

**РАСЧЕТ РЕСУРСА СОСУДА ПО СНИЖЕНИЮ ТОЛЩИНЫ СТЕНКИ**

Cherepanov A.P.

**CALCULATION OF THE VESSEL RESOURCE FOR REDUCING THE WALL THICKNESS**

**Аннотация.** Рассмотрено обоснование расчета допускаемого ресурса сосуда по снижению толщины стенки на протяжении жизненного цикла.

**Ключевые слова:** жизненный цикл, запас прочности, исходное состояние, предельное состояние, ресурс, сосуд.

**Abstract.** The rationale for calculating the allowable resource of the vessel to reduce the wall thickness throughout the life cycle is of considered.

**Keywords:** initial condition, limit condition, life cycle, resource, safety margin, vessel.

Сосуды и аппараты химически опасных производств относятся к потенциально опасным объектам техносферы. Детерминированный анализ рисков таких объектов выполняется с введением допущения [1]: исчерпание проектного допускаемого ресурса, со степенью повреждения за период времени эксплуатации, происходит по линейной зависимости:

$$D_T = C_D \frac{\tau}{[\tau]}, \quad (1)$$

где  $C_D$  — коэффициент тяжести заданной степени повреждения;  $\tau$  и  $[\tau]$  — фактическое и допускаемое время эксплуатации.

На каждом отрезке времени  $\tau$ , измеряемом в годах, условная вероятность достижения предельного состояния будет равна:

$$P = \frac{1}{n_\tau \cdot [\tau]} \tau, \quad (2)$$

где  $n_\tau$  — коэффициент запаса по ресурсу.

По формуле (2) приращение условной вероятности достижения опасного состояния в год составит:

$$\Delta P = \frac{1}{n_\tau \cdot [\tau]}. \quad (3)$$

Допускаемый проектный ресурс с учетом коэффициента запаса по ресурсу:

$$[\tau] = \frac{\tau_0}{n_\tau}, \quad (4)$$

где  $\tau_0$  — время достижения предельного состояния.

Для сосудов запас по ресурсу принимают ( $n_\tau = 2 \div 5$ ), а коэффициент тяжести последствий аварий для химически опасных объектов —  $C_D = 3 \div 5$ .

Определим время достижения предельного состояния сосуда при изготовлении [2] по износу стенок при средней скорости износа (коррозии):

$$\tau_{и}^s = \frac{S_{и\ min} - S_0}{V_H}, \quad (5)$$

где  $V_H$  – средняя скорость износа (коррозии), принятая при проектировании;

$S_{и\ min}$  – минимальная толщина стенки при изготовлении;

$S_0$  – толщина стенки после окончания срока эксплуатации.

Фактическая скорость износа (коррозии) при эксплуатации:

$$V_{и-о} = \frac{S_{и-о\ max} - S_{о\ min}}{\tau_{и-о}^s}. \quad (6)$$

где  $S_{и-о\ max}$  – максимальная толщина стенки при изготовлении;

$S_{о\ min}$  – минимальная толщина стенки после окончания срока эксплуатации;

$\tau_{и-о}^s$  – время от изготовления до момента окончания остаточного срока эксплуатации, представляет собой израсходованный ресурс.

Примем израсходованный ресурс равным:

$$\tau_{и-о}^s = \frac{S_{и-о\ max} - S_{о\ min}}{V_{и-о}}. \quad (7)$$

Используя формулы (4) и (5) определим допускаемый срок эксплуатации:

$$[\tau]_{и}^s = \frac{1}{n_{\tau и}} \cdot \frac{S_{и\ min} - S_0}{V_H}, \quad (8)$$

где  $n_{\tau и}$  – запас по ресурсу, принятый на весь срок эксплуатации.

Используя формулы (6) и (7) определим допускаемый остаточный срок эксплуатации:

$$[\tau]_о^s = \frac{1}{n_{\tau о}} \cdot \frac{S_{и-о\ max} - S_{о\ min}}{V_{и-о}}, \quad (9)$$

где  $n_{\tau о}$  – запас по ресурсу, принятый на остаточный срок эксплуатации.

Предельный срок возможного разрушения по формуле (9) составит:

$$[\tau]_{пред}^s = \frac{1}{n_{\tau о}} \cdot \frac{S_{о\ min} - S_p}{V_{max}}, \quad (10)$$

где  $V_{max}$  – максимальная скорость износа (коррозии) за период эксплуатации;

$S_p$  – расчетная толщина стенки, выдерживающая расчетную нагрузку.

По формулам (8), (9) и (10) возможно определение допускаемых величин исходного, остаточного, предельного сроков эксплуатации с условной вероятностью (2) для различных сосудов и аппаратов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Махутов Н.А.** Прочность и безопасность: фундаментальные и прикладные исследования / Н.А. Махутов. – Новосибирск: Наука, 2008. – 528 с.
2. **Безопасность России.** Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Управление ресурсом эксплуатации высокорисковых объектов / Под общ. ред. Махутова Н.А. – М.: МГОФ «Знание», 2015, - 600 с.