

УДК 624.01

**ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ И МЕТОДОЛОГИЯ ПРИНЯТИЯ
ИНВЕСТИЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ
ДОЛГОВЕЧНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ЗДАНИЙ И
СООРУЖЕНИЙ**

Линник Р.Я., к.т.н., Савицкий Н.В. д.т.н., проф.

Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры

Актуальность проблемы и постановка задачи. В настоящее время и на ближайшую перспективу бетон и железобетон являются основными строительными материалами. Объемы и область их применения продолжают расширяться. В последние годы в практике строительства прослеживается тенденция к применению конструкций, совмещающих несущие и ограждающие функции, а также функции технологического оборудования. Вместе с этим усложняются и ужесточаются условия их работы. Кроме обычных силовых воздействий (нагрузки) конструкции подвергаются всевозможным воздействиям среды в виде веществ (твердых, жидких, газообразных, плазмы), энергии (механической, тепловой, химической, ядерной, электромагнитной) или их комбинации.

При определенных условиях в материалах конструкций под воздействием среды развивается процесс накопления повреждений. Повреждения материалов в свою очередь вызывают изменение функциональных свойств конструкции. Если последняя перестает удовлетворять предъявляемым к ней требованиям, наступает отказ.

Необходимость расширения исследований и изучения особенностей поведения бетона и железобетона в условиях воздействия среды обусловлена требованиями всемерного снижения издержек в народном хозяйстве от коррозии строительных конструкций. Общие потери от коррозии в СССР в 90-х годах ориентировочно оценивались в размере более 1,5 млрд. руб. в год.

Среди отечественных специалистов существует мнение, что проблема обеспечения необходимой долговечности строительных конструкций, зданий и сооружений характерна больше для отечественной, нежели для зарубежной практики строительства. Это мнение обычно основывается на предположении более качественного выполнения строительно-монтажных работ и более высокого уровня эксплуатации технологического оборудования промышленных предприятий в технически развитых зарубежных странах.

Однако проблема сохранности зданий и сооружений от преждевременного физического износа и разрушений за рубежом в настоящее время столь же актуальна, как и в Украине, а в некоторых отношениях стоит более остро, чем в нашей стране. Об этом свидетельствуют, в частности многочисленные публикации различного характера: журнальные статьи, монографии, труды институтов и коллективов ученых, материалы национальных и международных конференций и симпозиумов, отчеты о проведенных исследованиях и др.

Эффективность применения бетона и железобетона в условиях

неблагоприятных (агрессивных) воздействий среды повышается в результате создания новых видов, расширения объемов использования бетона и арматуры повышенной коррозионной стойкости, а также при выявлении избыточных резервов коррозионной стойкости материалов и конструкций. Недооценка степени агрессивности среды приводит к увеличению расходов на ремонт и восстановление конструкций, а преувеличение - к излишним затратам материалов и средств на обеспечение стойкости.

Общеизвестно, что любое здание или сооружение претерпевает со временем не только физический, но и моральный и износ, причем все постройки подразделяются в этом плане на две группы:

- здания и сооружения, устаревающие морально еще до их полного физического износа;
- здания и сооружения, физический износ которых происходит или может происходить с опережением их морального износа.

Это и предопределило возникновение двух проблем, над решением которых работают специалисты многих стран: а) поиск оптимальных вариантов строительных решений зданий с учетом их быстрого морального износа и б) обеспечение необходимой (оптимальной) долговечности зданий и их конструкций при тех или иных условиях эксплуатации.

Естественно, что эти проблемы взаимосвязаны, поскольку представляют собой две стороны общей проблемы сохранения возможно большей эксплуатационной ценности объекта при минимуме затрат. Вместе с тем каждая из указанных проблем во многом специфична и приобрела в настоящее время самостоятельное значение.

Целью настоящей работы является разработка общей методологии решения проблемы определения оптимальной долговечности зданий с учетом их физического износа.

Решение задачи рационального проектирования бетона и конструкций с применением этого материала возможно на современном этапе с использованием методологии системотехники (совокупности принципов, методов и подходов, связанных с проектированием сложных систем, взаимодействующих с внешней средой) и проектного анализа.

Проект (project) – это то, что задумывается или планируется. В недвижимости под проектом понимается комплекс взаимосвязанных мероприятий с четко определенными целями, направленными на выполнение сформированных задач, связанных с воспроизводством основных фондов (новое строительство, реконструкция, модернизация и капитальный ремонт).

Под инвестиционным проектом понимается комплекс взаимосвязанных мероприятий, предназначенных для достижения в течение заданного периода времени (жизненного цикла) поставленных задач с четко определенными целями с учетом выбранного типа проектного финансирования, степени сложности проекта и размера вложения финансовых средств.

Технико-экономический анализ приводится на основе выбранной концепции проекта с целью принятия решения о его осуществлении. Центральной задачей проектного анализа является установление ценности проекта. Для ее решения необходимо оценить все результаты проекта и

установить их превышение над затратами.

Особенностью инвестирования в недвижимость является то, что при этом следует учитывать, что сравниваются выгоды, полученные в будущем через длительные промежутки времени, с производимыми в настоящее время затратами по проекту.

Указанная экономическая неравнозначность результатов и затрат при определении суммарного эффекта отражает понятие временной ценности денег или неодинаковой стоимости денег во времени. Различная ценность равных денежных сумм в разные моменты времени объясняется, прежде всего, естественным обесценением денег вследствие инфляции и, кроме того, их способностью приносить доход в результате инвестирования.

Эффективность инвестиций характеризует экономическую целесообразность реализации проекта и определяется сопоставлением в денежном выражении получаемого результата (эффекта) с затратами.

В теории и практике оценки эффективности инвестиций наиболее разработаны и часто применяемы два методических подхода: затратный и доходный.

Затратный подход (метод приведенных затрат) к оценке эффективности инвестиций применялся в отечественной практике в доперестроечный период.

Стратегическим направлением развития Украины является создание рыночной экономики. Поскольку основным мотивом функционирования и развития любого предприятия (организации, фирмы и т.д.) в условиях рынка является получение дохода, практика технико-экономического анализа в условиях рыночной экономики сузила сферу применения затратных методов, сосредоточив внимание на разработке и использовании методов, в основе которых лежит оценка доходности проектов.

В настоящее время международная практика проведения технико-экономических расчетов использует методы, предложенные UNIDO (United Nations Industrial Development Organization).

Наиболее часто в практике используются методы оценки эффективности инвестиций с учетом дисконтирования. Дисконтирование – это приведение разновременных экономических показателей к какому-либо одному моменту времени. Наиболее часто оно осуществляется к началу или к концу расчетного периода.

В общем случае дисконтирование к любому году расчетного периода производится по формуле:

$$C_t = C_i(1 + p)^{\tau-t}, \quad (1)$$

где τ - год, к которому осуществляется дисконтирование;

t - год, от которого осуществляется дисконтирование;

C_t – значение дисконтируемого показателя в год t ;

p – норма дисконта;

$\alpha_t = (1+p)^{\tau-t}$ – дисконтный множитель или коэффициент дисконтирования.

Норма дисконта – это минимальная норма дохода, ниже которой инвестору вложение капитала невыгодно. В частности, если инвестор

вкладывает собственный капитал, норма дисконта должна быть выше банковского процента по депозитным вкладам, если инвестор использует заемный капитал – выше процента по долгосрочным кредитам, акционерный капитал – выше дивидендов по акциям.

На практике норма дисконта устанавливается больше цены капитала в результате инфляции и разной степени риска инвестирования проектов, т.е.

$$p = p_{cp} + b + c, \quad (2)$$

где p_{cp} – средневзвешенная цена капитала без учета инфляции и риска;

b – темп инфляции;

c – рискованная премия, зависящая от степени риска инвестирования.

Метод расчета чистой текущей стоимости (ЧДС) является одним из основных при экономической оценке инвестиционных проектов.

Для разовых инвестиций расчет чистой дисконтированной стоимости, приведенной к начальному периоду эксплуатации, осуществляется по формуле:

$$C_{i,0} = K_{i,0} + \frac{E_i}{(1+p)^t}, \quad (3)$$

где $K_{i,0}$ – капитальные вложения (инвестиции) на строительство здания по i -му варианту;

E_i – годовые эксплуатационные расходы на содержание здания при i -м варианте;

t – срок службы (эксплуатации) здания, год;

p – норма дисконта.

Наиболее популярный метод оценки эффективности инвестиций в условиях рыночной экономики – метод чистой дисконтированной (текущей) стоимости (NPV) представляет наибольший интерес для инвестора капитала. При сравнительной оценке методом NPV основным показателем является первоначальная стоимость строительства или капитальные вложения и менее существенным показателем – уровень расходов по эксплуатации здания. Эти расходы, относящиеся к будущему, имеют сравнительно небольшое значение, поскольку их доля в стоимости в настоящее время сравнительно невелика.

Метод расчета совокупной (дисконтированной) стоимости (совокупных затрат, общих расходов) (aggregate value - AV) заключается в преобразовании всех затрат по строительству и расходов по эксплуатации жилого здания за весь предполагаемый срок его службы в расчетную сумму в году ожидаемого сноса здания (так называемые накопленные затраты). Этот метод представляет наибольший интерес для домовладельцев, поскольку при его использовании в должной мере учитывается как уровень расходов по эксплуатации за срок службы здания, так и первоначальная стоимость строительства здания.

Совокупные затраты на строительство и эксплуатацию здания определяются согласно зависимости:

$$C_{i,t} = K_{i,0}g^t + E_i \frac{g^t - 1}{g - 1}, \quad (4)$$

где $K_{i,0}$ – капитальные вложения (инвестиции) на строительство здания по i -му варианту;

E_i – годовые эксплуатационные расходы на содержание здания при i -м варианте;

t – срок службы (эксплуатации), год;

p – норма дисконта;

g – коэффициент накопления: $g=1+p$; g^t – коэффициент дисконтирования (дисконтный множитель) к концу расчетного периода: $g^t=(1+p)^t$; $(g^t-1)/(g-1)$ – коэффициент возрастания текущих платежей, приведенных к будущему моменту времени для ряда однородных по периодам платежей.

При выводе уравнения (4) для определения совокупной стоимости (т.е. капитальных затрат и эксплуатационных расходов) за расчетный период исходят из предположения, что капитальные затраты единовременны, а годовые эксплуатационные расходы в течение всего расчетного срока постоянны. Оба предположения в большинстве случаев соответствуют действительности. В этом методе все расходы, производимые постоянно в отдельные годы в течение срока службы здания приводятся к их будущему значению на расчетный момент срока службы здания. Для этого используют для капитальных затрат процентный годовой прирост $g^t=(1+p)^t$, а для годовых эксплуатационных расходов накопления $(g^t-1)/(g-1)$, преобразованные в форму итога расходов в конце каждого года.

Метод расчета общей годовой стоимости заключается в том, что как единовременные капитальные вложения (инвестиции) в строительство здания, так и будущие затраты на эксплуатацию здания преобразуются в среднегодовые расходы.

Гибкость метода позволяет легко приспосабливаться к изменяющимся конъюнктурным условиям в течение различных периодов срока службы жилого здания, как в части затрат на его эксплуатацию, так и процентной ставки на капитал и единовременных капитальных затрат.

Среднегодовые расходы на строительство и эксплуатацию зданий определяются согласно зависимости:

$$C_{i,y} = E_i + K_{i,0} \frac{(g-1) \cdot g^t}{g^t - 1}, \quad (5)$$

где $K_{i,0}$ – капитальные вложения (инвестиции) на строительство здания по i -му варианту;

E_i – годовые эксплуатационные расходы на содержание здания при i -м варианте;

t – срок службы (эксплуатации), год;

$\frac{(g-1)g^t}{g^t-1}$ - коэффициент приведения денежной массы к среднегодовым

расходам;

g – коэффициент дисконтирования: $g=1+p/100$;

p – процентная ставка на капитал (ставка дисконта);

t - срок службы здания, год.

Капитальные затраты в зависимостях (3)...(5) представляют собой стоимость строительства в составе проекта рабочей документации.

Годовые эксплуатационные расходы на содержание здания в зависимостях (3)...(5) при рассмотрении проблемы долговечности состоят из затрат на проведение ремонтов:

$$E_i = E_m \quad (6)$$

где: E_m - затраты на проведение ремонтов здания.

Рациональное проектирование конструкций предполагает выбор наилучшего варианта из возможных решений по заданным критериям при определенных ограничениях.

Цель рационального проектирования строительных конструкций, зданий и сооружений заключается в разработке такого проекта по заданному критерию оптимальности, который бы удовлетворял всем требованиям СНиП, ДБН, выступающими заданными ограничениями.

Требования можно сформулировать в виде системы неравенств:

$$y_i(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \leq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, m), \quad (7)$$

где x_i - определяющие параметры проектирования конструкций зданий;

y_i - оператор общего вида.

Задача рационального проектирования жилых зданий состоит в том, чтобы при выполнении условий (7) обеспечить минимум критерия, по которому оценивается проект. Этот критерий зависит от параметров x_i и называется целевой функцией. В качестве целевой функции чаще всего принимается стоимость:

$$C(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) = \min. \quad (8)$$

Математическая модель задачи оптимизации формулируется в форме задачи нелинейного математического программирования: минимизировать совокупную дисконтированную стоимость:

чистую дисконтированную стоимость, приведенную к начальному периоду эксплуатации:

$$C_{i,0} = K_{i,0} + \frac{E_i}{(1+p)^t} \rightarrow \min, \quad (9)$$

совокупную дисконтированную стоимость, приведенную к концу расчетного срока службы здания:

$$C_{i,t} = K_{i,0}g^t + E_i \frac{g^t - 1}{g - 1} \rightarrow \min, \quad (10)$$

общую годовую дисконтированную стоимость:

$$C_{i,y} = K_{i,0} \frac{(g - 1) \cdot g^t}{g^t - 1} + E_i \rightarrow \min, \quad (11)$$

Для определения рационального варианта здания на основе технико-экономического анализа согласно разработанной методики могут быть построены оптимизационные процедуры.

Выводы. На основе принципов системотехники и проектного анализа, учитывающего реалии рыночной экономики, предложен общий подход к решению задачи оптимизации долговечности строительных конструкций, зданий и сооружений.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Савицкий Н.В. Основы конструктивно-технологического проектирования железобетонных конструкций, эксплуатирующихся в агрессивных средах // Новини науки Придніпров'я, № 1-2.- С. 51-56.
2. Беренс В., Хавранек П.М. Руководство по оценке эффективности инвестиций. М.: АОЗТ «Интерэкспер», 1995. – 280 с.
3. Гилл Ф., Мюррей У., Райт М. Практическая оптимизация: Пер с англ. – М.: Мир, 1985. – 509 с.
4. Колотилкин Б.М. Надежность функционирования жилых зданий. – М.: Стройиздат, 1989. – 376 с.

УДК 691.32:620.193

РОЗПОДІЛ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ В БЕТОННІЙ СТІНЦІ ІЗ ВРАХУВАННЯМ ПЕРІОДИЧНИХ ЗОВНІШНІХ ВПЛИВІВ

*Й.Й. Лучко, д.т.н., П.М. Коваль, к.т.н.
ДерждорНДІ м. Київ*

Проблема та її аналіз. До останнього часу, в основному, серед фізичних чинників впливу на корозію бетону при розрахунках увага зосереджувалась виключно на температурних впливах, які викликають термічні напруження. Однак на тепловий обмін між середовищем та бетонними і залізобетонними конструкціями суттєво впливають процеси масообміну, а також фазові перетворення, що відбуваються в бетоні. Отже, тепловий потік в бетоні можна розглядати як складний, що складається з кондуктивного та конвективного потоків. Окрім того, потік вологи в бетоні залежить як від градієнта вологи, так і від градієнта температури. Цілком природно, що при порушенні термовологої рівноваги між середовищем і бетоном, залежно від величини