

۵ دستگاه

مجموعه آزمون باید شامل عناصر اصلی زیر باشد: یادداشت ۱ دمای آزمون (40°C یا 80°C) در استاندارد مربوط به محصول یا سیستم مشخص می‌شود. یادداشت ۲ $1 \text{ g/m}^3 = 1 \text{ ppb}$

5.1 آون، قادر به حفظ دمای ثابت برابر با $C^{\circ} (0,5 \pm 40)$ و/یا $C^{\circ} (0,5 \pm 80)$

5.2 دستگاه آزمون، یک سیستم بسته متشکل از قطعات فولاد زنگ‌نزن شامل لوله‌ها، کوپلینگ‌ها، شیرها (فقط برای روش II) و شیرهای برداشت، به‌همراه قطعه آزمون.

5.3 پمپ گردش آب، قادر به ایجاد دبی متغیر با محدوده ظرفیت $0,15 \text{ dm}^3/\text{min}$ تا $0,5 \text{ dm}^3/\text{min}$.

5.4 حسگر اکسیژن، قادر به عملکرد در دمای $C^{\circ} (0,5 \pm 40)$ و/یا $C^{\circ} (0,5 \pm 80)$ ، با محدوده $0,1 \text{ ppb}$ تا 20 ppm .

5.5 فشارسنج آب، با محدوده $(0,1 \pm 1)$ تا $(0,1 \pm 4) \text{ bar}$.

5.6 فشارسنج اتمسفری، با محدوده $(1 \pm 965) \text{ mbar}$ تا $(1 \pm 1035) \text{ mbar}$.

5.7 دبی‌سنج آب، با محدوده $(0,05 \pm 0,15) \text{ dm}^3/\text{min}$ تا $(0,05 \pm 0,5) \text{ dm}^3/\text{min}$.

5.8 دماسنج آب، قادر به عملکرد در دمای $C^{\circ} (0,05 \pm 40)$ و/یا $C^{\circ} (0,05 \pm 80)$.

5.9 دماسنج هوا، قادر به عملکرد در دمای $C^{\circ} (0,05 \pm 40)$ و/یا $C^{\circ} (0,05 \pm 80)$.

5.10 مخزن هوا بند، برای آماده سازی آب با غلظت اکسیژن (< 10 ppb اکسیژن اسمی). یادداشت ۳ معمولاً برای حذف اکسیژن از آب از طریق گاززدایی، از صفحات سینک یا نیتروژن استفاده می شود.

5.11 محیط آزمون، آب دی یونیزه با (PH 7 آب نیمه تقطیر شده). 5.12 دستگاه ثبت، قادر به ثبت غلظت اکسیژن بر حسب زمان (با استفاده از ثبت کننده گرافیکی یا رایانه).

6 قطعه آزمون

6.1 تعداد قطعات آزمون

مگر آنکه به صورت دیگری مشخص شده باشد، تعداد قطعات آزمون لوله باید یک عدد باشد.

6.2 آماده سازی

قطعه آزمون باید دارای طول آزاد $(20 \pm 0,5)$ m باشد.

قطعه آزمون را مطابق دستورالعمل های سازنده و با در نظر گرفتن حداقل طول آزاد آماده کنید. طول آزاد بین کوپلینگ ها و همچنین قطر داخلی قطعه آزمون باید اندازه گیری و ثبت شود.

9 آماده سازی برای آزمون

9.1 روش نصب

9.1.1 قطعه آزمون را با استفاده از کوپلینگ های مربوطه از جنس فولاد زنگ نزن، به سیستم بسته متصل کنید.

9.1.2 سیستم بسته را با آب پر کرده و تمام هوا (حباب ها) را خارج کنید.

9.1.3 فشار و دمای مورد نیاز را برقرار کنید.

9.2 حذف اکسیژن

9.2.1 با استفاده از مخزن، آب را در سیستم بسته به گردش درآورد تا آبی با غلظت اکسیژن 10 ppb یا کمتر تولید شود.

9.2.2 پس از آنکه حسگر اکسیژن سطح 220 ppb را برای دمای آزمون 40°C یا $100 \mu\text{g/l}$ (100 ppb) را برای دمای آزمون 80°C نشان داد، تولید و گردش این آب را متوقف کنید. یادداشت تا زمانی که غلظت نهایی اکسیژن بسیار کمتر از مقادیر حلالیت مطابق پیوست A باشد، می‌توان نیروی محرکه انتقال اکسیژن را ثابت در نظر گرفت.

10 روش اندازه‌گیری

10.1 کلیات

برای اندازه‌گیری افزایش اکسیژن، دو روش مختلف مجاز است: روش I و روش II. یادداشت در روش I آب به گردش درمی‌آید؛ درحالی‌که در روش II آب ساکن است.

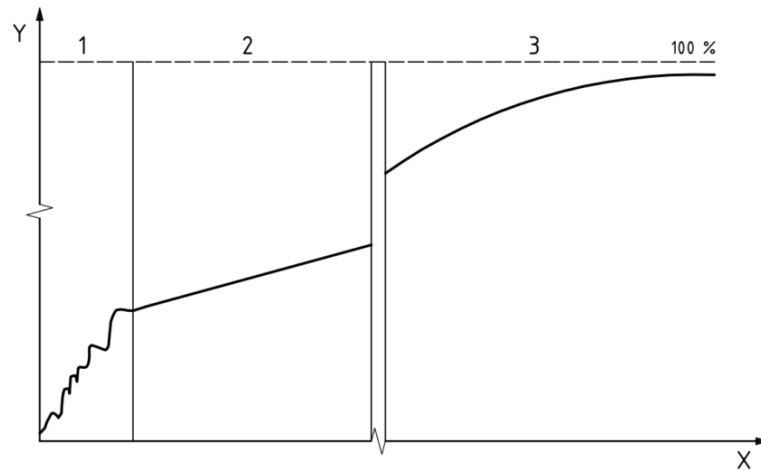
10.2 روش آزمون دینامیکی (روش I) (مطابق شکل 1)

- 10.2.1 آب را به‌طور پیوسته و با دبی حجمی حداکثر $0,5 \text{ dm}^3/\text{min}$ بدون تجدید آب، در سیستم به گردش درآورد.
- 10.2.2 دمای آب و همچنین هوای اطراف را در مقادیر مشخص‌شده حفظ کنید. فشار آب داخل سیستم را در فشار مشخص‌شده حفظ کنید.
- 10.2.2 با استفاده از حسگر اکسیژن، مقدار کل اکسیژن موجود در آب را به‌طور پیوسته اندازه‌گیری کنید.
- 10.2.3 پس از یک ساعت، اندازه‌گیری غلظت اکسیژن در آب داخل سیستم را آغاز کنید.
- 10.2.4 یادداشت در مدت 5 h ، نرخ تغییر غلظت اکسیژن در آب داخل سیستم ثابت است (مرحله 2 در شکل 1).
- 10.2.4 پیش از هر اندازه‌گیری، روش مطابق 9.2 را تکرار کنید.
- 10.2.5 فقط هنگامی که سه اندازه‌گیری متوالی در مرحله 2 دارای مقادیری با اختلاف حداکثر 5% از یکدیگر باشند، مقدار غلظت اکسیژن در آب داخل

سیستم، Fox، را محاسبه کنید.

10.3 روش آزمون استاتیکی (روش II) (مطابق شکل 2)

- 10.3.1 پس از مرحله مطابق 9.2.2 (گردش آب متوقف شده است)، شیرهای دو طرف قطعه آزمون را ببندید تا قطعه آزمون از سیستم بسته جدا و ایزوله (هوابندی) شود. برای جلوگیری از ایجاد خلأ احتمالی، ابتدا شیر خروجی و سپس شیر ورودی را ببندید.
- 10.3.2 دمای آب و همچنین هوای اطراف را در مقادیر مشخص شده حفظ کنید. فشار آب داخل سیستم را در فشار مشخص شده حفظ کنید. یادداشت آب داخل قطعه آزمون، بدون تجدید آب، ساکن است.
- 10.3.3 به مدت 6 h صبر کنید تا اکسیژن در آب ساکن نفوذ کند.
- 10.3.4 پس از 6 h، شیرهای دو طرف قطعه آزمون را باز کنید و آب بدون اکسیژن (خارج شده از مخزن) را با فشار از لوله خارج کنید.
- 10.3.5 با استفاده از حسگر اکسیژن، مقدار کل اکسیژن خارج شده را اندازه گیری کنید. یادداشت ۱ آب خارج شده از مخزن، آب ساکن را با فشار خارج می کند.
- یادداشت ۲ هنگامی که غلظت مشاهده شده اکسیژن برحسب زمان در شکل 2 نمایش داده می شود، انتگرال گیری از منحنی، مقدار کل اکسیژن عبوری از حسگر را نشان می دهد.
- 10.3.6 پیش از هر اندازه گیری، روش مطابق 9.2 را تکرار کنید.
- 10.3.7 فقط هنگامی که سه اندازه گیری متوالی دارای مقادیری با اختلاف حداکثر 5 % از یکدیگر باشند، از مقدار کل اکسیژن موجود در حجم داخلی آب برای محاسبه Fox استفاده کنید.



Key

X time t , h

Y oxygen concentration, g/m^3

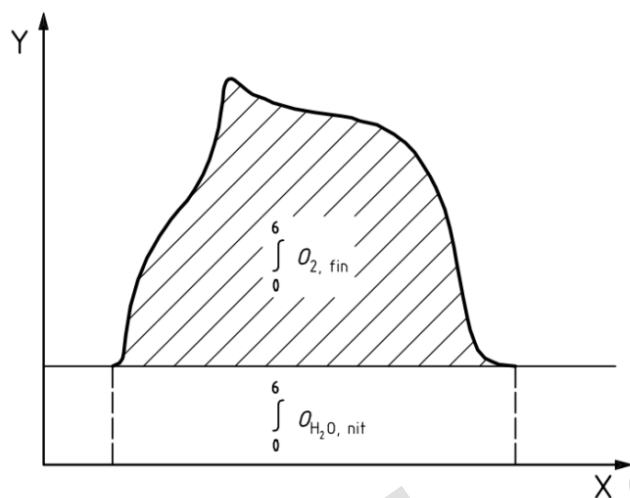
1 stage 1

2 stage 2

3 stage 3

NOTE When the oxygen increase in time is graphically shown, as here, there are three different stages. In Stage 2, the rate of oxygen increase is constant. In Stage 3 the maximum solubility is reached.

Figure 1 — Oxygen increase in a closed system — Method I



Key

X time t , h

Y oxygen concentration, g/m³

Figure 2 — Oxygen concentration in a closed system — Method II

11 Calculation of flux

11.1 Dynamic method (Method I)

Calculate the outside surface of the barrier layer using Equation (1):

$$A_{\text{barr}} = \frac{\pi \times l \times d_b}{1000} \quad (1)$$

Calculate the inside volume of the pipe using Equation (2):

$$V_{\text{pipe}} = \frac{\pi \times l \times d_i^2}{4 \times 10^6} \quad (2)$$

Calculate the total rate of transfer of oxygen through the pipe wall, expressed in grams per hour, using Equation (3):

$$C_{\text{ox},t} = \frac{(V_{\text{pipe}} + V_{\text{app}})}{t} \quad (3)$$

Calculate the influence of the atmospheric pressure using Equation (4):

$$\beta_{\text{pr}} = \frac{p_{\text{init}} + p_{\text{fin}}}{2p_a} \quad (4)$$

Calculate the flux, F_{ox} , expressed in grams per square metre per hour, using Equation (5):

$$F_{\text{ox}} = C_{\text{ox},t} \frac{(V_{\text{pipe}} + V_{\text{app}})}{A_{\text{barr}} t} \beta_{\text{pr}} \quad (5)$$

Calculate the flux per day, in milligrams per square metre, using Equation (6):

$$F_{\text{ox},\text{day}} = 24\,000 \times F_{\text{ox}} \quad (6)$$

11.2 Static method (Method II)

NOTE Integration of the curve of Figure 2 yields the total amount of oxygen passing the sensor for the total inside volume of water in the pipe. Dividing this amount by the barrier surface area of the pipe and by the testing time and taking into account the variation of pressure yields the flux.

Calculate the total oxygen content of the pipe after six hours, expressed in grams, using Equation (7):

$$\int_0^6 O_{2,abs} = \int_0^6 O_{2,fin} - \int_0^{6=0} O_{H_2O,init} \quad (7)$$

Calculate the outside surface of the barrier layer, expressed in square metres, using Equation (8):

$$A_{barr} = \frac{\pi \times l \times d_b}{1000} \quad (8)$$

Calculate the inside volume of the pipe using Equation (9):

$$V_{\text{pipe}} = \frac{\pi \times l \times d_i^2}{4 \times 10^6} \quad (9)$$

Calculate the influence of the atmospheric pressure using [Equation (5):]

$$\beta_{\text{pr}} = \frac{p_{\text{init}} + p_{\text{fin}}}{2p_a}$$

Calculate the flux, expressed in grams per square metre per hour, using Equation (10):

$$F_{\text{ox}} = \int_0^6 O_{2,\text{abs}} \frac{1}{A_{\text{barr}} t} \beta_{\text{pr}} \quad (10)$$

Calculate the flux per day, in milligrams per square metre, using Equation (11):

$$F_{\text{ox},\text{day}} = 24\,000 \times F_{\text{ox}} \quad (11)$$

Then, determine the flux per day in relation to the water volume of the (tested) pipe, using Equation (12):

$$F_{\text{ox},\text{vol}} = \frac{F_{\text{ox}} \times A_{\text{barr}}}{V_{\text{pipe}}} \times 24 \quad (12)$$

Annex A (informative)

Oxygen solubility as a function of temperature

The solubility of oxygen in water at a partial pressure of 0,18 bar and as a function of temperature is given in Table A.1.

Table A.1 — Oxygen solubility as a function of temperature, T

T °C)	Oxygen solubility g/m ³
20	8
30	6,5
40	5,5
50	5
60	4
70	3
80	2,5
When the relevant product or system standard gives no value for the application temperature, the following is recommended. For floor heating applications, 40 °C. For radiator systems, 80 °C.	



دستگاه آزمون نفوذپذیری اکسیژن لوله‌های مانع مطابق ISO 17455

افزایش اکسیژن در آب داخل قطعه آزمون در طول زمان اندازه‌گیری می‌شود. افزایش مقدار اکسیژن در سیستم بسته آب، نتیجه عملکرد لایه مانع اکسیژن قطعه نمونه است؛ زیرا تنها مسیر عبور اکسیژن به داخل نمونه، از طریق دیواره قطعه لوله است. واحد آزمون شامل واحد تأمین، آون و یک درام برای نگهداری نمونه آزمون به طول 20 متر است. سیستم به‌طور کامل از طریق PC کنترل می‌شود.

- شامل کابین گرمایش 40-85C
- پمپ گردش با ظرفیت بیش از 30 l/min
- شامل حسگر دما برای آب و هوای کابین
- دبی‌سنج از نوع روتامتر تا 0.5 l/min
- فشارسنج 1000 mbar
- حسگر آنالیز اکسیژن نصب‌شده
- اتصال آب خنک‌کننده و تخلیه G3/4
- نرم‌افزار مبتنی بر Windows

- کنترل تمام پارامترهای آزمون از طریق رایانه
- اتصال به PC از طریق درگاه USB
- گزارش دهی در MS WORD
- ذخیره سازی داده ها به صورت نمودار
- سازه با پوشش رنگ پودری
- درام نمونه برای لوله با طول 20 متر