



Skuteczniejsza ochrona antykorozyjna napędów elektrycznych armatury przemysłowej

Michael Herbstritt, Gert Wetzel, Andreas Baumgart, Dietmar Isele *)

Sprawność oraz niezawodność urządzeń obiektowych są niezbędnym warunkiem stabilnej i ekonomicznej eksploatacji instalacji procesowych. Decydującym czynnikiem jest odporność urządzeń na wpływy otoczenia. Przeważnie uszkodzenia spowodowane przez uszkodzenia korozyjne dowodzą, że zagadnieniu temu nie poświęca się dostatecznej uwagi, chociaż straty finansowe będące następstwem korozji są ogromne. Na przykładzie napędów elektrycznych w artykule zostało pokazane, w jaki sposób można rzetelnie podejść do kwestii korozji.

Zaostrzone wymagania

Ostatnie z wymienionych zastosowań jest obszarem – strefą offshore – który począwszy od ostatniego dziesięciolecia napędza wymagania dotyczące ochrony antykorozyjnej. W wyniku rozwoju technologii wydobywczej i wzrostu cen energii utrzymanie opłacalności wydobycia ropy naftowej i gazu na otwartych akwenach, od rejonów tropikalnych po polarne, jest coraz trudniejsze. Obecność wilgotnego powietrza zawierającego sól – czyli w wysokim stopniu korozyjnego – powoduje, że urządzenia techniczne pracują tam w ekstremalnych warunkach. Dodatkowo utrudnienie stanowi fakt, że awarie tych instalacji powodują większe straty finansowe niż ma to miejsce w przypadku infrastruktury na lądzie. W efekcie operatorzy platform wiertniczych z większą uwagą podchodzą do zagadnienia ochrony antykorozyjnej.

sterowanie nim w instalacjach procesowych. Można je spotkać wszędzie tam, gdzie stosuje się rurociągi i armaturę przemysłową, występują również w oczyszczalniach ścieków, infrastrukturze wodociągowej, elektrowniach, rafineriach i na platformach wiertniczych (ilustr. 1).



Ilustracja 1. Napęd zamontowany na platformie wiertniczej na Morzu Południowochińskim

Napędy elektryczne

Napędy elektryczne służą do automatyzacji armatury przemysłowej dowolnej konstrukcji i wielkości. Urządzenia te nastawiają położenie armatury zgodnie z poleceniem wysyłanym przez system sterowania lub według wartości zadanej, mają zatem decydujący wpływ na prawidłową regulację przepływu i

Tabela 1. Klasyfikacja warunków otoczenia na podstawie normy DIN EN ISO 12944, część 2

Kategoria korozyjna		Przykłady
C1	nieistotna	tylko wnętrza: ogrzewane budynki o środowisku neutralnym
C2	niska	obszary wiejskie, nieogrzewane budynki, w których może dochodzić do kondensacji, np. magazyny, hale sportowe
C3	średnia	przestrzeń miejska i przemysłowa o średnim zanieczyszczeniu powietrza, obszary przybrzeżne o średnim oddziaływaniu soli, pomieszczenia produkcyjne o wysokiej wilgotności powietrza i pewnym stopniu zanieczyszczenia powietrza (np. produkcja art. spożywczych, pralnie, browary)
C4	silna	przestrzenie przemysłowe, obszary przybrzeżne o średniej zawartości soli w powietrzu, instalacje chemiczne, baseny kąpielowe
C5-I	bardzo silna (przemysł)	przestrzenie przemysłowe o wysokiej wilgotności powietrza i agresywnym środowisku
C5-M	bardzo silna (morze)	obszar wybrzeża i instalacji na otwartym morzu; budynki, w których niemal nieustannie dochodzi do kondensacji i występuje duże stężenie szkodliwych substancji



Nie należy też lekceważyć kwestii odczuwania w kategoriach estetycznych operatorów instalacji i personelu obsługowego. Rdzawe plamy, nawet gdy nie mają znaczenia dla funkcjonowania urządzenia, traktowane są jako usterka nie do zaakceptowania. Ponadto zjawiska tego rodzaju postrzegane są przez użytkownika jako wady funkcjonalne, na przykład skorodowane śruby, które utrudniają przeprowadzenie przeglądu urządzeń.

Rozwiązania normalizacyjne

Dla projektantów i operatorów podstawą do klasyfikacji warunków otoczenia stanowi druga część normy DIN EN ISO 12944. Zostały one tam scharakteryzowane i przypisane do kategorii korozyjności (tabela 1).

W obszarze offshore należy spełniać wymagania kategorii korozyjności C5-M. Poszczególne kategorie podzielono z kolei na okresy ochrony: krótki, średni i długi. Napędy sprawują swoją funkcję przez lata, wobec tego wchodzi tutaj tylko w grę długotrwała ochrona.

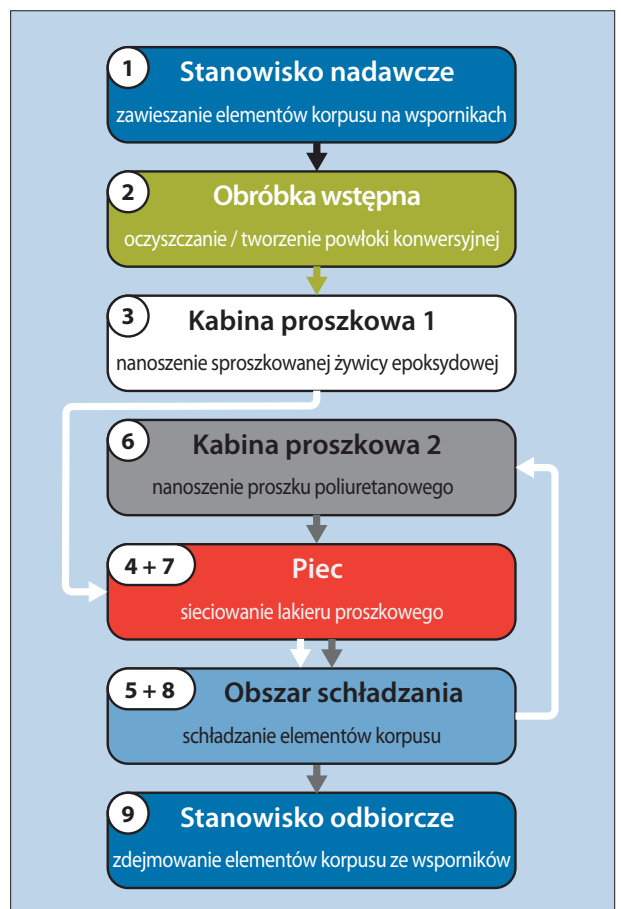
Nie zawsze środki zalecane przez normę DIN EN ISO 12944 traktowane są jako wystarczające. Szczególnie ambitna jest opracowana przez norweski przemysł naftowy norma NORSOK M-501. Opiera się ona na zawartym w normie ISO 20 340 teście antykorozyjnym. Próbkę poddawane są trwającemu 25 tygodni testowi klimatycznemu, w którym cyklicznie zmieniają się warunki klimatyczne. Podstawą wszystkich testów antykorozyjnych opisanych w normach jest próba z wykorzystaniem mgły solnej zgodnie z normą DIN EN ISO 9227 NSS. W trakcie testu zamknięte w komorze elementy, których powłoka zarysowana jest aż do powierzchni podłoża, poddawane są działaniu środowiska zawierającego sól, a następnie oceniane według znormalizowanych kryteriów. Czas trwania testu odnoszącego się do kategorii C5-M, który dotyczy długotrwałej ochrony, wynosi 1440 godzin (według normy DIN EN ISO 12944-6), natomiast w teście zgodnym z ISO 20 340 czas cyklicznych prób klimatycznych równy jest 1800 godzin.

Wspólną dla wszystkich norm słabością jest to, że nie uwzględniają one rozwiązań z ostatnich lat w zakresie powłok proszkowych. Na listach zabezpieczeń antykorozyjnych brakuje więc tej rozpowszechnionej i sprawdzonej powłoki przeciwkorozyjnej. Wynika to z długotrwałości procedur normalizacyjnych.

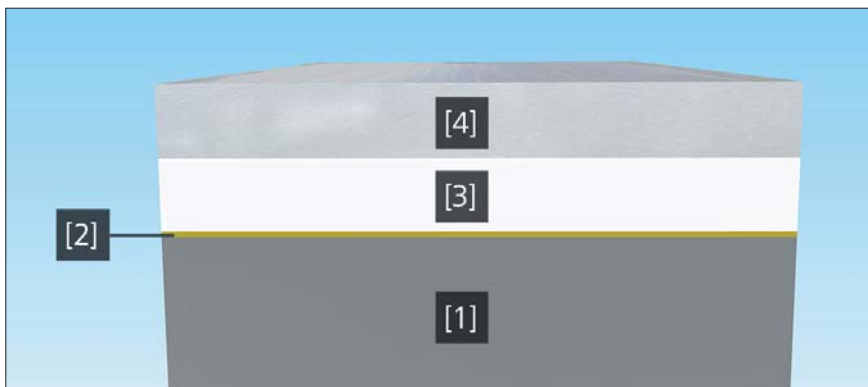
Powlekanie proszkowe wyznacza nowe standardy

Przyjęcie nowych wytycznych dotyczących ochrony środowiska rozpoczęło

Ilustracja 2.
Odcięta uszczelka [1] pozwala zobaczyć, że powłoka sięga aż za krawędź uszczelniającą [2]



Ilustracja 3.
Przebieg procesu powlekania proszkiem



Ilustracja 4. Struktura powłoki: [1] korpus (aluminium lub żeliwo szare), [2] powierzchnia konwersyjna z Oxsilanu, [3] sproszkowana żywica epoksydowa (70 μm), [4] proszek poliuretanowy (70 μm)

odliczanie czasu do zamknięcia starych instalacji lakierniczych w firmie AUMA. Zaostrzenie wymagań przedsiębiorstwo potraktowało jako okazję do gruntownej weryfikacji metody powlekania. Po zakończeniu fazy szczegółowej oceny zdecydowano się na dwuwarstwowe powlekanie proszkowe elementów korpusu. Instalacja powlekania proszkowego kosztowała kilka milionów euro, a elementy korpusu stopniowo przestawiano na powlekanie proszkowe powłoki.

Zasadnicza zmiana założeń oznaczała odejście od lakierowania kompletnego urządzenia po montażu na rzecz powlekania poszczególnych elementów korpusu przed montażem. Niebagatelną korzyść dla użytkownika polega na tym, że również w przypadku częstego otwierania korpusu urządzenia w instalacji, podczas montażu, uruchamiania lub przeglądów powłoka antykorozyjna pozostaje nienaruszona.

Z powodu grubości powłoki uzyskiwanej w systemie lakierowania dwuwarstwowego metalowe komponenty dostosowano pod względem rozmiaru i przekonstruowano. Samodzielnie narzuconym, ambitnym celem było pokrycie elementów korpusu aż za krawędź uszczelniającą. Zrealizowano to założenie, powlekając wszystkie powierzchnie uszczelniające, dzięki czemu i tak już dobre właściwości antykorozyjne zostały poprawione.

Struktura powłoki i technologia

Przed naniesieniem powłoki proszkowej elementy konstrukcyjne muszą zostać poddane chemicznej obróbce na mokro. Usuwane są wtedy tłuszcz i zanieczyszczenia oraz aktywowana jest powierzchnia. Powstała na tym etapie powłoka konwersyjna sprzyja optymalnemu połączeniu przyszłej powłoki



Ilustracja 5. Pokrywa po trwającym 2520 godzin teście z wykorzystaniem mgły solnej. Przy rysie nie są widoczne żadne szkody korozyjne.

proszkowej z powierzchnią korpusu, czego efektem jest wysoka przyczepność. Firma AUMA stosuje technologię silanową (Oxsilan), która utrzymując jakość porównywalną do powszechnie stosowanego fosforanowania cynkowego, jest znacznie mniej szkodliwa dla środowiska.

W kabine proszkowej na umocowany element korpusu nanoszona jest powierzchnia gruntująca – naładowana elektrostatycznie sproszkowana żywica epoksydowa. Ładunek powoduje, że proszek rozkłada się równomiernie na materiale aż za krawędź uszczelniającą. Z kabiny proszkowej wsporniki z elementami wędrują do pieca, gdzie proszek wgrzewany jest w powierzchnię elementu korpusu. Sproszkowana żywica epoksydowa ulega wtedy w znacznym stopniu usieciowieniu, dzięki czemu uzyskiwana jest niezwykła wytrzymałość mechaniczna powłoki. Na kolejnym etapie technologicznym w podobny sposób nanoszony jest poliuretanowy proszek kryjący. Powłoka ta odpowiada za bardzo dobrą odporność na działanie chemikaliów, czynników pogodowych i promieniowania ultrafioletowego. Zasadnicze właściwości obu powłok proszkowych zostały optymalnie do siebie dostosowane, zwłaszcza pod względem przyczepności powłoki kryjącej do gruntującej.

Dostępne na rynku lakiery proszkowe nie pozwalały uzyskać zakładanych właściwości. Dlatego też firma AUMA, we współpracy z producentem lakierów, opracowała własną recepturę. Dzięki wprowadzeniu domieszki cząsteczek metalicznych do proszku powlekającego wysoka jakość została podkreślona również wizualnie.

Cały proces (ilustr. 3) jest w znacznym stopniu zautomatyzowany, co zapewnia stałą jakość otrzymywanej pow-



Ilustracja 6. Napęd z elementami korpusu powleczonymi proszkowo

CENTRALA

AUMA Polska Sp. z o.o.

ul. Komuny Paryskiej 1 d tel. 32 / 783 52 00
41-219 Sosnowiec fax. 32 / 783 52 08

BIURO ZACHÓD
ul. Turkusowa 2
62-300 Września
tel. 61 / 436 02 13
tel./fax. 61 / 640 01 35

BIURO PÓLNOC
ul. Hutnicza 3/2
81-212 Gdynia
tel. 58 / 667 30 95
fax. 58 / 667 30 96

BIURO WSCHÓD
ul. Patriotów 110/313
04-844 Warszawa - Miedzeszyn
tel. 22 / 33 22 104
fax. 22 / 33 22 105



Woda



Chemia



Nafta i gaz



Energetyka



Przemysł i specjalne rozwiązania

łoki. Zasadniczo rzecz biorąc, urządzenia mogą zostać następnie poddane lakierowaniu na mokro. Wykonuje się to zazwyczaj, gdy zamówiono urządzenia w kolorze specjalnym lub specyfikacja urządzenia przewiduje minimalną grubość powłoki. Ze względu na ochronę antykorozyjną dodatkowo lakierowanie nie jest jednak wymagane, ponieważ mimo względnie małej grubości powierzchni wynoszącej 140 μm (ilustr. 4), powłoka proszkowa spełnia wymagania kategorii antykorozyjnej C5-M dla warunków długotrwałej eksploatacji, nawet biorąc pod uwagę zastrzoną procedurę testową według ISO 20 340.

Inne środki ochrony

Zabezpieczenie antykorozyjne wprowadzone przez firmę AUMA nie ogranicza się do powłoki proszkowej. Nie wszystkie zewnętrzne elementy można pokryć, wykorzystując tę technologię. Elementy obsługowe, wskaźniki, tabliczki znamionowe, śruby lub wałek pokręta ręcznego produkują się z odpowiednich materiałów, na przykład ze stali

nie rdzewnej lub pokrywa innymi rodzajami powłok. W określonych warunkach korozja może wystąpić w miejscach styczności między dwoma różnymi, osobno odpornymi na korozję materiałami. Aby uniknąć tak zwanej korozji kontaktowej, przeprowadza się czasochłonne testy, które mają wyeliminować niekorzystne połączenia materiałów.

Podsumowanie

Opisany system ochrony antykorozyjnej został poddany testowi z wykorzystaniem mgły solnej, który trwał 2520 godzin. Po upływie tego czasu próba została przerwana, ponieważ nie pojawiły się wtedy jeszcze żadne znaczące szkody korozyjne (ilustr. 5). Tym samym przekroczono znacznie długość testu zalecaną przez wszelkie normy. W ramach prób przeprowadzono i udokumentowano całkowity cykl testowy według normy ISO 20 340.

Obecnie dla grupy napędów brak jest ochrony antykorozyjnej o porównywalnej skuteczności. Tego rodzaju systemu ochrony przeciwkorozyjnej nie da się opracować z dnia na dzień.

Konieczne są pokaźne inwestycje i wysoki koszt początkowy. Wysilek opłaca się jednak, ponieważ skłonność operatorów instalacji do akceptowania awarii powodowanych przez korozję jest coraz mniejsza.

Dziękujemy firmie **AUMA Polska Sp. z o.o.**, Sosnowiec, za pomoc w przygotowaniu artykułu.

*) Mgr inż. *M. Herbstritt* jest redaktorem technicznym w firmie AUMA Riester GmbH & Co. KG, Müllheim, Niemcy; mgr inż. *G. Wetzel* jest menadżerem produktu pn. powlekanie proszkowe w tej firmie; *A. Baumgart* jest kierownikiem zespołu w dziale powlekania proszkowego w tej samej firmie; mgr inż. *D. Isele* jest pracownikiem Wydziału Budowy Maszyn i Technologii Procesowej Szkoły Wyższej w Offenburgu, Niemcy.

Tłumaczenie artykułu z „Industriearmaturen”, z. 2/2012, ss. 145–149.