложения в создание средств защиты, затраты при изготовлении строительных конструкций зданий и сооружений и возведение строительных объектов, а также затраты и потери, возникающие при эксплуатации зданий и сооружений. Отмечается, что научные исследования и мероприятия по защите строительных конструкций часто проводятся без достаточных технико-экономических обоснований, рекомендуемых методов и средств антикоррозионной защиты. Они направлены главным образом на изучение свойств материалов и обеспечение заданных нормами параметров. Особенностью методики является учет одновременности затрат, приведение их к началу эксплуатации по фактору времени и оценка экономической эффективности по конечному хозяйственному результату.

**Ключевые слова:** коррозия, эффективность, долговечность, амортизация, моральный износ.

## PROVIDING OF ECONOMIC EFFICIENCY OF EXTENSION TERMS OF EXPLOITATION OF BUILD CONSTRUCTIONS

V. N. Levchenko, V. F. Kirichenko, O. I. Yefimtseva, Ye. A. Kozhevnikov

*Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture,*

*2, Derzhavin str., 86123, Makeyevka, Ukraine.*

*E-mail: mailbox@dgasa.dn.ua*

*Received 17 November 2009, accepted 27 November 2009*

**Abstract.** The article deals with the methodology of technical-economical efficiency of corrosion-resistant materials application and increase of building constructions durability increasing. Primary capital investments in the creation of protection means, outlay during manufacturing of building constructions, buildings and erection of construction objects, and also outlay and losses appearing during maintenance of buildings and structures are considered interconnectedly. It is marked that scientific research and measures on building constructions protection are often held without sufficient technical-economical grounds, recommended methods and means of corrosion-resistant protection. They are mainly directed on study of material properties and ensuring of norm-given parameters. The peculiarity of the method is the time-difference record of outlay, their reduction to the time factor and estimation of economic efficiency on economic efficiency on finite economic result.

**Keywords:** corrosion, efficiency, durability, depreciation, obsolescence.

### Введение

Ремонт строительных конструкций зданий и сооружений обусловлен интенсивным коррозионным износом несущих и ограждающих элементов. Объем строительно-монтажных работ, научных исследований и проектно-конструкторских разработок, связанных со спецификой проведения строительных, в том числе антикоррозионных работ в условиях реконструкции и ремонта непрерывно возрастает.

Правильный выбор видов и способов защиты строительных конструкций с учетом комплекса эксплуатационных воздействий после реконструкции и особенностей производства бетонных и специальных работ в условиях действующего производства позволит получить значительную экономию средств, материалов и трудозатрат как на стадии реконструкции, так и в процессе эксплуатации реконструируемого объекта. Мероприятия по обеспечению долговечности конструкций должны сопровождать-

ся, прежде всего, экономической эффективностью. Таким образом, в современных условиях хозяйствования выбранная тематика является актуальной.

**Целью** работы является разработка рекомендаций по защите строительных конструкций с учетом комплекса эксплуатационных воздействий.

### Основная часть

С ростом объема реконструкции строительного комплекса Украины, 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.

Развитие промышленности и повышение эффективности производства обеспечиваются увеличением капитальных вложений в строительство, реконструкцию предприятий и затратами, связанными с поддержанием действующих основных фондов в технически исправном состоянии.

Проведенные натурные исследования промышленных зданий ряда производств в Донецком регионе показывают, что коррозионные разрушения строительных конструкций во многих случаях протекают гораздо быстрее, чем это предусмотрено проектами и нормативами, а по отдельным обследованиям угрожают выходом из строя объектов и производственных цехов. По результатам технико-экономических исследований ежегодный ущерб от коррозии строительных конструкций на действующих предприятиях составляет сотни миллионов гривен.

Некоторые предприятия несут значительные убытки, связанные с простоем основного технологического оборудования и машин производственных цехов во время ремонта и восстановления строительных конструкций. Ремонтно-восстановительные работы, кроме денежных средств, требуют привлечения значительных трудовых и материальных ресурсов.

Для расчета потерь применяются следующие составляющие ущерба от коррозии:

- а) расходы на противокоррозионную защиту введенных в действие зданий и сооружений;
- б) выбытие основных фондов зданий и сооружений;
- в) повышенные амортизационные отчисления на капитальный ремонт для производственных зданий с агрессивной средой;
- г) косвенные потери, обусловленные коррозией строительных конструкций.

Особенностью расчетов экономической эффективности повышения долговечности строительных конструкций является учет разновременности затрат. Все расходы приводятся к первому году эксплуатации конструкций [4].

При определении затрат, связанных с выполнением строительных работ, рекомендуется пользоваться методикой, изложенной в [3].

При оценке работ, связанных с ремонтом или реконструкцией, следует учитывать дополнительные расходы: на обследование конструкций, отключение и перенос коммуникаций, де-

монтаж и монтаж оборудования, незаменимого при реконструкции, на временное удаление, которое 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 работ и антикоррозионных работ в действующих цехах и др.

Потери вследствие простоев основного производства определяются по формуле:

$$Z_{по} = E_n \cdot C_{об} \cdot T_{пр}, \quad (1)$$

где:

$C_{об}$  – стоимость активной части основных производственных фондов (технологическое оборудование, машины и механизмы, простаивающие в связи с выполнением строительных работ);

$T_{пр}$  – время простоя основных фондов;

$E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

Для цехов, производящих однородную продукцию, потери от простоя технологического оборудования и связанного с этим снижения объема выпускаемой продукции определяются по формуле:

$$Z_{в.л.} = (Ц - C) \cdot B \cdot T_{пр}, \quad (2)$$

где:

$Ц$  – оптовая цена единицы выпускаемой продукции;

$C$  – заводская себестоимость единицы продукции;

$B$  – годовой объем выпуска продукции.

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

$$Z_{с.к.} = (Ц_k - Ц_{н.к.}) \cdot B \cdot T_{пр}, \quad (3)$$

где:  $Ц_k$  и  $Ц_{н.к.}$  – соответственно оптовые цены продукции заданного и пониженного качества.

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 [3].

Нормативный срок службы здания в целом рекомендуется определять по формуле [3].

$$T_c = \frac{100}{H_{a.p.}}, \quad (4)$$

где:

$H_{a.p.}$  – процент ежегодных амортизационных отчислений.

В зависимости от величины этих 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 воздействием 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 (разработан в МИСИ им. В.В. Куйбышева).

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 введенного в работах МИСИ им. В.В. Куйбышева (ныне Московский государственный строительный университет).

Для установления приведенных затрат до начала эксплуатации промышленного объекта используют соответствующие сметные нормы, инструктивные и рекомендательные докумен-

ты. Для оценки приведенных затрат на стадии эксплуатации необходимы данные о периодичности и стоимости ремонтно-строительных работ, балансовой стоимости основного технологического оборудования и возможных сроках его простоя в связи с выполнением общестроительных и антикоррозионных работ.

Нормативные документы по проведению плано-предупредительного ремонта производственных зданий и сооружений устанавливают перечень 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 текущему ремонту. Кроме того, имеются случаи, когда за счет средств, выделяемых 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 обследуемых объектов коксохимической и черной металлургии 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 электротехнических предприятий колеблется в зависимости от сложности работ от 30 до 100 грн. на 1 м<sup>2</sup> развернутой площади здания, а в среднем составляет примерно 52 грн. или около S! стоимости нового строительства [2]. 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-восстановительных работ и антикоррозионных работ можно опре-

делить 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, 3].

Для незащищенных наземных конструкций предприятий коксохимической и черной металлургии фактические среднестатистические значения межремонтного периода составляют: в сильноагрессивной среде – 6; в среднеагрессивной – 12, 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 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 экономический 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.

## Выводы

При оценке работ, связанных с реконструкцией и восстановлением обследуемых объектов, технико-экономический анализ проводился по методике, изложенной в [5]. В данной статье представлены рекомендации по определению потерь вследствие простоев основного производства в зависимости от вида выпускаемой продукции, стоимости капитального ремонта старых производственных зданий в зависимости от сложности работ. Исследования показали, что в целом суммарная стоимость текущих и капитальных ремонтов железобетонных элементов и конструкций составляет примерно 50% от их стоимости «в деле» вне зависимости от условий их эксплуатации, которые влияют лишь на частоту проведения ремонтов зданий и сооружений.

## Литература

1. Агаджанов В.И. Экономика повышения долговечности и коррозионной стойкости строительных конструкций. – М.: Стройиздат, 1988. – 144 с.
2. Баранников А.Я., Маминцев О.М. Оцінювання технічного стану будівель та інженерних споруд. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ, «Основа», 2008. – 315 с.
3. Руководство по определению экономической эффективности повышения качества и долговечности строительных конструкций /НИИЖБ. – М.: Стройиздат, 1981. – 56 с.
4. Руководство по оценке эффективности и качества проектов промышленных объектов / ЦНИИпромзданий. – М.; Стройиздат, 1981. – 56 с.
5. Шагин А.Л. Реконструкция зданий и сооружений /А.Л. Шагин, Ю.В. Бондаренко, Д.Ф. Гончаренко, В.Б. Гончаров; под ред. А.Л. Шагина: Учебное пособие для строительных спецвузов. – М.: Высшая школа, 1991. – 352 с.
6. Bosoky Gijutes. Corrosion Engineering Journal, 1977, v. 26, №7, p. 401-428.
7. Economic effect of metallic corrosion in the United States. – A report to the congress by the National Bureau of Standards, March, 1978, № 511/1.

**Левченко Віктор Миколайович** – кандидат технічних наук, професор, проректор з науково-педагогічної і виховної роботи Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень промислових будівель та інженерних споруд.

**Кириченко Володимир Федорович** – старший викладач кафедри технології, організації та охорони праці в будівництві Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень промислових будівель та інженерних споруд.

**Єфимцева Ольга Іванівна** – магістрант кафедри залізобетонних конструкцій Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і рішення питань їхньої довговічності.

**Кожевніков Євген Олександрович** – магістрант кафедри залізобетонних конструкцій Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і рішення питань їхньої довговічності.

**Левченко Виктор Николаевич** – кандидат технических наук, профессор, проректор по научно-педагогической и воспитательной работе Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: проектирование экономических строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

**Кириченко Владимир Федорович** – старший преподаватель кафедры технологии, организации и охраны труда в строительстве Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: проектирование экономических строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

**Ефимцева Ольга Ивановна** – магистрант кафедры железобетонных конструкций Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: проектирование экономических строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и решение вопросов их долговечности.

**Кожевников Евгений Александрович** – магистрант кафедры железобетонных конструкций Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: проектирование экономических строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и решение вопросов их долговечности.

**Levchenko Victor Nikolayevich** – Ph.D (engineering), professor, vice-principle in education and pedagogic activities of The Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific researches: economic building structures designing and elaboration of the optimum structural and extent designing solutions of industrial building and engineering structures.

**Kirichenko Vladimir Fyodorovich** – senior lecturer of Department of Industrial Engineering and Sabour Protection in Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific researches: Economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering structures.

**Yefimtseva Olga Ivanovna** – of undergraduate of Reinforced Concrete Structures Chair in Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific researches: Economically attractive building structures designing and elaboration of the optimum structural and lasting problem solution.

**Kozhevnikov Yevgeniy Aleksandrovich** – of undergraduate of Reinforced Concrete Structures Chair in Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific researches: Economically attractive building structures designing and elaboration of the optimum structural and lasting problem solution.