

3. ГОСТ 29167-91 Бетоны. Методы определения характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом нагружении. - М.: Госстандарт, 1991. – 35 с.
4. Солодкий С.И., Поваляшко М.В. Вплив типу макроструктури на тріщинотійкість бетону // *Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. научн. трудов. Вып. 43,- Дн-вск, ПГАСА, 2007.* – С.523-532.
5. Грушко И.М., Ильин А.Г., Чихладзе Э.Д. Повышение прочности и выносливости бетона. – Х.: Вища шк., 1986. – 152 с.
6. В.И. Соломатов, В.Н. Выровой, А.Н. Бобрышев и др. Полиструктурная теория композиционных строительных материалов. –Ташкент: ФАН, 1991. – 345 с.
7. Баженов Ю.М. Технология бетона. – М.: Высш. Шк., 1987. – 415 с
8. Кривенко П.В. Роль вяжущих веществ в формировании структуры бетона как конструкционного материала // *Будівельні конструкції: зб. наук. пр – К: НДІБК., 2003.* – вип. 59. – С.43 - 51.
9. Гузев Е.А., Леонович С.Н., Пирадов К.А. Механика разрушения бетона: вопросы теории и практики. – Брест: БПИ, 1999. – 215 с
10. Гордон С.С. Структура и свойства тяжелых бетонов на различных заполнителях. – М.: Стройиздат, 1969. – 151 с.
11. И.Н. Ахвердов, А.Е. Смольский, В.В. Скочеляс. Моделирование напряженного состояния бетона и железобетона. – Минск: «Наука и техника», 1973. –232 с.
12. Шейнин А.М. Цементобетон для дорожных и аэродромных покрытий. М.: Транспорт, 1991. – 151 с.
13. А.Г. Ольгинский. Особенности контактообразования в цементных бетонах с минеральными микрозаполнителями // *Вісник Донбаської державної академії будівництва і архітектури „Композиційні матеріали для будівництва”, вип. 2004-1(43), т. 2, Макіївка.* – 2004. – С.134 -140.

УДК 624.21

### ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

*В. И. Соломка, к.т.н., с.н.с.*

*Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. И. Лазаряна, г. Днепропетровск*

В современных условиях хозяйствования на железнодорожном транспорте, как и в других отраслях, огромное значение имеет вопрос получения экономического эффекта от эксплуатации искусственных сооружений. Следует отметить, что искусственные сооружения, эксплуатируемые на железной дороге, не приносят прибыли в денежном исчислении непосредственно. Поэтому определение прибыли, которая

получается в результате эксплуатации сооружений в исправном состоянии, является сложной задачей.

Подход к определению экономической эффективности эксплуатации искусственных сооружений должен базироваться на трактовке уменьшения затрат от неработоспособного (ограниченно работоспособного) состояния искусственного сооружения как условной прибыли, для сооружения находящегося в эксплуатации (без учета капитальных вложений на его строительство). Отсюда при оценке экономического эффекта потери на приведение искусственного сооружения в работоспособное состояние не должны превышать уменьшения потерь прибыли от перевозного процесса, связанных с неработоспособностью или частичной работоспособностью сооружения.

Все искусственные сооружения, эксплуатируемые на железной дороге, являются восстанавливаемыми системами. Для таких систем экономический эффект, согласно [1], определяется по двум вариантам:

- экономический эффект от продления долговечности сооружения;
- экономический эффект от повышения надежности сооружения.

В первом варианте, экономический эффект связан с заменой устаревших и вышедших из строя конструкций на более современные.

Во втором варианте применяются современные методы ремонтов и усиления эксплуатируемых сооружений.

Для того, чтобы оценить какой из двух вариантов реконструкции эксплуатируемых сооружений является более эффективным и какой из них принять к действию, необходимо определить затраты для того и другого варианта, сравнить их и принять решение по дальнейшей эксплуатации сооружения.

Критерием целесообразности замены конструкций, согласно [2], является следующее выражение

$$\Delta c = c_n - \sum_{i=1}^n \frac{C_{z_i}}{T_{np_i}} \geq 0,$$

где  $\Delta c$  - удельный показатель эффективности;

$c_n$  - удельные (на принятую единицу времени) возможные потери из-за ограничения работоспособности искусственного сооружения;

$n$  - количество элементов конструкции, подлежащие замене;

$C_{z_i}$  - стоимость замены  $i$ -го элемента конструкции, включая стоимость выполнения работ и стоимость элемента;

$T_{np_i}$  - назначенный срок службы  $i$ -го элемента конструкции.

В случае замены устаревшей конструкции на новую удельный показатель эффективности должен быть выше нуля. Это значит, что новая конструкция должна удовлетворять повышенным требованиям по качеству исполнения и по продолжительности срока службы, т. е. способствовать продлению долговечности всего сооружения.

Показателем качества конструкции может быть отношение назначенного срока службы новой конструкции к фактическому сроку службы устаревшей конструкции

$$K = \frac{T_1}{T_0},$$

где  $T_1$  - назначенный срок службы новой конструкции,

$T_0$  - фактический срок службы устаревшей конструкции.

При оценке экономической эффективности по первому варианту для недолговременных технических систем должно соблюдаться условие, при котором бы стоимость новой системы не превышала стоимости устаревшей. Поскольку искусственные сооружения являются объектами длительной эксплуатации, то такое условие выполнить невозможно, из-за того, что замена устаревших конструкций, как правило, происходит через определенное время, исчисляемое десятилетиями. В таком случае, необходимо выполнение требования при котором отношение стоимости новой конструкции с затратами на выполнение замены к назначенному сроку службы было бы меньше отношения стоимости устаревшей конструкции с затратами на ее эксплуатацию к фактическому сроку службы.

$$\frac{C_1}{T_1} \leq \frac{C_0}{T_0},$$

Затраты, связанные с заменой конструкции, и ее дальнейшей эксплуатацией, определяются по следующей формуле

$$c_3 = \left[ K_0^3 + \sum_1^t \frac{C_t}{(1 + E_{nn})^t} \right] \cdot k_{np},$$

где  $K_0^3$  – единовременные затраты на замену конструкции;

$t$  – период в годах с момента производства замены конструкции,

$\frac{C_t}{(1 + E_{nn})^t}$  – суммарные амортизационные отчисления по новой конструкции

с учетом отдаления затрат при  $t = 20$  лет.

$k_{np}$  - количество произведенных замен (конструкций).

Как известно надежность характеризуется безотказностью, ремонтпригодностью и сохраняемостью. Для сооружений важно чтобы на протяжении всего срока службы уровень надежности не был ниже расчетного или сохранялся в допустимых пределах. В этом случае огромное значение имеет безотказная работа конструкции. Существуют два пути поддержания необходимого уровня надежности. Во-первых, в процессе эксплуатации появление дефектов и повреждений должно быть минимальным, что связано с качеством исполнения конструкции. Во-вторых, необходимо осуществлять

своевременное устранение дефектов и повреждений путем проведения ремонтов или усилений, а также стремиться к увеличению межремонтных сроков.

Критерием целесообразности ремонта или частичной замены основных элементов конструкции является следующее выражение

$$\Delta c = c_n - c_e - \sum_{i=1}^n \frac{C_{3i}}{T_{np_i}} \geq 0,$$

где  $C_e$  - удельные затраты на восстановление трудоспособного состояния всех элементов сооружения.

Затраты, связанные с единовременным усилением пролетных строений и их дальнейшей эксплуатацией, определяются по формуле

$$c_e = \left[ K_0^y + \sum_1^t \frac{C_t}{(1 + E_{nn})^t} \right] \cdot k_{np},$$

где  $K_0^y$  – единовременные затраты на усиление конструкции;

$t$  – период в годах с момента выполнения усиления, ограничивающий суммирование затрат;

$C_t$  – ежегодные эксплуатационные расходы, включающие амортизационные отчисления и нормативные затраты по текущему содержанию усиленной или новой конструкции;

$E_{nn}$  – норматив для приведения разновременных затрат, принимаемый в размере 0,08 [3];

$k_{nn}$  – количество усиленных (отремонтированных) конструкций.

После рассмотрения вариантов эксплуатации сооружения выполняется сопоставление затрат на замену конструкции, ее ремонт или усиление. Выбирается вариант с меньшими затратами, а годовой экономический эффект определяется, как разница затрат.

$$\mathcal{E} = c_3 - c_e.$$

Выше рассмотрены основные положения определения экономического эффекта эксплуатации искусственных сооружений. При детальном выполнении такого расчета учитываются множественные факторы, влияющие на процесс, как замены, так и ремонта или усиления конструкции [3].

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что для принятия рационального решения по дальнейшей эксплуатации искусственного сооружения, наряду с традиционными методами оценки технического состояния и разработкой рекомендаций по его дальнейшей эксплуатации, необходимо выполнять и оценку экономического эффекта при принятии того или иного способа реконструкции. Такой подход позволит значительно повысить надежность и продлить долговечность эксплуатируемых искусственных сооружений, а также позволит применить целевое использование денежных средств, ежегодно выделяемых на поддержание в работоспособном состоянии искусственных сооружений, эксплуатируемых на железных дорогах Украины и в других отраслях хозяйственной деятельности.

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Зотова Л. В. Критерии эффективной долговечности и надежности техники // М.: Экономика, 1973. - 103 с.
2. Соломка В.И., Горобец В.Л., Борщов В.И. Оценка технического состояния железобетонных пролетных строений мостов и определение объема и структуры их текущего содержания // Вісник Дніпропетр. нац. універ. залізн. тр-ту ім. ак. В.Лазаряна. – вип.6 – 2005. - С.180-186.
3. Указания по определению экономической эффективности работ по капитальному ремонту искусственных сооружений. Л: МПС – ЛИИЖТ, 1977. – 77 с.

## УДК 69.022.32

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВИЗОРА ДЛЯ ЭНЕРГОАУДИТА  
ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ

*В.Г. Соха, А.И. Менейлюк\* д.т.н., профессор, И.Н. Бабий\* к.т.н., доцент,  
А.А. Борисов\* аспирант,  
Компания ООО «Хенкель Баутехник (Украина)»,  
\*Одесская государственная академия строительства и архитектуры,  
г. Одесса*

Необходимость кардинальных действий по энергосбережению в жилищно-коммунальном строительстве и при реконструкции зданий, привела к широкомасштабному использованию различных энергосберегающих технологий. Это было вызвано повышением требований по теплоизоляции наружных стен зданий как нормативных, так и потребительских. Нормативные отражены в соответствующем документе [1], а потребительские основываются на желании пользователей помещений иметь комфортные условия. Нельзя не учесть тот факт, что из года в год существенно повышаются цены на энергоносители. При этом интерес пользователей помещений основывается и на уменьшении материальных затрат при отоплении помещений.

Одним из методов энергосбережения, в настоящее время является теплоизоляция наружных стен зданий. Существуют разные варианты повышения теплозащитных свойств наружных стен как вновь строящихся, так и реконструируемых зданий. Наиболее известны и широко применимы следующие. Первый из них – это утепление стен с внешней стороны, т.е. со стороны атмосферного воздействия, второй – с внутренней, а третий – размещение утеплителя внутри стены. В свою очередь утепление стен снаружи производится двумя основными способами. Первый, так называемый «мокрый», - с применением штукатурных растворов. В некоторых случаях такую теплоизоляцию называют «Скрепленные системы теплоизоляции». Второй – «сухой» - с использованием конструктивных навесных элементов, предусматривающих наличие воздушной прослойки между облицовкой

(наружным экраном) и утеплителем. Такие фасады получили название «вентилируемых» [2, 3]. Кроме перечисленных методов, в последнее время для наружной теплоизоляции стен зданий используются, так называемые, энергосберегающие защитные покрытия в виде теплоизоляционного слоя фасадной краски или штукатурки. Также утепление стен выполняют монолитными вспененными составами на основе полимеров.

В настоящей работе определены энергосберегающие характеристики различных технологических решений при утеплении стен зданий. Такие характеристики являются основными составляющими при определении их эффективности. На сегодняшний день одним из способов качественной оценки теплопотерь любых ограждающих конструкций зданий, кроме вентилируемых фасадов является использование тепловизоров. В свою очередь изучение вентилируемых фасадов с помощью таких приборов позволяет получить интересные результаты, связанные с их конструктивно-технологическими особенностями.

Тепловизор – это прибор, принцип работы которого основан на способности, улавливать инфракрасное излучение от обследуемых объектов и тем самым определять температуру поверхности. Он преобразовывает величину излучения в визуальную картинку распределения тепловых полей по поверхности объекта. Температурные поля поверхностей ограждающих конструкций получаются на экране тепловизора в виде цветного изображения, градации, цвета которого соответствуют различным температурам.

Прибор позволяет регистрировать температурное поле на поверхности любого объекта бесконтактным методом за счет излучения. Термограммы являются основой для анализа полученной информации по тепловому состоянию объекта.

Тепловизоры снабжены устройством для высвечивания на экране изотермических поверхностей, а также устройством для измерения выходного сигнала, значение которого функционально связано с измеряемой температурой поверхности.

При проведении обследований зданий соблюдались следующие условия:

- тепловизионная съемка проводилась при перепаде температур между внутренним и наружным воздухом в среднем 17 °С (согласно инструкции не менее 15 °С);
- измерения проводились при отсутствии атмосферных осадков, тумана, задымленности воздуха, инея на поверхностях, а также прямого солнечного облучения поверхностей ограждающих конструкций;
- обследуемые поверхности ограждающих конструкций не находились в зоне прямого и отраженного солнечного облучения за 18 часов до проведения измерений (согласно инструкции не менее 12 часов).

Ниже приведены термограммы фасадов зданий, которые утеплены по различным технологическим схемам. Термограммы были получены в результате проведения исследований в натуральных условиях в г.Одессе, с помощью тепловизора «FLUKE Ti45 FT».

Первая исследуемая система представляла собой кирпичную стену (силикатный кирпич), слой утеплителя (минераловатные плиты) и наружный слой из облицовочного кирпича [4]. Такую схему утепления иногда называют, ввиду многослойности – «сэндвич», рис.1.а.