

WARUNKI TECHNICZNE

Instalacje wodorowe w pojazdach kolejowych. Wymagania i badania

1. Przedmiot i zakres zastosowania warunków technicznych

Przedmiotem niniejszych warunków technicznych są wymagania dla instalacji do napełniania w pojazdach kolejowych napędzanych wodorem.

2. Kryteria oceny

Regulamin nr 134 Europejskiej Komisji Gospodarczej Organizacji Narodów Zjednoczonych (EKG ONZ) – Jednolite przepisy dotyczące homologacji pojazdów silnikowych i ich części w odniesieniu do kwestii bezpieczeństwa związanych z działaniem pojazdów napędzanych wodorem [2019/795] załącznik V.

PN-ISO 13984:2002, Ciekły wodór -- Układ napełniania paliwem pojazdów lądowych.

PN-EN ISO 17268:2020-08, Urządzenia przyłączeniowe do tankowania pojazdów lądowych napędzanych gazowym wodorem.

PN-EN 12663-1+A1:2015-01, Kolejnictwo - Wymagania konstrukcyjno-wytrzymałościowe dotyczące pudeł kolejowych pojazdów szynowych - Część 1: Lokomotywy i tabor pasażerski (i metoda alternatywna dla wagonów towarowych).

PN-EN 45545-2:2021-01, Kolejnictwo - Ochrona przeciwpożarowa w pojazdach szynowych - Część 2: Wymagania dla materiałów i elementów w zakresie właściwości ogniowych.

PN-EN 15085-3:2007, Kolejnictwo - Spawanie pojazdów szynowych i ich części składowych - Część 3: Wymagania konstrukcyjne.

ISO/TR 15916:2015, Basic considerations for the safety of hydrogen systems.

ISO 16110-1:2017, Hydrogen generators using fuel processing technologies -- Part 1: Safety.

ISO/TS 19883:2017, Safety of pressure swing adsorption systems for hydrogen separation and purification.

ISO 23273:2013, Fuel cell road vehicles -- Safety specifications -- Protection against hydrogen hazards for vehicles fuelled with compressed hydrogen.

3. Definicje

„Pojazd napędzany wodorem” oznacza pojazd kolejowy wykorzystujący do napędu energię elektryczną wytworzoną z wodoru w zainstalowanych w nich ogniach paliwowych.

„Instalacja wodorowa” oznacza zestaw komponentów wodorowych i elementów łączących zamocowanych w pojeździe napędzanym wodorem, z wyłączeniem wodorowego układu napędowego lub pomocniczej jednostki mocy.

„Maksymalne dopuszczalne ciśnienie robocze” (MAWP) oznacza najwyższe ciśnienie manometryczne, przy którym dopuszczalna jest eksploatacja zbiornika lub układu przechowywania w normalnych warunkach eksploatacji.

„Maksymalne ciśnienie tankowania” (MFP) oznacza maksymalne ciśnienie w układzie przechowywania sprężonego wodoru podczas tankowania. Maksymalne ciśnienie tankowania wynosi 125 % nominalnego ciśnienia roboczego.

„Nominalne ciśnienie robocze” (NWP) oznacza ciśnienie manometryczne charakterystyczne dla typowego działania układu. W odniesieniu do zbiorników na sprężony wodór gazowy NWP oznacza ciśnienie ustalone sprężonego gazu w przypadku w pełni zatankowanego zbiornika lub układu przechowywania w jednolitej temperaturze 15 °C.

„Nadciśnieniowe urządzenie zabezpieczające” (PRD) oznacza urządzenie, które po uruchomieniu w określonych warunkach eksploatacji wykorzystywane jest do uwolnienia wodoru z układu pod ciśnieniem, zapobiegając tym samym awarii systemu.

„Nadciśnieniowy zawór bezpieczeństwa” oznacza nadciśnieniowe urządzenie zabezpieczające, które otwiera się przy ustawionym wcześniej poziomie ciśnienia i może zamknąć się ponownie.

„Zawór odcinający” oznacza zawór między zbiornikiem a układem paliwowym pojazdu, który może być uruchomiony automatycznie, a także, który automatycznie powraca do pozycji „zamkniętej”, gdy nie jest podłączony do źródła zasilania.

„Zbiornik wodoru” oznacza komponent wchodzący w skład instalacji wodorowej, który przechowuje pierwotną objętość paliwa wodorowego.

„Zawór zwrotny” oznacza zawór jednokierunkowy, który zapobiega przepływowi zwrotnemu w przewodzie paliwowym pojazdu.

„Data wycofania z użytkowania” oznacza określoną datę (miesiąc i rok) wycofania z użytkowania.

„Uruchamiane termicznie nadciśnieniowe urządzenie zabezpieczające” (TPRD) oznacza nadciśnieniowe urządzenie zabezpieczające bez możliwości ponownego zamknięcia, uruchamiane pod wpływem temperatury w celu otwarcia i uwolnienia wodoru gazowego.

„Specyfikacja techniczna” oznacza dokument określający wymagania techniczne, które muszą zostać spełnione.

4. Wymagania

4.1 Projektowanie

4.1.1. Instalacje wodorowe i komponenty wodorowe projektuje się:

- 1) w sposób zapewniający ich bezpieczną eksploatację w określonym czasie i warunkach możliwych do przewidzenia;
- 2) z materiałów właściwych dla danego czynnika roboczego.

4.1.2. Instalacje wodorowe i komponenty wodorowe nieobjęte w zakresie projektowania przepisami o systemach oceny zgodności i nadzoru rynku lub o przewozie towarów niebezpiecznych projektuje się zgodnie ze specyfikacją techniczną uzgodnioną z organem właściwej jednostki dozoru technicznego.

4.1.3. Instalacje wodorowe i komponenty wodorowe wyposaża się w osprzęt umożliwiający ich prawidłową eksploatację i przeprowadzanie badań.

4.1.4. Producenci zapewniają, aby instalacje wodorowe i komponenty wodorowe były instalowane zgodnie z wymaganiami technicznymi określonymi w obowiązujących przepisach i dokumentach normatywnych.

4.1.5. Dokumentacja powinna umożliwić ocenę zgodności urządzenia z warunkami odniesienia i jeśli warunki odniesienia nie stanowią inaczej powinna zawierać, co najmniej:

- wykaz zbiorników wchodzących w skład układu, zestawienie ogólne zawierające, co najmniej: nazwę producenta, nr fabryczny, rok produkcji, nr homologacji, datę wycofania z użytkowania;
- dokumenty dotyczące zbiorników (poświadczenie wykonania, zbadania w przypadku zbiorników ocenianych na R 134, protokół z badań z udziałem TDT);
- schematyczny rysunek zbiornika wraz z zamontowanym osprzętem, gdzie będzie wskazany, co najmniej typ osprzętu (m.in. zawory, bezpiecznik), producent, oznakowanie, przeznaczenie, parametry pracy;
- rysunek schematyczny dot. umiejscowienia zbiorników ze wskazaniem sposobu mocowania zbiorników;
- instrukcja eksploatacji / obsługi.

4.2. Materiały

- 4.2.1. Materiały przeznaczone do wytwarzania, naprawy lub modernizacji instalacje wodorowe i komponenty wodorowe powinny:
- 1) spełniać wymagania określone w Polskich Normach lub w specyfikacjach technicznych, o których mowa w ustawie z dnia 21 grudnia 2000 r. o dozorcze technicznym, uzgodnionych z organem właściwej jednostki dozoru technicznego;
 - 2) być dostarczone z dokumentami kontroli odbiorczej, ustalonymi z organem właściwej jednostki dozoru technicznego na etapie uzgadniania dokumentacji technicznej dotyczącej wytwarzania, naprawy lub modernizacji.
- 4.2.2. Materiały przeznaczone do wytwarzania, naprawy lub modernizacji instalacji wodorowej i komponentów wodorowych powinny być oznakowane w sposób zapewniający ich identyfikację zgodnie z Polskimi Normami lub przyjętymi specyfikacjami technicznymi.
- 4.2.3. Instalacje wodorowe i komponenty wodorowe nieobjęte w zakresie wytwarzania przepisami o systemach oceny zgodności i nadzoru rynku wytwarza się zgodnie ze specyfikacjami technicznymi uzgodnionymi z organem właściwej jednostki dozoru technicznego.
- 4.2.4. Materiały przeznaczone do wytwarzania, naprawy lub modernizacji instalacji wodorowej i komponentów wodorowych powinny:
- 1) być odpowiednie do takiego zastosowania w takich urządzeniach i ich elementach oraz zachowywać własności określone w projektowej dokumentacji technicznej w założonym okresie eksploatacji, o ile nie przewiduje się wcześniejszej wymiany elementów wykonanych z tych materiałów;
 - 2) posiadać odpowiednie właściwości do warunków eksploatacji dających się racjonalnie przewidzieć;
 - 3) być odporne chemicznie w założonym okresie eksploatacji;
 - 4) być odpowiednie do przewidywanej technologii wytwarzania, napraw i modernizacji;
 - 5) być tak dobierane, aby uniknąć niepożądanych skutków łączenia różnych materiałów.

4.3. Wytwarzanie

- 4.3.1. Instalacje wodorowe i komponenty wodorowe wytwarza się zgodnie ze specyfikacjami technicznymi uzgodnionymi z organem właściwej jednostki dozoru technicznego.
- 4.3.2. Złącza spajane instalacji wodorowej i komponentów wodorowych, przeróbkę plastyczną i obróbkę cieplną wykonuje się zgodnie z instrukcjami technologicznymi, uzgodnionymi z Transportowym Dozorem Technicznym, na podstawie kwalifikowanej przez właściwą jednostkę dozoru technicznego technologii spajania, przeróbki plastycznej i obróbki cieplnej. Zakres badań elementów próbnych i kryteria ich akceptacji powinny być zgodne z Polskimi Normami lub specyfikacjami technicznymi uzgodnionymi z organem właściwej jednostki dozoru technicznego i określonymi w dokumentacji projektowej.
- 4.3.3. Wytwórca instalacji wodorowej i komponentów wodorowych wystawia dokument poświadczający, że urządzenie zostało wykonane i zbadane zgodnie z projektową dokumentacją techniczną i normą PN-EN ISO/IEC 17050-1.

4.4. Montaż

- 4.4.1. Instalacje wodorowe należy montować w taki sposób, aby chronić je przed uszkodzeniem. Powinny być one odizolowane od źródeł ciepła w pojeździe.
- 4.4.2. Zbiornik wodoru można wyjmować wyłącznie w celu wymiany na inny zbiornik wodoru dla celów tankowania lub konserwacji. W przypadku silnika o spalaniu wewnętrznym zbiornik nie może być zamontowany w przedziale silnikowym pojazdu. Musi być on odpowiednio zabezpieczony przed wszelkiego rodzaju korozją i uszkodzeniami mechanicznymi.

- 4.4.3. Należy zastosować środki zapobiegające zatankowaniu pojazdu niewłaściwym paliwem i wyciekom wodoru w czasie tankowania i zagwarantować bezpieczne wyjmowanie ruchomych instalacji magazynowania wodoru.
- 4.4.4. Złącze lub gniazdo do tankowania należy zabezpieczyć przed niewłaściwym ustawieniem i chronić przed brudem i wodą. Złącze lub gniazdo do tankowania jest scalone z zaworem zwrotnym. Jeżeli złącze do tankowania nie jest zamontowane bezpośrednio na zbiorniku, przewód do tankowania musi być zabezpieczony zaworem zwrotnym, zamontowanym bezpośrednio na zbiorniku lub wewnątrz niego.
- 4.4.5. Zbiornik wodoru musi być zamontowany i zamocowany tak, aby absorbować określone przyspieszenia bez uszkodzenia części zabezpieczających w momencie, gdy zbiorniki wodoru są pełne.
- 4.4.6. Przewody doprowadzające paliwo wodorowe muszą być zabezpieczone automatycznymi zaworami odcinającymi zamontowanymi bezpośrednio na zbiorniku lub wewnątrz niego. Zawór zamyka się w przypadku niewłaściwego działania instalacji wodorowej lub innego zdarzenia powodującego wyciek wodoru. W przypadku wyłączenia układu napędowego, dopływ paliwa ze zbiornika do układu napędowego również musi zostać przerwany i pozostać zamknięty do momentu uruchomienia układu.
- 4.4.7. W razie wypadku automatyczny zawór odcinający zamontowany bezpośrednio na zbiorniku lub wewnątrz niego przerywa dopływ gazu ze zbiornika.
- 4.4.8. Żadna część instalacji wodorowej, w tym materiały zabezpieczające wchodzące w jej skład, nie mogą wystawać poza obrys pojazdu lub konstrukcji ochronnej. Ta zasada nie obowiązuje, jeśli część wodorowa jest odpowiednio chroniona, a żaden element części instalacji wodorowej nie znajduje się poza konstrukcją ochronną.
- 4.4.9. Instalacja wodorowa musi być zamontowana w taki sposób, aby zapewnić jej maksymalną możliwą ochronę przed uszkodzeniem, na przykład uszkodzeniem w wyniku drgania, przesunięcia elementów pojazdu, zderzenia, działania zanieczyszczeń mechanicznych lub wyniku załadowania lub rozładowania pojazdu lub przesunięcia ładunku.
- 4.4.10. Żadne części wodorowe nie mogą być umieszczone w pobliżu wydechu silnika o spalaniu wewnętrznym lub innego źródła ciepła, chyba, że takie części będą odpowiednio zabezpieczone przed działaniem ciepła.
- 4.4.11. Instalacja wentylacyjna lub grzewcza przedziału pasażerskiego i miejsca potencjalnego przecieku lub gromadzenia się wodoru muszą być zaprojektowane tak, aby wodór nie dostawał się do pojazdu.
- 4.4.12. W razie wypadku należy zapewnić, że nadmiarowy zawór bezpieczeństwa i powiązany układ wentylacyjny w możliwie największym stopniu zachowują zdolność do funkcjonowania. Instalacja wentylacyjna i nadmiarowy zawór bezpieczeństwa muszą być odpowiednio zabezpieczone przed zanieczyszczeniami i wodą.
- 4.4.13. Przedział pasażerski pojazdu musi być oddzielony od instalacji wodorowej, aby uniemożliwić gromadzenie się wodoru. Należy zagwarantować, że paliwo wyciekające ze zbiornika lub jego akcesoriów nie przedostaje się do przedziału pasażerskiego pojazdu.
- 4.4.14. Części wodorowe, z których wodór może wyciekać w przedziale pasażerskim lub bagażowym, lub innym przedziale niewentylowanym, muszą być wyposażone w szczelną obudowę lub inne równoważne rozwiązanie zgodnie ze środkami wykonawczymi.
- 4.4.15. Urządzenia elektryczne zawierające wodór muszą być zaizolowane w taki sposób, aby przez części zawierające wodór nie przebiegał żaden prąd, co wyeliminuje ryzyko iskrzenia w przypadku pęknięć. Części metaliczne instalacji wodorowej muszą być w sposób ciągły połączone z uziemieniem pojazdu.

4.4.16. Aby zapewnić służbom ratowniczym informację o wodorowym napędzie pojazdu i o zastosowaniu wodoru ciekłego lub sprężonego (gazowego) należy stosować etykiety lub inne oznakowanie zgodnie z obowiązującymi, w tym zakresie specyfikacjami technicznymi.

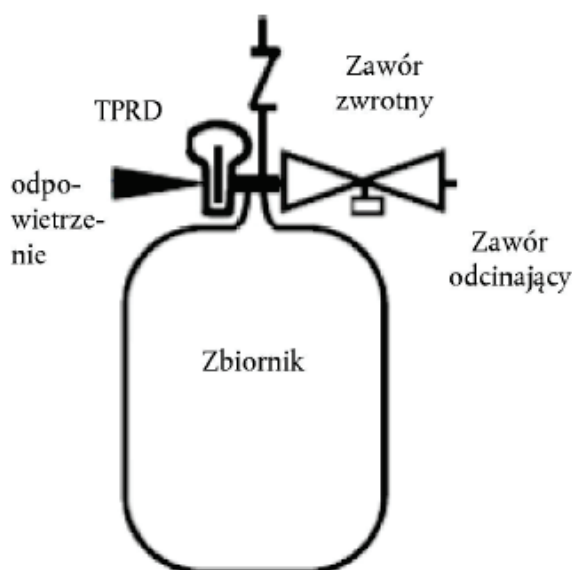
4.5. Specyfikacja układu przechowywania sprężonego wodoru

4.5.1. Układ przechowywania wodoru składa się ze zbiornika ciśnieniowego oraz podstawowych mechanizmów zamykających otwory prowadzące do zbiornika ciśnieniowego. Typowy układ przechowywania sprężonego wodoru składa się ze zbiornika pod ciśnieniem, trzech mechanizmów zamykających i ich osprzętu (Rysunek 1). Mechanizmy zamykające muszą zawierać następujące funkcje, które mogą być połączone:

- a) TPRD;
- b) zawór zwrotny, który zapobiega przepływowi zwrotnemu do układu tankowania; oraz
- c) automatyczny zawór odcinający z możliwością zamknięcia w celu zapobiegnięcia przepływowi ze zbiornika do ogniwa paliwowego lub silnika spalania wewnętrznego. Każdy zawór odcinający oraz TPRD, które zapewniają podstawową blokadę przepływu ze zbiornika, instaluje się bezpośrednio na każdym ze zbiorników lub w każdym z nich. Bezpośrednio na każdym zbiorniku lub w każdym z nich instaluje się, co najmniej jeden komponent z funkcją zaworu zwrotnego.

Rysunek 1

Typowy układ przechowywania sprężonego wodoru



4.5.2. Wszystkie nowe układy przechowywania sprężonego wodoru wyprodukowane do użytkowania w pojazdach kolejowych muszą posiadać nominalne ciśnienie robocze (NWP) wynoszące maksymalnie 70 MPa lub mniejsze. Okres użytkowania powinien być zgodny z instrukcją obsługi producenta.

5. Badania

5.1. Należy przeprowadzić badanie, które powinno zostać wykonane w obecności przedstawiciela podmiotu zgłaszającego, jako:

1. rewizja zewnętrzna obejmując swym zakresem:

- 1) sprawdzenie oznakowania zbiorników - etykieta powinna zawierać, co najmniej dane: nr homologacji, data produkcji (próby ciśnieniowej), nazwa producenta, nr seryjny, MFP,

- NWP, typ paliwa, data wycofania z użytkowania (zgodnie z dokumentacją techniczną producenta, na podstawie badań, licząc od daty produkcji)
- 2) sprawdzenie gniazda tankowania - etykieta powinna znajdować się w pobliżu gniazda do tankowania, np. na wewnętrznej stronie pokrywy powinna być umieszczona etykieta zawierająca następujące informacje: typ paliwa (np. „CHG” dla wodoru gazowego), MFP, NWP, datę wycofania zbiorników z użytkowania. Gniazdo musi być zabezpieczone przed manipulacją oraz przedostawaniem się brudu i wody (np. poprzez instalację w przestrzeni, która może zostać zamknięta). Gniazdo do tankowania nie może być zamontowane w obrębie zewnętrznych elementów pojazdu pochłaniających energię (np. zderzaka) ani w przestrzeni obsługi przestrzeni bagażowej lub w innym miejscu, gdzie może gromadzić się wodór gazowy, a wentylacja jest niewystarczająca
 - 3) sprawdzenie spustu wodoru gazowego z TPRD układów przechowywania nie może być skierowany: do przestrzeni zamkniętych lub półzamkniętych, do wewnątrz lub w stronę wnęki któregośkolwiek z kół pojazdu, w stronę zbiorników na wodór gazowy, do przodu od pojazdu lub poziomo (równolegle) z tyłu lub z boków pojazdu
 - 4) sprawdzenie układu wylotowego w pojeździe - stężenie wodoru w punkcie wylotowym układu wydechowego pojazdu nie może:
 - przekraczać 4 % średniej objętości podczas dowolnego trzysekundowego odstępu czasu w trakcie normalnej eksploatacji, w tym włączania i wyłączenia
 - przekraczać 8 % w dowolnym momencie
2. próba szczelności i sprawdzenie funkcjonowania wyposażenia
- 1) należy dokonać sprawdzenia poprawności działania urządzeń zabezpieczających (zgodnie ze specyfikacją) w tym zaworu odcinającego układ, jeżeli stężenie wodoru przekroczy 4,0 % objętości w powietrzu lub w przestrzeni zamkniętej / półzamkniętej pojazdu, główny zawór odcinający powinien zamknąć się, aby odizolować układ.
 - 2) należy dokonać sprawdzenia czy pojawia się ostrzeżenie w formie odpowiedniego sygnału dźwiękowego lub wizualnego lub tekstu na wyświetlaczu i czy jest widoczne dla maszynisty w wyznaczonej pozycji. Zgodnie ze specyfikacją układu paliwowego pojazdu zawierającego układ przechowywania sprężonego wodoru ostrzeżenie musi być koloru czerwonego oraz być widoczne dla maszynisty zarówno w warunkach jazdy w ciągu dnia, jak i jazdy nocnej.
- 5.2. Badania wykonuje się w warunkach normalnej pracy instalacji wodorowej i komponentów wodorowych. Warunki powinny być określone w instrukcji obsługi producenta. Wykonanie badań zleca się osobom posiadającym odpowiednie kwalifikacje i wyposażonym w odpowiedni sprzęt pomiarowy.
- 5.3. Instalacja wodorowa i komponenty wodorowe przedstawione do badań powinny być kompletne, wykonane i zmontowane oraz przygotowane do normalnej eksploatacji zgodnie z dokumentacją techniczną producenta i ogólnymi przepisami.
- 5.4. Wynik badań należy uznać za pozytywny, jeżeli instalacja wodorowa i komponenty wodorowe przeszły wszystkie próby przewidziane do wykonania, z wynikiem pozytywnym.