

Odcinek 2:

Na co zwrócić uwagę przy projektowaniu zbiorników do magazynowania materiałów niebezpiecznych? Część 1.



Prowadzący: Szczepan Gorbacz

Najważniejsze zagadnienia odcinka:

- Jak dobrać tworzywo z którego ma zostać wykonany zbiornik na materiały żrące, trujące, niebezpieczne?
- Od czego zależy odporność chemiczna tworzywa i na co wpływa?
- Jakie znaczenie ma dokładne określenie temperatury magazynowanej substancji, jak i temperatury otoczenia?
- Na co wpływają warunki posadowienia zbiornika?
- Po co nam znajomość warunków przebiegu procesów napełniania / opróżniania zbiornika?

Podcast „Zbiorniki pełne rozwiązań – sztuka projektowania i bezpiecznej eksploatacji” – odcinek drugi.

Dzień dobry, nazywam się Szczepan Gorbacz i od ponad kilkunastu lat realizuję zadania związane z inwestycjami z zakresu produkcji zbiorników chemoodpornych i na wodę z tworzyw sztucznych. W naszych podcastach poruszamy tematy, z którymi spotykamy się w naszej codziennej pracy – zarówno we współpracy z projektantami, jak i użytkownikami końcowymi. Temat dzisiejszego odcinka, który de facto ze względu na objętość materiału finalnie podzieliłem na dwie części brzmi: „Na co zwrócić uwagę przy projektowaniu zbiorników do magazynowania materiałów niebezpiecznych?”.

W pierwszym odcinku wspólnie z moją rozmówczynią, bazując na naszych dotychczasowych doświadczeniach, poruszyliśmy kwestię związaną głównie z podejściem do tematyki magazynowania materiałów niebezpiecznych. Podczas rozmowy wymieniłem dla przykładu kilka niedociągnięć pojawiających się w projektach zbiorników chemoodpornych, które przychodzi nam później produkować. Nie chcąc mówić wprost o błędach postanowiłem, że dzisiaj przejdę przez kilkanaście zagadnień, o których należy pamiętać podczas projektowania zbiornika i które mają znaczenie w produkcji tego zbiornika i jego późniejszej eksploatacji.

Na początku chciałbym doprecyzować jakich zbiorników będzie dotyczył odcinek. Chodzi przede wszystkim o **zbiorniki bezciśnieniowe** wykonane z tworzyw termoplastycznych, przeznaczone do magazynowania materiałów niebezpiecznych, żrących, trujących lub takie, które dzięki wyposażeniu w odpowiednie komponenty, dla przykładu mieszadło, wspomagają realizowane procesy technologiczne. Mam też na myśli zbiorniki o pojemnościach powyżej 10 m³, do posadowienia naziemnego (zarówno wewnątrz budynków jak i na zewnątrz).

No więc zaczynamy – na co zwrócić uwagę przy projektowaniu zbiorników do magazynowania materiałów niebezpiecznych w zakładach przemysłowych?

Pierwszą ważną kwestią o której zdawkowo wspominałem w pierwszym odcinku jest **dobór odpowiedniego tworzywa**, z którego ma zostać wyprodukowany zbiornik. Dokonujemy tego dzięki ocenie odporności chemicznej materiału na daną substancję czy też związek chemiczny lub mieszaninę substancji w określonych proporcjach, stężeniach. Odpowiednie tworzywo pozwoli na bezpieczną pracę z medium i niezawodną eksploatację zbiornika przez wiele lat.

Aby dobrać tworzywo bazując na odporności chemicznej – dodam, że takie tabele odporności chemicznej dostępne są m.in. w dedykowanych aplikacjach oraz poradnikach dostawców czy to materiałów pierwotnych czy po prostu półproduktów z tworzyw sztucznych stosowanych do budowy tychże zbiorników chemoodpornych – należy zatem wnikliwie przeanalizować warunki pracy zbiornika. Z tego powodu w projekcie poza rodzajem związku chemicznego, o którym de facto zawsze wiemy, ważne są jego parametry, takie jak stężenie czy gęstość. Te dwie właściwości mają istotny wpływ na wybór tworzywa, gdyż dopiero tak naprawdę znając stężenie danego związku czy tak jak wspominałem mieszanin związków, możemy dobrać



odpowiednie tworzywo. Również wchodząc w te wspomniane tabele z odpowiednią temperaturą, bo na dane medium tworzywo może być odporne powiedzmy przykładowo w temperaturze 20°C, 40°C, ale już nie 60°C czy 80°C lub też może się zmieniać współczynnik obliczeniowy. Czyli jednym słowem z tychże tabel uzyskujemy nieco więcej informacji niż tylko czy tworzywo jest lub nie odporne, ale również może być odporne warunkowo lub też należy w dalszym ciągu obliczeń uwzględnić tzw. *safety factor*: czyli jednym słowem uzyskamy ewentualnie większą grubość ścianki w wyniku obliczeń.

Same obliczenia statyki, wytrzymałościowe wykonujemy przy użyciu dedykowanych programów, rozwiązań i aplikacji, które tutaj wspomagają nasz zespół projektowy, natomiast o tym w dalszej części powiem.

Jeżeli chodzi jeszcze o medium chemiczne, agresywność, ma to niezwykle wpływ na grubości ścianek poszczególnych elementów zbiornika, na samą technologię produkcji, technologię łączenia, metodę spawania bądź zgrzewania – tutaj zależnie od tychże warunków i odporności wynikowo może to być zbiornik wykonany z jednego materiału, czyli jednej warstwy jednolitego materiału tworzywa, bądź też może być wymagana konstrukcja hybrydowa, czyli połączenie dwóch materiałów – jednego tzw. lineru, który zapewnia odporność chemiczną, natomiast nie zapewnia wytrzymałości takiej konstrukcji i drugi materiał, którym jest z reguły kompozyt czyli mieszanina żywicy poliestrowej, winyloestrowej, z odpowiednim wzmocnieniem – czy będą to maty szklane, czy to będzie rowing ciągły – te wszystkie elementy czy też parametry pracy mają dodatkowo wpływ także na konstrukcję, na uwzględnienie rozszerzalności tworzywa, kompensację ewentualnej rozszerzalności temperaturowej – o tym za chwilę.

Więc możemy przejść do dodatkowej, niezwykle ważnej kwestii, jaką oprócz stężenia i gęstości jest **temperatura zarówno medium jak i temperatura otoczenia**, czyli generalnie możemy powiedzieć temperatura pracy. I mamy tu na myśli temperaturę przechowywanej, magazynowanej substancji jak i temperaturę otoczenia – otoczenia, w którym zbiornik się znajduje zarówno już podczas pracy, jak też istotna jest w niektórych przypadkach temperatura montażu, transportu. Ma to znaczenie szczególnie w przypadku tworzyw, które w niskich temperaturach mogą być kruche. Tu może powiedzmy jako taki przykład podam materiał PVC, który w niskich temperaturach, szczególnie poniżej 5-ciu, zera stopni de facto nie powinien być transportowany, montowany, czyli zdejmowany np. dźwigiem za uszy takie transportowe, gdyż w przypadku nieumiejętnego operowania czy też jakichś takich szarpnięć może dojść do uszkodzenia takiego zbiornika.

Mówiąc o temperaturze mamy tu na myśli zarówno temperaturę pracy jak i temperaturę maksymalną, jaka może wystąpić w danych warunkach posadowienia, sposobu działania całej instalacji oraz przyjmowania czynnika np. podczas załadunku z cysterny. Znając tą temperaturę maksymalną możemy przystąpić do pełnej oceny czy dane tworzywo sprawdzi się w eksploatacji lub w kontakcie z danym medium, jak również w danej temperaturze pracy. Temperatura minimalna będzie istotna także przy podejmowaniu decyzji co do ewentualnej potrzebnej izolacji zbiornika. Ale o tym za chwilę opowiem więcej.



Jeżeli chodzi o tworzywo i wpływ temperatury mamy tutaj szereg istotnych parametrów. Jednym z nich jest dobór technologii produkcji, dobór technologii połączeń. Bezpośredni związek występuje tutaj jeśli chodzi o odporność chemiczną. Mam tu na myśli np. ryzyko spękań naprężeniowych, degradacji, utleniania. Przy niektórych rodzajach mediów te spękania naprężeniowe szczególnie mają miejsce w przypadku spoin wykonywanych ekstruzyjnie, spoin, które mają zbyt dużą objętość i niedopasowany kształt, geometrię niekoniecznie zgodną z normami, z wytycznymi DVS-u – wówczas podczas rozgrzewania, kolejno stygnięcia materiału tworzywo tak jak wspomniałem ma znaczny współczynnik rozszerzalności temperaturowej, w miejscach tychże spoin dość silnie kurczy się przy stygnięciu po wykonaniu takiej spoiny. Dlatego też te miejsca są najbardziej narażone na ryzyko spękań naprężeniowych i należy to również uwzględnić dobierając dany rodzaj materiału do danej aplikacji, do kontaktu z daną substancją. Wytypowanie tego właściwego materiału do użycia ma również znaczenie dla całej żywotności zbiornika, czyli wykonując projekt deklarujemy, dobieramy, gwarantujemy określoną żywotność zbiornika podawaną w latach.

Do produkcji zbiorników dla wielu branż przemysłowych stosujemy przeważnie tworzywa z grupy poliolefin, czyli mam tu na myśli tworzywa takie jak polietylen w różnych odmianach (generalnie wysokiej gęstości odmiany PE 80, PE 100, PE 100-RC czyli *resistance to crack*, bardziej odporne na efekt spękań i inicjację karbu) oraz polipropylen – odmiany zarówno homopolimer jak i copolimer, czyli takie tworzywo pośrednie z wplecionymi ogniwami etylenowymi (czyli jest to taka modyfikacja polipropylenu-hopolimeru, który standardowo jest stosowany od 0°C, natomiast copolimer dzięki tej mieszance cząstek etylenu może być zarówno stosowany w zdecydowanie niższych temperaturach, powiedzmy do -20 °C.

Zdarza się również tak, że ze względu na warunki pracy zbiornika konieczne staje się zastosowanie innych nietypowych specjalistycznych materiałów jak np. materiałów elektroprzewodzących czy też trudnozapalnych. I odpowiednio oznaczane tworzywa typu PPs czyli polipropylen trudnozapalny, PE-EL czyli elektroprzewodzący – to są wtedy materiały z dodatkiem grafitu, z dodatkiem innych cząstek, które zapewniają przewodność elektryczną, gdyż standardowe typy tworzyw są izolatorami, gromadzą ładunki na swojej powierzchni i tylko zastosowanie tych specjalnych odmian materiałów, przy zapewnieniu im odpowiedniego uziemienia daje możliwość wyeliminowania ryzyka powstawania ładunków elektrostatycznych na płaszczu, na całej konstrukcji takiego zbiornika. Jest to niezwykle istotne na w przypadku magazynowania palnych cieczy o charakterze wybuchowym i generalnie przy zastosowaniach w strefach EX – ale o aplikacjach tworzyw sztucznych w obszarach zagrożonych wybuchem będziemy mówić w jednym z kolejnych odcinków.

Zdarza się, że w zapytaniach o produkcję zbiorników chemoodpornych spotykamy się z tym, że nie zawsze rozróżniane są pojęcia pojemności czynnej czy całkowitej. To jest dodatkowy punkt, który chciałbym bardziej szczegółowo omówić: Jakie są różnice między tymi dwoma typami pojemności oraz co może być skutkiem złego określenia pojemności i jak ważna jest ta tak zwana strefa martwa.



Tutaj w przypadku zbiorników dozorowych, zbiorników magazynowych na te związki żrące, trujące i niebezpieczne głównie bazujemy na wytycznych Urzędu Dozoru Technicznego, jak również na Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dn. 16.04.2002 roku i według wspomnianego rozporządzenia pojemność czy też stopień napełnienia powinien wynosić 97% w najwyższej temperaturze roboczej (czyli uwzględniając już rozszerzalność temperaturową czynnika magazynowanego). I tutaj należy pozostawić dodatkową wolną przestrzeń w celu zabezpieczenia przed przelaniem się cieczy lub trwałym odkształceniem zbiornika zamkniętego w wyniku powiększenia się objętości cieczy pod wpływem wzrostu temperatury.

Tak więc ta pojemność całkowita z reguły jest znacznie większa, gdyż musimy zachować odpowiednie odległości od króćców (tych przelewowych) po to, żeby właśnie zabezpieczyć przed tym przelaniem się cieczy i w sposób kontrolowany zapewnić odpowietrzenie, przelew. W tym celu dobiera się odpowiednio większą średnicę odpowietrzenia, po to by umożliwić napowietrzanie, odpowietrzanie całej przestrzeni zbiornikowej.

Kolejną ważną informacją, którą należy uwzględnić w projekcie zbiornika chemoodpornego jest wskazanie na **warunki posadowienia zbiornika** tj. wewnątrz budynku czy na zewnątrz budynku. Ma to niezwykle istotny wpływ jeśli chodzi o wzrosty, spadki temperatury, wrażliwość zbiornika czy też materiału na tego typu czynniki. Zarówno wewnątrz budynku mogą występować elementy, które promieniują ciepłino na zbiornik i podgrzewają ściankę tego zbiornika, jak również szczególnie na zewnątrz różnica warunków między latem zimą, nastłonecznienie – to są wszystkie elementy, które należy brać pod uwagę, zarówno pod kątem wyboru odpowiedniego materiału do budowy zbiornika (mam tu na myśli materiału, który jest odporny na promieniowanie UV, zawiera dodatkowe elementy w swojej strukturze materiału, które zapewniają właśnie tę odporność).

Czasami projektanci wybierają materiały zwykłe, standardowe także do tych zastosowań zewnętrznych i uwzględniają, zapisują dodatkową warstwę czy też grubość przewidzianą na ewentualne utlenienie się. Ostatnio spotkałem się z takim projektem, gdzie było przewidziane + 4 mm dodatkowej grubości materiału poza tą, która wychodzi z obliczeń statyki zbiornika – tylko po to, żeby uwzględnić owe promieniowanie zewnętrzne słońca, czyli jednym słowem ta warstwa została przewidziana, że może się zdegradować, utlenić – tak jak podobnie powiedzmy w przypadku aluminium czy też takiej pasywacji srebra, to i tutaj, że 4 mm zostanie stracone, natomiast mimo to kolejne warstwy materiału nadal mają być wytrzymałe, mają nadawać zbiornikowi odpowiednie parametry użytkowe przez resztę lat.

Dodatkowo jeżeli chodzi o medium, które będzie magazynowane w takim zbiorniku, przechowywane, chodzi o wrażliwość na zmianę temperatury i mamy tu także na myśli czasami nadmierne ogrzewanie się danego medium, w przypadku chociażby nadtlenku wodoru. Mamy taką realizację za sobą zbiornika do magazynowania specjalnego płynu do odladzania samolotów na lotnisku – wtedy również zabezpieczaliśmy zbiornik poprzez dodatkową izolację cieplną, która miała chronić przed nagrzewaniem się medium wewnątrz, gdyż ono wraz ze wzrostem temperatury traciło swoje parametry i właściwości użytkowe.



Mówię o tym w pierwszej kolejności, gdyż jest to rzadziej spotykana sytuacja, ale niezwykle interesująca, natomiast standardowo zbiorniki są z reguły izolowane cieplnie po to, żeby zabezpieczyć medium czy to przed zamrożeniem czyli zabezpieczamy, żeby zbiornik nie tracił energii na zewnątrz jak również zabezpieczamy przed chociażby krystalizacją niektórych substancji. Przykładem, bardzo dobrym, może być ług sodowy o stężeniu rzędu powyżej 50%. Wówczas to medium NaOH – jeżeli temperatura spada poniżej 20°C – ma tendencję do krystalizacji, co jest oczywiście niekorzystnym zjawiskiem i może dochodzić do zmiany przepływów, do krystalizacji w rurociągach, zatykania się tychże rurociągów, więc tutaj zabezpieczamy zbiorniki raz poprzez system izolacji termicznej.

Wykorzystujemy tutaj różne technologie podczas procesu wytwarzania: może być izolacja najczęściej spotykana – warstwą wełny mineralnej, może być pianka poliuretanowa. Dodatkowo przewidujemy elementy ogrzewania, podtrzymywania tejże temperatury. Mogą być to specjalnej konstrukcji chemoodporne grzałki usytuowane wewnątrz zbiornika, mające kontakt z medium, jak również ogrzewanie obwodowe płaszczu z zastosowaniem przewodów grzejnych, układu pomiaru, regulacji tejże temperatury, odrębną skrzynką przyłączeniową do zasilania w energię elektryczną. Także wszystkie tego typu informacje są również niezwykle istotne z punktu widzenia projektowania, doboru konstrukcji zbiornika i elementów składowych po to żeby późniejsza eksploatacja przebiegała w warunkach właściwych, kontrolowanych i żeby nie dochodziło do żadnych komplikacji.

Dodatkowo kolejny punkt, który przewiduję do omówienia to jest punkt poruszający kwestię taką, że dany zbiornik oczywiście musimy tą substancją chemiczną **napełniać lub opróżniać**. Musimy mieć do tego specjalny dedykowany system i z tego powodu istotne są dla nas informacje mówiące o **warunkach przebiegu tychże procesów**, z podaniem maksymalnych przepływów. Z naszego punktu widzenia, powiedzmy pod kątem obliczeń zbiornika projektowania istotnym jest parametr: wynikowe nadciśnienie, podciśnienie. Tutaj zgodnie z przywołanym wcześniej rozporządzeniem odnośnie zbiorników dozorowych, zbiorniki magazynowe na media żrące, trujące i niebezpieczne projektowane są na podciśnienie rzędu 0,0025 bara i nadciśnienie do 0,035 bara czyli do 3,5 kPa.

I teraz przechodząc od ogółu do szczegółu mówiąc o opróżnianiu / napełnianiu mamy tutaj na myśli stanowiska rozładunku chemikaliów i przesyłu / transferu do zbiornika. Czyli mamy miejsce, gdzie podjeżdża cysterna – czy to cysterna typu TIR czy cysterna kolejowa, podłączane są specjalne elastyczne węże, cały ten układ podlega odrębnym uzgodnieniom Transportowego Dozoru Technicznego czyli tzw. TDT-u, no i ten rozładunek może być prowadzony różnymi metodami i jedną z tych metod jest metoda pompowania. Ta metoda jest bardziej bezpieczna, bardziej prowadzona w sposób kontrolowany. Pompy mają określoną wydajność (stałą), nie ma z reguły większych skoków ciśnienia, które by mogły powodować te przekroczenie nadciśnienia, chociażby.

Natomiast druga z metod to jest metoda rozładunku cystern tzw. systemem przedmuchu sprężonym powietrzem, gdzie po prostu sprężarka wytwarza ciśnienie, często duże ciśnienie



rzędu 6-7 barów i to ciśnienie podawane jest do cysterny i tak de facto wypychana jest ta ciecz z cysterny poprzez rurociąg do zbiornika. Tutaj niezwykle istotnym jest, by kontrolować tenże proces, by kontrolować ciśnienie, dobierać uwzględniając powiedzmy długość rurociągu, wysokość zbiornika – czyli powiedzmy straty i przewyższenia – i tutaj dopasowywać, żeby to ciśnienie było wystarczające do przetłoczenia cieczy, natomiast żeby nie było zbyt wysokie, bo zbyt wysokie ciśnienie i prowadzenie w sposób taki przyspieszony, niekontrolowany może mieć opłakane skutki, dlatego że w końcowej fazie, kiedy już cysterna jest pusta tak naprawdę jest to bardzo duży zbiornik napompowany pod wysokim ciśnieniem powietrzem i wtedy idzie bardzo duże uderzenie tego sprężonego powietrza poprzez rurociąg na zbiornik magazynowy medium, który de facto jest zbiornikiem beciśnieniowym.

Dodatkowy kłopot szczególnie występuje, gdy zbiornik nie posiada odpowietrzenia takiego atmosferycznego, czyli takiej „fajki”, gdzie gazy odprowadzane są do atmosfery, a gdy jest przewidziany układ oczyszczania gazów, oparów tejże cieczy, tego medium. Przykład jaki możemy podać, taki dosyć bliski i powszechny, to są **zbiorniki magazynowe kwasu solnego**, gdzie odpowietrzenie podłączane jest bądź to z zamknięciem hydraulicznym, bądź to z absorberem, czyli płuczką gazów i to urządzenie do oczyszczania gazów ma swoją przepustowość, to urządzenie generuje określone opory przepływu, jednym słowem zaprojektowane jest na maksymalną wydajność zasilania tego zbiornika podczas normalnych warunków tankowania tego zbiornika i w przypadku wystąpienia takich uderzeń z cysterny tego sprężonego powietrza, no jednym słowem może dojść do uszkodzenia pokrywy zbiornika, gdyż system nie jest przewidziany żeby poradził sobie z tak dużą ilością gazów. Dodatkowo należy nadmienić, że z reguły w tej sytuacji, kiedy już ten sprężony gaz uderza do zbiornika, to zbiornik jest z reguły już pełen, więc ta pustka powietrzna, ta strefa martwa o której mówiłem przed chwilą jest już stosunkowo mała i nie ma możliwości przejścia tak dużej ilości, nadmiernej ilości tego powietrza sprężonego.

Dlatego tutaj niezwykle istotnym jest, by na linii od cystern do zbiornika również przewidywać elementy zabezpieczenia, stosować np. układy pomiaru, czujniki, które w przypadku braku styku z medium i wykrycia jakichkolwiek ilości powietrza w rurociągu będą w stanie zamknąć elektromagnetycznie czy pneumatycznie klapę, odcinając dopływ tego sprężonego powietrza, puszczając to ewentualnie to na taki bypass mocno skrzyżowany małą średnicą po to, żeby ograniczyć to uderzanie. Taki system stosuje się, żeby zabezpieczyć zbiornik przed tą awarią. Dodatkowo na zbiorniku można też przewidzieć dodatkowe wyposażenie w postaci dedykowanych zaworów nadmiarowych, zaworów bezpieczeństwa odpowiednio wyskalowanych i dobranych do tych zakresów ciśnień, które podałem przed chwilą.

Także my jako producent, jako Amargo staramy się zawsze na zbiornik patrzeć jako całość kształt całej instalacji, uwzględniając warunki pracy, to co się dzieje przed zbiornikiem, za zbiornikiem na rurociągach po to, żeby eksploatacja tego zbiornika była w każdych warunkach jak najbardziej bezpieczna i staramy się przewidzieć, bazując na wieloletnim doświadczeniu, przewidzieć wiele sytuacji takich awaryjnych, czy właśnie gdzie użytkownik, czasami będzie to kierowca tej cysterny będzie chciał przyspieszyć, czasami musi gdzieś tam kończyć, pauza, chce szybko odjechać, chce przyspieszyć ten proces, natomiast instalacja powinna być



TRANSKRYPT

PODCAST „Zbiorniki pełne rozwiązań – sztuka projektowania i bezpiecznej eksploatacji”

ODCINEK 2: Na co zwrócić uwagę przy projektowaniu zbiorników do magazynowania materiałów niebezpiecznych? Część 1.

zabezpieczona, żeby tego typu błędy, tzw. czynnik ludzki przewidywać i żeby magazynowanie tych mediów przebiegało w sposób bezpieczny.

Jeżeli chodzi o parametry, które teraz już wymieniałem i elementy, które należy uwzględnić przy projektowaniu zbiorników, to chciałbym wspomnieć tym miejscu, że staraliśmy się, bazując na wielu realizacjach, spisać te dobre praktyki, wszystkie ważne elementy na które należy zwrócić uwagę podczas projektowania zbiornika, i te dane zawarliśmy w dedykowanych **formularzach doboru zbiornika**, które są dostępne na naszej stronie internetowej. Dlatego realizując inwestycję z zakresu zbiorników czy to magazynowych, czy procesowych wystarczy wypełnić poszczególne pola, które pozwolą nam dobrać odpowiednie rozwiązanie, mając na uwadze to wszystko o czym już mówiłem i to, co jeszcze będę omawiał.

O pozostałych ważnych elementach, między innymi ilości króćców zbiornika oraz ich rozlokowaniu, statyce i doborze grubości ścianek, systemach sterujących pracą zbiornika i innych będę opowiadał w drugiej części, do której zapraszam już wkrótce.

Jeśli już na tym etapie masz pytania lub czujesz potrzebę konsultacji technicznej, zapraszam do kontaktu – chętnie służymy radą. Do usłyszenia!

