

Piotr Radziszewski

Instytut Inżynierii Budowlanej

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska

Politechnika Białostocka

MODYFIKACJA KOMPOZYTÓW MINERALNO - ASFALTOWYCH MIAŁEM GUMOWYM ZE ZUŻYTYCH OPON SAMOCHODOWYCH

1. Wprowadzenie

Planowana w Polsce budowa dróg szybkiego ruchu stwarza konieczność poszukiwania nowych optymalnych rozwiązań w zakresie technologii materiałów i nawierzchni drogowych.

Każdego roku w Polsce powstaje ogromna ilość odpadów w postaci tysięcy zużytych opon samochodowych. Istnieje problem ekologicznego zagospodarowania tej ogromnej masy wartościowego materiału. Nie jest właściwym rozwiązaniem magazynowanie zużytych opon w stertach przysypywanych ziemią lub ich spalanie. Źródła powstania tego odpadu są bliskie nawierzchni drogowej, dlatego też wydaje się jak najbardziej właściwym powiązanie sposobu zagospodarowania tego odpadu z drogą. Biorąc pod uwagę właściwości sprężyste gumy oraz wymagania stawiane nawierzchniom dla ruchu ciężkiego guma odpadowa z opon samochodowych może być cennym materiałem do modyfikacji kompozytów mineralno - asfaltowych.

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie informacji związanych ze sposobem zastosowania odpadów gumowych ze zużytych opon samochodowych do modyfikacji kompozytów mineralno - asfaltowych.

2. Pochodzenie odpadów gumowych

Odpady gumowe, które mogą znaleźć zastosowanie w budownictwie drogowym uzyskuje się z trzech źródeł:

- z regeneracji opon samochodowych,
- z odpadów technologicznych powstających w zakładach przemysłu gumowego,
- ze zużytych opon samochodowych.

Pierwsze i drugie źródło pozyskania materiału nie jest zbyt obfite. Potencjalnie najbardziej godnym uwagi jest zastosowanie do modyfikacji asfaltów drogowych odpadów ze zużytych opon samochodowych. Odpady te aby były możliwe do zastosowania muszą ulec przemieleniu. Dokonuje się to przy użyciu specjalistycznego sprzętu do rozdrabniania i usuwania części metalowych. Stopień rozdrobnienia odpadów gumowych wpływa na zdolność do pęcznienia gumy w asfalcie i ujednorodnienia mieszanki. Najbardziej właściwe ze względów energetycznych i technologicznych jest zastosowanie miazgi gumowej o uziarnieniu poniżej 1.0 mm.

3. Sposoby modyfikacji mieszanek mineralno- asfaltowych miazgą gumową

Znane są dwa sposoby dozowania miazgi gumowej ze zużytych opon samochodowych do mieszanek mineralno-asfaltowych:

- dozowanie miazgi gumowej do kruszywa (dry system),
- dozowanie miazgi gumowej do asfaltu (wet system),

opisane między innymi przez autora w pozycjach [1,2] oraz przez autora i innych badaczy w [1,2,3]. Różnicę w wymienionych sposobach modyfikacji krótko scharakteryzować można następująco; według pierwszego sposobu zastępuje się miazgą gumową określoną część kruszywa mineralnego w mieszance mineralno-asfaltowej, natomiast według drugiego sposobu modyfikacji do lepiszcza asfaltowego dodaje się miazgę gumową w celu otrzymania lepiszcza gumowo-asfaltowego.

Metoda „dry system”, wynaleziona w latach sześćdziesiątych w Szwecji została opatentowana jednocześnie w USA pod nazwą „Plus Ride” i w Szwecji pod nazwą „Rabit”. Wytwarzanie mieszanek według tego systemu odbywa się w typowych zespołach do otaczania. Miazga gumowa dodaje się do ogrzanych materiałów kamiennych w mieszalniku otaczarki w ilości 3-4 % w stosunku do masy mieszanki. Temperatura materiałów kamiennych wynosi 160-180 °C. Przez 15-30 sekund miesza się z gumą, a następnie dodaje asfalt. Pełny cykl mieszania jest równy 120-180 sekund. Zagęszczanie mieszanek mineralno-gumowo-asfaltowych można wykonywać z wykorzystaniem standardowego osprzętu zagęszczającego. Wstępne zagęszczenie należy wykonywać 10-12 tonowymi walcami stalowymi z włączoną wibracją. Wykończenie nawierzchni powinno odbywać się bez wibracji. Według wytycznych szwedzkich nie zaleca się używać walców ogumionych. Z doświadczeń na Alasce wynika, że celowym wydaje się użycie walców ogumionych, gdy temperatura zagęszczanej mieszanki mineralno-gumowo-asfaltowej spadnie poniżej 60 °C. Zwraca się szczególną uwagę na zapewnienie sprawności działania systemu zraszania bębnow walców

W 1989 roku w USA Takallou opracował nową metodę dozowania gumy do mieszanek mineralno - asfaltowych (Generic System). Miazga gumowa jest mieszana ze standardową mieszanką mineralną o ciągłym uziarnieniu. Granulowany miazga gumowa może być dodawany w ilości 1.2 - 3% w zależności od potrzeb projektowych. Zastosowanie tej metody nie wymaga dodatkowych opłat licencyjnych.

Według normy ASTM D - 8 lepiszcze gumowo-asfaltowe definiuje się jako mieszaninę lepiszcza asfaltowego, gumy ze zużytych opon samochodowych o ulepszonych właściwościach oraz

Pierwsze i drugie źródło pozyskania materiału nie jest zbyt obfite. Potencjalnie najbardziej godnym uwagi jest zastosowanie do modyfikacji asfaltów drogowych odpadów ze zużytych opon samochodowych. Odpady te aby były możliwe do zastosowania muszą ulec przemieleniu. Dokonuje się to przy użyciu specjalistycznego sprzętu do rozdrabniania i usuwania części metalowych. Stopień rozdrobnienia odpadów gumowych wpływa na zdolność do pęcznienia gumy w asfalcie i ujednorodnienia mieszanki. Najbardziej właściwe ze względów energetycznych i technologicznych jest zastosowanie miazgi gumowej o uziarnieniu poniżej 1.0 mm.

3. Sposoby modyfikacji mieszanek mineralno- asfaltowych miazgą gumową

Znane są dwa sposoby dozowania miazgi gumowej ze zużytych opon samochodowych do mieszanek mineralno-asfaltowych:

- dozowanie miazgi gumowej do kruszywa (dry system),
- dozowanie miazgi gumowej do asfaltu (wet system),

opisane między innymi przez autora w pozycjach [1,2] oraz przez autora i innych badaczy w [1,2,3]. Różnicę w wymienionych sposobach modyfikacji krótko scharakteryzować można następująco; według pierwszego sposobu zastępuje się miazgą gumową określoną część kruszywa mineralnego w mieszance mineralno-asfaltowej, natomiast według drugiego sposobu modyfikacji do lepiszcza asfaltowego dodaje się miazgę gumową w celu otrzymania lepiszcza gumowo-asfaltowego.

Metoda „dry system”, wynaleziona w latach sześćdziesiątych w Szwecji została opatentowana jednocześnie w USA pod nazwą „Plus Ride” i w Szwecji pod nazwą „Rabit”. Wytwarzanie mieszanek według tego systemu odbywa się w typowych zespołach do otaczania. Miazgę gumową dodaje się do ogrzanych materiałów kamiennych w mieszalniku otaczarki w ilości 3-4 % w stosunku do masy mieszanki. Temperatura materiałów kamiennych wynosi 160-180 °C. Przez 15-30 sekund miesza się z gumą, a następnie dodaje asfalt. Pełny cykl mieszania jest równy 120-180 sekund. Zagęszczanie mieszanek mineralno-gumowo-asfaltowych można wykonywać z wykorzystaniem standardowego osprzętu zagęszczającego. Wstępne zagęszczenie należy wykonywać 10-12 tonowymi walcami stalowymi z włączoną wibracją. Wykończenie nawierzchni powinno odbywać się bez wibracji. Według wytycznych szwedzkich nie zaleca się używać walców ogumionych. Z doświadczeń na Alasce wynika, że celowym wydaje się użycie walców ogumionych, gdy temperatura zagęszczanej mieszanki mineralno-gumowo-asfaltowej spadnie poniżej 60 °C. Zwraca się szczególną uwagę na zapewnienie sprawności działania systemu zraszania bębnow walców

W 1989 roku w USA Takallou opracował nową metodę dozowania gumy do mieszanek mineralno - asfaltowych (Generic System). Miazgę gumową jest mieszany ze standardową mieszanką mineralną o ciągłym uziarnieniu. Granulowany miazgę gumową może być dodawany w ilości 1.2 - 3% w zależności od potrzeb projektowych. Zastosowanie tej metody nie wymaga dodatkowych opłat licencyjnych.

Według normy ASTM D - 8 lepiszcze gumowo-asfaltowe definiuje się jako mieszaninę lepiszcza asfaltowego, gumy ze zużytych opon samochodowych o ulepszonych właściwościach oraz

do-datków obniżających lepkość, w której składnik gumy, stanowiący co najmniej 15% w stosunku wagowym mieszanki, wchodzi w reakcję z gorącym lepiszczem zwiększając przy tym znacznie swą objętość. Koncepcja modyfikacji lepiszczy asfaltowych gumą z opon samochodowych narodziła się na początku lat pięćdziesiątych. W USA przemysłowe technologie produkcji lepiszczy gumo-wo-asfaltowych opracowali Mc Donald i Arizona Refining Company. Także w Europie od początku lat sześćdziesiątych prowadzone są prace w zakresie modyfikacji lepiszczy asfaltowych odpadami gumowymi. W 1981 roku we Francji rozpoczęto realizację szerokiego programu badań-czego mającego za cel opracowanie sposobu produkcji lepiszcza gumowo-asfaltowego, dającego się dłuższy czas przechowywać bez potrzeby natychmiastowego użycia. W wyniku badań otrzymano lepiszcze gumowo-asfaltowe pod nazwą „Flexochape”.

4. Zastosowanie mieszanek mineralno-gumowo-asfaltowych oraz lepiszczy gumowo-asfaltowych.

Mieszanki mineralno-gumowo-asfaltowe (dry system) mogą być stosowane do budowy nawierzchni drogowych w różnych warunkach klimatycznych. Na podstawie dotychczasowych doświadczeń w USA i Kanadzie należy stwierdzić, że otrzymuje się mieszanki charakteryzujące się wieloma dodatnimi cechami. Są to mieszanki bardziej elastyczne, wyróżniające się większą wytrzymałością zmęczeniową. Dodatek gumy powoduje wzrost odporności masy na działanie mrozu, podwyższa się współczynnik tarcia pomiędzy kołami pojazdów a nawierzchnią. Zmniejsza się niebezpieczeństwo powstawania gołoledzi. Raporty z przeprowadzonych badań, opublikowane przez Departament Transportu Alaski i stanu Minnesota wskazują na zmniejszenie się odległości na zatrzymanie o 25 %. Znane są badania potwierdzające fakt mniejszenia hałasu powstającego na styku kół samochodowych i nawierzchni drogowej z mieszanki mineralno-gumowo-asfaltowej. Wyniki badań nie stwierdzają emisji szkodliwych dla zdrowia ludzkiego związków chemicznych. Pod tym względem wyniki badań konwencjonalnych mieszanek mineralno-asfaltowych i modyfikowanych były niemal identyczne.

Lepiszcze gumowo-asfaltowe może również mieć wszechstronne zastosowanie w budownictwie drogowym, a mianowicie jako:

- 1) masa zalewowa do wypełniania szczelin dylatacyjnych i innych,
- 2) pokrowce nawierzchniowe (powierzchniowe utrwalanie) SAM (Stress Absorbent Membrane - membrany absorbujące naprężenia),
- 3) błony międzywarstwowe - SAMI (Stress Absorbent Membrane Interlayer) celem przeciwdziałania propagacji spękań i penetracji wilgoci,
- 4) mieszanka mineralno-gumowo-asfaltowa, gumo-asfalt spełnia rolę lepiszcza w mieszance ARHM (Asphalt - Rubber Hot Mix),
- 5) mieszanka mineralno-gumowo-asfaltowa na nawierzchnie drenujące,
- 6) warstwy wodochronne, do zabezpieczenia konstrukcji nawierzchni przed filtracją wody.

Ze względu na wyższy koszt lepiszcza gumowo-asfaltowego w stosunku do asfaltu standardowego stosowanie lepiszcza modyfikowanego, mimo oczywistych zalet, jest ograniczone.

W USA w latach sześćdziesiątych używano mieszanki gumowo-asfaltowej do regeneracji zniszczonych nawierzchni. Masy składające się w 75% z asfaltu i 25% z gumy ze zużytych opon samochodowych, stosowano jako nawierzchniowe pokrowce uszczelniające lub powłoki wodoszczelne. Mieszanki asfaltowo-gumowe układane w cienkich warstwach wykazywały wysoką odporność na odkształcenia i spękania, a trwałość w niektórych przypadkach dochodziła do 20 lat. Na początku lat siedemdziesiątych udoskonalono proces produkcji mieszanki gumowo-asfaltowej poprzez dodawanie plastyfikatorów. Wykonane z tego rodzaju mieszanek dywaniki nie wykazywały pęknięć i zniszczeń przez okres eksploatacji 12 - 15 lat.

Innym rodzajem zastosowania mas gumowo-asfaltowych jest użycie ich do pokrywania zniszczonych nawierzchni z betonu cementowego. Od końca lat siedemdziesiątych w USA na zniszczone nawierzchnie stosuje się powłoki gumowo-asfaltowe pod warstwy ścieralne o grubości mniejszej niż 10 cm (SAMI). W przypadku pokrywania popękanej nawierzchni warstwą zwykłej mieszanki mineralno-asfaltowej występuje w tej warstwie, pod wpływem ruchu efekt pękania odbiciowego. Rozwiązaniem tego problemu jest umieszczenie sprężysto-plastycznej warstwy SAMI zmniejszającej odkształcenia pod nowo ułożoną warstwę ścieralną. Warstwa SAMI również często pełni w nawierzchni drogowej rolę warstwy odcinającej.

Pierwsze eksperymentalne prace w zakresie zastosowania mieszanek mineralno-gumowo-asfaltowych (ARHM) zostały podjęte w połowie lat siedemdziesiątych. Do tej pory wykonano szereg nawierzchni z mieszanek ARHM w różnych częściach USA. Do dzisiaj większa część z nich z powodzeniem funkcjonuje.

5. Zakończenie

Rachunek ekonomiczny uwzględniający zarówno ekologiczne jak i technologiczne aspekty zagospodarowania odpadów gumowych zapewne wykaże celowość stosowania mieszanek mineralno - gumowo - asfaltowych do budowy nawierzchni drogowych o ruchu ciężkim. Jest to szczególnie ważne dzisiaj w Polsce, gdy przystępujemy do budowy dróg szybkiego ruchu.

Bibliografia

- [1] Kalabińska M., Piłat J., Radziszewski P.: Zastosowanie gumy ze zużytych opon samochodowych do modyfikacji asfaltów drogowych. XLII Konferencja Naukowa Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN i Komitetu Nauki PZITB, Kraków-Krynica 1995
- [2] Radziszewski P.: Modyfikacja mieszanek mineralno-bitumicznych miazgą gumową z opon. Drogownictwo nr 3, Warszawa 1994
- [3] Takallou H. B.: Development of Improved Mix and Construction Guidelines for Rubber Modified Asphalt Pavements. Transportation Research Board, Washington