

Tuz Püskürtme Testi - Farklı tip kaplamaları karşılaştırırken

neden kullanılmamalıdır?

Salt spray testing – Why it should not be used

to compare different types of coatings?

İnşaat, imalat veya mühendislik alanlarında koruyucu kaplama kullanıcıları için, dikkatle anlaşılması gereken tek bir korozyon boyutu vardır – hızlandırılmış korozyon testinin rolü ve sınırlamaları. On yıllar boyunca, sözde “tuz püskürtme testi”, kaplama performansı hakkında yanıltıcı bilgiler vermekte ve sonuçları, suni olarak gerçek dünyadakine göre daha olumlu sonuçlar veren ürünlerin pazarlama malzemelerinde belirgin bir özellik olarak kendini göstermektedir.

“Tuz püskürtme testi”nde yanlış olan nedir?

Öncelikle, test, özel bir malzeme veya kaplamanın kalite kontrolü ile ilgili bazı değerler içermektedir. Bu, testin esas olarak tasarlanma amacıdır ve bu amaçla bazı sanayi kuruluşları tarafından başarılı bir biçimde kullanılmaktadır. Bununla birlikte, artık otomotiv sanayinde dahi büyük ölçüde terk edilmiştir.

“Tuz püskürtme testi”ndeki ciddi hatalı kullanım, farklı karakteristiklere sahip farklı malzemeleri veya kaplamaları kıyaslamak veya derecelendirmek için kullanılmasıdır. Özellikle, testin, boyaları metalik kaplamalar ile kıyaslama amacıyla kullanılması yanıltıcıdır. Farklı metalik kaplamaları kıyaslamak da aynı ölçüde yanıltıcıdır. Örneğin, çinko ve çinko alaşımlı kaplamalar (küçük miktarda magnezyum ve alüminyum ilave edilmiş olanlar gibi) arasındaki kıyaslamalar, gerçek saha performansına göre oldukça farklı karşılaştırmalı sonuçlar meydana çıkarabilir.

Aşağıdaki ifadeyi de içeren test ile ilgili uluslararası standarda (ISO 9227) rağmen, testi kullanarak malzeme kıyaslamaları yapmaya ne yazık ki halen devam edilmektedir:

For users of protective coatings in the construction, manufacturing or engineering industry, there is one aspect of corrosion science that requires careful understanding – that is the role and limitations of accelerated corrosion testing. For decades, the so-called ‘salt spray test’ has generated misleading information about coating performance and its results still feature prominently in the marketing materials of products that, artificially, yield more favourable outcomes than in the real world. We are going to examine the possibilities to use hot-dip galvanizing in different corrosion categories, in this document.

What is wrong with the ‘salt spray test’?

Firstly, the test does have some value for quality control of a specific material or coating. This is what the test was originally designed for and it is used successfully by some industries for this purpose. Although, it is now largely abandoned even by the automotive industry.

The serious misuse of the ‘salt spray test’ is its use to compare, or rank, different materials or coatings that have differing characteristics. It is especially misleading to use the test to compare paints with metallic coatings. It is equally misleading to compare different metallic coatings. For example, comparisons between zinc and zinc alloy coatings (such as those containing small additions of magnesium and aluminium) can produce comparative results that are vastly different to real in-field performance.

Unfortunately, material comparisons are still made using the test despite the international standard for the test (ISO 9227) clearly stating that **‘There is seldom a direct relation between resistance to the action of salt**

“Tuz püskürtme uygulamasına dayanım ile bir başka ortamda korozyona dayanım arasında doğrudan ilişki nadiren mevcuttur, çünkü koruyucu film oluşması gibi korozyonun ilerlemesini etkileyen bazı faktörler, karşılaşılan şartlara göre büyük ölçüde değişiklik gösterir. O nedenle, test sonuçları, bu malzemelerin kullanılabileceği tüm ortamlarda test edilen metal malzemelerin korozyona dayanıklılığı ile ilgili direk bir kılavuz olarak görülmemelidir.”¹

Bunun yerine, ISO 9227, tuz püskürtme testlerinin, yalnız, boya veya bazı metal kaplamalarda, kesiklikler, gözenekler ve hasarın hızlı analizinde kalite kontrol testi olarak uygun olduğunu öngörmektedir.

Çok sayıda meslektaş incelemesinden geçmiş çalışmalar, tuz püskürtme testinin kullanılması hakkında açık ve net uyarılarda bulunmuştur:

“Esasen, organik kaplama sistemlerinin performans seviyelerini derecelendirirken, standart tuz püskürtme testleri ile pratik deneyimden çıkan sonuçlar arasında varsa bile çok küçük bir korelasyon olduğu, uzun yıllardan beri kabul edilegelmektedir.”²

“Tuz püskürtme, en yaygın kullanılan hızlandırılmış testtir. Deniz ortamlarında metalik kaplamaların test edilmesi için 50 yıl önce geliştirilmiştir. Bu testin, kaplamaların açık hava hizmet performansı için (tuzlu atmosferde bile) iyi bir gösterge teşkil etmediği gösterilmiş olmasına rağmen, kullanımı, kaplama sanayinde yerleşmiş durumdadır.”³

“Bilinen ASTM B-117 tuz püskürtme testi, birkaç yüz saat içinde, soğuk haddelenmiş ve galvanize çeliğin kıyaslamasını vermektedir. Ne yazık ki, tuz püskürtme testi, kaplanmamış haddelenmiş sac levhaya göre galvanizlenmiş levhanın bilinen üstün korozyon dayanımını tespit etmesi mümkün değildir.”⁴

“Tuz püskürtme, hızlı indirgeme sağlamaktadır, ancak açık hava maruziyetleri ile zayıf korelasyon ortaya koymaktadır; çoğu zaman açık havada görülenlerden farklı mekanizmalar ile indirgeme oluşturmaktadır ve nispeten zayıf hassasiyete sahiptir.”³

spray and resistance to corrosion in other media, because several factors influencing the progress of corrosion, such as the formation of protective films, vary greatly with the conditions encountered. Therefore, the test results should not be regarded as a direct guide to the corrosion resistance of the tested metallic materials in all environments where these materials might be used. Also, the performance of different materials during the test should not be taken as a direct guide to the corrosion resistance of these materials in service.’¹

Instead, ISO 9227 recommends that salt spray tests are suitable only as quality control tests for rapid analysis for discontinuities, pores and damage in paint or some metallic coatings.

A large number of peer-reviewed papers have also given clear warnings about the use of the salt spray test:

‘In fact, it has been recognised for many years that when ranking the performance levels of organic coating systems, there is little, if any, correlation between results from standard salt spray tests and practical experience.’²

‘Salt spray is the most widely used accelerated test. It was developed more than 50 years ago for testing metallic coatings in marine environments. Although it has been demonstrated that this test does not provide a good indication of outdoor service performance of coatings (even in a salt atmosphere), its use has become entrenched in the coatings industry.’³

‘The well-known ASTM B-117 salt spray test provides a comparison of cold-rolled and galvanized steel within several hundred hours. Unfortunately, the salt spray test is unable to predict the well-known superior corrosion resistance of galvanized relative to uncoated rolled steel sheet.’⁴

‘Salt spray provides rapid degradation but has shown poor correlation with outdoor exposures; it often produces degradation by mechanisms different from those seen outdoors and has relatively poor precision.’³

Ne yazık ki, bu uyarılara rağmen, tuz püskürtme testi, yeni kaplamalar ve malzemelerin piyasaya tanıtılmasında iletişim amaçlı olarak halen kullanılmaktadır.

Tuz püskürtme testi neden yanıltıcı sonuçlar vermektedir ?

“Tuz püskürtme testlerinin” gerçek korozyon performansını güvenilir biçimde tespit edememesinin sebeplerini anlamak için, test prosedürüne bakmak önemlidir. Testi yapılan numuneler, tuz içeren bir solüsyonun, 35°C de numuneler üzerine çok ince bir sis katmanı olarak püskürtüldüğü sıcaklık kontrollü bir bölmeye konur. Püskürtme sürekli yapılırken, numuneler sürekli ıslak olur ve o nedenle sürekli korozyona maruz kalır. Performans, tanımlanan yüzey paslanması seviyelerine ulaşmak üzere sayı saatleri kaydederek derecelendirilir. Test süreleri, bazı malzemeler için, 24 saat ile 1000 saat arasında değişir.

Tuz püskürtme testinin, gerçek dünyada maruziyet şartları ile korelasyon içinde olmamasının bazı çok açık sebepleri vardır:

- Test kuponlarının yüzeyi, gerçekte oluşmayan çevrimsel kuruma olmadan sürekli ıslaktır. Bu, çinko gibi metallerde, sahadaki gibi bir pasif film tabakası oluşmasını önler.
- Klorür muhtevası, çok yüksektir (normalde % 5 NaCl), ve farklı metaller ve metal bileşenleri için farklı hızlandırma faktörlerine sahip çok hızlandırılmış şartlar oluşmasına yol açar.

Bunlar, normal açık hava şartlarında maruziyet sırasında muhtemelen asla oluşmayan olağan dışı ve ağır şartlardır.

Unfortunately, despite these warnings, salt spray testing is still used in communications to introduce new coatings and materials to the market.

Why salt spray testing gives misleading results?

To understand why the ‘salt spray test’ fails to reliably predict real corrosion performance, it is important to look at the test procedure. Samples under test are inserted into a temperature-controlled chamber where a salt-containing solution is sprayed, at 35°C, as a very fine fog mist over the samples. As the spray is continuous, the samples are constantly wet, and therefore, constantly subject to corrosion. Performance is rated by recording the number hours to reach defined levels of surface rusting. Test duration ranges from 24 hours to 1000 hours or more for some materials.

There are some obvious reasons why the salt spray test does not correlate with real world exposure conditions, in particular:

- *The surface of the test coupons is constantly wet, with no cyclic drying, which does not happen in reality. This prevents metals, such as zinc, from forming a passive film as it would in the field.*
- *The chloride content is very high (normally 5% NaCl) resulting in highly accelerated conditions with different acceleration factors for different metals and metal constituents.*

These are unusual and severe conditions that probably never occur during normal outdoor exposure.



Şekil 1 - Tuz püskürtme bölmeleri, varsa bile pratikte çok nadiren görülen test şartları oluşturur.

Figure 1 – Salt spray chambers create test conditions that are rarely, if ever, observed in practice.

Tuz püskürtme testi, malzemelerin korozyona dayanımını başarılı biçimde kıyaslayamaz.

Gerçek açık hava şartlarında, metalik çinko kaplamaların iyi performansının, ıslaklık dönemleri arasında kurumaya dayandığı kabul edilmektedir. Kuruma çevrimi sırasında pasif ve nispeten stabil bir oksit ve/veya karbonat filmi geliştirme, galvanize kaplamaların mükemmel performansına katkı yapar. Tuz püskürtme testi sırasında sürekli ıslaklık, pasif oksit/karbonat tabakası gelişmesine imkan vermez. O nedenle, test, çinko kaplamalarının performansını suni olarak azaltır.

Boyanmış malzeme, tuz püskürtme testi kullanılarak değerlendirildiğinde, boyaların parçalanmasının yaygın sebebi olan ultraviyole ışığına maruziyet yoktur. Boyanmış çeliğin bozulmasının sebebi olan ana bozulma mekanizması, tuz püskürtme testinde bir şart olduğu için, bu ciddi bir kusurdur.

Farklı çinko kaplamaları çeşitlerini kıyaslarken, tuz püskürtme testi, benzer yanıltıcı sonuçlar verebilir. Örneğin, çinko kaplamaya az miktarda magnezyum veya alüminyum ilavesi, gerçek maruziyet şartlarından farklılık gösteren tuz püskürtme testi sonuçları oluşmasına yol açar.

İster çevresel ortamdan (deniz tuzu) ister bir çinko alaşımından olsun magnezyum iyonları, sodyum klorür mevcudiyetinde koruyucu korozyon ürünlerinin oluşumunu teşvik eder ve böylece korozyon oranlarının düşmesine yol açar. Bu, yüksek oranda ıslaklık ve yüksek klorür yükü içeren hızlandırılmış testlerde, çinko-magnezyum-alüminyum kaplamalarının suni olarak neden daha iyi performans gösterdiğini açıklamaktadır. Bu etki, örneğin deniz, atmosfer gibi bazı saha maruziyet testlerinde de ortaya çıkmaktadır; ancak tuz püskürtme test sonuçlarıyla gösterilene göre oldukça düşük seviyede bir iyileşme görülür.

Salt spray testing cannot successfully compare corrosion resistance of materials.

It is well accepted that the good performance of metallic zinc coatings in real outdoor conditions relies on drying between periods of wetness. The development of a passive and relatively stable oxide and/or carbonate film during the drying cycle contributes to the excellent performance of galvanized coatings. The continual wetness during the salt spray test does not allow this passive oxide/carbonate layer to develop. The test therefore artificially reduces the performance of zinc coatings.

When painted material is evaluated using the salt spray test, there is no exposure to ultraviolet light, a common cause of breakdown of paints. This is a serious omission, since the main failure mechanism that causes painted steel to deteriorate is not included as a condition in the salt spray test.

The salt spray test can give similarly misleading results when comparing different variants of zinc coatings. For example, small additions of magnesium or aluminium to a zinc coating will produce salt spray test results that differ significantly from real exposure conditions.

Magnesium ions, whether from the environment (sea salt) or in a zinc alloy, promote the formation of protective corrosion products in the presence of sodium chloride, thus reducing corrosion rates. This explains why zincmagnesium-aluminium coatings show artificially better performance, as compared to zinc, in accelerated tests involving high time of wetness and high chloride load.

This effect also occurs in field exposure tests in some, e.g. marine, atmospheres but with a substantially lower level of improvement than is indicated by salt spray test results.

Özet

Çelik malzeme için koruyucu kaplama seçiminde yol gösterici olmak üzere tuz püskürtme test sonuçlarının kullanılması, mühendislik topluluğunda halen ciddi bir problem olmaya devam ediyor. “Korozyon dünyasında” testin çok iyi bilinen sınırlamalarına rağmen, özellikleri görünürde olumlu sonuçlar ortaya çıkarabilecek kaplamaların kullanılmasının teşvik edilmesinde kullanılmaya devam etmektedir. Bu makalenin, bu tip hızlandırılmış test sınırlamalarına ilişkin bilimsel zemin için bir kavrayış oluşturmaya umulmaktadır. Hızlı ve kısa süreli bilginin çekiciliğine rağmen, uzun süreli maruziyet testinden elde edilen korozyon bilgileri ve gerçek yapılar veya kullanılmakta olan bileşenlerden elde edilen geçmiş olay bilgileri için ikame niteliğinde değildirler.

Referanslar:

1. ISO 9227 “Sunî atmosferde korozyon testleri – tuz püskürtme testleri”
2. J S Skerry, A Alavi ve K I Lindgren; Koruyucu Organik Kaplamaların Çevresel ve Elektrokimyasal Test Metotları”; Kaplama Teknolojisinin J si, Cilt 60, No 765, sayfa 97.1988
3. B Appleman, “Çevrimsel Hızlandırılmış Test: İyileştirilmiş Kaplama Performansı Değerlendirilme Görüşleri” J Koruyucu Kaplamalar & Astarlar s 71-79, Kasım 1989
4. H.E Townsend “Otomobil ve Çelik Sanayilerinde İyileştirilmiş Laboratuvar Korozyon Testi Geliştirme”; 4. Yıllık ESD Genişletilmiş Kaplama Konferansı, Dearborn, ABD 1994.

Bu doküman Swerea KIMAB AB’de Danışmanlık Hizmetleri ve Altyapılarda Korozyon Koordinatörü L.Sjögren’in katkılarıyla hazırlanmıştır. Stockholm merkezli Swerea KIMAB, korozyon ve malzeme araştırmalarında lider enstitüdür. Yüzey teknolojisi, korozyon ve metallerin korozyondan korunması, korozyon testleri ve saha maruziyetleri, polimerlerin korozyonu ve malzeme analizleri ve metalografi uzmanlık alanıdır.

Daha fazla bilgi için:

Genel Galvanizciler Derneği GALDER

T: +90 (216) 445 71 21

F: +90 (216) 445 74 10

E-mail: info@galder.org.tr

Summary

The use of salt spray test results to guide election of protective coatings for steel remains a serious problem in the engineering community. Despite the well understood limitations of the test in the ‘corrosion world’, it still used to promote the use of coatings whose properties happen to produce apparently favourable results. It is hoped that this article has given some insight into the scientific background to the limitations of this type of accelerated testing. Despite the attractiveness of quick and short-term information, there is no substitute for corrosion data generated from long-term exposure testing and case history information from real structures or components in service.

References:

1. ISO 9227 ‘Corrosion tests in artificial atmospheres – salt spray tests’.
2. Skerry, J S, Alavi, A and Lindgren, K I. ‘Environmental and Electrochemical Test Methods for the Evaluation of Protective Organic Coatings’, J of Coatings Technology, vol 60, No 765, p97.1988.
3. Appleman, B. ‘Cyclic Accelerated Testing: The Prospects for Improved Coating Performance Evaluation’, J Protective Coatings & Linings, p71-79. Nov 1989.
4. Townsend, H E. ‘Development of an Improved Laboratory Corrosion Test by the Automotive and Steel Industries’, Proceedings of the 4th Annual ESD Advanced Coating Conference, Dearborn, USA, 1994.

This information sheet has been prepared with the assistance of L Sjögren, Coordinator - Consulting services and Corrosion in Infrastructure, Swerea KIMAB AB. Swerea KIMAB is a leading institute within corrosion and materials research, based in Stockholm, specialising in surface technology, corrosion and corrosion protection of metals, corrosion testing and field exposures, corrosion of polymers and material analysis and metallography.

For further information:

General Galvanizers Association GALDER