

Mateusz FLIS\*

## METODY OGRZEWANIA ROZJAZDÓW KOLEJOWYCH

W niniejszym artykule przedstawiono przegląd stosowanych oraz proponowanych do wdrożenia metod ogrzewania rozjazdów kolejowych. Omówiono efektywność ogrzewania rozjazdów kolejowych z zastosowaniem klasycznych grzejników oporowych w porównaniu z metodami alternatywnymi.

SŁOWA KLUCZOWE: elektryczne ogrzewanie rozjazdów kolejowych EOR, bezstykowe ogrzewanie rozjazdów kolejowych, efektywność ogrzewania rozjazdów kolejowych

### 1. WSTĘP

Rozjazdy kolejowe są elementem dróg kolejowych o krytycznym znaczeniu dla zachowania bezpieczeństwa ruchu pojazdów szynowych w warunkach zimowych. W europejskich warunkach klimatycznych ruchome elementy rozjazdów kolejowych w sposób ciągły podlegają niekorzystnym narażeniom środowiskowym. W celu zapewnienia niezawodnej pracy mechanizmów zwrotnicowych podczas opadów śniegu czy marznącego deszczu newralgiczne obszary rozjazdów muszą być ogrzewane.

Zastosowanie skutecznej ochrony rozjazdów kolejowych w kraju realizowane jest najczęściej za pomocą układów rezystancyjnych grzałek elektrycznych o profilu płasko-owalnym, natomiast rzadziej grzejnikami indukcyjnymi. W Polsce na infrastrukturę kolejową składa się około 18 000 rozjazdów, na których moc zainstalowana eksploatowanych urządzeń grzejnych EOR wynosi około 180 MW. Generowane stąd koszty kształtują się na poziomie 30 mln zł rocznie. Ogrzewania Rozjazdów EOR charakteryzuje się znaczną energochłonnością, dlatego ważne staje się zagadnienie optymalizacji obecnych systemów ogrzewania. Optymalizacja dotyczy dwóch układów systemu ogrzewania: układu grzejników rezystancyjnych oraz układu sterowania zasilaniem grzejników.

### 2. METODY OGRZEWANIA ROZJAZDÓW

W przeszłości oczyszczanie przestrzeni roboczej rozjazdów kolejowych z zalegającej masy śniegowej realizowano mechanicznie [1]. Obecnie w tym

---

\* Politechnika Gdańska.

celu stosowane są systemy ogrzewania rozjazdów. Występujące aktualnie rozwiązania można pogrupować [2]:

- wodne ogrzewanie rozjazdów,
- gazowe ogrzewanie rozjazdów,
- elektryczne rezystancyjne ogrzewanie rozjazdów,
- elektryczne indukcyjne ogrzewanie rozjazdów.

### 2.1. Wodne ogrzewanie rozjazdów

Zasada działania systemów ogrzewania wodnego polega na dystrybucji ciepła do przestrzeni roboczej rozjazdu za pośrednictwem uprzednio ogrzanego medium ciekłego. Medium robocze, mieszanina wody z substancją zapobiegającą zamarzaniu, jest podgrzewane w agregacie grzewczym i następnie wtłaczane do systemu rur ułożonych wzdłuż rozjazdu. W przestrzeni roboczej rozjazdu znajduje się rurkowy wymiennik ciepła, z którego energia jest rozpraszana na potrzeby wytopienia śniegu i oblodzeń. Systemy wodnego ogrzewania rozjazdów znajdują zastosowanie na terenie mniejszych obiektów kolejowych głównie w Niemczech [2]. Na rys. 1 przedstawiono rozjazd kolejowy z układem ogrzewania wodnego.



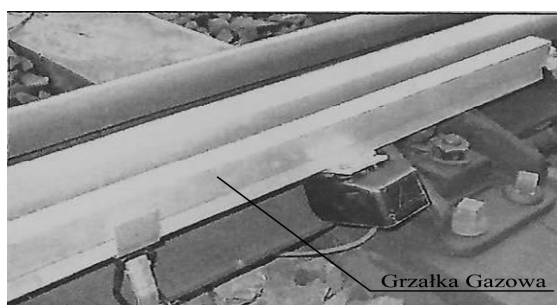
Rys. 1. Ilustracja systemu wodnego ogrzewania rozjazdu kolejowego [3]

Obecnie obserwuje się wzrost zainteresowania tym typem ogrzewania, z uwagi na możliwość wykorzystania energii geotermalnej jako źródła ciepła. Pozwoli to na obniżenie kosztów związanych z pracą olejowego agregatu grzewczego.

### 2.2. Gazowe ogrzewanie rozjazdów

Ogrzewanie gazowe charakteryzuje się wysoką wydajnością cieplną rzędu 1000 W/m. Znajduje zastosowanie w szczególnie trudnych warunkach klimatycznych na kolei w Norwegii czy Szwajcarii, gdzie temperatura otoczenia spada poniżej  $-30^{\circ}\text{C}$  z towarzyszącymi silnymi opadami śniegu. W układach

gazowych jako paliwo stosowana jest mieszanka gazów propan-butan lub czysty gaz butan [2]. Obok wysokiej zdolności wytapiania śniegu cechą charakterystyczną ogrzewania gazowego jest wysoki koszt eksploatacji ze względu na wykorzystywane paliwo. Na rys. 2. przedstawiono rozjazd kolejowy ogrzewany w systemie gazowym.



Rys. 2. Ilustracja systemu gazowego ogrzewania rozjazdu kolejowego [3]

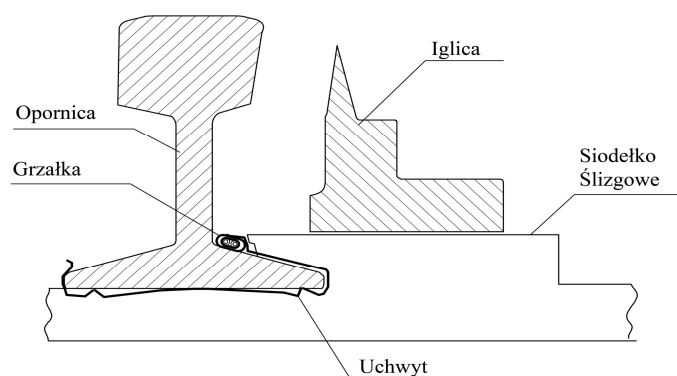
### 2.3. Elektryczne ogrzewanie rozjazdów

W Polsce najczęściej spotyka się systemy ogrzewania elektrycznego, w których element grzejny to płasko-owalna grzałka rezystancyjna. W klasycznym systemie EOR rozjazdy ogrzewa się metodą rezystancyjną za pomocą drutu oporowego mocowanego do stopy szyny zwrotnicowej. Elementy grzejne rurkowe w postaci prętów płasko-owalnych przytwierdza się ściśle do powierzchni szyny za pomocą specjalnych uchwytych sprężystych. Metoda ta zapewnia zadowalającą skuteczność w warunkach łagodnej zimy i niewielkich opadów śniegu [4]. Wyjątkowa popularność ogrzewania elektrycznego wynika przede wszystkim z zalet wyróżniających tę metodę na tle innych. Charakterystyczna jest duża szybkość przyrostu temperatury, czyli krótki czas potrzebny na nagrzewanie obiektu oraz prosta w realizacji możliwość sterowania przebiegiem procesu poprzez regulację parametrów termicznych (temperatury) i elektrycznych (poboru mocy) [5]. Na rys. 3 przedstawiono sposób mocowania grzałki rezystancyjnej do stopki opornicy.

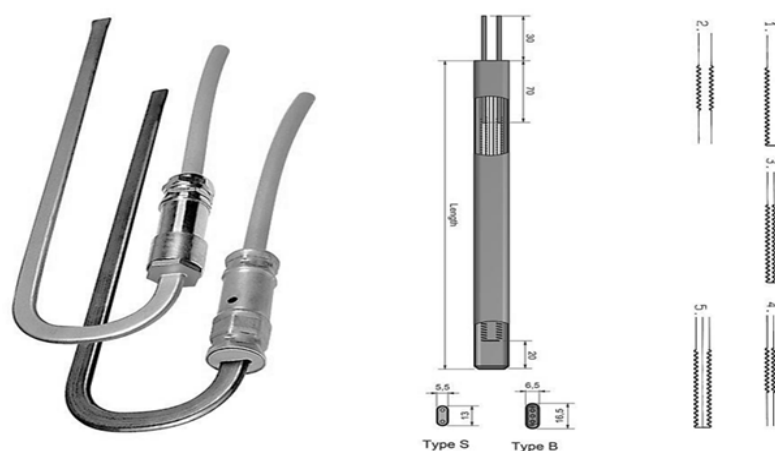
Najliczniej w eksploatacji na kolei polskiej występują grzałki EOR, których jednostkowa moc czynna znamionowa wynosi około 330 W/m. Przykładowe konstrukcje zaprezentowano na rys. 4.

Kształt grzałki płasko-owalnej jest typowy dla zastosowania do pracy na kolei ze względu na przeznaczenie do wymiany ciepła głównie przez mechanizm przewodzenia. Budowa grzałki rurkowej jest nieskomplikowana. Cecha ta stanowi nieocenioną zaletę w przypadku urządzeń eksploatowanych w trudnych warunkach pracy, gdyż wpływa na wzrost niezawodności rozpatrywanego elementu. W budowie grzałki wyróżnia się trzy części:

- element oporowy - w postaci spirali grzejnej z drutu oporowego, np. Nikrothal,
- przestrzeń izolacyjna - standardowo z tlenku magnezu MgO,
- płaszcz zewnętrzny - ze stali nierdzewnej, najczęściej AISI 321.



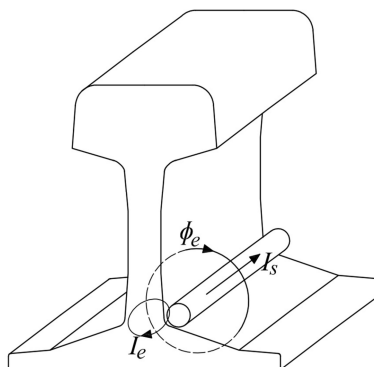
Rys. 3. Układ klasyczny z grzejnikiem płasko-owalnym mocowanym do stopki szyny



Rys. 4. Grzałka płasko-owalna przeznaczona do pracy w EOR [5]

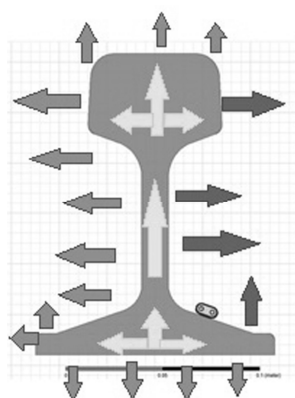
Ogrzewanie elektryczne indukcyjne wykorzystuje zjawisko indukowania się prądów wirowych w szynie w obecności zmiennego pola magnetycznego [7–10]. Prąd przepływający w przewodzie zasilającym wzbudnika oraz zaindukowane prądy wirowe powodują wydzielanie się ciepła Joule’a, które powoduje ogrzewanie szyny. Pierwsze prace nad ogrzewaniem indukcyjnym w Polsce rozpoczęły się pod koniec lat 70. ubiegłego wieku. W ówczesnym rozwiązaniu zasilanie wzbudników odbywało się prądem o wartości 350 A i

częstotliwości 50 Hz [2]. Prace zaniechano ze względu na liczne wady tak zbudowanego systemu. Obecnie podejmowane są badania nad ogrzewaniem indukcyjnym z zastosowaniem napięcia zasilającego wysokiej częstotliwości. Na rys. 5. zaprezentowano omawiane zjawisko.



Rys. 5. Układ ogrzewania elektrycznego z grzejnikiem indukcyjnym;  $I_s$  – prąd zasilający,  $\Phi_e$  – strumień magnetyczny,  $I_e$  – zaindukowany prąd wirowy

Proces nagrzewania charakteryzuje się znaczną energochłonnością [11]. Głównym czynnikiem negatywnie oddziałującym na pracę klasycznego rozwiązania EOR jest niewłaściwe ukierunkowanie przepływu ciepła, w którym proces nagrzewania przebiega z udziałem opornicy [3]. Ponadto znaczna część wygenerowanego ciepła zostaje rozproszona w przestrzeni poza obszarem roboczym strefy wytapiania śniegu w ten sposób dodatkowo obniżając sprawność pracy układu grzejnego [5]. Na rys. 6 zaprezentowano problem przepływu ciepła w układzie z grzejnikiem przylegającym do stopki szyny.

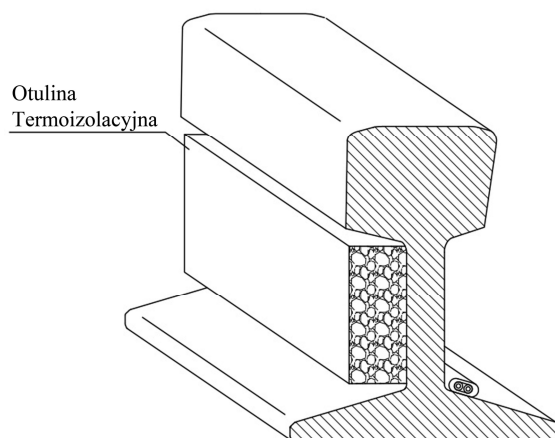


Rys. 6. Przepływ ciepła w układzie szyny z grzejnikiem klasycznym

W rozważanym układzie z rys. 6 źródłem ciepła jest grzałka płasko-owalna. W procesie dominuje wymiana ciepła przez przewodzenie na drodze z powierzchni płaszcza grzałki w kierunku do opornicy. Na tym etapie szczególnie ważne jest zapewnienie jak najlepszego docisku między elementami w celu uzyskania możliwie największej powierzchni styku. Mechanizm konwekcji zyskuje na znaczeniu wraz z czasem nagrzewania. Podczas gdy przepływ przez przewodzenie nadal jest dominujący dla układu grzałka-szyna, to z punktu widzenia topnienia śniegu istotna wymiana ciepła odbywa się również przez konwekcję z powierzchni szyny.

### 3. NOWE TRENDY W OGRZEWANIU ROZJAZDÓW

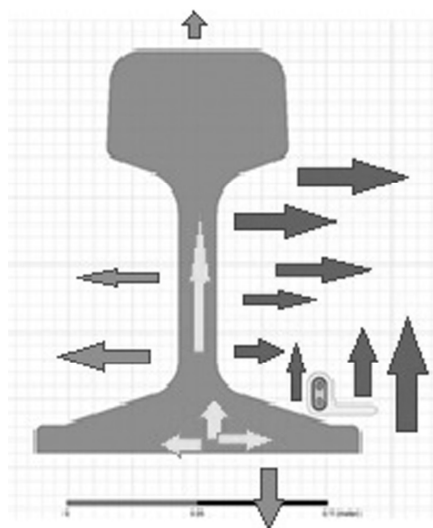
W ostatnich latach ze względów ekonomicznych podejmowane są próby automatyzacji pracy systemów EOR. Nacisk kładzie się na zwiększenie wydajności i efektywności eksploatowanych urządzeń elektrotermicznych [12]. Dobre efekty uzyskano z zastosowaniem tulejek termoizolacyjnych. Rozwiązanie to w znacznej mierze przyczyniło się do zmniejszenia ilości energii cieplnej wypromieniowywanej w przestrzeń na zewnątrz rozjazdu, tym samym wpływając na wzrost szybkości wytapiania śniegu [2, 4]. Istotną wadą wiążącą się ze stosowaniem otulin termoizolacyjnych jest ich niska trwałość i konieczność wymiany w trakcie eksploatacji [6]. Na rys. 7. zaprezentowano sposób mocowania otuliny termoizolacyjnej.



Rys. 7. Układ klasyczny z otuliną termoizolacyjną

Innym nowatorskim podejściem jest idea wytapiania śniegu z przestrzeni między opornicą a iglicą z wykorzystaniem grzejników bezstykowych o zwiększonej powierzchni oddawania ciepła. W metodzie tej znaczna część

przepływu ciepła odbywa się z pominięciem opornicy, ponieważ grzałka jest termicznie odizolowana od szyny kolejowej. Ogrzewanie i wytapianie śniegu przebiega z większą wydajnością, gdyż w porównaniu z rozwiązaniem tradycyjnym większa ilość energii w postaci ciepła jest skierowana bezpośrednio do przestrzeni roboczej rozjazdu. Dodatkowym czynnikiem wpływającym na wzrost efektywności wytapiania śniegu w tej metodzie jest zmniejszenie ilości energii emitowanej poza obszar roboczy przez powierzchnię boczną opornicy [4, 5, 13]. Na rys. 8 przedstawiono dystrybucję ciepła w układzie z zastosowaniem grzejnika odizolowanego termicznie od stopki szyny.



Rys. 8. Przepływ ciepła w układzie szyny z grzejnikiem odizolowanym

#### 4. PODSUMOWANIE

Praca urządzeń systemu elektrycznego ogrzewania rozjazdów kolejowych EOR w obecnym wykonaniu jest nieoptymalna. W trudnych warunkach pogodowych notowane są przypadki, że śnieg zalegający w przestrzeni między opornicą a iglicą ulega zaledwie częściowemu wytopieniu.

W układach z grzejnikiem tradycyjnym przylegającym ściśle do powierzchni stopki opornicy proces ogrzewania przebiega wolno, mimo znacznej mocy znamionowej zainstalowanych elementów grzejnych wynoszącej około 330 W/m. Główną przyczyną wpływającą na długi czas potrzebny do wytopienia śniegu jest pasożytniczy proces nagrzewania opornicy w rozjeździe.

W celu osiągnięcia wyższej temperatury elementów grzejnika należy grzejnik odizolować od opornicy.

## LITERATURA

- [1] H. F. Brown, "Sleet Problems on Electrified Railroads," *IEEE Trans.*, no. vol. 61, pp. 589–593, Aug. 1942.
- [2] K. Kiraga, E. Szychta, J. Andrulonis, "Wybrane Metody Ogrzewania Rozjazdów Kolejowych - Artykuł Przeglądowy," *Przegląd Elektrotechniczny*, no. 2/2010, pp. 247 – 252.
- [3] D. Brodowski, "Badania Grzejników EOR Nowej Generacji Firmy Termorad," Konferencja Nowoczesne Technologie w Realizacji Projektów Inwestycyjnych Transportu Kolejowego, Jurata, 2012, pp. 79–82.
- [4] D. Brodowski, "Grzejniki Bezstykowe do Przyspieszonego Wytapiania Śniegu w Rozjazdach Kolejowych." Instytut Kolejnictwa, 2012.
- [5] M. Flis, "Modelowanie Rezystancyjnego Nagrzewania Szyny w Rozjeździe Kolejowym," Praca Dyplomowa, Politechnika Gdańska, Gdańsk, 2014.
- [6] M. Flis, M. Cisek, "Improving of Electric Railway Turnouts Heating Efficiency," Gdansk University of Technology, 2014.
- [7] B. Miedziński, Z. Okraszewski, X. Wang, and L. Xu, "Approach to Efficiency of the Low Frequency Inductive Heating of Ferromagnetics," *Electron. Electr. Eng.*, no. No. 5(85), pp. 3–8, Feb. 2008.
- [8] B. Miedziński, Z. Okraszewski, L. Xu, X. Wang, "Possibility of Application of a Low Frequency Inductive Heating to Selected Ferromagnetic Objects," *IEEE*, no. 1–5.
- [9] B. Miedziński, Z. Okraszewski, A. Szymański, M. Kristiansen, "Low Frequency Inductive Heating of a Rigid Track During Track Laying," *IEEE*, pp. 1903–1909.
- [10] E. Szychta, L. Szychta, M. Luft, K. Kiraga, "Application of 3D Simulation Methods to the Process of Induction Heating of Rail Turnouts," Conference Intechopen, 2012, pp. 295–332.
- [11] A. Białoń, J. Mikulski, "Analiza Zużycia Energii w Systemach Elektrycznego Ogrzewania Rozjazdów," *TTS*, no. 1–2/2009, pp. 70–72.
- [12] A. Białoń, J. Mikulski, "Wpływ Typu Ogrzewania Rozjazdów Kolejowych na Zużycie Energii Elektrycznej," *Przegląd Elektrotechniczny*, no. 9/2009, pp. 37–39.
- [13] K. Jakubiuk, P. Zimny, M. Wołoszyn, M. Flis, "Modelowanie Układów Ogrzewania Rozjazdów Kolejowych," SPETO Międzynarodowa Konferencja z Podstaw Elektrotechniki i Teorii Obwodów, 2014.

## RAILWAY POINTS HEATING SYSTEMS

The paper presents an overview of railway turnouts heating methods. Some of discussed methods are currently used and the others are proposed for implementation. Moreover, the heating efficiency of railway switches with conventional heating elements in comparison with alternative methods is discussed.