



1896



1900

ЦНИИПСК

им. МЕЛЬНИКОВА

(Основан в 1880 г.)



1971



1990

Испытательный центр «ЦНИИПСК-ТЕСТ»

117997, Москва, ул. Архитектора Власова, д.49. Тел. 8-499-128-83-26

Аттестат аккредитации № ИЛ/ЛРИ 00899 до 6 октября 2021 г



УТВЕРЖДАЮ:

Директор

ЗАО «ЦНИИПСК им. Мельникова»

В.М. Горицкий

2020 г.

Заключение №70-1109

по результатам проведения испытаний болтов М24х80
из стали 30Г1Р на трещиностойкость

(договор №70-66 от 26.05.2020 г.)

В соответствии с договором № 70-66 от 26.05.2020 г. между ЗАО «ЦНИИПСК им. Мельникова» и ООО «ОСПАЗ» проведены испытания болтов М24х80 на трещиностойкость по ГОСТ 32484.1-2013, приложение ДБ (ГОСТ Р 52643-2006).

Исследования болтов М24 проводили в Испытательном Центре «ЦНИИПСК-ТЕСТ» (свидетельство об аккредитации № ЛИ/ЛРИ 00899 от 06 октября 2016 г.).

Заказчиком (ООО «Орловский сталепрокатный завод») представлены болты М24х80 собственного производства с термодиффузионным цинковым покрытием из стали 30Г1Р кл. прочности 10.9 с условным номером плавки ОС2007 в количестве из стали марки 30Г1Р, кл. прочности 10.9 в количестве 18 шт.

Внешний вид головки исследованного болта показан на рис.1.



Рис.1

Испытания по определению пороговых значений коэффициента интенсивности напряжений (K_{Isc}) проводили на цилиндрических образцах, изготовленных из высокопрочных болтов М24х80 кл. прочности 10.9 из стали марки 30Г1Р с V-образным кольцевым надрезом (коэффициент концентрации напряжений $K_t=2,90$ определяли по таблицам Петерсона [Петерсон Р. Коэффициенты концентрации напряжений. М. «Мир», 1977].

На рис. 2 представлен чертеж образца с V-образным кольцевым надрезом в соответствии с ГОСТ Р 52643, приложением В (ГОСТ 32484.1-2013, приложение ДБ).

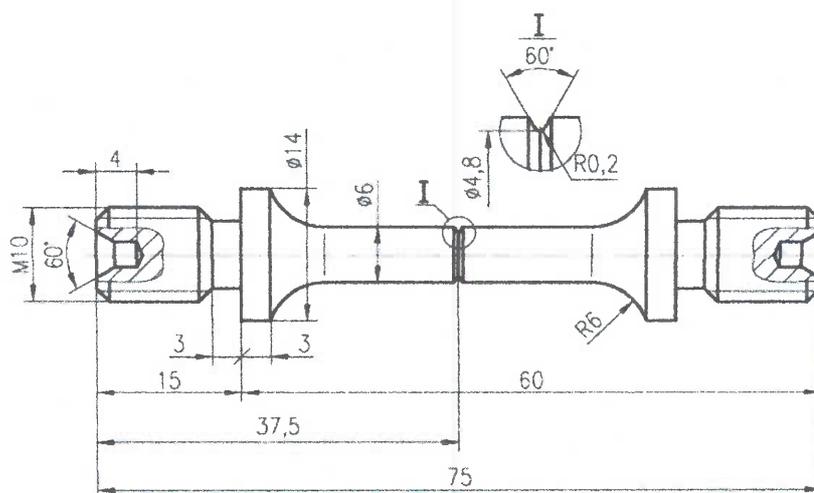


Рис. 2

Оптимальный вариант соотношения диаметра в надрезе и диаметра цилиндрической части образца 0,7 [Панасюк В.В., Андрейкив Н.Е. и др. «ФХММ», 1977, № 5, с. 23-25].

Коэффициент интенсивности напряжений (K_{Ii}) рассчитывали по известной формуле Яремы [Ярема С.Я. и др. Коэффициенты интенсивности напряжений для цилиндрических образцов с наружной трещиной переменной глубины. «ФХММ», 1970, № 1, с. 87-89].

Коэффициенты интенсивности напряжений для цилиндрических образцов с наружной трещиной переменной глубины:

$$K_{Ii} = \sigma_{net} (\pi D)^{1/2} \cdot [1/2 \varepsilon \cdot 1 - \varepsilon/4 - 3.200 \cdot \varepsilon]^{1/2},$$

где – K_{Ii} – коэффициент интенсивности напряжений;

σ_{net} – растягивающее напряжение в нетто-сечении;

значение ε определяется как $\varepsilon = \alpha/R$,

где α – радиус в надрезанной части образца с учетом наведенной трещины;

R – радиус цилиндра.

Кольцевую усталостную трещину в образце с V-образным кольцевым надрезом наводили на усталостной машине с консольным изгибом УКИ-10М

при скорости 3000 циклов в минуту и нагрузке 2,3 кг. Для замера времени использовали секундомер (зав. No 2437, свидетельство о поверке No СП 1879283, действительно до 09 декабря 2021 г.), а для контроля груза – электронные весы VIC-5100d1 (зав. No 18753669, свидетельство о поверке No АБ 0257894 действительно до 10 февраля 2021г.). При наведении в образцах с кольцевым надрезом усталостных трещин предварительно подбирали оптимальное количество циклов с нагрузкой на консоль. При появлении трещины в образце его дорывали на испытательной машине ИМ-4Р (зав. No 282, сертификат о калибровке No АБ 022557893, дата проведения калибровки 11 февраля 2020г.) и определяли глубину усталостной трещины на бинокулярном микроскопе МБС-2 (зав. No 723920, сертификат о калибровке No АА 2289901, дата проведения калибровки 10 мая 2020г.).

Образцы с наведенными кольцевыми усталостными трещинами нагружали до напряжений в брутто-сечении $\sigma = (0,4-0,70)\sigma_b$ в испытательной машине Р-5 (зав. No 228, свидетельство о поверке No АБ 0257898, действительно до 10 февраля 2021г.) в электрохимической ячейке и испытывали в условиях, имитирующих воздействие слабоагрессивной промышленной атмосферы (ГОСТ 26294-1984. Соединения сварные. Методы испытаний на коррозионное растрескивание. Приложение 1) при постоянном погружении в 0,001н. раствор H_2SO_4 (рН3).

После разрушения образцов в коррозионной среде определяли их минимальное время до разрушения, уточняли исходные длины усталостных трещин и значения растягивающих напряжений в нетто-сечении.

Неразрушившиеся образцы после базового периода испытаний разрывали и также уточняли значения растягивающих напряжений в нетто-сечении и длины усталостных трещин. Полученные значения подставляли в формулу и определяли коэффициент интенсивности напряжений.

В табл. 1 представлены результаты испытаний образцов с наведенной усталостной трещиной в 0,001н. раствор H_2SO_4 (рН3).

На рис.3 представлена зависимость времени до разрушения образцов от коэффициента интенсивности напряжений.

Таблица 1

Результаты испытаний образцов с наведенной усталостной трещиной в 0,001н. раствор H_2SO_4 (рН 3).

σ/σ_b в нетто сечении	Напряжение в нетто сечении, МПа	Время до разрушения образцов, мин	Коэффициент интенсивности напряжений K_{II} , МПа \cdot м $^{1/2}$
0,93	1490	10	50,3
0,89	1420	240	48,0
0,87	1378	2820, образец не разрушился	46,5
0,86	1367	6200, образец не разрушился	46,2

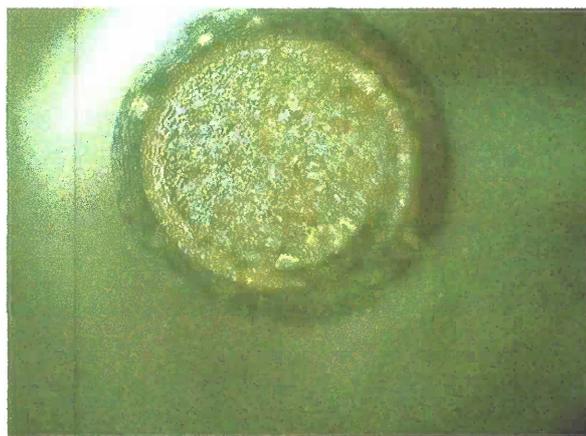
ЦНИИПСК им. Мельникова

0,82	1310	10000, образец не разрушился	44,3
0,76	1208	10000, образец не разрушился	40,8
Нормативное значение K_{IScc} для высокопрочных болтов с кл. прочности 10.9 по ГОСТ Р 52646-2006		10000	не менее 38,0

На рис.3 а, б представлены изломы образцов после испытаний (а- 240 мин, б- 10^4 мин)



а



б

Рис 3 а, б

На рис.4 представлена зависимость времени до разрушения образцов от коэффициента интенсивности напряжений.



→ - образец не разрушился

Рис. 3

Пороговое значение коэффициента интенсивности напряжений K_{II} определяли из графика по минимальному значению коэффициента интенсивности напряжений и базовому времени, при котором образцы не разрушаются. Для высокопрочных болтов из данной марки стали среднее значение K_{Isc} составило $42,5 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$ за время испытаний 167 часов (10^4 мин).

Нормативное значение K_{Isc} в соответствии с ГОСТ 32484.1, (ГОСТ 52643) должно быть не менее $38 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$.

Заключение.

По результатам испытаний на трещиностойкость в соответствии с ГОСТ 32484.1-2013, (ГОСТ Р 52643-2006), представленных для исследования болтов М24х80 класса прочности 10.9 из стали марки 30Г1Р установлено:

1. Высокопрочные болты М24х80 класса прочности 10.9 из стали марки 30Г1Р испытания на трещиностойкость выдержали.

2. Пороговое значение коэффициента интенсивности напряжений данной марки стали составило на базе 10^4 мин $42,5 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$, что выше нормативного значения ($38 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$), регламентированного ГОСТ 32484.1-2013, приложение ДБ, (ГОСТ Р 52643-2006, приложение В) и соответствует требованиям НД по трещиностойкости.

Руководитель испытательного центра
«ЦНИИПСК-ТЕСТ», к.т.н.

Шнейдеров Г.Р.

Испытания провел:
заведующий ЛИСК ОЭМ, к.т.н.

Сотсков Н.И.