

# STOSOWANIE HAMULCÓW TARCZOWYCH W POJAZDACH SZYNOWYCH A ZAGROŻENIE ŚRODOWISKA

## SPIS TREŚCI

1. Wstęp
2. Krótka charakterystyka okładzin ciernych i materiałów stosowanych do ich wyrobu
3. Ilości produktów ścierania okładzin ciernych powstających podczas hamowania i przedostających się do środowiska
4. Rozprzestrzenianie się produktów ścierania
5. Prognoza dotycząca ilości startego materiału okładzin ciernych, emitowanego przez pojazdy PKP
6. Podsumowanie

## STRESZCZENIE

*W artykule omówiono materiały stosowane do produkcji okładzin ciernych hamulców tarczowych i szkodliwość tych materiałów dla ludzi. Podano dla pojazdów szynowych PKP prognozę ilościową powstawania produktów ścierania w ciągu jednego roku. Artykuł zachęca do prowadzenia badań dotyczących potencjalnych zagrożeń, jakie niesie rozprzestrzenianie się produktów ścierania okładzin skoncentrowanych na stosunkowo małej powierzchni zajmowanej przez drogi kolejowe.*

## 1. WSTĘP

Względy techniczne i bezpieczeństwa wymuszają stosowanie w pojazdach szynowych (i nie tylko) hamulców tarczowych. Ich specyficzną — z punktu widzenia środowiska — cechą jest powstawanie w procesie hamowania produktów ścierania, które rozpraszają się w otoczeniu. Produkty ścierania to głównie materiał, z którego zrobione są okładziny cierne, współpracujące z metalowymi tarczami hamulcowymi. Do wytwarzania okładzin ciernych są stosowane takie materiały, jak: kauczuk syntetyczny, żywice fenolowo-formaldehydowe, włókna metaliczne, szklane i mineralne, grafit, proszki mineralne, substancje pomocnicze. Większość tych materiałów może stanowić zagrożenie dla oto-

czenia. Ilości rozpraszanych produktów ścierania są w skali kraju znaczne, a przy tym zasięg ich terytorialnego rozproszenia bardzo ograniczony.

W artykule niniejszym podano prognozowane ilości rozpraszanego startego materiału okładzin ciernych w skali jednego roku, na przykładzie wagonów pasażerskich, oraz scharakteryzowano zagrożenia, jakie mogą wywoływać u ludzi materiały stosowane na okładziny.

Przedstawione dane są traktowane jako swoista zachęta do prowadzenia szczegółowych badań dotyczących zagrożeń, jakie dla ludzi, zwierząt i roślin może stwarzać rozprzestrzenianie się produktów ścierania okładzin ciernych. Sprawa wydaje się ważna w związku z coraz powszechniejszym stosowaniem hamulców tarczowych w pojazdach szynowych.

Należy też zauważyć, że produkty ścierania okładzin ciernych hamulców tarczowych nie są jedynym zagrożeniem. Obecnie coraz szerzej zaczynają być stosowane w hamulcach klockowych wstawki hamulcowe z tworzyw sztucznych (kompozytowe). Produkty ścierania takich wstawek również mogą stwarzać istotne zagrożenie dla środowiska, zwłaszcza że wagony towarowe i osobowe pociągów kursujących z stosunkowo niedużymi prędkościami, w których są one wykorzystywane, stanowią i będą prawdopodobnie stanowić w przyszłości stosunkowo liczną grupę taboru kolejowego. Także i w tym przypadku potrzebne są badania dotyczące omawianych zagrożeń dla ludzi i otoczenia naturalnego człowieka.

## **2. KRÓTKA CHARAKTERYSTYKA OKŁADZIN CIERNYCH I MATERIAŁÓW STOSOWANYCH DO ICH WYROBU**

Okładziny cierne współpracują z tarczą hamulca. Z każdej strony tarczy znajdują się dwie okładziny cierne. W jednym wagonie pasażerskim, na którego zestawach kołowych znajdują się po dwie tarcze hamulcowe są (łącznie) 32 sztuki okładzin ciernych. Okładziny odpowiadają wymaganiom UIC (karta UIC 541-3). Powierzchnia jednej okładziny wynosi: około  $175 \text{ cm}^2$  — przy współpracy z tarczą o średnicy mniejszej niż 610 mm i około  $200 \text{ cm}^2$  — dla średnicy większej niż 610 mm. Grubość warstwy ścieranej okładziny wynosi 35 mm, przy czym do zużycia przewidziana jest warstwa grubości 30 mm. Masa warstwy jednej zużywającej się okładziny wynosi 900 g — dla powierzchni  $175 \text{ cm}^2$  i 1100 g — dla powierzchni  $200 \text{ cm}^2$ .

Okładzinom ciernym stawia się wymagania stabilności cierności [3], tj. dużej stabilności współczynnika tarcia w funkcji nacisku okładzin na tarczę, prędkości jazdy i temperatury okładziny podczas hamowania; temperatura ta wahać się może w granicach  $150^{\circ}\div 300^{\circ} \text{ C}$ .

Okładziny cierne podczas współpracy z tarczą hamulcową nie powinny wykazywać miejscowych przegrzań, dymienia, nieprzyjemnego zapachu, iskrzenia, hałaśliwości ani powodować nadmiernego zużycia się tarczy. Urzeczywistnienie tych wszystkich wymagań jest możliwe tylko częściowo. Według badań producenta okładzin (firma FRENOPLAST) współczynnik tarcia kształtuje się na poziomie 0,40—0,35, zależnie od temperatury. Zaleca się, aby materiał okładzin osiągał twardość 45 stopni w skali HRX i nie zmieniał swojej struktury do temperatury  $400^{\circ} \text{ C}$  [14].

Do wytwarzania okładzin ciernych używa się materiałów wymienionych we wstępie, charakteryzujących się podanymi niżej właściwościami, istotnymi ze względu na zagro-

zenia środowiska. Należy zauważyć, że podana tu charakterystyka materiałów jest orientacyjna, bowiem z powodu konieczności utrzymania tajemnicy producent zgodził się podać tylko przybliżone dane o składzie materiałowym swojego wyrobu [9].

### 1. K a u c z u k s y n t e t y c z n y

Według opracowania [10] w produkcji materiałów ciernych najczęściej są stosowane kauczuki butadienowo-styrenowe i butadienowo-akrylonitrylowe.

Butadien jest wchłaniany do organizmu głównie przez drogi oddechowe, przy czym ostre działanie toksyczne obserwuje się przy wysokich stężeniach tego związku w powietrzu. Występuje suchość w ustach, gardle i nosie, uczucie zmęczenia, zawroty i bóle głowy, nudności, niewyraźne widzenie. Możliwe są zaburzenia funkcjonowania nerek, zmiany zapalne krtani, tchawicy, spojówek, podrażnienie górnych dróg oddechowych, nieżyt żołądka, nadciśnienie tętnicze krwi i zaburzenia neurologiczne [2]. Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem uznała, że istnieją wystarczające dowody na rakotwórczość butadienu u zwierząt (doświadczalnych) i ograniczone dowody na rakotwórczość u ludzi.

Styren jest wchłaniany podobnie jak butadien, głównie przez drogi oddechowe. Zawarty w powietrzu powoduje u ludzi podrażnienie błon śluzowych oczu, nosa, gardła, zapalenie spojówek; wywołuje apatię, sennność i osłabienie mięśni. Podobne objawy obserwowano też u zwierząt laboratoryjnych [12]. W opracowaniu [4] stwierdzono nieliczne przypadki zachorowań na białaczkę u pracowników zatrudnionych przy produkcji kauczuku butadienowo-styrenowego.

Akrylonitryl wchłaniany jest do organizmu głównie przez drogi oddechowe i kontakt ze skórą. Powoduje podrażnienia skóry, ostre zaburzenia układu krążenia, układu oddechowego, nadmierną pobudliwość nerwową. Przy długotrwałym oddziaływaniu i niskich stężeniach może wywołać podrażnienie spojówek oczu i błon śluzowych nosa, przyspieszony oddech, nudności, wymioty, bóle głowy, a także objawy żółtaczki [1].

### 2. Ż y w i c e f e n o l o w o - f o r m a l d e h y d o w e

Formaldehyd w temperaturze 150°C rozkłada się tworząc metanol i tlenek węgla. Według wytycznych [1] szkodliwe oddziaływanie mogą powodować jego pary oraz pył z produktów zawierających ten związek. Formaldehyd powoduje podrażnienie błony śluzowej oczu, nosa, przewodu pokarmowego i dróg oddechowych; może wystąpić osłabienie, ból głowy, brzucha, zawroty głowy, śpiączka, konwulsje, biegunka, trudności w połykaniu, wymioty, chrypka, nudności. W przypadku wysokich stężeń formaldehydu może wystąpić zapalenie płuc, duszność, obrzęk krtani i płuc, skurcz oskrzeli, zwolnienie oddychania, uszkodzenie nerek, trudności z oddawaniem moczu, ropomocz, krwimocz [5].

Fenol do organizmu człowieka może dostawać się przez skórę, wdychanie lub spożywanie z pokarmem. Może powodować wystąpienie podrażnienia tkanek oraz ich martwicę, wystąpienie kwasicy, zaburzeń układu sercowo-naczyniowego. Działa toksycznie na organizmy wodne [6].

### 3. M e t a l e

Mogą być przyczyną ostrych, a zwłaszcza przewlekłych zatruć. Do bardzo szkodliwych należą metale z grupy ciężkich, takie jak: ołów, rtęć, antymon, arsen, kadm oraz ich związki; wykazują działanie rakotwórcze oraz powodują uszkodzenie układów: krwiotwórczego, pokarmowego, oddechowego, nerwowego, krążenia [13]. Według informacji producenta wymienione wyżej metale nie są stosowane w procesie wytwarzania okładzin ciernych hamulców tarczowych [9].

#### 4. Grafit

W produkcji okładzin stosowany jest jako wypełniacz. Używa się grafitu o zawartości 45%, 85—88% oraz 93—95% czystego węgla [10]. Nie wykazuje szkodliwych oddziaływań.

#### 5. Włókna mineralne

Jednym z rodzajów włókien mineralnych stosowanych w produkcji okładzin są zeolity włókniste (chabazyt, klinoptylolit, erionit i mordenit). Inne to — pałygorskit, sepiolit i wollastonit [7]. Przy wdychaniu istnieje ryzyko przenikania włókien do obszaru pęcherzykowego płuc, tym większe, im mniejsza jest średnica włókna. Wyniki badań laboratoryjnych sugerują, że wszystkie włókna mineralne o podobnych rozmiarach, kształcie i trwałości mogą wywoływać takie same ryzyko u ludzi na nie narażonych. Niektóre typy włókien zeolitu są szczególnie szkodliwe i powodują zapadalność na międzybłonniaki. Jeżeli chodzi o oddziaływanie sztucznych włókien mineralnych, to w badaniach [8] stwierdzono objawy chorobowe układu oddechowego, zapalenia skóry i podrażnienia spojówek oczu. Ponadto stwierdzono, że są one potencjalnie kancerogenne, o ile przedostaną się do jamy opłucnej czy otrzewnej. Włókno szklane może wywoływać pylice krzemowe, w przypadku gdy rozmiary cząstek włókna są mniejsze niż 1  $\mu\text{m}$  [12]. Przy większych rozmiarach mogą być przyczyną lekkich stanów zapalnych gardła; mogą wystąpić podrażnienia skóry i egzema.

#### 6. Baryt

W produkcji okładzin ciernych stosowany jest wzbogacony siarczan baru o wysokim rozdrobnieniu [10], który może powodować przy oddychaniu podrażnienie górnych dróg oddechowych.

Producent, ze zrozumiałych względów, nie podaje dokładnych danych dotyczących rodzaju materiałów stosowanych do produkcji okładzin. Jednak nawet te dość ogólne informacje powinny być sygnałem skłaniającym do podjęcia badań dotyczących potencjalnego zagrożenia środowiska i ludzi przez powstające znaczne ilości produktów ścierania okładzin ciernych. Do takich wniosków skłaniają też uwagi producenta o możliwości wystąpienia składników toksycznych w produktach termicznego rozkładu okładzin oraz o konieczności zabezpieczania pracowników przed pyłem powstającym podczas obróbki mechanicznej materiału [9].

### **3. ILOŚCI PRODUKTÓW ŚCIERANIA OKŁADZIN CIERNYCH POWSTAJĄCYCH PODCZAS HAMOWANIA I PRZEDOSTAJĄCYCH SIĘ DO ŚRODOWISKA**

#### **3.1. Uwagi wstępne**

Przy określaniu ilości produktów ścierania wykorzystano z trzech źródeł: danych uzyskanych w wagonowni *Warszawa Grochów* [9], wyników badań producenta okładzin [9] oraz wyników badań prowadzonych w Centrum Naukowo-Technicznym Kolejnictwa [11]. Na podstawie tych informacji oszacowano ilość produktów ścierania okładzin powstającą w ciągu roku, a następnie określono prognozę dotyczącą ilości tych produktów w przyszłości.

### 3.2. Oszacowanie ilości produktów ścierania na podstawie informacji zebranych w wagonowni Warszawa Grochów

Z wagonowni uzyskano dane za cały rok 2000 dotyczące przebiegów wagonów oraz liczby zużytych okładzin ciernych, wymienianych podczas przeglądów codziennych i okresowych.

Dane statystyczne przedstawia tablica 1.

Tablica 1

**Zestawienie przebiegów wagonów w 2000 r. dla grup wagonów według powierzchni okładzin i liczby tarcz hamulcowych na osi 1 zestawu kołowego**

Lp.	Liczba tarcz hamulcowych na jednej osi zestawu kołowego [szt.]	Powierzchnia okładziny [cm <sup>2</sup> ]	Liczba badanych wagonów [szt.]	Przebieg łączny badanych wagonów [km/rok]	Przebieg średni 1 wagonu [km/rok]
1.	2	175	54	9 299 518	172 213,3
2.	2	200	124	21 416 609	172 714,6
3.	3	200	77	13 368 662	173 619,0
<b>Razem</b>			<b>255</b>	<b>44 084 789</b>	

Średni przebieg roczny wszystkich badanych wagonów wynosi:  $44\ 084\ 789:255 = 172\ 882$  km.

Spośród wymienionych w tablicy 1 wagonów rozpatrywano:

- 1)  $54 + 124 = 178$  wagonów z dwiema tarczami na jednej osi, czyli o 32 okładzinach ciernych na jeden wagon;
- 2) 77 wagonów z trzema tarczami na jednej osi, czyli o 48 okładzinach ciernych na jeden wagon.

Badano zatem ścieranie okładzin 255 wagonów o łącznej liczbie zainstalowanych okładzin ciernych, wynoszącej:  $178 \cdot 32 = 5\ 696$  sztuk,  $77 \cdot 48 = 3\ 696$  sztuk  
razem  $5\ 696 + 3\ 696 = 9\ 392$  sztuki okładzin.

W 2000 r. na badanych wagonach wymieniono łącznie 8 832 okładziny [9]; nie wiadomo jednak (z braku danych), na jakich wagonach (z iloma tarczami na jednej osi i po jakim przebiegu) wykonano wymianę. Z tego powodu przyjęto w uproszczeniu, że wszystkie okładziny zużywały się w funkcji przebiegu w tym samym tempie.

Stopień wymiany okładzin w ciągu roku wyniósł:  $8\ 832:9\ 392 = 0,94$ . Można w przybliżeniu przyjąć, że każda okładzina została w ciągu roku wymieniona jeden raz. Przy przeciętnym rocznym przebiegu jednego wagonu, równym 172 882 km, oznacza to zużycie warstwy grubości 30 mm (1 okładziny) na obliczony przeciętny roczny przebieg. Zatem 1 mm grubości okładziny zużywa się po przebiegu około  $172\ 882:30 = 5\ 763$  km. Rozpatrując sprawę w kontekście całego wagonu i ograniczając się do wagonów, które na jednej osi mają dwie tarcze hamulcowe (liczba wagonów z trzema tarczami na 1 osi stanowi w badanych wagonach 30% całej badanej populacji), można w przybliżeniu przyjąć, że w jednym wagonie, o rocznym przebiegu średnio 172 882 km, w okresie jednego roku wymienia się jeden komplet okładzin, tj. 32 szt. Według pracy [9] masa ścieranej warstwy jednej okładziny (30 mm grubości okładziny) wynosi dla okładzin o powierzchni 175 cm<sup>2</sup> — 900 gramów, a dla okładzin o powierzchni 200 cm<sup>2</sup> — 1 100 gramów. Przyjmując w uproszczeniu, że masa startego materiału jednej okładziny wyno-

si (niezależnie od powierzchni okładziny) 1 000 gramów, otrzymamy masę produktów ścierania „wytworzonych” przez jeden wagon w roku, wynoszącą  $32 \cdot 1\ 000 = 32\ 000$  gramów. Dla przypadku 255 wagonów wagonowni *Warszawa Grochów* daje to w ciągu roku 8 160 kg.

### **3.3. Badania prowadzone przez producenta okładzin — firmę FRENOPLAST**

Firma ta prowadziła badania ścieralności produkowanych przez siebie okładzin. Z badań wynika, że zużycie 1 mm warstwy okładziny odpowiada przebiegowi nieco ponad 5 000 km [9]. Oznacza to, że do wymiany okładziny na nową można przejechać ponad 150 000 km. Wynik ten, jako rząd wielkości, jest zbliżony do wyników uzyskanych z badań przeprowadzonych w wagonowni *Warszawa Grochów*.

### **3.4. Badania prowadzone przez CNTK**

Badano wagon 111Ay na prototypowych wózkach 25AN w okresie od października 1994 r. do marca 1996 r. Wagon w tym czasie przejechał ponad 200 000 km. Na podstawie wyników badań [11] oraz analizy wykonanej w pracy [9] można przyjąć, że okładziny cierne wymieniono po przejechaniu około 160—170 tys. km, co odpowiada zużyciu 1 mm warstwy okładziny na 5300—5700 km przebiegu wagonu.

Wyniki z trzech wymienionych źródeł są zróżnicowane, choć rzędy wielkości bardzo zbliżone. Przyjęto do dalszych rozważań „kompromisową” wielkość przebiegu wagonu do wymiany okładzin ciernych, wynoszącą 165 tys. km, co odpowiada zużyciu 1 mm okładziny na 5 500 km przebiegu wagonu. Dla takiego wskaźnika ilość startego materiału emitowanego przez jeden wagon w ciągu roku wyniosłaby dla warunków wagonowni *Warszawa Grochów*:

$$32 \cdot 172\ 882 : 165\ 000 = 33,53 \text{ kg}$$

## **4. ROZPRZESTRZENIANIE SIĘ PRODUKTÓW ŚCIERANIA**

Produkty ścierania okładzin ciernych rozprzestrzeniają się w okolicach linii kolejowych. Nie ma jednak danych dotyczących odległości, na jakie przenoszone są starte cząstki okładzin ciernych. W pracy [9] przeprowadzono oględziny roślinności rosnącej wokół linii kolejowych. Na podstawie obserwacji nasuwają się przypuszczenia, że pył z żeliwnych wstawek hamulcowych może przenosić się na odległość około 5 metrów od torów. Świadczą o tym zmiany chorobowe dostrzeżone na liściach krzewów oraz rdzawy osad na roślinach i obiektach zlokalizowanych przy torach. Należy przypuszczać, że podana odległość może być większa w przypadku dużych prędkości pociągów oraz sprzyjających rozprzestrzenianiu się warunków pogodowych. Wydaje się jednak, na podstawie poczynionych obserwacji, dość realne założenie, że główna masa pyłu z wstawek żeliwnych będzie się koncentrować w pasie o łącznej szerokości około 10 metrów, z torem w środku pasa.

Starte cząsteczki okładzin ciernych hamulców tarczowych mają masę właściwą znacznie mniejszą niż starte cząsteczki wstawek z żeliwa. Z tego powodu można zakładać, że będą rozpraszane na dużo większe odległości. Oczywiście pewną rolę odgrywać też będzie wielkość, a więc i masa startych cząsteczek. Ze względu na brak wiarygodnych wyników badań w tym zakresie przyjęto, że odległość, na jaką przenosić się mogą starte cząsteczki okładzin ciernych sięga 20 metrów z każdej strony toru. Nie można wykluczyć, że w sprzyjających warunkach pogodowych odległość ta może być większa.

Rozpatrując powierzchnię, na jakiej mogą osadzać się starte cząsteczki, nie należy zapominać, że ich zagęszczenie nie będzie jednakowe na całej długości linii kolejowej. Największe zagęszczenia wystąpią w miejscach częstych hamowań, to jest w okolicy przejazdów kolejowych, sygnalizacji sterowania ruchem, rozjazdów, peronów. W tych miejscach zagrożenie środowiska, ludzi i zwierząt może być największe. Jakie może być zróżnicowanie zagęszczenia pyłów trzeba będzie określić na podstawie badań. Ogólne wnioski, istotne ze względu na zagrożenie środowiska, jakie się nasuwają, są następujące:

1. Powstające produkty ścierania będą się koncentrować w dość wąskich pasach wzdłuż linii kolejowych; należy przy tym pamiętać o występującym zróżnicowaniu gęstości linii kolejowych na terenie kraju. Ponadto ilości produktów ścierania, przypadające na poszczególne linie, będą zależeć od natężenia ruchu na tych liniach oraz od prędkości jeżdżących na nich pociągów.
2. Zagęszczenie pyłów na długości linii jest silnie zróżnicowane; największe będzie występować w okolicy sygnalizatorów ruchu, stacji kolejowych, przejazdów, rozjazdów.
3. Wpływ na koncentrację pyłów mają: lokalna roślinność, ukształtowanie terenu, występująca zabudowa i panujące warunki atmosferyczne.

## **5. PROGNOZA DOTYCZĄCA ILOŚCI STARTEGO MATERIAŁU OKŁADZIN CIERNYCH, EMITOWANEGO PRZEZ POJAZDY PKP**

Jak podano w rozdziale 3, przebieg wagonu do wymiany okładzin wynosi około 165 tys. km. Według poczynionych uprzednio ustaleń, ilość startego materiału przypadającego na jeden wagon w roku wynosi około 33,5 kg. Na PKP tylko część wagonów ma hamulce tarczowe. Zakładając, że w przyszłości wszystkie wagony pasażerskie, tj. około 5000 sztuk, będą wyposażone w hamulce tarczowe, otrzymamy w roku:  $5\ 000 \cdot 33,5 = 167\ 500$  kg startych okładzin. Uwzględniając około 1 200 lokomotyw i elektrycznych zespołów trakcyjnych oraz około 10 000 wagonów towarowych, które mogą zostać wyposażone w hamulce tarczowe z powodu znacznego wzrostu prędkości jazdy pociągów towarowych (trend obserwowany za granicą), otrzymamy w przybliżeniu:  $11\ 200 \cdot 33,5 = 375\ 200$  kg, a uwzględniając wagony pasażerskie:  $375\ 200 + 167\ 500 = 542\ 700$  kg startych produktów rocznie.

Można więc przewidywać, że w najbliższej przyszłości, zakładając że mimo obecnych trudności rola PKP w transporcie wzrośnie i kolej rozwinie swoją działalność, rocznie do środowiska napływać będzie prawie 600 t produktów ścierania materiałów, z których wykonane są okładziny cierne. Będą one skoncentrowane na bardzo małej powierzchni kraju.

Należy przy tym mieć świadomość tego, że oddziaływanie tych produktów na środowisko, zwierzęta i ludzi nie jest jeszcze wystarczająco poznane.

## 6. PODSUMOWANIE

Przedstawiona charakterystyka składników materiału okładzin ciernych oraz szacunkowe prognozy dotyczące ilości rozpraszanych produktów ścierania w roku sygnalizują potencjalne zagrożenia, jakie mogą wystąpić. Materiały używane do wytwarzania okładzin poddawane są procesom fizykochemicznym przetwarzania, a podczas ścierania poddawane są działaniu temperatur, które mogą sięgać 400° C. Nie wiadomo, czy i jak w tych warunkach mogą zmieniać się szkodliwe właściwości używanych materiałów. Cząsteczki startego materiału są rozpraszane w otoczeniu. Mogą oddziaływać na ludzi i zwierzęta bezpośrednio lub pośrednio, poprzez wchłanianie przez rośliny, rozpuszczanie w wodzie, przenikanie do gleby. Nie wiadomo, czy i jakie może tu wystąpić oddziaływanie i jakie mogą być jego mechanizmy. Starte cząsteczki okładzin ciernych koncentrują się na relatywnie małej powierzchni i dlatego ich stężenie może być w niektórych miejscach znaczne. Nie wiadomo, w jaki sposób i w jakim stopniu może to wpłynąć na zagrożenie ludzi, zwierząt i roślin. Tak więc występuje wiele pytań, odpowiedź na które warunkuje ustalenie, czy, jak i w jakim stopniu produkty ścierania okładzin hamulców tarczowych mogą być groźne dla środowiska, ludzi i zwierząt. Wydaje się, że w związku z coraz szerszym stosowaniem hamulców tarczowych w pojazdach szynowych celowe jest przeprowadzenie badań, które umożliwiłyby uzyskanie odpowiedzi na postawione wyżej pytania.

Dodatkową motywacją do prowadzenia tego typu badań powinien być także fakt coraz szerszego stosowania w pojazdach szynowych (jeżdżących z mniejszymi prędkościami) wykonanych z tworzyw sztucznych wstawek hamulcowych hamulców klockowych. Pojazdów takich kolej będzie prawdopodobnie eksploatować relatywnie dużo, a czynnikiem mogącym wpływać na ilość ścieranego materiału wstawek może być także to, że współpracują one z powierzchnią kół czy obręczy o dość dużej chropowatości. Tak więc i stosowanie hamulców tarczowych i klockowych z wstawkami z tworzyw sztucznych powinno stać się impulsem do przeprowadzenia badań w omówionym zakresie.

## BIBLIOGRAFIA

1. Czerczak S., Hanke W., Piekarska A., Sitarek K. i in.: Wytyczne szacowania ryzyka zdrowotnego dla czynników rakotwórczych. Zeszyt 4. Instytut Medycyny Pracy. Zakład Informacji Naukowej. Łódź, 1997.
2. Czerczak S., Sitarek K., Starek A. i in.: Wytyczne szacowania ryzyka zdrowotnego dla czynników rakotwórczych. Zeszyt 1. Instytut Medycyny Pracy. Zakład Informacji Naukowej. Łódź, 1995.
3. Gąsowski W., Kaluba M.: Trybologiczne badania okładziny ciernej hamulca tarczowego pojazdów szynowych. *Pojazdy szynowe*, 1999 nr 1.
4. Indulski J. A.: Kryteria zdrowotne środowiska, tom 26 — Styren. Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa, 1989.

5. *Indulski J. A., Krajewski J.*: Kryteria zdrowotne środowiska, tom 89 — Formaldehyd. Instytut Medycyny Pracy, Łódź, 1993.
6. *Indulski J., A., Rolecki R.*: Kryteria zdrowotne środowiska, tom 161 — Fenol. Instytut Medycyny Pracy, Łódź, 1997.
7. *Indulski J., A., Szeszenia-Dąbrowska N., Więcek E., Woźniak H.*: Kryteria zdrowotne środowiska, tom 53 — Azbest i inne naturalne włókna mineralne. Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa, 1990.
8. *Indulski J., A., Więcek E., Woźniak H., Szadkowska-Stańczyk I.*: Kryteria zdrowotne środowiska, tom 77 — Sztuczne włókna mineralne. Instytut Medycyny Pracy, Łódź, 1994.
9. *Jaszczołt G.*: Praca dyplomowa pt.: Analiza szkodliwości oddziaływania na otoczenie produktów ścierania się okładzin ciernych, wykonanych z tworzyw sztucznych, stosowanych w hamulcach tarczowych wagonów pasażerskich. Promotor — *Moczarski M.*, Politechnika Warszawska, Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych, Zakład Pojazdów Szynowych, 2002.
10. *Jaworski J.*: Okładziny cierne do hamulców i sprzęgieł pojazdów mechanicznych. WKŁ, Warszawa, 1984.
11. *Juszczak M.*: Eksploatacja nadzorowana wagonu osobowego 111Ay na wózkach 25AN. Praca CNTK, temat nr 4087/21, Warszawa, 1996.
12. *Królikowski W., Kłosowska-Wołkiewicz Z., Penczek P.*: Żywice i laminaty poliestrowe. WNT, Warszawa, 1986.
13. *Pośniak M.*: Zagrożenia chemiczne w wybranych procesach technologicznych, część 2. Centralny Instytut Ochrony Pracy, Warszawa, 2001.
14. *Romaniszyn Z., Oramus Z., Nowakowski Z.*: Podwozia trakcyjnych pojazdów szynowych. WKŁ, Warszawa, 1989.