

Zofia ROMAN

WYMAGANIA I STANDARDY TECHNICZNE W NOWOCZESNYCH ROZWIĄZANIACH TRAKCJI ELEKTRYCZNEJ

Streszczenie. Wymagania interoperabilności europejskiej w zakresie przewozów kolejowych uzmysłowiły konieczność jednoznacznego obligatoryjnego znormalizowania podstawowych parametrów linii zelektryfikowanych i wprowadzenia standardów dla lursującego taboru trakcyjnego. W referacie przedstawione zostały uregulowania dotyczące rozwiązań technicznych w trakcji elektrycznej w nawiązaniu do ogólnego rozwoju technologicznego.

TECHNICAL REQUIREMENTS AND STANDARDS OF PROGRESSIVE SOLUTIONS WITHIN ELECTRIC TRACTION

Summary. Requirements of European interoperability within railroad traffic realize necessity for initiation uniform, obligatory standardization of basic parameters electricity rails and uniform norms for running rolling stock.

In my paper were presented the regulations concerning technical solutions of electric traction in accordance with general development of technology.

1. OBECNE ROZWIĄZANIA TECHNICZNE W EUROPIE

Integracja krajów Europy Zachodniej oraz rozwój produkcji przemysłowej zwiększyły zapotrzebowanie na przewozy kolejowe, w tym również w ruchu międzynarodowym. W Europie bez granic państwowych ujawniło się w sposób znacznie ostrzejszy niż przed zjednoczeniem - występowanie granic kolejowych. Okazało się, że ujednoczenie rozwiązań technicznych kolejowych w Zjednoczonej Europie jest niezwykle trudne, często zgoła niemożliwe wobec tego, że: występuje obecnie 5 systemów elektryfikacji, co najmniej 7 systemów sterowania ruchem i systemów sygnalizacji oraz wiele różnorodnych specyfikacji w zakresie sieci trakcyjnej i odbieraków prądu, nacisków na oś, wielkości skrajni, profilowania linii i dopuszczalnych wielkości promieni łuku, rodzaju hamulców, wysokości peronów, systemów radiołączności itd.

Kombinacja tych wariantów spowodowała eksplozję w zakresie różnorodności rozwiązań i uczyniła utopijną koncepcję uniwersalnego europejskiego pociągu dla zadanych warunków ruchowych.

Dla dużych prędkości jazdy powstały różnorodne, różniące się między sobą, rozwiązania w poszczególnych krajach, co spowodowało, że linie dużych prędkości nie mają dziś powiązań europejskich.

Powołane przez Unię Europejską liczne gremia specjalistów oraz komisje problemowe stworzyły nadzieję, że koleje europejskie i firmy produkujące urządzenia dla kolei będą zobowiązane uzgadniać wspólne specyfikacje techniczne.

Mimo tych przedsięwzięć w dalszym ciągu istnieje kilka różnych koncepcji pociągów dużych prędkości, które mimo kosztownych zmian, nadal nie mogą kursować po liniach sąsiednich krajów.

Skutkiem tych różnorodnych rozwiązań jest to, że pociągi dużych prędkości muszą przejeżdżać linie z ograniczoną prędkością, nie spełniając podstawowych wymogów wynikających z ich charakterystyki.

Zmiany sprzyjające ujednoczeniu technicznemu już rozpoczęły się w następujących obszarach:

1. W zakresie taboru trakcyjnego: rozwój w ostatnich 15 latach półprzewodników mocy i dalszy rozwój elementów elektronicznych umożliwił powszechne zastosowanie nowego typu napędu trakcyjnego z silnikami asynchronicznymi prądu przemiennego, co umożliwiło budowę lokomotyw wielosystemowych dużej mocy.

2. W zakresie systemów elektryfikacji: wzrastające zapotrzebowanie mocy przez szybkie pociągi elektryczne doprowadziło do naturalnej selekcji systemów, ponieważ tylko w systemach trakcji 15 kV i 25 kV możliwe jest zasilanie racjonalne pociągów szybkich dużej mocy jadących w małych odstępach czasowych (dla 25 kV co 3 do 5 min). Niestety, ze względu na różniące się częstotliwości obu systemów (50 Hz, 16 2/3 Hz) są one ze sobą niekompatybilne. System prądu stałego 3 kV, podobnie jak pozostałe systemy 1,5 kV i 750 V ze względu na ograniczenie mocy okazał się niewystarczający dla tych warunków ruchowych.

Nie wiadomo jeszcze, czy zastosowane obecnie w Europie najwyższe napięcie 25 kV będzie stanowić koniec rozwoju, ponieważ już obecnie na świecie są zastosowane lokomotywy zasilane napięciem 50 kV. Dlatego też system 2 x 25 kV zastosowany we Francji jest systemem bardziej perspektywnym do stosowania powszechnego.

3. W zakresie techniki sterowania ruchem i sygnalizacji: technika cyfrowa, informatyka i telematyka przedstawiają właściwie ukierunkowany postęp i z tego względu należy się liczyć z całkowitym wyeliminowaniem systemów analogowych i elektromechanicznych. Realizacja tego procesu postępuje bardzo szybko.

Dotychczas koleje rozwiązywały występujące problemy na większości linii dla ruchu międzynarodowego drogą wzajemnych kontaktów. Pozwoliło to na zastosowanie rozwiązań umożliwiających ruch pociągów w korytarzach zwykle o długości 500-600 km. Były to jednakże rozwiązania zwykle fragmentaryczne, głównie ze względu na wielorakie różne normy i przepisy istniejące w poszczególnych krajach.

2. ZAŁOŻENIA W ZAKRESIE POLITYKI STANDARYZACJI

2.1. Założenia ogólnogospodarcze

Jednym z warunków wprowadzenia jednolitych rozwiązań w Europie jest usunięcie technicznych barier dla swobodnego przepływu dóbr, usług i kapitału pomiędzy krajami Europy.

Ujemnym skutkiem różnic w narodowych systemach jest zwiększenie ogólnych kosztów. które odczuwają najbardziej firmy działające w obszarach o najwyższym poziomie Wymagania i standardy techniczne w nowoczesnych rozwiązaniach trakcji elektrycznej technologii. Dotyczy to także rozwoju kolei. W ostatnim okresie uwidoczniło się to szczególnie wyraźnie w sektorze telekomunikacji. Ocenia się, że ogólny koszt nieujednoliconego systemu narodowych standardów i procedur testujących przy wydawaniu certyfikatów wynosi dziś w UE ok. kilkaset mld USD.

Poważnym hamulcem międzynarodowych obrotów handlowych jest obecnie stosowany system norm i regulacji technicznych. Normy stały się barierą handlową, gdy oferowany towar musi spełniać określone przez importera wymagania, różne od obowiązujących w kraju eksportera. Najczęściej powoduje to konieczność modyfikacji produktu lub usługi.

Te działania dostosowawcze pociągają za sobą znaczne koszty dla producentów oraz kupujących. Przejawiają się one przede wszystkim w utracie potencjalnych korzyści, wydłużeniu czasu transakcji, dodatkowym testowaniu urządzeń oraz w ogólnym obniżeniu się konkurencyjności przedsiębiorstw.

Dla UE - dziś jednolitego obszaru gospodarczego - rozbudowany system narodowych norm i regulacji technicznych stanowi poważną barierę techniczną w obrotach handlowych z otoczeniem. Jest również poważnym hamulcem w zakresie procesów integracyjnych i obniża zdecydowanie pozycję konkurencyjną w Europie.

Stopniowe usuwanie technicznych barier osiągane jest dzięki podjętej wspólnej polityce normalizacyjnej w krajach UE. Opiera się ona na selektywnej harmonizacji narodowych regulacji prawnych dotyczących norm podstawowych.

Zarówno prace harmonizacyjne przepisów podstawowych, jak i ujednoczenia narodowych standardów technicznych odbywają się na szczeblach ponadpaństwowych, w ramach ścisłej współpracy Komisji i Rady UE z europejskimi organizacjami normalizacyjnymi.

2.2. Główne cele standaryzacji

Głównym celem standaryzacji w zakresie rozwiązań kolejowych jest stworzenie jednolitego ogólnoeuropejskiego systemu transportowego, który jest konieczny ze względów ekonomicznych. System ten powinien umożliwiać:

- pełną interoperabilność dla ruchu pociągów o znaczeniu międzynarodowym,
- zwiększenie wykorzystania linii kolejowych dzięki wprowadzeniu nowoczesnych technologii,
- obniżenie kosztów eksploatacyjnych przez standaryzację rozwiązań.

W odniesieniu do modernizowanych linii kolejowych, standaryzacja obejmuje:

- przebudowę i modernizację nawierzchni i podtorza,
- modernizację systemów sterowania ruchem i systemów sygnalizacji,
- unowocześnienie urządzeń telekomunikacyjnych,
- przebudowę urządzeń zasilania energetycznego.

Zamierzenia modernizacyjne linii kolejowych w Europie dotyczą głównych ciągów komunikacyjnych ustalonych w ramach umów AGC i AGTC. Założeniami dla tej modernizacji są standardy przyjmowane w krajach Unii Europejskiej. Oczywiście jest rzeczą, że przyjmowane standardy musiały uwzględniać już istniejące rozwiązania techniczne oraz zasadę, że wszystkie przebudowy i modernizacje linii w zakresie infrastruktury powinny umożliwiać kursowanie pojazdów trakcyjnych zarówno nowej, jak i poprzedniej generacji. Równocześnie zaś wszelkie określone standardy dla nowego taboru trakcyjnego muszą uwzględniać możliwość jego kursowania zarówno po liniach nowo modernizowanych, jak też po liniach o standardach poprzednich. Główne trudności dostosowawcze dotyczą w tym względzie rozwiązań w części elektrycznej. Dokonany rewolucyjny rozwój w dziedzinie elektroniki i mikroelektroniki spowodował nieaktualność rozwiązań dawnych, np. w zakresie systemów sterowania i kierowania ruchem. Z drugiej zaś strony nowo wprowadzane systemy mogą być nieodporne na występujące zakłócenia pochodzące od źródeł zewnętrznych, wytwarzanych przez urządzenia dawnej generacji. Te wzajemne oddziaływania nowych i starych rozwiązań, jak też ich ograniczona często w dużym zakresie kompatybilność elektromagnetyczna spowodowały, że przyjmowane w niektórych krajach (np. na PKP) standardy rozwiązań odbiegają od najnowszych przyjmowanych w Europie. Standardy te można więc określić jako przyjmowane dla „okresu przejściowego”.

3. STANDARDY DLA LINII ZELEKTRYFIKOWANYCH

3.1. Znormalizowane napięcia zasilania trakcyjnego

W wyniku różnych okresów elektryfikacji linii kolejowych w Europie oraz różnic w zakresie rozwoju energetyki krajowej w danym okresie, jak też różnic w aktualnym poziomie techniki, przyjęto w Europie w poszczególnych krajach różniące się systemy zasilania trakcji elektrycznej.

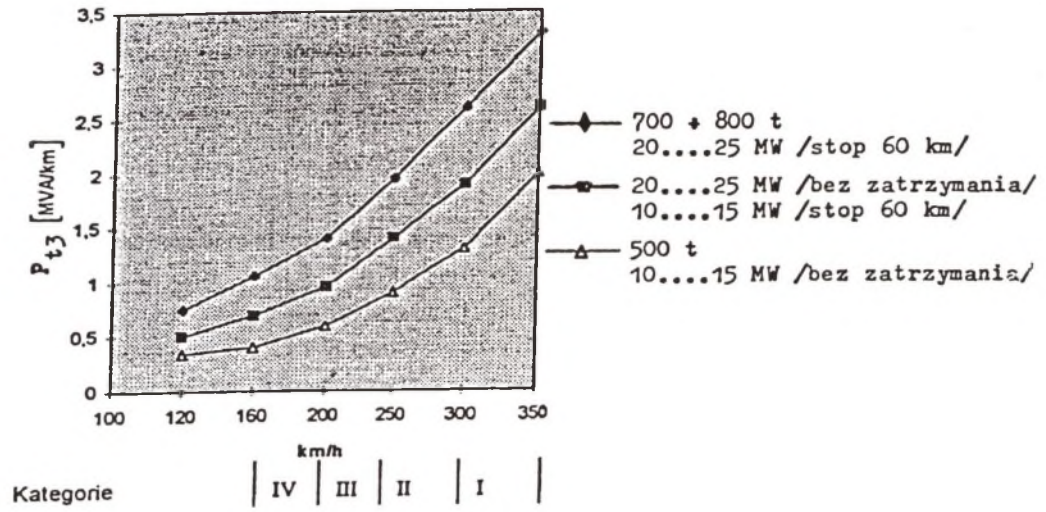
Elektryfikacja linii kolejowych w początkowym okresie miała bowiem charakter wyspowy, nie przewidywano również większego zapotrzebowania na ruch międzynarodowy, lub też nie widziano utrudnienia przy wymianie lokomotyw na granicy państw.

Rozbudowa linii kolejowych, w tym przede wszystkim zelektryfikowanych, zwiększenie prędkości jazdy, a zwłaszcza zaś zjednoczenie Europy w jeden organizm komunikacyjny, uwypukliło trudności związane z przejazdem pociągów po liniach o różnych systemach zasilania.

W związku z tym, że mimo bardzo usilnych starań wielu gremiów specjalistów, nie udało się doprowadzić do jednego europejskiego systemu zasilania, budowane lokomotywy elektryczne lub pociągi zespołowe dla warunków ruchu międzynarodowego musiały być dostosowane do różnych systemów trakcji.

Wymagania interoperabilności europejskiej pociągów uzmysłowiły konieczność jednoznacznego obligatoryjnego znormalizowania podstawowych parametrów linii zelektryfikowanych tak w zakresie tolerancji napięciowych, jak i wielkości mocy zainstalowanej. W tym ujęciu obowiązują obecnie w Europie nowe normy EN i Karty UIC.

W odniesieniu do systemu trakcji prądu stałego 3 kV stosowanego w Polsce, w ostatecznym, obecnie obowiązującym dokumencie EN 50163 i UIC 600 ustalone zostały jednolite wielkości w zakresie tolerancji napięcia. Dotyczą one wielkości w punkcie odbioru prądu.



Rys.1. Zależność mocy liniowej od kategorii linii i warunków ruchowych (następstwo pociągów co 3 min.)
 Fig.1. Dependence of linear power on category of line and traffic conditions (sequence of trains each 3 minutes)

Stwierdzono przy tym, że użytkownik powinien dostosować swoje urządzenia do wielkości tolerancji plusowych podanych w normie. Chodzi tu głównie o napięcie 4000 V. Równocześnie ze względu na wyposażenie elektryczne wagonów pasażerskich uzupełniono $U_{\min 2}$ o nową szpalę oznaczoną jako $U_{\max 1}$, która to wielkość nie była dotychczas określaną. Obowiązuje ona tak w fazie konstruowania urządzeń, jak też w próbach odbiorczych.

Wprowadzone nowe zmiany normatywne spowodowały konieczność przebudowy niektórych urządzeń klimatyzacji i przełączników napięcia w wagonach osobowych. Do przebudowy pozostają wagony z centralnym zasilaniem elektrycznym oraz urządzeniami klimatyzacji zasilanymi z przetwornic wirujących dostosowanych do najwyższych napięć 3600 V. Wszystkie te przeróbki mają na celu dostosowanie urządzeń do zwiększonego napięcia zasilania 4000 V. W innym bowiem przypadku należy się liczyć z występowaniem uszkodzeń w tych obwodach.

Znormalizowane zostały również wielkości krótkotrwałych szczytowych wartości napięcia. Zostało bowiem potwierdzone, że układy z elementami elektroniki mocy wytwarzają wyższe napięcia szczytowe i jednocześnie mniej są na nie odporne. Źródłem możliwości powstawania przepięć są procesy łączeniowe wyłączników mocy przy za- i wyłączaniu transformatorów lokomotygowych. Wywołane tymi procesami przepięcia wykazują nie tylko wysokie wartości, ale także dużą zmagazynowaną energię.

3.2. Wymagania w zakresie wielkości mocy

Zgodnie z wymaganiami UIC w Karcie UIC Kodex 795 z dn. 1.07.1996 r. [8], oznaczonej symbolem V (oznacza obligatoryjność stosowania) określone zostały wielkości mocy szczytowej w MW w punkcie odbioru prądu z sieci trakcyjnej w zależności od kategorii linii kolejowych. Dotyczą one czterech kategorii linii, dla których zdefiniowane zostały maksymalne prędkości jazdy, a mianowicie: kategoria I - 350 km/h, kategoria II - 300 km/h, kategoria III - 250 km/h, kategoria IV - 200 km/h.

Podane w Karcie wymagania odnoszą się w zasadzie do linii nowo budowanych dla prędkości jazdy ≥ 250 km/h oraz linii przebudowywanych do prędkości ok. 200 km/h.

Określona maksymalna moc trakcyjna odpowiada uzyskanej z diagramu charakterystyce „Siła pociągowa - prędkość jazdy” taboru trakcyjnego włączenie z poborem mocy przez urządzenia pomocnicze.

W obliczeniach uwzględniona została maksymalna dopuszczalna prędkość jazdy dla danej linii oraz najmniejszy możliwy czas następstw pociągów, wynikający z zastosowanego systemu zabezpieczenia ruchu pociągów i który może wystąpić w przypadku odchyień od planowanego rozkładu jazdy. Na tej podstawie określona została moc zainstalowana na linii w MVA/km. Wielkość tej mocy wyliczana jest na drodze symulacji komputerowej i odpowiada 10-minutowej wartości średniej mocy przypadającej na km linii odcinka zasilania.

Graficzne przedstawienie podanych w tablicy wielkości przedstawiono na rys. 1. Wielkości te odnoszą się do linii 2-torowej, przy czym zostały one uśrednione i należy je traktować jako dane kierunkowe.

3.3. Wymagania w zakresie rozwiązań układów zasilania elektroenergetycznego

Jeśli chodzi o nowoczesny napęd w taborze trakcyjnym, wzrosły wymagania w zakresie stabilności dostawy mocy. Wymagane jest aby napięcie na odbieraku prądu w najniekorzystniejszym przypadku zasilania nie mogło obniżyć się poniżej napięcia znamionowego urządzeń.

Jest to zaostrenie dotychczasowych reguł, wynikające z konieczności utrzymania stałej mocy trakcyjnej, jako mocy ciągłej pojazdu. Daje to gwarancję utrzymania zakładanej prędkości jazdy pociągów zgodnie z rozkładem jazdy.

Ze względów fizycznych nie ma możliwości stosowania dla tych warunków systemu prądu stałego, nie byłby również możliwy odbiór prądu o wielkości np. 4000 A z sieci trakcyjnej. Dlatego też system 3000 V prądu stałego nie jest traktowany jako odpowiedni dla warunków bardzo dużych prędkości jazdy.

Zwiększenie prędkości jazdy związane jest nierozdzielnie ze zwiększeniem mocy lokomotyw elektrycznych, ale również ze zwiększeniem gęstości ruchu pociągów na linii, będącej konsekwencją koncentracji przewozów.

Analizy możliwości pokrycia zapotrzebowania energetycznego dotyczą zwykle dwóch obszarów:

- czy układ energetyczny zasilający podstacje trakcyjne jest w stanie sprostać zapotrzebowaniu na dostawę mocy,
- czy doprowadzenie energii do punktów przemieszczającego się odbioru prądu nie wywoła zbyt dużych spadków napięcia.

W pierwszym przypadku jest to związane z wielkością mocy zainstalowanej w stacjach energetycznych i ich odległości od podstacji trakcyjnych, w przypadku drugim zależności są bardziej złożone i wynikają zarówno z mocy podstacji trakcyjnych i przekrojów sieci trakcyjnej, ale też z konfiguracji układu zasilania.

Trzeba również mieć na uwadze, że zgodnie z odnośnymi przepisami i normami, udział odbiorów trakcyjnych w stosunku do mocy zainstalowanej w stacjach energetycznych jest ograniczony tak ze względu na dopuszczalne wahania napięcia występujące w warunkach krótkotrwałych dużych obciążeń w okresie rozruchu lokomotyw elektrycznych oraz ze względu na oddziaływanie wyższych harmonicznych na sieć energetyczną w przypadku odbiorów trakcyjnych.

Te wymagania i warunki towarzyszące odbiorowi energii i mocy na cele trakcyjne z układów energetycznych zadecydowały o konieczności wprowadzania kolejnych zmian w układach zasilania trakcji elektrycznej na świecie.

W przypadku transmisji znacznych mocy do pojazdów trakcyjnych szczególnego znaczenia nabiera wielkość spadku napięcia w układach zasilania [23], wielkość prądu nominalnego przy odbiorze stałej mocy oraz generowanie wyższych harmonicznych w układzie przetwarzania energii. Wszystkie te wielkości stanowią tę samą grupę krytycznych parametrów. Inna grupa krytycznych parametrów dotyczy współpracy odbieraka prądu z siecią trakcyjną.

Jednym z głównych sposobów polepszenia warunków dostawy mocy i energii w trakcji elektrycznej jest przejście na wyższe napięcie zasilania.

4. NOWOCZESNE ROZWIĄZANIA POJAZDÓW TRAKCYJNYCH

Jak już opisano wcześniej, ze względu na różnorodność stosowanych systemów zasilania trakcji, różnych rozwiązań sterowania ruchem, różnorodność w przepisach ruchowych, mających bezpośredni wpływ na masy pociągów, prędkości jazdy i warunki dochodzenia do maksymalnych prędkości, ukształtowały się w Europie bardzo różnorodne rozwiązania pojazdów trakcyjnych, zarówno w zakresie charakterystyk trakcyjnych, wielkości mocy, liczby osi napędnych, jak i dopuszczalnych tolerancji napięciowych w systemie zasilania.

Wszelkie próby ujednoczenia rozwiązań w skali Europy nie przyniosły żadnych oczekiwanych rezultatów, co gorsza, nawet nowo budowane pociągi dużych prędkości do 250 km/h miały rozbieżne rozwiązania tak w zakresie napędu (silniki synchroniczne, silniki asynchroniczne, silniki prądu stałego, 4 lub 8 osi napędnych), jak i różnorodne wymagania w zakresie dopuszczalnego nacisku na oś (od 17 do 22 t/oś).

Dzisiaj sytuacja jest taka, że żaden pociąg dużych prędkości typu TGV nie może kursować poza granicami Francji, żaden pociąg ICE poza granicami Niemiec, żaden pociąg ITR 450 poza granicami Włoch. Wszystkie te pociągi natomiast, mimo dostosowania do prędkości 250 km/h i powyżej, obsługują jedynie ruch IC.

Ustalone w ostatnich latach wspólne wymagania dotyczące taboru trakcyjnego mają więc charakter wymagań ogólnoeuropejskich, próbuje się przyjmować rozwiązania mające na celu umożliwienie ruchu pociągów szybkich w ruchu międzynarodowym. Zwykle jednak pociągi te dostosowane zostały do kursowania po ściśle określonych wybranych liniach europejskich.

Nowe wymagania stawiane w celu uzyskania zwiększonych prędkości jazdy pociągów, w tym do 400 km/h, wymuszają poszukiwanie nowych koncepcji rozwiązań w zakresie ukształtowania pociągu, systemów kierowania ruchem oraz zwiększonego bezpieczeństwa jazdy. Wymagania te prowadzą często do wzajemnie wykluczających się rozwiązań i konieczne jest poszukiwanie nowych dróg na miarę XXI wieku.

Konieczność zwiększenia mocy pojazdów do 15 MW i powyżej przy jednoczesnym znacznym ograniczeniu masy pojazdów, w celu uzyskania możliwie małego dynamicznego oddziaływania pojazdów na tor kolejowy, stało się zadaniem niezwykle złożonym. Te dwa pozornie sprzeczne wymagania, w tym uzyskanie możliwie małego nacisku na oś, znacznie poniżej 17 t, ugruntowały pogląd na konieczność rozłożenia masy napędnej wzdłuż całego pociągu. Umożliwia to obniżenie jednostkowej masy napędnej przypadającej na oś i uzyskanie obniżenia nacisku nawet do ok. 10-11 ton. Rozwiązanie takie zostało zrealizowane w najnowocześniejszym pociągu japońskim serii 500 o mocy ciągłej 18 240 kW i maksymalnej prędkości 300 km/h, ze wszystkimi 64 osiami napędnymi i silnikami asynchronicznymi o mocy 285 kW każdy. Osiągnięto przy tym naciski na oś wynoszące ok. 10,7 ton [15].

Dalszym poszukiwaniem jest wdrożenie napędu bez przekładni mechanicznej [13, 19], co w dużym zakresie umożliwia obniżenie masy pojazdów trakcyjnych. Oba wymienione rozwiązania przy zastosowaniu systemów z wychylnym nadwoziem pojazdów umożliwić mają zarówno zwiększenie prędkości jazdy pociągów, jak i polepszenie komfortu jazdy i obniżenie oddziaływania pojazdów na tor kolejowy.

Odejście od centralnego napędu stwarza obok możliwości zmniejszenia wielkości nacisku na oś, również rozszerzenie granicy dla sumarycznej siły pociągowej, przez co może być osiągnięta wysoka prędkość jazdy do 400 km/h i zwiększone przyspieszenie w fazie rozruchu pociągu.

W pojazdach trakcyjnych prądu przemiennego jednym z elementów o największej masie jest transformator obniżający napięcie dla zasilania silników trakcyjnych. W zakresie obniże-

nia jego masy prowadzone są wielokierunkowe badania, w tym wdrożenie materiałów nadprzewodzących w uzwojeniach transformatorów [16]. Ma to umożliwić zwiększenie dopuszczalnej gęstości prądu w uzwojeniach przy jednoczesnej znacznej redukcji strat, a przez to obniżenie masy transformatora oraz przestrzeni zajmowanej na pojeździe.

W zakresie silników trakcyjnych prowadzone badania dotyczą możliwości osiągnięcia większych mocy przy jednoczesnym utrzymaniu lub zmniejszeniu masy i objętości silnika. W tym celu wprowadzone zostały nowe izolacje uzwojeń silników w formie folii poliamidowej typu Kapton powlekaną dwustronnie fluoropolimerową warstwą teflonu [14]. Umożliwia to podwyższenie dopuszczalnej temperatury nagrzewania uzwojeń silników. Jak wykazały badania przeprowadzone na kolejach niemieckich (DB) temperatury długotrwałe uzwojeń silników dochodzą do poziomu 250°C, zaś krótkotrwałe do 400°C [14].

Podjęte zostały również próby zastosowania nowego, skuteczniejszego niż dotychczas chłodzenia silnika trakcyjnego, a mianowicie zastosowanie chłodzenia wodnego w obiegu zamkniętym [18]. Daje to możliwość zwiększenia obciążalności silnika, a także obniżenia hałasu związanego z wymuszonym chłodzeniem powietrznym oraz wyeliminowania możliwego zanieczyszczenia silników.

W zakresie wprowadzanych modyfikacji dąży się do osiągnięcia takiej relacji moc/masa silnika, aby możliwe było uzyskanie stosunku mocy wynoszącej 1 kW na 1 kg masy silnika. Oczekuje się, że osiągnięte to zostanie około roku 2000.

Zmniejszenie masy pojazdów jest również szczególnie istotne w ruchu podmiejskim o dużej liczbie zatrzymań pociągów, gdyż każdy rozruch stosunkowo dużej masy pociągu wymaga dostarczenia mocy i energii. Dlatego też masa pojazdów trakcyjnych oraz masy wagonów nabierają szczególnego znaczenia.

5. ZAKOŃCZENIE

Uzyskanie interoperabilności europejskiej w zakresie ruchu kolejowego wymaga zharmonizowania rozwiązań technicznych na liniach o znaczeniu międzynarodowym.

Zharmonizowanie rozwiązań technicznych możliwe jest jedynie w warunkach ustalenia odnośnych ujednoczonych standardów, obowiązujących dla całych ciągów komunikacyjnych.

W tym ujęciu dla linii międzynarodowych wprowadzane zostają, zgodnie z o obowiązującymi dyrektywami UE, wymagania normatywne (EN) i obowiązujące międzynarodowe przepisy (UIC), nowe rozwiązania techniczne, w tym również w odniesieniu do rozwiązań trakcji elektrycznej. Celem ujednoczenia standardów technicznych jest uzyskanie takich korzyści, jak: zwiększenie wykorzystania linii kolejowych, obniżenie kosztów eksploatacyjnych oraz zwiększenie wpływów związanych z uatrakcyjnieniem ofert przewozowych dla klientów.

Walory uzyskiwane z wdrożenia nowych technologii dotyczą również polepszenia komfortu jazdy, zwiększenia bezpieczeństwa i płynności ruchu kolejowego oraz polepszenia warunków środowiskowych, związanych między innymi z obniżeniem hałasu i zmniejszeniem zużycia energii elektrycznej.

LITERATURA

1. Streit K., Partzsch L.: Telematik - Sulüsselfaktor für die moderne Bahn. ETR - Eisenbahntechnische Rundschau, 1997, nr 7-8.
2. Kollmannsberger F.: Studie Zukunftsorientiertes Bahn-Leitsystem (ZBL). ETR - Eisenbahntechnische Rundschau, 1997, nr 7-8.
3. Weißbuch der EU - Kommission „Eine Strategie zur Revitalisierung der Eisenbahn in der Gemeinschaft”, 30.07.1996.
4. Polifka F.: FuE - Arbeiten für den Schienenverkehr der Zukunft. Bahn Tech - Forschungs - und Technologie - Report der Deutschen Bahn Ag, 1996, nr 4.
5. Charpentier P.: Le systéme de l'utoroute ferroviaire. Revue Generale des Chemins de fer, 1996, nr 4.
6. Dürr H.: Eine Vision der Eisenbahn für ein Europa ohne Grenzen. EI - Der Eisenbahningenieur 1996, nr 4.
7. Roman Z.: Harmonizacja techniczna rozwiązań elektrycznych na kolejowych liniach szybkiego ruchu w Europie. VII Konferencja Naukowa SEMTRAK '96, Kraków 24-26.10.1996.
8. UIC Kodex 795 V. Minimal installierte Leistung. Streckenkategorien 1. Ausgabe. Internationaler Eisenbahnverband, Paris, 01.07.1996.
9. European standard. EN 50163 Railway applications. Supply voltages of traction systems. European Committee for Electrotechnical Standardization. Bruxelles, 11.1995.
10. Knau U.: Abschluß des Normungsverfahrens für Spannungstoleranzen und Spannungsspitzen bei den Spannungssystemen von Fahrleitung und Zugsammelschiene. ZEV Glasers Annalen, 1997, nr 4.
11. European standard. EN 50206. Railway applications. Rolling stock, Bruxelles, 01.1995.
12. Polifka F.: Weichenstellungen zur Hochleistungsbahn. BahnTech - Forschungs - und Technologie - Report der Deutschen Bahn AG, 1996, nr 4.
13. Leitgeb W.: Möglichkeiten des Direktantriebs moderner Hochleistungs - Fahrzeuge durch neue Wege der elektromechanischen Energiewandlung. ZEV - Glasers Annalen 1995, nr 9-10.
14. Mayr H., Stone D.: Fortschrittliche Isoliersysteme für die Fahrmotoren moderner Hochgeschwindigkeitszüge. Elektrische Bahnen 1994, nr 1-2.
15. Series 500 heads the streamliner stakes. Railway Gazette 1996, nr 3.
16. Supraleitung auf Schienenfahrzeugen. Forschungsinformation. ETR - Eisenbahntechnische Rundschau 1996, nr 3.
17. Trafokühlung mit Siliconflüssigkeit. EI - Der Eisenbahningenieur 1996, nr 5.
18. Wassergekühlte Fahrmotoren weiter auf Erfolgskurs. EI - Der Eisenbahningenieur 1995, nr 11.
19. Weh H. Direktantriebe für Schienenfahrzeuge der Zukunft. Energietechnische Gesellschaft (ETG) - Tage '95, Essen 10-11.10.1995.
20. Raoul J.: Ein Zug für das 21. Jahrhundert. Schienen der Welt 1994, nr 4.
21. Roman Z.: Różnorodność rozwiązań pojazdów trakcyjnych dla dużych prędkości jazdy. VI Konferencja Naukowa Trakcji Elektrycznej SEMTRAK '94, Zakopane, 10.1994.
22. Pellegrin J.: Interoperabilite et recherche ferroviaire. Congress on Railway Research, Paris, 14-16.11.1994.
23. Roman Z.: Możliwości obniżenia spadków napięcia w systemach zasilania pojazdów trakcyjnych. XII Konferencja Naukowa „Pojazdy Szynowe” '96, Poznań 21-24.10.1996.

24. Wagner R.: Technologische Perspektiven für Fahrzeuge im spurgeführten Hochgeschwindigkeitsverkehr. ZEV Glasers Annalen, 1997, nr 2-3.

Recenzent: Dr hab.inż. Eugeniusz Kałuża
Prof. Politechniki Śląskiej

Abstract

Integration of European countries and growth of industrial production increase needs for railway transport, including international traffic. European interoperability of railway traffic requires harmonisation of technical solutions on international lines. Harmonisation of technical conditions is possible with unified standards, which are valid for all traffic corridors. Taking this into account, new technical solutions, also for electric traction, based on EC directives, normative requirements (EN) and international regulations (UIC) are applied. Aims of unified standards applications are increasing of operating railway lines, reduction of service costs and increasing benefits, resulted from new transport offer for customers.