

# Środki myjące przeznaczone do zewnętrznego mycia taboru kolejowego

Paweł KOWALIK<sup>1</sup>, Danuta MILCZAREK<sup>2</sup>

## Streszczenie

W artykule opisano zastosowanie kwaśnych oraz alkalicznych środków myjących do mycia taboru kolejowego wraz z oceną ich wpływu na powłoki malarskie i elementy konstrukcyjne taboru. Wymieniono rodzaje zanieczyszczeń występujących podczas eksploatacji taboru kolejowego oraz materiały elementów wagonu poddawanych myciu. Scharakteryzowano kwaśne i alkaliczne myjące środki oraz zanieczyszczenia usuwane przez te środki. Przedstawiono zakres badań i wymagań dla preparatów myjących przeznaczonych do mycia taboru kolejowego oraz wyniki badań preparatów obecnie dopuszczonych do stosowania wraz z ich interpretacją i wnioskami.

**Słowa kluczowe:** tabor kolejowy, środki myjące, czyszczenie, korozyjność

## 1. Wprowadzenie

Utrzymanie czystości taboru kolejowego jest problemem znanym w Polsce od wielu lat. Poszczególne zarządy kolejowe rozwiązywały go we własnym zakresie, stawiając określone wymagania dotyczące zarówno jakości środków chemicznych, jak i technologii ich stosowania. W Przedsiębiorstwie PKP obowiązuje „Instrukcja o utrzymaniu w czystości wagonów osobowych, elektrycznych zespołów trakcyjnych, autobusów szynowych i lokomotyw M<sub>w</sub> 8” [2]. Mimo rosnącej skuteczności mycia, utrzymanie estetyki taboru kolejowego nie jest łatwe. Obecnie wagony są myte w myjniach mechanicznych na stacjach macierzystych (w obiegu zamkniętym), po każdym powrocie z trasy. Podczas mycia substancja myjąca spływająca z mytych wagonów jest odprowadzana do zbiornika, gdzie przechodzi przez układ oczyszczający, po czym ponownie jest wykorzystywana do mycia taboru. Raz w miesiącu zbiornik jest oczyszczany – zanieczyszczenia nagromadzone w zbiorniku są z niego usuwane [1]. Jednak preparaty stosowane w myjniach mechanicznych nie pozwalają usunąć wszystkich zanieczyszczeń z pudeł wagonów, co powoduje, że okresowo wagony muszą być myte ręcznie na przeznaczonym do tego torze.

## 2. Zanieczyszczenia taboru kolejowego

Badania przeprowadzone przez zarządy kolejowe wyodrębniły dwie grupy zanieczyszczeń taboru kolejowego:

1. Zanieczyszczenia pochodzące z pyłów osadzających się na powierzchni taboru kolejowego. Są one charakterystyczne dla pokrywy skorupy ziemskiej, terenów przez które przejeżdża pociąg. W ich skład wchodzi związek metali takich jak: wapń, potas i krzem.
2. Zanieczyszczenia powstające w zależności od rodzaju stosowanej trakcji, tj. tlenki żelaza i miedzi oraz sadza, cząstki olejów i smarów. Przy trakcji spalinowej dominują tlenki żelaza (73%) oraz oleje i smary (17%), a przy trakcji elektrycznej tlenki żelaza (83–90%) i pyły mineralne (10–16%) [6].

## 3. Materiały mytych elementów wagonu

Zewnętrzna część wagonów zawiera elementy wykonane ze stali (poszycie) pokrytej powłoką malarską, szkła (szyby), gumy (uszczelki i wałki w przejściach międzywagonowych), tworzyw sztucznych, żeliwa i metali kolorowych, głównie stopów aluminium. Około 85% powierzchni zewnętrznej wagonów stanowią powłoki malarskie, a około 12% szyby [5]. Do mycia wagonów stosowane są szczotki wspomagające mycie, w wyniku czego materiały mytych elementów są w pewnym stopniu ścierane (głównie powłoki malarskie) i jako zanieczyszczenia pojawiają się w osadach w zbiorniku. Materiały do budowy wagonów mają różną podatność na zabrudzenie. Największą podatność wykazują materiały malarskie, a wśród nich powłoki ftalowe, które są stosunkowo miękkie i mało odporne na działanie kwasów, alkaliów, środków utleniających,

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

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

i rozpuszczalników organicznych i najtrudniej usuwa się z nich zabrudzenia. Poliuretanowe i epoksyestrowe powłoki malarskie są bardziej odporne na działanie roztworów kwasów i zasad i łatwiej usuwa się z nich zanieczyszczenia niż z powłok ftalowych. Pewne trudności sprawiają również ramy okien wykonane ze stopów aluminium, na których zanieczyszczenia łatwo się gromadzą i są trudne do usunięcia.

#### 4. Rodzaje środków myjących

Różny pod względem chemicznym skład zanieczyszczeń utrudnia dobór takiego środka myjącego, który spowodowałby usunięcie wszystkich zanieczyszczeń z pojazdów taboru szynowego. Obecnie, powszechnie stosuje się dwa rodzaje wodnych środków myjących, tj. o odczynie kwaśnym i o odczynie zasadowym.

Duża zawartość cząstek metali i ich tlenków w zanieczyszczeniach taboru powoduje, że konieczne jest stosowanie wodnych środków myjących o odczynie<sup>3</sup> kwaśnym, będących w zasadzie jedynymi związkami usuwającymi takie zabrudzenia. Użycie środków obojętnych (pH = 7) lub lekko zasadowych (pH = 7–8) nie daje pozytywnych rezultatów, ponieważ zanieczyszczenia o charakterze tłuszczowym (oleje, smary) łatwiej są usuwane przez zmydlanie środkami o odczynie zasadowym, dającymi znacznie lepszy efekt czyszczenia. W skład preparatów myjących wchodzi m.in.:

- kwasy lub zasady,
- surfaktanty<sup>4</sup> (substancje powierzchniowo czynne),
- wypełniacze aktywne (np. inhibitory korozji).

Kwasy i zasady są związkami, których zadaniem jest rozpuszczenie tlenków metali i smarów będących składnikami zanieczyszczeń. Surfaktanty natomiast składają się z dwóch części: hydrofilowej oraz hydrofobowej. Część hydrofilowa (polarna) jest rozpuszczalna w wodzie oraz rozpuszczalnikami polarnymi, część hydrofobową tworzy najczęściej reszta kwasowa lub zasadowa, której działanie rozpuszczające w wodzie i rozpuszczalnikach polarnych polega na tworzeniu soli. Substancje powierzchniowo czynne mają zdolności znacznego obniżenia napięcia powierzchniowego wody oraz stabilizacji warstwy podwójnej na granicy faz [7]. Ich podwójne działanie powoduje, że ciecz zawierająca surfaktanty wykazują właściwości pianotwórcze. Do najczęściej stosowanych substancji powierzchniowo czynnych należą związki organiczne o polarnej budowie cząsteczki:

- 1) związki jonowe, które w wyniku dysocjacji w wodzie tworzą jony:
  - ujemne (anionowe), np. sole wyższych kwasów karboksylowych i sulfonowych,
  - dodatnie (kationowe), np. wyższe aminy i sole aminowe;

- 2) związki niejonowe, które w swojej strukturze mają ugrupowania polarne, niezdolne do dysocjacji w wodzie, np. wyższe alkohole wielowodorotlenowe [3].

Dobór surfaktantów ma duży wpływ na skuteczność mycia, gdyż rodzaj tych związków decyduje o wielkości napięcia powierzchniowego, natomiast obniżenie napięcia powierzchniowego wody sprzyja odmyciu brudu, a związki potencjałotwórcze (zasady i kwasy) powodują jego rozpuszczenie.

Związkami, które wspomagają działanie surfaktantów podczas mycia są tzw. wypełniacze aktywne. Do ich podstawowych funkcji należą: zmiękczenie wody (usuwanie jonów wapnia i magnezu), buforowanie roztworu, działanie antykorozyjne, wiązanie metali ciężkich oraz dyspergowanie (rozbijanie na mniejsze cząstki) brudu. Najczęściej są to chromiany lub substancje organiczne absorbujące się na tlenku. Wodne środki myjące charakteryzują się dobrą skutecznością działania, są proste w użyciu, niepalne i stosunkowo tanie.

#### 5. Wymagania dla środków myjących przeznaczonych do taboru kolejowego

Wybór odpowiednich środków myjących przeznaczonych do mycia pojazdów szynowych zależy od kilku czynników, należą do nich m.in.:

- rodzaj i struktura występujących zabrudzeń,
- rodzaj materiałów konstrukcyjnych pojazdu oraz powłok malarskich używanych do ich zabezpieczenia,
- ochrona środowiska (głównie w odniesieniu do ścieków spływających ze stanowisk myjących),
- stosowane techniki i technologie mycia.

Preparaty myjące i czyszczące muszą zapewnić nie tylko usuwanie zanieczyszczeń, ale również powinny spełniać następujące warunki, tj. nie mogą:

- uszkadzać powłoki malarskiej (zarysowywać, rozpuszczać),
- powodować matowienia lub zmiany barwy pudeł pojazdów,
- uszkadzać elementów uszczelniających (silikonowych i gumowych) oraz połączeń gumowych,
- wchodzić w reakcje z elementami stalowymi i aluminiowymi,
- powodować niszczenia kalkomanii.

Duży wpływ na skuteczność mycia ma stała technika i technologia mycia. Jest to związane nie tylko ze sposobem nawilżania pudeł wagonów roztworem preparatu

<sup>3</sup> Odczyn – jest to cecha roztworu spowodowana obecnością charakterystycznych jonów, dla odczynu kwaśnego jonów wodorowych  $H^+$  i dla odczynu zasadowego jonów wodorotlenkowych  $OH^-$ .

<sup>4</sup> Surfaktant (ang. *Surface Active Agent*) to substancja powierzchniowo czynna, czyli związek chemiczny mający zdolność zmieniania właściwości powierzchniowych cieczy, w której jest rozpuszczony.

myjącego (niektóre środki nie wymagają wstępnego nawilżania wodą), ale również czasem adsorpcji<sup>5</sup> związków powierzchniowo czynnych na powierzchni brudu. Okres ten powinien być maksymalnie wydłużony w celu zoptymalizowania efektów mycia. Następnym ważnym czynnikiem, który należy brać pod uwagę przy wyborze preparatu myjącego, jest jego wpływ na skażenie środowiska naturalnego. Możliwość stosowania agresywnych związków chemicznych w preparatach myjących jest usankcjonowana wieloma przepisami, m.in. zawartymi w Rozporządzeniu Komisji [13].

Na tej podstawie opracowano Dokument Normatywny pt. „Środki myjące przeznaczone do zewnętrznego i wewnętrznego mycia taboru szynowego” [1], który określa wymagania, jakie muszą spełniać preparaty do mycia taboru szynowego. Biorąc pod uwagę, że środki myjące mogą

oddziaływać zarówno na powłoki malarskie, jak i metalowe oraz niemetalowe elementy konstrukcji mytych pojazdów, zgodnie z tym dokumentem, przy ich ocenie należy uwzględnić następujące właściwości fizykochemiczne:

- skład chemiczny,
- gęstość,
- odporność na zamarzanie,
- stabilność po rozcieńczeniu,
- wartość pH,
- agresywne działanie na stal i aluminium,
- agresywne działanie na powłoki malarskie,
- agresywne działanie na elementy gumowe,
- skuteczność mycia taboru szynowego.

W tabelicy 1 przedstawiono wymagania dla środków myjących przeznaczonych do mycia taboru szynowego.

Tabela 1

Zestawienie wymagań dla środków myjących przeznaczonych do mycia taboru szynowego według DN 001/07 [1]

Lp.	Właściwości	Metoda badania	Wymagania
1	Skład chemiczny [%]	DN 001/07 p. 3.1. [1]	Preparat myjący nie może składać się z mieszaniny więcej niż dwóch podanych niżej substancji chemicznych, których stężenie w środku myjącym przekracza następujące wartości: <ul style="list-style-type: none"> <li>• kwas octowy <math>\leq 20</math>,</li> <li>• kwas azotowy <math>\leq 20</math>,</li> <li>• kwas solny <math>\leq 25</math>,</li> <li>• kwas fosforowy <math>\leq 25</math>,</li> <li>• kwas siarkowy <math>\leq 20</math>,</li> <li>• wodorotlenek potasowy <math>\leq 10</math>,</li> <li>• wodorotlenek sodowy <math>\leq 10</math>.</li> </ul>
2	Gęstość [g/cm <sup>3</sup> ]	DN 001/07 p. 4.2. [1]	Zgodność z deklaracją producenta w granicach tolerancji $\pm 15\%$ .
3	Odporność na zamarzanie [°C]	DN 001/07 p. 4.3. [1]	$\leq (-20 \pm 2)$ (preparat powinien być w postaci płynnej i być jednorodny).
4	Stabilność po rozcieńczeniu	DN 001/07 p. 4.4. [1]	Roztwór preparatu powinien pozostać jednorodny do: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 24 godzin dla środków przeznaczonych do mycia ręcznego,</li> <li>• 120 h dla środków przeznaczonych do mycia w myjni mechanicznej.</li> </ul>
5	Wartość [pH]	DN 001/07 p. 4.5. [1], PN-EN 1262:2004 [10]	Dla preparatów o odczynie kwaśnym: $\geq 1$ , dla preparatów o odczynie zasadowym: $\leq 13$ .
6	Agresywne działanie na stal i aluminium [g/m <sup>2</sup> ]	DN 001/07 p. 4.6. [1]	Ubytek masy próbki dla: <ul style="list-style-type: none"> <li>• blachy aluminiowej: <math>\leq 20</math>,</li> <li>• blachy stalowej: <math>\leq 120</math>.</li> </ul>
7	Agresywne działanie na powłoki malarskie	DN 001/07 p. 4.7. [1], PN-EN ISO 2812-3:2012 [11]	Podczas oceny agresywności bierze się pod uwagę: <ul style="list-style-type: none"> <li>• utratę połysku,</li> <li>• zmianę odcienia barwy,</li> <li>• pęcznienie powłoki,</li> <li>• powstawanie ognisk korozji,</li> <li>• łuszczenie powłoki.</li> </ul> Po 24 h ekspozycji roztworu środka myjącego na powłoce malarskiej, dopuszczalne jest lekkie zmatowienie lub lekkie odbarwienie powierzchni.
8	Agresywne działanie na elementy gumowe stanowiące wyposażenie pojazdów szynowych (twardość i wytrzymałość na rozciąganie)	DN 001/07 p. 4.8. [1], PN-C-04238:1980 [10]	$\leq 15\%$
		DN 001/07 p. 4.8. [1], PN ISO 37:2007 [12]	$\leq 15\%$

<sup>5</sup> Adsorpcja – proces wiązania się cząsteczek, atomów lub jonów na powierzchni lub granicy faz fizycznych, powodujący lokalne zmiany stężenia.

Każdy preparat myjący musi być również oceniony w zakresie skuteczności mycia pudeł pojazdów szynowych. Próba mycia powinna być przeprowadzona ogólnie stosowaną metodą przyjętą przez zespół myjący, a stopień zabrudzenia i skuteczność mycia jest oceniana przez kilka osób, ponieważ sposób oceny jest subiektywny. Preparat myjący powinien:

- 1) równomiernie rozprzestrzeniać się na mytej powierzchni podczas nanoszenia;
- 2) nawilżać mytą powierzchnię w czasie przeznaczonym na jego reagowanie z brudem;
- 3) usuwać brud w stopniu wymaganym, tzn. po zmyciu bieżącą wodą (jeśli to konieczne po wysuszeniu), zmniejszyć zabrudzenie ze stopnia 4–5 do następujących wartości:
  - 0–1 w temp. +20°C do +25°C,
  - 0–2 w temp. +10°C do +15°C,
  - 0–3 w temp. 0°C do +5°C;
- 4) dać się spłukać tak, aby myta powierzchnia miała jednolity wygląd, bez pozostałości brudu lub preparatu myjącego.

Przed i po badaniu należy ocenić stopień zabrudzenia według skali przedstawionej w tablicy 2.

Tablica 2

Skala stopnia zabrudzenia pudeł pojazdów szynowych

Skala	Zabrudzenie
0	nie ma wcale
1	bardzo małe
2	małe
3	średnie
4	duże
5	bardzo duże

Każdy produkt powinien mieć następujące dokumenty:

- kartę charakterystyki środka myjącego, zgodną z rozporządzeniem REACH [13] 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 zawierającą szczegółowe informacje dotyczące przygotowania preparatu do aplikacji oraz sposobu mycia (m.in. rozcieńczenie preparatu w zależności od temperatury powietrza, czas ekspozycji na pudle).

## 6. Badania środków myjących przeznaczonych do mycia taboru szynowego

W Laboratorium Badań Materiałów i Elementów Konstrukcji Instytutu Kolejnictwa, w ostatnich pięciu latach

przeprowadzono badania środków myjących, zarówno o odczynie kwaśnym, jak i zasadowym. Głównymi składnikami preparatów kwaśnych były: kwas solny, kwas siarkowy i kwas szczawiowy. W przypadku środków o odczynie alkalicznym były to: wodorotlenek sodu oraz wodorotlenek potasu. Zakres badań obejmował wszystkie testy omówione w rozdziale 5, natomiast w niniejszym artykule omówiono te, których wynik jest uzależniony przede wszystkim od odczynu środka myjącego. Należą do nich następujące badania:

- oznaczenie wartości pH,
- oznaczenie działania korodującego na stal i aluminium,
- oznaczenie wpływu na zmianę twardości i wytrzymałości materiału przeznaczonego na uszczelki drzwi i okien,
- oznaczenie działania agresywnego na powłoki malarskie.

## 7. Wyniki badań

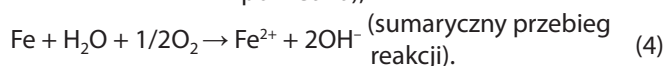
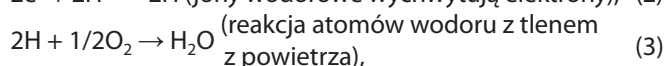
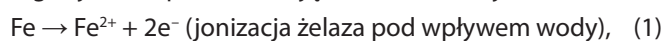
Wyniki badań środków myjących o odczynie kwaśnym przedstawiono w tablicy 3, o odczynie zasadowym w tablicy 4. Szczegółowe wyniki badań znajdują się w Laboratorium Badań Materiałów i Elementów Konstrukcji Instytutu Kolejnictwa.

## 8. Analiza wyników i wnioski

Wodne roztwory badanych środków myjących charakteryzowały się zróżnicowanymi wartościami pH. Jest to związane z różną zawartością kwasów i zasad w stężonych preparatach służących do mycia taboru. Znajomość pH związków chemicznych, jakimi są preparaty myjące, odgrywa ważną rolę w przewidywaniu przebiegu licznych procesów, w których odczyn odgrywa istotną rolę, np. korozja metali i powłok malarskich.

### 8.1. Działanie agresywne (korodujące) na stal i aluminium

Stopy żelaza i aluminium są najważniejszymi materiałami konstrukcyjnymi pojazdu szynowego narażonymi na korodujące działanie środków myjących. Korozja powoduje przemianę metali i ich stopów w związki niemetaliczne (tlenki i wodorotlenki) i jeśli nie zostanie zahamowana, może doprowadzić do osłabienia trwałości konstrukcji pudeł. Procesy korozyjne stali zależą od stężenia jonów wodorowych [H<sup>+</sup>] w oddziaływającym na nią elektrolicie. Przebieg tego zjawiska przedstawiają równania reakcji [12]:



Tablica 3

## Wyniki badań środków myjących o odczynie kwaśnym

Rodzaj badania	Środek 1* – stężenie 1:20	Środek 2* – stężenie 1:20	Środek 3* – stężenie 1:30	Środek 4** – stężenie 1:20	Środek 5* – stężenie 1:5	Środek 6*** – stężenie 1:5	Wymagana wartość wg DN 001/07
Odczyn [pH]	2,6	1,0	1,6	1,4	1,0	1,0	≥ 1
Agresywne działanie na stal [g/m <sup>2</sup> ]	35,4	29,9	14,4	40,1	14,7	14,1	≤ 120
Agresywne działanie na aluminium [g/m <sup>2</sup> ]	19,7	19,8	1,8	15,5	5,7	6,9	≤ 20
Agresywne działanie na elementy gumowe – wpływ na zmianę twardości gumy [%]	1,6	0,0	0,0	1,6	4,5	4,5	≤ 15
Agresywne działanie na ele- menty gumowe – wpływ na zmianę wytrzymałości gumy na rozciąganie [%]	0,0	4,1	1,7	1,1	8,0	8,3	≤ 15
Agresywne działanie na powłoki malarskie I-IV	I: bez zmian, II: bez zmian III: lekkie zmatowienie IV: bez zmian	I: bez zmian II: bez zmian III: lekkie zmatowienie IV: bez zmian	I: bez zmian II: bez zmian III: bez zmian IV: bez zmian	I: bez zmian II: bez zmian III: lekkie zmatowienie IV: bez zmian	I: bez zmian II: bez zmian III: lekkie zmatowienie IV: bez zmian	I: bez zmian II: bez zmian III: lekkie zmatowienie IV: bez zmian	dopuszczal- ne lekkie zmatowienie lub lekkie odbarwienie

Główny składnik preparatu: \*kwas solny (środki 1, 2, 3 i 5), \*\*kwas siarkowy (środek 4), \*\*\*kwas szczawiowy (środek 6).

I – powłoka poliuretanowa (zielona), II – powłoka epoksydowo-akrylowa (niebieska), III – powłoka ftalowa (niebieska), IV – powłoka epoksydowo-poliuretanowa (niebieska).

Tablica 4

## Wyniki badań nowych środków myjących o odczynie zasadowym

Rodzaj badania	Środek 7** – stężenie 1:10	Środek 8* – stężenie 1:20	Środek 9* – stężenie 1:15	Środek 10** – stężenie 1:10	Wymagana wartość wg DN 001/07
Odczyn, pH	13,0	13,0	11,0	12,3	≤ 13
Agresywne działanie na stal [g/m <sup>2</sup> ]	1,2	0,9	5,1	0,9	≤ 120
Agresywne działanie na aluminium [g/m <sup>2</sup> ]	10,8	12,1	6,4	12,5	≤ 20
Agresywne działanie na elementy gumowe – wpływ na zmianę twardości gumy [%]	2,9	1,6	1,6	3,1	≤ 15
Agresywne działanie na elementy gumowe – wpływ na zmianę wytrzymałości gumy na rozciąganie [%]	18,3	10,8	13,2	2,9	≤ 15
Agresywne działanie na powłoki malarskie I-IV	I: bez zmian II: lekkie zmatowienie III: zmatowienie IV: bez zmian	I: bez zmian II: bez zmian III: zmatowienie IV: bez zmian	I: bez zmian II: bez zmian III: zmatowienie IV: bez zmian	I: bez zmian II: lekkie zmatowienie III: zmatowienie IV: bez zmian	dopuszczalne lekkie zmatowienie lub lekkie odbarwienie

Główny składnik preparatu: \*wodorotlenek sodu (środki 8 i 9), \*\*wodorotlenek potasu (środki 7 i 10).

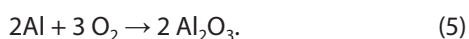
I – powłoka poliuretanowa (zielona), II – powłoka epoksydowo-akrylowa (niebieska), III – powłoka ftalowa (niebieska), IV – powłoka epoksydowo-poliuretanowa (niebieska).



W środowisku alkalicznym ta reakcja zachodzi w minimalnym stopniu, gdyż zgodnie z regułą Le Chateliera, jony  $\text{OH}^-$  przesuwają równowagę reakcji (4) w lewo, dlatego następuje zahamowanie procesu korozji w obecności zasady.

W środowisku kwaśnym natomiast stan równowagi reakcji (1) przesuwają się w prawo, tj. w kierunku tworzenia jonów  $\text{Fe}^{2+}$  na skutek zużywania elektronów w redukcji wodoru w kwaśnym elektrolicie. Sprzyjanie powstawaniu jonów  $\text{Fe}^{2+}$  rozwija proces korozji. To powoduje, że środki myjące o odczynie kwaśnym są bardziej agresywne w stosunku do stali niż środki o odczynie alkalicznym. Analiza ta jest zgodna z otrzymanymi wynikami badań. Zbadane preparaty o odczynie zasadowym charakteryzują się znacznie niższą agresywnością w stosunku do stali niż preparaty o odczynie kwaśnym.

Aluminium jest pierwiastkiem amfoterycznym, który reaguje zarówno z kwasami, jak i z zasadami. W środowisku naturalnym samorzutnie pokrywa się na powierzchni warstwą tlenku, która chroni metal przed korozją:



Dopiero uszkodzenie powstałej powłoki ochronnej, pod wpływem niektórych kwasów i roztworów mocnych zasad, może spowodować dalszy przebieg korozji. Z tego powodu trudno jest przewidzieć, w którym środowisku ten proces będzie zachodził intensywniej, co jest potwierdzone wynikami badań. Podobne wartości ubytków masy próbek aluminium uzyskano w przypadku preparatów o odczynie kwaśnym (środki 1, 2 i 4) oraz o odczynie alkalicznym (środki 7, 8 i 10).

### 8.2. Działanie agresywne na powłoki malarskie

Wszystkie przebadane środki zarówno o odczynie kwaśnym, jak i zasadowym nie wykazywały działania agresywnego na powierzchni próbek powłoki: poliuretanowej (zielona), epoksydowo-akrylowej (niebieska), epoksydowo-poliuretanowej (niebieska), tj. nie zaobserwowano żadnych zmian po 24 godzinach działania myjącego preparatu. W przypadku powłoki ftalowej (niebieska) zanotowano natomiast lekkie zmatowienie powierzchni badanej powłoki pod wpływem działania preparatów o odczynie kwaśnym i zmatowienie pod wpływem działania preparatów o odczynie zasadowym.

### 8.3. Działanie agresywne na elementy gumowe

W przeprowadzonych badaniach preparatów myjących stwierdzono, że zarówno środki o odczynie kwaśnym, jak i alkalicznym nie wpływają znacząco na zmianę twardości gumy używanej do elementów konstrukcyjnych wagonów. Inaczej jest w przypadku wpływu badanych środków myjących na zmianę wytrzymałości gumy na rozciąganie. Środki o odczynie kwaśnym wykazywały niewielki wpływ na zmianę wytrzymałości gumy na rozciąganie, co mieściło się granicach dopuszczonych przez Dokument Normatywny DN 001/07. Przebadane środki o odczynie zasadowym wykazywały natomiast zróżnicowany wpływ na zmianę wytrzy-

małości gumy na rozciąganie. Dotyczy to preparatów nr 7 i 10. Głównym składnikiem wpływającym na ich odczyn był wodorotlenek potasu o zbliżonym stężeniu (2–5%). Mimo tego, preparat myjący nr 7 spowodował zmianę wytrzymałości gumy na rozciąganie na poziomie 18,3% (nie są spełnione wymagania Dokumentu Normatywnego DN 001/07). Środek nr 10 spowodował zaś zmianę wytrzymałości gumy tylko na poziomie 2,9% (spełnione są wymagania Dokumentu Normatywnego DN 001/07). Na tak dużą różnicę uzyskanych wyników dla obu wymienionych środków mogą mieć zatem wpływ pozostałe składniki obu badanych preparatów.

## 9. Podsumowanie

Na podstawie wyników prac zrealizowanych w Laboratorium Badań Materiałów i Elementów Konstrukcji Instytutu Kolejnictwa można stwierdzić, że:

1. Wodne roztwory badanych preparatów o odczynie kwaśnym i zasadowym wykazują zróżnicowane działanie agresywne na:
  - stalowe i aluminiowe elementy pojazdów szynowych,
  - powłoki malarskie (działanie to jest szczególnie widoczne w przypadku farb ftalowych opartych na żywicach alkalicznych, które są mało odporne na działanie mediów agresywnych, w szczególności o odczynie zasadowym),
  - gumowe elementy drzwi i okien pojazdów szynowych.
2. Stosowanie chemicznych preparatów myjących, zarówno kwaśnych, jak i zasadowych, wymaga przedsięwzięcia pewnych środków ostrożności. Ich siła działania dająca dobre efekty przy usuwaniu zabrudzenia, przy zastosowaniu stężeń niezgodnych z zalecanymi, może okazać się szkodliwa dla elementów pojazdów szynowych, ścieków i obsługi.

Ocenia się, że wprowadzenie do stosowania Dokumentu Normatywnego DN 001/07 „Środki myjące przeznaczone do zewnętrznego i wewnętrznego mycia taboru” [1] wpłynęło na:

1. Zwiększenie żywotności eksploatowanych pojazdów szynowych.
2. Poprawę ochrony środowiska.
3. Zmniejszenie kosztów eksploatacji.

## Bibliografia

1. Dokument Normatywny DN 001/07 Środki myjące przeznaczone do zewnętrznego i wewnętrznego mycia taboru szynowego. CNTK/IK, 2007.
2. Instrukcja o utrzymaniu w czystości wagonów osobowych, elektrycznych zespołów trakcyjnych, autobusów szynowych i lokomotyw Mw 8. Zarządzenie nr 47 Zarządu PKP z dnia 16.09.1966 r.

3. Kalak T.: *Wpływ właściwości powierzchniowych roztworów proszków do prania na ich zdolności piorące*, rozprawa doktorska, Uniwersytet Ekonomiczny, Poznań 2012.
4. Milczarek D.: *Dobór właściwych środków myjących dla wyeliminowania częstego, ręcznego mycia pudeł wagonów pasażerskich*, Praca CNTK nr 4109/22, Warszawa 1996.
5. Moczarski M.: *Mycie wagonów pasażerskich w wagonowni, a zagrożenie środowiska*. Problemy Kolejnictwa, zeszyt 144, Warszawa 2007.
6. Muller E.: *ORE E119 Raport 2*. Utrecht 1972.
7. Pajdowski L.: *Chemia ogólna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1985.
8. Pazdro K.M.: *Chemia*. Oficyna Edukacyjna, Warszawa 1995.
9. PN-C-04238:1980: Guma. Oznaczanie twardości według metody Shore'a.
10. PN-EN 1262:2004: Środki powierzchniowo czynne. Oznaczanie pH roztworów i dyspersji środków powierzchniowo czynnych.
11. PN-EN ISO 2812-3:2012: Farby i lakiery. Oznaczanie odporności na ciecz. Część 3: metoda z użyciem materiału absorbującego.
12. PN-ISO 37:2007: Guma i kauczuk termoplastyczny. Oznaczanie właściwości wytrzymałościowych przy rozciąganiu.
13. Rozporządzenie Komisji (UE) 2015/830 z dnia 28 maja 2015 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1907/2006 z dnia 18 grudnia 2006 Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie rejestracji, oceny, udzielania zezwoleń i stosowanych ograniczeń w zakresie chemikaliów (REACH – Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals). Dz.U. L132 z 29.05.2015.