RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **238803**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **429759**

(22) Data zgłoszenia: **26.04.2019**

(51) Int.Cl.
C09K 3/18 (2006.01)
C09K 3/14 (2006.01)

(54) **Sposób otrzymywania kompozycji antypoślizgowej i odladzającej**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
02.11.2020 BUP 23/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
04.10.2021 WUP 27/21

(73) Uprawniony z patentu:
AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE, Kraków, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
MAREK REMBIŚ, Łuczyce, PL
TOMASZ TOBOŁA, Kraków, PL
BEATA FIGARSKA-WARCHOŁ, Kraków, PL
GRAŻYNA STAŃCZAK, Myślenice, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Patrycja Rosół

PL 238803 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób otrzymywania kompozycji antypoślizgowej i odladzającej przeznaczonej do zwalczania śliskości nawierzchni przeznaczonych dla ruchu pieszego i kołowego podczas zimowego utrzymywania ciągów komunikacyjnych.

Do zimowego utrzymywania nawierzchni przeznaczonych dla ruchu pieszego oraz kołowego stosowane są środki niechemiczne, nadające nawierzchni odpowiednią szorstkość, środki chemiczne przeznaczone do usuwania gołoledzi i oblodzenia oraz do zapobiegania powstawaniu oblodzenia i śliskości pośniegowej, a także mieszanki tych środków.

Jako środki niechemiczne wykorzystywane są kruszywa naturalne lub sztuczne, które, zgodnie z wytycznymi zawartymi w Załączniku do Zarządzenia Nr 18 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 30 czerwca 2006 r. w sprawie wprowadzenia „Wytycznych zimowego utrzymania dróg", powinny charakteryzować się następującymi parametrami:

- uziarnienie powinno być w miarę jednolite, wielkość ziaren powinna zasadniczo 1÷4 mm i nie przekraczać 8 mm;
- zawartość ziaren drobnych (<0,075 mm) powinna być minimalna, (do 3%);
- ziarna muszą mieć kształt regularny i nie mogą być spłaszczone;
- ziarna powinny wykazywać dostateczną wytrzymałość na mechaniczne niszczenie przez ruch, nie mogą ulegać rozdrabnianiu;
- ziarna nie powinny zawierać zanieczyszczeń mogących zwiększać korozję pojazdów i konstrukcji stalowych;
- ziarna powinny zapewniać zakładany współczynnik tarcia na nawierzchni.

Jako kruszywa naturalne stosowane są piaski lub kruszywa łamane wapienne lub bazaltowe, a jako kruszywo sztuczne – keramzyt.

Jako środki chemiczne przeznaczone do łagodzenia skutków śliskości zimowej stosuje się:

- chlorek sodu NaCl – sól kamienną suchą;
- solankę – roztwór chlorku sodu NaCl lub chlorku wapnia $CaCl_2$ o stężeniu 20–25%;
- sól zwilżoną – 30% solanki + 70% suchej soli NaCl;
- sól drogową – 97% NaCl + 2,5% $CaCl_2$ + 0,2% $K_4Fe(CN)_6$;
- techniczny chlorek wapnia o stężeniu 77–80% $CaCl_2$;
- chlorek magnezu $MgCl_2$;
- mieszaniny chlorków NaCl z $CaCl_2$ lub z $MgCl_2$

Zgodnie z wytycznymi zawartymi w powyższym Załączniku środki chemiczne powinny:

- skutecznie i szybko topić lód i zapobiegać gołoledzi;
- zachowywać trwałość działania przez zakładany okres czasu;
- nie być toksyczne i szkodliwe dla środowiska;
- nie wchodzić w reakcje i nie powodować dodatkowych uszkodzeń materiałów używanych do konstrukcji nawierzchni;
- dać się łatwo rozsypywać na nawierzchni;
- nie powodować korozji karoserii pojazdów i konstrukcji stalowych.

Stosowanie oddzielnie środków niechemicznych lub chemicznych skutkuje jedynie albo uszorstnieniem nawierzchni albo jej odlodzeniem. Dodatkowo w przypadku zastosowania soli należy odpowiednio do sytuacji dobrać jej granulację, gdyż ma ona wpływ na tempo rozpuszczania lodu i głębokość zachodzenia tej reakcji. Jest to kłopotliwe ze względu na zmienną sytuację na drogach i często skutkuje niewłaściwym doborem granulacji soli, a przez to jej działaniem niezgodnym z oczekiwaniami.

W przypadku, gdy do odladzania nawierzchni zastosowana zostanie sól drobnoziarnista o dużym udziale ziaren mniejszych niż 1 mm proces topienia lodu zachodzi szybciej, ale ograniczony jest on tylko do niewielkiej głębokości. Taka sól stosowana w postaci suchej jest łatwo wywiewana przez wiatr, co zmniejsza efekt jej działania i wpływa niekorzystnie na przyległe tereny. Z kolei, po zastosowaniu soli gruboziarnistej, zawierającej znaczny udział frakcji około 3 mm, proces topienia lodu jest wydłużony w czasie, ale zachodzi w grubszej warstwie lodu.

Równoczesne odladzanie i uszorstnienie nawierzchni jest częściowo realizowane przez stosowanie mieszanin kruszyw z ziarnami soli w stanie stałym. W przypadku zastosowania obu tych składników w ziarnach o podobnej grubej granulacji możliwy jest równomierny ich rozkład na nawierzchni. Jednak charakteryzują się one dłuższym czasem topienia lodu, a więc nie powinny być stosowane w sy-

tuacji, gdy potrzebne jest szybkie roztopienie lodu. W sytuacji zastosowania mieszanek o niejednorodnym uziarnieniu np. grube kruszywo i drobne kryształy soli dochodzi do nierównomiernego ich rozrzutu w wyniku rozfrakcjonowania. Dodatkowym utrudnieniem w uzyskaniu jednorodnych mieszanek jest zbrylanie obu rodzajów składników i tworzenie większych okruchów, co negatywnie wpływa na skuteczność odladzania. Zastosowanie drobnoziarnistej mieszanki obu rodzajów składników może zapewnić szybkie odlodzenie nawierzchni, ale jedynie wówczas, gdy materiał ten nie zostanie wywiany przez wiatr. W przeciwnym razie efektywność działania odladzającego i uszorstniającego znacznie się obniża.

Zastosowanie soli lub kompozycji o dużej zawartości soli jest o tyle niekorzystne, że powoduje korodowanie pojazdów, niszczenie nawierzchni drogi, a ponadto zagraża środowisku w wyniku spływania z dróg wody zawierającej sól, która zanieczyszcza glebę i wodę w najbliższym otoczeniu.

W polskim opisie patentowym PL 191 856 B1 przedstawiono sposób otrzymywania środka do zwalczania śliskości zimowej, który otrzymuje się przez zatężanie techniką destylacji membranowej, wodnych roztworów zawierających chlorki i siarczany sodu, wapnia, magnezu i potasu, powstających podczas regeneracji złóż jonowowymiennych. Sposób zwalczania śliskości zimowej polega na polewaniu oblodzonych powierzchni uzyskanym roztworem.

Znana jest z polskiego opisu patentowego PL 204 586 B1 kompozycja przeciwoblodzeniowa do odladzania i zapobiegania oblodzeniu, która obejmuje roztwór wodny zawierający węglowodan o niskim ciężarze cząsteczkowym oraz co najmniej jedną substancję z grupy obejmującej chlorek sodu, chlorek magnezu i chlorek wapnia, jako substancję nieorganiczną obniżającą temperaturę krzepnięcia, przy czym składniki kompozycji są obecne w następujących ilościach: węglowodan – 3 do 60% wagowych, substancja nieorganiczna obniżająca temperaturę krzepnięcia 5 do 35% wagowych, woda – w uzupełnieniu do 100% wagowych, przy czym ciężar cząsteczkowy węglowodanu jest w zakresie 180–1500.

W polskim opisie patentowym PL 218 825 B1 ujawniono kompozycję usuwającą oblodzenia i zapobiegającą zamarzaniu, która składa się z organicznego absorbenta oraz łatwo rozpuszczalnych soli, przy czym materiał organicznych stanowi gruba frakcja rozdrobnionych orzechów kokosowych w ilości 20–40% wagowych, zaś łatwo rozpuszczalne sole to chlorek sodu w ilości 30–80% wagowych lub mieszanina chlorku sodu w ilości 40–60% wagowych i chlorku wapnia w ilości 10–30% wagowych lub mieszanina chlorku sodu w ilości 40–60% wagowych i chlorku magnezu w ilości 10–30% wagowych lub mieszanina chlorku sodu w ilości 40– 60% wagowych, chlorku wapnia w ilości 5–15% wagowych i chlorku magnezu w ilości 5–15% wagowych lub mieszanina chlorku wapnia w ilości 30–50% wagowych i chlorku magnezu w ilości 20–40% wagowych.

Ponadto znana jest z rosyjskiego zgłoszenia RU 2 283 335 C1 kompozycja do ochrony dróg przed oblodzeniem w zimie, która zawiera 5–12% wodny roztwór chlorku sodu oraz mrówczan sodu i glikol w łącznej ilości 12–21%.

Znany jest również ze zgłoszenia patentowego JPH 101662 A środek odladzający (topiący śnieg), zawierający materiały absorbujące wodę takie jak karboksymetyloceluloza, karboksyetyloceluloza, agar, żelatyna i skrobia, a także nieorganiczne materiały pochłaniające wodę, takie jak ziemia okrzemkowa (np. diatomit), zeolit, bentonit, krzemionka i krzemian wapnia, o średniej średnicy cząstek proszku lub granulatu 5–10 mm, które moczy się w nadmiarze wodnego roztworu chlorku wapnia o stężeniu 35% wag., a następnie nadmiar roztworu odsącza się.

Celem wynalazku jest opracowanie sposobu otrzymywania kompozycji wykazującej równocześnie właściwości antypoślizgowe i odladzające, która przeznaczona jest do zimowego utrzymywania obiektów, po których odbywa się ruch pojazdów mechanicznych i pieszy.

Sposób otrzymywania kompozycji antypoślizgowej i odladzającej, zawierającej kruszywo diatomitowe i chlorek wapnia, według wynalazku, polega na tym, że skałę diatomitową poddaje się rozdrobnieniu, po czym uzyskane kruszywo diatomitowe po wysuszeniu przesiewa się do uzyskania uziarnienia w zakresie 2–5 mm. Następnie kruszywo o uzyskanej frakcji praży się w temperaturze 450–700°C, po czym studzi się do temperatury pokojowej. Następnie kruszywo suszy się do stałej masy, a potem nasyca się go 25–40% wodnym roztworem chlorku wapnia, odsącza się nadmiar roztworu, a po odsączeniu nadmiaru roztworu przechowuje się w szczelnie zapakowanych suchych opakowaniach.

W wyniku takiego sposobu postępowania otrzymuje się kompozycję, która w wyniku obróbki termicznej i chemicznej uzyskuje specyficzne właściwości, dzięki którym może być stosowana do zimowego utrzymania ciągów komunikacyjnych jako materiał równocześnie odladzający i antypoślizgowy.

Nieoczekiwanie okazało się, że termiczna modyfikacja porowej struktury kruszywa diatomitowego zwiększa jego możliwości sorpcyjne, a nasycenie roztworem chlorku wapnia powoduje, że pod wpływem działania wody jest on stopniowo uwalniany z jego struktury.

Zaletą rozwiązania jest to, że otrzymana sposobem według wynalazku kompozycja cechuje się bardzo wysoką skutecznością topienia lodu oraz zdolnością do utrzymywania tej cechy w czasie, co spowodowane jest stopniową wymywalnością chlorku wapnia z ziaren kruszywa diatomitowego w trakcie przemywania go wodą. W odróżnieniu od zwykle stosowanego chlorku sodu, działającego w temperaturze tylko powyżej -7°C otrzymana kompozycja jest skuteczna w temperaturze nawet od - 40°C. Dodatkowo zastosowanie takiego kruszywa na powierzchni pokrytej warstwą lodu kilkukrotnie zwiększa jej współczynnik tarcia statycznego i dynamicznego w porównaniu do powszechnie stosowanej frakcji piaskowej, co lepiej zapobiega poślizgowi. Wpływają na to: krzemionkowy charakter kruszywa, zapewniający wystarczającą odporność na ścieranie, izometryczny kształt jego ziaren oraz brak wśród nich cząstek ilastych i pylastych. Jednocześnie w wyniku obróbki termicznej i chemicznej wykonanej w trakcie przygotowywania kruszywa, kompozycja nie posiada ostrych i twardych krawędzi, co nie powoduje uszkodzenia karoserii lub szyb pojazdów mechanicznych na skutek odpryśnięcia ziaren spod kół, co powszechnie stwierdza się w przypadku używania żwirów i ostrokrawędzistych kruszyw łamanych. Ponadto w odróżnieniu od obecnie stosowanych mieszanek kruszyw z grubymi ziarnami soli, kompozycja otrzymana sposobem według wynalazku zapewnia szybsze roztapianie lodu, co niejednokrotnie decyduje o bezpieczeństwie na drodze. Natomiast w odróżnieniu od mieszanek kruszyw z drobnymi ziarnami soli, opracowana kompozycja nie ulega zbryleniu, jest rozprowadzana na nawierzchni bardziej równomiernie i ma skuteczne działanie odladzające nie tylko krótkotrwałe, ale także w ciągu dłuższego czasu. Wymienione cechy sprawiają, że kompozycja jest bardziej uniwersalna od używanych dotychczas i może być stosowana w zmiennych warunkach pogodowych, zapewniając przez dłuższy czas uszorstnienie nawierzchni oraz jej odladzanie, co wpływa korzystnie na wzrost bezpieczeństwa użytkowników dróg. Rozwiązanie według wynalazku jest optymalne zwłaszcza w strefie klimatu umiarkowanego, ponieważ ze względu na częste wahania temperatury, balansującej na granicy zera, warstwa śniegu na przemian topnieje i zamarza, powodując gołoledź.

Wynalazek przedstawiony jest w przykładach wykonania, w których przedstawiono sposób otrzymywania kompozycji antypoślizgowej i odladzającej oraz ich właściwości, przy czym przykład 1 jest referencyjny i dotyczy kompozycji, w której kruszywo diatomitowe nie zostało poddane prażeniu. W tabelach poniżej przykładów zestawiono wyniki badań fizyczno-mechanicznych, które uzyskano podczas eksperymentów w warunkach odpowiadających działaniu niskiej temperatury.

Pomiary współczynnika tarcia (tabela 1 i 4) przeprowadzono przy wykorzystaniu zestawu zawierającego statyw pomiarowy i miernik siły ciągu z możliwością elektrycznego przesuwu próbki z prędkością 10–230 mm/min. Pomiary wykonano przesuwając poziomo po płycie lodu na odcinku 250 mm stalową kostkę sześcienną o objętości 64 cm^3 i masie 480 g ze stałą prędkością wynoszącą 50 mm/min. Mierząc wartość siły tarcia podczas wprawiania kostki w ruch (T_s) oraz podczas jej ruchu jednostajnie prostoliniowego (T_d), wyznaczono współczynnik tarcia statycznego μ_s ze wzoru: $\mu_s = \frac{T_s}{N}$,

gdzie T_s – wartość siły tarcia statycznego [N]

N – wartość siły nacisku [N]

oraz współczynnik tarcia dynamicznego μ_d ze wzoru: $\mu_d = \frac{T_d}{N}$,

gdzie T_d – wartość siły tarcia dynamicznego [N]

N – wartość siły nacisku [N]

Pomiary wykonano na płycie lodu, najpierw bez kompozycji, a następnie posypanej kompozycją wg wynalazku w ilości 238 g/m^2. Pomiary wykonano bezpośrednio po posypaniu; po 1 godz. od posypania; po 2 godz. od posypania i po 4 godz. od posypania, przy czym w okresie pomiędzy pomiarami płytę lodu przechowywano w zamrażarce.

W celu określenia wymywalności chlorku wapna (tabela 2 i 5) kruszywo diatomitowe nasycone wodnym roztworem soli umieszczono w zamrażarce na okres 24 godzin, w temperaturze - 20°C, po czym po wyjęciu zalano go wodą destylowaną o temperaturze +20°C i pozostawiono w temperaturze otoczenia na 24 godziny. Następnie odsączono wodę i kompozycję włożono do zamrażarki na 24 godziny w temperaturze - 20°C. W odsączonej wodzie określono metodą argentometryczną ilość zawartej w niej soli i obliczono ilość soli pozostałej w kruszywie diatomitowym. Cykl zamrażanie – przemywanie – odsączanie wody wykonano siedmiokrotnie tj. do czasu, gdy z kruszywa w wyniku przemywania odprowadzono powyżej 99% wagowych soli.

Badanie skuteczności działania kompozycji (tabela 3 i 6) uzyskanej sposobem według wynalazku jako środka odladzającego określono zgodnie z wytycznymi zawartymi w Załączniku do Zarządzenia

Nr 18 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 30 czerwca 2006 r. w sprawie wprowadzenia „Wytycznych zimowego utrzymania dróg". Polega ono na posypaniu płyty lodu kompozycją, a następnie po ustalonym czasie, określono ilość rozpuszczonego lodu. W tym celu do kuwety fotograficznej o wymiarach 15,5 cm x 21 cm wlano 1 litr wody destylowanej, a następnie wstawiono ją do zamrażarki w temperaturze - 10°C na okres 48 godzin, uzyskując prostokątną płytę lodu o powierzchni równej 0,033 m_2 i grubości 35 mm. W tej samej temperaturze zamrożono także kompozycję zawierającą porcję 238 g $CaCl_2$ na1 m^2 lodu. Płytę lodu posypano równomiernie kompozycją i wstawiono do zamrażarki w temperaturze - 10°C na okres 60 minut. Po tym czasie płytę wyjęto i zlano do cylindra pomiarowego powstały roztwór, mierząc objętość roztworu, która jest miarą skuteczności topienia lodu przez kompozycję. Płytę włożono ponownie do zamrażarki i pomiaru objętości powstałego roztworu dokonano po 120 minutach, a następnie po zlaniu roztworu, pomiar powtórzono po 180 minutach. Dla porównania analogiczne badanie wykonano dla płyty lodu posypanej chlorkiem sodu NaCl. Badania wykonano na 5 próbkach każdego z badanych środków odladzających, a wynik końcowy uśredniono. Ocenę skuteczności topienia płyt lodu przez kompozycję dokonano porównując uzyskane wyniki z rezultatem działania chlorku sodu.

P r z y k ł a d 1 (referencyjny)

Kruszywo diatomitowe grube, uzyskane przez rozdrobnienie skały diatomitowej w maszynie rozdrabniającej (kruszarce), suszono w suszarce elektrycznej w temperaturze 105°C przez okres 24 godzin, po czym przesiano go przez 10 minut w wytrząsarce z zestawem sit o kwadratowych oczkach o bokach: D = 5 mm i d = 2 mm. Uzyskane kruszywo diatomitowe o uziarnieniu 2–5 mm, charakteryzujące się następującymi fizyczno-mechanicznymi właściwościami: gęstość nasypowa: 1,1 g/cm^3, nasiąkliwość wagowa: 24,8%, ścieralność w bębnie Devala: 15,8%, suszono do stałej masy, to znaczy do momentu, gdy różnica jego masy pomiędzy dwoma kolejnymi ważeniami jest mniejsza niż 0,1 g. Następnie odważono 300 g kruszywa diatomitowego i umieszczono go w plastikowym, sztywnym pojemniku, po czym zalano go 300 ml 32% wodnego roztworu chlorku wapnia w taki sposób, że powierzchnia roztworu znajdowała się około 2 cm powyżej górnej powierzchni warstwy kruszywa. Roztwór $CaCl_2$ przygotowano przez rozpuszczenie 500 g wysuszonego w temperaturze 105°C czystego $CaCl_2$ w 1 litrze wody destylowanej. Pojemnik z kruszywem zalanym roztworem soli przykryto szczelną pokrywą i pozostawiono na czas 24 godzin w celu całkowitego nasycenia kruszywa roztworem soli. Po tym czasie kompozycję wyjęto z pojemnika i intensywnie mieszając przez okres 10 minut odsączono z nadmiaru roztworu przez sito o kwadratowych oczkach równych 1 mm, po czym przełożono ją do suchego plastikowego worka i szczelnie zamknięto. Uzyskano produkt zawierający chlorek wapnia w ilości 11,73% wagowych, nadający się do bezpośredniego stosowania na powierzchnie ciągów komunikacyjnych o cechach użytkowych podanych w tabeli 1, 2 i 3.

Tabela 1

Nazwa parametru		Warunki badania				
		Kostka stalowa na płycie lodu bez kruszywa	Kostka stalowa na płycie lodu posypanej kruszywem w ilości 238 g/m^2			
			Bezpośrednio po posypaniu	po 1 godz. od posypania	po 2 godz. od posypania	po 4 godz. od posypania
Współczynnik tarcia statycznego μ_s	wartość współczynnika	0,03	0,10	0,07	0,05	0,04
	przyrost wartości [%]	-	233	133	67	33
Współczynnik tarcia dynamicznego μ_d	wartość współczynnika	0,02	0,07	0,06	0,04	0,03
	przyrost wartości [%]	-	250	200	100	50

Tabela 2

	Udział $CaCl_2$ w kruszywie [% wag.]	Ilość $CaCl_2$ wypłukanego z kruszywa [% wag]
przed cyklami zamrażania i przemywania	11,73	-
po 1 cyklu zamrażania i przemywania	7,71	4,02
po 2 cyklu zamrażania i przemywania	2,73	9,00
po 3 cyklu zamrażania i przemywania	0,87	10,86
po 4 cyklu zamrażania i przemywania	0,23	11,50
po 5 cyklu zamrażania i przemywania	0,07	11,66
po 6 cyklu zamrażania i przemywania	0,03	11,70
po 7 cyklu zamrażania i przemywania	0,01	11,72

Tabela 3

Rodzaj materiału odladzającego	Nr pomiaru	Ilość stopionego lodu					
		po 60 min.		po 120 min.		po 180 min.	
		[ml]	[%]	[ml]	[%]	[ml]	[%]
Chlorek sodu stanowiący materiał porównawczy, dobrze spełniający wymagania zimowego utrzymania dróg	próbka 1	27	2,7	8	0,8	3	0,3
	próbka 2	25	2,5	9	0,9	2	0,2
	próbka 3	26	2,6	8	0,8	2	0,2
	próbka 4	24	2,4	9	0,9	3	0,3
	próbka 5	25	2,5	7	0,7	2	0,2
	średnio	*25*	*2,5*	*8*	*0,8*	*2*	*0,2*
		Łączna ilość stopionego lodu [%] po działaniu chlorku sodu: 3,5					
Kruszywo diatomitowe nasycone chlorkiem wapnia	próbka 1	18	1,2	6	0,6	4	0,4
	próbka 2	16	1,4	7	0,6	5	0,5
	próbka 3	17	1,2	6	0,6	4	0,4
	próbka 4	18	1,2	7	0,7	5	0,5
	próbka 5	15	1,3	9	0,7	5	0,5
	średnio	*17*	*1,7*	*7*	*0,7*	*5*	*0,5*
		Łączna ilość stopionego lodu [%] po działaniu kruszywa: 2,9					
		Ilość stopionego lodu po działaniu kruszywa w stosunku do ilości stopionego lodu po działaniu chlorku sodu [%]: 82,8					

P r z y k ł a d 2

Kruszywo diatomitowe grube, uzyskane przez rozdrobnienie skały diatomitowej w maszynie rozdrabniającej (kruszarce), suszono w suszarce elektrycznej w temperaturze 105°C przez okres 6 godzin, po czym przesiano go przez 10 minut w wytrząsarce z zestawem sit o kwadratowych oczkach o bokach: D = 5 mm i d = 2 mm. Uzyskane kruszywo diatomitowe o uziarnieniu 2–5 mm umieszczono w piecu komorowym zwiększając temperaturę z prędkością 4°C/min do uzyskania temperatury 600°C. Następnie kruszywo prażono w tej temperaturze przez okres 24 godzin, po czym piec wyłączono i przez 36 godzin studzono go do osiągnięcia temperatury pokojowej. Uzyskane kruszywo charakteryzujące się następującymi fizyczno-mechanicznymi właściwościami: gęstość nasypowa: 0,85 g/cm^3, nasiąkliwość wagowa: 34,9%, ścieralność w bębnie Devala: 6,4%, suszono do stałej masy, to znaczy do momentu, gdy różnica jego masy pomiędzy dwoma kolejnymi ważeniami jest mniejsza niż 0,1 g. Następnie odważono 300 g kruszywa diatomitowego i umieszczono go w plastikowym, sztywnym pojemniku, po czym zalano go 300 ml 32% wodnego roztworu chlorku wapnia w taki sposób, że powierzchnia roztworu znajdowała się około 2 cm powyżej górnej powierzchni warstwy kruszywa. Roztwór $CaCl_2$ przygotowano przez rozpuszczenie 500 g wysuszonego w temperaturze 105°C czystego $CaCl_2$ w 1 litrze wody destylowanej. Pojemnik z kruszywem zalanym roztworem soli przykryto szczelną pokrywą i pozostawiono na czas 24 godzin w celu całkowitego nasycenia kruszywa roztworem soli. Po tym czasie kompozycję wyjęto z pojemnika i intensywnie mieszając przez okres 10 minut odsączono z nadmiaru roztworu przez sito o kwadratowych oczkach równych 1 mm, po czym przełożono ją do suchego plastikowego worka i szczelnie zamknięto. Uzyskano produkt zawierający chlorek wapnia w ilości 15,65% wagowych, nadający się do bezpośredniego stosowania na powierzchnie ciągów komunikacyjnych o cechach użytkowych podanych w tabeli 4, 5 i 6.

Tabela 4

Nazwa parametru		Warunki badania				
		Kostka stalowa na płycie lodu bez kruszywa	Kostka stalowa na płycie lodu posypanej kruszywem w ilości 238 g/m^2			
			Bezpośrednio po posypaniu	po 1 godz. od posypania	po 2 godz. od posypania	po 4 godz. od posypania
współczynnik tarcia statycznego μ_s	wartość współczynnika	0,03	0,12	0,10	0,09	0,07
	przyrost wartości [%]	-	300	233	200	133
współczynnik tarcia dynamicznego μ_d	wartość współczynnika	0,02	0,08	0,09	0,07	0,05
	przyrost wartości [%]	-	300	350	250	150

Tabela 5

	Udział $CaCl_2$ w kruszywie [% wag.]	Ilość $CaCl_2$ wypłukanego z kruszywa [% wag]
przed cyklami zamrażania i przemywania	15,65	-
po 1 cyklu zamrażania i przemywania	10,32	5,33
po 2 cyklu zamrażania i przemywania	6,59	9,06
po 3 cyklu zamrażania i przemywania	2,11	13,54
po 4 cyklu zamrażania i przemywania	0,74	14,91
po 5 cyklu zamrażania i przemywania	0,16	15,49
po 6 cyklu zamrażania i przemywania	0,02	15,63
po 7 cyklu zamrażania i przemywania	0,01	15,64

Tabela 6

Rodzaj materiału odladzającego	Nr pomiaru	Ilość stopionego lodu					
		po 60 min.		po 120 min.		po 180 min.	
		[ml]	[%]	[ml]	[%]	[ml]	[%]
Chlorek sodu stanowiący materiał porównawczy, dobrze spełniający wymagania zimowego utrzymania dróg	próbka 1	27	2,7	8	0,8	3	0,3
	próbka 2	25	2,5	9	0,9	2	0,2
	próbka 3	26	2,6	8	0,8	2	0,2
	próbka 4	24	2,4	9	0,9	3	0,3
	próbka 5	25	2,5	7	0,7	2	0,2
	średnio	*25*	*2,5*	*8*	*0,8*	*2*	*0,2*
		Łączna ilość stopionego lodu [%] po działaniu chlorku sodu: 3,5					
Kruszywo diatomitowe nasycone chlorkiem wapnia	próbka 1	22	2,2	6	0,6	4	0,4
	próbka 2	20	2,0	9	0,9	3	0,3
	próbka 3	21	2,1	8	0,8	4	0,4
	próbka 4	21	2,1	7	0,7	3	0,3
	próbka 5	22	2,2	9	0,9	5	0,5
	średnio	*21*	*2,1*	*8*	*0,8*	*4*	*0,4*
		Łączna ilość stopionego lodu [%] po działaniu kruszywa: 3,3					
		Ilość stopionego lodu po działaniu kruszywa w stosunku do ilości stopionego lodu po działaniu chlorku sodu [%]: 94,3					

Zastrzeżenie patentowe

1. Sposób otrzymywania kompozycji antypoślizgowej i odladzającej, zawierającej kruszywo diatomitowe i chlorek wapnia, **znamienny tym**, że skałę diatomitową poddaje się rozdrobnieniu, po czym uzyskane kruszywo diatomitowe po wysuszeniu przesiewa się do uzyskania uziarnienia w zakresie 2–5 mm, a następnie kruszywo o uzyskanej frakcji praży się w temperaturze 450–700°C,p o czym studzi się do temperatury pokojowej, a następnie kruszywo suszy się do stałej masy, a potem nasyca się go 25–40% wodnym roztworem chlorku wapnia, odsącza się nadmiar roztworu, a po odsączeniu nadmiaru roztworu przechowuje się w szczelnie zapakowanych suchych opakowaniach.