

Stanisław Zimnoch

# Złącza izolowane z zastosowaniem poliamidów

**Złącze szynowe przysparza wiele trudności w utrzymaniu toru, ponieważ miejsce łączenia szyn jest źródłem zwiększonych oddziaływań dynamicznych od pojazdów. Przecięte toki szynowe to najstabsze ogniwo toru, są powodem przeciwnego uginania się końców szyn pod obciążeniem od kół pojazdów. Tworzą się krzywizny o odmiennym charakterze niż ciągłe ugięcie szyny. Powstają dwie pochyłości – jedna skierowana w dół, a druga w górę, przy czym krzywizny obu ugięć nie mają wspólnej stycznej. Ugięcie szyny w styku jest około 50% większe niż w środku przęsła szynowego [1].**

Dopiero tor bezstykowy wyeliminował to najstabsze ogniwo toru, jakim jest przecięta szyna, ale tylko w torach głównych, rzadko w torach stacyjnych. Na liniach drugorzędnych, na większości torów stacyjnych i bocznicy problem ten istnieje nadal. Świadczy o tym aktualne zapotrzebowanie i zamówienia elementów złączy izolowanych przez PLK oraz duże zakłady mające stacje przemysłowe.

## Informacja historyczna

W latach 1988–1992 w Zakładzie Dróg Kolejowych CNTK opracowano dla szyn S49, nie stosowaną i chyba nieznaną dotąd na PKP, konstrukcję krajowego złącza izolowanego z tworzyw sztucznych [2, 3]. W tych pracach badawczych zaprezentowano projekt łubka z tworzywa na bazie poliamidów, przeprowadzono badania laboratoryjne i eksploatacyjne nowego krajowego złącza z tworzyw sztucznych, porównując je ze złączami wykonanymi z frezowanych łubków stalowych i z łubkami alkamidowymi, produkcji ČSD. Ustalono, że złącza izolowane wykonane z łubków z krajowego tworzywa, o nazwie handlowej tarnamid potem kaprolan, w niczym nie ustępują zagranicznym, a nawet przewyższają je niektórymi parametrami trwałości mechanicznej i rezystancji elektrycznej, są zdecydowanie trwalsze od złączy wykonanych z frezowanych łubków stalowych (3 do 5-krotnie). W następstwie ustaleń uzyskanych podczas badań, DGKP pismem nr KD4e-722/73/92 z 15.12.1992 r. podjęła decyzję o dopuszczeniu do stosowania na skalę eksploatacyjną w torach PKP łubków z tarnamidu, potem kaprolaktamu – tworzywa poliamidowego produkcji Zakładów Azotowych w Tarnowie.

## Tworzywo do produkcji łubków

Na podstawie doświadczeń zarządów kolei z krajów ościennych, z uwagi na zbliżone warunki geograficzne i atmosferyczne, do wytworzenia partii eksperymentalnej do analiz i badań porównawczych jako surowca wyjściowego do produkcji krajowej odmiany łubków z tworzyw sztucznych przyjęto poliamid 6 (w ČSRS – alkamid według ČSN-643611, w ZSRR – poliamid wtryskowy 610 według GOST – 10589-730, a w NRD – miramid HZK zgodnie z TGL-200550).

Poliamidy to polimery, które mają w swoich głównych łańcuchach wiązania amidowe typu (C O)-NH1, są tworzywami sztucznymi o podwyższonej odporności mechanicznej, nadającymi się do produkcji między innymi kół zębatach i innych wyrobów wymagających dobrych własności mechanicznych.

Wyroby poliamidowe charakteryzują się:

- dużą sztywnością, twardością, trwałością oraz wytrzymałością mechaniczną;
- dużą elastycznością;
- dużą stabilnością kształtu w warunkach oddziaływania obciążeń cieplnych;
- optymalną odpornością na ścieranie;
- bardzo dobrą wytrzymałością izolacyjną elektrycznie w przypadku typów niemodyfikowanych;
- dużą zdolnością tłumienia drgań i odpornością na uderzenia;
- bardzo dużą udarność;
- dużą odpornością na działanie promieniowania UV, X i gamma;
- dobrą obrabialnością (cięcie, toczenie, frezowanie);
- dobrą odpornością chemiczną na oleje, tłuszcze, smary i benzynę;
- małą rozszerzalnością cieplną.

Krajowym surowcem wyjściowym był kaprolaktam – polimer otrzymywany przez hydrolityczną polimeryzację; w postaci handlowej – granulatu o średnicy 3 mm i długości 4–6 mm, bezbarwny lub barwiony.

## Styk izolowany klasyczny

Styki izolowane, oprócz swego zasadniczego przeznaczenia – łączenia końców szyn i przenoszenia obciążeń od taboru – muszą dodatkowo spełniać zadania izolacyjne. Izolowane złącze szynowe, jako element obwodów torowych nawierzchni kolejowej, spełnia dwie funkcje:

- rzutuje na niezawodność pracy urządzeń zabezpieczenia ruchu w torze,
- zapewnia bezpieczną jazdę pojazdów szynowych.

W pracach [2, 3] problem ten był jednym z najważniejszych celów.

## Nowe konstrukcje izolowanego złącza szynowego

Konstrukcja złącza szynowego (styku) w ogóle, a złącza izolowanego w szczególności, zawsze przysparzała problemów w utrzymaniu. Przez lata w wielu zarządach, w tym także na PKP, poświęcono temu problemowi dużo uwagi. Wprowadzano więc kolejne modyfikacje w izolowanych złączach szynowych, stosując:

- łubki lignofolowe (z drewna), ulepszone preparatami chemicznymi, prasowane z wielu warstw, wzmacniane specjalnymi gatunkami drewna itp., a mimo to cechowała je mała trwałość;

■ łubki stalowe frezowane w celu umożliwienia montażu izolacji podłużnej, początkowo z tekstolitu, później z poliamidów (itamid 35 i tarnamid T 27), stosowane tylko na PKP; złącza te wymagały dodatkowo:

- rozwiercania otworów w szynach (do  $\varnothing 33\text{mm}$ ), aby na śruby łubkowe można było zakładać izolację poprzeczną (tulejki);
- izolacji między stykami łączonych szyn (grzybki).

Konstrukcja tego złącza nie zapewnia, niestety, pożądanej niezawodności ani trwałości eksploatacyjnej mimo opisanych zabiegów, dotyczących doboru coraz lepszych tworzyw na izolację – najstarszym ogniwem pozostawały elementy izolacji podłużnej i poprzecznej (tulejki). Poszukiwano więc kolejnych, mniej zawodnych konstrukcji izolowanego złącza – powstały więc, dzięki badaniom prowadzonym w CNTK i pracom badawczym Zakładu Dróg Kolejowych:

■ złącza klejono-sprężone, które znalazły powszechnie zastosowanie głównie w torach bezstykowych, jednak w zasadzie tylko w torach głównych zasadniczych linii magistralnych i pierwszorzędnych;

■ łubki z poliamidów na izolowane złącza w pozostałych torach.

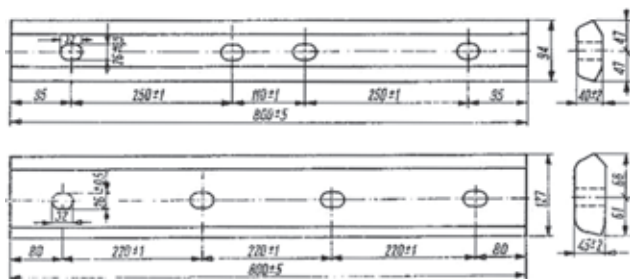
Od czasu, jak rozwiązano wymienione tematy, zniknął w zasadzie problem dużej zawodności w obwodach torowych automatyki i systemów zabezpieczenia ruchu kolejowego z winy służby drogowej. Zdaniem piszącego badania, które obejmowały poszukiwania łubków z tworzyw, zainspirowane zostały w następstwie wymiany naukowej pracowników uczelni z uczelniami zagranicznymi [5].

### Izolowane złącze szynowe z poliamidów

W latach 80. XX w. na kolejach górniczych ČSD, z powodu nagminnego pękania łubków w złączach izolowanych, wykonanych z wielowarstwowego drewna prasowanego, przypadkowo zastosowano frezowane sposobem gospodarczym łubki z płyt alkamidowych, przygotowanych do innych celów przemysłowych, a wykonanych z poliamidu alkalicznego [1, 4].

Okazało się w eksploatacji, że łubki te przewyższają pod każdym względem łubki z drewna warstwowego, są kilkakrotnie trwalsze i nie pękają nawet przy znacznych mrozach. Obserwacje eksploatacyjne i eksperymenty badawcze zachowań tego złącza potwierdzały poprawność rozwiązania. Aby uzyskać legalizację stosowania nowego wyrobu, prowadzono jednocześnie prace naukowo-badawcze łubków i złącz wykonanych z tworzyw sztucznych.

Okazało się, że nowe łubki charakteryzuje kilkakrotnie dłuższa żywotność, a ponadto spełniają one wszystkie wymagania stawiane przez systemy zabezpieczenia ruchu pociągów izolowanym złączom obwodu torowego.



Rys. 1. Łubki alkamidowych: Ra-800 z szynami R65 i Sa-800 z szynami S49

Koleje ČSD uznały rozwiązanie za poprawne i już w styczniu 1983 r. usankcjonowały seryjną produkcję półfabrykatów dla dwóch podstawowych typów łubków alkamidowych: Ra-800 z szynami R65 i Sa-800 z szynami S49 (rys 1). Już w pierwszych latach stosowania tego rozwiązania wytworzono około 60 tys. szt. frezowanych łubków alkamidowych.

### Poszukiwania krajowego złącza szynowego z poliamidów

W połowie lat 80. XX w. również na PKP przystąpiono do opracowania w CNTK krajowej odmiany złącz do szyn S49 z łubkami tworzyw sztucznych, Wykonano w tym celu prace badawcze [2, 3], w których przeprowadzono badania laboratoryjne, eksploatacyjne i porównawcze łubków wykonanych z alkamidu (CSD) i tarnamidu 6 produkowanego w Zakładach Azotowych w Tarnowie ze złączami z łubków stalowych frezowanych. Wyniki były korzystne dla łubków krajowych. Ustalenia wymienionych prac badawczych pozwalały sądzić, że zastosowanie łubków z poliamidów poprawi trwałość złącz izolowanych i wydłuży ich żywotność 3–5-krotnie w stosunku do dotychczasowych, ponadto uprości montaż i wydatnie zmniejszy nakłady na utrzymanie. Pozwoli także wyeliminować dotychczasowe, zawodne konstrukcje złącz z łubków lignofolowych, a także w znacznym stopniu również złącz z łubków stalowych frezowanych.

### Ocena własności eksploatacyjnych łubków poliamidowych

Łubki poliamidowe, zastosowane w złączach konstrukcji toru, były poddane następnie badaniom statycznym i dynamicznym w celu określenia cech wytrzymałościowych oraz porównawczych z łubkami lignofolowymi i stalowymi frezowanymi. Badania wykazały znacznie lepszą odkształcalność, mniejsze ugięcia złącz z „poliamidów”, nie dochodziło do złamań nawet w temp  $-20^{\circ}\text{C}$ . W badaniach laboratoryjnych [1] na pulsatorze uzyskano następujące wyniki:

- łubki stalowe używane – przy obciążeniu rzędu  $3 \times 10^3$  cykli, wystąpiło złamanie;
- łubki drewniane warstwowe –  $3 \times 10^3$ , złamanie;
- łubki alkamidowe –  $7,6 \times 10^6$ , tylko odkształcenie.

Współczynnik podatności  $k$  (stosunek siły nacisku  $P$  do ugięcia  $y$ ) wynosił dla łubków:

- stalowych  $k = 28,6/\text{mm}$ ,
- drewnianych warstwowch  $k = 9,4 \text{ kN}/\text{mm}$ ,
- alkamidowych  $k = 1,09 \text{ kN}/\text{mm}$ .

Mniejsze ugięcia styków z łubkami alkamidowymi niż stalowymi zarówno przy statycznym, jak i dynamicznym obciążeniu można wytłumaczyć tym, że łubek o większej sztywności (stalowy) oddziałuje na dłuższym odcinku szyny, a więc i wielkość ugięcia musi być większa, natomiast łubki alkamidowe, jako bardziej miękkie, oddziałują na końce szyn na mniejszej długości, stąd i ugięcia są mniejsze (oddziaływanie to zależy również od jakości podbicia podkładów),

Polepszenie wytrzymałości zmęczeniowej, zależnej od liczby cykli pulsatora, można tłumaczyć tym, że przy niższych temperaturach poprawiają się własności mechaniczne, tj. zwiększa się sztywność i zmniejsza histereza łubków alkamidowych.

Poprawę własności takich jak odporność udarowa, odporność karbową i naprężenia zginające, uzyskuje się jeśli wyrób z polia-

midu przejdzie „aklimatyzacją” w środowisku wilgotnym i osiągnie zawartość wody od 2–4%

## Charakterystyka i walory złączy poliamidowych

Z przeprowadzonych wcześniejszych badań i po ponad 15-letnich doświadczeniach eksploatacyjnych można z całą powagą badacza i obserwatora stwierdzić, że złącza izolowane klasyczne, z łubkami poliamidowymi, mogą być stosowane w torach i rozjazdach kolejowych z szyn dowolnego typu, na podkładkach drewnianych i betonowych, w odcinkach prostych i łukach o promieniach  $R \geq 150$  m nie tylko jako podparte, ale także jako wiszące, w następujących torach:

- głównych dodatkowych i stacyjnych linii magistralnych oraz pierwszorzędnych,
- głównych i stacyjnych linii drugorzędnych oraz znaczenia miejscowego,
- na bocznicach PKP i kolei użytku niepublicznego.

Niektóre własności techniczno-eksploatacyjne złączy poliamidowych są następujące:

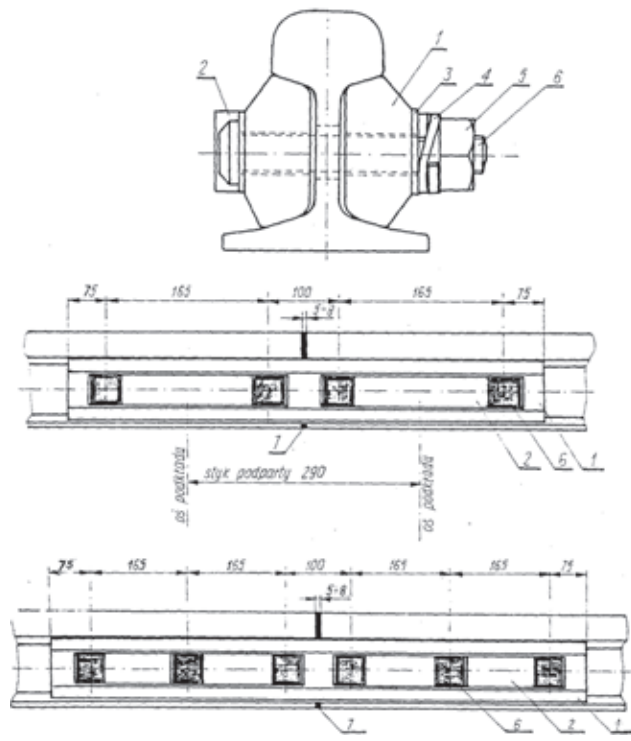
- ponad 5-krotnie większa trwałość eksploatacyjna w porównaniu ze złączami klasycznymi z łubków stalowych i około 10-krotnie mniejsza awaryjność;
- znacznie prostszy i łatwiejszy montaż – mniejsza pracochłonność; wyeliminowanie z klasycznych złączy izolowanych elementów najbardziej narażonych na uszkodzenia, jak izolacja podłużna i tulejki na śruby łubkowe;
- wyeliminowanie konieczności frezowania łubków stalowych przez struganie płaszczyzn przylegania do szyny i powiększanie otworów dla wykonania złącza izolowanego;
- pośredni wpływ na poprawę bezpieczeństwa ruchu pociągów w wyniku większej niezawodności eksploatacyjnej złączy;
- znaczna oszczędność stali (dla łubków S49 K4, czterootworowych, stalowych  $7,2 - 1,8 = 5,4$  kg, aluminidowe – 5,4 kg; dla łubków UIC60 K4:  $9,2 - 3,0 = 6,2$  kg i odpowiednio dla UIC60 K6:  $17,6 - 5,0 = 12,6$  kg).

Złącze izolowane S49 lub UIC60 z zastosowaniem łubków poliamidowych przedstawiono na rysunku 2, na którym oznaczono:

- 1) dwa łubki poliamidowe czterootworowe lub 6-otworowe,
- 2) dwie podkładki metalowe dwuotworowe pod łby śrub łubkowych,
- 3) cztery (sześć) podkładki metalowe jednootworowe pod pierścienie sprężyste śrub łubkowych,
- 4) cztery (sześć) pierścienie sprężystych,
- 5) cztery śruby łubkowe o długości trzpienia 150 mm,
- 6) cztery (sześć) nakrętek na śruby łubkowe,
- 7) wkładka poliamidowa w kształcie profilu szyny, o grubości ok. 5 mm.

Rodzaje aktualnie produkowanych łubków w kraju pokazano na rysunku 3.

Według ustaleń autora, od czasu jak wprowadzono decyzją Naczelnego Zarządu Utrzymania Kolei zarządzenie nr KD4e-722/73/92 z 15.12.1992 r., dopuszczające stosowanie łubków tarnamidowych, obecnie, powszechnie określanymi mianem poliamidowych, na sieci PKP zabudowano około 200 tys. tych łubków w złączach izolowanych. W zasadzie przestał istnieć problem zawodności obwodów torowych z winy utrzymania, chyba że są stosowane archaiczne rozwiązania. Obserwacje z bocznej ławki potwierdzają, że jednak jeszcze są.



Rys. 2. Złącze izolowane S49 lub UIC60



Rys. 3. Rodzaje łubków aktualnie produkowanych w Polsce

## Wnioski

**1.** Konstrukcja krajowego złącza izolowanego przy zastosowaniu łubków poliamidowych pozwoliła efektywnie zastąpić stosowane łubki lignofolowe i równie przestarzałe łubki frezowane, wymagające wkładek izolacyjnych podłużnych i poprzecznych (tulejki).

**2.** Badania wytrzymałościowe laboratoryjne, a przede wszystkim ponad 15-letnie eksploatacyjne, potwierdziły trafność i potrzebę rozwiązania wprowadzającego poliamidy do wytwarzania łubków z poliamidów do wykonania złączy izolowanych w tych torach, gdzie nie opłaca się stosować złączy klejono-sprężonych.

Dokończenie na s. 64 ➤