

WYBRANE METODY MODYFIKACJI ASFALTÓW



Prof. dr hab. inż. Irena Gawęł
emerytowany prof. Politechniki Wrocławskiej

ASFALTY 2018

Kraków, 7-8 marca 2018 r.

www.konferencjespecjalistyczne.pl

- Modyfikacja asfaltów gumą
- Modyfikacja asfaltów siarką
- Modyfikacja asfaltów produktami pochodzenia roślinnego

Modyfikacja asfaltu gumą

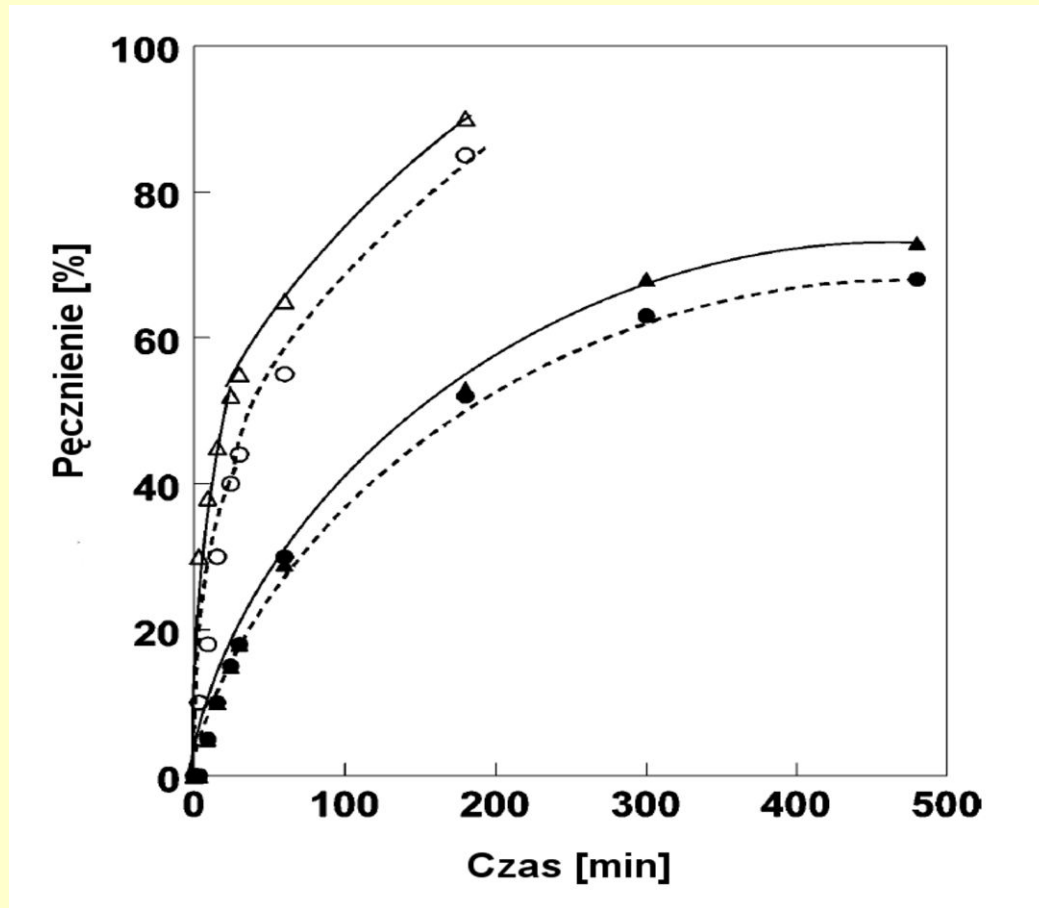
Stopień pęcznienia gumy w asfalcie zależy od następujących czynników:

- temperatury,
 - czasu mieszania gumy z asfaltem,
 - szybkości ścinania
-
- rodzaju asfaltu,
 - składu chemicznego asfaltu,
 - ciężaru cząsteczkowego składników,
-
- zawartości gumy w mieszaninie,
 - wielkości cząstek gumy,
 - składu polimeru,
 - technologii rozdrabniania gumy

Tabela 1. Pęcznienie gumy w asfalcie

Pęcznienie (%) ^a	Temperatura (°C)			
	180	180	200	200
Zawartość gumy (% mas.)	5	10	5	10
Pęcznienie gumy w asfalcie o penetracji 70 0,1mm	55	50	70	65
Pęcznienie gumy w asfalcie o penetracji 165·0,1 mm	70	65	80	75

a Pęcznienie liczono jako zwiększenie masy gumy w procentach



Rys. 1. Szybkość pęcznienia gumy w asfalcie 70/100, w 200°C

Δ 5% gumy o grubości 0.50 mm ; ○ 10% gumy o grubości 0.50 mm
 ▲ 5% gumy o grubości 0.85 mm; ● 10% gumy o grubości 0.85 mm

W porównaniu z konwencjonalnymi lepiszczami asfaltowymi stosowanymi w drogownictwie, lepiszcza gumowo – asfaltowe charakteryzują się lepszymi właściwościami technicznymi:

- większą odpornością na deformacje trwałe,
- mniejszą wrażliwością temperaturową (wyższy indeks penetracji),
- większą elastycznością,
- zwiększonym zakresem temperaturowym pozostawania w stanie lepko-sprężystym,
- lepszymi właściwościami w niskich temperaturach,
- większą odpornością na starzenie.

Zastosowanie mieszanek z lepiszczem gumowo – asfaltowym w budownictwie drogowym obniża poziom hałasu spowodowanego ruchem nawet o 90 %.

Modyfikacja asfaltu siarką

Siarka w mieszaninie z asfaltem może występować w trzech postaciach:

- chemicznie związana,
- rozpuszczona w asfalcie,
- krystaliczna, w formie drobnych cząstek zdyspergowanych w asfalcie.

W temp. 120÷150°C siarka reaguje z asfaltem z utworzeniem wielosiarczków
Powyżej 180°C ma miejsce głównie odwodornienie i tworzy się siarkowodór

Wielosiarczki rozpuszczają nieprzereagowaną siarkę

Siarka, która nie uległa rozpuszczeniu w asfalcie występuje w postaci krystalicznej

Siarka rozpuszczona w asfalcie spełnia rolę lepiszcza

Krystaliczna siarka spełnia rolę wypełniacza lub kruszywa

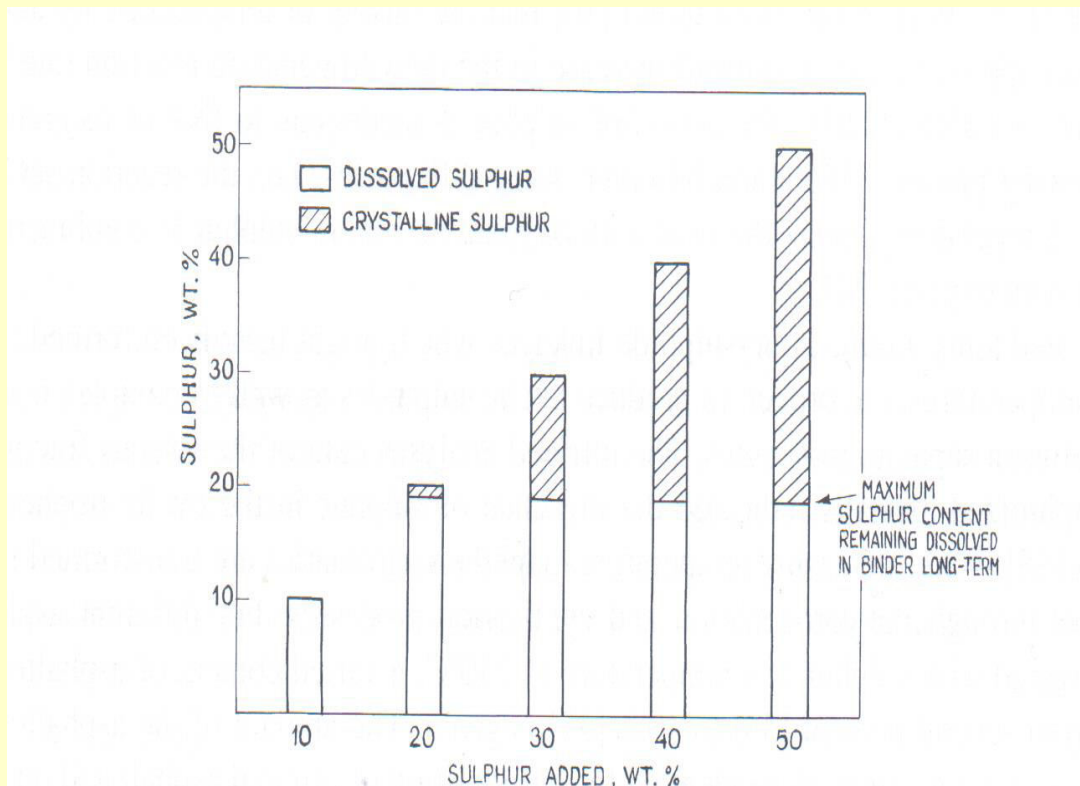
Mieszanki mineralno-siarkowo-asfaltowe mogą być otrzymywane w dwojaki sposób:

- siarkę i asfalt miesza się bezpośrednio z kruszywem
- asfalt modyfikuje się siarką i otrzymane lepiszcze miesza z kruszywem
- asfalt i siarkę dodaje się razem do gorącego kruszywa lub dozuje po kolei
- sporządza się emulsję siarki w asfalcie i miesza gorącą emulsję z kruszywem

Przy małej zawartości siarka stanowi zamiennik asfaltu modyfikujący właściwości lepiszcza.

Przy dużej zawartości siarka działa jako wypełniacz i czynnik strukturyzujący, wpływając w znacznym stopniu na właściwości mechaniczne mieszanki

Wpływ siarki na właściwości lepizcza zależy od jej zawartości w mieszaninie z asfaltem oraz od warunków mieszania (temperatura i czas).



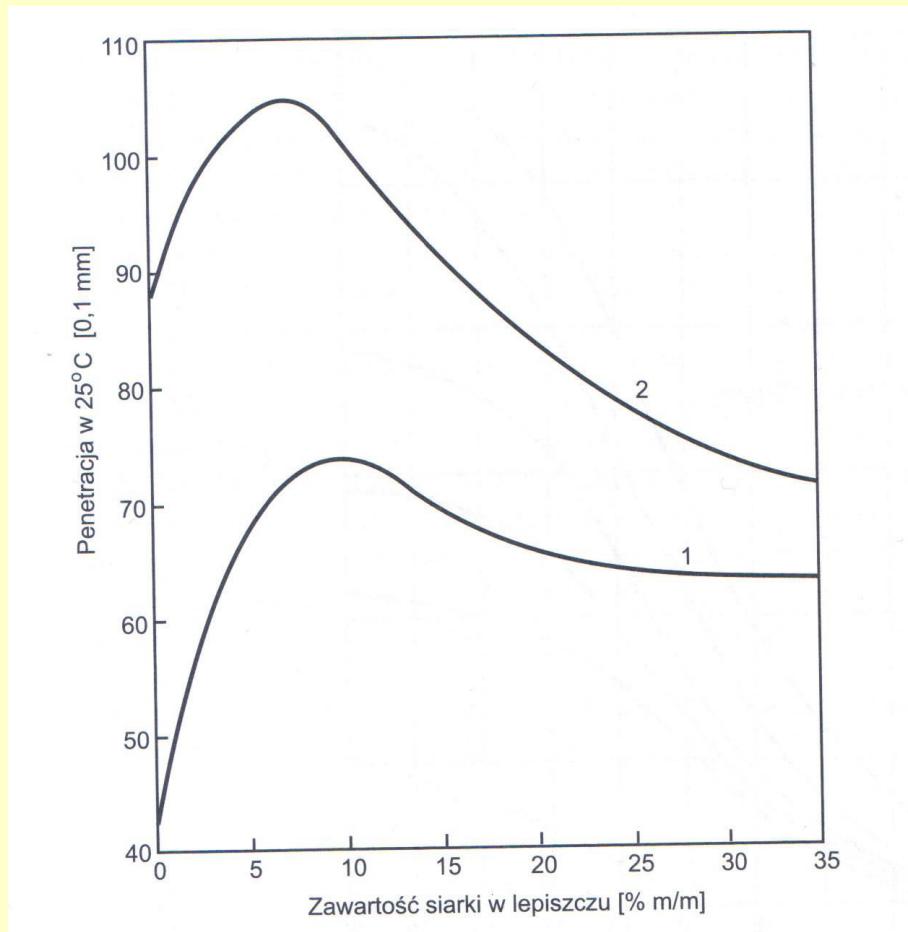
Rys. 2. Ilość rozpuszczonej i krystalicznej siarki w mieszaninie siarka–asfalt

Wpływ siarki na właściwości lepiszcza

- Gęstość lepiszcza zwiększa się ze wzrostem zawartości siarki
- Penetracja zwiększa się ze wzrostem udziału siarki w lepiszczu do ok. 10%, a następnie maleje
- Temperatura mięknięcia zmienia się w kierunku odwrotnym do penetracji
- Lepkość asfaltu modyfikowanego siarką jest, w temperaturach wyższych od temperatury topnienia siarki (119°C), mniejsza od lepkości asfaltu.

Wpływ siarki na właściwości mieszanki

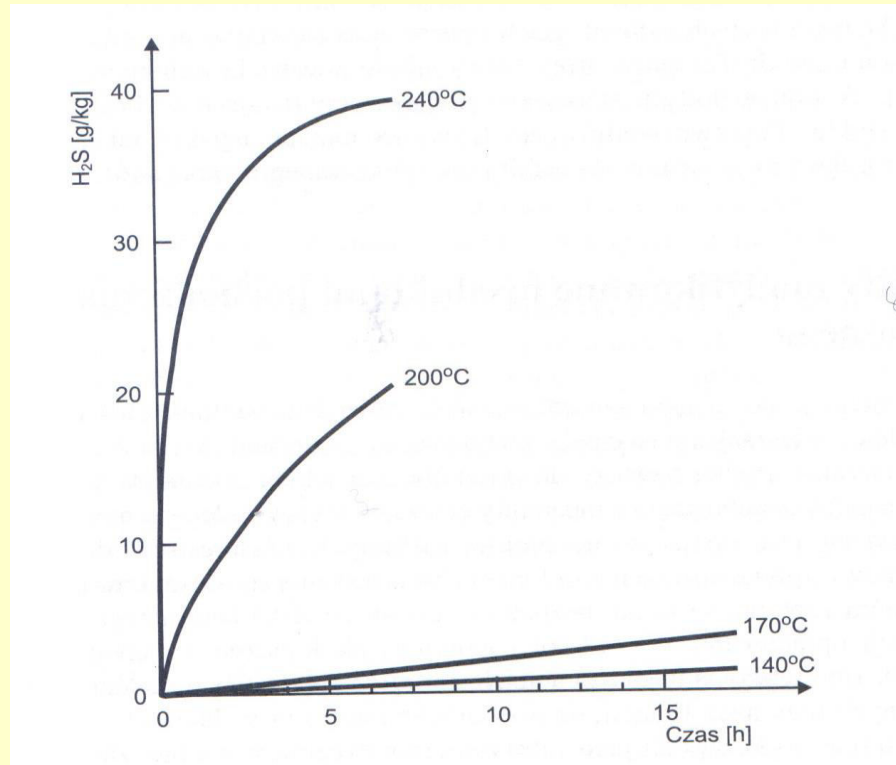
- Lepsza stabilność
- Większy moduł sprężystości
- Większa odporność na koleinowanie



Rys.3. Wpływ siarki na penetrację lepiszcza. 1–asfalt o penetracji w zakresie 40-50·0,1mm; 2–asfalt o penetracji w zakresie 80-100 ·0,1mm

Wady:

konieczność ścisłej kontroli temperatury podczas wszelkich operacji z tymi materiałami.



Rys. 4. Zależność emisji siarkowodoru od czasu i temperatury reakcji dla mieszaniny 5% siarki/95% asfaltu

Zalety:

- nawierzchnie zawierające siarkę wykazują znacznie większą trwałość zmęczeniową niż nawierzchnie wykonane z odpowiednich mieszanek mineralno-asfaltowych;
- nawierzchnie wykonane z mieszanek mineralno-siarkowo-asfaltowych zachowują się bardziej elastycznie w porównaniu z konwencjonalnymi nawierzchniami asfaltowymi przy tym samym czasie obciążenia;
- dodatek siarki umożliwia użycie w konstrukcji nawierzchni miękkich rodzajów asfaltów;
- zastosowanie w drogownictwie asfaltów modyfikowanych siarką pozwala na użycie niskowartościowych kruszyw, przy czym otrzymuje się nawierzchnie o dobrych właściwościach eksploatacyjnych.

Nowa technologia Thiopave firmy Shell pozwala zastąpić ok. 25% asfaltu w mieszance siarką. Siarkę z dodatkiem modyfikującym (pochodne kwasów karboksylowych) wprowadza się w postaci tabletek do gorącego asfaltu, i tak otrzymane lepiszcze miesza się z kruszywem. Mieszanka może być wytwarzana na ciepło w temperaturze 125-145C, dzięki czemu unika się emisji gazowych związków siarki.

Modyfikacja asfaltu produktami pochodzenia roślinnego

Wykazano, że oleje roślinne i estry kwasów tłuszczowych tych olejów mogą być stosowane jako substytuty aromatycznych rozpuszczalników używanych w konwencjonalnych asfaltach upłynnionych.

W przeciwieństwie do konwencjonalnych upłynniaczy asfaltów, które odparowują podczas utwardzania lepiszcza, utwardzenie asfaltów fluksowanych olejami i/lub estrami kwasów tłuszczowych następuje w wyniku utleniającej polimeryzacji. Polimeryzacja tych surowców zachodzi na skutek sieciowania ich jednostek strukturalnych.

Otrzymuje się ekologiczne upłynniacze, które zwiększają swoją lepkość z czasem tak, że osiąga ona wartość zbliżoną do lepkości asfaltu, a równocześnie ich lepkość wyjściowa jest na tyle niska, że umożliwia łatwe mieszanie upłynnionego asfaltu z kruszywem w obniżonej temperaturze.

Opracowano metodę otrzymywania upłynniaczy asfaltów z olejów oraz z estrów metylowych kwasów tłuszczowych olejów rzepakowego i lnianego*.

Metoda ta polega na katalitycznym utlenianiu olejów roślinnych lub estrów kwasów tłuszczowych tych olejów w obecności nadtlenków organicznych jako inicjatorów reakcji, albo bez nadtlenków.

Korzystniejsze jest stosowanie estrów, gdyż ilość oleju potrzebna do otrzymania lepiscza o konsystencji umożliwiającej otaczanie kruszywa w niższej temperaturze jest większa.

Jako katalizator stosuje się organiczne sole kobaltu (0,1% w przeliczeniu na metal).

Stosowane nadtenki: wodoronadtlenek kumenu lub nadtenek benzoilu (1%)

Nadtlenki pozwalają zainicjować polimeryzację nienasyconych kwasów w temperaturze poniżej temperatury połowicznego rozpadu nadtenku, co umożliwia prowadzenie procesu w temperaturze otoczenia.

Podczas katalitycznego utleniania estrów kwasów tłuszczowych tworzą się struktury nadtenkowe i następuje sprzężanie wiązań nienasyconych.

Otrzymany produkt mieszano z gorącym asfaltem w proporcjach 10 cz. mas. fluksantu /90 cz. mas. asfaltu.

*Patent PL, nr 214138 B1 (2013)

ASFALTY 2018

Kraków, 7-8 marca 2018 r.

www.konferencjespecjalistyczne.pl

Tabela 2. Właściwości asfaltu fluksowanego

Skład fluksantu	Temperatura odpowiadająca lepkości 0,2 Pa·s, °C	Temperatura odpowiadająca lepkości 20 Pa·s, °C	Wzrost temperatury mięknięcia po stabilizacji °C	Zwiększenie lepkości w 60 °C po stabilizacji %	Temperatura zapłonu °C
Estry metylowe kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego + katalizator Co ⁺⁺ (0,1%)	118	50	190	6	279
Estry metylowe kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego + katalizator Co ⁺⁺ (0,1%) + wodoronadtlenek kumenu (1%)	119	51	261	7	269
Estry metylowe kwasów tłuszczowych oleju lnianego + katalizator Co ⁺⁺ (0,1%)	115	49	305	9,5	274
Estry metylowe kwasów tłuszczowych oleju lnianego + katalizator Co ⁺⁺ (0,1%) + wodoronadtlenek kumenu (1%)	116	49	376	11,5	265

ASFALTY 2018

Kraków, 7-8 marca 2018 r.

www.konferencjespecjalistyczne.pl

Zalety metody:

- Fluksanty asfaltów, otrzymane w procesie katalitycznego utleniania olejów roślinnych i/lub estrów kwasów tłuszczowych, nie powodują skażenia środowiska naturalnego, w przeciwieństwie do aromatycznych rozpuszczalników asfaltów.
- Otrzymane asfalty upłynnione wykazują zdolność do twardnienia z czasem.
- Zastosowanie asfaltów fluksowanych otrzymanych tą metodą pozwala obniżyć o kilkadziesiąt stopni temperatury technologiczne w produkcji, układaniu i zagęszczaniu mieszanki mineralno-asfaltowej, co daje oszczędność energii.
- Asfalty upłynnione tymi fluksantami mają temperaturę zapłonu powyżej 260°C, więc nie stwarzają zagrożenia pożarem.