

СТБ EN 13791-2012 является ключевым нормативом для оценки качества бетонных работ. В то же время все обозначенные в нем ссылки связывают его исключительно с евростандартами, в частности:

- EN 12504-2-2001 - Испытание бетона в строительных конструкциях. Часть 2. Неразрушающее испытание. Определение индекса отскока;

- EN 12504-3-2005 Испытание бетона в строительных конструкциях. Часть 3. Определение усилия отрыва;

- EN 12504-4-2004 Испытание бетона в строительных конструкциях. Часть 4. Определение скорости распространения ультразвука.

Данное обстоятельство предполагает либо заимствование всей системы нормирования испытаний бетона, либо разработки национального эквивалента такой системы. Полвинчатое решение, имеющее место в настоящее время, не может считаться удовлетворительным.

#### **Список цитированных источников**

1. Бетонные и железобетонные конструкции: СНБ 5.03.01-02. – Минск: Минстройархитектуры, 2003. – 139 с.

2. Оценка прочности на сжатие бетона в конструкциях и сборных элементах конструкций: СТБ EN 13791-2012, Госстандарт. – Минск, 2012. – 18 с.

3. Бетон. Часть I. Требования, показатели, изготовление и соответствие: СТБ EN 206-1-2011.

4. Испытание бетона. Неразрушающий контроль прочности: СТБ 2264-2012, Госстандарт. – Минск, 2013. – 20 с.

5. Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности: ГОСТ 17624-87. – Введ. 01.01.88. – М., 1988. – 12 с.

6. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля: ГОСТ 22690-88. – Введ. 01.01.91. – М., 1991. – 22 с.

7. Снежков, Д.Ю. Неразрушающий контроль бетона монолитных конструкций / Д.Ю. Снежков, С.Н. Леонович // Строительная наука и техника. – Мн., 2009. – №4(25). – С. 76-84.

8. Снежков, Д.Ю. Анализ методик неразрушающих испытаний бетона конструкций по действующим государственным стандартам и нормам Евросоюза / Д.Ю. Снежков, С.Н. Леонович, А.В. Вознищик // Наука и техника – 2013. – №2 – Минск: БНТУ. – С 33-39.

9. Bewertung der Druckfestigkeit von Beton in Bauwerken oder in Bauwerksteilen: DIN EN 13791-2009.

УДК 69.003.12

*Срывкина Л.Г.*

### **ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ-АНАЛОГОВ В СМЕТНЫХ РАСЧЕТАХ**

Целью настоящей работы является анализ действующих и планируемых к реализации в Республике Беларусь подходов к определению стоимости строительства на основании данных объектов-аналогов и сопоставление их с мировой практикой.

Сегодня перед строительным комплексом Республики Беларусь стоит задача перехода к работе по экономически обоснованным неизменным договорным (контрактным) ценам [1]. Основу расчета договорной цены составляет сметная стоимость строительства, сформированная в ходе разработки проектной документации. Использование показателей объектов-аналогов является одним из методов определения сметной стоимости. Такой способ позволяет существенно сократить затраты времени на сметные расчеты, учесть реально зафиксированные и экономически обоснованные стоимостные показатели, но требует

системного подхода к формированию банка данных объектов-аналогов и специальной методики определения стоимости строительства.

Объект-аналог – объект, сопоставимый с проектируемым объектом по функциональному назначению, технико-экономическим показателям и конструктивной характеристике.

Показатели аналога должны максимально соответствовать показателям проектируемого объекта, то есть должны соблюдаться условия сопоставимости. Так, проектируемый объект, его часть и выбранный аналог должны быть сопоставимы или приведены в сопоставимый вид по следующим основным показателям [2, 3]:

- по функциональному назначению (если оно оказывает влияние на объемно-планировочные показатели и конструктивную характеристику объекта);
- по уровню используемых при проектировании норм, правил и технических условий, по техническому уровню изготовления и возведения конструкций;
- по объемно-планировочным показателям и конструктивной характеристике;
- по условиям осуществления строительства.

Аналог может определяться определяется как по объекту в целом, так и по его части, а также видам работ, типам конструктивных элементов, оборудования, мебели, видам инвентаря.

В отечественной практике принято из рассматриваемых вариантов аналогов выбирать тот, отклонение показателей которого от характеристик проектируемого объекта находится в пределах  $\Delta = \pm 20\%$  [2].

Действующий в настоящее время порядок определения сметной стоимости строительства на основе объектов-аналогов определяется «Методическими рекомендациями о порядке расчета сметной стоимости строительства объектов на основе объектов-аналогов и укрупненных нормативов строительства», утвержденными 15 марта 2012 г. приказом Минстройархитектуры № 8 [2] (далее – Методическими рекомендациями). В соответствии с данным нормативным источником в общем виде сметная стоимость строительства проектируемого объекта, его части, вида работ или конструктивного элемента определяется по формуле:

$$C_n = Y_n * P_n * P_k + P_c + C_p, \quad (1)$$

где  $C_n$  – сметная стоимость строительства по проектируемому объекту;  $Y_n$  – удельный показатель сметной стоимости строительства на единицу натурального показателя объекта-аналога;  $P_n$  – расчетный натуральный показатель проектируемого объекта;  $P_k$  – поправки к показателям аналога в виде коэффициента. При наличии нескольких поправок они перемножаются;  $P_c$  – поправки к показателям аналога в стоимостном выражении;  $C_p$  – стоимость отличий, которые нельзя учесть поправками.

Анализ описанной методики и содержания Методических рекомендаций [2] позволяет сделать следующие выводы:

1) формула (1) посредством введения поправок позволяет до некоторой степени учесть нелинейный характер зависимости между сметной стоимостью и величиной натурального показателя проектируемого объекта, но *результат расчета не является точным*, так как поправки в Методических рекомендациях носят формализованный характер, они недостаточно проработаны для конкретных типов объектов;

2) методика не позволяет учесть наличие в составе сметной стоимости *постоянных затрат*, которые имеют место для всех объектов данного типа и не зависят от *натурального показателя объекта проектирования*, что ведет к завышению сметной стоимости строительства;

3) использование методики затруднено *отсутствием в республике систематизированного банка данных объектов-аналогов и унифицированного подхода к классификации затрат в строительстве*.

В настоящее время разработана Концепция модернизации национальной системы ценообразования в строительстве (далее – Концепция). Целью ее является повышение эффективности инвестиционной политики, развитие конкурентной среды и рост качества строительной продукции. Предполагается, что решению данной задачи должно способствовать использование при ценообразовании на этапе обоснования инвестирования в строительство и при разработке проектной документации на стадии «Архитектурный проект» укрупненных показателей стоимости ресурсов и стоимостных показателей объектов-аналогов.

Для реализации положений Концепции согласно [4] в настоящее время разработаны:

- проект технического нормативного правового акта – ТКП «Площади и объемы зданий и сооружений. Правила определения расчетных показателей для классификации и определения затрат в строительстве» [5];

- методология формирования республиканского банка данных объектов-аналогов, содержащего их технические и стоимостные характеристики в разрезе структуры затрат, а также по видам работ и конструкций;

- методология разработки проектно-технологических модулей (ПТМ) с учетом технологической последовательности выполнения в ходе строительства объектов различного функционального назначения, с формированием укрупненных показателей расхода ресурсов и их стоимости.

Технический кодекс определяет:

- новые правила подсчета объемов работ, площадей и объемов зданий и сооружений, позволяющие исключить из действующих технических нормативных правовых актов противоречивые определения;

- классификацию затрат, направленную на формирование унифицированного подхода и систематизацию расчетных этапов и соответствующих им уровней затрат с различной степенью обобщения при выполнении сравнительного анализа стоимостных показателей принятых проектных решений и использовании показателей банка данных объектов-аналогов;

- расчетные единицы групп затрат, определяемых в ходе обоснования инвестирования и на стадии разработки архитектурного проекта.

Классификация затрат предназначена для формирования нормативной базы планирования и оценки затрат при реализации инвестиционных проектов в строительстве. На разных этапах инвестиционного цикла расчет стоимости строительства согласно техническому кодексу должен производиться в разрезе групп затрат различных уровней. Расчет начинается общими затратами первого уровня на этапе обоснования инвестирования и заканчивается на стадии «Строительный проект» затратами третьего уровня, представляющими собой проектно-технологические модули, ориентированными на технологическую последовательность выполнения строительно-монтажных работ и практику заключения договоров подряда.

Стоимостные показатели объектов, включенных в республиканский банк данных объектов-аналогов, также должны быть структурированы в соответствии с данной классификацией, что является необходимым условием его эффективного применения.

Структуризация затрат, как отмечено в [4], даст возможность достаточно быстро их оценки, сопоставления фактических затрат с утвержденной сметной стоимостью, замены отдельных групп затрат в соответствии с условиями конкретного экономического расчета, а также оперативной корректировки затрат при изменении вариантов проектных решений.

Таким образом, предусмотренные в Концепции мероприятия по модернизации национальной системы ценообразования в строительной отрасли направлены на унификацию подходов к классификации и оценке затрат и формированию республиканского банка данных объектов-аналогов. При этом пока *не уделяется достаточного внимания совершенствованию методики определения стоимости строительства на основе данных объектов-аналогов.*

Рассмотрим особенности определения стоимости строительства при управлении проектами в США и Канаде. Там укрупненные показатели принимаются по данным ранее заключенных контрактов или на основании данных ежегодных фирменных справочников. Они обычно используются на этапе выполнения так называемой «оценки по порядку величины» - *screening estimate, order of magnitude estimate* [6]. Допустимый диапазон отклонений данной оценки от договорной цены составляет от -30 до +50 % [7, с. 73; 8, с. 293]. Такая грубая оценка применяется на этапе технико-экономического обоснования проекта, включающего анализ прибыльности, реализуемости, привлекательности будущего проекта и его результатов (*project feasibility study*). С учетом ее принимается решение о начале реализации проекта или отказе от него. Стоимость подготовки оценки составляет от 0,04 % до 0,15 % общей стоимости проекта [8, с. 293].

Предварительная оценка часто основывается на единственном параметре, характеризующем мощность или некоторый физический измеритель объекта – общую площадь помещений, протяженность трассы, объем складских помещений и др. Большое внимание уделяется тому, что стоимость не всегда меняется прямо пропорционально мощности (общей площади, строительному объему). Обычно существует положительный или отрицательный эффект масштаба. Положительный эффект масштаба (экономия) – *scale economies* – имеет место, если средние удельные затраты на строительство снижаются по мере увеличения мощности объекта. В противном случае наблюдается отрицательный эффект от масштаба - *scale diseconomies* – рост средних удельных затрат на строительство по мере увеличения мощности. Для того чтобы определить конкретные параметры экономии от масштаба и использовать преимущества от снижения затрат на строительство в расчете на единицу мощности, используются эмпирические данные.

Для расчета предварительной стоимости строительства различных типов объектов на основе обработки эмпирических данных выводятся зависимости линейного и нелинейного вида.

Зависимость линейного вида между мощностью объекта и стоимостью строительства может быть выражена в виде:

$$y = a + bx, \quad (2)$$

где  $x$  – переменная, характеризующая мощность объекта, нат. ед. изм.,  $y$  – сметная стоимость строительства, ден. ед.,  $a$  и  $b$  – положительные постоянные,

получаемые путем обработки статистических данных, причем  $a$  – постоянные затраты на строительство, не зависящие от мощности объекта, ден. ед. В целом, для определенного типа объектов зависимость вида (2) возможна только при определенном диапазоне значений  $x$ .

Для характеристики нелинейной связи между мощностью  $x$  объекта и стоимостью строительства  $y$  может использоваться степенная зависимость вида

$$y = ax^b. \quad (3)$$

где  $a$  и  $b$  – также положительные постоянные, получаемые путем обработки статистических данных. При  $0 < b < 1$  имеет место случай *возрастающей отдачи от эффекта масштаба*, когда при пропорциональном увеличении мощности объекта стоимость строительства будет возрастать в меньшей пропорции; при  $b > 1$  – случай *убывающей отдачи от эффекта масштаба*. Для конкретных типов объектов зависимость имеет смысл при определенных диапазонах значений натурального показателя проектируемого объекта  $x$ .

Нелинейная зависимость часто используется при определении стоимости строительства нового промышленного предприятия мощностью  $Q$  на основании известной стоимости строительства существующего объекта  $Q_n$  мощностью  $Q_n$ :

$$y = y_n \left( \frac{Q}{Q_n} \right)^m, \quad (4)$$

где  $m$  – показатель, значение которого обычно изменяется в пределах от 0,5 до 0,9 и зависит от отраслевых особенностей объекта [6].

Для рассмотрения возможностей применения в сметных расчетах результатов обработки статистических данных о реально зафиксированных показателях объектов-аналогов автором настоящей работы были рассмотрены показатели паспортов проектов для повторного применения в строительстве [9] для 5-этажных кирпичных жилых домов. В результате был получен график зависимости сметной стоимости от натуральных показателей вида  $y = 0,4026x + 67,046$ , где  $y$  – сметная стоимость проектируемого объекта (тыс. руб.);  $x$  – общая площадь квартир проектируемого объекта ( $m^2$ ); **0,4026** – коэффициент, характеризующий составляющую стоимости, прямо пропорциональную общей площади квартир (тыс. руб./ $m^2$  в ценах на 01.01.1991 г.); **67,046** – постоянная составляющая стоимости, не зависящая от общей площади (тыс. руб.), – например, стоимость устройства теплового узла, вводов коммуникаций и т.д.

Был проведен сравнительный расчет сметной стоимости по действующим Методическим указаниям [2] и предлагаемой методике для объектов на стадии проектирования «Архитектурный проект», который выявил *завышение стоимости при применении действующей методики на 4 – 6 %*. Это связано с тем, что даже при линейной зависимости между стоимостью и натуральным показателем действующая методика не позволяет учесть влияние постоянного элемента стоимости, не зависящего от общей площади квартир жилого дома.

Аналогичные расчеты для коровников по показателям, приведенным в Альбоме паспортов проектов для повторного применения [10], выявили экспоненциальную зависимость сметной стоимости от строительного объема вида  $y = 388,9e^{5 \cdot 10^{-5} x}$ , где  $y$  – сметная стоимость проектируемого объекта (млн. руб. в ценах на 01.01.2006 г.);  $x$  – строительный объем проектируемого

объекта (м<sup>3</sup>). Сравнительный расчет также выявил завышение сметной стоимости при применении Методических указаний [2] на 10-13%.

В данном случае это вызвано тем, что поправка в виде коэффициента на изменение строительного объема, приведенная в [2], не позволяет в полной мере учесть нелинейный характер зависимости между стоимостью и значением натурального показателя в силу своей обобщенности и игнорирования отраслевых особенностей конкретного объекта.

Проделанная работа позволяет сделать следующие **выводы**:

1) для экономически обоснованной оценки затрат на строительство объектов необходимо совершенствование методических подходов к расчету сметной стоимости с использованием данных объектов-аналогов;

2) использование графиков зависимостей, полученных в результате обработки показателей группы объектов-аналогов, позволяет:

- учесть нелинейный характер зависимости между натуральным показателем проектируемого объекта и его сметной стоимостью и влияние эффекта масштаба;

- при наличии линейной связи учесть затраты, которые не зависят от значения натурального показателя проектируемого объекта и являются одинаковыми (постоянными) для рассматриваемой группы объектов;

- использовать в расчетах показатели не одного аналога, а группы объектов; это позволяет избежать субъективизма при выборе объекта-аналога и ориентироваться на реально зафиксированные экономически обоснованные показатели совокупности ранее запроектированных или построенных аналогичных объектов;

3) для практической реализации метода необходимо наличие достаточного количества достоверных данных о группах однородных объектов в виде таблиц со значениями единичной стоимости или диаграмм. В мировой практике сбором и обработкой данных объектов-аналогов, разработкой таблиц и диаграмм стоимости занимаются специализированные фирмы, что упрощает работу инженеров-сметчиков и способствует получению более обоснованной и точной оценки стоимости строительства объекта.

#### **СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. О совершенствовании порядка определения стоимости строительства объектов и внесении изменений в некоторые указы Президента Республики Беларусь: Указ Президента Респ. Беларусь, 11 авг. 2011 г., № 361. – Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2011. – № 93. – 112766

2. Методические рекомендации о порядке определения сметной стоимости строительства на основе объектов-аналогов и укрупненных нормативов стоимости строительства: приказ Минстройархитектуры Респ. Беларусь 15 марта 2012 г. № 84.

3. Ардзинов, В.А. Сметное дело в строительстве. Самоучитель / В.А. Ардзинов, Н.И. Барановская, А.И. Курочкин. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2011. – 496 с.

4. Пурс, Г.А. Модернизация системы ценообразования строительной отрасли в современных экономических условиях. – Путь доступа: <http://rstc.by/konferentsii-i-seminary/2013-11-15-08-55-34-76-i-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-metodologiya-i-printsipy-tsenoobrazovaniya-v-stroitelstve-innovatsionnye-tehnologii-v-stroitelnoj-otrasli-i-ikh-vnedrenie>. – Дата доступа: 25.09.2014.

5. ТКП. Площади и объемы зданий и сооружений. Правила определения расчетных показателей для классификации и определения затрат в строительстве. – Путь доступа: [http://mas.by/ru/obsjud\\_proektow](http://mas.by/ru/obsjud_proektow) – Дата доступа: 25.09.2014.

6. Hendrickson, C. Cost Estimation / C. Hendrickson // Project Management for Construction. Fundamental Concepts for Owners, Engineers, Architects and Builders [Electronic resource].- Department of Civil and Environmental Engineering, Carnegie Mellon University 2008. – Mode of access: [http://pmbok.ce.cmu.edu/0.5\\_Cost\\_Estimation.html](http://pmbok.ce.cmu.edu/0.5_Cost_Estimation.html). – Date of access: 01.11.2013.

7. Павлов, А.Н. Опыт управления проектами на основе стандарта PMI PMBOK. Изложение методологии и опыт применения / А.Н. Павлов. – Москва: БИИОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 208 с.

8. Милошевич, Д. Набор инструментов для управления проектами / Драган З. Милошевич: Пер. с англ. Мамонтова Е.В.: Под ред. Неизвестного С.И. – Москва: Компания АйТи, ДМК Пресс, 2009. – 729 с.

9. Альбом паспортов проектов для повторного применения в строительстве. Дополнение к выпуску 4 / Минстройархитектуры Респ. Беларусь. – Минск, 2008.

10. Альбом паспортов проектов для повторного применения в строительстве. Выпуск 7 / Минстройархитектуры Респ. Беларусь. – Минск, 2011.

УДК 624.014.2:691.32

*Л.І. Стороженко, Т.Ю. Качан, П.С. Білокуров, О.Г. Горб, Г.І. Гришко*

### **ЗАСТОСУВАННЯ АКРИЛОВИХ КЛЕЇВ ПРИ ПІДСИЛЕННІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК**

На сьогодні в будівельній індустрії все частіше при підсиленні, реконструкції та відновленні залізобетонних конструкцій та при влаштуванні анкерних засобів використовуються різноманітні полімерні розчини. Серед найбільш поширених в будівництві клеїв, за рахунок ряду переваг та відносно низької вартості, найбільш раціональним є використання для забезпечення сумісної роботи бетону і сталі акрилового клею. Тому виникає необхідність в експериментальних дослідженнях і теоретичному вивченні з'єднань бетону та сталі за його допомогою та конструкцій, в яких сумісна робота складових частин забезпечується за допомогою цих з'єднань.

Довгий період дослідженням акрилових клеїв та з'єднань на їх основі займалася наукова школа створена в Харківській національній академії міського господарства. Саме там були визначені основні фізико-механічні властивості акрилових клеїв та доведені їх переваги порівняно з іншими при забезпеченні сумісної роботи бетону і сталі [1-3, 7]. Навіть найновіші розробки традиційних анкерувальних засобів [4, 5], є надто матеріалоємними та трудомісткими для відновлення несучої здатності залізобетонних згинальних елементів. А останні дослідження [6] з'єднань сталі та свіжоукладеної бетонної суміші з допомогою акрилового клею, при виготовленні сталезалізобетонних конструкцій, дають можливість взагалі обійтися без анкерування. Отже, виникає необхідність перевірити можливість використання з'єднань на основі акрилових клеїв замість традиційних способів забезпечення сумісної роботи сталі та бетону при підсиленні та реконструкції залізобетонних згинальних елементів.

Метою проведення експериментальних випробувань було дослідження:

- можливості застосування клейового з'єднання бетонної та сталеві частин залізобетонних згинальних елементів для збільшення їх несучої здатності;
- особливостей сумісної роботи двох складових комплексної конструкцій при клейовому з'єднанні;
- значень прогинів і деформацій на різних ступенях завантаження;
- характеру руйнування дослідних зразків.

Для отримання експериментальних результатів, які дадуть можливість достатньою мірою судити про особливості роботи підсилених залізобетонних елементів із використанням клейового з'єднання бетону та сталі були