

# Wymagania dotyczące środków do smarowania rozjazdów kolejowych

Danuta MILCZAREK<sup>1</sup>, Elżbieta NADUK<sup>2</sup>

## Streszczenie

W artykule scharakteryzowano środki smarne do rozjazdów kolejowych oraz przedstawiono wymagania i zakres badań tych parametrów. Uwzględniono ochronę środowiska naturalnego oraz aspekt techniczno-ekonomiczny dotyczący ograniczenia kosztów i nakładów pracy na utrzymanie rozjazdów kolejowych.

**Słowa kluczowe:** smar, właściwości fizykochemiczne, biodegradowalność, rozjazd kolejowy

## 1. Wstęp

Zgodnie z „Instrukcją o oględzinach, badaniach technicznych i utrzymaniu rozjazdów Id-4” [4], wszystkie rozjazdy kolejowe podlegają oględzinom i przeglądom – badaniom technicznym. Instrukcja reguluje sposób, zasady i terminy dokonywania tych czynności i przeprowadzania napraw, nie zawiera jednak wytycznych dotyczących rodzaju stosowanych środków smarnych.

Przez wiele lat, do smarowania rozjazdów kolejowych stosowano środki będące podstawowo produktami ropopochodnymi, które powodowały zanieczyszczenia rozjazdów i podsypki tłuczniowej mazistą substancją pochodzącą z mieszaniny smarów, pyłów i sypkich substancji. Zanieczyszczenia wypłukiwane przez deszcze przedostawały się do wód gruntowych i źródeł wody pitnej, powodując zagrożenie skażenia środowiska. Ponadto używane preparaty smarne były sezonowe: jedne stosowano w okresach letnich, inne w warunkach zimowych. Rozróżniano również smary stosowane w rozjazdach z urządzeniami grzewczymi i smary do rozjazdów nieogrzewanych.

Mając na względzie ochronę środowiska naturalnego, jak również aspekt techniczno-ekonomiczny wynikający z potrzeby ograniczenia kosztów i nakładu pracy na konserwację rozjazdów kolejowych, w 2007 r. spółka PKP PLK S.A. we współpracy z Instytutem Kolejnictwa rozpoczęła poszukiwanie nowych środków do smarowania rozjazdów kolejowych: ekologicznych, uniwersalnych w stosowaniu oraz zmniejszających zużycie materiałów i pracochłonność.

## 2. Rozjazdy kolejowe

Rozjazd jest to specjalna konstrukcja wykonana z szyn, kształtowników stalowych oraz innych elementów, służąca do połączenia dwóch torów, a tym samym umożliwiającą przejazd taboru z jednego toru na drugi z określoną prędkością. Rozjazdy są jedną z najbardziej złożonych części konstrukcyjnych drogi kolejowej.

Rozjazd zwyczajny składa się ze zwrotnicy, krzyżownicy oraz z szyn łączących zwrotnicę z krzyżownicą. Głównymi częściami zwrotnic są: iglice, opornice, zamknięcia nastawcze oraz nastawcze napędy zwrotnicowe. Głównymi częściami krzyżownic są: dziób, szyny toczne i kierownice. Iglice służą do kierowania taboru na tor zasadniczy lub na tor zwrotny. Iglica ma odpowiedni profil ukształtowany tak, aby prawidłowo przylegała do opornicy. Na podrozjazdnicach, w obszarze przesuwania się iglic, są przymocowane siodelka podiglicowe, po których poruszają się iglice [4, 5]. Siodelka podiglicowe są smarowane w celu minimalizowania tarcia podczas przesuwania się po nich iglic oraz wyciszenia pracy zwrotnicy. W warunkach zimowych (opady atmosferyczne oraz niskie temperatury) smary zabezpieczają również przed przymarzeniem ruchomych części rozjazdu.

Ostatnie lata przyniosły wiele gruntownych zmian w konstrukcji rozjazdów spowodowanych m.in. zmianą warunków ich eksploatacji. Jednocześnie nieustannie rosną wymagania stawiane rozjazdom przez eksploatatorów w celu polepszenia komfortu jazdy, większej niezawodności i trwałości. Postęp jest również wymuszony przez ciągłe doskonalenie i zmiany w innych obszarach, takich jak pojawienie się nowych wymagań ekologicznych dotyczących ochrony środowiska, które ściśle są związane z jakością zastosowanych środków do smarowania rozjazdów kolejowych.

<sup>1</sup> Mgr; Instytut Kolejnictwa, Laboratorium Badań Materiałów i Elementów Konstrukcji; e-mail: dmilczarek@ikolej.pl.

<sup>2</sup> Inż.; Instytut Kolejnictwa, Laboratorium Badań Materiałów i Elementów Konstrukcji; e-mail: enaduk@ikolej.pl.

wych. Wymagania dotyczące smarowania rozjazdów kolejowych są zawarte w następujących dokumentach:

1. „Instrukcji o oględzinach, badaniach technicznych i utrzymaniu rozjazdów Id-4” [4], która wymaga, aby podczas oględzin rozjazdów i podstawowych prac konserwacyjnych w rozjazdach:
  - sprawdzać stan smarowania elementów trących i stan nasmarowania zwrotnic,
  - usuwać zanieczyszczenia i stary smar oraz smarować części trące w rozjeździe.
2. „Instrukcji o zapewnieniu sprawności kolei w zimie Ir-17” [3], która wymaga, aby:
  - zabezpieczać rozjazdy przed przymarzeniem przez smarowanie ruchomych części rozjazdu środkami niskokrzepnącymi,
  - do smarowania rozjazdów używać tylko preparatów dopuszczonych przez PKP PLK S.A.,
  - preparaty przeznaczone do smarowania rozjazdów były używane zgodnie z wymaganiami określonymi przez producenta, szczególnie w zakresie warunków i częstotliwości nakładania oraz zapewnienia zdrowia i bezpieczeństwa,
  - opakowania do przechowywania oraz dozowania preparatów do smarowania rozjazdów były oznakowane w sposób umożliwiający identyfikację produktu.

### 3. Środki smarne

Środek smarny jest to substancja, której głównym zadaniem jest zmniejszenie tarcia pomiędzy współpracującymi powierzchniami, a tym samym zmniejszenie ich zużycia. Rozróżnia się następujące rodzaje środków smarnych:

1. Oleje smarujące – produkty składające się z oleju bazowego mineralnego (otrzymanego w drodze destylacji i rafinacji ropy naftowej) lub oleju bazowego syntetycznego (otrzymanego drogą syntezy chemicznej) oraz dodatków uszlachetniających decydujących o klasie jakości i klasie lepkości oleju.
2. Smary – produkty otrzymane przez zagęszczanie olejów smarujących mineralnych lub syntetycznych (baz olejowych) do stałej lub półstałej konsystencji za pomocą tzw. zagęszczaczy dzielą się na:
  - smary stałe** – produkty stałe o budowie krystaliczno-warstwowej złożone z warstwy atomów, które są ze sobą ściśle związane,
  - smary plastyczne** – mieszanina oleju mineralnego lub syntetycznego z zagęszczaczem oraz dodatków, które służą poprawie określonych właściwości smaru (przeciwzużyciowe, przeciwzatarciowe, przeciwutleniające, uszlachetniające, tzn. przeciwkorozyjne, poprawiające przyczepność smaru do podłoża) oraz stałe dodatki

smarne pełniące jednocześnie funkcję napelniaczy (grafit, dwusiarczek molibdenu, teflon). Udział poszczególnych składowych smaru plastycznego może być następujący:

- płynny środek smarny (olej bazowy), 70–90%,
- zagęszczacze (5–30%),
- dodatki (0–20%).

W zależności od ilości poszczególnych składowych, smar plastyczny może mieć konsystencję od stałej do płynnej [24].

#### 3.1. Wymagania dla środków smarnych

Produkty naftowe i inne cieczki eksploatacyjne o niewłaściwym składzie lub źle dobrane, mogą oddziaływać na materiały konstrukcyjne układów, z którymi są w kontakcie. Przyczyną może być niewłaściwy proces technologiczny ich otrzymywania, niekompatybilność dodatków z określonymi materiałami, a także nieodpowiednie warunki pracy. W związku z tym ustalono minimalne wymagania stawiane środkom smarnym przeznaczonym do smarowania rozjazdów kolejowych. Środki te powinny:

- 1) nie stwarzać zagrożenia dla ludzi i środowiska w normalnych warunkach użytkowania zgodnie z przeznaczeniem,
- 2) charakteryzować się brakiem skłonności do wywoływania korozji,
- 3) mieć właściwości ochronne przed korozją,
- 4) skutecznie ograniczyć kontakt metal – metal,
- 5) zapewnić ochronę części trących w rozjeździe przed przymarzeniem,
- 6) zabezpieczyć przed dostępem wody, wilgoci, błota, pyłu i innych sypkich zanieczyszczeń,
- 7) powodować spadek wartości oporów przestawiania zwrotnic,
- 8) być biodegradowalne.

Wymagania te pozwoliły na opracowanie dokumentu pt. „Warunki dopuszczenia do stosowania na liniach kolejowych zarządzanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. środków do smarowania części trących w rozjazdach kolejowych Ir-27” [26], który określa:

- wymagania, jakie muszą spełniać środki do smarowania części trących w rozjazdach,
- zasady uzyskania dopuszczenia do stosowania w PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. ww. środków.

Kryteriami oceny środków przeznaczonych do smarowania rozjazdów kolejowych są wymagania w zakresie:

- właściwości fizykochemicznych (np. gęstość, lepkość, temperatura zapłonu i kroplenia<sup>3</sup>),

<sup>3</sup> Najniższa temperatura, w której smar, w podgrzewanym znormalizowanym urządzeniu zaczyna przybierać postać płynną (temperatura przejścia smaru plastycznego ze stanu stałego w stan ciekły).

- właściwości smarnych, penetracji i stabilności mechanicznej,
  - działania korodującego na elementy konstrukcyjne rozjazdów,
  - działania agresywnego na niemetalowe elementy rozjazdu kolejowego,
  - statycznego wydzielania oleju<sup>4</sup>,
  - biodegradowalności,
  - ochrony części trących rozjazdów przed przymarzeniem
- (temperatura krzepnięcia i zawartość wody),
- oznaczenia maksymalnego oporu przestawiania zwrotnic,
  - łatwości stosowania (sposób przygotowania preparatu do aplikacji),
  - oceny zachowania w trakcie badań eksploatacyjnych.
- W tablicy 1 przedstawiono wymagania dla środków smarnych przeznaczonych do smarowania rozjazdów.

Tablica 1

**Zestawienie wymagań dla środków przeznaczonych do smarowania rozjazdów kolejowych według §4 ust. 1 Instrukcji Ir- 27 [26]**

Właściwości	Metoda badania	Wymagania	
		Oleje	Smary
Gęstość [g/cm <sup>3</sup> ]	PN-EN ISO 3675:2004 [20] PN-EN ISO 3838:2005 [21]	Zgodność z deklaracją producenta	
Lepkość [mm <sup>2</sup> /s]	PN-EN ISO 3104:2004 [19]	Zgodność z deklaracją producenta	–
Temperatura kroplenia [°C]	PN-ISO 2176:2011 [16]	–	≥ 150
Temperatura krzepnięcia [°C]	PN-C-04016:1955P [7]	≤ – 30	–
Temperatura zapłonu [°C]	PN-EN ISO 2592:2008 [17] PN-EN ISO 2719:2007 [18]	≥ 110	≥ 110 (dla oleju bazowego)
Penetracja [1/10 mm]: • w temp. 25°C • w temp. –30°C	PN-ISO 2137:2011 [15]	–	≥ 265 ≥ 150
Stabilność mechaniczna [%]	PN-C-04144:1962 [10]	–	≤ 4
Statyczne wydzielanie oleju ubytek masy badanej próbki w czasie 30 h w temp. 40°C [%]	PN-V-04047:2002 [13]	–	≤ 5
Zawartości wody [% (m/m)]	PN-EN ISO 9029:2005 [23]	≤ 0,3	≤ 0,3
Działanie korodujące na metale: • miedź, • stal.	PN-C-04093:1985 [8]	<ul style="list-style-type: none"> <li>dopuszczalna zmiana barwy, lecz nie na czarną,</li> <li>brak zmiany barwy,</li> </ul>	
Właściwości smarne: • obciążenie zespawania $P_z$ [daN]	PN-C-04147:1976 [11]	≥ 150	
Działanie agresywne na niemetalowe elementy rozjazdu kolejowego (zmiana badanego parametru) [%]	PN-EN ISO 527-1:2012 [22], PN-EN ISO 2039-1:2004 [14],	≤ 15	
Stopień biodegradacji po 21 dniach [%] (rodzaj badania do wyboru)	CEC L-33-A-94 [2]	≥ 80%	
	OECD serii 301C [6]	<ul style="list-style-type: none"> <li>70% rozpuszczonego węgla organicznego,</li> <li>60% biochemicznego zapotrzebowania tlenu lub wytworzonego CO<sub>2</sub>,</li> <li>Okres: 10 dni</li> </ul>	
Opory przestawiania zwrotnic	Instrukcja Id-4 [4]	Zgodnie z wymaganiami podanymi w Instrukcji Id-4	
Sposób przygotowania preparatu do aplikacji	Instrukcja stosowania producenta	Nie wymaga wymieszania, wystarczy co najwyżej kilkukrotne wstrząśnięcie, łatwość aplikacji	

<sup>4</sup> Stopień związania oleju w smarze – badanie stabilności strukturalnej smaru, jego tendencji do wydzielania oleju pod wpływem temperatury.

Ponadto każdy produkt powinien mieć następujące dokumenty:

- kartę charakterystyki środka smarnego zgodną z rozporządzeniem REACH [25] dotyczącym bezpiecznego stosowania chemikaliów zawierającą dane dotyczące m.in.: składu chemicznego, identyfikacji zagrożeń, postępowania w przypadku pożaru, postępowania w przypadku niezamierzonego uwolnienia do środowiska, informacji ekologicznych (trwałości rozkładu), postępowania z odpadami;
- instrukcję stosowania.

Prowadzone przez osiem lat badania umożliwiły wyczerpującą ocenę właściwości fizykochemicznych oraz przydatności do stosowania środków smarnych do rozjazdów kolejowych. Z uwagi na: zmiany normalizacyjne, pojawienie się nowych typów środków smarnych, nabywanie doświadczeń podczas wykonywania badań, sygnały producentów i użytkowników środków smarnych o stosowaniu preparatów półpłynnych i płynnych, konieczna stała się modyfikacja dotychczasowych wymagań właściwości fizykochemicznych preparatów do smarowania części trących w rozjazdach kolejowych.

Zmiany technologiczne, polegające na wprowadzeniu do smarowania rozjazdów smarów plastycznych płynnych i półpłynnych o klasie konsystencji według skali NLGI<sup>5</sup> (000, 00,0) i bardzo miękkich (klasa konsystencji według skali NLGI) [1], miały miejsce dzięki zastosowaniu olejów bazowych o wysokiej lepkości, odpowiednio zagęszczonych i uszlachetnionych. Uzyskano oleje płynne i półpłynne, które mogą być zastosowane w rozjazdach kolejowych. Producenci środków do smarowania zwracali uwagę na potrzebę:

- dokładnego opisu koloru i konsystencji środka smarnego,
- obniżenia minimalnej temperatury kroplenia,
- ustalenia wymagań dotyczących smarów płynnych i półpłynnych.

Dotychczasowe doświadczenia nabyte w trakcie przeprowadzania badań wykazały, że należy rozważyć możliwość wprowadzenia zmian do wymagań dotyczących środków przeznaczonych do smarowania rozjazdów kolejowych dotyczących:

- 1) wprowadzenia badania stabilności mechanicznej według ASTM D1831 [1], które pozwoli na oznaczenie przedmiotowego parametru dla smarów z całej skali NLGI (także dla środków plastycznych płynnych i półpłynnych), ponieważ nie ma ograniczenia dotyczącego wartości mikropenetracji, jak dotychczas stosowana norma PN-C-04144:1962 [10],
- 2) wprowadzenia badania odporności środków smarnych na działanie wody według PN-C-96013:2014 [12], co pozwoli na obserwację wpływu wody na smar w warunkach

laboratoryjnych, przed próbami eksploatacyjnymi, gdzie preparaty te są pod ciągłym wpływem wilgoci z atmosfery,

- 3) zmiany wartości temperatury kroplenia polegającej na obniżeniu dolnej wartości do 120°C, co jest związane z warunkami pracy i było sygnalizowane przez producentów.
- 4) wyznaczenie zakresu badań nie obowiązujących dla smarów płynnych i półpłynnych, tj. oznaczenia temperatury kroplenia, penetracji, statycznego wydzielania oleju i odporności na działanie wody.

Należałoby również zastanowić się nad możliwością zmian w metodyce badań eksploatacji nadzorowanej. Testy te są przeprowadzane w okresie 12 kolejnych miesięcy na wytypowanych rozjazdach (o różnych częstościach przestawiania na dobę) w lokalizacjach o zróżnicowanych warunkach klimatycznych dla wszystkich środków smarnych po wcześniejszym wykonaniu oznaczeń laboratoryjnych i uzyskaniu zgodności z wymaganiami zawartymi w Ir-27 [26]. Dlatego byłoby zasadne wprowadzenie do zakresu badań laboratoryjnych metody, która symulowałaby zbliżone do rzeczywistych, warunki pracy rozjazdów zastępując lub w znacznym stopniu ograniczając badania podczas eksploatacji nadzorowanej.

#### 4. Podsumowanie

Ocenia się, że wdrożenie dokumentu pt. „Warunki dopuszczenia do stosowania na liniach kolejowych zarządzanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. środków do smarowania części trących w rozjazdach kolejowych Ir-27” [26] wpłynęło na:

- zwiększenie trwałości i niezawodności eksploatowanych rozjazdów kolejowych,
- poprawę ochrony środowiska,
- zwiększenie bezpieczeństwa,
- zmniejszenie kosztów eksploatacji.

Jednocześnie uważa się, że ten dokument powinien podlegać weryfikacji w związku z pojawieniem się nowych środków smarowych i typów rozjazdów z uwzględnieniem wymagań UE oraz wniosków użytkowników dotyczących stosowania tych środków.

<sup>5</sup> National Lubricating Grease Institute.

## Bibliografia

1. ASTM D1831: Standard Test Method for Roll Stability of Lubricating Grease.
2. CEC L-33-A-94 Test biodegradowalności.
3. Instrukcja o zapewnieniu sprawności kolei w zimie Ir-17, ostatnie wydanie lipiec 2012 r. (Załącznik do decyzji nr 23/2012 Członka Zarządu – dyrektora ds. eksploatacji PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 6 lipca 2012).
4. Instrukcja o oględzinach, badaniach technicznych i utrzymaniu rozjazdów Id-4, ostatnie wydanie grudzień 2014 r. (Załącznik do zarządzenia nr 49/2014 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 9 grudnia 2014).
5. Korab D.: *Droga kolejowa – nawierzchnia (rozjazdy)*. Rynek Kolejowy nr 2/2005.
6. OECD serii 301C: Test biodegradowalności.
7. PN-C-04016:1955P: Przetwory naftowe. Pomiar temperatury krzepnięcia metodą próbkową.
8. PN-C-04093:1985: Przetwory naftowe. Badanie działania korodującego na metale.
9. PN-C-04139:1984: Przetwory naftowe. Oznaczanie temperatury kroplenia smarów plastycznych.
10. PN-C-04144:1962: Przetwory naftowe. Oznaczanie stabilności mechanicznej smarów stałych.
11. PN-C-04147:1976: Przetwory naftowe. Badanie własności smarnych olejów i smarów.
12. PN-C-96013:2014: Badanie smarów. Badanie zachowania się smarów plastycznych w obecności wody. Badanie w warunkach statycznych.
13. PN-V-04047:2002: Przetwory naftowe. Badanie wydzielania oleju ze smaru w wysokich temperaturach.
14. PN-EN ISO 2039-1:2004: Tworzywa sztuczne. Oznaczanie twardości. Część 1. Metoda wciskania kulki.
15. PN-EN ISO 2137:2011: Przetwory naftowe i środki smarne. Oznaczenie penetracji smarów plastycznych i petrolatum.
16. PN-EN ISO 2176:2011: Przetwory naftowe. Smary plastyczne. Oznaczenie temperatury kroplenia.
17. PN-EN ISO 2592:2008: Przetwory naftowe. Oznaczanie temperatury zapłonu i palenia - Pomiar metodą otwartego tygla Clevelanda.
18. PN-EN ISO 2719:2007: Oznaczanie temperatury zapłonu. Pomiar metodą zamkniętego tygla Pensky'ego-Martensa.
19. PN-EN ISO 3104:2004: Przetwory naftowe. Ciecze przezroczyste i nieprzezroczyste. Oznaczanie lepkości kinematycznej i obliczanie lepkości dynamicznej.
20. PN-EN ISO 3675:2004: Ropa naftowa i ciekłe przetwory naftowe. Laboratoryjne oznaczanie gęstości. Metoda z areometrem.
21. PN-EN ISO 3838:2008: Ropa naftowa i ciekłe lub stałe przetwory naftowe. Oznaczanie gęstości lub gęstości względnej. Metody z użyciem piknometru z korkiem kapilarnym i piknometru dwukapilarnego z podziałką.
22. PN-EN ISO 527-1:12012: Tworzywa sztuczne. Oznaczanie właściwości mechanicznych przy statycznym rozciąganiu. Zasady ogólne.
23. PN-EN ISO 9029:2005: Ropa naftowa – Oznaczanie wody – Metoda destylacyjna.
24. Podniało A.: *Paliwa oleje i smary w ekologicznej eksploatacji*. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2002 r.
25. REACH Registration: Evaluation and Authorisation of Chemicals) – Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1907/2006 z dnia 18 grudnia 2006.
26. Warunki dopuszczenia do stosowania na liniach kolejowych zarządzanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. środków do smarowania części trących w rozjazdach kolejowych Ir-27, ostatnie wydanie sierpień 2013 r. (Załącznik do decyzji nr 38/2013 Wiceprezesa Zarządu – dyrektora ds. eksploatacji PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 7 sierpnia 2013).