

SI 69

May 2012

Amendment No. 1

June 2015

תקן ישראלי ת"י 69

אייר התשע"ב - מאי 2012

גיליון תיקון מס' 1

תמוז התשע"ה - יוני 2015

מחממי מים חשמליים – מחממים בעלי ויסות תרמוסטטי ובידוד תרמי

Electric water heaters – Thermostatically controlled and thermally insulated heaters

גיליון תיקון זה ייכנס לתוקף ב-13 באוגוסט 2016

מכון התקנים הישראלי
The Standards Institution of Israel



גיליון תיקון זה הוכן על ידי ועדת המומחים 25527 - הגנה מפני קורוזיה למחממי מים, בהרכב זה: יעקב אוניגובסקי, מרק גרינברג, משה גרף, נחום נווה, אהוד סוצקובר (יו"ר), יגאל רז, משה תאני

כמו כן תרמו להכנת גיליון התיקון: גבי אלגריסי, ליאור ארואס, קרן זיסמן, רמי טרבולסקי, שרגא ירון, פטר לטאי, שושנה תמיר

גיליון תיקון זה אושר על ידי הוועדה הטכנית 255 – ציוד חשמלי לשימוש ביתי, בהרכב זה:

איגוד לשכות המסחר	-	דן למפרט (יו"ר)
איגוד התעשייה הקיבוצית	-	נעם כהני
המוסד לבטיחות ולגיהות	-	אלכסנדר רודיאק
המועצה הישראלית לצרכנות	-	מיכאל לוניבסקי
התאחדות המלאכה והתעשייה בישראל	-	מיכאל ריינר
התאחדות התעשיינים בישראל	-	רמי טרבולסקי, ז'אקי כחלון
חברת החשמל לישראל	-	סימינה ברטשניידר
מכון התקנים הישראלי - אגף התעשייה	-	אהרן בהרל
משרד האנרגיה והמים	-	דוד רודיק
צבא ההגנה לישראל - חיל התחזוקה	-	אלי חזוט
רשות ההסתדרות לצרכנות	-	ארתור גלנצן

זיוה שלו ריכזה את עבודת הכנת גיליון התיקון.

הודעה על גיליון תיקון

גיליון תיקון זה מעדכן את
התקן הישראלי ת"י 69 ממאי 2012

עדכניות התקן

התקנים הישראליים עומדים לבדיקה מזמן לזמן, ולפחות אחת לחמש שנים, כדי להתאימם להתפתחות המדע והטכנולוגיה. המשתמשים בתקנים יודאו שבידיהם המהדורה המעודכנת של התקן על גיליונות התיקון שלו. מסמך המתפרסם ברשומות כגיליון תיקון, יכול להיות גיליון תיקון נפרד או תיקון המשולב בתקן.

תוקף התקן

תקן ישראלי על עדכוניו נכנס לתוקף החל ממועד פרסומו ברשומות. יש לבדוק אם התקן רשמי או אם חלקים ממנו רשמיים. תקן רשמי או גיליון תיקון רשמי (במלואם או בחלקם) נכנסים לתוקף 60 יום מפרסום ההודעה ברשומות, אלא אם בהודעה נקבע מועד מאוחר יותר לכניסה לתוקף.

סימון בתו תקן



כל המייצר מוצר, המתאים לדרישות התקנים הישראליים החלים עליו, רשאי, לפי היתר ממכון התקנים הישראלי, לסמנו בתו תקן:

זכויות יוצרים

© אין לצלם, להעתיק או לפרסם, בכל אמצעי שהוא, תקן זה או קטעים ממנו, ללא רשות מראש ובכתב ממכון התקנים הישראלי.

פרק א – כללי

1.2. אזכורים

הכתוב בסעיף יושמט, ובמקומו ייכתב:

תקנים ומסמכים המוזכרים בתקן זה (תקנים ומסמכים לא מתוארכים - מהדורתם האחרונה היא הקובעת):

תקנים ישראליים

- ת"י 50.3 - תברגי צינורות למחברים שבהם אטימת הלחץ נעשית באמצעות התברגי: מידות, סבולות וכינוי
- ת"י 103 - צינורות פלדה מתאימים לחריטת תברגי
- ת"י 383 על חלקיו - גופי חימום חליפיים למכשירי חשמל
- ת"י 579 חלק 2 - מערכות סולאריות לחימום מים: אוגרי מים
- ת"י 579 חלק 9 - מערכות סולאריות לחימום מים: מאיצי חימום
- ת"י 593 - צינורות פלדה ללא תפר
- ת"י 785 חלק 14 - צבעים ולכות: בדיקת חיתוך שתי וערב
- ת"י 808 - תרמוסטטים למחממי מים חשמליים
- ת"י 900 חלק 1 - בטיחות מכשירי חשמל ביתיים ומכשירים דומים: דרישות כלליות
- ת"י 981 - דרגות ההגנה שמספקות מעטפות (קוד IP)
- ת"י 1135 - תווית מידע על צריכת אנרגיה
- ת"י 1205 חלק 1 - התקנת מתקני תברואה ובדיקתם: מערכת הספקת מים קרים וחמים
- ת"י 5452 - בדיקת מוצרים הבאים במגע עם מי שתייה

מפרטי מכון התקנים הישראלי

- מפמ"כ 454 - תרמוסטטים אלקטרוניים למחממי מים חשמליים

חוקים, תקנות ומסמכים ישראליים

חוק החשמל התשי"ד-1954, על עדכוניו

תקנות החשמל (מעגלים סופיים הניזונים במתח עד 1000 וולט), התשמ"ה-1984

תקנים בין-לאומיים

- IEC 60335 2-21 - Household and similar electrical appliances – Safety: Particular requirements for storage water heaters
- IEC 60417 - 2002 - Graphical symbols for use on equipment
- ISO 2178 - Non-magnetic coatings on magnetic substrates – Measurement of coating thickness – Magnetic method
- ISO 4532 - Vitreous and porcelain enamels – Determination of the resistance of enameled articles to impact – Pistol test
- ISO 5817 - 2003 - Welding — Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded) — Quality levels for imperfections
- ISO 8501-1 - Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Visual assessment of surface cleanliness: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings

- ISO 28706-1 - Vitreous and porcelain enamels - Determination of resistance to chemical corrosion: Determination of resistance to chemical corrosion by acids at room temperature
- ISO 28706-2 - Vitreous and porcelain enamels - Determination of resistance to chemical corrosion: Determination of resistance to chemical corrosion by boiling acids, neutral liquids and/or their vapours

תקנים אירופיים

- EN 10025-2 - 2004 - Hot rolled products of structural steels: Technical delivery conditions for non-alloy structural steels
- EN 10028-1 - Flat products made of steels for pressure purposes: General requirements
- EN 10028-7 - Flat products made of steels for pressure purposes: Stainless steels
- EN 10088-1 - Stainless steels: List of stainless steels
- EN 10088-5 - Stainless steels: Technical delivery conditions for bars, rods, wire, sections and bright products of corrosion resisting steels for construction purposes
- EN 12438 - Magnesium and magnesium alloys – Magnesium alloys for cast anodes
- EN 12499 - Internal cathodic protection of metallic structures

תקנים לאומיים

- ASTM B117 - Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus
- BS 3284 - 1967(1983) - Specification for polyethylene pipe (Type 50) for cold water service

מסמכים זרים

- MIL-STD-889 - DISSIMILAR METALS
- NACE SP0178 - Standard Practice - Design, Fabrication, and Surface Finish Practices for Tanks and Vessels to Be Lined for Immersion Service
- NACE TM0186 - 2002 - Standard Test Method - Holiday Detection of Internal Tubular Coatings of 250 to 760 μm (10 to 30 mils) Dry-Film Thickness
- AD 2000-Merkblatt - Code of practice for pressure vessels:
- B0 - 2003 - Design of pressure vessels: Design of pressure vessels
- B1 - 2000 - Design of pressure vessels: Cylindrical and spherical shells subject to internal overpressure
- B3 - 2000 - Design of pressure vessels: Domed ends subject to internal or external pressure
- B6 - 2000 - Design of pressure vessels: Cylindrical shells subjected to external overpressure

1.5. מיון

1.5.4.1. הסעיף יושמט.

1.5.4.3. הכתוב בסעיף יושמט, ובמקומו ייכתב:

מחמם בעל מכל מצופה צבע (ראו סעיף ד-5);

פרק ב – דרישות כלליות

2.1. סימון

2.1.1.10. הכתוב בסעיף יושמט, ובמקומו ייכתב:

- זיהוי המתכת שממנה עשוי גוף המכל; מותרים הקיצורים: S (פלדה), SS (פלדה לא מחלידה).
- שיטת ההגנה מפני שיתוך (יפורטו): הימצאות שכבת ציפוי פנימית או העדרה, חומר הציפוי, הימצאות אלקטרודה להגנה קתודית וזהותה; לדוגמה: "פלדה מצופה אַמַל, אנודת הגנה ממגנזיום".

2.1.3.1. בסוף הסעיף יוסף:

- המלצות לתחזוקה של אמצעי ההגנה מפני שיתוך (לרבות תדירות ההחלפה של אנודת ההגנה; תדירות ההחלפה תהיה לפחות אחת לשנתיים).
- דרישות מיוחדות בדבר זהירות בהובלה ובאחסון.
- הוראות לניקוי המכל. במקרה של איסור שימוש בחומצות יהיה ציון מיוחד לכך.

בסוף סעיף 2.1.3 יוסף:

2.1.3.3. במכלים עם הגנה קתודית אקטיבית עם זרם מאולץ, ההוראות יכללו את המידע הזה:

- אזוהרה בדבר החובה לנתק את ההגנה האקטיבית לפני ריקון המכל.
- הנחיות להפעלה מחדש של ההגנה הקתודית האקטיבית, אם תידרש בהתאם למפורט בתקן האירופי EN 12499 בסעיף 6.9.4, הדרן באמצעים שיש לנקוט במקרה של פעולה במצבים לא יציבים.

פרק ג – מבנה

3.2. המכל

3.2.1. החומר

- פריט א יושמט.
- הכתוב בפריט ב יושמט, ובמקומו ייכתב:
- פחי פלדה – המתאימים לכיפוף ולריתוך.
- מותר להשתמש בפחי פלדה רכה מהטיפוסים DD11, DD12, DD13 המתאימים לדרישות התקן האירופי EN 10111, או בפחי פלדה שווי ערך, כגון הטיפוסים S275JR או S235JR המתאימים לדרישות התקן האירופי EN 10025-2-2004.
- במכלים שעברו טיפול תרמי בתהליך הציפוי שלהם מותרת סטייה עד 12% מחוזק הפח שנקבע בתקנים האירופיים שלעיל.
- נוסף על כך, פחי הפלדה יתאימו למין הציפוי שהם מיועדים לו.
- הכתוב בפריט ג יושמט, ובמקומו ייכתב:
- פחי פלדה לא מחלידה העומדים בדרישות סעיף ד-3 בנספח ד.

3.2.2. עובי הדופן

3.2.2.1. הכתוב בשורה החמישית (בתבליט הראשון) יושמט, ובמקומו ייכתב:

0 - למכלי פלדה לא מחלידה;

3.2.2.3. הכתוב בשורה האחרונה (בתבליט האחרון) יושמט.

בסוף הסעיף תוסף הערה זו:

הערה: עובי הדופן (הפלדה) יבטיח את עמידת המכל בדרישות לבדיקת העמידה בלחצים.

3.3. הגנה מפני שיתוך

הכתוב בסעיף יושמט, ובמקומו ייכתב:

3.3.1. כללי

מכלי המחממים וחלקי מתכת אחרים הבאים במגע עם מים יוגנו מפני שיתוך (קורוזיה) כמפורט להלן:

- מכלים בעלי ציפוי – יוגנו בהגנה קתודית משלימה, כגון אנודה;

- מכלים ללא ציפוי – יהיו עשויים מחומרים כמפורט בסעיף ד-3 בנספח ד.

3.3.1.1. טיב הציפוי

אם המכל מצופה, הציפוי יהיה מאחד המינים המוזכרים בסעיף 3.3.3.2.

3.3.1.2. טיב ההגנה הקתודית

ההגנה הקתודית תעמוד בדרישות המפורטות בסעיף ד-6 בנספח ד.

3.3.2. חיבור מתכות שונות

בייצור מכל המים וחלקים אחרים (למעט אנודות הגנה) הבאים במגע עם מים, אין לחבר בין מתכות

שונות אלא אם ננקטו צעדים לביטול ההשפעה המשתכת של מתכת אחת על האחרת, כגון:

- שימוש במתכות המתאימות זו לזו מבחינה גלוונית, בהתאם להנחיות MIL-STD-889;

- ציפוי מתאים של המשטחים.

3.3.3. ציפויים

3.3.3.1. כללי

הציפוי יכסה את פנים המכל ואת הצינורות שבמכל בשלמותם וייבדק בהתאם למין הציפוי כמפורט

בסעיף 3.3.3.2.

3.3.3.2. מיני הציפויים

הציפוי יהיה אחד מאלה⁽¹⁾:

- ציפוי אָמַל ("אמיל")⁽²⁾

הציפוי יתאים לדרישות המפורטות בסעיף ד-4 בנספח ד.

- ציפוי צבע ("חומר פולימרי")

ציפוי הצבע יהיה מחומר תרמוסטי ויתאים לדרישות המפורטות בסעיף ד-5 בנספח ד.

⁽¹⁾ הוספת האפשרות של ציפוי ממין מלט נמצאת בבחינה.

⁽²⁾ ראו רשימת מונחים בסוף התקן.

3.3.4. הגנה קתודית

בין חלקי המתכת השונים של המכל הבאים במגע עם המים יהיה רצף חשמלי. מבנה המחמם יאפשר הפרדת אנודה משומשת לצורך החלפה באנודה חדשה בהתאם להוראות היצרן.

3.11. חיבור מוליכי הזינה

בסוף הסעיף יוסף:

אם למחמם יש הגנה קתודית אקטיבית כמתואר ב סעיף ד-6 בנספח ד, מתח הזינה להגנה הקתודית האקטיבית ינותק באמצעות המפסק המנתק את מתח הזינה למחמם, ויהיה כמתואר בתקנות החשמל (מעגלים סופיים הניזונים במתח עד 1000 וולט).

נספחים ג, ד, ה יושמטו, ובמקומם יובאו נספחים ד, ה, ז חדשים, כמפורט להלן:

נספח ד – הגנה על מחממי מים חשמליים מפני שיתוך

(נורמטיבי)

ד-1. מבוא

להגנה על מחממי מים חשמליים ביתיים מפני שיתוך יש חשיבות מבחינה בריאותית, מבחינה בטיחותית ומבחינה צרכנית.

נספח זה מבוסס על החלקים המפורטים להלן של התקן הגרמני DIN 4753 מנובמבר 2011 :

DIN 4753-3 - Water heaters, water heating installations and storage-type water: Water-side corrosion by enamelling and cathodic protection - Requirements and test

DIN 4753-4 - Water heaters, water heating installations and storage-type water: Water-side corrosion protection by thermosetting, resin bonded coating materials

DIN 4753-7 - Water heaters, water heating installations and storage-type water: Tanks with a capacity up to 1000 l, production requirements, thermal insulation and corrosion protection

נספח זה דן ב-3 שיטות להגנה מפני שיתוך פנימי, כמפורט להלן :

הערה:

השיטות אינן זהות מבחינת כושר ההגנה.

א. המחמם עשוי פלדה לא מחלידה עמידה בשיתוך (ראו סעיף ד-3);

ב. המחמם עשוי פלדת פחמן, מצופה בשכבת אַמל ומצויד בהגנה קתודית (ראו סעיפים ד-4 וד-6);

ג. המחמם עשוי פלדת פחמן, מצופה בשכבת צבע⁽³⁾ ומצויד בהגנה קתודית (ראו סעיפים ד-5 וד-6).

כדי להבטיח הגנה על המחמם מפני שיתוך לאורך זמן - יש לפעול על פי כללי המקצוע הטובים, נוסף על הדרישות המפורטות בנספח זה.

בנספח ז שבתקן זה מפורטים כללי המקצוע הטובים שיש לנקוט בעת רכישת החומרים לייצור המכל, בעת עיבוד המכל והכנתו לציפוי ובעת השמת הציפוי. רק פעולה על פי הכללים המפורטים בנספח ז תבטיח קבלת מחמם העמיד בשיתוך לאורך זמן.

ד-2. דרישות כלליות

- חלקים פנימיים של המכל הבאים במגע עם מים יעמדו בדרישות התקן הישראלי ת"י 5452.

- במחמם העשוי פלדה שאינה פלדה לא מחלידה, כל הצינורות (צינורות מבוא, צינורות מוצא, צינורות גלישה, צינורות חיבור ממחלף חום למחלף חום ומקולט שמש לקולט שמש) יהיו ללא תפר ויתאימו לדרישות התקן הישראלי ת"י 593.

- טבלת המנגנון תוגן מפני שיתוך מבפנים ומבחוץ באמצעות אחת השיטות המתוארות בנספח זה.

⁽³⁾ צבע - פולימר אורגני תרמוסטי, שאיננו גומי.

ד-3. מחממים עשויים פלדה לא מחלידה (ללא ציפוי)

ד-3.1. מיני הפלדה המותרים

עקב ריכוז הכלורידים הגבוה במי השתייה בישראל והטמפרטורות הגבוהות במחמם – במחממים חסרי ציפוי פנימי יהיה המכל עשוי פלדה לא מחלידה מהמינים המפורטים להלן בלבד:

- פלדות לא מחלידות אוסטיניות וסופר-אוסטיניות (austenitic and super-austenitic);
- פלדות אוסטיניות-פְּרִיטיות (דופלקס) (austenitic-ferritic, duplex);
- פלדות פְּרִיטיות בעלות ריכוז כרום 19% לפחות, שמספר PREN⁽⁴⁾ שלהן הוא 34 לפחות.

בודקים את התאמת חומרי המבנה לפי התקנים האירופיים EN 10028-1, EN 10028-5, EN 10028-7 ו-EN 10028-7.

בטבלה ד-1 מובאות דוגמות לפלדות לא מחלידות המתאימות לשמש במחממים ללא ציפוי.

טבלה ד-1 - דוגמות לפלדות לא מחלידות המתאימות לשמש במחממים ללא ציפוי

EN No/ UNS כינוי	תרכובת הפלדה	טיפוס הפלדה	PREN
1.4539/ N08904	X1NiCrMoCuN25-20-5	Austenitic	36
1.4547/ S31254/ SS2378	X1NiCrMoCuN20-18-7	Austenitic	44
1.4529/ N08926	X1NiCrMoCu25-20-7	Austenitic	43
1.4563/ N08028	X1NiCrMoCu31-27-4	Austenitic	38
1.4592/ S44600	X2CrMoTi29-4	Ferritic	40
1.4462/ S31803/ S32205	X2CrNiMoN22-5-3	Duplex	35
1.4410/ S32750	X2CrNiMoN25-7-4	Superduplex	40
1.4507/ S32520	X2CrNiMoCuN25-6-3	Superduplex	40

ד-3.2. פגמים במכלים מפלדה ללא ציפוי

הפגמים המותרים בריתוך בפלדות לא מחלידות יהיו לפי טבלה 1 שבתקן הבין-לאומי ISO 5817:2003.

⁽⁴⁾ PREN - Pitting Resistance Equivalent Number, כמוגדר בתקן האירופי EN 10088-1. ה-PREN משמש להערכת

עמידות בשיתוך נקודתי (pitting) בפלדות לא מחלידות.

ה-PREN מחושב באמצעות אחת הנוסחות האלה:

א. בפלדות דופלקס, אוסטיניות ופריטיות: $PREN = \%Cr + 3.3 \times \%Mo + 16 \times \%N$

ב. בפלדות אוסטיניות בעלות אחוז מוליבדן גדול מ-3%: $PREN = \%Cr + 3.3 \times \%Mo + 30 \times \%N$

ד-4. מחממים עם ציפוי אָמל⁽²⁾

ד-4.1. חומרים

- ציפוי האמל יהיה עשוי חומרים זכוכיתיים או קרמיים, הנצמדים אל פני המתכת הפנימיים של המחמם על ידי קלייה בטמפרטורות גבוהות⁽⁵⁾.
- כל חלקי הצינורות במחמם הבאים במגע עם מים יצופו מבחוץ ומבפנים בציפוי הגנה זהה לציפוי המכל.

ד-4.2. הכנת השטח לציפוי

מכינים את פני השטח לרמה של SA 2.5 לפי התקן הבין-לאומי ISO 8501-1 (זהה לתקן השוודי SIS 05 5900).

ד-4.3. אטימות

האמל על האוגנים לא יפגע באטימות המכל.

ד-4.4. מראה שכבת האמל

בבחינה חזותית (במכל סגור נעזרים בבורוסקופ) יהיה שטח פני האמל חלק, אחיד למראה, רציף, ללא נקבים, ויתאים לדרישות טבלה ד-2. הבדיקה תיעשה במכל שטרם נעשה בו שימוש. טבלה ד-2 מפרטת את המידות המרביות המותרות של פגם יחיד.

טבלה ד-2 – מידות מרביות מותרות של פגם יחיד בציפוי אמל

טיפוס הפגם		יחידת המידה	מיקום הפגם
ציפוי לקוי, הצורך זרם של הגנה קתודית	העדר ציפוי		
100	9	ממ"ר	במשטחים חלקים מצופים אמל המיועדים לעמוד בלחץ
10	10	מ"מ	בקצוות, באזורי חפייה בריתוך, במוטות תמיכה וכדומה
4	4	מ"מ	בריתוכים

⁽⁵⁾ ציפוי אמל הוא ציפוי אי-אורגני, במצב זכוכיתי, הנצמד לפני המתכת בטמפרטורה גבוהה מ-800° צ' בתהליך היתוך.

ד-4.5. עובי שכבת האמל

מודדים את עובי ציפוי האמל בחלק הפנימי של המכל ב-6 נקודות לפחות, מתוכן 2 נקודות לפחות בכיפה העליונה, 2 נקודות לפחות בכיפה התחתונה ו-2 נקודות לפחות בחלק הגלילי של המכל. עובי הציפוי לא יהיה גדול מ-1 מ"מ, וממוצע המדידות יהיה בתחום של 0.15 מ"מ - 0.5 מ"מ. מודדים את העובי בשיטה לא-הרסנית, כגון מדידת עובי של שכבת חומר לא מגנטי על פני מצע מגנטי כמתואר בתקן הבין-לאומי ISO 2178.

ד-4.6. חוזק הציפוי של שכבת האמל

מכים בשכבת האמל על ידי הפלת כדור או במכת פטיש עד שתתנפץ, ובוחנים חזותית את השטח המנופץ. שאריות ציפוי האמל יישארו על המשטח, כך שלא ייראה שום קטע מן המצע בגוון כסף מבריק (לא תיראה פלדה חשופה).

במכלים שנפחם גדול מ-200 ליטר מותר לבדוק דוגמות בדיקה, שהוכנו כמתואר בסעיף ד-4.8.

ד-4.7. עמידות בהולם של שכבת האמל

בודקים את העמידות בהולם לפי התקן הבין-לאומי ISO 4532, במתיחת הקפיץ בכוח של 10 ניוטון ב-5 נקודות בשטח הפנימי של המכל שנבחרו מראש. הנקודות יהיו בקרבת הנקודות שבהן נמדד עובי שכבת האמל (ראו סעיף ד-4.5) ושהעובי שנמדד בהן היה בתחום העובי הממוצע המוגדר בסעיף ד-4.5. בוחנים חזותית את התוצאה, מיד לאחר ההקשה ולאחר 24 שעות. בבחינה החזותית לא יתגלו נזקים שקוטרם גדול מ-1.5 מ"מ.

במכלים שנפחם גדול מ-200 ליטר מותר לבדוק דוגמות בדיקה, שהוכנו כמתואר בסעיף ד-4.8.

ד-4.8. הכנת דוגמות בדיקה

לבדיקות הנערכות על דוגמות בדיקה, מכינים את הדוגמות כמפורט להלן: חותכים מדופן המכל המצופה דוגמות שמידותיהן 105 מ"מ × 105 מ"מ, או שקוטרן 105 מ"מ. לצורך תלייתן קודחים בדוגמות חורים שקוטרם כ-5 מ"מ, שמרכזיהם מרוחקים 4 מ"מ מהקצה.

ד-4.9. עמידות בהלם תרמי

בודקים את העמידות בהלם תרמי ב-3 דוגמות בדיקה שהוכנו כמתואר בסעיף ד-4.8. מחממים כל דוגמה באוויר בתנור ל- $(200 \pm 10)^{\circ} \text{C}$ צ' ומכניסים אותה מיד למים בטמפרטורה 15°C . מייבשים את הדוגמה שנבדקה לפני כל חימום נוסף, וחוזרים על הפעולה 5 פעמים. לא ימצאו בציפוי האמל נזקים הנראים בעין לא מזוינת. בבחינת הנזקים אין מביאים בחשבון את אזורי החיתוך של הדוגמה.

ד-4.10. עמידות במים רותחים

בודקים דוגמות בדיקה שהוכנו כמתואר בסעיף ד-4.8 בבדיקה המפורטת בתקן ISO 28706-2. אוטמים את כלי הבדיקה באטם מטיפוס A (כמפורט בתקן ISO 28706-2). משתמשים במים חסרי מלחים, שמוליכותם היא 1 מיקרוסימנס לס"מ לכל היותר. פני המים יעבעעו קלות במשך הבדיקה (הבישול). בודקים בשני מחזורים בזה אחר זה. משך כל מחזור הוא 21 יום (504 שעות). כל מחזור נחלק ל-3 פרקים בני 7 ימים. בכל פרק מחליפים את תמיסת הבדיקה 5 פעמים בכל 24 שעות, ומשאירים אותה ללא החלפה למשך יומיים נוספים.

מודדים את הפסד המשקל ב-4 דוגמות אחרי טיפול.
הערך הממוצע של הפסד המשקל לפי תוצאות הבדיקה של המחזור השני בלבד לא יהיה גדול מ-5 ג' למ"ר.

ד-4.11. עמידות בחומצות

בודקים לפי התקן ISO 28706-1.
עורכים את הבדיקה בשינויים אלה:
בודקים ב-5 נקודות לפחות, בכל אחת מ-3 דוגמות לפחות שיילקחו מהמכל הנבדק.
משתמשים בחומצת מלח בריכוז 10%. זמן המגע בחומצה יהיה שעה אחת.
ציפוי האמל יהיה עמיד בחומצה בדרגה A (כמפורט בתקן ISO 28706-1).

ד-4.12. עמידות בשינויי לחץ מחזוריים

ממלאים שני מכלים במי שתייה בטמפרטורת החדר ומעלים את הלחץ במכלים מ-0 ל-110% מהלחץ הנומינלי של המכל.
זמן עליית הלחץ בכל מחזור יהיה 15 שניות לפחות.
חוזרים על הבדיקה במשך 100,000 מחזורים.
בתום הבדיקה יעמדו המכלים בכל דרישות התקן הרלוונטיות לציפוי אמל.

ד-5. ציפוי פנימי בצבע

ד-5.1. כללי

ציפוי צבע יהיה על בסיס שרפים (פולימרים) אורגניים או/וגם שרפים אי-אורגניים.

ד-5.2. בדיקת ציפוי צבע

ד-5.2.1. מראה

בודקים בבדיקה חזותית במרחק ראייה רגיל ובתנאי תאורה טובים.
הציפוי יהיה אחיד למראה, ללא נזילות, מכתשים, בועות ופגמים אחרים העלולים לפגוע בתפקודו.
במקרה של ספק ניתן להשתמש בהגדלה $\times 10$.

ד-5.2.2. בדיקת רציפות הציפוי על ידי מתח פריצה

בודקים את רציפות פני השטח במתח נמוך ובאמצעות ספוגית רטובה לפי המסמך האמריקני NACE TM0186-2002 בסעיף 1.5.
לא יימצאו פגמים בציפוי.

ד-5.2.3. עובי שכבת הצבע

מודדים את עובי ציפוי הצבע בחלק הפנימי של המכל ב-6 נקודות לפחות, מתוכן 2 נקודות לפחות בכיפה העליונה, 2 נקודות לפחות בכיפה התחתונה ו-2 נקודות לפחות בחלק הגלילי של המכל.
הבדיקה תהיה בשיטה לא-הרסנית לפי התקן הבין-לאומי ISO 2178.
העובי הממוצע של שכבת הצבע יהיה 250 מיקרומטר לפחות. העובי בנקודה נבחרת כלשהי לא יהיה קטן מ-200 מיקרומטר.

ד-5.2.4. הידבקות (אדהזיה)

בודקים בשיטת חיתוך שתי וערב כמפורט בתקן הישראלי ת"י 785 חלק 14. המרווח בין הסכינים יהיה 3 מ"מ.
ההידבקות תהיה בדרגה 0 כמוגדר בתקן הישראלי ת"י 785 חלק 14.

ד-5.2.5. עמידות בהלם תרמי

הבדיקה תיעשה במכל חדש, שטרם נעשה בו שימוש.
לצורך הבדיקה נדרשים שני מכלי עזר (נוסף על המכל הנבדק) - אחד המכיל מי ברז בטמפרטורה 95°C , ואחד המכיל מי ברז בטמפרטורה 15°C . את הטמפרטורות במכלי העזר מייצבים בעזרת מחמם חשמלי.
מחליפים את המים בין המכל הנבדק לבין מכלי העזר 10 פעמים, כאשר ההזנה היא בלחץ של (3 עד 6) אטמוספרות וללא אמצעי חיבור צרים. בין מילוי למילוי מרוקנים את המכל הנבדק לחלוטין.
אחרי 10 מחזורים ממלאים את המכל הנבדק במים חמים בטמפרטורה של 95°C .
בסיום התהליך בוחנים באופן חזותי בהגדלה $10\times$ את ציפוי הצבע במכל הנבדק.
לא יתגלו בציפוי בועות, סדקים, נקבוביות, הפרשות, נפיחויות או שינויים משמעותיים אחרים (כגון חספוס או שינוי צבע של פני השטח).
חותכים 3 דוגמות מהמכל. כל דוגמה תכלול אזור ריתוך.
מייבשים את הדוגמות במשך 24 שעות באוויר האופף בטמפרטורה של $(20\pm 5)^{\circ}\text{C}$.
אחרי הייבוש בודקים את הדוגמות בבדיקות אלה:
- הידבקות כמפורט בסעיף ד-5.3.4;
ההידבקות תהיה בדרגה 0 כמוגדר בתקן הישראלי ת"י 785 חלק 14.
- בדיקה חזותית בעזרת מיקרוסקופ ($250\times$);
שכבות הצבע יהיו דבוקות זו לזו ולמצע, ולא יהיו חומרים זרים שנכלאו ביניהן או בין המצע לבין שכבת הצבע.

ד-5.2.6. בדיקת כושר ההגנה מפני שיתוך של הצבע

הבדיקה תיעשה על דוגמות שייקחו ממכל חדש, שטרם נעשה בו שימוש.
חותכים מדופן המכל המצופה 3 דוגמות לפחות שמידותיהן $100\text{ מ"מ} \times 150\text{ מ"מ}$. מְמַסְכִּים בדוגמות שטחים לא צבועים וקצוות לפני הבדיקה.
בודקים את הדוגמות בתא ריסוס במי מלח לפי התקן של האגודה האמריקנית לבדיקות ולחומרים ASTM B117, בפרקי הזמן המפורטים להלן:
- ציפויים פנימיים להגנה מפני שיתוך, הבאים במגע עם מים, ייבדקו במשך 1000 שעות;
- ציפויים חיצוניים של המכל ייבדקו במשך 500 שעות.
בסיום התהליך בוחנים באופן חזותי.
לא יתגלו בציפוי בועות, קילופי צבע או סימני חלודה.

ד-6. הגנה קתודית למחממים מצופי אמל או מצופי צבע

ההגנה הקתודית מהווה אמצעי הגנה נוסף על ציפוי המכל. היא תתוכנן כך שתקנה פוטנציאל הגנה מתאים לכל נקודה במכל.
אנודת ההגנה הקתודית תהיה אנודה גלוונית (מכונה גם "אנודת הקרבה" או "אנודה להגנה קתודית פסיבית") או אנודה הפועלת בזרם מאולץ (מכונה גם "אנודה להגנה קתודית אקטיבית").
ההגנה הקתודית לסוגיה תעמוד בדרישות הרלוונטיות של הסעיפים 1 עד 10 בתקן האירופי EN 12499, בשינויים ובתוספות המפורטים להלן:

ד-6.1. בסוף סעיף 5.8 – Lifetime – יוסף:

מידות האנודה, מיקומה וחיבורה יאפשרו הגנה קתודית מלאה למשך הזמן המוצהר על ידי היצרן, ולא פחות מ-2 שנים.

- ד-6.2.** בסוף סעיף 6.2 – Design of the structure to be protected – יוסף :
אנודת ההגנה תהיה מבודדת חשמלית מגוף המכל.
ניתן יהיה לחבר חשמלית בין האנודה לבין גוף המכל, מחוץ למכל; ניתן יהיה להשתמש בחיבור זה לצורך חיבור מד-זרם בין האנודה לבין גוף המכל (ראו נספח ה).
- ד-6.3.** בסעיף 6.5.2, התבליט השני, המתחיל במילים "aluminium and zinc anodes", אינו חל.
- ד-6.4.** בסעיף 6.5.3 – Impressed current anodes, לאחר המילים "Common impressed current anodes are:"
תוסף הערת שוליים זו: מומלץ להשתמש באנודות מהטיפוס המצוין בתבליט השישי - Mixed metallic oxide coating on a substrate metal.
- ד-6.5.** סעיף 7.4 - Coating resistance measurements - אינו חל, ובמקומו תחול הדרישה הנוגעת לזרם הנורמטיבי כמפורט בנספח ה, בסעיף ה-2.
- ד-6.6.** לאחר סעיף 7.4 יוסף סעיף חדש, כמפורט להלן:
- 7.201. מדידות של היפרדות קתודית (Cathodic disbonding measurements)**
ציפויים פולימריים ייבחרו כך שלא תהיה להם הפרדה קתודית (ראו סעיף 5.6 של EN 12499).
ערך ההפרדה הקתודית המרבי ייקבע על ידי יצרן הציפוי הפולימרי, ויימדד בשיטה המתוארת במסמך האמריקני NACE RP0394.
- ד-6.7.** בסעיף 10.6 – Coating properties – דרישת ההתאמה לדירקטיבה האירופית 98/83/CE אינה חלה, ובמקומה תחול הפניה לתקן הישראלי ת"י 5452.
- ד-6.8.** בסעיף 10.7 – Effects resulting from electrolytic reactions – ההפניה לדירקטיבה האירופית 98/83/CE אינה חלה, ובמקומה תחול הפניה לתקן הישראלי ת"י 5452.
- ד-6.9.** בסעיף 10.10 – Galvanic anodes – ההפניה לדירקטיבה האירופית 98/83/CE אינה חלה, ובמקומה תחול הפניה לתקן הישראלי ת"י 5452.

נספח ה – בדיקת טיב הציפוי במכל בעזרת צריכת זרם תקנית
(נורמטיבי)

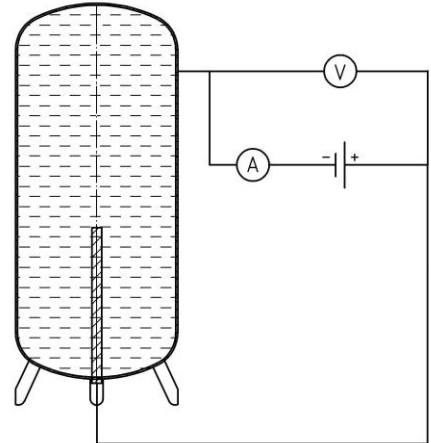
צריכת זרם ההגנה הקתודית הנורמטיבי במחמם מהווה אינדיקציה לשלמות הציפוי.

ה-1. מערך הבדיקה

מכינים מערך בדיקה כמתואר בציור ה-1.

מערך הבדיקה כולל:

- מד-מתח בעל התנגדות כניסה פנימית שאינה קטנה מ- $10 \text{ M}\Omega/\text{V}$
- מד-זרם בעל התנגדות פנימית שאינה גדולה מ- 5Ω
- ספק זרם ישר (סוללה של 1.5 וולט)
- תרמומטר
- מד מוליכות חשמלית של תמיסות



ציור ה-1 - מערך בדיקה למדידת צריכת זרם

- לפני הבדיקה מבודדים או מסירים חלקים שלא צופו.
- עורכים את הבדיקה על מכל חדש שטרם נעשה בו שימוש כלשהו.
- ממלאים את המחמם במי ברז בטמפרטורה 20°C ומוסיפים למי הברז נתרן כלורי עד שתתקבל מוליכות תמיסה של (1000 ± 100) מיקרוסימנס.
- האנודה תהיה מחויצת, ממוקמת על פי תכנון הקבע ומשופעלת מראש על ידי טבילה קצרה בחומצה אצטית בריכוז 5% (משקלי).
- שוטפים מהאנודה את שארית החומצה לפני המדידה.
- ממלאים את המכל בתמיסת הבדיקה. מודדים את המתח אחרי 2 דקות; מחברים את אנודת ההקרבה ממגנזיום להדק החיובי של מד המתח. מודדים את הזרם, הטמפרטורה, המתח והמוליכות החשמלית. המתח הנמדד על פני ספק הזרם הישר יהיה 1.4 וולט לפחות.

ה-2. חישוב הזרם

מחשבים את הזרם הנורמטיבי (I_N) לפי נוסחה (ה-1).

הזרם הנורמטיבי לא יהיה גדול מ-22.5 מיליאמפר למטר רבוע.

$$I_N = \frac{I_M}{A_K} \cdot \frac{U_o}{U_M \cdot f(G) \cdot f(x)} \quad \text{(ה-1)}$$

שבה :

- I_M - הזרם החשמלי הנמדד (מיליאמפר)
- U_0 - מתח הייחוס (= 1.5 וולט)
- U_M - המתח החשמלי המדוד (וולט)
- A_K - שטח האמייל שבמגע עם המים (מ"ר)
- $f(G)$ - מקדם התיקון על פי נוסחה (ה-2)
- $f(x)$ - מקדם התיקון על פי נוסחה (ה-3)

מחשבים את גורם התיקון לתלות צפיפות הזרם במבנה האנודה לפי נוסחה (ה-2).

$$f(G) = (17.69 - 0.01655 \cdot d_A) \cdot 10^{-6} \frac{d_A^2 + 4 \cdot d_A \cdot l_A}{A_K} + (30.94 + 0.1692 \cdot d_A) \cdot 10^{-6} \frac{d_A^3 + 580000}{d_A} \quad (ה-2)$$

שבה :

- I_A - אורך האנודה (מ"מ)
- d_A - קוטר האנודה (מ"מ)
- A_k - שטח ציפוי האמל הנמצא במגע עם המים (מ"ר)

מנרמלים את הזרם הנמדד לדרישת המדידה ב-1000 מיקרוסימנס בעזרת נוסחה (ה-3):

$$f(x) = 0.0715 + 0.0009285 \cdot K(\sigma) \quad (ה-3)$$

שבה :

- $K(\sigma)$ - המוליכות החשמלית של התמיסה הנבדקת בטמפרטורת הבדיקה (מיקרוסימנס לס"מ)

ה-3. דוח בדיקת הזרם הנצרך

יוכן דוח בדיקה של הזרם. הדוח יכיל את הפרטים האלה :

- מין המכל ;
- מין ציפוי האמל (חד-שכבתי או רב-שכבתי) ;
- שטח ציפוי האמל [הבא במגע עם המים], A_K (מ"ר) ;
- אורך האנודה (מ"מ) ;
- קוטר האנודה (מ"מ) ;
- הטמפרטורה של תמיסת הבדיקה (מעלות צלזיוס) ;
- המוליכות החשמלית שנמדדה בתמיסת הבדיקה (מיקרוסימנס לס"מ) ;
- המתח החשמלי שנמדד בבדיקה (וולט) ;
- הזרם החשמלי שנמדד בבדיקה, I_M (מיליאמפר) ;
- זרם החשמל הנורמטיבי המחושב, I_N (מיליאמפר למ"ר).

נספח ז – כללי המקצוע הטובים להבטחת עמידות המחמם בשיתוך

(למידע בלבד)

בנספח זה מפורטים כללי המקצוע הטובים שיש לנקוט כדי להבטיח, שמחמם העומד בדרישות סעיף 3.3.3 ונספח ד של תקן זה יהיה עמיד בשיתוך לאורך זמן. הכללים המפורטים בנספח זה מתייחסים לכל תהליך ייצור מכל המים של המחמם - תכנון המכל, רכיבת חומרי הגלם, ייצור המכל, עיבוד שטח הפנים של המכל לקראת השמת הציפוי, השמת הציפוי - ולבדיקות המומלצות בכל אחד משלבים אלה.

ז-1. כללי

- השטח החיצוני של מכל המים, המבודד בחומר שאינו נצמד אליו, יטופל בטיפול מונע שיתוך.
- המכל והצינורות שבו והחומרים שמהם הם עשויים יתאימו לכל הדרישות הרלוונטיות של נספח ד.
- המכל והצינורות שבו יטופלו, ירותכו ופני השטח שלהם יוכנו לציפוי בהתאם לדרישות שבנספח ד לפי מין הציפוי כמפורט בסעיף 3.3.3.2.
- תכן החיבורים ימנע שיתוך באזור הפתחים, הצינורות, האוגן וטבלת המנגנון.
- לבידוד תרמי בין המכל לבין המעטפת ישמשו רק חומרים שאינם גורמים לשיתוך. אם יש חשש לשחרור חומרים משתכים מחומרי הבידוד, יינקטו צעדים מיוחדים להגנה מפניהם.

ז-2. הגנה על המחמם מפני שיתוך

- החומרים, הציפויים והאבזרים לא יצריכו פעולות תחזוקה מיוחדות.
- כל הפלדות המיועדות לציפוי יתאימו לציפוי המתוכנן עבורן, ולהכנת השטח הנדרשת לציפוי זה.
- יצרן המכל ירכוש חומרים רק מספקים המחויבים לנעקבות⁽⁶⁾ ביחס לספקיהם.
- יצרן המכל ישמור את כל תעודות האיכות מתהליך הייצור שלו ושל ספקיו.
- תעודות של מאפייני המתכת ייחשבו תעודות מתהליכי הייצור של המתכת או ממעבדה מוסמכת לבדיקות אלה.
- יצרן המכל ישמור את הנחיות ההשמה של יצרני חומרי גלם.
- יצרן המכל יציג, על פי דרישת בודק חיצוני, תיעוד של החומרים והתהליכים.
- בדיקות הלחץ הנדרשות במכל (כחלק מבדיקות הבטיחות) ייעשו לפני השמת שכבת הציפוי הפנימי להגנה מפני שיתוך.
- תובטח תקינותם של כל האלמנטים המגינים מפני שיתוך גם בעת פעילות תחזוקה.
- כל החיבורים בתוך המכל ואליו לא יגרמו להאצת השיתוך. יימנע שימוש בצמדי מתכות שאינן מתאימות ביניהן, או שיעשו חיוצים.

⁽⁶⁾ היכולים לספק תיעוד בנוגע למקור החומר עד לזיהוי יצרן חומר הגלם; לדוגמה, יצרן הפלדה שממנה נבנה

ז-3. מחממים העשויים פלדה לא מחלידה (ללא ציפוי)

עם סיום תהליכי העיבוד, פני המתכת יהיו נקיים. מותרים רדידי תחמוצת בצבע צהבהב לאורך תפרי הריתוך. אין להשתמש בחומרי ניקוי על בסיס כלורידים.

ז-4. מחממים עם ציפוי אמל

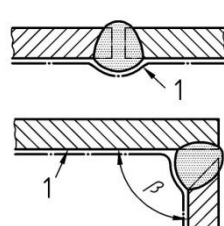
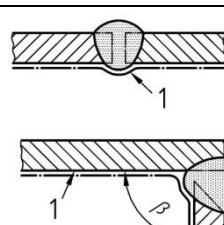
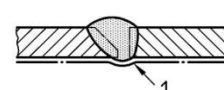
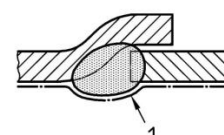
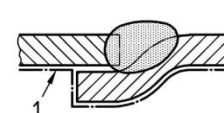
ז-4.1. ריתוכים במכל מצופה באמל

טבלה ז-1 מפרטת את טיפוסי הריתוכים המותרים במכלים עם ציפוי אמל.

- ריתוכים מטיפוסים 1 עד 10 ייעשו לפני הציפוי באמל;

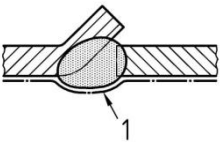
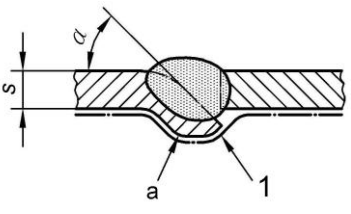
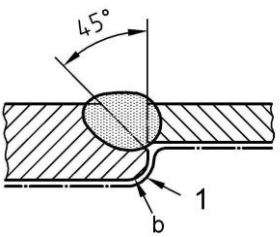
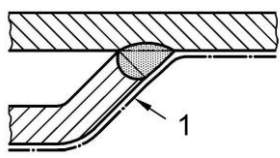
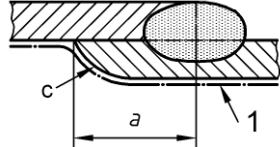
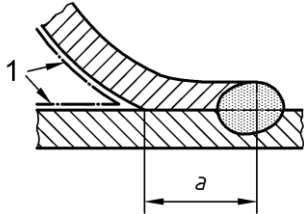
- ריתוך מטיפוס 11 מותר אחרי הציפוי באמל.

טבלה ז-1 - טיפוסי ריתוכים המתאימים למכלים עם ציפוי אמל

מס'	גימור	הערות
1		מותר לרתך בשני הצדדים. הזווית β בצד האמל תהיה בין 30° ל-360°, כך שייווצרו פינות עגולות בצד האמל
2		הזווית β בצד האמל תהיה בין 30° ל-360°, כך שייווצרו פינות עגולות בצד האמל
3		-
4		-
5		החפיפה היא של 10 מ"מ לכל היותר

(המשך הטבלה בעמוד הבא)

(המשך)

מס'	גימור	הערות
6		-
7		רדיוס העקמומיות: $\alpha = (45 \pm 5)$
8		-
9		-
10		החפיפה היא של 10 מ"מ לכל היותר. החפיפה לא תשאיר מרווחים
11		החפיפה היא של 10 מ"מ לכל היותר
<p>מקרא: 1 – שכבת אמל. a – קצה מעוגל ברדיוס $r = s/2$, כאשר $r = 2$ מ"מ לפחות, או חתוך בזווית קטנה מ-45°, עד $s/2$. b – קצה מעוגל ברדיוס $r = 2$ מ"מ או חתוך בהתאמה בזווית קטנה מ-45°. c – מעוגל ברדיוס $r \leq 2$ מ"מ.</p>		

ז-5. מחממים עם ציפוי צבע (חומר פולימרי)

ז-5.1. כללי

הצבע יהיה עמיד במגע עם מי שתייה עד לטמפרטורה של 98°C .
הצבע יהיה בעל כושר להגנת הפלדה מפני שיתוך.
יצרן הצבע יקבע את ערך ההיפרדות הקתודית (cathodic disbonding) המרבי עבור המוצר שלו.
ערך ההיפרדות ייבדק באמצעות המסמך האמריקני NACE RP0394.

ז-5.2. תהליך ציפוי בצבע

ז-5.2.1. טיפול ברתכים

לאחר ריתוך המכל מסירים בליטות, פגמים וכתמים מתפרי הריתוך.
רמת הגימור של הרתכים תהיה C לפחות, לפי המסמך האמריקני NACE SP0178.

ז-5.2.2. הכנת השטח לציפוי

מכינים את פני השטח המיועדים לציפוי לפי דרישות יצרן הצבע, אך לא פחות מרמה SA 2.5 לפי התקן הבין-לאומי ISO 8501-1 (הזהה לתקן השוודי SIS 05 5900 ומחליף אותו). בהתאם להנחיות יצרן הצבע בונים פרופיל של חספוס פני השטח ועורכים טיפולי שטח מקדימים ומיוחדים.

ז-5.2.3. השמה

משימים את הצבע לפי הנחיות היצרן בריסוס, בהברשה או בטבילה.
חומרי הצבע והמדללים של כל השכבות יהיו מתוצרת יצרן אחד ובגוון שונה.
זמן ההמתנה מסיום הכנת השטח עד להשמת הצבע יהיה לפי הנחיות יצרן הצבע.
זמן ההמתנה בין השמת השכבות לייבוש הסופי יהיה לפי הנחיות יצרן הצבע.
בעת השמת הצבע, טמפרטורת המתכת תהיה גבוהה לפחות 3°C מנקודת הטל.

רשימת מונחים

לרשימת המונחים בסוף התקן יוסף:
נְעֻקְבוּת - traceability