

достигнутый результат з існуючими. Кращим результатом роботи архітектора й інженера є оптимальний енергоефективний будинок, що забезпечує мінімум витрати енергії в системах його кліматизації. Сучасні методи математичного системного аналізу дозволяють знаходити оптимальні архітектурні й інженерні рішення проєктованого енергоефективного будинку [3].

Логічним завершенням етапів розвитку енергоефективних будівель стала практика будівництва Sustainable buildings. Буквальний переклад Sustainable buildings - "підтримуючі будівлі". Але по своєму змісту цей вираз означає "життєутримуючі будівлі", "життєзберігаючі будівлі", тобто будівлі, які перебувають у рівновазі із природою та людиною.

Sustainable buildings - це напрямок, породжений як альтернатива прагненню людини "скорити" природу, що до нещастя, здійснювалося шляхом її руйнування й виснаження, і бажанням створити собі штучне середовище перебування. Це містить у собі вивчення можливості використання екологічно чистих поновлюваних джерел енергії, оптимального використання викликаної енергії, збереження водних ресурсів, застосування будівельних матеріалів повторного використання, поліпшення якості середовища перебування людини.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Орлов А.І., Федосєєв В.Н. Проблеми управління екологічною безпекою. - Журнал «Менеджмент в Росії і за кордоном». 2000. №6. С.78-86.
2. Бродач М. М. Математичне моделювання й оптимізація теплової ефективності будинків. - М. : АВОК-ПРЕСС, 2002.
3. Гагарін В. Г. Про деякі теплотехнічні помилки, що допускають при проєктуванні вентиляційних фасадів // АВОК. - 2005. -№ 2.

УДК 620.193

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С УЧЕТОМ КИНЕТИКИ КОРРОЗИИ БЕТОНА

*Л.Н. Лаухина к.т.н., Р.Я. Линник, к.т.н., Н.В. Савицкий, д.т.н.
Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры,
г. Днепропетровск*

Состояние вопроса и постановка задач исследования.

Проблема обеспечения долговечности материалов и конструкций в настоящее время рассматривается с технико-экономических позиций. Эффективность материалов и конструкций, эксплуатирующихся в агрессивных средах, определяется затратами на изготовление и возведение конструкций, защиту от коррозии, ремонт, а также издержками от простоев производств во время ремонта. Повышение эффективности применения бетона и железобетона в условиях агрессивных воздействий среды

достигается как путём расширения объёмов использования бетона и арматуры повышенной коррозионной стойкости, так и выявлением избыточных резервов коррозионной стойкости конструкций.

Проведенные в последние годы исследования выявили возможность повышения эффективности проектных решений антикоррозионной защиты конструкций путём оценки коррозионной опасности среды не только к бетону или арматуре (как это делается в настоящее время), но и непосредственно к железобетонным конструкциям исходя из функциональных требований к данным конструкциям. Это обусловлено тем, что в зависимости от конструктивных параметров одна и та же степень коррозионного повреждения материалов по-разному влияет на несущие свойства конструкций. Для определённых конструкций в отдельных случаях более экономичным является обеспечение их долговечности всем комплексом средств первичной защиты, т.е. не только выбором характеристик материалов, исключающих возможность развития процессов коррозии, но и назначением оптимальных конструктивных параметров (формы сечения и геометрических размеров, количества арматуры в сечениях, величины преднапряжения, механических характеристик бетона и арматуры, схемы опирания элементов, схемы приложения нагрузки и агрессивной среды и др.). В настоящее время согласно экспертным оценкам на долю конструктивных решений приходится всего 1% от всех способов защиты и повышения долговечности железобетонных элементов, т.е. конструктивные решения практически не используются.

Таким образом, оптимальное проектирование антикоррозионной защиты, являясь в целом комплексом технологических задач, тесно сопрягается с задачами конструктивного характера. Только лишь исходя из функциональных требований к данной конструкции можно решать задачи обеспечения её долговечности как в целом, так и отдельных элементов (бетона и арматуры). Отсутствие в практике проектирования состава бетона и конструкций из бетона и железобетона прогнозных расчётов долговечности, нередко, приводит к появлению недостаточно обоснованных решений.

Цель настоящих исследований – решение задач рационального проектирования антикоррозионной защиты железобетонных конструкций в агрессивных средах.

Изложение основного материала.

Рабочей гипотезой являлось представление о значимом влиянии конструктивных параметров первичной защиты (формы и размеров сечений, прочностных и деформативных характеристик бетона и арматуры, степени армирования, схемы приложения среды) на изменение функциональных свойств (прочности, деформативности, трещиностойкости) железобетонных элементов при накоплении коррозионных повреждений в структуре бетона. Следствием рабочей гипотезы является положение о необходимости оценки коррозионной опасности среды по отношению не только к материалам, но и непосредственно к железобетонным конструкциям по критерию изменения их функциональных свойств.

Пример 1. Фундамент ФВТ-17 по серии 1.412-1/77 "Монолитные железобетонные фундаменты под типовые колонны прямоугольного сечения одноэтажных промышленных зданий".

Приняты условия сильноагрессивной степени воздействия среды (концентрация сульфат-ионов равна 20 г/л). Срок службы принят равным 100 годам. Рассмотрено 5 вариантов антикоррозионной защиты (табл. 1). По первому варианту выполнялась вторичная защита всей поверхности фундамента в соответствии с серией 4.400-6 "Типовые углы антикоррозионной защиты железобетонных конструкций зданий и сооружений". Технологические параметры бетона вариантов 4 и 5 не позволили обеспечить заданный срок службы по критерию обеспечения надежности по прочности нормальных сечений. Только в результате применения сульфатостойкого шлакопортландцемента (вариант 3) и бетона особо низкой проницаемости (вариант 2) удалось обеспечить требуемый срок службы фундаментов. Расчет экономической эффективности приведен только по изменяющимся затратам. Техничко-экономические показатели вариантов антикоррозионной защиты приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Техничко-экономические показатели вариантов антикоррозионной защиты фундамента ФВТ-17

Вариант	Тип цемента	Содержание в клинкере, %			Марка по W	W/C	Относительная стоимость «в деле» по изменяющимся затратам, %	
				шлака			всего	разность
1	ШНЦ	10	60	21	4	0,6	137	37
2	ШПЦ	10	60	21	8	0,4	111	11
3	ССШПЦ	6	60	21	4	0,6	100	-
4	ССШПЦ	8	60	21	4	0,6	-	-
5	ШПЦ	10	60	21	4	0,6	-	-

Примечания: 1. Варианты 4, 5 не обеспечивают заданный срок службы; 2. ШПЦ - шлакопортландцемент, ССШПЦ - сульфатостойкий шлакопортландцемент.

Приведенные данные свидетельствуют, что при проектировании фундаментов с учетом кинетики коррозии бетона возможно получить более эффективное решение по сравнению с принятыми типовыми решениями.

Пример 2. Элементы подпорной стены по серии 3.002.1-1 "Сборные железобетонные подпорные стены межотраслевого применения с высотой подпора грунта 1,2...4,8 м" в условиях воздействия сульфатосодержащих грунтовых вод.

На первом этапе исследований определялись показатели надежности и наиболее значимые конструктивно-технологические параметры лицевого плит марки ПЛ 6-1. Приняты следующие параметры первичной защиты:

содержание C_3S в клинкере 65% при коэффициенте вариации 0,13; содержание C_3A - 7% при коэффициенте вариации 0,20; марка бетона по водонепроницаемости 6, коэффициент вариации открытой пористости 0,24. Остальные параметры приняты по серии 3.002.1-1. Внешняя агрессивная среда характеризуется концентрацией сульфат-ионов в пересчете на SO_4^{2-} - 10 г/л при коэффициенте вариации 0,20, содержание бикарбонат-ионов - 1 мл.экв/л при коэффициенте вариации 0,10. Регламентируемый срок службы элементов подпорных стен составляет 59 лет.

Результаты расчета показателей надежности и долговечности лицевого плиты марки ПЛ 6-1 свидетельствуют, что принятые параметры первичной защиты не обеспечивают регламентируемый срок службы, необходима вторичная защита. Наиболее значимыми параметрами является содержание C_3A в цементном клинкере (вид цемента) и величина открытой пористости (проницаемость бетона). Установленные закономерности учитывались при выборе параметров первичной защиты элементов подпорной стены в условиях южного берега Крыма.

В качестве реального объекта, применяемого в ПСМО "Крымспецстрой" для строительства в районе г. Ялты, принята лицевая плита марки ПЛ 6-6 и фундаментная плита марки ПФ 4-3.

Содержание сульфат-ионов SO_4^{2-} в грунтовых водах по данным инженерно-геологических исследований составляло 4500 мг/л. Рассмотрены 5 вариантов антикоррозионной защиты подпорной стены (табл. 2).

Вторичная защита конструкций принята в соответствии с рекомендациями серии 4.400-6 и положениями СНиП 2.03.11-85 в виде лакокрасочного покрытия, состоящего из грунтовочного слоя и лака ХВ-784 и покрывных слоев эмалью ХВ-785 в количестве: для слабоагрессивной степени воздействия среды - 8, среднеагрессивной - 12, сильноагрессивной - 15. Проектирование первичной защиты для вариантов 4 и 5 проведено по критерию обеспечения надежности по прочности нормальных сечений за срок службы 59 лет. Расчеты показали, что только применяя сульфатостойкий цемент (вариант 5) удалось обеспечить заданную долговечность подпорной стены. Параметры первичной защиты по варианту 4 не обеспечивают заданный срок службы. Вариант 5, как наиболее экономичный, был рекомендован для практической реализации.

Таблица 2

Техничко-экономические показатели вариантов антикоррозионной защиты лицевого плиты ПЛ 6-6 и фундаментной плиты ПФ 4-3

Вариант	Содерж. в клинкере		Марка по W	W/C	Степень агрессивн. по СНиП 2.03.11-85	Вторичная защита	Относит. стоимость «в деле», %	
	C_3A	C_3S					всего	разн.
1	6	65	4	0,60	Сильная	+	166	66
2	6	65	6	0,55	Средняя	+	155	55
3	5	50	4	0,60	Слабая	+	140	40
4	6	65	6	0,55	Средняя	-	-	-
5	5	50	4	0,60	Слабая	-	100	0

* **Примечание:** Вариант 4 не обеспечивает заданной долговечности.

Пример 3. Проектирование антикоррозионной защиты овощехранилища с регулируемой газовой средой.

Газовая среда в овощехранилище с регулируемой газовой средой характеризуется повышенным содержанием двуокиси углерода [205]. Так, если в обычной атмосфере содержание CO_2 - 0.03%, то в камерах для плодов и винограда рекомендуется содержание CO_2 - 1...5 %. При таких концентрациях среда является сильноагрессивной к железобетонным конструкциям, вызывая нейтрализацию бетона защитного слоя. При этом необходима вторичная защита в соответствии с рекомендациями [2] (табл. 3). В качестве альтернативных вариантов были рассмотрены варианты антикоррозионной защиты, обеспечивающий заданный срок службы (100 лет) при воздействии CO_2 концентрацией 2% за счет увеличения расхода цемента и толщины защитного слоя. В расчетах варьировали толщину защитного слоя в пределах 2,5 - 7 см, водоцементное отношение (W/C - 0,4; 0,5; 0,6) при сохранении одинаковой удобоукладываемости (соответственно расход цемента 500, 400, 300 кг/м^3). Расчеты показали, что срок службы бетона защитного слоя обеспечивается только при толщине защитного слоя 7 см и $W/C = 0,4$ (расход цемента 500 кг/м^3). Для определения экономической эффективности сопоставлялись затраты по стоимости "в деле" на 1 м^2 поверхности ограждающих конструкций (табл.3). Приведенные данные свидетельствуют, что несмотря на повышенный расход цемента (500 кг/м^3 для варианта 5 вместо 300 кг/м^3 для вариантов 1-4), а также повышенный расход бетона (защитный слой увеличится на 4,5 см) вариант 5 является наиболее экономичным.

Таблица 3

Технико-экономические показатели вариантов антикоррозионной защиты ограждающих конструкций овощехранилища с регулируемой газовой средой (на 1 м^2 поверхности)

Вариант	Толщина защитного слоя, мм	Расход цемента, кг/м^3	W/C	Вторичная защита	Относительная стоимость «в деле», %
1	25	300	0,6	Битумно-латексная мастика тремя слоями толщиной 1,0 – 1,5 мм каждый	11,1
2	то же	то же	0,6	Фольгоизол или алюминиевая фольга толщиной 50-100 мм по двум слоям мастики из битума	18,8
3	--«--	--«--	--«--	Эпоксидная смола (2 слоя) марки Э-20 с одним слоем стеклоткани марки «8»	18,8
4	--«--	--«--	--«--	Листовая или оцинкованная сталь толщиной до 1 мм встык или внахлестку с пропайкой швов	11,9
5	70	500	0,4	-	10,8

Выводы

1. Проведенные в последние годы исследования выявили возможность повышения эффективности проектных решений антикоррозионной защиты конструкций путём оценки коррозионной опасности среды не только к бетону или арматуре (как это делается в настоящее время), но и непосредственно к железобетонным конструкциям исходя из функциональных требований к данным конструкциям.

2. Впервые проведено вариантное проектирование антикоррозионной защиты некоторых железобетонных конструкций с учетом кинетики развития процессов коррозии бетона. Показано, что при обеспечении требуемой надежности возможно получить более экономичные решения антикоррозионной защиты.

3. Решена важная научно-практическая проблема повышения эффективности применения несущих железобетонных конструкций в условиях воздействия агрессивных сред путем регулирования надежности конструкций за счет рационального выбора конструктивно-технологических параметров первичной и вторичной защиты.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Савицкий Н.В. Основы расчета надежности железобетонных конструкций в агрессивных средах: Автореферат дисс. докт.тех.наук. Дн-ск: ДИСИ-НИИЖБ-1994.-400с.
2. ОНТП-Б-86. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий по хранению и обработке картофеля и плодоовощной продукции // М.: Стройиздат, 1986. - 40 с.

УДК 658.336.8

МНОГОВАРИАНТНЫЕ МОДЕЛИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ В ПРОЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ КОМПАНИЯХ

*А.М. Ливинский первый вице-президент УАН, д-р. техн. наук, профессор,
Н.В. Коваленко* аспирант
Украинская Академия Наук
*Киевский национальный университет строительства и архитектуры,
г. Киев*

Постановка проблемы в общем виде. В быстро меняющихся условиях современного мира совершенные проектно-ориентированные компании отличаются гибкостью и быстротой реагирования на изменения требований и ожиданий всех заинтересованных сторон. Совершенная проектно-ориентированная организация оценивает и умеет предвидеть потребности и ожидания заинтересованных в ее деятельности сторон, отслеживает их мнения и опыт общения с ней, следит за работой других организаций и анализирует их опыт. Аналитический анализ информации о существующих и будущих