

Sposób wytwarzania modyfikowanego asfaltu

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania modyfikowanego asfaltu stosowanego przede wszystkim do produkcji wyrobów hydroizolacyjnych.

Asfalt oraz produkty asfaltopochodne znajdują się w czołówce najczęściej stosowanych materiałów budowlanych. Wprowadzono je do powszechnego użytku w budownictwie na początku XX wieku. Największe zastosowanie znalazły przy budowie dróg - jako spoiwo w mieszankach mineralno-asfaltowych; 50 lat później zaczęto stosować te produkty do wytwarzania materiałów hydroizolacyjnych.

Izolacje produkowane na bazie asfaltu są częściowo odporne na działanie wody, kwasów, ługów oraz oddziaływania atmosferyczne, w postaci na przykład kwaśnych deszczy. Właściwości adhezyjne asfaltu zapewniają dobrą przyczepność do podłoża. Hydroizolacje bitumiczne są bardziej odporne na uszkodzenia mechaniczne niż folie z tworzyw sztucznych. Do produkcji wyrobów hydroizolacyjnych preferowany jest głównie drogi asfalt utleniony - ma on wyższą temperaturę mięknięcia, charakteryzuje się wysoką trwałością w skrajnych warunkach atmosferycznych.

Asfalt, jako substancja pochodzenia organicznego, zmienia swoje właściwości wraz z upływem czasu pod wpływem oddziaływania środowiska. Proces ten nazywany jest starzeniem asfaltu. Starzenie jest procesem fizykochemicznym, zachodzącym we wszystkich ciałach organicznych i nieorganicznych, wraz z upływem czasu. Oddziaływanie czynników zewnętrznych, takich jak: woda, powietrze czy wysoka temperatura, prowadzi do zmian właściwości użytkowych materiałów i wyrobów [*Encyklopedyczny Słownik Techniczny*, WNT, Warszawa, 1967]. Wyróżnia się dwa etapy starzenia asfaltów: starzenie krótkotrwałe, zwane starzeniem technologicznym, które zachodzi podczas produkcji i układania materiałów hydroizolacyjnych oraz starzenie długotrwałe zwane starzeniem eksploatacyjnym, istotny wpływ na jego przebieg mają warunki

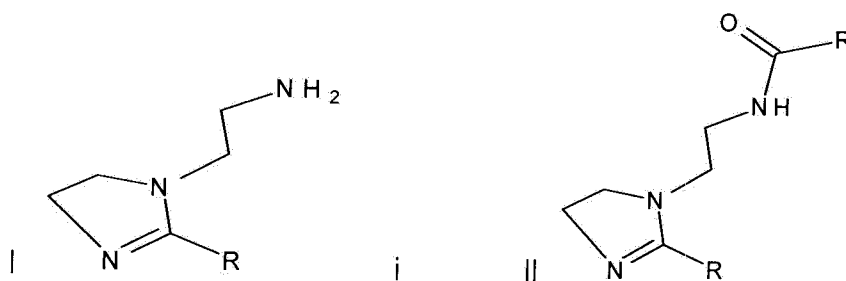
klimatyczne [Gaweł I., Kalabińska M., Piłat J., *Asfalty drogowe*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2001, Radziszewski P., Kalabińska M., Piłat J., *Materiały drogowe i nawierzchnie asfaltowe*, Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok 1995, Zieliński K., *Rola kopolimeru SBS w kształtowaniu struktury i właściwości termomechanicznych asfaltów stosowanych w materiałach hydroizolacyjnych*, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2007]. Starzenie asfaltu jest zagadnieniem złożonym, trudnym do oceny i nie w pełni rozpoznany. Zależy ono od struktury asfaltu oraz od czynników zewnętrznych. Na skutek starzenia, pod wpływem zmiennych temperatur, właściwości asfaltu ulegają pogorszeniu. Asfalt staje się bardziej sztywny i podatny na spękania. Zwiększa się lepkość, temperatura mięknięcia i lamliwości, a obniża penetracja i ciągliwość. Zmniejszony przedział plastyczności asfaltu (zakres temperatur w których asfalt jest substancją lepko - sprężystą i gwarantuje optymalne cechy jako materiał hydroizolacyjny) negatywnie wpływa na parametry eksploatacyjne pap. Zmiany właściwości są sumarycznym efektem łączonego przebiegu wszystkich mechanizmów starzenia, a przebieg zmian zależy od intensywności oddziaływania czynników starzeniowych. Wpływ na zmiany właściwości lepiszcza ma zwiększenie zawartości grup polarnych i oddziaływanie między nimi (prowadzące do asocjacji), a także kondensacja i polimeryzacja mniejszych jednostek struktury z utworzeniem struktury o większej masie cząsteczkowej [Gaweł I., Kalabińska M., Piłat J., *Asfalty drogowe*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2001]. Asocjacja powoduje unieruchomienie cząsteczek lub micel, wskutek czego asfalt staje się bardziej sztywny, kruchy, a w skrajnym przypadku dochodzi do powstania spękań. Unieruchomienie cząsteczek, spowodowane asocjacją, utrudnia jednak dostęp tlenu do składników asfaltu, dzięki czemu ogranicza jego dalsze reakcje z asfaltem. Dlatego, po znacznej zmianie właściwości w początkowym okresie starzenia, w podwyższonej temperaturze, dalsze zmiany w niższych temperaturach przebiegają wolniej [Gaweł I., Kalabińska M., Piłat J.: *Asfalty drogowe*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności Warszawa 2001, Radziszewski P., Kalabińska M., Piłat J.: *Materiały drogowe i nawierzchnie asfaltowe*, Białystok – Warszawa 1995, Błażejowski K., Styk S.: *Technologia warstw asfaltowych*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2004].

W celu poprawy parametrów termoplastycznych i właściwości reologicznych lepiszczy oraz w celu spowolnienia procesu starzenia asfaltów stosuje się różnego rodzaju modyfikatory. Obecnie stosowane dodatki do asfaltów to różnego rodzaju polimery termoplastyczne [Gaweł I., Kalabińska M., Piłat J.: *Asfalty drogowe*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności Warszawa 2001, Radziszewski P., Kalabińska M., Piłat J.: *Materiały drogowe i nawierzchnie asfaltowe*, Białystok –

Warszawa 1995, Błażejowski K., Styk S.: Technologia warstw asfaltowych, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2004, Stefańczyk B., Mieczkowski P.: Dodatki, katalizatory i emulgatory w mieszankach mineralno-asfaltowych", Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2010, Zieliński K.: Rola kopolimeru SBS w kształtowaniu struktury i właściwości termomechanicznych asfaltów stosowanych w materiałach hydroizolacyjnych, Poznań 2007, Radziszewski P." Zmiana właściwości lepkosprężystych lepiszczy modyfikowanych i mieszanek mineralno – asfaltowych w wyniku procesu starzenia", Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok 2007].

Z polskiego zgłoszenia P.409543 znane są asfalty zawierające 0,1% - 50,0% modyfikatora imidazolinowego o składzie:

- od 0,1% do 100,0% imidazolin I i II w proporcji masowej 1:3 do 3:1 o strukturze:



gdzie $R = C_nH_m$, $n=15-20$, $m=31-39$

- do 10,0% amidoamin,
- do 1,0% alkilotriamin,
- do 10,0% gliceryny.

W roli modyfikatorów najczęściej stosuje się związki wielkocząsteczkowe, otrzymywane przez modyfikację polimerów naturalnych, na przykład kauczuku, lub uzyskiwane na drodze syntezy związków małowcząsteczkowych. W wyniku ich działania korzystnie zmieniają się właściwości reologiczne asfaltu, takie jak: temperatura mięknięcia, elastyczność w niskiej temperaturze, wrażliwość termiczna oraz wytrzymałość na odkształcenia pod wpływem działania siły [Stefańczyk B., Mieczkowski P.: Dodatki, katalizatory i emulgatory w mieszankach mineralno – asfaltowych, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2010, Bagieńska K., Gawel I.: Badania procesu starzenia asfaltu drogowego, II Konferencja Naukowa Opole-Krynica, 2002, Gawel I., Bagieńska K., Bachórz J.: Zmiany właściwości, składu i struktury chemicznej asfaltów podczas symulowania starzenia w laboratorium, II Międzynarodowa Konferencja Naukowo – Techniczna, „Nowoczesne Technologie w Budownictwie Drogowym”, Poznań 2001, s. 318-326,

Słowik M.: Wpływ modyfikacji polimerami na właściwości reologiczne asfaltów drogowych, rozprawa doktorska, Poznań 2001, Stefańczyk B.: Budownictwo ogólne, t.1, Materiały i wyroby budowlane, Arkady, Warszawa 2005, Gawęł I., Jerzykiewicz W., Niczke Ł.: Dodatki zwiększające odporność asfaltów na starzenie, Międzynarodowej Konferencji Technicznej Krynica 2004] Spośród dostępnych substancji tylko niewielką część polimerów termoplastycznych można zastosować do modyfikacji asfaltów [Sybilski D., Szczepaniak Z.: Modyfikacja asfaltu polimerem butadienowo – styrenowym, Prace IBDiM Nr 1/1991, s. 53-68, Warszawa 1991, Judycki J.: Badanie sprężystości asfaltów modyfikowanych elastomerami przy budowie nawierzchni mostowych, Drogownictwo 3/89, Warszawa 1989, Sybilski D.: Polimeroasfalty drogowe. Jakość funkcjonalna. Metoda i kryteria oceny. Studia i materiały, zeszyt 45, IBDiM, Warszawa 1996, Zieliński K., Babiak M.: Analiza możliwości spowolnienia procesów starzeniowych w asfaltach stosowanych do wyrobu materiałów hydroizolacyjnych, Materiały budowlane 06.2013, Zieliński K., Babiak M.: Starzenie asfaltów zawartych w hydroizolacyjnych wyrobach budowlanych"; Trwałość budynków i budowli; Praca zbiorowa pod redakcją Tomasz Błaszczynskiego; Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne; Wrocław 2012, Zieliński K.: Wpływ starzenia technologicznego asfaltów modyfikowanych kopolimerem styren-butadien-styren (SBS) na ich wybrane cechy techniczne II Konferencja naukowa: „Trwałość i skuteczność napraw obiektów budowlanych” 26-29.11.2008r. Sielinko, Zieliński K.: Wpływ zawartości elastomeru SBS w asfalcie na jego zdolność klejenia przed i po starzeniu termicznym, Effect of styrene-butadiene-styrene content on the adhesion properties of bitumen before and after heat aging"- "Canadian Journal of Civil Engineering" 35(5)/08 p 454-560, Zieliński K.: Teoretyczne podstawy doboru asfaltu i SBS w wyrobach hydroizolacyjnych, Materiały budowlane 12/10]

Polimery nie reagują chemicznie z asfaltem, pełnią rolę wypełniacza lub tworzą wewnątrz asfaltu przestrzenną sieć – tak zwane sieciowanie fizyczne. Najczęściej stosowanym modyfikatorem bitumów jest SBS (styren-butadien-styren). Zauważa się istotny wpływ modyfikatora na poprawę właściwości w niskich temperaturach, przy jednoczesnej poprawie właściwości w wysokich temperaturach. Jednak, aby uzyskać pożądaną efekt, konieczna jest modyfikacja na poziomie do 12%. Na podstawie badań własnych zaobserwowano negatywny wpływ modyfikatora tego typu na odporność asfaltu na starzenie. Jest to efekt implikacji starzenia „czystego” asfaltu i polimeru. Proces łączenia polimerów z asfaltem wymaga użycia specjalnych młynów oraz przebiega w wysokiej temperaturze. Jest to proces energochłonny i czasochłonny. Należy zwrócić uwagę, że podczas wyżej wymienionych procesów asfalt narażony jest na starzenie technologiczne.

Wysoka temperatura oraz intensywne mieszanie wzmagają i przyspieszają proces utleniania asfaltu. W tych warunkach konwencjonalne antyutleniacze są nieskuteczne, gdyż w temperaturze powyżej 180°C utlenianie asfaltu nie ma mechanizmu wolnorodnikowego. Próby laboratoryjne i praktyka technologiczna stosowania polimeroasfaltów modyfikowanych SBS nie umożliwiły uzyskania do końca skutecznej metody homogenizowania składników. Proponowany system uniwersalnego dodatku „obudowanego” mieszaniną tłuszczów roślinnych lub zwierzęcych (jako środka plastyfikującego zestarzały asfalt) dał pozytywne rezultaty już w niezbyt wysokich temperaturach (80-120°C). Można zatem domniemywać, że trwałe zestawienie kompleksowego dodatku asfaltu naturalnego i modyfikatora na bazie imidazoliny zaowocuje następującymi rezultatami:

- dodatek modyfikatora na bazie imidazoliny o wysokim stopniu polarności z pięciocłonowym pierścieniem z dwoma atomami aktywnego azotu i długołańcuchowym łańcuchem węglowodorowym pełni funkcję dodatku zmniejszającego napięcie powierzchniowe mieszaniny olejów i tym samym przyspiesza ich penetrację w głąb warstewki starego bitumu, ujawniając w ten sposób swoje właściwości jako środka adhezyjnego;
- aktywne azoty pierścienia imidazolinowego, poza rolą surfaktanta, łatwo wchodzi w reakcje chemiczne z tlenem powietrza (wiązaniami semipolarnymi), przeciwdziałając starzeniu utleniającemu.
- poza azotami pierścienia imidazolinowego, szczególnie w podwyższonych temperaturach (powyżej 180°C), rolę inhibitorów utleniania spełniają również wybrane łańcuchy węglowodorowe olejów roślinnych, posiadające w swoim składzie wiązania podwójne. W tym przypadku neutralizacja tlenu i hamowanie procesów starzenia asfaltu odbywa się poprzez przyłączenie tlenu do podwójnych wiązań łańcucha węglowodorowego i tworzenie grup wodorotlenowych (–OH) i nadtlenkowych (–O–O–)

Dodatek asfaltów naturalnego jako modyfikatora prowadzi do korzystnych zmian właściwości reologicznych asfaltów. W zależności od pochodzenia asfaltu naturalnego uzyskuje się:

- zwiększoną odporność asfaltu drogowego i utlenionego na znaczną siłę rozciągającą,
- podwyższenie temperatury mięknięcia asfaltu.

Asfalt naturalny jest kompatybilny, ale trudno miesza się z asfaltami drogowymi oraz utlenionymi. Proces mieszania asfaltu naturalnego z drogowym a także utlenionym przebiega w wysokich temperaturach i jest czaso- i energochłonny. Dodatek modyfikatora na bazie imidazoliny obniża temperatury technologiczne wytworzenia mieszanki oraz skraca czas mieszania.

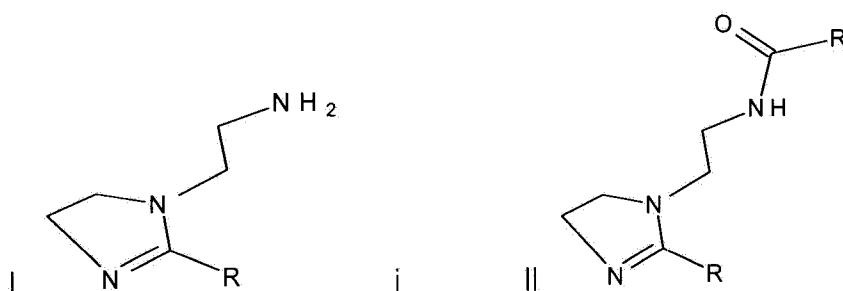
Asfalt modyfikowany tylko asfaltem naturalnym posiada gorsze parametry, niż asfalt modyfikowany asfaltem naturalnym i modyfikatorem imidazolinowym, a jednocześnie asfalt modyfikowany tylko modyfikatorem imidazolinowym posiada gorsze parametry, niż asfalt modyfikowany asfaltem naturalnym i modyfikatorem imidazolinowym.

Celem wynalazku było opracowanie sposobu otrzymywania modyfikowanego asfaltu, posiadającego zwiększoną wytrzymałość na znaczną siłę rozciągającą oraz odporność na starzenie, przeznaczonego do stosowania w wyrobach hydroizolacyjnych, a przede wszystkim posiadającego:

- zwiększoną wrażliwość termiczną (charakteryzowaną wartością indeksu penetracji),
- zwiększoną siłą rozciągającą (rejestracja siły w duktylometrze).
- zwiększoną odporności na niskie temperatury,
- zwiększoną odporności na wysokie temperatury;
- zwiększony przedział plastyczności,
- zwiększoną odporność na zmienne temperatury,
- zwiększoną elastyczność,
- zwiększoną siłą rozciągającą (rejestracja siły w duktylometrze).

Okazało się, że możliwe jest otrzymanie asfaltów stosowanych w wyrobach hydroizolacyjnych o zwiększonej wytrzymałości na znaczną siłę rozciągającą oraz odporności na starzenie, poprzez ich modyfikowanie asfaltem naturalnym i modyfikatorem imidazolinowym.

Istota sposobu według wynalazku polega na tym, że do asfaltu wprowadza się 0,1% - 50,0% asfaltu naturalnego oraz 0,1% - 50,0% modyfikatora imidazolinowego o składzie:
- od 0,1% do 100,0% imidazolin I i II w proporcji masowej 1:3 do 3:1 o strukturze:



gdzie $R = C_nH_m$, $n=15-20$, $m=31-39$

- do 10,0% amidoamin,
- do 1,0% alkilotriamin,
- do 10,0% gliceryny,

całość miesza się przez 10-300 minut w temperaturze o 10°C - 200°C wyższej od temperatury mięknięcia asfaltu.

Korzystnie jest, jeśli jako asfalt stosuje się asfalt drogowy.

Korzystnie jest, jeśli jako asfalt stosuje się asfalt utleniony.

Korzystnie jest, jeśli jako asfalt naturalny stosuje się asfalt Trinidad Epuré.

Korzystnie jest, jeśli jako asfalt naturalny stosuje się asfalt Trinidad Lake Asphalt.

Korzystnie jest, jeśli jako asfalt naturalny stosuje się asfalt Gilsonite Asphalt.

Korzystnie jest, jeśli stosuje się modyfikator imidazolinowy na bazie kwasu oleinowego.

Korzystnie jest, jeśli stosuje się modyfikator imidazolinowy na bazie oleju rzepakowego.

Korzystnie jest, jeśli stosuje się modyfikator imidazolinowy na bazie smalcu.

Korzystnie jest, jeśli stosuje się modyfikator imidazolinowy na bazie kwasu stearynowego.

Wprowadzenie 0,1% - 50% asfaltu naturalnego oraz 0,1% - 50% modyfikatora imidazolinowego do asfaltów drogowych (na przykład do asfaltu rodzaju 50/70; 160/220 według PN-EN 12591) do utlenionych (na przykład do asfaltu rodzaju 95/35 według PN-EN 13304:2009); do asfaltów przemysłowych (na przykład do asfaltu rodzaju 40/175 według PN-EN 13305), służących do produkcji bitumicznych materiałów hydroizolacyjnych w tym pap modyfikowanych, pap tradycyjnych i nisko modyfikowanych, emulsji, past, lepików, polimeroasfaltów powoduje znaczne zwiększenie wytrzymałości asfaltów na dużą siłę rozciągającą (do 75% w stosunku do asfaltów bez modyfikacji) oraz odporności asfaltu na starzenie (do 55% w stosunku do asfaltów bez modyfikacji) oraz poprawę podstawowych właściwości reologicznych i termoplastycznych takich jak:

- Obniżenie temperatury łamliwości badanej metodą Frassa,
- Zwiększenie temperatury mięknięcia badanej metodą PiK (pierścienia i kuli),
- Zwiększenie zakresu przedziału plastyczności asfaltu,
- Zwiększenie adhezji do posypki mineralnej,
- Zwiększenie adhezji do warstwy osnowy papy,

- Zmniejszenie lepkości dynamicznej asfaltu w temperaturze 60°C,
- Zwiększenie siły rozciągającej w temperaturze 10°C.

Modyfikowany asfalt może być wytwarzany u dotychczasowego wytwórcy asfaltu, a także u wytwórcy materiałów hydroizolacyjnych.

Przykłady

W przykładach stosuje się asfalty:

- asfalt 160/220 (według PN-EN 12591) stosowany do produkcji emulsji asfaltowych i hydroizolacyjnych materiałów budowlanych. Jego właściwości przedstawia tabela 1.

Tabela 1. Właściwości asfaltu 160/220.

Właściwość	Jednostka	Metoda badania	Wartość
Penetracja w 25°C	0,1 mm	PN-EN 1426	160 - 220
Temperatura mięknięcia	°C	PN-EN 1427	35 - 43
Temperatura łamliwości	°C	PN-EN 12593	≤ -15
Temperatura zapłonu	°C	PN-EN ISO 2592	≥ 220
Penetracja po starzeniu	%	PN-EN 1426	≥ 37
Zmiana masy po starzeniu	% (m/m)	PN-EN 12607-1	≤ 1,0
Wzrost temperatury mięknięcia po starzeniu	°C	PN-EN 1427	≤ 11
Rozpuszczalność	% (m/m)	PN-EN 12592	≥ 99,0
Lepkość kinematyczna w 135°C	mm ² /s	PN-EN 12595	NR
Lepkość dynamiczna w 60°C	Pa*s	PN-EN 12596	NR

- Asfalt utleniony 95/35 (według PN-EN 13305:2009) stosowany do produkcji różnego rodzaju materiałów izolacyjnych, a w szczególności do produkcji pap na wkładkach nie tekturowych o pogrubionej warstwie masy asfaltowej, które charakteryzują się polepszonymi własnościami eksploatacyjnymi. Jego właściwości przedstawia tabela 2.

Tabela. 2. Właściwości asfaltu utlenionego 95/35.

Właściwość	Jednostka	Metoda badania	Wartość
Penetracja w 25°C	0,1 mm	PN-EN 1426	30-40
Temperatura mięknięcia	°C	PN-EN 1427	90-100
Temperatura łamliwości	°C	PN-EN 12593	≤ -12
Temperatura zapłonu	°C	PN-EN ISO 2592	≥ 250
Zmiana masy po starzeniu	% (m/m)	PN-EN 12607-1	≤ 0,5
Wzrost temperatury mięknięcia po starzeniu	°C	PN-EN 1427	≤ 11

- Asfalt 50/70 (według PN-EN 13304:2009) stosowany do produkcji różnego rodzaju materiałów izolacyjnych, a w szczególności do produkcji pap na wkładkach nie tekturowych o pogrubionej warstwie masy asfaltowej, które charakteryzują się polepszonymi własnościami eksploatacyjnymi. Jego właściwości przedstawia tabela 3.

Tabela 3. Właściwości asfaltu 50/70.

Właściwość	Jednostka	Metoda badania	Wartość
Penetracja w 25°C	0,1 mm	PN-EN 1426	50-70
Temperatura mięknięcia	°C	PN-EN 1427	46-54
Temperatura łamliwości	°C	PN-EN 12593	≤ -8
Temperatura zapłonu	°C	PN-EN ISO 2592	≥ 230
Zmiana masy po starzeniu	% (m/m)	PN-EN 12607-1	≤ 0,5
Wzrost temperatury mięknięcia po starzeniu	°C	PN-EN 1427	≤ 9

W przykładach stosuje się modyfikatory zawierające:

- imidazolinę oleinową: imidazolina na bazie kwasu oleinowego - ciecz barwy brązowej, słaby zapach, zasadowość 1,5 ml HCl/g, zawartość substancji kationowych około 88%, pH 10,9, temperatura krzepnięcia -21°C),
- imidazolinę rzepakową: imidazolina na bazie oleju rzepakowego - ciecz barwy brązowej, słaby zapach, zasadowość 1,5 ml HCl/g, zawartość substancji kationowych około 90%,

- imidazolinę smalcową: imidazolina na bazie smalcu - ciało stałe barwy jasnobrązowej, słaby zapach, zasadowość 1,6 ml HCl/g, zawartość substancji kationowych około 99%,
- imidazolinę stearynową: imidazolina na bazie kwasu stearynowego - ciało stałe barwy jasnobrązowej, słaby zapach, zasadowość 1,5 ml HCl/g, zawartość substancji kationowych około 98%.

W przykładach stosuje się asfalt naturalny:

- Trinidad Epuré,
- Trinidad Lake Asphalt,
- Gilsonite Asphalt,

Dla porównania modyfikowane asfalty otrzymane w przykładach poddaje się laboratoryjnemu starzeniu asfaltów metodą RTFOT (Rolling Thin Film Oven Test) (PN-EN 12607-1, Asfalty i lepiszcza asfaltowe - Oznaczanie odporności na starzenie pod wpływem ciepła i powietrza)

Przykład 1

W kolbie o pojemności 500cm³ umieszcza się 350g asfaltu 160/220 o temperaturze 90°C oraz 3,54g modyfikatora imidazolinowego zawierającego:

- 70% imidazoliny I na bazie kwasu oleinowego, w której $R = C_{17}H_{33}$,
- 23% imidazoliny II na bazie kwasu oleinowego, w której $R = C_{17}H_{33}$,
- 2% diamidoaminy o wzorze $ROC-NH-C_2H_4-NH-C_2H_4-NH-COR$ oraz 4% monoamidoaminy o wzorze $ROC-NH-C_2H_4-NH-C_2H_4-NH_2$, gdzie $R = C_{17}H_{33}$)
- 1% dietylenotriaminy,

oraz 62,39 g asfaltu naturalnego Trinidad Epuré. Całość miesza się w temperaturze 120°C przez 25 minut. Wykonuje się analizę otrzymanego produktu. Wykonuje się pomiary:

- Pomiar temperatury mięknięcia metodą PiK (pierścienia i kuli PN-EN 1426)
- Pomiar penetracji (PN-EN 1426 – parametry badania: czas 5 sekund, temperatura 25°C, masa igły 100g)
- Badanie właściwości niskotemperaturowych - oznaczenie temperatury łamliwości metodą Frassa,
- Pomiar lepkości dynamicznej z wykorzystaniem urządzenia DSR (w temperaturze 60°C),
- Test rozciągania z rejestracją siły (PN-EN 13589 – parametry badania 10°C)

Uzyskane wyniki przedstawia tabela 4.

Tabela 4. Wyniki badań dla przykładu 1.

Badane właściwości	Zmiana parametru asfalt + modyfikator	Zmiana parametru asfalt + i modyfikator + asfalt naturalny
Temperatura mięknięcia (°C) PN-EN 1427	Poprawa o 16%*	Poprawa o 33%*
Penetracja w 25°C (mm) PN-EN 1426	Poprawa o 30%*	Poprawa o 33%*
Temperatura łamliwości (°C) PN-EN 12593	Poprawa o 33%*	Poprawa o 38%*
Lepkość dynamiczna w 60°C (Pa×s) PN-EN 12596	Poprawa o 25%*	Poprawa o 30%*
Test rozciągania z rejestracją siły (N) PN-EN 13589	Poprawa o 28%*	Poprawa o 55%*
Przyczepność do powierzchni kruszywa PN-B-06714-22	Poprawa o 55%*	Poprawa o 60%*

* poprawa w stosunku do wyjściowego asfaltu 160/220.

Przykład 2

W kolbie o pojemności 500cm³ umieszcza się 350g asfaltu 95/35 o temperaturze 200°C oraz 7,14g modyfikatora na bazie imidazoliny oleinowej o składzie jak w przykładzie 1 oraz 162,31g asfaltu naturalnego Gilsonite Asphalt, całość miesza się w temperaturze 220°C przez 150 minut. Uzyskane wyniki przedstawia tabela 5.

Tabela 5. Wyniki badań dla przykładu 2.

Badane właściwości	Zmiana parametru asfalt + modyfikator	Zmiana parametru asfalt + modyfikator + asfalt naturalny
Temperatura mięknięcia (°C) PN-EN 1427	Poprawa o 15%*	Poprawa o 37%*
Penetracja w 25°C (mm) PN-EN 1426	Poprawa o 23%*	Poprawa o 27%*
Temperatura łamliwości (°C) PN-EN 12593	Poprawa o 28%*	Poprawa o 29%*
Lepkość dynamiczna w 60°C (Pa×s) PN-EN12596	Poprawa o 35%*	Poprawa o 39%*
Test rozciągania z rejestracją siły (N) PN-EN 13589	Poprawa o 31%*	Poprawa o 61%*
Przyczepność do powierzchni kruszywa PN-B-06714-22	Poprawa o 60%*	Poprawa o 65%*

* poprawa w stosunku do wyjściowego asfaltu 95/35 po starzeniu.

Przykład 3

W kolbie o pojemności 500cm³ umieszczona jest 350g asfaltu 160/220 o temperaturze 120°C oraz 10,82g modyfikatora na bazie imidazoliny rzepakowej zawierającej :

- 40% imidazoliny I, w której $R = C_{16-18}H_{31-39}$,
- 45% imidazoliny II, w której $R = C_{16-20}H_{31-39}$,
- 2,5% diamidoaminy o wzorze $ROC-NH-C_2H_4-NH-C_2H_4-NH-COR$ oraz 2% monoamidoaminy o wzorze $ROC-NH-C_2H_4-NH-C_2H_4-NH_2$, gdzie $R = C_{16-18}H_{31-39}$,
- 0,5% dietylenotriaminy,
- 10% gliceryny,

oraz 120,27g asfaltu naturalnego Trinidad Lake Asphalt. Całość miesza się w temperaturze 150°C przez 105 minut. Uzyskane wyniki przedstawia tabela 6.

Tabela 6. Wyniki badań dla przykładu 3.

Badane właściwości	Zmiana parametru asfalt + modyfikator	Zmiana parametru asfalt + modyfikator + asfalt naturalny
Temperatura mięknięcia (°C) PN-EN 1427	Poprawa o 19%*	Poprawa o 32%*
Penetracja w 25°C (mm) PN-EN 1426	Poprawa o 29%*	Poprawa o 32%*
Temperatura łamliwości (°C) PN-EN 12593	Poprawa o 29%*	Poprawa o 31%*
Lepkość dynamiczna w 60°C (Pa×s) PN-EN 12596	Poprawa o 27%*	Poprawa o 33%*
Test rozciągania z rejestracją siły (N) PN-EN 13589	Poprawa o 28%*	Poprawa o 55%*
Przyczepność do powierzchni kruszywa PN-B-0671422	Poprawa o 55%*	Poprawa o 61%*

* poprawa w stosunku do wyjściowego asfaltu 160/220.

Przykład 4

W kolbie o pojemności 500cm³ umieszczona jest 350g asfaltu 95/35 o temperaturze 190°C oraz 10,82 g modyfikatora na bazie imidazoliny rzepakowej takiej jak w przykładzie 3 oraz 240,55g asfaltu naturalnego Trinidad Epuré, całość miesza się w temperaturze 225°C przez 145 minut. Uzyskane wyniki przedstawia tabela 7.

Tabela 7. Wyniki badań dla przykładu 4.

Badane właściwości	Zmiana parametru asfalt + modyfikator	Zmiana parametru asfalt + modyfikator + asfalt naturalny
Temperatura mięknięcia (°C) PN-EN 1427	Poprawa o 13%*	Poprawa o 31%*
Penetracja w 25°C (mm) PN-EN 1426	Poprawa o 23%*	Poprawa o 24%*
Temperatura łamliwości (°C) PN-EN 12593	Poprawa o 19%*	Poprawa o 23%*
Lepkość dynamiczna w 60°C (Pa×s) PN-EN 12596	Poprawa o 17%*	Poprawa o 22%*
Test rozciągania z rejestracją siły (N) PN-EN 13589	Poprawa o 23%*	Poprawa o 51%*
Przyczepność do powierzchni kruszywa PN-B-0671422	Poprawa o 57%*	Poprawa o 60%*

* poprawa w stosunku do wyjściowego asfaltu 95/35.

Przykład 5

W kolbie o pojemności 500cm³ umieszcza się 350g asfaltu 160/220 o temperaturze 100°C oraz 18,42g modyfikatora na bazie imidazoliny smalcowej, zawierającej:

- 40% imidazoliny I w której $R=C_{16-20}H_{31-39}$,
- 45% imidazoliny II w której $R=C_{16-20}H_{31-39}$,
- 4,5% diamidoaminy o wzorze $ROC-NH-C_2H_4-NH-C_2H_4-NH-COR$ oraz 2% monoamidoaminy o wzorze $ROC-NH-C_2H_4-NH-C_2H_4-NH_2$, gdzie $R= C_{16-20}H_{31-39}$),
- 0,5% dietylenotriaminy,
- 10% gliceryny,

oraz 40,94g asfaltu naturalnego Gilsonite Asphalt, całość miesza się w temperaturze 115°C przez 40 minut. Uzyskane wyniki przedstawia tabela 8.

Tabela 8. Wyniki badań dla przykładu 5.

Badane właściwości	Zmiana parametru asfalt + modyfikator	Zmiana parametru asfalt + modyfikator + asfalt naturalny
Temperatura mięknięcia (°C) PN-EN 1427	Poprawa o 21%*	Poprawa o 36%*
Penetracja w 25°C (mm) PN-EN 1426	Poprawa o 37%*	Poprawa o 41%*
Temperatura łamliwości (°C) PN-EN 12593	Poprawa o 23%*	Poprawa o 31%*
Lepkość dynamiczna w 60°C (Pa×s) PN-EN 12596	Poprawa o 17%*	Poprawa o 20%*
Test rozciągania z rejestracją siły (N) PN-EN 13589	Poprawa o 41%*	Poprawa o 65%*
Przyczepność do powierzchni kruszywa PN-B-06714-22	Poprawa o 49%*	Poprawa o 65%*

* poprawa w stosunku do wyjściowego asfaltu 160/220.

Przykład 6

W kolbie o pojemności 500cm³ umieszcza się 350g asfaltu 95/35 o temperaturze 220°C oraz 7,14g modyfikatora na bazie imidazoliny smalcowej o składzie jak w przykładzie 5, oraz 89,29g asfaltu naturalnego Gilsonite Asfalt, całość miesza się w temperaturze 220°C przez 50 minut. Uzyskane wyniki przedstawia tabela 9.

Tabela 9. Wyniki badań dla przykładu 6.

Badane właściwości	Zmiana parametru asfalt + modyfikator	Zmiana parametru asfalt + modyfikator + asfalt naturalny
Temperatura mięknięcia (°C) PN-EN 1427	Poprawa o 23%*	Poprawa o 28%*
Penetracja w 25°C (mm) PN-EN 1426	Poprawa o 31%*	Poprawa o 35%*
Temperatura łamliwości (°C) PN-EN 12593	Poprawa o 21%*	Poprawa o 27%*
Lepkość dynamiczna w 60°C (Pa×s) PN-EN 12596	Poprawa o 20%*	Poprawa o 21%*
Test rozciągania z rejestracją siły (N) PN-EN 13589	Poprawa o 27%*	Poprawa o 47%*
Przyczepność do powierzchni kruszywa PN-B-06714-22	Poprawa o 59%*	Poprawa o 62%*

* poprawa w stosunku do wyjściowego asfaltu 95/35.

Przykład 7

W kolbie o pojemności 500cm³ umieszcza się 350g asfaltu 160/220 o temperaturze 115°C oraz 22,34g modyfikatora na bazie imidazoliny stearynowej o składzie:

- 70% imidazoliny I, w której $R=C_{17}H_{35}$,
- 19% imidazoliny II, w której $R=C_{17}H_{35}$
- 2% diamidoaminy o wzorze $ROC-NH-C_2H_4-NH-C_2H_4-NH-COR$ oraz 8% monoamidoaminy o wzorze $ROC-NH-C_2H_4-NH-C_2H_4-NH_2$, gdzie $R= C_{17}H_{35}$
- 1% dietylenotriaminy,

oraz 19,59g asfaltu naturalnego Trinidad Epuré, całość miesza się w temperaturze 115°C przez 65 minut. Uzyskane wyniki przedstawia tabela 10.

Tabela 10. Wyniki badań dla przykładu 7.

Badane właściwości	Zmiana parametru asfalt + modyfikator	Zmiana parametru asfalt + modyfikator + asfalt naturalny
Temperatura mięknięcia (°C) PN-EN 1427	Poprawa o 22%*	Poprawa o 25%*
Penetracja w 25°C (mm) PN-EN 1426	Poprawa o 32%*	Poprawa o 37%*
Temperatura łamliwości (°C) PN-EN 12593	Poprawa o 21%*	Poprawa o 24%*
Lepkość dynamiczna w 60°C (Pa×s) PN-EN 12596	Poprawa o 22%*	Poprawa o 31%*
Test rozciągania z rejestracją siły (N) PN-EN 13589	Poprawa o 25%*	Poprawa o 61%*
Przyczepność do powierzchni kruszywa PN-B-06714-22	Poprawa o 56%*	Poprawa o 63%*

* poprawa w stosunku do wyjściowego asfaltu 160/220

Przykład 8

W kolbie o pojemności 500cm³ umieszcza się 350g asfaltu 95/35 o temperaturze 185°C oraz 38,89g modyfikatora na bazie imidazoliny stearynowej, takiej jak w przykładzie 7 oraz 259,26g asfaltu naturalnego Trinidad Epuré, całość miesza się w temperaturze 185°C przez 80 minut. Uzyskane wyniki przedstawia tabela 11.

Tabela 11. Wyniki badań dla przykładu 8.

Badane właściwości	Zmiana parametru asfalt + modyfikator	Zmiana parametru asfalt + modyfikator + asfalt naturalny
Temperatura mięknięcia (°C) PN-EN 1427	Poprawa o 25%*	Poprawa o 30%*
Penetracja w 25°C (mm) PN-EN 1426	Poprawa o 25%*	Poprawa o 31%*
Temperatura łamliwości (°C) PN-EN 12593	Poprawa o 26%*	Poprawa o 33%*
Lepkość dynamiczna w 60°C (Pa×s) PN-EN 12596	Poprawa o 19%*	Poprawa o 21%*
Test rozciągania z rejestracją siły (N) PN-EN 13589	Poprawa o 30%*	Poprawa o 63%*
Przyczepność do powierzchni kruszywa PN-B-06714-22	Poprawa o 45%*	Poprawa o 65%*

* poprawa w stosunku do wyjściowego asfaltu 95/35

Przykład 9

W kolbie o pojemności 500cm³ umieszcza się 350g asfaltu 50/70 o temperaturze 125°C oraz 22,34g modyfikatora na bazie imidazoliny stearynowej takiej jak w przykładzie 7 oraz 19,59g asfaltu naturalnego Trinidad Epuré, całość miesza się w temperaturze 145°C przez 60 minut. Uzyskane wyniki przedstawia tabela 12.

Tabela 12. Wyniki badań dla przykładu 9.

Badane właściwości	Zmiana parametru asfalt + modyfikator	Zmiana parametru asfalt + modyfikator + asfalt naturalny
Temperatura mięknięcia (°C) PN-EN 1427	Poprawa o 21%*	Poprawa o 25%*
Penetracja w 25°C (mm) PN-EN 1426	Poprawa o 29%*	Poprawa o 35%*
Temperatura łamliwości (°C) PN-EN 12593	Poprawa o 23%*	Poprawa o 31%*
Lepkość dynamiczna w 60°C (Pa×s) PN-EN 12596	Poprawa o 21%*	Poprawa o 35%*
Test rozciągania z rejestracją siły (N) PN-EN 13589	Poprawa o 29%*	Poprawa o 49%*
Przyczepność do powierzchni kruszywa PN-B-06714-22	Poprawa o 55%*	Poprawa o 62%*

* poprawa w stosunku do wyjściowego asfaltu 50/70

Przykład 10

W kolbie o pojemności 500cm³ umieszcza się 350g asfaltu 50/70 o temperaturze 120°C oraz 10,82g modyfikatora na bazie imidazoliny rzepakowej takiej jak w przykładzie 3, oraz 120,27g asfaltu naturalnego Trinidad Lake Asphalt. Całość miesza się w temperaturze 150°C przez 105 minut. Uzyskane wyniki przedstawia tabela 13.

Tabela 13. Wyniki badań dla przykładu 10.

Badane właściwości	Zmiana parametru asfalt + modyfikator	Zmiana parametru asfalt + modyfikator + asfalt naturalny
Temperatura mięknięcia (°C) PN-EN 1427	Poprawa o 19%*	Poprawa o 25%*
Penetracja w 25°C (mm) PN-EN 1426	Poprawa o 18%*	Poprawa o 29%*
Temperatura łamliwości (°C) PN-EN 12593	Poprawa o 21%*	Poprawa o 26%*
Lepkość dynamiczna w 60°C (Pa·s) PN-EN 12596	Poprawa o 23%*	Poprawa o 31%*
Test rozciągania z rejestracją siły (N) PN-EN 13589	Poprawa o 23%*	Poprawa o 47%*
Przyczepność do powierzchni kruszywa PN-B-06714-22	Poprawa o 48%*	Poprawa o 59%*

* poprawa w stosunku do wyjściowego asfaltu 50/70.

BIURO PATENTOWE
KATARZYNA PIETRZAK