

$$\varphi(T) = \begin{cases} 1, & 0 < T/T_m \leq 0,06, \\ 1,03(1 - T/(2T_m)), & 0,06 < T/T_m \leq 0,57, \end{cases}$$

где  $T_m$  – температура плавления материала;  $G(0)$ ,  $K(0)$ ,  $E(0)$  – значения модулей, которые можно определить, зная  $G_0$  при некоторой температуре, тогда  $G(0) = G_0 / \varphi(T_0)$ .

Заметим, что при более высоких сходственных температурах  $T/T_m > 0,57$  возможно малое отклонение поведения материала от линейного закона (3.4).

Закон Гука с учетом температуры принимаем в виде

$$S'_x{}^{(k)} = 2G_k(T)\varepsilon'_x{}^{(k)}, \\ \sigma'^{(k)} = 3K_k(T)(\varepsilon'^{(k)} - \alpha_{0k}T) \quad (k=1, 2),$$

где  $S'_x{}^{(k)}$ ,  $\sigma'^{(k)}$ ,  $\varepsilon'_x{}^{(k)}$ ,  $\varepsilon'^{(k)}$  – девиаторные и шаровые части тензоров напряжений и деформаций  $k$ -го слоя;  $G_k(T)$ ,  $K_k(T)$  – температурно-зависимые модули сдвига и объемного деформирования;  $\alpha_{0k}$  – коэффициент линейного температурного расширения материала.

УДК 624.012.41:624.21.037

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРОКОВ БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ МОСТОВ И ПУТЕПРОВОДОВ, ПОДВЕРГАЮЩИХСЯ ВОЗДЕЙСТВИЮ ХЛОРИДСОДЕРЖАЩИХ ЖИДКИХ СРЕД

А. В. СТЕПАНОВА

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Обеспечение надежной работы железобетонных конструкций инженерных сооружений в течение всего срока службы является важной составной частью проблемы долговечности. Безопасность конструкций, согласно нормативным документам, формулируется в виде ограничений на ресурс или срок службы из-за физического старения, воздействия агрессивной среды, нагрузок и т. д. Поэтому в основе главных нормативных документов, касающихся проектирования строительных конструкций (СНБ 5.03.01 [1], СТБ ISO 2394 [2], ТКП ЕН 1990 [3]), лежит требование: конструкции и конструктивные элементы следует проектировать и изготавливать таким образом, чтобы их можно было безопасно эксплуатировать на протяжении всего расчетного срока службы с минимальными экономическими затратами.

По данным натурных обследований, анализа проектных материалов и экспертного опроса специалистов установлено, что воздействию агрессивных, в том числе хлоридсодержащих, сред подвергается до 75 % инженерных конструкций и сооружений. Главным фактором разрушения бетона при хлоридном загрязнении является коррозия арматуры, инициируемая и ускоряемая применением при хлоридном загрязнении является коррозия арматуры, инициируемая и ускоряемая применением солей-антиобледенителей, содержащих хлориды. Большую опасность представляет хрупкое коррозионное разрушение преднапряженной арматуры, так как такой вид коррозии зачастую не имеет видимых признаков разрушения.

Существующие в настоящее время методы расчета железобетонных конструкций мостов и путепроводов не дают однозначного количественного ответа ни о долговечности, ни об остаточном сроке служб железобетонных конструкций мостов и путепроводов, что не гарантирует безопасность железобетонных конструкций во время эксплуатации.

Для прогнозирования срока службы железобетонных конструкций при воздействии хлоридсодержащих жидких сред разработана методика, основанная на вероятностной модели. Рассчитываются периоды инициирования и распространения коррозии арматуры и сравниваются с проектируемым сроком эксплуатации. Вероятность окончания периода инициирования конструкции определяется тем, что на глубине залегания арматуры фактическое содержание хлоридов превысит критическое. Вероятность окончания периода распространения определяется вероятностью того, что прочность бетона на растяжение превысит расчетные растягивающие напряжения в бетоне.

По разработанной методике для областных центров Беларуси был выполнен расчет вероятности ресурсного отказа железобетонных балок пролетных строений путепроводов XD3-класса по условиям эксплуатации при постоянной величине защитного слоя, равной 40 мм в соответствии с СНБ 5.03.01-2002 для областных центров Республики Беларусь. На рисунке 1 представлены результаты вероятностного расчета.

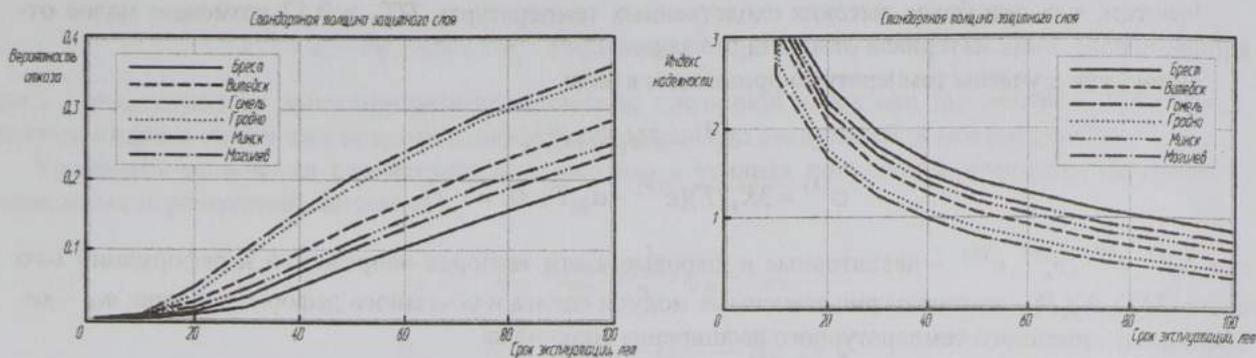


Рисунок 1 – Расчет вероятности ресурсного отказа при постоянной величине защитного слоя

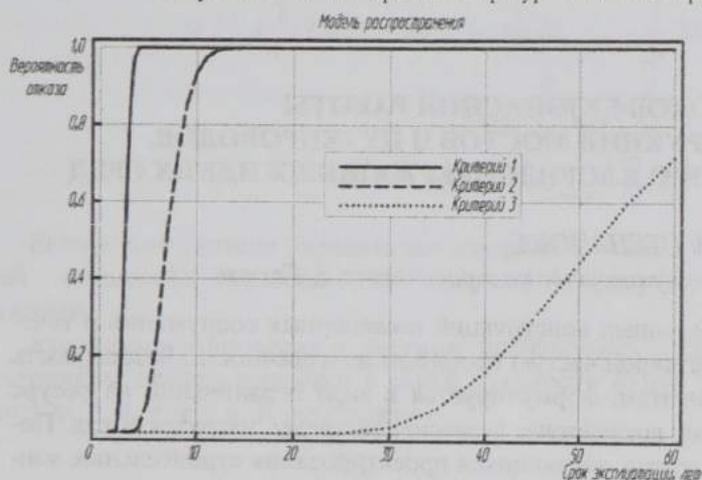


Рисунок 2 – Вероятность отказа железобетонного элемента

Методика дает возможность выполнить расчет вероятности отказа железобетонного элемента по модели распространения в зависимости от длительности фазы распространения для трех различных критериев: 1 – инициирование трещины; 2 – развитие трещины; 3 – достижение трещиной поверхности. Результаты представлены на рисунке 2.

**Выводы.** Разработанную методику прогнозирования долговечности железобетонных конструкций при воздействии агрессивных хлоридсодержащих сред с использованием вероятностной модели расчета можно использовать: для оценки сроков эксплуатационной пригодности (безопасности) пролетных строений мостов и путепроводов, подвергающихся воздействию хлоридсодержащих жидких средств антиобледенителей; прогнозирования срока службы проектируемых железобетонных конструкций, работающих в условиях агрессивной хлоридсодержащей жидкой среды; расчетов необходимой толщины защитного слоя бетона при заданном сроке службы железобетонных конструкций, эксплуатируемых в агрессивной хлоридсодержащей среде.

УДК 693.76

## ВИР-ПЛАСТ: МОНОЛИТНОЕ ПОКРЫТИЕ КРОВЕЛЬ ВИР-ПЛАСТ, ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТА

А. А. ТАКУНОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В настоящее время большинство мягких кровель выполнены из рулонных материалов на основе битумов. При устройстве мягкой кровли и по сей день часто используются рубероид или рубемаст. Однако под действием времени и агрессивных сред верхний слой любой рулонной мягкой кровли довольно быстро приходит в негодность. Появляется необходимость проведения текущего напла-