

# Technologie oczyszczania podsypki stosowane przy budowie, modernizacji i utrzymaniu nawierzchni kolejowej

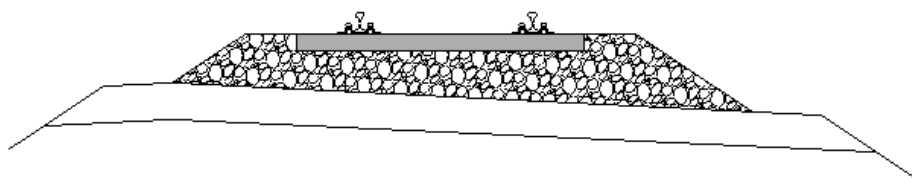
Grzegorz Stencel

*W opracowaniu zawarto wybrane zagadnienia dotyczące technologii oczyszczania podsypki. Określono rodzaje i przyczyny zanieczyszczeń podsypki. Zaprezentowano wybrane typy maszyn przeznaczonych do zmechanizowanego oczyszczania podsypki. Przedstawiono wybrane problemy związane z zanieczyszczeniem podsypki, występujące na liniach kolejowych.*

*Artykuł jest zmodyfikowaną wersją referatu przygotowanego na IX Konferencję Naukowo-Techniczną „Nowoczesne technologie i systemy zarządzania w kolejnictwie”, która odbyła się w grudniu 2010 roku.*



mgr inż. Grzegorz Stencel  
specjalista inżynierijno-techniczny  
Instytut Kolejnictwa



1. Klasyczna nawierzchnia kolejowa

## Wprowadzenie

Podsypka jest jednym z elementów podsypkowej nawierzchni kolejowej (grafika 1). W obliczu wciąż rosnących wymagań dla pozostałych elementów nawierzchni, w dużej mierze to od jakości materiału przeznaczonego na podsypkę zależy trwałość całej nawierzchni. Wysoka jakość produkcji szyn, coraz to lepsze materiały stosowane w produkcji elementów systemów przytwierdzeń, jak również powszechność stosowania strunobetonowych podkładów i podrozjazdnic sprawia, że wymagania wobec podsypki również muszą rosnąć. Dotyczy to zarówno jakości naturalnego tłucznia, jak i po recyklingu.

## Funkcje podsypki oraz przyczyny jej zanieczyszczenia

Obecnie na liniach kolejowych jako materiał na podsypkę stosuje się przede wszystkim tłuczeń z twardych skał magmowych takich jak bazalt czy melafir. Jednakże bez względu na to czy podsypka wykonana jest z tłuczni, klinkera czy też pospółki, do jej podstawowych funkcji w klasycznej nawierzchni kolejowej można zaliczyć:

- równomierne przekazywanie obciążeń eksploatacyjnych na podtorze,
- zapewnienie dużego oporu na przemieszczenie podkładów w kierunku podłużnym i poprzecznym,

- możliwość sprawnego odtwarzania właściwych parametrów układu geometrycznego toru poprzez podbijanie lub nasuwanie poprzeczne,
- zapewnienie sprężystości nawierzchni w celu tłumienia sił dynamicznych,
- właściwe odwodnienie dla wydłużenia trwałości podkładów i utrzymania nośności podłoża.

Funkcje wymienione powyżej mogą nie być realizowane w wystarczającym stopniu jeżeli materiał, z którego wykonano podsypkę jest niewłaściwy lub gdy uległ on zanieczyszczeniu w wyniku eksploatacji. Źródłem zanieczyszczeń mogą być elementy pochodzące z samej nawierzchni (lub podtorza), bądź „z zewnątrz”.

Do najczęściej występujących „wewnętrznych” rodzajów zanieczyszczeń podsypki można zaliczyć:

- zanieczyszczenie drobnymi cząstkami skał – spowodowane ścieraniem i rozpadaniem się tłuczni w wyniku eksploatacji lub podbijania toru; również tłuczeń nowy może być zanieczyszczony drobnymi frakcjami innych skał, pochodzącymi jeszcze z procesu produkcji,
- zanieczyszczenie drobnymi cząstkami gruntów podtorza – problem szczególnie poważny, gdy podłoże nawierzchni stanowią grunty spoiste,
- zanieczyszczenie opiłkami stalowymi – występujące szczególnie w łukach o małym promieniu i w rozjazdach, spowodowane tarciem między szyną i kołem pojazdu,
- zanieczyszczenie innymi elementami na-

wierzchni, np. złączkami lub fragmentami drewna i betonu pochodzącymi z podkładów i podrozjazdnic.

Najczęściej spotykane zanieczyszczenia „zewnątrzne”, to:

- zanieczyszczenie materiałami sypkimi przewożonymi w otwartych wagonach, np. miał węglowy; w okresie dużego natężenia przewozu węgla ze Śląska na Pomorze zanieczyszczenie miałem węglowym stanowiło poważny problem eksploatacyjny m.in. na linii nr 131 Chorzów Batory – Tczew; problem ten wciąż występuje, szczególnie w obrębie głowic rozjazdowych stacji na Śląsku,
- zanieczyszczenie cząstkami pochodzenia roślinnego i roślinami – występujące często na odcinkach linii przebiegających przez tereny leśne,
- zanieczyszczenie olejami i smarami pochodzącymi z pojazdów – najbardziej występuje na stacjach w nawierzchni torów postojowych i przyperonowych.

Występowanie każdego rodzaju z wyżej wymienionych zanieczyszczeń może powodować brak właściwego odwodnienia nawierzchni (objawiające się choćby w postaci wychłapek), co wpływa na wzrost odkształceń toru, a w konsekwencji skrócenie trwałości wszystkich elementów nawierzchni. Metody oczyszczania podsypki

W zależności od skali zanieczyszczenia podsypki oraz możliwości inwestycyjnych zarządcy infrastruktury, oczyszczanie podsypki można przeprowadzić:

- sposobem ręcznym – z użyciem prostych

narzędzi stosowanych przy konserwacji i naprawach bieżących toru,

- sposobem półzmechanizowanym – przy pomocy sprzętu i niewielkich maszyn do przesiewania podsypki,
- sposobem zmechanizowanym – przy użyciu wysokowydajnych maszyn torowych.

Oczywiście dwie pierwsze metody są stosowane do usuwania miejscowych zanieczyszczeń podsypki. Przy oczyszczaniu lub też wymianie podsypki w czasie napraw głównych i modernizacji, najbardziej stosownym rozwiązaniem jest użycie maszyn.

Konstrukcje maszyn drogowych przeznaczonych do naprawy głównej i modernizacji linii kolejowych ewoluowały w stronę wielofunkcyjnych „kombajnów torowych”. Kolejarzom w Polsce dobrze już znane są maszyny do potokowej wymiany nawierzchni P93 i P95 (popularne PUN-y) oraz maszyna do modernizacji podtorza, czyli AHM 800 R (PNP).

Na kolejach zagranicznych funkcjonują również maszyny posiadające jednocześnie funkcje naprawy podtorza oraz oczyszczania tłucznia, np. RPM RS 900, RPM 2002 (PM 200-2R). Maszyny tego typu są w stanie podczas jednego przejazdu roboczego oczyścić tłuźnię, wybrać górną warstwę podtorza i zbudować nową warstwę ochronną, wbudować tłuźnię po recyklingu (np. uzupełniony o „nowy: tłuźnię”), a następnie wykonać stabilizację podsypki w ten sposób, by możliwy był przejazd pociągu z prędkością 70 km/h. Recykling tłuczni w maszynie RPM 2002 może być przeprowadzony również poprzez jego płukanie.

W dalszej części niniejszego artykułu zostanie jednak opisane działanie maszyn, których zadaniem jest wyłącznie oczyszczanie tłuczni.

Klasyczna oczyszczarka tłuczni składa się z dwóch zasadniczych części: modułu wybierającego i przesiewającego. Aby zapewnić całkowite wybranie podsypki podczas jednego przejazdu roboczego, ramię modułu wybierającego może być przedłużane elementami o długości 0,5 m. W ten sposób szerokość, na której wybierana jest podsypka może wynosić nawet 8 m. Głębokość wybierania, w zależności od typu oczyszczarki, wynosi 900 lub nawet 1150 mm poniżej poziomu główki szyny.

Moduł przesiewający (grafika 6) składa się z trzech sit, które podczas pracy maszyny wprawiane są w drgania pozwalające na przesianie materiału wybranego z nawierzchni. Do ponownego wbudowania wykorzystuje się materiał, który przejdzie przez pierwsze i drugie sito. Nadziarna (czyli frakcja, która nie przejdzie przez pierwsze sito) oraz podziarna (frakcja, która przejdzie przez ostatnie sito o najmniejszych okach)



2. Maszyna AHM 800 R [9]



3. Maszyna PM 200-2R [9]

zostają przetransportowane taśmociągami na wagony (rysunek 4) lub odrzucone na skarpe. Podczas oczyszczania nawierzchni położonej na łuku z przechyłką, moduł przesiewający jest utrzymywany na stałym poziomie przy pomocy odpowiednich siłowników.

Proces oczyszczania podsypki jest monitorowany. Rejestrowane są takie parametry jak głębokość wybierania czy wysokość konstrukcyjne nawierzchni po przejściu oczyszczarki. Wydajność oczyszczarek tłuczni określa się na ok. 200 m/h. Przyjmuje się również, że na każde 50 m oczyszczonej nawierzchni potrzebny jest jeden wagon MFS do załadunku materiału odpadowego.

### Problemy związane z zanieczyszczoną podsypką

Na sieci polskich kolei od paru lat występują problemy z jakością podsypki w nawierzchni linii zmodernizowanych i po przeprowadzonej naprawie głównej. Poniekąd zabezpieczeniem zarządcy infrastruktury przed takim problemem jest gwarancja udzielana każdorazowo przez wykonawców robót inwestycyjnych. Często jednak wady występujące w podsypce przyczyniają się do występowania problemów eksploatacyjnych dopiero po kilku latach, a więc po zakończeniu okresu gwarancji.

Przyczyny złej jakości podsypki na remontowanych liniach mogą być dwie: nie-

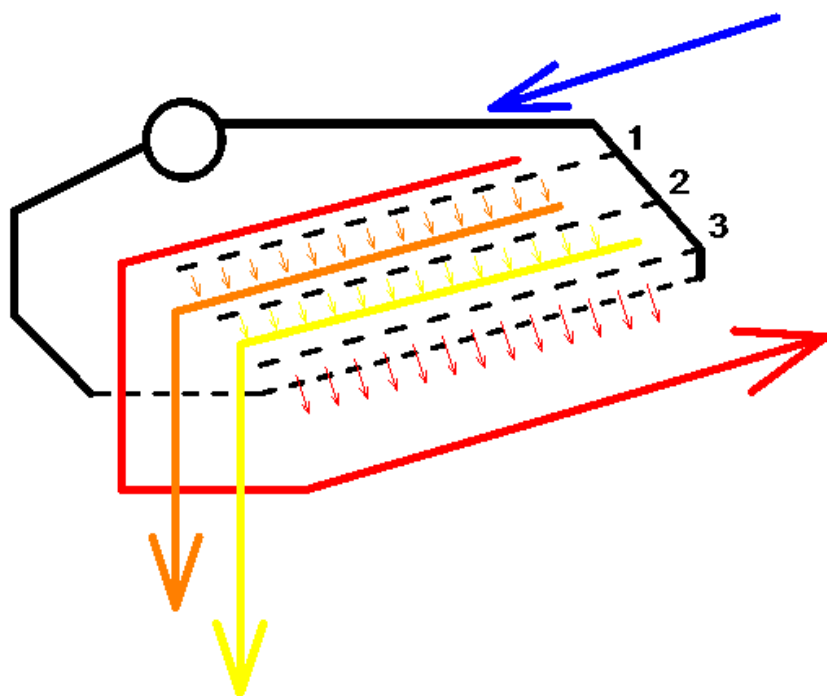




4. Płukanie tłucznia w maszynie PM 200-2R [9]



5. Oczyszczarka tłucznia RM 80 [9]



6. Schemat działania modułu przesiewającego oczyszczarki

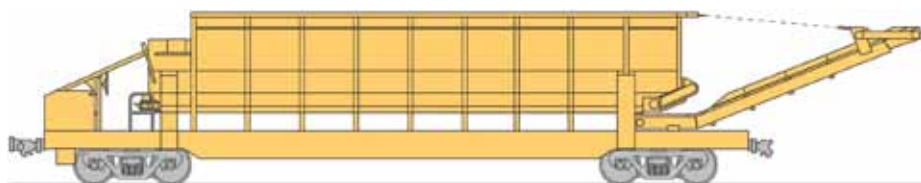
rzetelność wykonawcy lub dostarczenie wadliwego tłucznia przez dostawcę. Pierwszą przyczyną póki co zostawmy, zajmijmy się bliżej oceną prawdopodobieństwa występowania drugiego czynnika. W tym celu należy sprawdzić wymagania stawiane materiałom stosowanym do budowy podsypki w nawierzchni.

Dokumentem obowiązującym w PKP PLK S.A. są Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru podsypki tłuczniowe naturalnej i z recyklingu stosowanej w nawierzchni kolejowej ILK3b-5100/10/07. Warunki te uwzględniają wymagania normy PN-EN 13450:2004. W związku z tym, że wymagania normy w niektórych zagadnieniach nie są precyzyjne określone, Instytut Kolejnictwa wydaje obecnie certyfikaty zgodności kruszywa na podsypkę kolejową w oparciu o WTWiO ILK3b-5100/10/07. Dostawca kruszywa wystawia deklarację zgodności z tym dokumentem odniesienia, którą może dołączyć do każdej dostawy kruszywa.

Podsypka jest jedynym materiałem w nawierzchni kolejowej, którego nie można jednoznacznie zidentyfikować. Każdy inny składnik nawierzchni, łącznie z poszczególnymi elementami systemu przytwierdzenia, można jednoznacznie zidentyfikować na podstawie cech umieszczonych na wyrobach. W przypadku podsypki jest to z wiadomych względów niemożliwe i wydaje się, że właśnie stąd bierze się problem jej złej jakości.

Doświadczenie pokazuje, że w przypadku sytuacji spornych, szczególnie gdy problemy z podsypką ujawniają się po roku lub dwóch latach eksploatacji nie sposób jest dojść do porozumienia i rozstrzygnięcia skąd pochodzi wadliwy tłuczeń. Dostawca kruszywa będzie utrzymywać, że wykonawca robót nie wykorzystywał w budowie tłucznia wyłącznie z jednego źródła. Wykonawca natomiast będzie próbował udowodnić, że tłuczeń jest z jednego źródła i pochodzi od danego dostawcy. Nawet kosztowne analizy petrograficzne zazwyczaj nie przynoszą pożądanego rezultatu i jednoznacznych wniosków w tym zakresie.

W związku z powyższym oczywiste jest, że uniknięcie problemów możliwe jest wyłącznie wtedy, gdy kontrola jakości podsypki będzie prowadzona wspólnie przez inwestora, dostawcę kruszywa i wykonawcę robót. Bezpośrednim zamawiającym kruszywo jest wykonawca robót. Być może właściwym byłoby zatrudnienie przez wykonawcę eksperta, który wspólnie z dostawcą kontrolowałby przygotowane do wysyłki kruszywo. Leży to przecież w interesie obydwu stron. Oczywiście sposobów na rozwiązanie tej kwestii jest wiele. Warto jednak podejmować kroki już na etapie dostawy kruszywa. Niełatwo przecież wymagać od zarządcy, żeby przy odbiorze ostatecznym inwestycji



7. Wagon do transportu tłucznia MFS 40 [9]



8. Zabrudzony tłuczeń (widoczne przebarwienia na kruszywie na dole zdjęcia)



9. Zabrudzony tłuczeń (na górze zdjęcia widać tłuczeń ołukany)

kwestionując jakość kruszywa, nakazał jego całkowitą wymianę...

Poniżej zamieszczono fotografie wykonane na jednej z modernizowanych obecnie stacji. Tłuczeń na pierwszy rzut oka jest bez zarzutów. Jednak, gdy odgarnie się powierzchnię warstwę, widać wyraźnie zabrudzony tłuczeń znajdujący się poniżej. Drobne frak-

cje z tłuczni znajdującego się na wierzchu zostały zmyte przez deszcz, więc z pozoru problemu nie ma. Wbudowany tłuczeń jest oblepiony pyłem w całości i w takim stopniu, że różnica barw tłuczni ołukanego deszczem i oblepionego jest widoczna nawet na monochromatycznych fotografiach.

## Podsumowanie

Obecnie produkowane maszyny drogowe do oczyszczania tłuczni często jednocześnie przystosowane są do modernizacji podtorza. Jest to z punktu widzenia praktyki inżynierskiej właściwy kierunek, gdyż często największe problemy z podsypką mają swoje źródło na styku nawierzchni i podtorza. Zatem wykonywanie warstw ochronnych na modernizowanych liniach jest jak najbardziej uzasadnione.

Należy zwrócić szczególną uwagę na problem zanieczyszczonej podsypki zabudowywanej na modernizowanych odcinkach linii kolejowych w Polsce. Zasadnym byłoby również przeanalizowanie wspólnie z dostawcami kruszywa możliwości dostarczania tłuczni płukanego na linie o prędkościach technicznych rzędu 200 km/h. Z analizy cen innych kruszyw wynika, że płukanie powoduje wzrost ceny materiału o ok. 20%.

## Literatura:

- [1] Beilhack F.: Track substructure improvement on German Rail (DB AG): operating experience gained with the PM 200-2R formation rehabilitation machine. Rail Engineering International Edition, nr 1/2004;
- [2] Klotzinger E.: Further Development of Mechanised Ballast Cleaning. Railway Technical Review, nr 2-3, 2002;
- [3] Schilling R.: Ballast cleaning of single-track railway lines: a strategic analysis. Rail Engineering International Edition, nr 1/2005;
- [4] Szadkowski P.: Podtorze i nawierzchnia tłuczniowa – maszyna RPM RS 900. Infrastruktura Transportu, nr 2/2010;
- [5] PN-EN 13450 Kruszywa na podsypkę kolejową;
- [6] Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru podsypki tłuczniowej naturalnej i z recyklingu stosowanej w nawierzchni kolejowej ILK3b-5100/10/07. PKP PLK S.A., Warszawa 2007;
- [7] [www.loram.com](http://www.loram.com)
- [8] [www.matisa.ch](http://www.matisa.ch)
- [9] [www.plasser.com.au](http://www.plasser.com.au)