

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Test method for erosion of wave soldering equipment using molten lead-free solder alloy –

Part 3: Selection guidance of erosion test methods

Méthode d'essai de l'érosion de l'équipement de brasage à la vague utilisant un alliage à braser sans plomb fondu –

Partie 3: Recommandations pour la sélection des méthodes d'essai d'érosion

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62739-3:2017



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2017 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Test method for erosion of wave soldering equipment using molten lead-free solder alloy –

Part 3: Selection guidance of erosion test methods

Méthode d'essai de l'érosion de l'équipement de brasage à la vague utilisant un alliage à braser sans plomb fondu –

Partie 3: Recommandations pour la sélection des méthodes d'essai d'érosion

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.190; 31.240

ISBN 978-2-8322-8096-6

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.

Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

CONTENTS

FOREWORD	4
1 Scope	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	6
4 General remarks	7
5 Selection of the appropriate erosion test method	8
5.1 Correlation between test methods and stresses induced in the field	8
5.2 Recommended test method by materials	9
6 Common items for each test method	10
6.1 Specimen preparation	10
6.2 Solder alloy	10
6.3 Accelerated stress conditions	10
6.3.1 Test temperature	10
6.3.2 Rotation speed	10
6.3.3 Bending stress to the specimen	11
6.4 Dross	11
6.4.1 Dross generation and removal interval	11
6.4.2 Dross removal method	11
6.4.3 Molten solder volume after dross removal	11
6.5 Erosion depth measurement method	11
6.5.1 Post test treatment	11
6.5.2 Local erosion depth	12
6.5.3 General (uniform) erosion depth	13
6.5.4 Evaluation	14
7 Overview of the test methods	14
7.1 Test methods	14
7.2 Metal material without surface processing	14
7.2.1 General	14
7.2.2 Rotation test at 350 °C	15
7.3 Metal material with surface processing	16
7.3.1 Test method	16
7.3.2 Rotation test at 450 °C	16
7.3.3 Rotation test at 450 °C with 2 mm bending	17
Annex A (informative) Selection of test temperature, test duration and bending stress	18
A.1 Specimen without surface processing	18
A.2 Specimen with surface processing	20
Annex B (informative) Maximum depth and other measurements	23
B.1 General	23
B.2 Maximum depth measurement	23
Annex C (informative) Erosion mechanism	26
C.1 Specimen without surface processing	26
C.2 Specimen with surface processing	26
C.3 Further guidance	27
Annex D (informative) Thermal acceleration for erosion	28
D.1 Specimen without surface processing	28
D.2 Specimen with surface processing	28

D.3 Further guidance document	30
Bibliography.....	31
Figure 1 – Schematic example of wave soldering equipment.....	8
Figure 2 – Example of dross removal tool	11
Figure 3 – Schematic general definition of erosion depth	12
Figure 4 – Schematic definition of erosion depth by focal depth method.....	12
Figure 5 – Examples of local erosion	13
Figure 6 – Example of evaluation region	13
Figure 7 – Examples with non-erosion area	14
Figure 8 – Examples without a non-erosion area and an example of a cross section.....	14
Figure 9 – Configuration example of test equipment.....	15
Figure 10 – Configuration example of test equipment for rotation test at 450 °C with 2 mm bending	17
Figure A.1 – Specimen configuration for preliminary test.....	18
Figure A.2 – Erosion depth against molten solder temperature	19
Figure A.3 – Erosion depth against rotation speed	19
Figure A.4 – Erosion depth against immersion time.....	20
Figure C.1 – Erosion mechanism for material with nitriding	27
Figure D.1 – Tin (Sn) diffusion layer growth in the plasma nitriding layer for various stainless steel.....	29
Table 1 – Location of erosion in the field and examples of problems	8
Table 2 – Correlation between test methods and stresses induced in the field	9
Table 3 – Applicable test method depending on the materials	9
Table 4 – Test conditions for rotation test at 350 °C.....	16
Table 5 – Test conditions for rotation test at 350 °C.....	16
Table A.1 – Erosion test results for the materials of gas nitriding and nitrocarburizing	21
Table A.2 – Erosion test results for the materials of coating type surface processing	22
Table B.1 – Measurement methods, features and accuracy.....	24
Table B.2 – Example of measurement equipment.....	25
Table D.1 – Plasma nitriding layer peeling off period (incubation period in Figure D.1)	29
Table D.2 – Initial growth rate for tin (Sn) diffusion layer.....	30

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**TEST METHOD FOR EROSION OF WAVE SOLDERING
EQUIPMENT USING MOLTEN LEAD-FREE SOLDER ALLOY –****Part 3: Selection guidance of erosion test methods****FOREWORD**

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62739-3 has been prepared by IEC technical committee 91: Electronics assembly technology.

The text of this International Standard is based on the following documents:

CDV	Report on voting
91/1368/CDV	91/1400/RVC

Full information on the voting for the approval of this International Standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all the parts in the IEC 62739 series, under the general title *Test method for erosion of wave soldering equipment using molten lead-free solder alloy*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62739-3:2017

TEST METHOD FOR EROSION OF WAVE SOLDERING EQUIPMENT USING MOLTEN LEAD-FREE SOLDER ALLOY –

Part 3: Selection guidance of erosion test methods

1 Scope

This part of IEC 62739 describes the selection methodology of an appropriate evaluating test method for the erosion of the metal materials without or with surface processing intended to be used for lead-free wave soldering equipment as a solder bath and other components which are in contact with the molten solder.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60068-2-20:2008, *Environmental testing – Part 2-20: Tests – Test T: Test methods for solderability and resistance to soldering heat of devices with leads*

IEC 61190-1-3, *Attachment materials for electronic assembly – Part 1-3: Requirements for electronic grade solder alloys and fluxed and non-fluxed solid solder for electronic soldering applications*

IEC 62739-1:2013, *Test method for erosion of wave soldering equipment using molten lead-free solder alloy – Part 1: Erosion test method for metal materials without surface processing*

IEC 62739-2, *Test method for erosion of wave soldering equipment using molten lead-free solder alloy – Part 2: Erosion test method for metal materials with surface processing*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.1

erosion

phenomenon where a base material is dissolved and made thinner by coming into contact with molten solder

[SOURCE: IEC 62739-1:2013, 3.1]

3.2

lead-free solder

alloy that does not contain more than 0,1 % mass fraction of lead (Pb) as its constituent and used for joining components to substrates or for coating surfaces

[SOURCE: IEC 60194:2015, 75.1904 modified – "mass fraction" is used instead of "weight" and "as its constituent" has been added]

3.3

dross

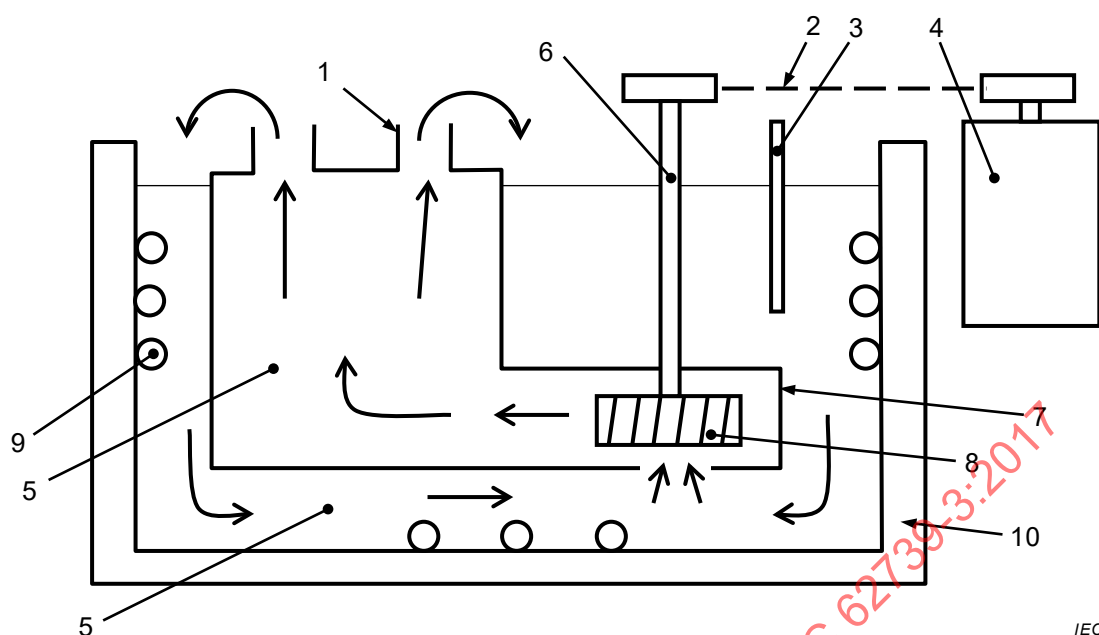
oxide and other contaminants that form on the surface of molten solder

[SOURCE: IEC 60194:2015, 75.0410]

4 General remarks

Figure 1 shows a schematic example of wave soldering equipment showing a solder bath and auxiliaries which are subjected to evaluation. Table 1 shows the location of the erosion in the field, and an example of the problems. The tests specified in IEC 62739-1 and IEC 62739-2 are intended to provide an appropriate maintenance inspection cycle and replacement period of a solder bath and other metal components, by assessing the anti-erosion capability of material and other metal components, including surface processing, subjected to solder baths.

Except for the duration, test conditions such as molten solder temperature and rotation speed, specified in IEC 62739-1 and IEC 6273-2, are predetermined. Thus, the erosion occurrence durations vary depending upon the type of metal and the surface processing employed. For this reason, an adequate test duration needs to be pre-set so as to clearly identify the non-erosion which is used as the baseline of the erosion depth by the focal depth method and which is also used to discriminate the type of metal and surface processing employed by erosion depth on the specimen.



Key

- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1 Jet stream nozzle | 6 Impeller shaft |
| 2 Drive belt | 7 Molten solder pump |
| 3 Temperature sensor | 8 Impeller |
| 4 Motor | 9 Heater |
| 5 Molten solder | 10 Solder bath |

Molten solder flow directions are indicated by an arrow.

Figure 1 – Schematic example of wave soldering equipment

Table 1 – Location of erosion in the field and examples of problems

Location of erosion in the field	Example of problems
Solder bath inner wall	Hole, molten solder leaking
Impeller shaft	Thinning, impeller shaft breaking
Molten solder pump components such as impeller	Soldering defects due to molten solder jet stream disturbance
Jet stream nozzle	Soldering defects due to molten solder jet stream disturbance
Temperature sensor tube	Hole, unintentional molten solder temperature, insulation failure
Throw-in heater	Hole insulation failure, electricity leak

5 Selection of the appropriate erosion test method

5.1 Correlation between test methods and stresses induced in the field

Table 2 shows the correlation between test methods and stresses induced in the field, indicating the applicable material.

Table 2 – Correlation between test methods and stresses induced in the field

Test method (Applicable standard)	Accelerated stress conditions	Applicable material	Stress induced in the field
Rotation test at 350 °C ^a (IEC 62739-1)	High temperature (350 °C) Molten lead-free solder flow Flux application	Metal material without surface processing	Assuming encroachment due to solid metal fusion by high temperature molten lead- free solder. Assuming encroachment due to chemical erosion by flux.
Rotation test at 450 °C ^b (IEC 62739-2)	High temperature (450 °C) Molten lead-free solder flow	Metal material with surface processing	Assuming encroachment due to solid metal fusion by high temperature molten lead- free solder.
Rotation test at 450 °C with 2 mm bending ^c (IEC 62739-2)	High temperature (450 °C) Molten lead-free solder flow Bent stress (2 mm)	Metal material with surface processing	Assuming encroachment due to solid metal fusion by high temperature molten lead- free solder. Assuming encroachment acceleration by bending stress on the metal surface with surface processing.
^a This test method is conducted at a suitable temperature for metal material without surface processing to produce appropriate erosion depth measurements. However, a sufficient test duration for each metal material shall be predefined. For metal material with surface processing, erosion occurrence duration becomes too long. Thus, this test method is not applicable for metal material with surface processing. ^b This test method is conducted at a suitable temperature for metal material with surface processing to enable an appropriate erosion depth measurement. However, a sufficient test duration for each surface processing shall be predefined. For metal material without surface processing, erosion progresses so fast that a non-erosion area which is used for the baseline of the erosion depth cannot be obtained. Thus, this test method is not applicable for metal material without surface processing. ^c This test method is suitable for metal material with surface processing when the rotation test at 450 °C takes too long and additional acceleration is required. However, a sufficient test duration for each surface processing shall be predefined. For metal material without surface processing, erosion progresses so fast that a non-erosion area which is used for the baseline of the erosion depth cannot be obtained. Thus, this test method is not applicable for metal material without surface processing.			

5.2 Recommended test method by materials

Table 3 shows an appropriate test method depending on the material used with respect to solder baths and auxiliaries.

Table 3 – Applicable test method depending on the materials

Metal materials and surface processing		Applicable acceleration test method		
Metal material	Surface processing	Rotation test at 350 °C	Rotation test at 450 °C	Rotation test at 450 °C with 2 mm bending
SUS304	None	A	B	B
SUS316	None	A	B	B
Titan	None	A	B	B
Cast iron	None	A	B	B
SUS304, SUS316	Surface diffusion type	B	A	A
SUS304, SUS316	Coating type	B	A	A
"A" denotes recommended. "B" denotes not applicable.				

Surface processing is classified as surface diffusion type which is forming a surface process layer by diffusing nitrogen (for example) into material and coating type which is forming a coating layer on the surface of the mater material. Examples of each type are given below.

- a) Surface diffusion type: nitrogen supersaturated solid solution diffusion treatment, diffusion penetration nitriding, gas nitriding, nitrocarburizing, plasma nitriding
- b) Coating type: fine ceramic coating by chemical densified process, CrN coating by a Physical Vapor Deposition (PVD) method, and alumina coating by thermal spray.

NOTE The erosion mechanism of the test is explained in Annex C.

6 Common items for each test method

6.1 Specimen preparation

The specimens shall be prepared as indicated below.

- a) Basically, specimen shaping shall be carried out by punching, using a press machine. However, for high hardness materials such as titan and cast iron which are not suitable for punching, shaving shall be used.
- b) Specimen edge burrs, etc., which are produced during specimen shaping and may cause erosion, shall be removed by chamfering and such;
- c) if necessary, surface processing shall be done after processes a) and b).
- d) Care shall be taken to handle the specimen after fabrication, so as not to contaminate the specimen by oil, or other contaminants, since this could affect the test result.

6.2 Solder alloy

Unless otherwise specified, Sn96,5Ag3Cu,5 solder alloy specified in IEC 61190-1-3 shall be used. If Sn purity is too high, erosion occurs after a short time and inaccurate results may be the consequence.

6.3 Accelerated stress conditions

6.3.1 Test temperature

The test temperature is specified as $350\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ in IEC 62739-1 and $450\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ in IEC 62739-2. These test temperatures are determined so as to clearly identify the non-erosion area which is used for the baseline of the erosion depth by the focal depth method and to differentiate metal material and surface processing employed by erosion the depth on the specimen. A sufficient test duration for metal material shall be pre-set, suitable for each metal material and surface processing (see Annex A).

NOTE The thermal acceleration factor for erosion is explained in Annex D.

6.3.2 Rotation speed

The speed difference between molten solder alloy and the specimen by rotating the specimen is assuming the molten solder flow speed in the wave soldering equipment. A rotation speed of $100\text{ r/min} \pm 3\text{ r/min}$ is specified for all test methods. If the rotation speed is slower than the specified value, then the molten solder flow speed is lower than the speed in the actual production process. Thus, this condition is not recognized as an acceleration factor of the molten solder flow speed in the actual production process. If the rotation speed is higher than the specified value, then the molten solder begins to rotate and the relative speed difference between the molten solder and the specimen becomes minimal. This condition is also not recognized as an acceleration factor of the molten solder flow speed in the actual production process.

NOTE An example of a test result is shown in Figure A.3.

6.3.3 Bending stress to the specimen

If it takes too long during the rotation test at 450 °C, further acceleration is needed. During the rotation test at 450 °C with 2 mm bending specified in IEC 62739-2, the specimen is subjected to bending stress as additional acceleration. 1 mm bending stress is not enough to accelerate occurrence of erosion (see Clause A.2). Bending stress exceeding 2 mm gives permanent deformation of the specimen, thus the erosion depth measurement by the focal depth method becomes difficult.

6.4 Dross

6.4.1 Dross generation and removal interval

The higher the test temperature and the higher the rotation speed, the more dross is generated due to the promoted oxidation of molten solder. Compared to the amount of dross produced by the rotation test at 350 °C the rotation test at 450 °C, generates more dross. However, by removing dross every 16 h, both tests can be run without problems such as firing and overflowing.

To reduce dross, nitrogen gas atmosphere is advantageous. However, the equipment configuration such as oxygen partial pressure adjustment can be complicated. The test can be conducted with periodic dross removal as mentioned above, thus this is not recommended.

6.4.2 Dross removal method

Dross removal shall be carried out after the motor has been switched off, by using an appropriate tool (for example, a stainless steel ladle with many holes, as shown in Figure 2). The safety of the operator shall be ensured, by protective measures such as heat-resistant gloves, a face mask and dust-proof glasses to protect him/her from high temperatures and metal dust in the air. The removed dross should be put into sealable containers to minimize the splashing of metal dust from the removed dross.



IEC

Figure 2 – Example of dross removal tool

6.4.3 Molten solder volume after dross removal

After dross removal, to ensure that the specified dipping depth is met, check the volume of the molten solder in the solder pot. If the volume of the molten solder is short, solder alloy shall be added accordingly.

6.5 Erosion depth measurement method

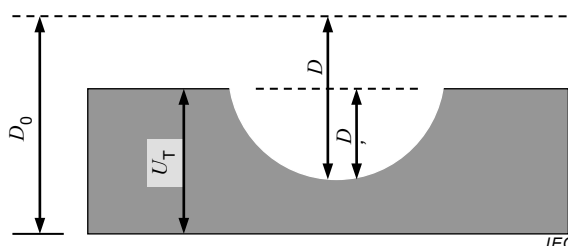
6.5.1 Post test treatment

If solder adheres, before the measurement, heat the specimen and wipe it off, or clean it using acid, for example, using diluted hydrochloric acid (5 %) for 10 min at 20 °C.

6.5.2 Local erosion depth

6.5.2.1 Erosion depth definition

A general definition of erosion depth for a crater like shape is defined as $D = (D_0 - U_T) + D'$ as shown in Figure 3.



Key

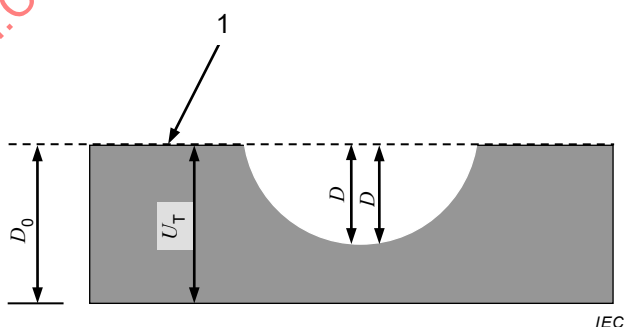
- D True erosion depth
- D_0 Specimen thickness before test
- U_T Specimen thickness after test
- D' Calculated erosion depth

Figure 3 – Schematic general definition of erosion depth

6.5.2.2 Erosion depth measurement using the focal depth method

In the test methods specified in IEC 62739-1 and IEC 62739-2, the specimen is relatively small, and it is difficult to measure it, by using the depth gauge and thus the optical method is used. There are also various optical methods (see Annex B), among these, the focal depth method using an optical microscope. These microscopes are relatively inexpensive.

The erosion depth measurement using the focal depth method is based on the assumption that the specimen thickness after the test remains unchanged, and that a non-erosion area can be observed on the same observation screen. As shown in Figure 4, D_0 is equal to U_T and D is equal to D' .



Key

- 1 Base plane for erosion depth easement (0 position)
- D True erosion depth
- D_0 Specimen thickness before test
- U_T Specimen thickness after test
- D' Calculated erosion depth

Figure 4 – Schematic definition of erosion depth by focal depth method

6.5.2.3 Presentation of erosion depth by the focal depth method

If precise measurement is required, measure the specimen thickness before and after the test and calculate the erosion depth according to the definition of Figure 3. In case the specimen thickness remains same before and after the test, the measured value of D' may be used as erosion depth according to the definition of Figure 4. Figure 5 shows typical examples of local erosion.

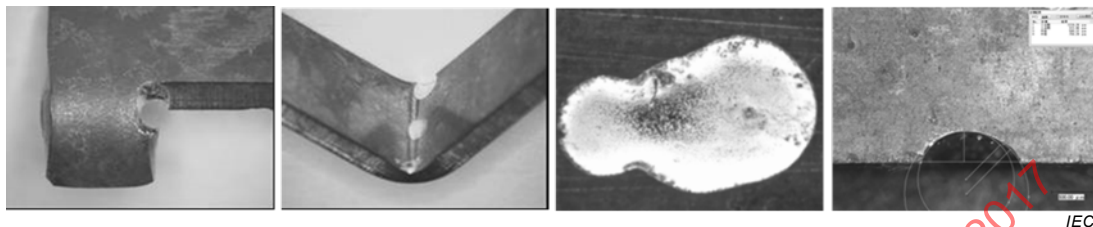
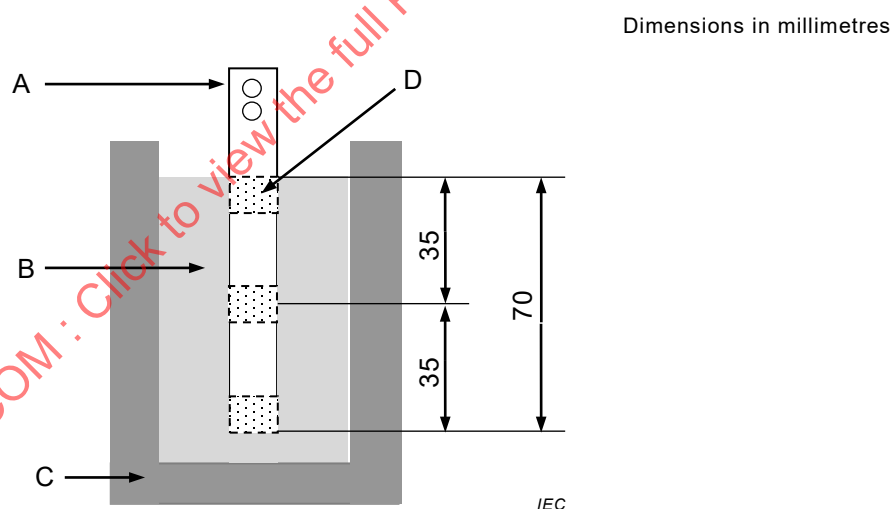


Figure 5 – Examples of local erosion

6.5.2.4 Evaluation region

The erosion state depends on the immersion position of the specimen into the solder pot. Thus 5 points for each 3 regions, as shown in Figure 6, shall be measured and statistically analysed. For comparative evaluation, the maximum (the deepest) value may be used as the representative value.



Key

- A Specimen
- B Molten solder
- C Solder pot
- D Evaluation region (If erosion occurs other than in the designated region, such region may be added for evaluation.)

Figure 6 – Example of evaluation region

6.5.3 General (uniform) erosion depth

6.5.3.1 Presence of non-erosion area

In the case where any non-erosion area exists on the same observation screen as shown in Figure 7, the erosion depth can be measured by the focal depth method in 6.5.2.

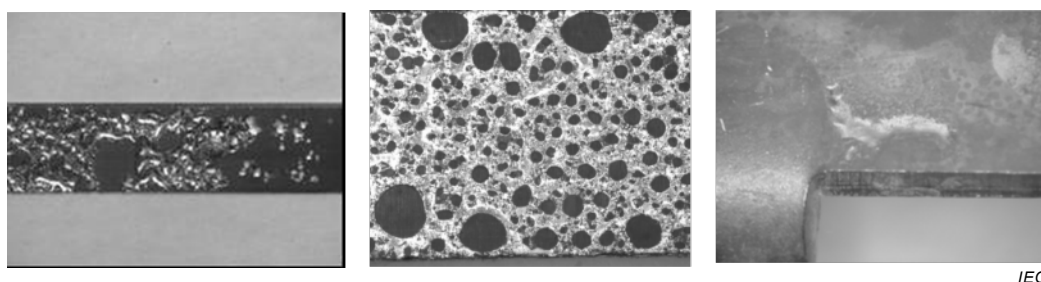


Figure 7 – Examples with non-erosion area

6.5.3.2 Absence of non-erosion area

In the case where general erosion occurs and no non-erosion area exists nearby, as shown in Figure 8, the erosion depth is defined as the specimen thickness difference between before and after the test. The specimen thickness can be measured using the plane observation method, as follows:

- observe the specimen from the side view, or;
- observe the cross section of the specimen (cut and polish) after the test only.

NOTE An example of plane observation equipment is shown in Table B.2.



Key

- 1 Encroached area

Figure 8 – Examples without a non-erosion area and an example of a cross section

6.5.4 Evaluation

The deeper the erosion depth, the better the judgement. This test method is not intended to evaluate if acceptable or unacceptable, but to estimate the appropriate maintenance of the life cycle of components by relative comparison, in order to prevent accidents caused, for example, by molten solder leaking or fire. See examples of problems in Table 1.

NOTE If necessary, the maximum erosion depth can be estimated using the method as explained in IEC 62739-1:2013, Annex B.

7 Overview of the test methods

7.1 Test methods

Overviews of the test methods are given in 7.2 and 7.3, respectively.

7.2 Metal material without surface processing

7.2.1 General

The erosion test for metal material without surface processing is to determine the level of erosion by measuring the erosion depth which is generated and increased by the rotation test

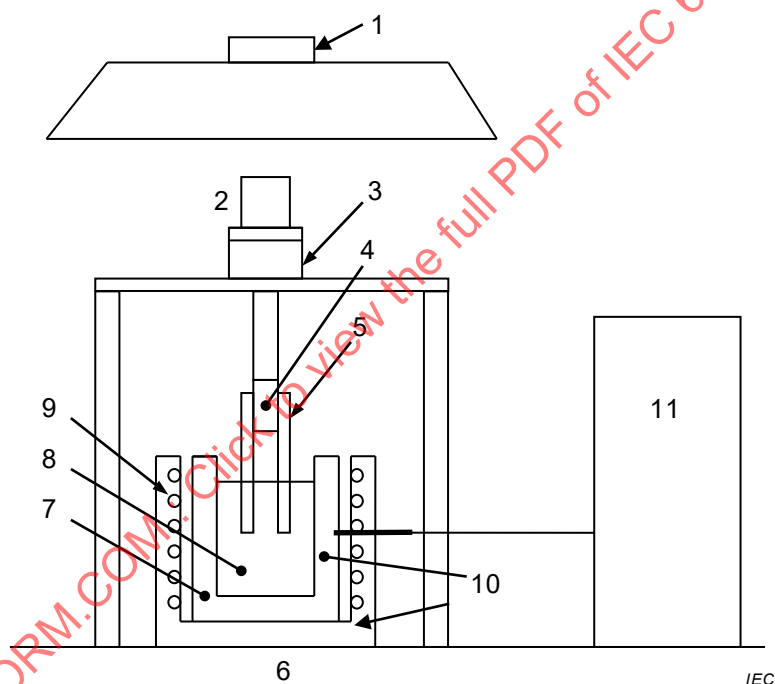
at 350 °C. The surface layer of the specimen such as oxide layer formed on the stainless steel may be chemically removed by the flux used in the actual production process and thus affects the erosion rate. The flux specified in Table 4 shall be used for the test for the specimen without surface processing (see Clause C.1).

7.2.2 Rotation test at 350 °C

The rotation test at 350 °C is applicable to the metal material without surface processing for the erosion evaluation. As shown in Figure 9, the specimen is fixed onto the rotation block and then immersed into molten solder at 350 °C $\pm$ 3 °C. Following, it is rotated at 100 r/min $\pm$ 3 r/min whereupon the erosion depth which occurs during the test is measured. Table 4 shows an overview of the test conditions.

To facilitate erosion (see Clause C.1), the specimen is immersed into the flux for a few seconds, then the excess flux is being removed, and finally the specimen is suspended in air for 5 min to 10 min to dry.

Details of the test method are specified in IEC 62739-1.



Key

1	Exhaust air duct	7	Solder pot
2	Rotation unit	8	Molten solder
3	Rotation motor	9	Heater
4	Rotation block	10	Temperature sensor
5	Specimen	11	Control unit
6	Solder pot unit		

Figure 9 – Configuration example of test equipment

Table 4 – Test conditions for rotation test at 350 °C

Test conditions	Specification
Composition of test solder alloy	Sn96,5Ag3Cu,5 specified in this document shall be used if not otherwise specified in individual standards.
Test flux	Rosin flux with halide content of 0,2 % mass fraction shall be used. Materials specified in IEC 60068-2-20:2008, Annex B shall be used.
Molten solder temperature (at measurement position)	350 °C ± 3 °C (The temperature is measured at a depth of 35 mm to 40 mm from the molten solder surface and at a distance of 20 mm to 30 mm from the specimen.)
Rotation speed of specimen	100 r/min ± 3 r/min
Rotation radius of specimen	6 mm to 8 mm (from the centre of the rotation block to the outer edge of the specimen)
Dipping depth of specimen	65 mm to 70 mm (from molten solder surface to the lower edge of the specimen.)
Test duration	The suitable test duration shall be set up in advance.
Frequency of removal of dross	At least once every 16 h

7.3 Metal material with surface processing

7.3.1 Test method

The erosion test for metal material with surface processing is to determine the level of erosion by measuring the erosion depth which is generated and increased by the rotation test at 450 °C or, if further acceleration is necessary, by the rotation test at 450 °C with 2 mm bending.

7.3.2 Rotation test at 450 °C

The rotation test at 450 °C is applicable to the metal material without surface processing for the erosion evaluation. As shown in Figure 9, the specimen is fixed onto the rotation block then immersed into 450 °C ± 3 °C molten solder and rotated at 100 r/min ± 3 r/min whereupon the erosion depth which occurs during the test is measured. Table 5 shows an overview of the test conditions.

Details of the test method are according to IEC 62739-2.

Table 5 – Test conditions for rotation test at 350 °C

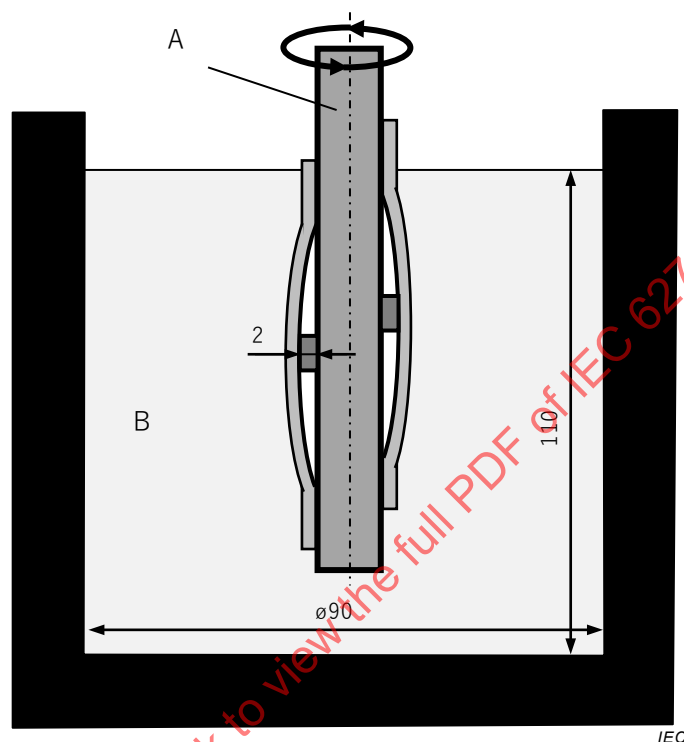
Test conditions	Specification
Composition of the test solder alloy	Sn96,5Ag3Cu,5 specified in this document shall be used if not otherwise specified in individual standards.
Molten solder temperature (at measurement position)	450 °C ± 3 °C (The temperature is measured at a depth of 35 mm to 40 mm from the molten solder surface and at a distance of 20 mm to 30 mm from the specimen.)
Rotation speed of specimen	100 r/min ± 3 r/min
Rotation radius of specimen	6 mm to 8 mm (from the centre of the rotation block to the outer edge of the specimen)
Dipping depth of specimen	65 mm to 70 mm (from the molten solder surface to the lower edge of the specimen.)
Test duration	The suitable test duration shall be set up in advance.
Frequency of removal of dross	At least once every 16 h

7.3.3 Rotation test at 450 °C with 2 mm bending

If the rotation test at 450 °C takes too long for erosion occurrence enabling evaluation, and additional acceleration is required, add 2 mm bending stress to the specimen, as shown in Figure 10.

Details of the test method are specified in IEC 62739-2.

Dimensions in millimetres



Key

- A Rotation shaft
- B Molten solder

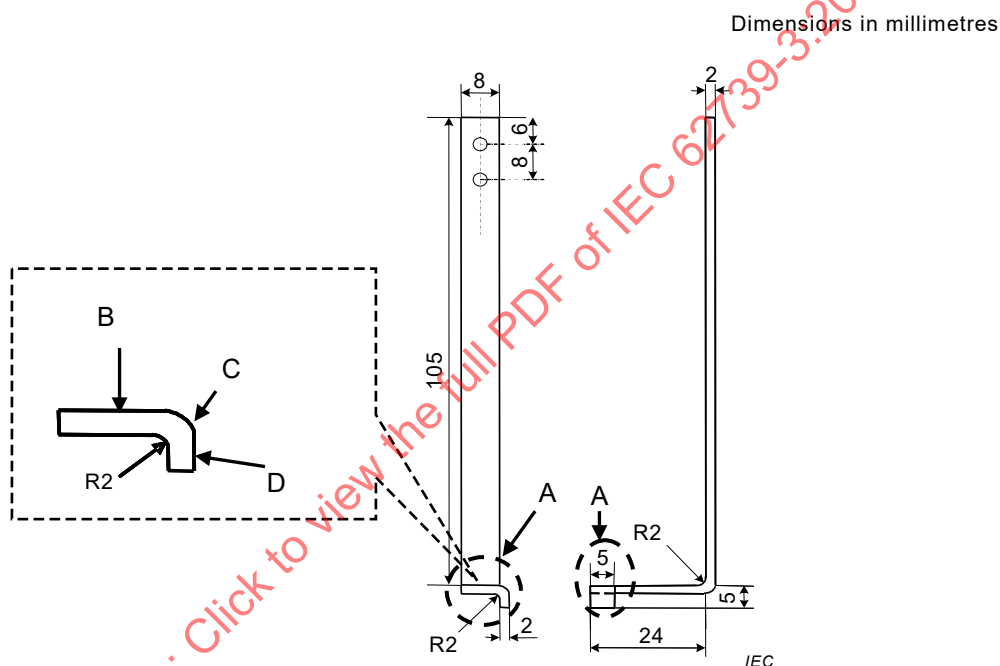
Figure 10 – Configuration example of test equipment for rotation test at 450 °C with 2 mm bending

Annex A (informative)

Selection of test temperature, test duration and bending stress

A.1 Specimen without surface processing

In the erosion test for the material without surface processing, the molten solder temperature, the rotation speed, etc. are fixed as test conditions. These conditions are determined by a preliminary erosion test using the specimen shown in Figure A.1, observing erosion occurrence and dross generation during the test.



Key

- A Location 1
- B Horizontal
- C Curve
- D Vertical

Figure A.1 – Specimen configuration for preliminary test

The effect on the erosion depth against molten solder, temperature and the rotation speed is shown in Figure A.2 and Figure A.3, respectively. These data are the result of the erosion test on the specimens as shown in Figure A.1, and the areas “Horizontal”, “Vertical” and “Curve” are as in Figure A.1. The higher the molten solder temperature and the rotation speed in the deeper the erosion depth. In other words, both molten solder temperature and rotation speed are heavily affected by the erosion behaviour of the metal material without surface processing. On the other hand, the higher the molten solder and rotation speed the more dross, which mainly consists of tin oxide, is generated. This process requires additional operations such as dross removal and a supply of solder alloy. Thus, to determine the erosion test conditions, the acceleration of erosion and the safety and efficiency shall be taken into consideration. After reviewing the preliminary test result, the test temperature of $350\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ and the rotation speed of $100\text{ r/min} \pm 3\text{ r/min}$ shall be specified.

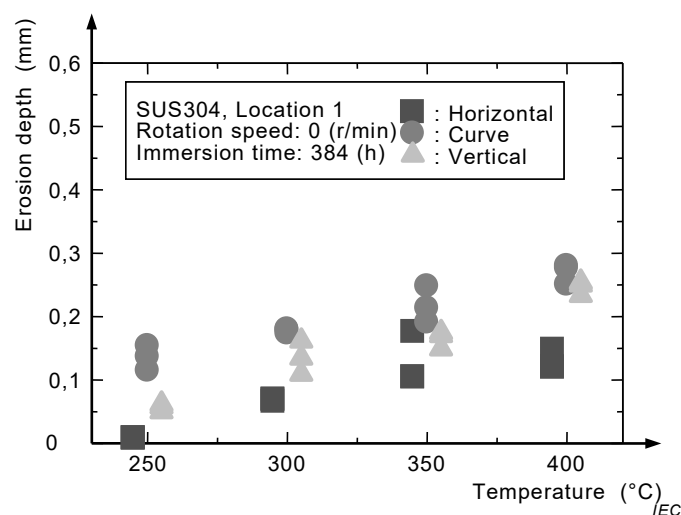


Figure A.2 – Erosion depth against molten solder temperature

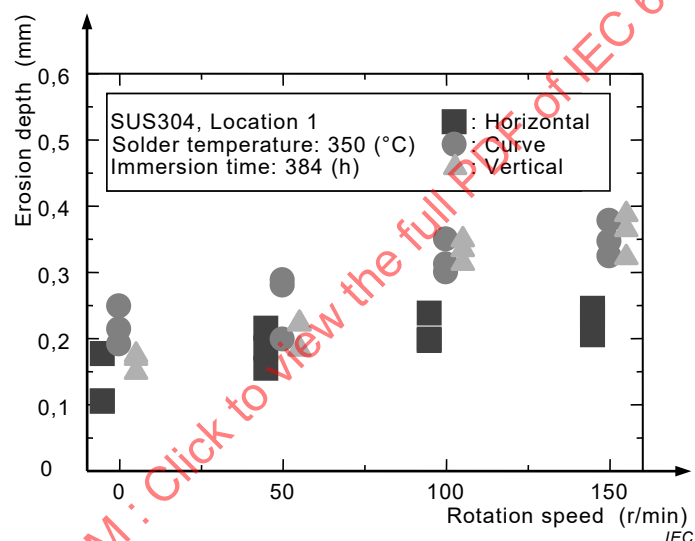


Figure A.3 – Erosion depth against rotation speed

The effect on the erosion depth with respect to the immersion time is shown Figure A.4. The longer the immersion the deeper the erosion depth. Generally, deeper erosion depth shows the difference in erosion clearly. On the other hand, the focal depth method using a common optical microscope is proposed as the erosion depth measurement method. This measurement method requires any remaining non-eroded specimen surface which is used as baseline, after the test. The erosion phenomenon varies depending on the material used, thus the adequate test duration should be specified in advance. For example, when a test is conducted under specified conditions, the test duration is approximately 200 h for stainless steel (SUS316, SUS304, etc.).

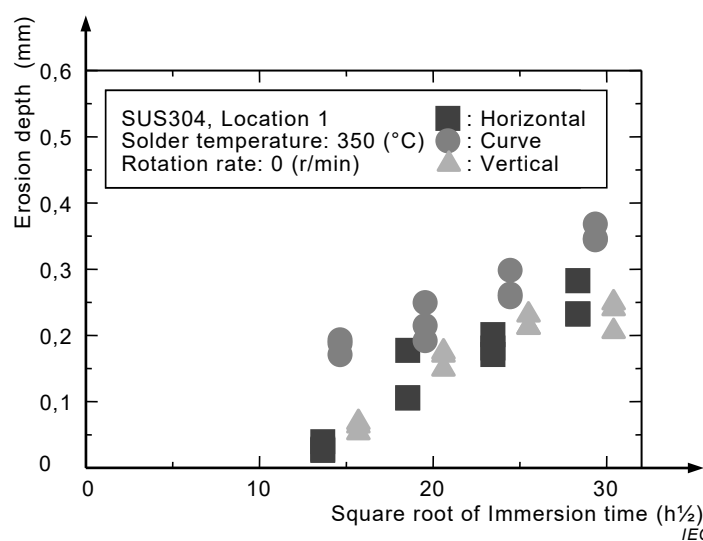


Figure A.4 – Erosion depth against immersion time

A.2 Specimen with surface processing

The temperature of molten solder of 350 °C ± 3 °C is the test condition of the erosion test for material without surface processing, as specified in IEC 62739-1. It is difficult to conduct an erosion test for material with surface processing at this temperature. When the erosion test for available material with surface processing is conducted at 350 °C, erosion may not occur even after 1 000 h. Therefore, to evaluate the process efficiently, the promotion of erosion occurrence such as thermal stress or mechanical stress is required.

Table A.1 shows erosion test results for the materials of gas nitriding and nitrocarburizing. According to the test result on gas nitriding material, higher test temperatures result in shorter erosion occurrence time, regardless of the base material. Regarding the bending stress, the erosion occurrence time becomes shorter when bending stress is applied at the same test temperature. As for SUS304 base material, the influence of the amount of bending with respect to the erosion is not quite understood. On the other hand, as for SUS316 base material, the erosion occurrence time becomes shorter with increased bending. As for nitrocarburizing material, the influence of temperature stress is greater than the impact of the bending stress. As mentioned above, to conduct an erosion test for surface processing materials in hundreds of hours, temperature stress and bending stress is useful. Care should be taken to avoid over stress, so that the microstructure of the material under test is not so different from the actual wave soldering equipment.

Table A.1 – Erosion test results for the materials of gas nitriding and nitrocarburizing

Surface processing	Base material	Test temperature °C	Additional stress	Erosion occurrence time h
Gas nitriding	SUS304	400	None	600
		450	None	200
		400	1 mm bending	24
		400	2 mm bending	100
		450	1 mm bending	24
	SUS316	400	None	over 2 000
		450	None	200
		400	1 mm bending	500
		400	2 mm bending	100
		450	1 mm bending	50
Nitrocarburizing	SUS304	400	1 mm bending	580
		400	2 mm bending	600
		450	None	300
		450	1 mm bending	80
	SUS316	400	1 mm bending	over 1 300
		400	2 mm bending	over 900
		450	None	500
		450	1 mm bending	100

Table A.2 shows erosion test results for the materials of the coating type surface processing. In case of coating type surface processing, there is clear difference of erosion occurrence depending on the kind of coating. When a test is carried out at 450 °C, erosion already occurs at the first observation period of 150 h for fine ceramic coating by chemical densified process, but erosion is not observed during the test period for CrN coating by the PVD method and alumina coating by thermal spray. Even if the test is conducted with additional bending stress or conducted at 500 °C, erosion is not observed during the test period. Also, there is no difference of base material of SUS304 and SUS316. In this erosion test range, there is marked difference between occurrence and non-occurrence of erosion. This is understood when existing cracks on the coating surface greatly react to erosion caused by molten solder.

**Table A.2 – Erosion test results for the materials
of coating type surface processing**

Surface processing	Base material	Test temperature °C	Additional stress	Erosion occurrence time h
Fine ceramic coating by chemical densified process	SUS304	450	none	150 or less
		500	none	150 or less
	SUS316	500	none	150 or less
CrN coating by PVD method	SUS304	450	2 mm bending	Over 300
		500	none	Over 500
	SUS316	500	none	Over 500
Alumina coating by thermal spray	SUS304	450	none	Over 300
		450	2 mm bending	Over 300
		500	none	Over 500
	SUS316	500	none	Over 500

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62739-3:2017

Annex B

(informative)

Maximum depth and other measurements

B.1 General

In general, quantitative evaluation methods of metal corrosion are mass loss (mass variation) measurements and erosion depth measurements.

B.2 Maximum depth measurement

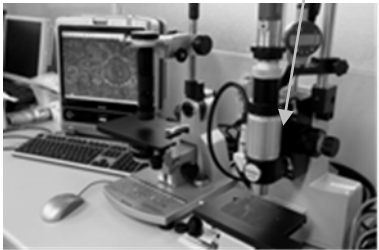
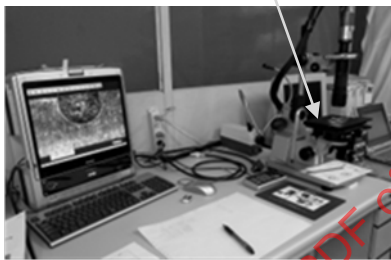
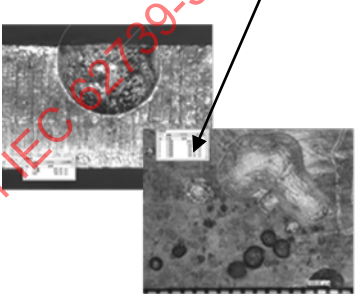
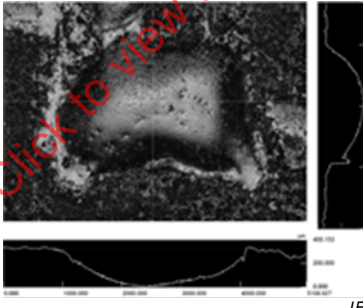
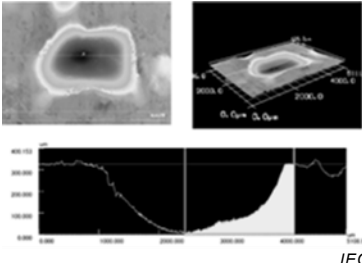
The measurement methods for the maximum depth are shown in Table B.1. Table B.1 also shows the measurement plane, features and the measurement accuracy of each methods. Table B.2 shows examples of various types of observation equipment and observation status, measurement conditions and measurement data.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62739-3:2017

Table B.1 – Measurement methods, features and accuracy

Observation method	Coordinate axis (Observation direction)	Features	Accuracy
Focal depth using digital microscope	Z (depth)	Take time due to turning knob and reading indicator while observing the screen. Appropriate magnification ratio: 200 or more Little limitation on object	68 µm or less (magnification ratio of 300) 47 µm or less (magnification ratio of 600)
Plane observation using digital microscope	X-Y	Easy to operate Able to take picture for each plane data Able to store measured value Able to measure erosion depth at the corner by taking picture from both side Unable to measure erosion depth for crater-like erosion	10 µm
Laser displacement	Z	Easy to operate Able to store measured value	10 µm
Three-dimensional observation using 3-D laser microscope	X-Y-Z	Easy to operate, high accuracy Able to take picture for each three dimensional data Able to store measured value Limitation on object size and shape	0,001 µm
Double scanning laser displacement	Z	Easy to operate Read data from monitor Limitation on object size and shape	0,1 µm to 0,01 µm

Table B.2 – Example of measurement equipment

Observation method	Observation status	Measurement status/ measurement data
Focal depth using digital microscope	Coarse adjusting knob  IEC	Digital indicator  IEC
Plane observation using digital microscope	Observation stage  IEC	Measurement data  IEC
Three-dimensional observation using 3-D laser microscope	Observation by laser microscope and 2D analysis  IEC	Observation by laser microscope and 3D analysis  IEC

Annex C (informative)

Erosion mechanism

C.1 Specimen without surface processing

In general, when solid metal is immersed into molten metal or molten metal is in contact with solid metal, after wetting, solid metal dissolves into molten metal, and erosion occurs even though the temperature below melting point of solid metal. For example, at the soldering temperature of around 250 °C the dissolution of metal such as copper (Cu), nickel (Ni) and gold (Au), into molten solder occurs rapidly. The erosion of metal material without surface processing used in the wave soldering equipment signifies the metal dissolving phenomenon as explained above.

Even stainless steel with a dense surface oxide layer and good surface corrosion resistance, may suffer from the destruction of its surface oxide layer. If this happens then molten solder wetting initiates erosion. In fact, the destruction of the surface oxide layer occurs in a limited area, so that erosion of stainless steel tends to be uneven and local. The destruction of the surface oxide layer is due to thermal, mechanical and chemical factors. Thermal and mechanical factors include molten solder and material surface temperature; wear by molten solder flowing speed and friction with dross, as well as bend and tensile stress. Chemical factors include mainly flux used in the soldering process.

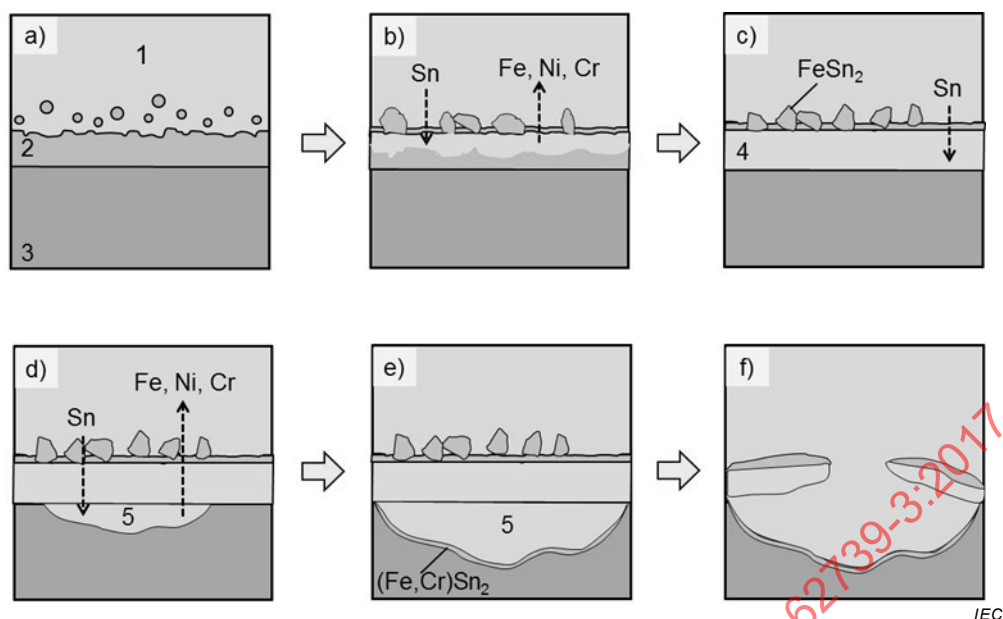
C.2 Specimen with surface processing

For the material with surface processing by atomic diffusion such as nitriding, erosion occurs by the following steps (refer to Figure C.1):

- a) the surface layer of the nitrided layer peels off, then the molten solder wets the nitrided layer;
- b) tin (Sn) diffuses into the nitrided layer which forms a tin-diffused layer; simultaneously the metal compound in the base material diffuses into the molten solder and is melted; iron-tin (Fe-Sn) system compound is formed in the boundary layer between the molten solder and the tin-diffused layer (ex-nitrided layer);
- c) the tin-diffused layer spreads all over the nitrided layer;
- d) the tin-rich (chromium:Cr-poor) region is formed in the boundary layer between the tin-diffused layer and the base material;
- e) the tin-rich region grows into the base material, and thus erosion begins below the tin-diffused layer (ex-nitrided layer);
- f) the tin diffusion layer (ex-nitrided layer) located in between the tin-rich region and the molten solder is destroyed, and in this way erosion progresses.

After step f), erosion can be observed by visual inspection. Until step e), it is hard to confirm erosion occurrence, since only discolouration is recognisable in appearance. However erosion of the base material already begins at step d).

While erosion of coating type surface processing such that ceramic layer which is highly heat resistant is formed onto the base material, it is different from the above mentioned diffusion type. It is believed that a crack occurs on the coating layer from defective parts, etc., so that molten solder penetrates into the crack then erosion occurs.

**Key**

- 1 Molten solder
- 2 Nitrided layer
- 3 Base material (stainless steel)
- 4 Tin-diffused layer
- 5 Tin-rich layer

Figure C.1 – Erosion mechanism for material with nitriding

C.3 Further guidance

For further information on erosion behavior of plasma nitriding stainless steel by molten Sn-Ag-Cu lead-free solder, see Naoya Matsubara et al in the Bibliography.

Annex D (informative)

Thermal acceleration for erosion

D.1 Specimen without surface processing

Erosion for metal materials without surface processing used in wave soldering equipment also signifies the melting phenomenon of solid metal dissolving into molten metal (solder alloy) as explained in Clause C.1. In general, the dissolution rate of solid metal into molten metal is expressed by Formula (D.1) as a fundamental formula.

$$\frac{dC}{dt} = k \frac{A}{V} (C_S - C) \quad (D.1)$$

where

C is solute content in the molten metal after reaction time of t_s ;

k is rate constant for dissolution;

A is the reaction area of the boundary between solid and molten metal;

V is volume of molten solder;

C_S is the solubility of solute for molten metal.

Assuming that the volume of molten solder (V) and the reaction area of the boundary between solid and molten metal (A) are constant, the dissolution rate is determined by $C_S - C$. Also, the differential between the solubility and the actual solute content is the driving force. Thus, when the differential between the solubility and the actual solute content increases, then the dissolution rate increases and the solute dissolves into molten metal. When solute content increases, the differential decreases and the dissolution rate increases. While erosion depends on temperature, increasing the molten solder temperature increases the solubility and becomes the driving force for a higher dissolution rate. As the temperature of the molten solder decreases the solubility which is the driving force for dissolution also decreases. Therefore erosion depends on temperature, and rises the higher temperature.

D.2 Specimen with surface processing

For metal material with surface processing using a diffusion such as nitrided, physical separation of nitrided surface layer and growth of tin (Sn) diffusion layer by tin (Sn) diffusion into nitrided layer are the cause of erosion occurrence. Figure D.1 shows the test result of an investigation for tin (Sn) diffusion layer growth law using a specimen made of various plasma nitrided base materials which sandwich pure tin (Sn) foil. For each specimen, the incubation period before the nitrided surface layer peeling off and following the growth of the tin (Sn) diffusion layer are observed.

The nitrided surface layer peeling off depends on the heat-resistance of the nitrided layer surface and the properties of the mother materials, etc. Table D.1 shows the incubation period for each specimen. For each type of steel, the nitriding layer surface peeling off time becomes shorter when the temperature rises. For plasma nitriding specimen, the incubation period is affected by the mother material. The order of longer incubation period is SUS316, SUS310S and SUS304.

Table D.2 shows the tin (Sn) diffusion layer growth law calculated from the linear area immediately after the incubation period in Figure D.1. The growth rate increases with rising temperatures and the incubation period is shorter, for each specimen. In tin (Sn) diffusion layer growth processes, tin (Sn) diffusion in the region of ex-nitrided layer may dominate the reaction, but in the sandwich specimen mentioned above, the effect of Fe-Sn system

compounds formed at the reaction boundary cannot be ignored. In the actual equipment, molten solder stagnation on the nitrided layer surface is rare, thus the tin (Sn) diffusion layer growth rate is considered slower than that shown in Table D.2. Also, Fe-Sn system compounds are easy to disperse into molten solder even if they are formed, thus the effect of Fe-Sn system compounds is considered insignificant. The results shown in Table D.2 are considered similar to the environment in which molten solder easily stagnates in the equipment, thus gap erosion can occur.

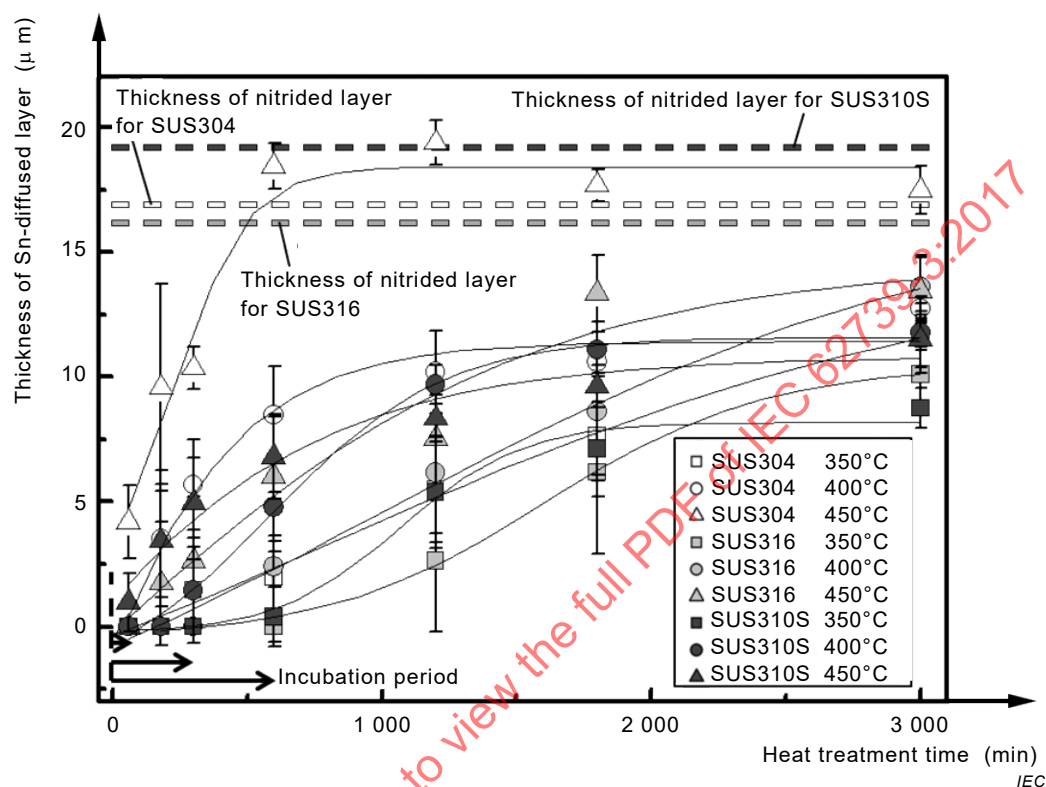


Figure D.1 – Tin (Sn) diffusion layer growth in the plasma nitriding layer for various stainless steel

Table D.1 – Plasma nitriding layer peeling off period (incubation period in Figure D.1)

Temperature °C	Incubation period min		
	SUS304	SUS316	SUS310S
350	246	634	569
400	73,1	325	304
450	33,4	94,0	42,9

Table D.2 – Initial growth rate for tin (Sn) diffusion layer

Temperature °C	Initial growth rate nm/min		
	SUS304	SUS316	SUS310S
350	6,7	1,5	1,1
400	213	11,5	8,1
450	339	53,4	31,9

D.3 Further guidance document

For further information on interfacial reaction between molten Sn and plasma nitrided stainless steel, see Shingo Hattori, et al. in the Bibliography.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62739-3:2017

Bibliography

IEC 60194:2015, *Printed board design, manufacture and assembly – Terms and definitions*

ISO 16143-1:2004, *Stainless steels for general purposes – Part 1: Flat products*

ISO 16143-2:2004, *Stainless steels for general purposes – Part 2: Semi-finished products, bars, rods and sections*

ISO 16143-3:2005, *Stainless steels for general purposes – Part 3: Wire*

Naoya Matsubara, Ikuo Shohji and Hideyuki Kuwahara, *Erosion Behavior of Plasma Nitriding Stainless Steel by Molten Sn-Ag-Cu Lead-Free Solder*
Proc. of InterPACK2011 (CD-ROM), IPACK2011-52026 (2011)

Shingo Hattori, Naoya Matsubara, Ikuo Shohji and Hideyuki Kuwahara, *Interfacial Reaction between Molten Sn and Plasma Nitrided Stainless Steel*
Proc. of InterPACK2013 (CD-ROM), IPACK2013-73170 (2013)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62739-3:2017

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	34
1 Domaine d'application	36
2 Références normatives	36
3 Termes et définitions	36
4 Remarques générales.....	37
5 Sélection de la méthode d'essai d'érosion appropriée.....	38
5.1 Corrélation entre les méthodes d'essai et les contraintes induites sur site	38
5.2 Méthode d'essai par les matériaux recommandée	39
6 Éléments communs à chaque méthode d'essai	40
6.1 Préparation des échantillons	40
6.2 Alliage à braser.....	40
6.3 Conditions de contraintes accélérées	41
6.3.1 Température d'essai	41
6.3.2 Vitesse de rotation.....	41
6.3.3 Contrainte de flexion sur l'échantillon	41
6.4 Crasses	41
6.4.1 Intervalle de production et d'enlèvement des crasses	41
6.4.2 Méthode d'enlèvement des crasses	42
6.4.3 Volume de brasure fondue après enlèvement des crasses.....	42
6.5 Méthode de mesure de la profondeur d'érosion.....	42
6.5.1 Traitement après essai	42
6.5.2 Profondeur d'érosion locale	42
6.5.3 Profondeur d'érosion (uniforme) générale	44
6.5.4 Évaluation	45
7 Présentation des méthodes d'essai	45
7.1 Méthodes d'essai	45
7.2 Matériau métallique sans traitement de surface	46
7.2.1 Généralités.....	46
7.2.2 Essai de rotation à 350 °C	46
7.3 Matériau métallique avec traitement de surface	47
7.3.1 Méthode d'essai	47
7.3.2 Essai de rotation à 450 °C	47
7.3.3 Essai de rotation à 450 °C avec une courbure de 2 mm.....	48
Annexe A (informative) Sélection de la température d'essai, de la durée d'essai et de la contrainte de flexion.....	50
A.1 Échantillon sans traitement de surface.....	50
A.2 Échantillon avec traitement de surface.....	52
Annexe B (informative) Profondeur maximale et autres mesurages	55
B.1 Généralités	55
B.2 Mesurage de la profondeur d'érosion	55
Annexe C (informative) Mécanisme d'érosion	58
C.1 Échantillon sans traitement de surface.....	58
C.2 Échantillon avec traitement de surface.....	58
C.3 Autres recommandations	59
Annexe D (informative) Accélération thermique de l'érosion.....	60
D.1 Échantillon sans traitement de surface.....	60

D.2 Échantillon avec traitement de surface	60
D.3 Autre document d'orientation	62
Bibliographie.....	63
Figure 1 – Exemple schématique d'équipement de brasage à la vague	38
Figure 2 – Exemple d'outil d'enlèvement des crasses	42
Figure 3 – Définition générale schématique de la profondeur d'érosion.....	43
Figure 4 – Définition schématique de la profondeur d'érosion par la méthode de profondeur focale.....	43
Figure 5 – Exemples d'érosion locale.....	44
Figure 6 – Exemple de région d'évaluation.....	44
Figure 7 – Exemples de zone de non érosion.....	45
Figure 8 – Exemples sans zone de non érosion et exemple de section	45
Figure 9 – Exemple de configuration de l'équipement d'essai.....	46
Figure 10 – Exemple de configuration de l'équipement d'essai pour un essai de rotation à 450 °C avec une courbure de 2 mm	49
Figure A.1 – Configuration de l'échantillon pour l'essai préliminaire	50
Figure A.2 – Profondeur d'érosion par rapport à la température de la brasure fondue	51
Figure A.3 – Profondeur d'érosion par rapport à la vitesse de rotation	51
Figure A.4 – Profondeur d'érosion par rapport au temps d'immersion	52
Figure C.1 – Mécanisme d'érosion dans le cas d'un matériau avec nitruration	59
Figure D.1 – Croissance de la couche de diffusion d'étain (Sn) dans la couche à nitruration au plasma pour différents aciers inoxydables	61
Tableau 1 – Emplacement de l'érosion sur site et exemples de problèmes constatés.....	38
Tableau 2 – Corrélation entre les méthodes d'essai et les contraintes induites sur site	39
Tableau 3 – Méthode d'essai applicable par rapport aux matériaux.....	40
Tableau 4 – Conditions d'essai pour l'essai de rotation à 350 °C	47
Tableau 5 – Conditions d'essai pour l'essai de rotation à 350 °C	48
Tableau A.1 – Résultats de l'essai d'érosion pour les matériaux de nitruration gazeuse et de nitrocarburation.....	53
Tableau A.2 – Résultats de l'essai d'érosion pour les matériaux de traitement de surface du type de revêtement.....	54
Tableau B.1 – Méthodes, caractéristiques et exactitude de mesure	56
Tableau B.2 – Exemple d'équipement de mesure.....	57
Tableau D.1 – Période de pelage de la couche à nitruration au plasma (période d'incubation à la Figure D.1)	62
Tableau D.2 – Taux de croissance initial pour la couche de diffusion d'étain (Sn)	62

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MÉTHODE D'ESSAI DE L'ÉROSION DE L'ÉQUIPEMENT DE BRASAGE À LA VAGUE UTILISANT UN ALLIAGE À BRASER SANS PLOMB FONDU –

Partie 3: Recommandations pour la sélection des méthodes d'essai d'érosion

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 62739-3 a été établie par le comité d'études 91 de l'IEC: Techniques d'assemblage des composants électroniques.

La présente version bilingue (2020-04) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2017-01.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62739, sous le titre général *Méthode d'essai de l'érosion de l'équipement de brasage à la vague utilisant un alliage à braser sans plomb fondu*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62739-3:2017

MÉTHODE D'ESSAI DE L'ÉROSION DE L'ÉQUIPEMENT DE BRASAGE À LA VAGUE UTILISANT UN ALLIAGE À BRASER SANS PLOMB FONDU –

Partie 3: Recommandations pour la sélection des méthodes d'essai d'érosion

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62739 décrit la méthodologie de sélection d'une méthode d'essai appropriée pour évaluer l'érosion des matériaux métalliques sans ou avec traitement de surface, destinés à être utilisés comme bain de brasure pour les équipements de brasage à la vague sans plomb, ainsi que l'érosion d'autres composants qui entrent en contact avec la brasure fondue.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60068-2-20:2008, *Essais d'environnement – Partie 2-20: Essais – Essai T: Méthodes d'essai de la brasabilité et de la résistance à la chaleur de brasage des dispositifs à broches*

IEC 61190-1-3, *Matériaux de fixation pour les assemblages électroniques – Partie 1-3: Exigences relatives aux alliages à braser de catégorie électronique et brasure solide fluxée et non-fluxée pour les applications de brasage électronique*

IEC 62739-1:2013, *Méthode d'essai de l'érosion de l'équipement de brasage à la vague utilisant un alliage à braser sans plomb fondu – Partie 1: Méthode d'essai d'érosion de matériaux métalliques sans traitement de surface*

IEC 62739-2 *Méthode d'essai de l'érosion de l'équipement de brasage à la vague utilisant un alliage à braser sans plomb fondu – Partie 2: Méthode d'essai d'érosion de matériaux métalliques avec traitement de surface*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1

érosion

phénomène par lequel un matériau de base est dissous et rendu plus fin au contact de la brasure fondue

[SOURCE: IEC 62739-1:2013, 3.1]

3.2

brasure sans plomb

alliage contenant au plus une fraction massique de 0,1 % de plomb (Pb) comme constituant et utilisé pour assembler des composants à des substrats ou pour couvrir des surfaces

[SOURCE: IEC 60194:2015, 75.1904 modifiée – ajout de “une fraction massique de” et de “comme constituant”]

3.3

crasses

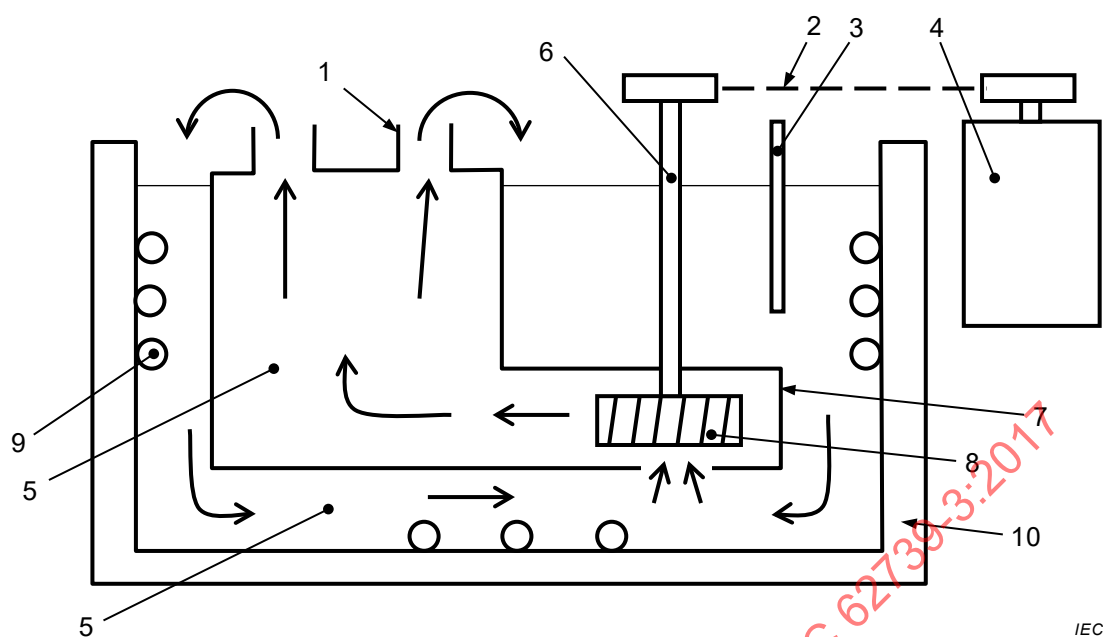
oxyde et autres contaminants qui se forment sur la surface de la brasure fondue

[SOURCE: IEC 60194:2015, 75.0410]

4 Remarques générales

La Figure 1 représente un exemple schématique d'équipement de brasage à la vague qui comprend un bain de brasure et des accessoires soumis à une évaluation. Le Tableau 1 présente l'emplacement de l'érosion sur site, ainsi qu'un exemple des problèmes constatés. Les essais définis dans l'IEC 62739-1 et l'IEC 62739-2 sont destinés à fournir un cycle approprié d'inspection de maintenance, ainsi qu'une période de remplacement du bain de brasure et des autres composants métalliques, par une évaluation de la capacité anti-érosion des matériaux et desdits autres composants, y compris le traitement de surface, soumis à des bains de brasure.

Les conditions d'essai telles que la température de la brasure fondue et la vitesse de rotation, spécifiées dans l'IEC 62739-1 et l'IEC 6273-2, sont prédéterminées, à l'exception toutefois de la durée. Ainsi, les durées d'érosion effective varient selon le type de métal utilisé et le traitement de surface appliqué. Il est donc nécessaire de prédéfinir une durée d'essai adaptée afin d'identifier clairement la non érosion servant de référentiel de profondeur d'érosion à la méthode de la profondeur focale, et qui permet également de différencier le type de métal et le type de traitement de surface auxquels est soumis l'échantillon dans le cas de la méthode par profondeur d'érosion.



Légende

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1 Tuyère d'éjection | 6 Arbre d'entraînement |
| 2 Courroie d'entraînement | 7 Pompe de brasure fondue |
| 3 Capteur thermique | 8 Entraînement |
| 4 Moteur | 9 Élément chauffant |
| 5 Brasure fondue | 10 Bain de brasure |

La flèche indique les sens d'écoulement de la brasure fondue.

Figure 1 – Exemple schématique d'équipement de brasage à la vague

Tableau 1 – Emplacement de l'érosion sur site et exemples de problèmes constatés

Emplacement de l'érosion sur site	Exemple de problèmes
Paroi interne du bain de brasure	Trou, fuite de brasure fondue
Arbre d'entraînement	Dilution, rupture de l'arbre d'entraînement
Composants de la pompe de brasure fondue tels que l'entraînement	Défauts de brasage dus à une défaillance d'éjection de la brasure fondue
Tuyère d'éjection	Défauts de brasage dus à une défaillance d'éjection de la brasure fondue
Tube du capteur thermique	Trou, température involontaire de la brasure fondue, défaut d'isolement
Élément chauffant à enclenchement	Défaut d'isolement des trous, fuite électrique

5 Sélection de la méthode d'essai d'érosion appropriée

5.1 Corrélation entre les méthodes d'essai et les contraintes induites sur site

Le Tableau 2 présente la corrélation entre les méthodes d'essai et les contraintes induites sur site, en indiquant le matériau applicable.

Tableau 2 – Corrélation entre les méthodes d'essai et les contraintes induites sur site

Méthode d'essai (Norme applicable)	Conditions de contraintes accélérées	Matériau applicable	Contrainte induite sur site
Essai de rotation à 350 °C ^a (IEC 62739-1)	Température élevée (350 °C) Écoulement de la brasure sans plomb fondue Application du flux	Matériau métallique sans traitement de surface	Hypothèse d'un empiètement dû à la fusion du métal solide par brasure sans plomb fondue sous haute température. Hypothèse d'un empiètement dû à une érosion chimique par flux.
Essai de rotation à 450 °C ^b (IEC 62739-2)	Température élevée (450 °C) Écoulement de la brasure sans plomb fondue	Matériau métallique avec traitement de surface	Hypothèse d'un empiètement dû à la fusion du métal solide par brasure sans plomb fondue sous haute température.
Essai de rotation à 450 °C avec une courbure de 2 mm ^c (IEC 62739-2)	Température élevée (450 °C) Écoulement de la brasure sans plomb fondue Contrainte de flexion (2 mm)	Matériau métallique avec traitement de surface	Hypothèse d'un empiètement dû à la fusion du métal solide par brasure sans plomb fondue sous haute température. Hypothèse d'une accélération par empiètement par application d'une contrainte de flexion sur la surface métallique avec traitement de surface.
^a Cette méthode d'essai est appliquée à une température adaptée pour un matériau métallique sans traitement de surface afin d'obtenir des mesurages appropriés de la profondeur d'érosion. Une durée d'essai suffisante doit toutefois être prédéfinie pour chaque matériau métallique. La durée d'érosion effective devient trop longue pour un matériau métallique avec traitement de surface. Ainsi, cette méthode d'essai n'est pas applicable pour un matériau métallique avec traitement de surface. ^b Cette méthode d'essai est appliquée à une température adaptée pour un matériau métallique avec traitement de surface afin de permettre un mesurage approprié de la profondeur d'érosion. Une durée d'essai suffisante doit toutefois être prédéfinie pour chaque traitement de surface. Pour un matériau métallique sans traitement de surface, la progression de l'érosion est si rapide qu'elle ne permet pas d'obtenir une zone de non érosion utilisée pour le référentiel de la profondeur d'érosion. Ainsi, cette méthode d'essai n'est pas applicable pour un matériau métallique sans traitement de surface. ^c Cette méthode d'essai convient à un matériau métallique avec traitement de surface lorsque la durée de l'essai de rotation à 450 °C est trop longue et qu'une accélération supplémentaire est exigée. Une durée d'essai suffisante doit toutefois être prédéfinie pour chaque traitement de surface. Pour un matériau métallique sans traitement de surface, la progression de l'érosion est si rapide qu'elle ne permet pas d'obtenir une zone de non érosion utilisée pour le référentiel de la profondeur d'érosion. Ainsi, cette méthode d'essai n'est pas applicable pour un matériau métallique sans traitement de surface.			

5.2 Méthode d'essai par les matériaux recommandée

Le Tableau 3 présente une méthode d'essai appropriée en fonction du matériau utilisé par rapport aux bains de brasure et aux accessoires.

Tableau 3 – Méthode d'essai applicable par rapport aux matériaux

Matériaux métalliques et traitement de surface		Méthode d'essai d'accélération applicable		
Matériau métallique	Traitement de surface	Essai de rotation à 350 °C	Essai de rotation à 450 °C	Essai de rotation à 450 °C avec une courbure de 2 mm
SUS304	Aucun	A	B	B
SUS316	Aucun	A	B	B
Titane	Aucun	A	B	B
Fonte	Aucun	A	B	B
SUS304, SUS316	Type de diffusion superficielle	B	A	A
SUS304, SUS316	Type de revêtement	B	A	A

"A" signifie recommandé. "B" signifie non applicable.

Le traitement de surface est classé comme type de diffusion superficielle formant une couche de traitement de surface par diffusion d'azote (par exemple) sur le matériau. Il est également classé comme type de revêtement formant une couche de revêtement à la surface du matériau mère. Des exemples de chaque type sont donnés ci-dessous.

- Type de diffusion superficielle: traitement par diffusion de solution solide sursaturée en azote, nitruration par pénétration diffusante, nitruration gazeuse, nitrocarburation, nitruration au plasma
- Type de revêtement: revêtement céramique fin par traitement densifié chimique, revêtement CrN par application d'une méthode de dépôt physique en phase vapeur (PVD – *physical vapor deposition*) et revêtement d'alumine par projection thermique.

NOTE Le mécanisme d'érosion de l'essai est expliqué à l'Annexe C.

6 Éléments communs à chaque méthode d'essai

6.1 Préparation des échantillons

Les échantillons doivent être préparés comme cela est indiqué ci-dessous.

- Fondamentalement, le modelage des échantillons doit être effectué par perforation, au moyen d'une presse. Toutefois, un arasage doit être appliqué pour les matériaux de très haute dureté tels que le titane et la fonte qui ne sont pas adaptés à la perforation.
- Les bavures au niveau des bords des échantillons, etc., générées au cours du modelage de ces derniers et qui peuvent provoquer une érosion, doivent être éliminées par chanfreinage et toute opération de cette nature;
- Si nécessaire, un traitement de surface doit être appliqué après les procédés a) et b).
- Les échantillons doivent être manipulés avec soin après fabrication, de manière à ne pas les contaminer avec de l'huile, ou d'autres agents contaminants. Cette contamination pourrait effectivement affecter le résultat d'essai.

6.2 Alliage à braser

Sauf spécification contraire, l'alliage à braser Sn96,5Ag3Cu,5 spécifié dans l'IEC 61190-1-3 doit être utilisé. Une pureté Sn trop élevée entraîne une érosion après une courte durée, ce qui peut entraîner des résultats inexacts.

6.3 Conditions de contraintes accélérées

6.3.1 Température d'essai

La température d'essai spécifiée est de $350\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ (IEC 62739-1) et de $450\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ (IEC 62739-2). Ces températures d'essai sont déterminées afin d'identifier clairement la zone de non érosion servant de référentiel de profondeur d'érosion à la méthode de la profondeur focale, et également de différencier le matériau métallique et le traitement de surface auxquels est soumis l'échantillon dans le cas de la méthode par profondeur d'érosion. Une durée d'essai suffisante pour le matériau métallique doit être prédéfinie, adaptée à chaque matériau de cette nature et à chaque traitement de surface (voir Annexe A).

NOTE Le facteur d'accélération thermique pour l'érosion est expliqué à l'Annexe D.

6.3.2 Vitesse de rotation

La différence de vitesse entre l'alliage à braser fondu et l'échantillon par la rotation de ce dernier définit par hypothèse la vitesse d'écoulement de la brasure fondue dans l'équipement de brasage à la vague. Une vitesse de rotation de $100\text{ r/min} \pm 3\text{ r/min}$ est spécifiée pour toutes les méthodes d'essai. Si la vitesse de rotation est inférieure à la valeur spécifiée, alors la vitesse d'écoulement de la brasure fondue est inférieure à la vitesse du procédé de fabrication réel. Ainsi, cette condition n'est pas reconnue comme un facteur d'accélération de la vitesse d'écoulement de la brasure fondue dans le procédé susmentionné. Une vitesse de rotation supérieure à la valeur spécifiée entraîne alors la rotation de la brasure fondue, et la différence de vitesse relative entre ladite brasure et l'échantillon devient minimale. Cette condition n'est également pas reconnue comme un facteur d'accélération de la vitesse d'écoulement de la brasure fondue dans le procédé de fabrication réel.

NOTE Un exemple de résultat d'essai est représenté à la Figure A.3.

6.3.3 Contrainte de flexion sur l'échantillon

Une durée trop longue de l'essai de rotation à 450 °C nécessite une accélération supplémentaire. Lors de l'essai de rotation à 450 °C avec une courbure de 2 mm spécifié dans l'IEC 62739-2, l'échantillon est soumis à une contrainte de flexion en tant qu'accélération supplémentaire. Une contrainte de flexion de 1 mm n'est pas suffisante pour accélérer l'érosion effective (voir l'Article A.2). Une contrainte de flexion supérieure à 2 mm déforme l'échantillon de façon permanente, rendant ainsi difficile le mesurage de la profondeur d'érosion par la méthode de la profondeur focale.

6.4 Crasses

6.4.1 Intervalle de production et d'enlèvement des crasses

Plus la température d'essai et la vitesse de rotation sont élevées, plus les crasses produites sont importantes en raison de l'oxydation favorisée de la brasure fondue. Par comparaison avec la quantité de crasses produites par l'essai de rotation à 350 °C , l'essai de rotation test à 450 °C en produit un plus grand nombre. Toutefois, un enlèvement des crasses toutes les 16 h permet de réaliser les deux essais sans constater de problèmes (cuisson et débordement, par exemple).

Une atmosphère azotée permet de réduire les crasses. Toutefois, la configuration de l'équipement, comme le réglage de la pression partielle d'oxygène, peut s'avérer compliquée. L'essai peut être réalisé avec enlèvement périodique des crasses tel que mentionné ci-dessus, mais cette pratique n'est pas recommandée.

6.4.2 Méthode d'enlèvement des crasses

L'enlèvement des crasses doit être effectué après mise hors tension du moteur, au moyen d'un outil approprié (par exemple, une poche de coulée en acier inoxydable comportant de nombreux trous, comme cela est représenté à la Figure 2). La sécurité de l'opérateur ou de l'opératrice doit être assurée par des mesures de protection telles que des gants ignifuges, un masque et des lunettes étanches aux poussières afin de le ou de la protéger contre les températures élevées et la poussière métallique présente dans l'air. Il convient de placer les crasses enlevées dans des conteneurs étanches afin de réduire le plus possible les projections de poussière métallique provenant desdites crasses.

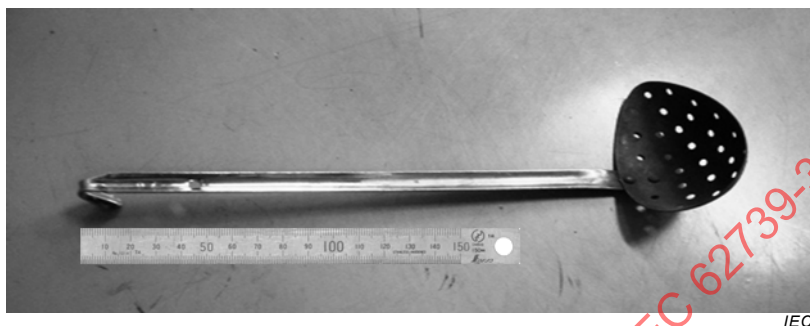


Figure 2 – Exemple d'outil d'enlèvement des crasses

6.4.3 Volume de brasure fondue après enlèvement des crasses

Après l'enlèvement des crasses, vérifier le volume de la brasure fondue dans la cuve afin de constater que la profondeur d'immersion spécifiée est atteinte. Dans le cas où le volume de brasure fondue est insuffisant, de l'alliage à braser doit être ajouté de façon à atteindre le volume spécifié.

6.5 Méthode de mesure de la profondeur d'érosion

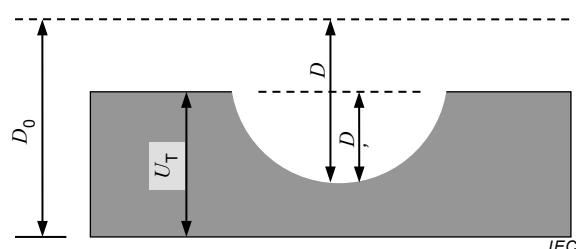
6.5.1 Traitement après essai

En cas d'adhérence de la brasure, et préalablement au mesurage, chauffer l'échantillon puis l'essuyer, ou le nettoyer avec de l'acide, par exemple, de l'acide chlorhydrique dilué (à 5 %) pendant 10 min à une température de 20 °C.

6.5.2 Profondeur d'érosion locale

6.5.2.1 Définition de la profondeur d'érosion

La profondeur d'érosion d'une forme de type cratère se définit de manière générale comme suit: $D = (D_0 - U_T) + D'$, comme cela est représenté à la Figure 3.

**Légende**

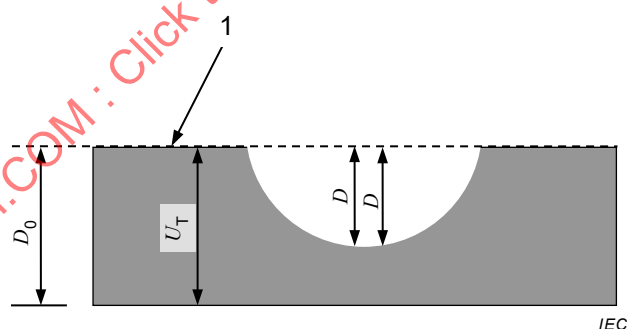
- D Profondeur d'érosion réelle
- D_0 Épaisseur d'échantillon avant essai
- U_T Épaisseur d'échantillon après essai
- D'' Profondeur d'érosion calculée

Figure 3 – Définition générale schématique de la profondeur d'érosion

6.5.2.2 Mesurage de la profondeur d'érosion par la méthode de la profondeur focale

L'échantillon utilisé dans les méthodes d'essai spécifiées dans l'IEC 62739-1 et l'IEC 62739-2 est relativement petit, rendant difficile sa mesure au moyen du gabarit. La méthode optique est ainsi utilisée. Il existe également différentes méthodes optiques (voir Annexe B), dont notamment la méthode de la profondeur focale qui utilise un microscope optique. Ces microscopes sont relativement abordables.

Le mesurage de la profondeur d'érosion par la méthode de la profondeur focale repose sur l'hypothèse selon laquelle l'épaisseur de l'échantillon après l'essai reste identique, et selon laquelle une zone de non érosion peut être observée sur le même écran d'observation. Comme cela est représenté à la Figure 4, D_0 est égale à U_T et D est égale à D' .

**Légende**

- 1 Plan de base pour le mesurage de la profondeur d'érosion (position 0)
- D Profondeur d'érosion réelle
- D_0 Épaisseur d'échantillon avant essai
- U_T Épaisseur d'échantillon après essai
- D'' Profondeur d'érosion calculée

Figure 4 – Définition schématique de la profondeur d'érosion par la méthode de profondeur focale

6.5.2.3 Présentation de la profondeur d'érosion par la méthode de profondeur focale

Lorsqu'un mesurage de précision est exigé, mesurer l'épaisseur de l'échantillon avant et après l'essai et calculer la profondeur d'érosion selon la définition de la Figure 3. Dans le cas où l'épaisseur de l'échantillon reste identique avant et après l'essai, la valeur mesurée de D' peut être utilisée comme profondeur d'érosion selon la définition de la Figure 4. La Figure 5 représente des exemples types d'érosion locale.

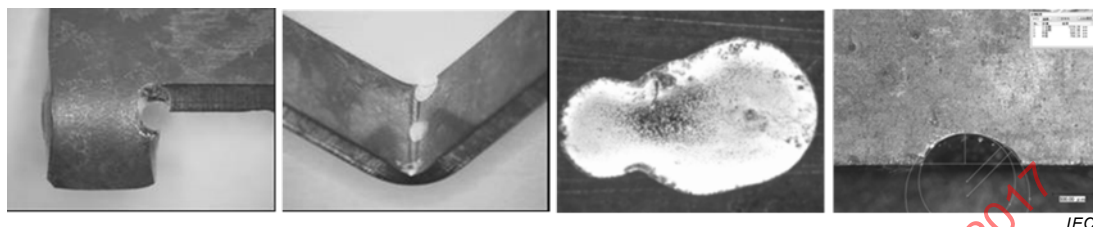
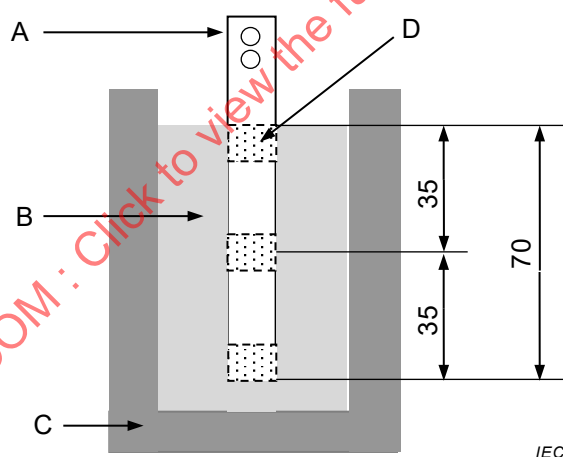


Figure 5 – Exemples d'érosion locale

6.5.2.4 Région d'évaluation

L'état d'érosion dépend de la position d'immersion de l'échantillon dans la cuve de brasage. Ainsi, cinq points pour chacune des trois régions, comme cela est représenté à la Figure 6, doivent être mesurés et analysés de manière statistique. Pour une évaluation comparative, la valeur maximale (la plus élevée) peut être utilisée comme la valeur représentative.

Dimensions en millimètres



Légende

- A Échantillon
- B Brasure fondue
- C Cuve de brasage
- D Région d'évaluation (si l'érosion se produit dans une région autre que la région désignée, ladite région peut être ajoutée pour évaluation.)

Figure 6 – Exemple de région d'évaluation

6.5.3 Profondeur d'érosion (uniforme) générale

6.5.3.1 Présence d'une zone de non érosion

Dans le cas où le même écran d'observation présente toute zone de non érosion comme cela est représenté à la Figure 7, la profondeur d'érosion peut être mesurée par la méthode de la profondeur focale spécifiée en 6.5.2.

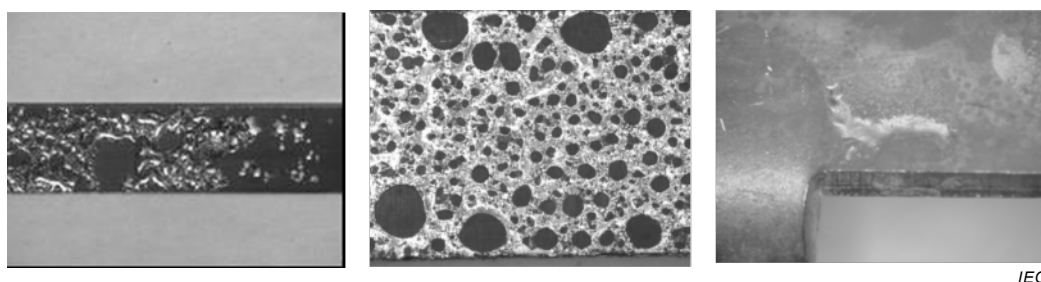


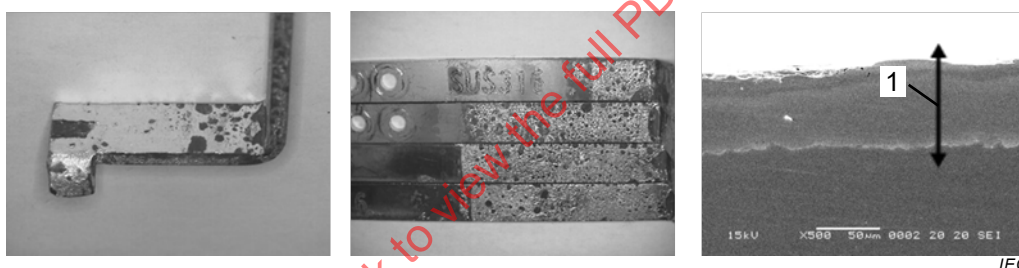
Figure 7 – Exemples de zone de non érosion

6.5.3.2 Absence d'une zone de non érosion

Lorsqu'une érosion générale se produit à proximité d'une zone de non érosion, comme cela est représenté à la Figure 8, la profondeur d'érosion est définie comme la différence d'épaisseur d'échantillon constatée entre le moment qui précède l'essai et le moment qui le suit. La méthode d'observation du plan permet de mesurer l'épaisseur de l'échantillon comme suit:

- observer l'échantillon depuis le côté latéral, ou;
- observer la section de l'échantillon (découpé et poli) après l'essai uniquement.

NOTE Un exemple d'équipement d'observation du plan est présenté dans le Tableau B.2.



Légende

- 1 Zone avec empiètement

Figure 8 – Exemples sans zone de non érosion et exemple de section

6.5.4 Évaluation

Plus la profondeur d'érosion est grande, meilleure est l'évaluation. Cette méthode d'essai n'est pas destinée à évaluer si la profondeur d'érosion est acceptable ou non, mais à estimer la maintenance appropriée du cycle de vie des composants par une comparaison relative, afin d'empêcher les accidents provoqués, par exemple, par une fuite de la brasure fondue ou par un incendie. Voir des exemples de problèmes dans le Tableau 1.

NOTE Si nécessaire, la méthode explicitée à l'Annexe B de l'IEC 62739-1:2013 permet d'estimer la profondeur d'érosion maximale.

7 Présentation des méthodes d'essai

7.1 Méthodes d'essai

Les méthodes d'essai sont présentées en 7.2 et 7.3, respectivement.

7.2 Matériau métallique sans traitement de surface

7.2.1 Généralités

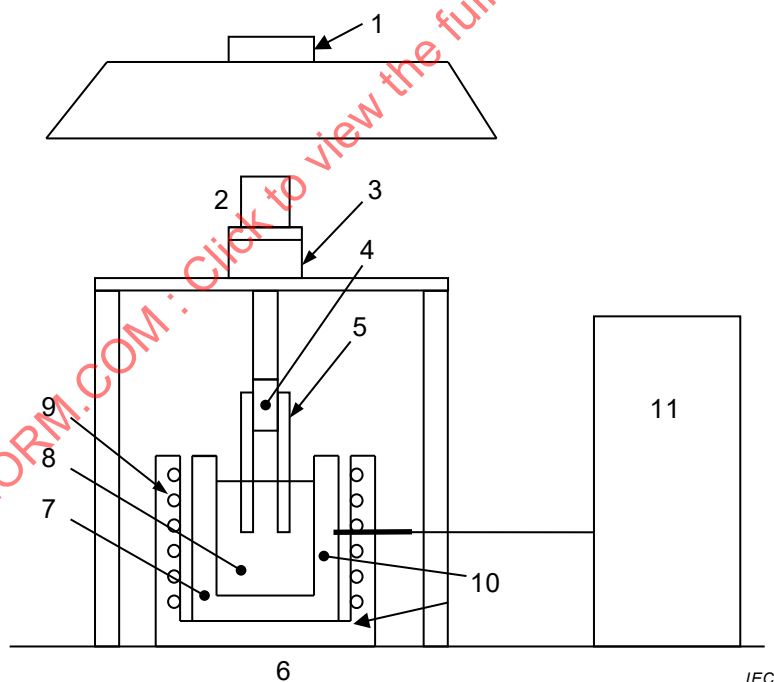
L'essai d'érosion applicable au matériau métallique sans traitement de surface consiste à déterminer le niveau d'érosion par mesure de la profondeur d'érosion produite et accrue sous l'effet de l'essai de rotation à 350 °C. La couche superficielle de l'échantillon telle que la couche d'oxyde formée sur l'acier inoxydable peut être retirée chimiquement par le flux utilisé dans le procédé de fabrication réel, et affecte ainsi le taux d'érosion. Le flux spécifié dans le Tableau 4 doit être utilisé pour l'essai applicable à l'échantillon sans traitement de surface (voir l'Article C.1).

7.2.2 Essai de rotation à 350 °C

L'essai de rotation à 350 °C est applicable au matériau métallique sans traitement de surface pour l'évaluation de l'érosion. L'échantillon est fixé sur le support de rotation, puis immergé dans la brasure fondue à 350 °C ± 3 °C. Il est ensuite soumis à un essai de rotation de 100 r/min ± 3 r/min au cours duquel est mesurée la profondeur d'érosion effective (comme cela est représenté à la Figure 9). Le Tableau 4 présente les conditions d'essai.

Afin de faciliter l'érosion (voir l'Article C.1), l'échantillon est immergé dans le flux pendant quelques secondes, puis le flux excédentaire est éliminé. Enfin, l'échantillon est suspendu dans l'air pendant une durée comprise entre 5 min et 10 min nécessaire à son assèchement.

Les informations détaillées de la méthode d'essai sont spécifiées dans l'IEC 62739-1.



Légende

- | | | | |
|---|---------------------------------------|----|-------------------|
| 1 | Conduit d'échappement d'air | 7 | Cuve de brasure |
| 2 | Élément rotatif | 8 | Brasure fondue |
| 3 | Moteur rotatif | 9 | Élément chauffant |
| 4 | Support de rotation | 10 | Capteur thermique |
| 5 | Échantillon | 11 | Unité de commande |
| 6 | Appareil de préparation de la brasure | | |

Figure 9 – Exemple de configuration de l'équipement d'essai

Tableau 4 – Conditions d'essai pour l'essai de rotation à 350 °C

Conditions d'essai	Spécification
Composition de l'alliage à braser soumis à l'essai	L'alliage Sn96,5Ag3Cu,5 spécifié dans le présent document doit être utilisé sauf spécification contraire dans des normes individuelles.
Flux d'essai	Un flux de colophane avec une teneur en halogénures égale à 0,2 % doit être utilisé. Les matériaux spécifiés dans l'Annexe B de l'IEC 60068-2-20:2008 doivent être utilisés.
Température de la brasure fondue (à la position de mesure)	350 °C ± 3 °C (La température est mesurée à une profondeur comprise entre 35 mm et 40 mm de la surface de la brasure fondue et à une distance de l'échantillon comprise entre 20 mm et 30 mm.)
Vitesse de rotation de l'échantillon	100 r/min ± 3 r/min
Rayon de rotation de l'échantillon	De 6 mm à 8 mm (du centre du support de rotation au bord extérieur de l'échantillon)
Profondeur d'immersion de l'échantillon	De 65 mm à 70 mm (de la surface de la brasure fondue au bord inférieur de l'échantillon)
Durée d'essai	La durée d'essai appropriée doit être déterminée à l'avance.
Fréquence d'enlèvement des crasses	Au moins une fois toutes les 16 h

7.3 Matériau métallique avec traitement de surface

7.3.1 Méthode d'essai

L'essai d'érosion applicable au matériau métallique avec traitement de surface consiste à déterminer le niveau d'érosion par mesure de la profondeur d'érosion produite et accrue sous l'effet de l'essai de rotation à 450 °C ou, lorsqu'une accélération supplémentaire est nécessaire, sous l'effet de rotation à 450 °C avec une courbure de 2 mm.

7.3.2 Essai de rotation à 450 °C

L'essai de rotation à 450 °C est applicable au matériau métallique sans traitement de surface pour l'évaluation de l'érosion. L'échantillon est fixé sur le bloc de rotation, puis immergé dans la brasure fondue à 450 °C ± 3 °C. Il est ensuite soumis à un essai de rotation de 100 r/min ± 3 r/min au cours duquel est mesurée la profondeur d'érosion effective (comme cela est représenté à la Figure 9.) Le Tableau 5 présente les conditions d'essai.

Les informations détaillées de la méthode d'essai sont conformes à l'IEC 62739-2.

Tableau 5 – Conditions d'essai pour l'essai de rotation à 350 °C

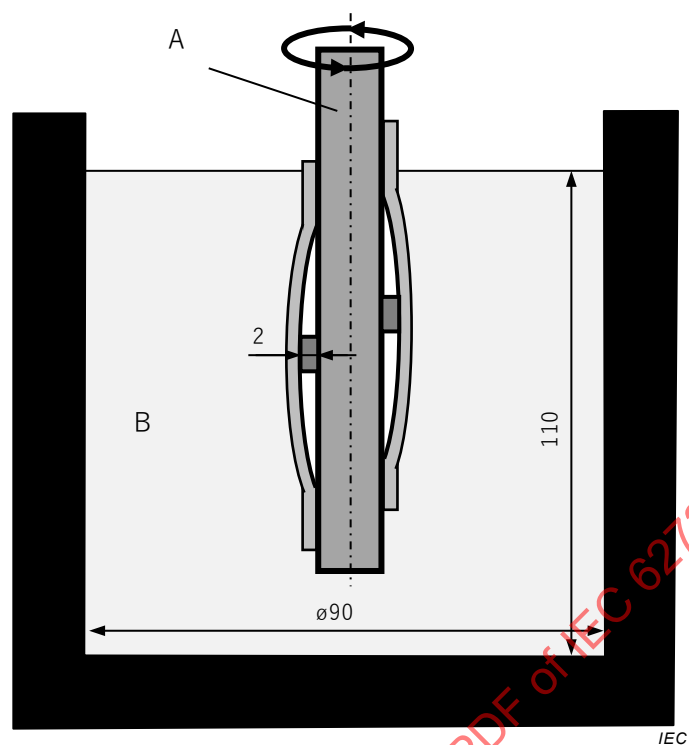
Conditions d'essai	Spécification
Composition de l'alliage à braser soumis à l'essai	L'alliage Sn96,5Ag3Cu,5 spécifié dans le présent document doit être utilisé sauf spécification contraire dans des normes individuelles.
Température de la brasure fondue (à la position de mesure)	450 °C ± 3 °C (La température est mesurée à une profondeur comprise entre 35 mm et 40 mm de la surface de la brasure fondue et à une distance de l'échantillon comprise entre 20 mm et 30 mm.)
Vitesse de rotation de l'échantillon	100 r/min ± 3 r/min
Rayon de rotation de l'échantillon	De 6 mm à 8 mm (du centre du support de rotation au bord extérieur de l'échantillon)
Profondeur d'immersion de l'échantillon	De 65 mm à 70 mm (de la surface de la brasure fondue au bord inférieur de l'échantillon)
Durée d'essai	La durée d'essai appropriée doit être déterminée à l'avance.
Fréquence d'enlèvement des crasses	Au moins une fois toutes les 16 h

7.3.3 Essai de rotation à 450 °C avec une courbure de 2 mm

Lorsque la durée de l'essai de rotation à 450 °C est trop longue pour que l'érosion effective permette une évaluation, et qu'une accélération supplémentaire est exigée, soumettre l'échantillon à une contrainte supplémentaire de flexion de 2 mm, comme cela est représenté à la Figure 10.

Les informations détaillées de la méthode d'essai sont spécifiées dans l'IEC 62739-2.

Dimensions en millimètres

**Légende**

- A Arbre de rotation
B Brasure fondue

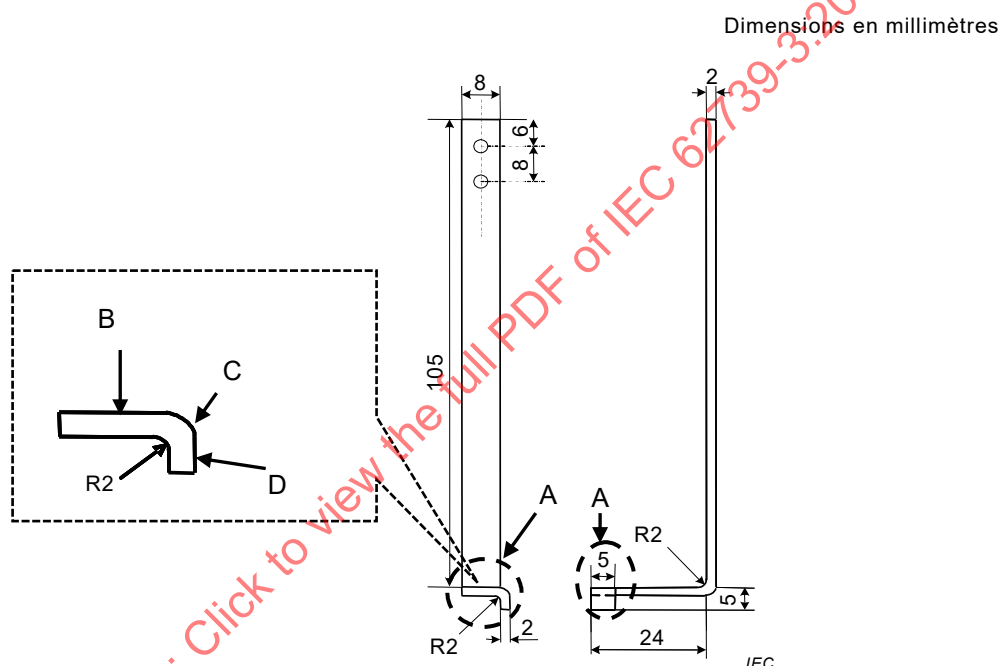
Figure 10 – Exemple de configuration de l'équipement d'essai pour un essai de rotation à 450 °C avec une courbure de 2 mm

Annexe A (informative)

Sélection de la température d'essai, de la durée d'essai et de la contrainte de flexion

A.1 Échantillon sans traitement de surface

La température de la brasure fondue, la vitesse de rotation, etc. constituent les conditions d'essai de l'essai d'érosion applicable au matériau sans traitement de surface. Ces conditions sont déterminées par un essai d'érosion préliminaire utilisant l'échantillon représenté à la Figure A.1 et observant l'érosion effective et la production de crasses pendant l'essai.



Légende

- A Emplacement 1
- B Horizontal
- C Courbe
- D Vertical

Figure A.1 – Configuration de l'échantillon pour l'essai préliminaire

L'effet sur la profondeur d'érosion par rapport à la brasure fondue, la température et la vitesse de rotation est représenté à la Figure A.2 et à la Figure A.3, respectivement. Ces données sont le résultat de l'essai d'érosion appliqué aux échantillons comme cela est représenté à la Figure A.1, les zones "Horizontal", "Vertical" et "Courbe" se présentant tel que représenté sur cette même Figure A.1. Plus la température de la brasure fondue et la vitesse de rotation sont élevées, plus la profondeur d'érosion est grande. Autrement dit, le comportement à l'érosion du matériau métallique sans traitement de surface affecte fortement aussi bien la température de la brasure fondue que la vitesse de rotation. D'autre part, plus la température de la brasure fondue et la vitesse de rotation sont élevées, plus la quantité de crasses produites est élevée. Les crasses sont composées principalement d'oxyde d'étain. Ce processus exige des opérations supplémentaires telles que l'enlèvement des crasses et l'apport d'un alliage à braser. Ainsi, la détermination des conditions d'essai d'érosion doit prendre en considération l'accélération de l'érosion, ainsi que la sécurité et l'efficacité. Après

revue du résultat d'essai préliminaire, la température d'essai de $350\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ et la vitesse de rotation de $100\text{ r/min} \pm 3\text{ r/min}$ doivent être spécifiées.

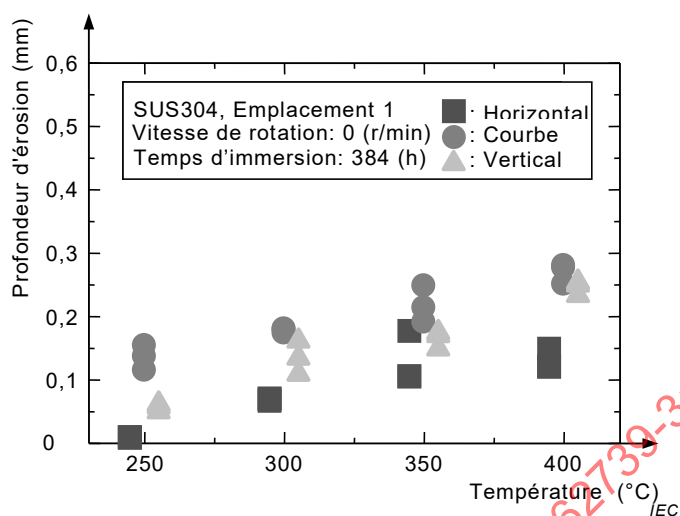


Figure A.2 – Profondeur d'érosion par rapport à la température de la brasure fondue

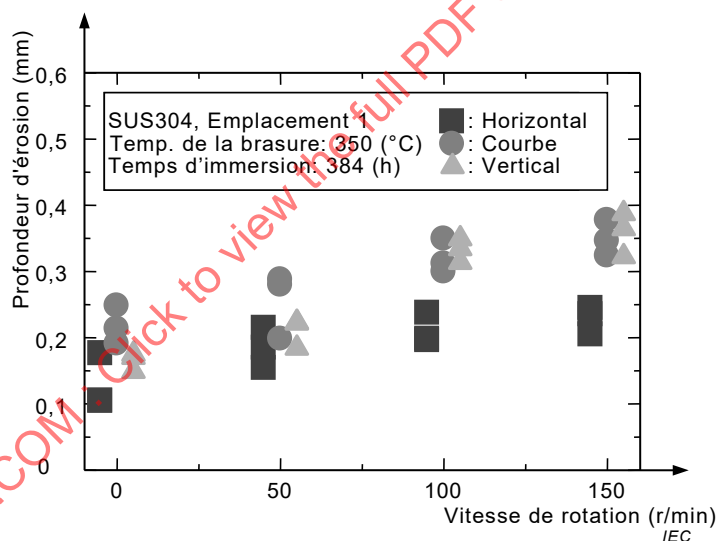


Figure A.3 – Profondeur d'érosion par rapport à la vitesse de rotation

La Figure A.4 représente l'effet sur la profondeur d'érosion par rapport au temps d'immersion. Plus le temps d'immersion est long, plus la profondeur d'érosion est grande. Généralement, une profondeur d'érosion plus grande présente clairement la différence d'érosion. D'autre part, la méthode de la profondeur focale utilisant un microscope optique commun est proposée comme la méthode de mesure de la profondeur d'érosion. Cette méthode de mesure exige une surface d'échantillon non érodée restante, utilisée comme référentiel après l'essai. Étant donné que le phénomène d'érosion varie selon le matériau utilisé, il convient alors de spécifier à l'avance la durée d'essai appropriée. Par exemple, lorsqu'un essai est réalisé dans les conditions spécifiées, la durée d'essai est environ de 200 h pour l'acier inoxydable (SUS316, SUS304, etc.).

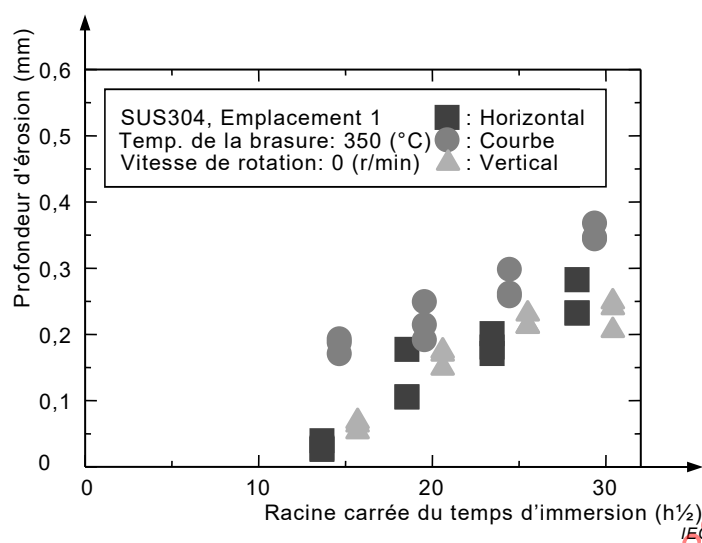


Figure A.4 – Profondeur d'érosion par rapport au temps d'immersion

A.2 Échantillon avec traitement de surface

La température de la brasure fondue de $350\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ est la condition d'essai pour l'essai d'érosion applicable au matériau sans traitement de surface, comme cela est spécifié dans l'IEC 62739-1. Un essai d'érosion applicable au matériau avec traitement de surface à cette température est difficilement réalisable. Un essai d'érosion applicable au matériau disponible avec traitement de surface réalisé à une température de 350 °C peut ne pas provoquer une érosion même après une durée de 1 000 h. Par conséquent, une évaluation efficace du processus exige de favoriser une érosion effective comme une contrainte thermique ou une contrainte mécanique.

Le Tableau A.1 présente les résultats de l'essai d'érosion pour les matériaux de nitruration gazeuse et de nitrocarburation. Selon le résultat d'essai obtenu avec le matériau de nitruration gazeuse, des températures d'essai plus élevées entraînent un temps d'érosion effective plus court, quel que soit le matériau de base. En ce qui concerne la contrainte de flexion, le temps d'érosion effective se réduit lors de l'application de ladite contrainte à la même température d'essai. Dans le cas du matériau de base SUS304, l'influence du niveau de courbure par rapport à l'érosion n'est pas clairement perçue. D'autre part, dans le cas du matériau de base SUS316, le temps d'érosion effective se réduit parallèlement à l'augmentation de la courbure. Dans le cas du matériau de nitrocarburation, l'influence de la contrainte thermique est plus grande que l'effet de la contrainte de flexion. Comme mentionné ci-dessus, la contrainte thermique et la contrainte de flexion sont utiles pour réaliser un essai d'érosion applicable aux matériaux à traitement de surface, la durée de cet essai pouvant atteindre des centaines d'heures. Il convient de veiller à éviter toute contrainte excessive, de sorte que la microstructure du matériau en essai ne diffère pas trop de celle de l'équipement de brasage à la vague réel.