



Szczepan Gorbacz, Amargo

Magazynowanie stężonego kwasu siarkowego H₂SO₄ (VI) w wielkogabarytowych zbiornikach z tworzywa

W niniejszym artykule poruszone zostały zagadnienia dotyczące przemysłowych, wielkogabarytowych chemoodpornych układów zbiorników tworzywowych oraz instalacji przeznaczonych do pracy ze związkami żrącymi takimi jak np. kwas siarkowy czy kwas azotowy i inne substancje o właściwościach silnie utleniających, które często wywołują efekt wyraźnych spękań naprężeniowych w zgrzewach lub spoinach arkuszy płyt zbiornika, z których został zbudowany.

Dla wyjaśnienia i rozpoczynając nieco od historii oraz tradycji w zakresie projektowania oraz doboru materiałów i rozwiązań w zakresie magazynowania kwasu siarkowego o wysokim stężeniu (tj. rzędu 96-98%), jak również częstych warunkach pracy w podwyższonej temperaturze – należy zaznaczyć, iż przez długie lata **powszechnie wybieranym materiałem w tym zakresie była stal węglowa**, w tym z różnymi technologiami pokrycia powierzchni ścian oraz dna w celu **ograniczenia ryzyka korozji**.

Wspomniane technologie polegające na gumowaniu/malowaniu nie dawały jednak zadowalających efektów i wymagały dość częstych interwencji oraz napraw, co na ogół jest bardzo kłopotliwe i kosztowne. Wiąże się to po pierwsze z **koniecznością zatrzymania pracy zbiornika oraz instalacji** (wymierne straty finansowe przedsiębiorstwa przemysłowego) oraz po drugie – z **bardzo wymagającym przygotowaniem wnętrza zbiornika**, tak by zapewnić bezpieczną pracę ekipom remontowym – mamy tu na myśli neutralizację atmosfery, zapewnienie specjalistycznej wentylacji, automaty oddechowe i szereg innych

środków ochrony bezpośredniej. Warto także podkreślić, że remont czy też naprawa zbiornika poprzez nałożenie warstwy chemoodpornej, która to musi zostać trwale połączona z podłożem poprzez przyklejenie / zespolenie, wymaga spełnienia nadzwyczaj wysokich wymagań tj. bardzo dużej czystości podłoża, równości oraz eliminacji ubytków, odtłuszczenia, odrdzewiania.

Jeśli wzmiankowo mielibyśmy poruszyć kwestię odporności innych specjalistycznych gatunków stali na kwas siarkowy – możemy przywołać opracowania: C.M. Schillmoller, Selection and performance of stainless steels and other nickel-bearing alloys in sulphuric acid, Nickel Institute NiDi Technical series, No. 10 057, www.nickel institute.org oraz Guide to corrosion-resistant nickel alloys, Haynes International, Inc., H-2114b, www.haynesintl.com, uwzględnione także w publikacji na portalu stalenie-rdzewne.pl.

Dane uwzględnione w przytoczonych materiałach potwierdzają, iż wykonanie zbiornika z zaawansowanych

specjalistycznych odmian stali jest bardzo kosztowne i nadal nie daje całkowitej odporności oraz długoletniej żywotności magazynu kwasu siarkowego.

Dodatkowo, z reguły każdemu odpowiedzialnemu użytkownikowi zbiornika kwasu siarkowego zależy na tym, by warunki przechowywanego medium były zachowane na najwyższym poziomie – krótko rzecz ujmując, by **parametry fizykochemiczne kwasu, w tym czystość i barwa, nie ulegały zmianom podczas magazynowania w zbiorniku**. Jak wiadomo kwas siarkowy w kontakcie ze stalą wchodzi w reakcję, dotyczy to zwłaszcza tych partii zbiornika, w których dochodzi do systematycznej zmiany poziomu cieczy – odsłonięcia i narażenia powierzchni stalowej zbiornika na kontakt z atmosferą tlenową.

Powłoki antykorozyjne wewnątrz zbiornika magazynowego na kwas siarkowy

Mając na względzie czystość magazynowego kwasu oraz wymagania odbiorców medium dotyczące składu chemicznego roztworu kwasu oraz jego barwy – co jest warunkiem uzyskania podczas obrotu na rynku odpowiednio wyższej ceny, wynikającej z jakościowego surowca – część zakładów przemysłowych decyduje się na zlecenie wykonania **dodatkowej powłoki antykorozyjnej wewnątrz zbiornika poprzez pokrycie wewnętrznej powierzchni stalowej wykładziną z płyt ECTFE** (symbol zgodny z normą EN ISO-1043-1), jednostronnie kaszrowanych materiałem szklanym GK 2,3 mm (tworzywo fluoropolimerowe). Po wykonaniu wykładziny chemo odpornej z tworzywa sztucznego (kopolimeru etylenu i chlorotrifluoroetylen), pomimo wykonywanych testów iskrowych szczelności, inwestorzy życzą sobie wykonanie w odstępach czasowych pomiaru jakości kwasu, gdzie parametrami gwarantowanymi jest wielkość wzrostu stężeń żelaza i barwa kwasu, wynikające z magazynowania kwasu w okresie 3 miesięcy (porównanie parametrów kwasu wlewanego do zbiornika i z niego wylewanego).

Wykonanie wspomnianych cienkowarstwowych wykładzin chemo odpornych przy wykorzystaniu tworzyw z rodziny fluorowców realizowane jest w ramach uprawnień dozorowych UDT przez specjalistów Amargo, jednak w niniejszym opracowaniu skupimy się na innym unikalnym rozwiązaniu, jakie proponujemy dzięki szerokim możli-

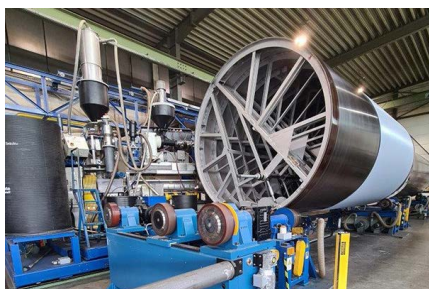
wościom wdrażanej **nawojowej linii produkcyjnej**, wytłaczającej beznaprężeniową (NoStress) wstęgę tworzywa formowanego na dany wymiar zbiornika.

Zbiorniki magazynowe na kwas siarkowy z tworzyw termoplastycznych produkowane z gotowych płyt tworzywa

Cylindryczny chemo odporny zbiornik z tworzywa sztucznego np. polietylenu wysokiej gęstości molekularnej HDPE – klasy PE100 (wytrzymałość 10 N/mm²) można wykonać poprzez obróbkę oraz zgrzewanie lub spawanie płaskich, uprzednio ekstrudowanych arkuszy tworzywa – dostępnych handlowo na rynku. Natomiast prowadząc proces odpowiedzialnego projektowania takiego zbiornika, należy po pierwsze **zweryfikować odporność chemiczną** bazując na specjalistycznych katalogach i wytycznych opartych o dane producentów, które są powiązane z danymi materiału pierwotnego – granulatu użytego do wytłoczenia wspomnianych płaskich arkuszy.

Odporność chemiczna jest szczególnie ważna z uwagi na możliwe **negatywne efekty w wyniku spękań naprężeniowych**. Jak zaznaczono na wstępie, roztwór kwasu siarkowego H₂SO₄ (VI) o wysokich stężeniach, zwłaszcza w wyższych temperaturach to silny utleniacz. W efekcie, w trakcie okresu eksploatacji zbiornika **medium atakuje najbardziej wrażliwe miejsca jakimi są spawy ekstruzyjne oraz zgrzewy tworzywa**, szczególnie gdy są w nich skumulowane naprężenia wewnątrzmaterialowe pozostałe po procesie ekstruzji, zwijania arkuszy w cylinder, bądź formowania obszernych w przekroju spoin ekstruzyjnych. Wynika to z faktu, że podczas stygnięcia masy wyekstrudowanej, plastycznej spoiny dochodzi do skurczu materiałowego i „ściągnięcia” sąsiednich struktur materiałowych w obszar kurczącej się masy tworzywa.

W wyniku penetracji wgłębnej medium dochodzi do **zniszczeń struktury tworzywa i kolejno przechodzenia do coraz to głębszych warstw materiału**. Proces oczywiście postępuje w czasie z odpowiednim zmniejszeniem intensywności, jednak jeśli sumaryczna grubość materiału nie zapewnia odpowiedniego nadmiaru gwarantującego przeniesienie wytrzymałości nawet przez część przekroju ścianki (ciągle niezdegradowaną) – wówczas zbiornik może ulec uszkodzeniu i przeciekowi.



Poznaj najważniejsze zalety technologii z punktu widzenia korzyści, jakie niosą dla Inwestora

Pobierz plik .pdf



Mówiąc o odporności chemicznej użytego gatunku tworzywa do budowy zbiornika magazynowego kwasu siarkowego należy także wskazać, iż wykonując obliczenia uwzględnia się adekwatne współczynniki, zawarte w ww. tabelach.

Reasumując – przy zachowaniu reżimu projektowego, wytycznych DVS w zakresie możliwych akceptowalnych naprężeń w strukturach tworzywa (tabela „Permissible edge fibre elongation according to DVS 2205 Part 2) często okazuje się, iż **zwykłą technologią zgrzewania tworzywa nie można wykonać zbiornika na omawiany kwas z zapewnieniem długoletniej, bezawaryjnej żywotności.** Doskonałą alternatywą są zbiorniki magazynowe wytwarzane metodą nawojową (szerzej pisaliśmy o niej w artykule [„Produkcja innowacyjnych zbiorników z tworzyw termoplastycznych metodą nawojową – co przemysł na niej zyska?”](#)).

Technologia nawojowa SafeSeamLess jako sprawdzona metoda wytwarzania zbiorników na silnie żrące substancje

Mając na względzie powyższe i jednocześnie zapewniając bezpieczne funkcjonowanie zbiornika, stosujemy unikatową technologię produkcji w pełni chemoodpornych zbiorników dozorowych UDT (oraz niepodlegających UDT – technologicznych/procesowych) na tzw. „ciężką chemię” systemem ciągłej beznaprężeniowej ekstruzji płaszcza zbiornika, dającą możliwość wykonania pełnej litej ścianki o grubości przekroju rzędu nawet 180 milimetrów.

Co dzięki technologii nawojowej może zyskać użytkownik zbiornika kwasu siarkowego

- **Oszczędności kosztów inwestycyjnych oraz w zakresie wydatków remontowych** dzięki możliwości wydłużenia czasu eksploatacji zbiornika w wyniku zastosowania bezpiecznych grubości ścianki tworzywa (odpowiednik nadkładu na korozję stosowany powszechnie podczas projektowania zbiorników stalowych, gdzie czasami sięga 30 – 50% nominału).
- **Wzrost rentowności bieżącej działalności produkcyjnej** dzięki uzyskiwaniu podczas obrotu wysokiej ceny kwasu; jest to możliwe dzięki zachowaniu nieskazitelnej czystości magazynowanego roztworu kwasu, gdyż do budowy zbiornika nie używa się ani grama stali, w efekcie nie ma możliwości, by związek wchodził w reakcję i tracił swe pierwotne parametry jakościowe.
- **Eliminację kosztów utrzymania ruchu** – nie ma potrzeby wykonywania na zewnątrz zbiornika jakichkolwiek specjalistycznych powłok czy też barier antykorozyjnych i ich odtwarzania w cyklach 2-3 letnich, gdyż stosowane w Amargo do produkcji mieszanki

tworzyw charakteryzują się dużą odpornością na żrące chemikalia, korozję atmosferyczną, promieniowanie UV i zmienne warunki otoczenia, co skutkuje wymiernymi oszczędnościami podczas wieloletniej eksploatacji zbiorników.

- **Bezpieczeństwo użytkowania i zachowanie ciągłości produkcji**, na co wpływa homogeniczność materiału w całym przekroju (dla typu jednomateriałowego tworzywa) oraz brak naprężeń strukturalnych ścianki, a w efekcie brak uszkodzeń i pęknięć – czyli nie dochodzi do rozszczelnienia i awarii systemu, dlatego też przerwy remontowe i zatrzymania ciągów produkcyjnych należą do rzadkości.
- **Znaczną izolacyjność cieplną zbiornika** – nawet przy braku stosowania dodatkowych warstw izolacyjnych, gdyż stosowany jako budulec zbiornika materiał (tworzywo z grupy termoplastów) odznacza się małym przewodnictwem cieplnym (współczynnik przewodzenia ciepła np. dla PE-HWU wynosi $\lambda = 0,38$ W/m·K), co w efekcie zapewnia dobrą izolację własną struktury ściany zbiornika AmargoTANK, brak lub znikome przenikanie ciepła do / ze zbiornika, a finalnie brak potrzeb stosowania izolacji o znacznych grubościach.
- **Oszczędność kosztów transportu, manipulacji, dźwigów, montażu, podbudowy, wynikająca z ograniczenia potrzebnych nakładów** – zwyczajnie zbiorniki Amargo w porównaniu do innych technologii, w tym bazujących na produkcji z metali, charakteryzują się kilku do nawet kilkunastokrotnie mniejszą masą własną konstrukcji przy znacznej sztywności i wytrzymałości, w efekcie czego łatwy transport i montaż to wymierna odczuwalna już na starcie inwestycji oszczędność kosztów.
- **Możliwość stosunkowo łatwej i elastycznej zmiany konfiguracji zbiornika w przyszłości**, w tym chociażby położenia czy też ilości oraz średnic króćców – tworzywo termoplastyczne to przyjazny i łatwy w obróbce materiał, podczas spawania/zgrzewania króćców nie dochodzi do uszkodzenia warstwy chemoodpornej, co może mieć miejsce przy zbiornikach metalowych – tu zwyczajnie cały przekrój jest warstwą chemoodporną, a stosowane narzędzia i technologie często porównywane są do obróbki drewna. ■

Podziemny dwupłaszczowy zbiornik
stężonego kwasu siarkowego H₂SO₄ (VI)

Dowiedz się więcej