

Технические науки

УДК 539.3

Фарзалиев Мамедгусейн Анвер оглы

докторант

Бакинского государственного университета

Farzaliyev Mamedguseyn Anver ogli

Doctoral Student of

Baku State University

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ТОНКОСТЕННЫХ
ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ПОЛЗУЧЕСТИ С УЧЕТОМ
АГРЕССИВНОСТИ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ
DETERMINATION OF THE BEARING CAPACITY OF THIN-WALLED
ELEMENTS OF DESIGNS AT CREEP CONSIDERING THE
AGGRESSIVENESS OF THE ENVIRONMENT**

Аннотация. Статья посвящается изучению несущей способности тонкостенных элементов конструкций при ползучести. При этом температура окружающей среды и давление на стержень считаются постоянными величинами, то есть не изменяющимися величинами с течением времени. В конце статьи выводится формула для определения допускаемого напряжения на стержень после некоторого промежутка времени при коррозии и ползучести.

Ключевые слова: коррозия, тонкостенный стержень, ползучесть, агрессивность внешней среды.

Summary. The article is devoted to the study of the bearing capacity of thin-walled elements of designs at creep. In this case the ambient temperature and the pressure on the rod assumed to be constant, that is not changing in the

time. At the end of the article shows the formula to determine the allowable stress on the rod after a certain period of time at a corrosion and creep.

Key words: corrosion, thin-walled rod, creep, aggressiveness of environment.

Постановка задачи. Рассмотрим изотропный тонкостенный стержень круглого поперечного сечения. Пусть этот стержень является частью конструкции в которой постоянно происходит коррозия металлов. Коррозия металлов может произойти под водой, на суше, под землей, в воздухе или в результате окислительно-восстановительной реакции. Пусть этот стержень имеет предел прочности σ_{Π} .



Рис.1

Допускаемые напряжения для этого стержня обозначим через $\sigma_{д}$.

Как мы знаем из курса сопротивление материалов $\sigma_{д} = \frac{\sigma_{\Pi}}{k}$ (1), где k -

коэффициент запаса прочности. Этот стержень может разрушиться при

$\sigma_{д} \geq \sigma_{\Pi}$. Напишем уравнение ползучести для этого стержня $\dot{\varepsilon} = B \sigma^n$ (2),

где $\dot{\varepsilon} = \frac{d\varepsilon}{dt}$ (3) – скорость деформации при ползучести, а B - некоторая

постоянная величина, которая зависит от температуры окружающей среды и многих других факторов. Но мы здесь примем $B = \text{const}$

Основные физические соотношения

Так как мы рассматриваем только одномерное растяжение стержня, то $n=1$ (4). Подставляя (4) в (3) получим:

$$\dot{\varepsilon} = B \sigma \quad (5)$$

Рассмотрим формулу (1). Пусть стержень имеет общую площадь S . С течением времени в этом стержне будет происходить коррозия. Обозначим через S_K - общую площадь коррозии в стержне. Тогда с течением времени работоспособную площадь стержня будет выражаться формулой:

$$S_{\text{раб}} = S - S_K \quad (6)$$

Разделим обе части выражения (6) на общую площадь S и обозначим

Обозначим через $S^* = \frac{S_{\text{раб}}}{S} = \frac{S - S_K}{S}$ (7), где S^* - это та часть площади

стержня, которая после коррозии является работоспособным, то есть может удерживать конструкцию.

Умножим обе части равенства (1) на S^* , тогда получим:

$$\sigma_D S^* = \frac{\sigma_{\Pi}}{k} S^* \quad (8)$$

Как известно при уменьшении (с течением времени при коррозии) площади поперечного сечения стержня допустимое напряжения для этого стержня будет уменьшаться. Значит обозначая через $\sigma^* = \sigma_D S^*$ (9) мы получим допустимое напряжение после коррозии стержня. Подставляя (9) в (8) получим:

$$\sigma^* = \frac{\sigma_{\Pi}}{k} S^* \quad (10).$$

Напишем закон Гука для одномерного растяжения. $\sigma_{\Pi} = \varepsilon E$, (11) где E - модуль Юнга, а ε - удлинение стержня. Подставляя в формулу (10) вместо σ_{Π} выражение из (11) получим

$$\sigma^* = \frac{\varepsilon E}{k} S^* \quad (11)$$

Подставим уравнение (3) в (5), тогда получим:

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = B \sigma \quad (12)$$

Умножим обе части уравнения (12) на dt и проинтегрируя получим:

$$d\varepsilon = B\sigma dt$$

$$\int_0^{\varepsilon} d\varepsilon = \int_{t_0}^t B\sigma dt$$

Отсюда:

$$\varepsilon = \int_{t_0}^t B\sigma dt \quad (13)$$

Подставляя в (11) выражение из (13) получим:

$$\sigma^* = \frac{ES^*}{k} \left(\int_{t_0}^t B\sigma dt \right) \quad (14)$$

Выводы. В выражении (14) t – это время до которого будет эксплуатироваться стержень а t_0 – это время с которого начал эксплуатироваться стержень. Таким образом с помощью формулы (14) мы можем рассчитать пригодность того или иного стержня к эксплуатации после истечения некоторого промежутка времени и заранее узнать несущую способность тонкостенного стержня до некоторого промежутка времени при коррозии с учетом ползучести. Выведенная нами формула имеет большое практическое значение как в науке так и в технике.

Литература

1. Локощенко А. М. Ползучесть и длительная прочность металлов в агрессивных средах. М.: Изд-во МГИУ, 2000. — 132 с.
2. Бойцов Ю. И., Данилов В. Л., Локощенко А. М., Шестериков С. А. Исследование ползучести металлов при растяжении. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1997. — 98 с.
3. Локощенко А. М. Виброползучесть металлов при одноосном и сложном напряжённых состояниях / Известия РАН. Механика твёрдого тела. — 2014. — № 4. — С. 111-120.

4. Работнов Ю. Н. Ползучесть элементов конструкций. — М.: Наука, 1966. — 753 с.

References

1. Lokoschenko A. M. Creep and long-term strength of metals in aggressive environments. - 2000. - 132 p.
2. Boychov Y.I., Danoliv V.L., Lokoschenko A.M., Schestrikov S.A. Metal creep study in tension. - 1997. - 98 p.
3. Lokoschenko A. M. Vibrocreep metals under uniaxial and complex stress state. - 2014. №4. - P. 111-120.
4. Rabotnov Y.N. Creep of Structural Elements, 1996. - 753 p.