

РАСЧЕТ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ ПО ПРОГИБУ

Саатова Нодира Зияевна

*Доктор философии по техническим наукам, PhD
Ташкентский институт по проектированию, строительству и
эксплуатации автомобильных дорог
(Узбекистан, Ташкент)*

CALCULATION OF THE RESIDUAL RESOURCE OF REINFORCED CONCRETE FLYING STRUCTURES FOR BENDING

Saatova Nodira Ziyaevna

*Doctor of philosophy in technical sciences, PhD
Tashkent Institute for The Design, Construction and Operation of Roads
(Uzbekistan, Tashkent)*

В статье обосновано, что одним из главных факторов, снижающих грузоподъемность и остаточный ресурс элементов пролетных строений, является накопление остаточных прогибов (провисаний). Показано, что основной причиной развития недопустимых прогибов является постоянное наращивание проезжей части асфальтобетонным покрытием и солевая коррозия бетона и арматуры.

The article proposes dependencies on predicting the residual life of spans based on the results of deflection (sagging) accumulated by the time of technical diagnostics.

Ключевые слова: остаточный ресурс, провисание, меры повреждения

Keywords: residual life, sagging, damage measures

Прогнозирование остаточного ресурса железобетонных пролетных строений по прогибу становится актуальным в связи с имеющимися многочисленными провисаниями балок, особенно консольных плит, в процессе эксплуатации [1].

Провисание – появление недопустимых прогибов в изгибаемых конструкциях происходит из-за деградации структуры бетона в сжатой зоне, вследствие чего развиваются чрезмерные деформации ползучести. Кроме этого развитие процесса коррозии в растянутой арматуре также способствует увеличению трещин и уменьшению жесткости сечения в целом [2].

Меру повреждения по прогибу принимаем в виде:

$$\psi = \frac{f_N - f_0}{f_{cr} - f_0}, \quad (1)$$

где f_N - значение прогиба в момент технической диагностики; f_0 – значение

прогиба в начале эксплуатации; f_{cr} - предельное значение прогиба при достижении второго предельного состояния.

Для (1) выполняется условие:

$$f = f_0; \psi = 0 \text{ при } t = 0;$$

$$f = \psi a; \psi = 1 \text{ при } t = T_{res}.$$

Из (1) имеем:

$$\psi = f_N a (1 - f_0) \quad (2)$$

$$a = \frac{1}{f_{cr} - f_0} \quad (3)$$

Подставив (3) в (2), получим:

$$\psi = f_{cr} \frac{a(1 - f_0)N}{a_f + N} \quad (4)$$

Дифференциальное уравнение для меры накопления прогиба имеет вид:

$$\frac{d\psi}{dN} = f_{cr} a (1 - f_0) \frac{a_f + N - N}{(a_f + N)^2} = \frac{f_{cr} a \cdot a_f \cdot (1 - f_0)}{(a_f + N)^2} \quad (5)$$

или:

$$\int_0^\psi d\psi = f_{cr} a \cdot a_f \cdot (1 - f_0) \int_1^N \frac{dN}{(a_f + N)^2} \quad (6)$$

Количество циклов нагружения до наступления предельного прогиба определяется при $\psi=1$:

$$\int_0^1 d\psi = f_{cr} a (1 - f_0) \int_1^{N_{cr}} \frac{N}{a_f + N} dN \quad (7)$$

Интегрирование дает:

$$1 = f_{cr} a \cdot a_f (1 - f_0) \cdot \left(\frac{1}{a_f + N_{cr}} \right) a_f + N_{cr} = f_{cr} (f_0 - 1) a \cdot a_f \quad (8)$$

Отсюда:

$$N_{cr} = a_f (a f_{cr} (f_0 - 1) - 1) \quad (9)$$

Накопленная мера повреждения $\psi_{N_{cr}}$ к моменту приложения циклов нагружения N , определяется интегрированием уравнения (6):

$$\int_0^\psi d\psi = f_{cr} a (1 - f_0) \int_1^{N_1} \frac{N}{a_f + N} dN \quad (10)$$

Накапливаемое значение меры повреждения с момента технической диагностики до наступления предельного состояния по прогибу определяется уравнением [3]:

$$\int_{\psi_1}^1 d\psi = f_{cr} a (1 - f_0) \int_{N_1}^{N_{cr}} \frac{N}{a_f + N} dN \quad (11)$$

Решение (11) дает:

$$(a_f + N_1)(\psi_1 - 1) = f_{cr} a \cdot a_f (1 - f_0) \quad (12)$$

$$N_1 = \frac{f_{cr} a a_f (1 - f_0)}{\psi_1 - 1} - a_f$$

Отсюда:

$$N_{cr} - N_1 = \Delta N_{res} = a_f \left(f_{cr} a (f_0 - 1) - \frac{f_{cr} a (1 - f_0)}{\psi_1 - 1} \right) = \frac{f_{cr} a \cdot a_f (f_0 - 1) \cdot \psi_1}{\psi_1 - 1}; \quad (13)$$

где ΔN_{res} - количество циклов нагружения с момента технической диагностики до наступления предельного состояния.

Переход на шкалу времени можно выполнить используя зависимость [4]:

$$\frac{\Delta N_{res}}{\Delta N_{(q)}} = \frac{\Delta T_{res}}{\Delta T_{(q)}} \quad (14)$$

где $\Delta N_{(q)}$ - базовое количество циклов до наступления предельного прогиба; $\Delta T_{(q)}$ - базовый срок службы, определяемый с момента технической диагностики.

$$\Delta T_{res} = \Delta T_{(q)} \frac{\Delta N_{res}}{\Delta N_{(q)}} \quad (15)$$

Предложены зависимости по прогнозированию остаточного ресурса пролетных строений по результатам определения прогибов (провисаний), накопленных к моменту технической диагностики.

Список литературы

1. Васильев А.И. Вероятностная оценка остаточного ресурса физического срока службы железобетонных мостов // Проблемы нормирования и исследования потребительских свойств мостов. Сб. науч. тр./ ЦНИИС. - М., 2002. Вып.208. С.101 - 121.
2. Иосилевский Л.И., Щербаков Е.Н., Мамажанов Р.К. Прогнозирование остаточного ресурса элементов, подверженных режимным нагружениям. Доклады Акад. Наук УзССР. – Ташкент: Фан, 1988. №13. С. 7 – 9.
3. Мамажанов Р.К., Ахмедов Ч.М. Повреждения железобетонных сооружений и прогнозирование их остаточного ресурса // Транспорт: наука, техника, управление / ВИНТИ. 2002. № 10. С. 38 – 40.
4. Мамажанов Р. Прогнозирование процессов накопления повреждений в элементах, подверженных режимным нагружениям // Изв. АН УзССР. Серия технических наук. 1989. № 2. С.22 – 25.