

Przyczepność lepiszcza asfaltowego do kruszyw drogowych

Adhesion of asphalt binder to road aggregates



Łukasz Skotnicki

Dr inż.

Politechnika Wrocławska,
Katedra Dróg, Mostów, Kolei i Lotnisk

lukasz.skotnicki@pwr.edu.pl
ORCID: 0000-0002-4090-2311

Streszczenie: W artykule przedstawiono zagadnienie związane powinowactwem fizykochemicznym tj. przyczepnością lepiszcza asfaltowego do kruszyw stosowanych w drogownictwie. Badano zmianę przyczepności lepiszcza do kruszyw w zależności od poziomu dodatku adhezyjnego i rodzaju kruszywa. W analizach uwzględniono kruszywa granitowe, granodiorytowe oraz bazaltowe. Wyniki badań odniesiono do obowiązujących wymagań dotyczących stopnia obmycia ziaren kruszywa w badaniu obmywania. Podstawowym celem było wykazanie różnic pomiędzy poszczególnymi rodzajami kruszyw oraz oszacowanie minimalnej zawartości dodatku polepszającego przyczepność, pozwalającego na spełnienie ustanowionych wymagań technicznych. Stwierdzono duże różnice w wynikach badań dla poszczególnych rodzajów kruszyw. Wykazano pozytywne efekty stosowania dodatku adhezyjnego, który polepszał przyczepność lepiszcza asfaltowego do kruszywa.

Słowa kluczowe: Przyczepność; Lepiszczce asfaltowe; Kruszywo

Abstract: This article presents an issue related to physicochemical affinity, i.e., the adhesion of asphalt binder to aggregates used in road construction. The change in binder adhesion to aggregates was examined depending on the level of adhesive additive and the type of the aggregate. Granite, granodiorite, and basalt aggregates were included in the analyses. The test results were compared to the requirements regarding the degree of aggregate grain washing in the washing test. The primary goal was to demonstrate differences between individual aggregate types and to estimate the minimum content of the adhesion-improving additive necessary to meet the established technical requirements. Significant differences were observed in the test results for individual aggregate types. Positive effects of using an adhesion additive, which improved the adhesion of asphalt binder to aggregate, were demonstrated.

Keywords: Adhesion; Asphalt binder; Aggregate

Wprowadzenie

Przyczepność lepiszcza asfaltowego do kruszywa jest istotnym parametrem wpływającym na właściwości mechaniczne mieszanki mineralno-asfaltowej. Od powinowactwa lepiszcza do kruszywa zależą cechy wytrzymałościowe przyszłej mieszanki mineralno-asfaltowej. Cienki film asfaltowy łączący poszczególne ziarna kruszywa stanowi o odporności materiału na działanie czynników zewnętrznych takich jak obciążenia czy warunki środowiskowe.

Podstawowym celem analiz było oszacowanie różnic w przyczepności lepiszcza asfaltowego dla kruszyw różniących się zawartością krzemionki SiO₂. W ramach programu badawcze-

go wykonano badania laboratoryjne powinowactwa pomiędzy lepiszczem asfaltowym a kruszywem dla kruszyw granitowych, granodiorytowych oraz bazaltowych. W celu polepszenia przyczepności stosowano dodatek adhezyjny dodawany do lepiszcza asfaltowego. Wyniki badań porównano z wymaganiami technicznymi ustanowionymi dla analizowanej cechy. Wg [1] maksymalny dopuszczalny poziom obmycia kruszywa w badaniu przyczepności wynosi 20%.

W wyniku analiz ustalono zawartości dodatku polepszającego przyczepność, który pozwalał na spełnienie ustanowionych wymagań technicznych dla wszystkich trzech rodzajów kruszyw drogowych. W badaniach wykazano przydatność zastosowanej

oceny wagowej stopnia obmycia kruszywa.

Materiały i program badawczy

Na wstępie prac przeprowadzono podstawowe badania stosowanego lepiszcza asfaltowego: penetracja igłą wg PN-EN 1426 [2] oraz temperatura mięknięcia metodą PiK wg PN-EN 1427 [3].

Badania przyczepności lepiszcza do analizowanych kruszyw wykonano wg normy PN-EN 12697-11 [4], metodą obracanych butelek. Badania przeprowadzono na kruszywie granitowym, granodiorytowym oraz kruszywie bazaltowym o frakcjach 8/11 mm. Jako lepiszcze zastosowano we wszystkich przypadkach asfalt drogo-



1. Badanie przyczepności asfaltu do kruszywa



2. Widok kruszywa granitowego po badaniu

wy 35/50. Ilość lepiszcza asfaltowego dodana do otoczenia ziaren kruszywa wynosiła w każdym przypadku 3% wagowo w stosunku do wagi całej porcji mieszanki mineralno-asfaltowej. Badania przeprowadzono przy różnej zawartości środka adhezyjnego. Stosowano następujące poziomy dodatku: 0,2% i 0,5% - masowo w stosunku do ilości użytego lepiszcza użytego. W celach porównawczych pokazano również stopień obmycia kruszyw bez stosowania środka polepszającego przyczepność. Ocenę przyczepności po 6 godzinach odmywania przeprowadzono na podstawie Wymagań Technicznych [1].

Stopień obmycia kruszywa oszacowano na podstawie procentowego obmycia poszczególnych ziaren kruszywa, stosując metodę wagową. W tym celu ustalono pięć poziomów procentowego udziału powierzchni obmytej „ d_i ” poszczególnych ziaren kruszywa, które wynosiły: 10% obmy-

tej powierzchni, 30%, 50% 90% oraz 100% powierzchni obmytej. Po podzieleniu ziaren na ustalone grupy ważono je i obliczano całkowity stopień obmycia kruszywa „ F ” jako średnią ważoną dla uzyskanych wyników – zależność (1).

$$F = (k_1 \cdot d_1 + k_2 \cdot d_2 + k_3 \cdot d_3 + k_4 \cdot d_4 + k_5 \cdot d_5) / K \quad (1)$$

gdzie:

F – stopień obmycia kruszywa [%],

k_i – masa ziaren obmytych po obracaniu z ustalonym, odpowiadającym procentowym udziałem powierzchni obmytej d_i [g],

d_i – ustalony procentowy udział powierzchni obmytej [%] (10%, 30%, 50%, 90%, 100%),

K – Masa ziaren kruszywa pokrytych w 100% lepiszczem asfaltowym [g].

Badania przyczepności

Próbki kruszywa otoczonego lepiszczem asfaltowym zostały umieszczone w butelkach wypełnionych wodą demineralizowaną. Każdy rodzaj kruszywa (3 rodzaje) oraz poziom dodatku adhezyjnego (3 poziomy) reprezentowany był przez 3 próbki badawcze. W sumie wykonano 27 niezależnych prób obmywania. Widok badania przyczepności, polegającego na odmywaniu asfaltu z kruszywa poprzez obracanie, przedstawiono na rys. 1. Prędkość obrotowa wynosiła 60 obrotów/minutę, badanie przeprowadzono w temperaturze pokojowej wynoszącej 25°C. Czas trwania obracania to 6h.

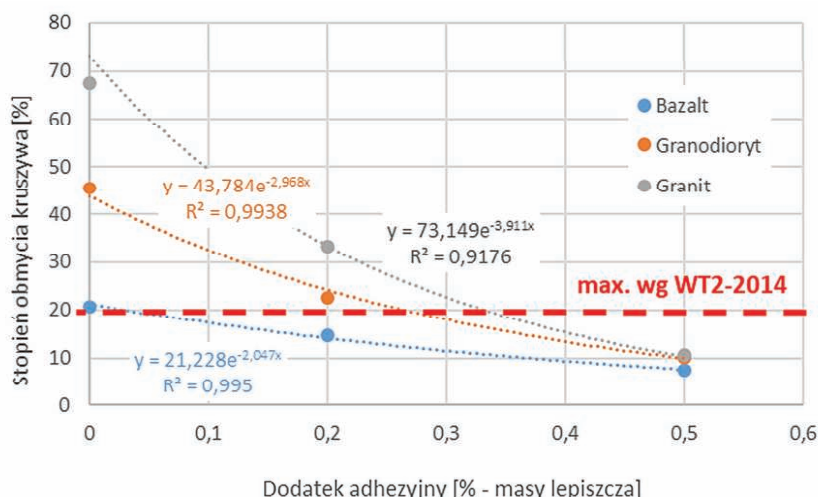
Widok kruszywa granitowego po badaniu przedstawiono na rys. 2, widok kruszywa granodiorytowego po badaniu przedstawiono na rys. 3, natomiast widok kruszywa bazaltowego po badaniu przedstawiono na rys. 4.



3. Widok kruszywa granodiorytowego po badaniu



4. Widok kruszywa bazaltowego po badaniu



5. Przyczepność asfaltu do kruszywa, w zależności od ilości środka adhezyjnego

Wyniki badań

W tabeli 1 podano wartości dla podstawowych cech stosowanego lepiszcza asfaltowego. Dla asfaltu drogowego określono penetrację i temperaturę mięknięcia.

Wyniki badań przyczepności asfaltu 35/50 do kruszyw, przy różnej zawartości środka adhezyjnego przedstawiono w tabeli 2 oraz na rys. 5.

Analizując kruszywa referencyjne otoczone lepiszczem bez dodatku adhezyjnego stwierdzono najlepszą przyczepność asfaltu do kruszywa bazaltowego. Stopień obmycia ziaren wynosił 20,7%. W przypadku kruszywa granodiorytowego stopień obmycia był większy i wynosił 45,6%. Największe obmycie zarejestrowano dla granitu, gdzie stopień obmycia wynosił aż 67,4%. W badaniach wykazano istotny wpływ dodatku adhezyjnego na analizowane cechy. Stwierdzono, że dla poszczególnych rodzajów kruszyw ilość środka adhezyjnego, niezbędnego do osiągnięcia wymaganego poziomu otoczenia kruszywa w badaniu obmywania wg [1] jest różna. Dla bazaltu ilość środka zwiększającego przyczepność powinna wynosić min. 0,2%, dla kruszywa granodiorytowego min. 0,3%, a dla granitu minimalnie 0,4%, w stosunku do wagi lepiszcza asfaltowego. W przypadku użycia środka adhezyjnego na poziomie 0,5% przyczepność asfaltu do kruszywa bazaltowego, granodiorytowego i granitowego była zbliżona, a stopień obmycia wynosił odpowiednio 7,5%, 10,2% i 10,5%.

Wnioski i podsumowanie

W wyniku przeprowadzonych prac zaobserwowano zmienne przyczepności lepiszcza asfaltowego do różnych rodzajów kruszyw.

Do wyznaczenia stopnia obmycia poszczególnych rodzajów kruszywa wykorzystano algorytm polegający na ustalaniu progów procentowych udziałów powierzchni obmytej dla ziaren kruszywa w połączeniu z oceną wagową.

Zawartość krzemionki SiO₂ w kruszywach otoczonych lepiszczem wpływa na stopień obmycia poszczególnych ziaren. Przyczepność asfaltu do kruszywa bazaltowego bez użycia środka adhezyjnego jest wyraźnie najlepsza. Gorszą przyczepność zaobserwowano dla kruszywa granodiorytowego, najgorszą zaś dla kruszywa granitowego.

Stwierdzono polepszenie przyczepności lepiszcza do kruszywa po zastosowaniu dedykowanego środka adhezyjnego. Przeprowadzone analizy umożliwiły ustalenie minimalnych zawartości środka adhezyjnego dla różnych rodzajów kruszyw, które pozwolą na spełnienie wymagań stopnia obmycia ustalonych w wytycznych [1]. Dla bazaltu ilość środka zwiększającego przyczepność powinna wynosić min. 0,2%, dla kruszywa granodiorytowego min. 0,3%, a dla granitu minimalnie 0,4%.

W przypadku użycia środka adhezyjnego na poziomie 0,5% przyczepność asfaltu do kruszywa bazaltowego, granodiorytowego i granitowego

Tab. 1. Właściwości asfaltu drogowego 35/50

Właściwości	Jednostka	Wynik
Penetracja w temp. 25°C	[mm·10 ⁻¹]	35,7
Temperatura mięknięcia PiK, temp. początkowa 5°C	[°C]	53,5

Tab. 2. Analiza przyczepności lepiszcza asfaltowego do kruszywa

Kruszywo	Ilość dodanego środka	Średni stopień obmycia / otoczenia kruszywa (po 6h)	
		[%]	
Granit	0,0	67,4	32,6
	0,2	33,4	66,6
	0,5	10,5	89,5
Granodioryt	0,0	45,6	54,4
	0,2	22,6	77,4
	0,5	10,2	89,8
Bazalt	0,0	20,7	79,3
	0,2	14,7	85,3
	0,5	7,5	92,5

jest zbliżona. Przedstawione wyniki prac badawczych pozwalają na stwierdzenie, że wymagany 20% poziom otoczenia kruszywa lepiszczem asfaltowym w badaniu przyczepności możliwy jest do osiągnięcia dla wszystkich analizowanych rodzajów kruszyw. ◀

Materiały źródłowe

- [1] Nawierzchnie asfaltowe na drogach krajowych. WT-2 2014. Mieszanki mineralno-asfaltowe. Wymagania techniczne.
- [2] PN-EN 1426 Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Oznaczanie penetracji igłą.
- [3] PN-EN 1427 Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Oznaczanie temperatury mięknięcia. Metoda PiK.
- [4] PN-EN 12697-11 Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań. Część 11. Oznaczanie powinowactwa pomiędzy kruszywem i asfaltem.