

Испытания на замедленное хрупкое разрушение (ЗХР) высокопрочных болтов М24х70мм проведены в соответствии с ГОСТ Р 52643-06 (Приложение Б). Тарировку динамометров проводили на испытательном прессе П-250 (зав.№ 2171, свидетельство о поверке № 02-2366/101). Образцы, изготовленные из болтов М24 (в соответствии с ГОСТ Р 52643-06 Приложение Б рис.Б.1) закрепляли в динамометре совместно с захватными приспособлениями и электрохимической ячейкой, заполненной наводороживающим раствором (0,05н раствор $H_2SO_4 + 20\text{мг/л } SeO_2$). Катодную поляризацию осуществляли источником постоянного тока с плотностью 45- 50 мА/см^2 . В качестве анода при катодной поляризации использовали платину. Необходимое растягивающее усилие создавали в образцах с резьбой М10 путем закручивания гайки обычным ключом. Релаксация напряжений в образцах при нагружении компенсировалась упругой деформацией динамометра. Уровень растягивающего напряжения устанавливали по автоматическому электронному измерителю деформаций АИД-4. Уровень напряжений в образцах варьировался в диапазоне от $0,5\sigma/\sigma_B$ до $0,8\sigma/\sigma_B$, где σ_B - фактическое временное сопротивление образца, изготовленного из болта М24х70 мм. Результаты испытаний приведены в табл. 1.6.

Таблица 1.6

Результаты испытаний на замедленное хрупкое разрушение

Условный № образца	Нагрузка в рабочей зоне образца, σ/σ_B	Критерии стойкости к ЗХР	
		Фактическое время до разрушения $T_{o, \text{факт}}$, мин	Время до разр. T_o , мин по ГОСТ Р52643-06
1	0,5	-	≥ 370
2	0,6	270	≥ 220
3		230	
4	0,7	216	≥ 150
5		152	
6	0,8	94	≥ 90
7		61	

Из результатов испытаний на ЗХР следует, что исследованные высокопрочные болты М24х70 мм класса прочности 10.9 не склонны к замедленному хрупкому разрушению при напряжениях, регламентируемых ГОСТ Р52543-2008 ($\sigma=0,7\sigma_B$).

Испытание болтов М24х70 мм на трещиностойкость проводили на цилиндрических образцах с V-образным надрезом в рабочей зоне, в вершине которого создана кольцевая усталостная трещина. Соотношение диаметра в надрезе и диаметра цилиндрической части образца 0.7. Конструкция образца соответствует требованиям ГОСТ Р 52643-2006 Приложение В рис.В.1

Коэффициент интенсивности напряжений для цилиндрических образцов с наружной трещиной переменной глубины рассчитывали по формуле:

$$K_{1i} = \sigma_{net} (\pi D)^{\frac{1}{2}} \left[\frac{1}{2} \varepsilon \frac{1 - \varepsilon}{4 - 3,2 \varepsilon} \right]^{\frac{1}{2}}$$

где – K_{1i} – коэффициент интенсивности напряжений; σ_{net} – растягивающее напряжение в нетто сечении Н/м²; D – диаметр рабочей части образца, м.

$\varepsilon=r/R$ где r – радиус перешейка трещины, м ; R – радиус рабочей части образца, м.

Критерием оценки трещиностойкости является значение порогового коэффициента интенсивности напряжений K_{1sc} , которое для материала болтов должно быть не менее 38,0·МПа·м^{1/2} (ГОСТ Р 52643-2006).

Кольцевую усталостную трещину глубиной 0,15-0,35 мм в образце с V-образным кольцевым надрезом наводили на усталостной машине с консольным изгибом УКИ-10М. Образцы с наведенными кольцевыми усталостными трещинами нагружали до напряжений в брутто-сечении в диапазоне от 0,5 σ_B до 0,75 σ_B в испытательной машине ИМ-4Р (зав.№ 282, свидетельство о поверке № 02-2370/101) с электрохимической ячейкой и испытывали при постоянном погружении в 0,001н.раствор H₂SO₄ (рН 3). Результаты испытаний представлены в табл. 1.7.

Таблица 1.7

σ/σ_B в нетто сечении	Нетто сечение образца, мм ²	Нагрузка в нетто сечении, МПа	Время до разрушения образцов, мин	Коэффициент интенсивности напряжений K_{1i} , МПа·м ^{1/2}
-	13,76	24598	на воздухе	61,2
0,89	13,90	22002	940	54,2
0,79	13,85	19415	1120	48,0
0,72	1410	17624	5340*	42,8
0,66	13,80	16322	7200*	40,5
0,48	10,39	11760	10000*	38,7
Пороговый коэффициент интенсивности напряжений K_{1sc} для высокопрочных болтов ГОСТ Р52643-2006			10000	не менее 38,0

* образцы не разрушились.

Полученное значение коэффициента интенсивности напряжений $K_{Ii} > K_{Isc}$ ($38,7 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2} > 38 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$). Таким образом, исследованные высокопрочные болты М24х70 по трещиностойкости удовлетворяют требованиям, предъявляемым ГОСТ Р 52643-2006 к высокопрочным болтам.

Определение коэффициента закручивания проводили на пяти болтокомплектах (болт, гайка, две шайбы) на гидравлическом контрольном динамометрическом приборе УТБ-40 с применением предельного динамометрического ключа. Отсчет величины осевого усилия натяжения испытываемого болта производился по шкале измерительного прибора отградуированного с точностью до $\pm 0,2$ тонны, погрешность динамометрического ключа $\pm 1,5$ кгс.м. Испытания проводились по методике, изложенной в ГОСТ 52643-2006 Приложение Е.

Исследованные болтокомплекты имеют коэффициенты закручивания 0,139; 0,141; 0,140, 0,139, 0,142 т.е. удовлетворяют требованиям ГОСТ Р 52643-2006 ($0,14 \leq K_s \leq 0,20$).