

## РАСЧЕТ БЕЗОПАСНОГО ВРЕМЕНИ РАБОТЫ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ ПО ВЕЛИЧИНЕ НАКОПЛЕННОГО ИЗНОСА

Отримані наближені формули для остатнього ресурсу прогонових споруд в залежності від накопиченого зносу.

Получены приближенные формулы для остаточного ресурса пролетных строений в зависимости от накопленного износа.

Approximate formulae for the residual resource of spans in dependence on the wear accumulated are determined.

Основной целью решения задачи является определение в процессе технической диагностики времени, в течение которого элементы моста могут работать безотказно с заданной степенью надежности. Основными исходными данными для расчетов являются результаты технической диагностики и требуемые значения уровня надежности.

Установлено [1...6], что все параметры, входящие в расчетные формулы износа, являются случайными величинами, подчиняющиеся нормальному закону распределения. Поэтому значения износа также подчиняются нормальному закону. Тогда можно записать

$$\frac{\bar{I}_{cr} - \bar{I}_t}{\sqrt{(V_1 \bar{I}_{cr})^2 + (V_2 \bar{I}_t)^2}} \geq \gamma_n, \quad (1)$$

где  $\bar{I}_{cr}$  – математическое ожидание предельного значения износа;  $\bar{I}_t$  – математическое ожидание износа, установленное в процессе технической диагностики;  $V_1$  и  $V_2$  – коэффициенты вариации распределений соответственно  $I_{cr}$  и  $I_t$ ;  $\gamma_n$  – нормативное значение характеристики безопасности, определяемое в зависимости от уровня надежности.

Решением (1) определим значение износа, при котором обеспечивается заданная степень безопасности

$$I_t = \frac{I_{cr} - I_{cr} \gamma_n \sqrt{V_1^2 + V_2^2 + \gamma_n^2 V_1^2 V_2^2}}{1 - \gamma_n^2 V_2^2}. \quad (2)$$

При  $V_1 = V_2$  выражение (2) упрощается и имеет вид

$$I_t = \frac{I_{cr} (1 - \gamma_n V \sqrt{2 + \gamma_n V^2})}{1 - \gamma_n^2 V_2^2}. \quad (3)$$

По результатам визуального обследования время с момента технической диагностики, при котором работа пролетного строения будет безотказной с надежностью  $P_n$ , с учетом (2), будет

$$\Delta T_{res} = \bar{T}_{res} - \frac{1}{0.011} \sqrt{\frac{1 - \gamma_n V (2 + \gamma_n V^2)^{1/2}}{1 - \gamma_n^2 V^2}}. \quad (4)$$

Остаточный ресурс, в течение которого пролетное строение будет работать безотказно с учетом карбонизации бетона, определяем, исходя из условия

$$\frac{\bar{\Psi}_{cr} - \bar{\Psi}_t}{\sqrt{(V_1 \bar{\Psi}_{cr})^2 + (V_2 \bar{\Psi}_t)^2}} \geq \gamma_n, \quad (5)$$

где  $\bar{\Psi}_{cr}$  – математическое ожидание предельной величины меры накопления износа;  $\bar{\Psi}_t$  – математическое ожидание меры накопления износа, установленное в процессе технической диагностики;  $V_1$  и  $V_2$  – коэффициенты вариации распределений соответственно  $\Psi_{cr}$  и  $\Psi_t$ .

Остаточный ресурс с учетом процесса коррозии арматуры

$$\Delta T_{res} = \frac{a \gamma_n^2 (V_1^2 \Psi_{cr}^2 + V_2^2 \Psi_t^2)}{k^2 c - \gamma_n^2 (V_1^2 \Psi_{cr}^2 + V_2^2 \Psi_t^2)}, \quad (6)$$

при  $V_1 = V_2$

$$\Delta T_{res} = \frac{a \gamma_n^2 V^2 (\Psi_{cr}^2 + \Psi_t^2)}{k^2 c - \gamma_n^2 V^2 (\Psi_{cr}^2 + \Psi_t^2)}. \quad (7)$$

Остаточный ресурс с учетом прогибов (провисания)

$$\Delta T_{res} = \frac{\gamma_n a_f \sqrt{V_1^2 \Psi_{cr}^2 + V_2^2 \Psi_t^2}}{C_f - \gamma_n \sqrt{V_1^2 \Psi_{cr}^2 + V_2^2 \Psi_t^2}}, \quad (8)$$

при  $V_1 = V_2$

$$\Delta T_{res} = \frac{\gamma_n a_f V (\Psi_{cr}^2 + \Psi_t^2)^{1/2}}{C_f - \gamma_n V (\Psi_{cr}^2 + \Psi_t^2)^{1/2}}. \quad (9)$$

Остаточный ресурс с учетом деградации в структуре бетона получается

$$\Delta T_{res} = T_{res} \frac{1}{N_{cr}} \left[ 1 - \frac{\Psi_{cr} - \gamma_n \sqrt{V_1^2 \Psi_{cr}^2 + V_2^2 \Psi_t^2}}{a_k} \right]^{-1/\alpha}. \quad (10)$$

Полученные формулы являются приближенными, так как входящие в формулы другие параметры также имеют случайный характер. Учет случайности всех расчетных параметров приведет к сложным зависимостям, трудно используемым в практических расчетах.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Болотин В. В. Ресурс машин и конструкций. – М.: Машиностроение, 1990. – 446 с.
2. Бондаренко В. М. Надежность строительных конструкций и мостов / В. М. Бондаренко, Л. И. Иосилевский, В. П. Чирков. – М.: Изд-во Академии Архитектуры и строительных наук, 1996. – 220 с.
3. Васильев А. И. Долговечность железобетонных мостов и меры по увеличению сроков из службы / А. И. Васильев, В. П. Польовко // Автомобильные дороги, 1995, № 9. – С. 30-32.
4. Веселев Ю. А. Основы теории надежности строительных конструкций / Ю. А. Веселев, Д. Б. Демченко. – Ростов-на-Дону: Терра, 2001. – 127 с.
5. Иосилевский Л. И. Проблемы надежности железобетонных мостовых конструкций // Бетон и железобетон, 1999, № 1. – С. 23-26.
6. Мамажанов Р. Вероятностное прогнозирование ресурса железобетонных пролетных строений. – Ташкент: Фан, 1993. – 156 с.

Поступила в редколлегию 15.12.2007.