

PROEKOLOGICZNY ASFALT

INNOWACJA W BUDOWNICTWIE DROGOWYM

Szansa na bezpieczny rozwój branży

Asfalt jako materiał wiążący zalicza się do jednego z najstarszych materiałów budowlanych. W budownictwie drogowym asfalt stosuje się od 1858r gdzie we Francji został użyty po raz pierwszy. W Polsce na szeroką skalę asfalt zaczęto stosować do budowy nawierzchni dróg międzymiastowych dopiero po 1918 roku, gdy zaczęto w większym stopniu wykorzystywać asfalty ponaftowe. Od tego czasu ich składniki są uwolnione do środowiska w postaci gorących par i podczas degradacji na drogach. Od 106 lat składniki asfaltu kumulują się w żywym środowisku.

mgr inż. Marek Szatkowski
tel. kom. 0048 603 856 771
m.szatkowski@depollution.eu

Spis treści

1	Wprowadzenie	2
2	Neutralizacja asfaltu – cel badań	6
3	Ogólna zasada działania neutralizatorów INHITONE	7
4	Identyfikacja substancji obecnych w fazie gazowej nad asfaltem	10
5	Badania uzupełniające	12
6	Wnioski z badań neutralizacji lotnych składników gorącego asfaltu	14
7	Uwagi końcowe do badań	15
8	Rozwiązania dla przemysłu i środowiska	15
9	Literatura uzupełniająca dotycząca badań nad bezpieczeństwem asfaltu	18

Wprowadzenie

Dymy asfaltów składają się z dwóch frakcji (gazowej oraz aerozolowej – przekształcanej dalej w większe agregaty cząsteczek). W związku z tym należy rozpatrywać ich szkodliwość jako złożoną. Nieprawidłowym jest koncentrowanie się wyłącznie na redukcji tylko frakcji aerozolowej. Z uwagi na posiadane dowody niekorzystnego wpływu dymów asfaltowych na zdrowie ludzi podejmowane są próby uregulowania prawnie tej kwestii. W krajach, takich jak Niemcy, Francja czy USA, stosuje się różne metody oceny bezpiecznych poziomów par asfaltu w celu określenia poziomu narażenia pracowników na negatywne skutki dla zdrowia. W Niemczech Komisja MAK opublikowała w lipcu 2018 roku limit zdrowotny dla dymów aerololowych asfaltu wynoszący $1,5 \text{ mg/m}^3$ podczas gorącej obróbki asfaltów. To wartość orientacyjna, która początkowo nie była prawnie wiążąca dla przedsiębiorstw, została obecnie przejęta przez AGS w Federalnym Ministerstwie Pracy i Spraw Socjalnych (BMAS) i przeliczona na obowiązującą wartość graniczną w miejscu pracy (AGW). W dniu 19 listopada 2019 roku AGS przyjęła AGW na poziomie $1,5 \text{ mg/m}^3$ dla par i aerozoli asfaltu. BMAS ogłosił wartość dopuszczalną w TRGS 900 we Wspólnym Dzienniku Ministerialnym (GMBI) to 13 marca 2020 roku. Dla asfaltów lanych oraz dla obszaru membran bitumicznych i polimerowych (np. w branży dekarskiej) w AGW obowiązuje okres przejściowy do 31 grudnia 2024 roku. Dla asfaltu walcowanego okres przejściowy obowiązuje do 31.12.2026. (źródło: TRGS 900 wersja 17.06.2024)

Ustalona wartość graniczna $1,5 \text{ mg/m}^3$ dotyczy ograniczenia emisji pyłów organicznych w skład, których wchodzi związek WWA (wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne). Jednak limit ten jest naukowo niezrozumiały chociażby dlatego, że dotyczy tylko frakcji stałej oraz że jest niepraktyczny ponieważ w warunkach budowlanych, przy zmiennych warunkach pogodowych układania nawierzchni asfaltowej nie jest możliwe wykonanie wiarygodnych, powtarzalnych a więc i reprezentatywnych pomiarów. Zatrucie tymi związkami manifestuje się efektami klinicznymi po kilku latach od narażenia (np. działanie kancerogenne, mutagenne, endokrynne, itd...). Oznacza to, że po przekroczeniu skumulowanej wartości granicznej zawartości WWA w komórkach, pojawiają się pierwsze zmiany patologiczne, które często nie są w ogóle odczuwalne.

Niezależnie od budowy chemicznej związku, określającej jego toksyczność, szkodliwe działanie jest uwarunkowane właśnie niższą temperaturą wrzenia. Widać to bardzo dobrze na przykładzie benzenu i jego homologów. Benzen jest jedną z najbardziej szkodliwych substancji dla zdrowia. Według kryteriów podanych w rozporządzeniu Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 21 sierpnia 1997 r. i załączników I i 2 do tego rozporządzenia, oznakowany jako R 45 może być przyczyną raka, a liczby 48/23/24/25 oznaczają, że stwarza poważne zagrożenia dla zdrowia i działa toksycznie w przypadku narażenia drogą oddechową, kontaktu ze skórą i w przypadku spożycia. Mimo stosunkowo zbliżonych wartości dawki śmiertelnej (DL) tego związku do dawek śmiertelnych homologów (ksylen, toluen, etylobenzen), siła działania toksycznego tych substancji chemicznych jest znacznie mniejsza. Ta właściwość benzenu wiąże się z jego niską temperaturą wrzenia, która wynosi 80°C , dużą

prężnością pary w temp. 20°C - 13,3 kPa (100 mg Hg), a zatem dużą lotnością, 2-krotnie większą niż toluenu i blisko 4-5-krotnie większą niż ksylenu i etylobenzenu.

Z powyższego wynika, że w pierwszej kolejności można skoncentrować się na redukcji związków gazowych, o niskiej prężności par, występujących w dymach asfaltowych, które prowadzą do zmian chorobowych w krótszym czasie niż inne szybko kondensujące WWA tworzące pyły organiczne. Lotne związki chemiczne (gazy) mają na tyle małą wielkość cząsteczek że, z dużą łatwością przechodzą przez pęcherzyki płucne i dostają się do krwioobiegu.

Wynika z tego, że neutralizacja gazów powinna być priorytetem w zapewnieniu bezpieczeństwa oddechowego pracowników. Przynajmniej jest to działanie łatwiejsze do osiągnięcia bez negatywnego wpływu na technologię układania nawierzchni asfaltowej. Jeśli dodatkowo zwrócimy uwagę, że w różnych asfaltach zawartość lotnych związków siarki (VSCs) oraz lotnych związków organicznych (LZO) jest różna, to oznacza, że ich odoroczynność i szkodliwość także jest różna.

Sprowadzanie więc problemu do poziomu zawartości masowej w powietrzu cząstek stałych dymów asfaltowych nie rozwiązuje problemu zapewnienia całkowitego bezpieczeństwa pracy robotnikom budowlanym. Zamiast tego wspomniana regulacja wprowadza duże zamieszanie dla wykonawców nawierzchni drogowej w terenie, które jest spowodowane brakiem metodyk i procedur pomiarowych oraz brakiem certyfikowanego sprzętu pomiarowego.

Należy zwrócić uwagę na zawartość związków siarki, które przedstawione są w poniższej tabeli nr 1. Widać tam jak zmienia się stężenie np.: disiarczku węgla (CS_2) w różnych typach asfaltu. Jest to cząsteczka niebezpieczna dla komórek nerwowych a w szczególności dla ośrodkowego i centralnego układu nerwowego. W przemyśle występuje w niskich stężeniach, a zatrucie tą substancją nie manifestuje się natychmiastowymi reakcjami klinicznymi (podrażnienie błon śluzowych i rogowki, pieczenie spojówek ...), tak jak to ma miejsce w przypadku np.: siarkowodoru (H_2S). Konsekwencje zatrucia są nieodwracalne szczególnie u osób starszych (np. zaburzenia kognitywne). Dalszym ważnym problemem jest krzyżowa toksyczność związków siarki ($\text{CS}_2 + \text{H}_2\text{S} + \dots$). W tym przypadku limity w postaci najwyższego dopuszczalnego stężenia (NDS) nie działają ochronnie, ponieważ nie jest brany pod uwagę efekt toksyczności synergicznej. Osoby narażone na oddziaływanie mieszanin gazowych znajdują się w sytuacji większego zagrożenia zdrowotnego niż mogłoby to wynikać z limitów NDS. Wynika to z faktu, że składniki mieszaniny synergiczne wzmacniają efekt toksyczny, a więc toksyczność tych substancji jest znacznie wyższa niż każdej z nich działając osobno. Toksyczność jest więc wyższa niż wynikałoby to z analizy toksyczności liczonej addytywnie. Ponadto dla substancji o działaniu rakotwórczym, mutagennym, endokrynnym nie może być zastosowane addytywna metoda oceny toksyczności. Problem jest daleko szerszy i wykracza poza ramy niniejszego artykułu. Co jednak nie znaczy, że należy go bagatelizować, chodzi tu jedynie o zasygnalizowanie problemu. (*Toksykologia Współczesna, Ocena narażenia na mieszaniny substancji*, str 714. Redakcja Naukowa Witold Seńczuk, Wydawnictwo PZWL 2018r), (*Toksykologia Środowiska, Aspekty chemiczne i biochemiczne*, Stanley E. Manahan, PWN 2012, strona

168, par 6.12.1).(Ostre zatrucia, Lech Panasiuk i współpracownicy, Wydawnictwo lekarskie PZWL 2010r str. 91).

Tabela 1. Porównanie stężenia związków VSCs badanych metodą „headspace” w utlenionych bitumach (Boczkaj, G., Przyjazny, A., Kamiński, M. A. (2014). Characteristics of volatile organic compounds emission profiles from hot road bitumens. Chemosphere, 107, 23-30)

Związek	Bitumen 160/220		Bitumen 50/70		Bitumen 35/50	
	Stężenie [mgS/m ³]	RSD [%]	Stężenie [mgS/m ³]	RSD [%]	Stężenie [mgS/m ³]	RSD [%]
Siarkowodór (H ₂ S)	1,12	3,3	8,01	2,2	26,08	2,1
Etanotiol	<G _o	-	0,29	2,1	2,41	2,2
Disiarczek węgla (CS ₂)	0,31	3,1	6,71	2,1	18,83	2,1
2-Propanotiol	<G _o	-	0,32	3,1	2,32	2,3
1-Propanotiol	<G _o	-	0,12	3,6	1,34	2,5
3-Metylotiofen	<G _o	-	0,24	3,1	2,15	2,1
2-Etylotiofen	<G _o	-	<G _w	-	0,91	2,7
Siarczek dipropylu	<G _o	-	<G _o	-	0,80	2,8
1,4-Butanotiol	<G _o	-	<G _o	-	<G _w	-
1-Heptanotiol	<G _o	-	<G _o	-	<G _w	-
Suma niezidentyfikowanych VSCs	0,13	5,3	15,32	4,9	34,81	4,8

Legenda: G_o – granica oznaczalności; G_w – granica wykrywalności; RSD – względne odchylenie standardowe; VSCs – lotne związki siarki (ang. *Volatile Sulfur Compounds*)

W tym zakresie potrzebna jest dalsza dyskusja nad opracowaniem bardziej reprezentatywnych kryteriów oceny warunków bezpieczeństwa pracy dla personelu technicznego. Obecnie należałoby skupić się na technikach łatwych i dających szybki efekt neutralizacji szkodliwości asfaltu aniżeli na tworzeniu nierepresentatywnych kryteriów niepowiązanych z charakterystyką chemiczną czynnika szkodliwego czy wrażliwością pracownika na zatrucia (wiek, płeć, choroby, stopień osobniczej odporności, stres itd.).

Z uwagi więc na bezdyskusyjny wpływ dymów asfaltowych na zdrowie rozważa się różne sposoby redukcji ich oddziaływania. Począwszy od zmian technologicznych poprzez modyfikację składu asfaltu, do zwiększenia działań na rzecz przestrzegania zasad bezpieczeństwa i higieny pracy z gorącymi asfaltami.

Celem tego artykułu jest zwrócenie uwagi na nowe możliwości jakie daje **modyfikacja składu asfaltu** z zastosowaniem neutralizatorów chemicznych z grupy INHITONE. Wiążą one bowiem lotne związki siarki i niektóre węglowodory. Rozwiązanie to idealnie wpisuje się w nowe trendy zwiększania bezpieczeństwa pracy i ochrony środowiska naturalnego, ponieważ wykorzystuje najnowsze osiągnięcia inżynierii chemicznej oraz procesowej. Metoda jest sprawdzona i przebadana pod względem skuteczności oraz jest chroniona patentem Europejskim i Amerykańskim: «P300» Patent (European # 0 247 946 B1), Euro. # 0 401 140 B1) (US # 5,795,766), US 2013/025982 2 A1 3102013, i inne.

Równocześnie w Unii Europejskiej dyskutuje się możliwość wprowadzenia „Zielonych certyfikatów” dla branży budownictwa drogowego. Może to wymusić długo oczekiwane przez ekologów zmiany technologiczne w tej branży. Certyfikaty te powiązane są z ideami zrównoważonego rozwoju, które zalecają stosowanie przyjaznych dla ludzi i środowiska praktyk oraz materiałów stosowanych w projektach budowlanych. Innymi słowy certyfikaty te będą miały na celu promowanie innowacji w celu zmniejszenia

wpływu na środowisko, uzyskiwanie lepszej efektywności energetycznej oraz zrównoważonego zarządzania zasobami materiałowymi i finansowymi. Wydaje się więc, że zastosowanie innowacyjnej technologii neutralizacji asfaltów z użyciem neutralizatorów **INHITONE** wychodzi naprzeciw oczekiwaniom wszystkich grup społecznych i zawodowych.

Jednak najważniejszym decydentem w tych projektach jest Inwestor, który nie zawsze zwraca uwagę na koszty społeczne i środowiskowe, koncentrując się jedynie na ważnych celach biznesowych, ekonomicznych i gospodarczych. Inwestor nie wymaga aby nawierzchnia drogowa była pro-ekologiczna i nie uciążliwa zapachowo, cała odpowiedzialność spada na wykonawcę, któremu nie rekompensuje się dodatkowych kosztów związanych z ochroną środowiska. W działaniach proekologicznych nie ma więc równowagi między wszystkimi stronami przedsięwzięcia budowlanego i społeczeństwem.

W tym kontekście wydaje się, że jest jeszcze dużo do zrobienia przez biura projektowe, które z dużym dystansem odnoszą się do nowych innowacyjnych i pro-ekologicznych rozwiązań pojawiających się na rynku. Z tego powodu ważnym jest podjęcie konstruktywnej dyskusji o priorytetach budownictwa drogowego oraz o skutkach zaniechań wynikających z niewykorzystania aktualnie dostępnej wiedzy w tym zakresie, szczególnie w świetle pojawiających się coraz częściej publikacji na ten temat.



Unia Europejska narzucając przedsiębiorstwom stosowanie się do zasad Zrównoważonego Rozwoju oraz wprowadzając politykę „Zielonych Certyfikatów” narzuca w ten sposób konieczność poszukiwania nowych innowacyjnych rozwiązań w celu redukcji wpływu przedsiębiorstwa na środowisko. Rozwiązania te mają obejmować także poszanowanie zasad etycznych i ekonomicznych podczas prowadzonej działalności biznesowej.

Interes publiczny jakim jest zachowanie czystego środowiska dla następnych pokoleń jest coraz częściej akcentowany. Jednym z obszarów, na które spoglądają eksperci z Komisji Europejskiej jest ocena nie tylko wpływu produkcji asfaltu na jakość powietrza, ale także wpływ składników jego degradacji na jakość gleb i wód gruntowych. Od wielu lat ten wpływ jest badany i znanych jest wiele publikacji na ten temat. Spis wybranych publikacji został przedstawiony na końcu niniejszego artykułu. Trudno więc polemizować z faktami naukowymi i twierdzić, że jedyny problem to uciążliwość zapachowa produkcji. W krajach rozwiniętych gospodarczo od 20 lat prowadzi się różne badania nad wpływem asfaltu na ludzi i środowisko. Ich wyniki wskazują na konieczność zajęcia się tym zagadnieniem i opracowaniem środków zaradczych. W Polsce jest to temat tabu, żadnych badań toksykometrycznych nie wykonuje się, utwierdzając się w przestarzałych przekonaniach. Brak świadomego podejścia do problemu dzisiaj, powiększy jego skalę w przyszłości, a rynek krajowy mogą zalać produkty ekologiczne z zagranicy. Przemysł powinien już dzisiaj poszukać rozwiązania na wyzwania, które pojawią się w przyszłości i nie odrzucać ‘sine cogitatione’ nowego podejścia dla dobra tego ważnego działu gospodarki narodowej.

Potrzebne tu jest koncyliacyjne podejście do niekonwencjonalnego spojrzenia na problem, który przy odrobinie dobrej woli łatwo można rozwiązać.

W 2019 roku wykonano badania, które wykazały, że emisje złowne parogazów asfaltu można zredukować stosując reagenty chemiczne INHITONE. Asfalt staje się nie drażniący i bezwonny. Rezultat ten został osiągnięty dzięki zastosowaniu wybranej kombinacji związków karbonylowych, których skład został opatentowany. Związki te charakteryzują się swoją specyficzną reaktywnością ze związkami siarko-organicznymi oraz węglowodorami. Artykuł omawia skuteczność preparatu INHITONE oraz zalety jego stosowania.

Neutralizacja asfaltu - Cel badań

Artykuł jest podsumowaniem z wykonanych badań neutralizacji lotnych związków organicznych znajdujących się w asfalcie. Jego celem jest przedstawienie metod działania nowych opatentowanych reagentów chemicznych i wykazania ich rzeczywistej aktywności chemicznej dzięki której tworzą się nowe obojętne zapachowo związki chemiczne.

Omawiane rozwiązanie wychodzi naprzeciw przyszłym wymaganiom i problemom z jakim spotkają się w najbliższych latach producenci nawierzchni asfaltowych. Autor stoi na stanowisku, że przyszłość produktów wytwarzanych na bazie eko-asfaltów jest niezagrażona wbrew sceptycznym opiniom środowisk uprzedzonych do tej branży przemysłowej i kontestujących jej szanse rozwojowe.

W badaniach skoncentrowano się na analizie zmian składu chemicznego frakcji lotnej gorącego asfaltu rozgrzanego do 180 °C po dodaniu preparatu neutralizującego. Badanie nie polegało na określeniu składników mieszaniny asfaltowej. Większość informacji ma charakter poufny zastrzeżony przez producent asfaltu i nie może być w tym artykule ujawnione. Artykuł ma na celu omówić zasadę działania preparatów neutralizujących, wykazać ich skuteczność poprzez przedstawienie reakcji chemicznych i wykrycie nowych produktów reakcji, których nie zarejestrowano przed dodaniem preparatu neutralizującego. Działanie preparatów nie polega na maskowaniu zapachu tylko redukcji stężenia wybranych składników fazy gazowej. Przedstawiono wyniki potwierdzające przydatność preparatu do zastosowania w produkcji asfaltu oraz mieszanek mineralno-asfaltowych.

Efektem przeprowadzonego eksperymentu są:

Identyfikacja związków w fazie gazowej nad asfaltem:

1. nad gorącym asfaltem bez dodatku preparatu neutralizującego,
2. nad gorącym asfaltem z preparatem numer 2, INHITONE ENR FLR P,
3. nad gorącym asfaltem z preparatem numer 3, INHITONE MF P.

W wyniku przeprowadzonych analiz stwierdzono, że dodatek preparatów numer 2 oraz numer 3 do asfaltu zmienia obraz chromatograficzny fazy gazowej nad asfaltem. Rezultatem wprowadzenia preparatu INHITONE ENR FLR P do asfaltu jest pojawienie się nowych pików na chromatogramie (w odniesieniu do czystego asfaltu), które nie są pikami pochodzącymi od składników tego preparatu. Nowe piki potwierdzają zajście reakcji chemicznych pomiędzy składnikami preparatu 2 i składnikami asfaltu. Jednocześnie obserwowany jest spadek stężenia niektórych składników fazy gazowej nad czystym asfaltem, a w szczególności odoroczynnych i drażniących związków siarki i niektórych węglowodorów. W fazie gazowej nie odnaleziono także części produktów reakcji ponieważ zostały one uwięzione w fazie ciekłej gorącego asfaltu. W wyniku reakcji chemicznej powstały cięższe produkty reakcji, które straciły swoją lotność. Fakt ten ma dalsze swoje konsekwencje dla poprawy własności reologicznych asfaltu.

Ogólna zasada działania neutralizatorów INHITONE

Ponieważ cechą chemiczną, odgrywającą istotną rolę w toksyczności związku jest występowanie w cząsteczce wiązania nienasyconego to najprostszym rozwiązaniem jest wysycenie tego wiązania. Obecność w cząsteczce związku alifatycznego wiązania nienasyconego nie tylko wpływa na zwiększenie reaktywności chemicznej i na zwiększenie hydrofilności związku, lecz przede wszystkim na zwiększenie jego toksyczności w organizmie człowieka i ssaków. Podobnie zresztą jak w związkach cyklicznych, wiązanie nienasycone charakteryzuje duży potencjał oksydacyjny, który w organizmie żywym wywiera niekorzystne działanie związane z utlenieniem ważnych funkcyjnie grup sulfhydrylowych (SH), występujących w zredukowanym glutationie, cysteinie, metioninie i innych związkach.

Nienasycone związki cykliczne wykazują większą toksyczność niż nasycone. Przykładem jest benzen i cykloheksan. Wiązanie nienasycone ułatwia wchłanianie związku przez płuca oraz powoduje jego działanie narkotyczne, jak ma to miejsce w zatruciu benzenem czy acetylenem. Wpływ na toksyczność związku chemicznego mają podstawniki. W dużym uproszczeniu można je podzielić na dwie zasadnicze grupy:

1. podstawniki wpływające na zmniejszenie toksyczności związku chemicznego,
2. wpływające na jej zwiększenie.

Toksyczność związku łańcuchowego lub pierścieniowego jednoznacznie zmniejsza grupa karboksylowa (-COOH). Grupa ta w istotny sposób zwiększa rozpuszczalność w wodzie substancji, do której została przyłączona, co warunkuje dobre wydalanie tego związku z moczem. Siłę działania toksycznego zmniejszają również: reszta kwasu

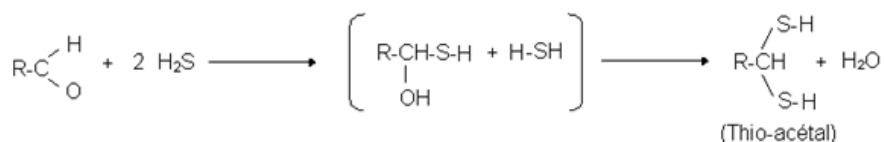
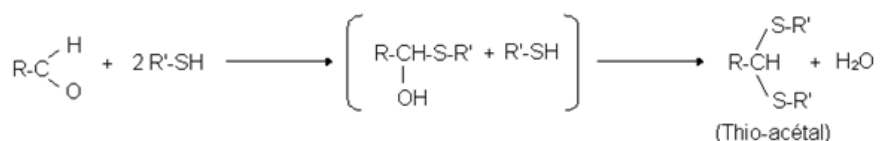
siarkowego (-SO₃H), grupa sulfhydrylowa (tiolowa-SH) oraz ugrupowania takie, jak: acetylowe (-CH₃CO), metoksyłowe (-CH₃O), etoksyłowe (-C₂H₅O) oraz grupa diazowa (-N=N-). (*BEZPIECZEŃSTWO PRACY nauka i praktyka* 4/1999, str. 12-14 dr HALINA PUCHARSKA, Centralny Instytut Ochrony Pracy)

Westrand opracował i wykorzystuje związki zawierające grupę karbonylową, które są bardzo wydajnym reagentem do neutralizacji wielu związków chemicznych z wolnym nie nasyconym wiązaniem chemicznym. Specjalnie dobrane składniki aktywne neutralizatorów działają poprzez nukleofiliczne reakcje z organicznymi związkami azotu i siarki na węglu δ+ grupy C=O, C=C np.: aldehydów i ketonów oraz ketoalkin.

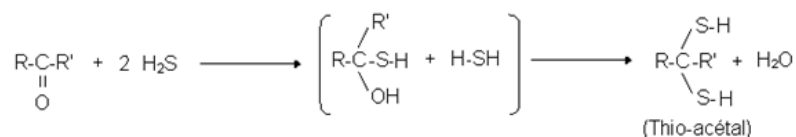
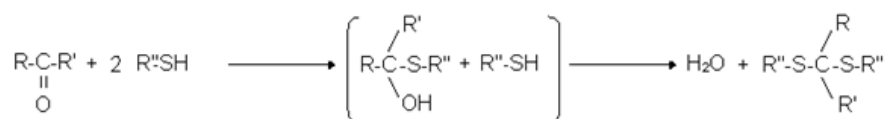
Reakcje neutralizacji przeprowadzane są w różny sposób, mamy tu do czynienia z reakcjami addycji (przyłączenia) z rozerwaniem wielokrotnego wiązania węgiel-węgiel, jak i z reakcjami substytucji (wymiana grup funkcyjnych). Jednak nie same składniki aktywne są najważniejsze. W wyniku przeprowadzonych eksperymentów okazało się, że składniki aktywne przy zachowaniu tzw. "złotej proporcji" wykazują się wyższą skutecznością (synergizm chemiczny) niż działały by oddzielnie w wyższym stężeniu. W wyniku tej obserwacji można było opracować bardziej wydajne i ekonomiczne receptury roztworów handlowych.

W dalszej części artykułu przedstawiono wybrane wyniki porównawcze analizy chemicznej wykonanej na gazowych składnikach asfaltu, w których to wykryto między innymi różne formy drażniących związków siarki opisane w dalszej części artykułu. Poniżej przedstawiono przybliżone równania wiązania związków siarki przez wybrane składniki mieszaniny neutralizującej.

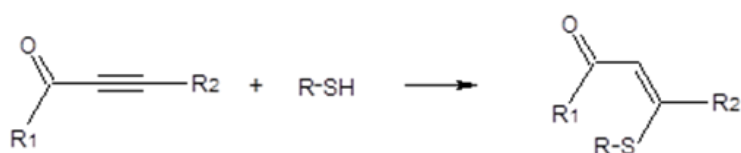
Reakcje z aldehydami



Reakcje z ketonami



Reakcje z ketoalkinami



Stosowane preparaty neutralizujące są mieszaniną związków chemicznych o dużej reaktywności, stąd mogą posiadać w swoich opisach oznaczenia (piktogramy) ostrzegające przed zagrożeniami. Jest to jeden z podstawowych czynników odróżniających neutralizatory od preparatów perfumeryjnych do maskowania substancji złoonych. Jak wiemy nie wolno maskować obecności w powietrzu związków toksycznych i drażniących, aby zachować u ludzi naturalne odruchy obronne. Stosowanie silnych reagentów chemicznych (a nie perfum) ma na celu wiązanie innych reaktywnych form związków siarko-organicznych, węglowodorów z związków tleno-organicznych. Reakcje neutralizacji zachodzą więc z innymi substancjami mającymi podobną lub wyższą klasyfikację pod względem zagrożeń dla zdrowia. Rozwiązania WESTRAND opierają się na neutralizacji substancji niebezpiecznych poprzez reakcje z innymi substancjami o podobnym lub wyższym poziomie zagrożenia, zgodnie z zasadą „podobne neutralizuje podobnym”. Fakt ten wywołuje wiele dyskusji ale nie da się omijać zasad wynikających z właściwości substancji. Ostatecznie powstaje mieszanina, której zagrożenie zdrowotne jest sumarycznie znacznie niższe.

Identyfikacja substancji obecnych w fazie gazowej nad asfaltem

Zasadnicze substancje, identyfikowane przy użyciu biblioteki NIST, występujące w postaci charakterystycznego grzebienia na chromatogramach, to n-alkany w zakresie C-5 do C-17.

Identyfikacja rozpoczęła się po czasie retencji 5 minut i do 8 minut obserwowaliśmy jak wypłaszcza się na wykresie obszar fazy lotnej asfaltu. Wraz z kolejnymi porcjami preparatu neutralizującego zaobserwowano dalsze wypłaszczanie się fazy lotnej co oznacza wiązanie lekkich składników tej fazy i przeniesienie ich do fazy ciekłej, w której czas retencji jest znacznie dłuższy.

Wśród licznie zidentyfikowanych związków fazy lekkiej przed neutralizacją dominują takie grupy jak: izomery alkanów i alkenów, n-alkeny, cykloalkany, cykloalkeny, a także dieny. Ponadto zidentyfikowano związki aromatyczne, takie jak benzen i jego alkilopochodne, oraz związki O-organiczne takie jak alkohole, aldehydy czy ketony.

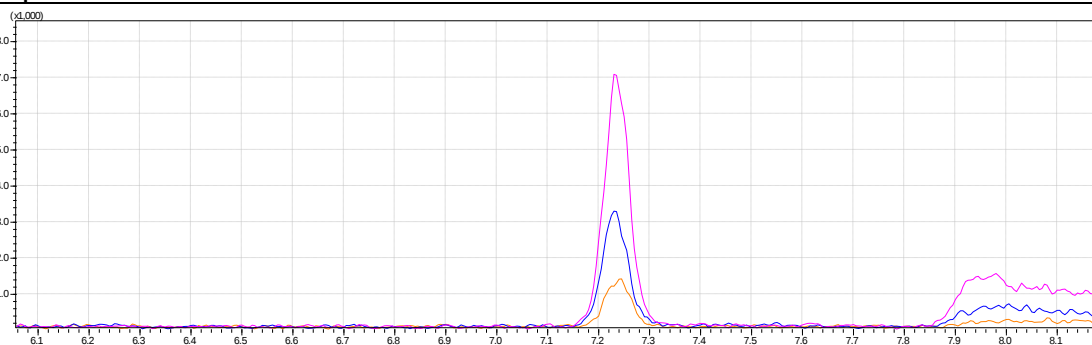
Wśród zidentyfikowanych związków wykryto także organiczne związki siarki takie jak disiarczek węgla (CS_2), di siarczki (di metylu- i dietylu- oraz tiofeny).

Poniżej przedstawiono chromatogram (TIC) potwierdzający identyfikację CS_2 , z charakterystycznym jonem masowym [76] oraz zmiany wielkości jonu [76] wraz z dodatkiem kolejnych kropli preparatu 2 i 3.



Dozowanie neutralizatora do próbki gorącego asfaltu.

Chromatogramy jonu masowego [76] dla CS_2 obecnego w fazie gazowej nad asfaltem (różowa), nad asfaltem z dodatkiem 9 kropli (niebieski) i 12 kropli (pomarańczowa) preparatu 2.



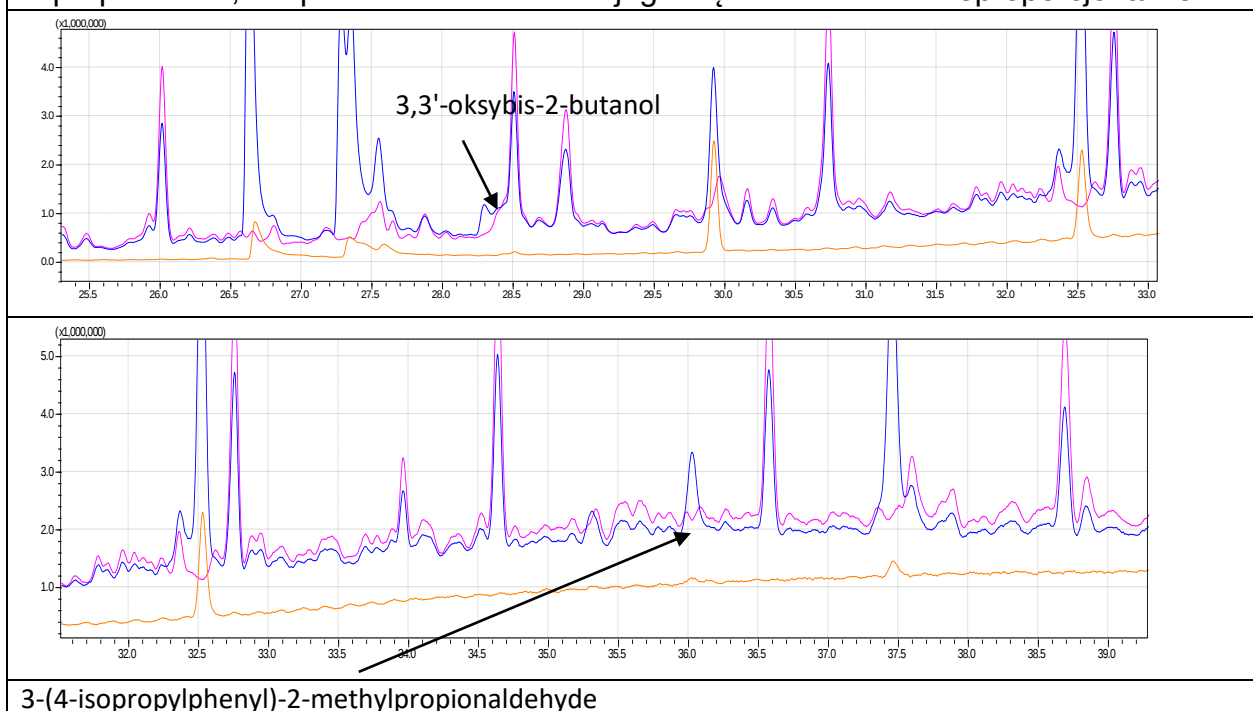
Chromatogramy jonu masowego [76] dla CS_2 obecnego w fazie gazowej nad asfaltem (różowa), nad asfaltem z dodatkiem 9 kropli (niebieski) i 12 kropli (pomarańczowa) preparatu 3.

Wykresy poniżej przedstawiają zmianę powierzchni pików fragmentarycznych jonów dla trzech wymienionych siarczków w zależności od ilości dodanego preparatu.

Różnice w powierzchni pików w/w siarczków po dodatku preparatu 2 w odniesieniu do czystego asfaltu mogą wskazywać na zajście reakcji chemicznej składników preparatu i disiarczków. W przypadku preparatu 3 dodatek kolejnych kropli (z 9 do 12) nie powoduje zmniejszenia wysokości pików.

Poniżej przedstawiono obrazy chromatograficzne trzech faz gazowych: fazy nad asfaltem (A), fazy nad asfaltem z dodatkiem preparatu 2 lub 3, fazy gazowej nad preparatem. Porównanie chromatografów pozwala wskazać czy związki zawarte w preparacie reagują ze składnikami asfaltu, czy powstają produkty tych przemian.

Chromatogram asfaltu (linia różowa), asfaltu z dodatkiem preparatu 3 (linia niebieska) i samego preparatu 2 (linia pomarańczowa). Zidentyfikowany związek w fazie gazowej nad asfaltem z dodatkiem preparatu 2 to 3,3'-oksybis-2-butanol. Występuje on w preparacie 2, ale po dodatku do asfaltu jego stężenie wzrasta nieproporcjonalnie.



- **Pomarańczowa linia** na wykresie wskazuje na znacznie zredukowaną ilość lotnych związków w porównaniu z ich ilością przed neutralizacją – **linia różowa**.

Badania uzupełniające

W celu sprawdzenia skuteczności neutralizacji lotnych związków organicznych w warunkach kontrolowanych i powtarzalnych wykonano testy z gazami standaryzowanymi przedstawionymi w poniższej tabeli. Mieszanina gazowa została skalibrowana przez dostawcę gazu firmę SIAD, która wydała certyfikat ILAC NR 847, 848 dokładności wykonanych stężeń związków gazowych. Badanie polegało na wprowadzeniu mieszaniny gazów do zbiornika o pojemności 300 dm³. Następnie pobrano 3-próby gazowe do sprawdzenia rzeczywistych stężeń tych gazów w zbiorniku, a następnie dodano 20ml preparatu neutralizującego INHITONE. W dalszej kolejności pobrano po 3-próbki gazów po neutralizacji. Analizę próbek gazu (pobranych do worków tedlarowych) przeprowadzono przy użyciu techniki chromatografii gazowej (brak danych). Pomiary wykonano w odstępach 2, 5, i 10 minut. Uzyskane wyniki zaprezentowano w tabeli nr 2. Badania wykonano w Instytucie Nafty i Gazu w Krakowie (Laboratorium Analityki i Fizykochemii Paliw Węglowodorowych) na zlecenie Centrum Badań i Dozoru Górnictwa Podziemnego (Ośrodek Badań Środowiskowych i Zagrożeń Naturalnych w Łędzinach), sprawozdanie 0099/ZP/18.

Tabela nr 2. Wyniki badań neutralizacji gazów wzorcowych z użyciem neutralizatora.

l.p.	substancja	Średni stopień redukcji substancji (%)		
		2 min.	5 min.	10 min.
1	Siarkowodór	63,8	63,8	93,7
2	Siarczek karbonylu	35,7	46,2	87,4
3	Merkaptan metylowy (metanotiol)	54,4	63,0	90,7
4	Merkaptan etylowy (etanotiol)	51,2	62,3	82,5
5	Siarczek dimetylu	57,5	67,2	82,7
6	Disiarczek węgla	51,4	59,8	88,7
7	Merkaptan i-propylowy	48,4	62,6	78,5
8	Merkaptan n-propylowy (propanotiol)	45,6	57,7	81,8
9	Siarczek metylowo-etylowy	48,8	60,8	77,5
10	Merkaptan sec-butyłowy (2-butanotiol)	47,9	64,1	78,9
11	Siarczek dietylu	46,8	59,3	73,9
12	Merkaptan n-butyłowy (butanotiol)	39,9	56,8	75,3
13	Disiarczek dimetylu	50,8	60,4	84,1

14	Metan	35	59	91
15	Etan	47	53	89
16	Propan	45	48	88
17	i-butan	44	66	78
18	n – butan	36	55	67
19	neo-pentan	35	38	62
20	i-pentan	38	44	63
21	n-pentan	20	20	40

Uzyskane wyniki jednoznacznie dowodzą, że między składnikami preparatu neutralizującego a składnikami mieszaniny gazowej doszło do reakcji chemicznej w wyniku której powstały nowe związki chemiczne o rozbudowanej masie, a stężenia początkowe składników mieszaniny gazowej uległy znacznej redukcji. Celem badań nie była identyfikacja produktów reakcji, a jedynie wykazanie skuteczności preparatu w redukcji stężeń wskazanych związków chemicznych.

Wnioski z badań neutralizacji lotnych składników gorącego asfaltu

1. W fazie gazowej nad asfaltem dominują n-alkany w zakresie od C5 do C17, w niższych stężeniach występują izoalkany (w tym cykloalkany), alkeny i izoalkeny, dieny, a także związki O-organiczne (alkohole, aldehydy, ketony, estry) oraz związki S-organiczne (w tym CS₂, disiarczki metylu etylu i disiarczki dietylu). Uzyskane wyniki identyfikacji są w zgodzie ze stanem wiedzy opisanym w dostępnej literaturze.
2. Porównanie chromatogramów fazy gazowej nad asfaltem (A), nad preparatami 2 (p2) i 3 (p3), oraz nad asfaltem z dodatkiem preparatu 2 (A+p2), i 3 (A+p3), pozwala wnioskować następująco:
 - dodatek preparatu 2 i preparatu 3 zmienia obraz chromatograficzny fazy gazowej nad asfaltem;
 - pojawiające się na chromatogramie związki to w większości składniki dodawanych preparatów, przy czym chromatogram dla preparatu 2 jest znacznie uboższy w dodatkowe LZO niż chromatogram dla preparatu 3;
 - ponadto, związki – składniki preparatów, pojawiają się na chromatogramach fazy gazowej po dodaniu do asfaltu w innej proporcji niż proporcje występujące w samych preparatach;
 - przy podaniu preparatu w ilości 9 (lub 12) kropli do 0,5 kg asfaltu oraz przy założeniu, że tylko niektóre składniki reagują ze składnikami asfaltu i część powstających produktów reakcji prawdopodobnie rozpuszcza się w asfalcie, należy oczekiwać, że stężenie produktów reakcji w fazie gazowej będzie bardzo niskie (najprawdopodobniej niższe niż stężenie np. disiarczków, które nie są widoczne w postaci piku na chromatogramie całkowitego prądu jonowego (TIC)).
3. Niemniej jednak możliwe jest (na co wskazują wyniki przeprowadzonego eksperymentu) obserwowanie zmian disiarczku węgla i jednocześnie disiarczku metylu etylu i disiarczku dietylu w trakcie dodawania preparatów dla ustalenia optymalnej ilości preparatu, którą należy dodać do określonej ilości asfaltu by uzyskać pożądany efekt obniżenia zapachu fazy gazowej nad asfaltem. Obserwację trzech disiarczków należy prowadzić przy wykorzystaniu jonów fragmentarycznych, charakterystycznych dla danej substancji.
4. Zaobserwowano, że po dodaniu preparatu do próbki gorącego asfaltu preparat nie spalił się tylko wmieszał w masę.

Uwagi końcowe do badań

W raporcie wskazano, że dochodzi do reakcji niektórych substancji z preparatem aktywnym Inhitone. Powstają nowe związki, jednak ich identyfikacja jest trudna, ponieważ analizowana jest tylko faza gazowa, a powstałe związki mogą pozostawać w ciekłej fazie asfaltu, rozpuszczając się w nim. Czyli chromatografia gazowa nie obejmuje oglądu całego procesu.

Nowopowstałe związki są bezzapachowe i charakteryzują się wielokrotnie niższą toksycznością niż ich substraty przed reakcją. Kwestią zasadniczą jest powstanie produktów reakcji, których reaktywność chemiczna jest nieznacząca.

Skuteczność preparatu została wykazana. Niepewność dotyczy tylko tego jakie związki powstają po użyciu preparatów neutralizujących, czyli jakie są produkty reakcji chemicznej. Bowiem część produktów reakcji została w fazie ciekłej asfaltu a część odparowała z nad jego powierzchni. Analiza i oznaczenie produktów reakcji nie było celem przeprowadzonego badania.

Bezsprzecznie uzyskane wyniki i graficzna ich interpretacja pokazują, że powstały nowe związki o większej masie niż ich substraty przed reakcją. Oznacza to, że po dodaniu preparatu do asfaltu nowe związki o powiększonej masie pozostaną w fazie ciekłej asfaltu (tracą lotność) i nie zostaną wykryte w fazie lotnej, stąd pełna identyfikacja wymaga dużo większych nakładów badawczych.

Rozwiązania dla przemysłu i środowiska

Kompleksowym rozwiązaniem problemów odorowych w rafinerii lub zakładzie produkującym mieszanki mineralno-asfaltowe jest bezpośrednie dodanie do asfaltu niewielkiej ilości preparatu aktywnego tj. ok (3-5)kg/25t (cysterna) dzięki czemu asfalt:

1. nie zmienia swoich właściwości fizyko-mechanicznych,
2. traci swoje właściwości zapachowe i jest dużo mniej toksyczny.

Nowo sformowane organiczne związki siarki pozostają w masie asfaltu wzmacniając jego odporność na ścieranie i koleinowanie. Rozwiązanie to zamyka problem odorowy nie tylko na każdym etapie produkcji i transportu mieszanki mineralno-asfaltowej ale także ułatwia pracę pracownikom budowlanym, którzy układają nawierzchnie asfaltową np.: w miejscach o słabej wentylacji (np.: w tunelach drogowych).



Podczas roztankowywania cystern asfalt jest automatycznie neutralizowany. Dysze dozującą preparat INHITONE wskazuje biała strzałka. Zdjęcie z firmy ROADSTONE pod KILLARNEY, Irlandia.

To innowacyjne rozwiązanie otwiera nowy rozdział w rozwoju branży asfaltowej wprowadzającej na rynek **PROEKOLOGICZNY ASFALT**, który przeciwstawi się niskiej jakości asfaltom importowanym, a jednocześnie będzie akceptowalny społecznie i bezpieczniejszy dla środowiska.

Szersza dostępność EKO modyfikowanych ASFALTÓW w Europie jest tylko kwestią czasu, szczególnie przy rosnącej świadomości społecznej w tym zakresie. Ukrywanie niewygodnych informacji zamiast przygotowywanie się do nieuchronnych zmian, może faktycznie zagrozić przyszłości tego jakże ważnego działu gospodarki w wielu krajach.

Zalecane klasyczne środki ochrony osobistej nie są w praktyce przemysłowej przestrzegane, szczególnie podczas długotrwałych prac w upałach. Oczywiście nie chodzi tu o kwestionowanie celowości stosowania tych środków, (maski, rękawice i kombinezony ochronne), chodzi tu raczej o to, że są to środki uzupełniające, wspomagające, a nie likwidujące zagrożenia w miejscu pracy. W przypadku obecności gazów szkodliwych, których maski nie zatrzymują, ważnym jest stosowanie uzupełniających się rozwiązań.

Zintegrowane działanie polegające na produkcji EKO-bezpiecznego asfaltu oraz stosowanie masek ograniczających oddziaływanie pyłów organicznych (PM₂, PM_{0.1}) na pracowników budowlanych w sposób zauważalnie poprawia warunki pracy, jej komfort i bezpieczeństwo. Wartością dodaną może być mniejsza rotacja personelu technicznego, który natychmiast doceni nowe środowisko pracy.

Stosowanie środków ochrony osobistej oraz nowoczesnego **PROEKOLOGICZNEGO ASFALTU** wydaje się być panaceum na wszelkie dzisiejsze problemy, także związane z trudnościami monitorowania miejsca pracy (brak narzędzi i metodyk). Zastosowanie tego rozwiązania może w przyszłości także zredukować roszczenia odszkodowawcze spowodowane szkodliwymi warunkami pracy. Zalet jest jednak więcej: mniejsze koleinowanie nawierzchni, mniejsza ścieralność, mniejszy ślad węglowy i najprawdopodobniej zmniejszenie roszczeń z tytułu napraw gwarancyjnych nawierzchni drogowej.



Gorąca nawierzchnia asfaltu jest bezzapachowa i nie drażniąca.

Neutralizowane próbki asfaltu (z badań opisanych wyżej) zostały przekazane do Laboratorium badawczego w dawnej spółce LOTOS S.A. w Gdańsku w celu sprawdzenia wpływu preparatu na własności fizykomechaniczne asfaltu. Przedstawione wyniki (do wglądu) potwierdziły, że zastosowane dawki preparatu w ilości 0,02% nie miały żadnego wpływu na zmianę któregośkolwiek z badanych parametrów.

W praktyce dawki neutralizujące odoroczynność asfaltu są w granicach (3-5)kg/25t (cysterna). Zwracam tu szczególną uwagę na fakt, że dawka skuteczna preparatu zależy od rodzaju asfaltu a więc od zawartości w niej głównie lotnych związków siarki (jak to zostało przedstawione na wstępie). Wszystkich sceptyków zapraszam do bezpłatnych testów na wybranych próbkach asfaltu i dokonanie samodzielnej oceny.

Literatura uzupełniająca dotycząca badań bezpieczeństwa asfaltu:

https://scholar.google.com/scholar?hl=pl&as_sdt=0%2C5&q=toksyczno%C5%9B%C4%87+asfaltu&btnG=

Zwracam szczególną uwagę na pozycje:

VOC emissions from asphalt pavement and health risks to construction workers

Peng Cui a, b, Gabriella Schito b, Qingbin Cui b, *

a Southeast University, China

b University of Maryland, United States

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jclepro

Developmental toxicity testing of the fume condensate extracts of bitumen and oxidized asphalt in a series of in vitro alternative assays

Lenny Kamelia a,1,*, Ivonne.M.C.M. Rietjens a, Peter J. Boogaard a,b

a Division of Toxicology, Wageningen University and Research, 6708 WE, Wageningen, The Netherlands

b Shell Health, Shell International Bv, PO Box 162, 2501 AN, The Hague, The Netherlands

journal homepage: www.elsevier.com/locate/toxinvit

Long list

Study of **toxicity** assessment of heavy metals from steel slag and its **asphalt** mixture

R Hu, J Xie, S Wu, C Yang, D Yang - Materials, 2020 - mdpi.com

... **asphalt** technology as an **asphalt** foaming additive, and found clinoptilolite could partially replace the traditional lime filler, without a negative impact on the **asphalt** ... with **asphalt** binder in ...

Zapisz Cytuj Cytowane przez 37 Powiązane artykuły Wszystkie wersje 10

[HTML] [sciencedirect.com](https://www.sciencedirect.com)

[HTML] Roads with underlying tar **asphalt**-spreading, bioavailability and **toxicity** of their polycyclic aromatic hydrocarbons

J Kumpiene, MO Larsson, I Carabante, HPH Arp - Environmental Pollution, 2021 - Elsevier

... of PAH from underlying tar **asphalt** to the sand beneath, the soil next to the roads, as well as nearby groundwater; and ii) to measure the bioavailability and estimate the **toxicity** of PAH in ...

Zapisz Cytuj Cytowane przez 12 Powiązane artykuły Wszystkie wersje 11

[PDF] [academia.edu](https://www.academia.edu)

Recycled **asphalt** pavement-fly ash geopolymers as a sustainable pavement base

material: Strength and **toxic** leaching investigations

M Hoy, S Horpibulsuk, R Rachan... - Science of the Total ..., 2016 - Elsevier

... In this research, a low-carbon stabilization method was studied using Recycled **Asphalt** Pavement (... The leachability of the heavy metals is measured by **Toxicity** Characteristic Leaching ...

Zapisz Cytuj Cytowane przez 132 Powiązane artykuły Wszystkie wersje 14

Study on **asphalt** volatile organic compounds emission reduction: A state-of-the-art review

M Wang, C Wang, S Huang, H Yuan - Journal of Cleaner Production, 2021 - Elsevier

... , the published **articles** in the ... **asphalt** reduces the content of **asphalt** PAHs, especially the content of BAP. However, most of them are **toxic** and the reaction products between **asphalt** ...

Zapisz Cytuj Cytowane przez 54 Powiązane artykuły Wszystkie wersje 4

Performance and **toxic** leaching evaluation of dense-graded **asphalt** concrete using steel slag as aggregate

S Hasita, M Hoy, A Suddeepong... - Journal of Materials in ..., 2021 - ascelibrary.org
... 's stability than the **asphalt** concretes with L, even ... S **asphalt** concretes were higher than those of L **asphalt** concretes, indicating higher fatigue cracking resistance. The M R of S **asphalt** ...
Zapisz Cytuj Cytowane przez 13 Powiązane artykuły Wszystkie wersje 3

Physical and environmental properties of **asphalt** mixtures containing incinerator bottom ash

CM Huang, CT Chiu, KC Li, WF Yang - Journal of Hazardous Materials, 2006 - Elsevier
... IBA-**asphalt** mixtures to evaluate their engineering performance as a paving material and finally, the leaching and environmental **toxicity** of the IBA-**asphalt** mixtures were measured. ...

[PDF] researchgate.net

Toxicity of coal-tar and **asphalt** sealants to eastern newts, *Notophthalmus viridescens*

T Bommarito, DW Sparling, RS Halbrook - Chemosphere, 2010 - Elsevier
... The overall objective of this study was to determine if coal-tar and **asphalt**-based sealants differ in their **toxicity** to salamanders. Because of their endangered status, experiments using E...

Toxic health effects including reversible macrothrombocytosis in workers exposed to **asphalt** fumes

RM Chase, GM Liss, DC Cole... - American journal of ..., 1994 - Wiley Online Library
...) and the decline of symptoms and the reversal in platelet size coincident with reduction in **asphalt** fume exposure suggests **toxic**, reversible macrothrombocytosis in these workers. ...

[PDF] researchgate.net

Environmental impact of highway construction and repair materials on surface and ground waters: Case study: crumb rubber **asphalt** concrete

MF Azizian, PO Nelson, P Thayumanavan... - Waste management, 2003 - Elsevier
... chemical and **toxicity** evaluation methodology to assess the leaching behavior of crumb rubber **asphalt** concrete (CR-AC) in highway environments and the removal of **toxic** constituents ...

[PDF] academia.edu

Genotoxic effects of fumes from **asphalt** modified with waste plastic and tall oil pitch

HK Lindberg, V Väänänen, H Järventaus... - ... /Genetic Toxicology and ..., 2008 - Elsevier
... treatment time in order to avoid excess **toxicity** and still achieve sufficiently high exposure. ... concentrations of high **toxicity**. Six different concentrations of each **asphalt** fume were used to ...

Health Effects of Occupational Exposure to Asphalt | NIOSH
Centers for Disease Control and Prevention | CDC (.gov)
<https://www.cdc.gov/niosh/docs>

Known carcinogens have been found in asphalt fumes generated at work sites. Observations of acute irritation in workers from airborne and dermal exposures to ...

Więcej pytań

Is asphalt toxic to humans?

What toxins are in asphalt?

What are the hazards of asphalt?

Is dried asphalt toxic?

... of heavy metals from steel slag and its **asphalt** mixture - Hu - Cytowane przez 37

... tar **asphalt**-spreading, bioavailability and **toxicity** of ... - Kumpiene - Cytowane przez 12

Physical and environmental properties of **asphalt** ... - Huang - Cytowane przez 56

Asphalt (Bitumen) Fumes - Overview
Occupational Safety and Health Administration (.gov)
<https://www.osha.gov/asphalt-fu...>

Health effects from exposure to asphalt fumes include **headache, skin rash, sensitization, fatigue**, reduced appetite, throat and eye irritation, cough, and skin ...
Hazard Recognition · Standards · Possible Solutions · Exposure Evaluation

asphalt - NJ.gov
nj.gov
<https://www.nj.gov/eoh/rtkweb/documents>

PDF

* **Asphalt, when HEATED, can give off toxic Hydrogen Sulfide gases.** * Asphalt may ignite or explode when mixed with NAPHTHA, other VOLATILE SOLVENTS, and LIQUID ...
6 stron

Asphalt fumes
WorkSafeBC
<https://www.worksafebc.com/as...>
16 kwi 2024 — The risks · **Cough** · Fatigue · Headache · Reduced appetite · Cancer · Skin rash · Throat and eye irritation ...

Blood gases in asphalt workers - PMC
National Institutes of Health (NIH) (.gov)
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc>
B Çoksevim · 2004 · Cytowane przez 1 — **Asphalt** can cause some disorders such as **acute myocardial infarction, pulmonary fibrosis, leukemia** and it may have genotoxic activity.

Asphalt cement poisoning
MedlinePlus (.gov)
<https://medlineplus.gov/article>
2 lis 2023 — **Asphalt cement poisoning** occurs when someone swallows asphalt. If hot asphalt gets on the skin, serious injury can occur.

The Unseen Dangers of Tar and Asphalt Fumes
Online Safety Trainer
<https://www.onlinesafetytrainer.com/...>
1 sie 2023 — Symptoms may include: **Irritation of the Eyes, Nose, and Throat**: Exposure to fumes can cause watering eyes, nasal congestion, and throat ...

Working with Asphalt: Hazards and Safety Measures
International Enviroguard
<https://int-enviroguard.com/blog>
6 maj 2022 — **Hot asphalt can emit H2S (hydrogen sulfide gas)** which can cause lung irritation, suffocation, or even death. The most common effects of ...

The dangers of asphalt fumes
Dugan & Associates

<https://www.dugan-associates.com> › ...

9 maj 2016 — **Asphalt** is a petroleum product which, if not settled properly, can catch fire. It **can cause skin irritation, lung irritation and burns**.

[Systems biology of asphalt pollutants and their human ...](#)

[Frontiers](#)

<https://www.frontiersin.org> › full

E Rozewski · 2023 · Cytowane przez 5 — According to the results of this experiment, **asphalt exposure caused DNA damage in alveolar macrophages and lung tissue**, and the higher

[Asphalt: Human health tier II assessment](#)

[Australian Industrial Chemicals Introduction Scheme](#)

<https://www.industrialchemicals.gov.au> › files

29 cze 2018 — ... hazard category 'Acute **Toxicity** Category 2' and hazard ... occupational exposure to **asphalt** emissions during road paving (IARC, 2013).

[Asphalt adds to air pollution, especially on hot, sunny days](#)

[YaleNews](#)

<https://news.yale.edu> › 2020/09/02

2 wrz 2020 — A new study finds that **asphalt** is a significant source of air pollutants in urban areas, especially on hot and sunny days.

[Asphalt VOCs - The Center for Health, Environment & Justice](#)

chej.org

<https://chej.org> › asphalt-vocs

Some VOCs are also known to cause cancer in humans. Workers in facilities that make and mix **asphalt** are at the highest risk for health effects of exposure to ...

[Asphalt \(Bitumen\) Fumes - Hazard Recognition](#)

[Occupational Safety and Health Administration \(.gov\)](#)

<https://www.osha.gov> › hazards

Exposure to **asphalt** fumes can cause serious injury and permanent damage. Workers that may be exposed to **asphalt** fumes need to be aware of the potential hazards ...

[New asphalt binder alternative is less toxic, more ...](#)

[Tech Xplore](#)

<https://techxplore.com> › news › 2...

22 wrz 2023 — One of the key advantages of the patching mixture is that it emits fewer fumes than traditional **asphalt** and is therefore safer for workers.

[Health Issues with an Asphalt Plant Nearby - Wright County, MN](#)

[Wright County, MN](#)

<https://www.co.wright.mn.us> › ViewFile › Item

In fact, most **asphalt** plants are not even tested for **toxic** emissions. The amounts of these pollutants that are released from a facility are estimated by ...

[Are ground up piles of asphalt considered a hazardous ...](#)

[Quora](#)

<https://www.quora.com> › Are-ground-up-piles-of-aspha...

28 mar 2022 — Everything is a hazardous material in some context. Even pure water (you can drown in it). **Asphalt** is hazmat, with its own msds sheet, based on ...
10 odpowiedzi · 2 głosy: Not at all. It's (mostly) tarlike asphalt and gravel. Asphalt is what's left after gasoline ...

Asphalt fume exposure during road construction

WorkSafeBC

<https://www.worksafebc.com> › as...

When **asphalt** is heated during road construction, it releases vapours and fumes, which workers may inhale. Exposed workers may experience symptoms such as eye ...

Asphalt Fumes Exposure Attorney in Los Angeles

Farzam Law Firm

<https://www.farzamlaw.com> › asp...

If you have suffered injuries due to exposure to **toxic** fumes from **asphalt** contact our workplace injury attorneys at the Farzam Law Firm.

Spreading, bioavailability and toxicity of polycyclic aromatic ...

ResearchGate

<https://www.researchgate.net> › 35...

22 lip 2021 — Only **asphalt** with PAH content >1200 mg kg⁻¹ exhibited bioavailable concentrations that exceeded threshold concentrations for serious risk. The ...

Is asphalt odor you smell toxic?

Central Michigan Life

<https://www.cm-life.com> › 2022/11

23 lis 2022 — The odor to be hot **asphalt** coming from Central **Asphalt** (CA), an **asphalt** paving company in Mount Pleasant. Hare said the smell is very odorous, but very low in ...

Why Virginia Should Ban Toxic Pavement Sealants

YouTube

<https://www.youtube.com> › watch

Coal tar sealants are used to protect **asphalt** and are applied to streets, driveways, and playgrounds.

Unfortunately, these **pavement** sealants ...

10 kluczowe momenty w tym filmie

Dangers of Asphalt Dust | Why Asphalt Dust Is Hazardous

Weha USA

<https://www.wehausa.com> › asph...

It is one of the materials that can produce harmful construction dust that should be controlled. Let's look at why it is dangerous.

3197 - Hazardous Substance Fact Sheet

nj.gov

<https://www.nj.gov> › eoh › rtkweb › documents

The following exposure limits are for **Asphalt** fume: NIOSH: The recommended airborne exposure limit (REL) is. 5 mg/m³, which should not be exceeded during any.

ASPHALT

AFSCME Staff Rep Portal

<https://afscmestaff.org> › uploads › 2020/03 › Asp...

If the **toxicity** of the chemical is a problem, the employer may be able to order an **asphalt** mixture which contains a less **toxic** solvent (e.g. toluene for benzene) ...

Road surface asphalt can pollute soils: we checked ...

The Conversation

<https://theconversation.com/road-2021-08-09>

9 sie 2021 — Emissions from hot mix **asphalt** and other plant operations, such as heating of aggregates and **bitumen**, loading and transportation of materials, ...

Bitumen contents and fumes

Institute for Safety, Compensation and Recovery Research (ISCRR)

https://research.iscrr.com.au/assets/pdf_file/bitumen-2019-08-09

A Moo · 2019 · Cytowane przez 2 — New South Wales. SafeWork NSW. Hygiene and Toxicology Team and TestSafe Laboratories have, from time to time, investigated **bitumen**