



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **128541** (13) **C2**
(51) МПК (2024.01)
C08J 3/12 (2006.01)
C08J 3/00
B29B 17/00
B29B 17/04 (2006.01)
C08L 95/00
E01C 7/26 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2021 06689	(72) Винахідник(и):	Джіннаттазьо Федеріка (ІТ), Чізані Серджіо (ІТ), Бертулетті Еліза (ІТ)
(22) Дата подання заявки:	04.05.2020	(73) Володілець (володільці):	ІТЕРКІМІКА ЕС.ПІ.ЕЙ., Via G. Marconi, 21, 24040 Suisio (BG), Italy (ІТ)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності:	08.08.2024	(74) Представник:	Петров Андрій Володимирович, реєстр. №139
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Парижської конвенції:	102019000006600	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	CN 103509356 A, 15.01.2014 GB 2465839 A, 09.06.2010 CN 102585520 A, 18.07.2012 CN 107674289 A, 09.02.2018 EP 0332245 A2, 13.09.1989 US 5252641 A, 12.10.1993 US 2009/0163625 A1, 25.06.2009
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Парижської конвенції:	07.05.2019		
(33) Код держави-учасниці ІТ Парижської конвенції, до якої подано попередню заявку:	ІТ		
(41) Публікація відомостей про заявку:	26.01.2022, Бюл.№ 4		
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію:	07.08.2024, Бюл.№ 32		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	PCT/EP2020/062260, 04.05.2020		

(54) СПОСІБ ОТРИМАННЯ ДОБАВКИ ДЛЯ БІТУМНИХ КОНГЛОМЕРАТІВ

(57) Реферат:

Винахід стосується способу отримання композиції добавки, призначеної для змішування з бітумним конгломератом для дорожнього покриття, а саме суміші полімерів і добавок, яку можна використовувати для модифікації бітумних конгломератів, бітуму і бітумних продуктів, таких як бітумні мембрани, для надання бітумним складам пружності, що включає стадії: забезпечення змішаних відходів, що містять суміш пластмасових матеріалів, при цьому зазначена суміш пластмасових матеріалів містить щонайменше один пластмасовий матеріал на основі поліолефінового термопластичного полімеру, подрібнення до отримання розміру частинок від 20 до 40 мм, промивання, відділення частини пластмасового матеріалу, що має середню щільність 1,0 кг/м³ або менше, і містить поліолефіновий термопластичний полімер, подрібнення зазначеної частини пластмасового матеріалу до досягнення розміру частинок від 10 до 20 мм, змішування з полівінілбутиралем і подальше подрібнення розміру частинок від 4 до 6 мм.

UA 128541 C2

ОБЛАСТЬ ТЕХНІКИ

Даний винахід належить до технічної галузі виробництва добавок для бітумних конгломератів, іншими словами, до суміші полімерів та добавок, яку можна використовувати для модифікації бітумних конгломератів, бітуму та бітумних продуктів, таких як бітумні мембрани, з метою надання пружності бітумним складам, придатним для забезпечення дорожнього покриття.

Зокрема, даний винахід відноситься до способу отримання композиції добавки для бітумних конгломератів з утилізованого та/або рециклового пластмасового матеріалу.

Зокрема, даний винахід відноситься до одержуваної таким чином композиції добавки, яка дозволяє поліпшити механічні характеристики бітумного конгломерату, що містить зазначену добавку, а також продовжити термін служби дорожнього покриття, виготовленого із застосуванням такого бітумного конгломерату.

РІВЕНЬ ТЕХНІКИ

Необхідність розробки технологій та продуктів, максимально безпечних для навколишнього середовища, все ще є актуальною задачею, особливо в галузі виробництва бітуму, асфальту та бітумних конгломератів, зокрема шляхом застосування поновлюваних або екологічно безпечних сировинних матеріалів.

Крім того, в такій галузі техніки стала дуже важливою потреба оптимізувати способи отримання як бітумних конгломератів, так і компонентів, необхідних для їх приготування, що дозволяє зменшити загальний видобуток сировинних матеріалів і, таким чином, вуглецевий слід, пов'язаний із зазначеними способами.

Наприклад, бажаною метою є розробка складів, придатних для модифікації первинного бітуму внаслідок його все більш нижчої якості.

Крім того, в даній галузі техніки добре відомо застосування добавок для поліпшення властивостей бітумних конгломератів, бітуму, бітумних продуктів і асфальтів в цілому, наприклад, такі добавки можуть являти собою композиції, що містять термопластичні полімери або еластомери, які застосовуються для поліпшення механічних властивостей бітумного конгломерату, бітуму і бітумних продуктів, що містять такі добавки, таких як, в загальному випадку, опір руйнуванню або пружність, і для скорочення погіршення якості бітумного конгломерату, що зазвичай застосовується в якості покриваючого шару для доріг.

Композиція асфальту, що містить заповнювачі, гранульований або порошкоподібний матеріал, отриманий з відходів гумової суміші, наприклад, відходів відпрацьованих шин, суміш термопластичних полімерів і кополімерів, а також додаткові добавки і наповнювачі, описані в міжнародній заявці на патент WO20151795.

Заявка US 2009/016325 відноситься до високоякісної бітумної суміші, що містить мінеральні заповнювачі, покриті композицією термопластичних полімерів, переважно містить полівінілбутираль.

Зокрема, така композиція може містити утилізований або рецикловий термопластичний полімер, у тому числі вторинний полівінілбутираль, отриманий в результаті вторинної переробки скляних панелей, що застосовуються в галузі будівельної промисловості та автомобільних вітрових стекол.

Розглянуто просту можливість включення в таку полімерну композицію також поліолефінів; однак, інформація про конкретні комбінації матеріалів у термопластичній полімерній композиції не наведена.

CN103509356 A відноситься до модифікованого матеріалу асфальтової суміші, що містить наступні компоненти в масових частинах: від 150 до 200 частин поліетилену, від 60 до 90 частин блок-кополімеру полістирол-полібутадієн-полістиролу, від 16 до 30 частин поліетилентерефталату, від 50 до 80 частин полівінілбутиралу і від 20 до 40 частин наповнювача.

Спосіб отримання модифікованого матеріалу асфальтової суміші включає стадії забезпечення вищезгаданого сировинного матеріалу, отримання суміші поліетилену і блок-кополімеру полістирол-полібутадієн-полістиролу шляхом їх плавлення та гранулювання, подальшого змішування змішаних таким чином гранул з рештою сировинним матеріалом шляхом плавлення та спільного екструдювання отриманої таким чином суміші.

У будь-якому випадку, незважаючи на те, що добавки для покращення хімічних та механічних властивостей комерційно доступних асфальтів, а також асфальтів, які можуть бути виготовлені за їх допомогою, зазвичай отримують з урахуванням впливу на навколишнє середовище, наприклад, із застосуванням скрапу від інших промислових процесів або рециклових матеріалів, способи отримання таких матеріалів все ще не здатні якнайкраще поєднувати необхідність значного зниження впливу на навколишнє середовище при

виробництві зазначених добавок з механічними властивостями дорожнього покриття, виготовленого із застосуванням бітумних конгломератів, отриманих шляхом додавання зазначених добавок.

Іншим недоліком відомого рівня техніки є труднощі одержання добавок вищезгаданого типу за допомогою технологій, що дозволяють отримувати гомогенну суміш постійної якості, яку можна легко дозувати.

Додатковим недоліком відомого рівня техніки є труднощі одержання добавок вищезгаданого типу, які можуть гарантувати постійну якість готової добавки.

Справді, необхідність виявлення ефективного способу утилізації та повторного використання скрапу або пластмасових відходів, як придатних для вторинної переробки, так і непридатних, стає надзвичайно важливою.

Зокрема, в Європі, і не тільки там, необхідність виявлення альтернативного кінцевого споживача відходів вищезазначеного типу має першорядне значення, оскільки, з одного боку, у багатьох районах континенту відсутня достатня кількість установок для утилізації таких відходів та/або установок вироблення енергії з використанням зазначених відходів, при цьому з іншого боку йде пошук можливості їх повторного використання, що надає менший вплив на навколишнє середовище порівняно зі спалюванням або захороненням на звалищі.

Крім того, слід враховувати, що кількість у відсотках рециклової пластмаси в порівнянні з первинною пластмасою, що застосовується для виготовлення предметів масового споживання, не пропорційно збільшенню об'ємів пластмаси, переробленої та відібраної завдяки більш ефективній системі збору, заснованої на сортуванні відходів.

Відповідно, пластмасу, що залишилася після таких процесів утилізації або т.п., а також певну кількість непереробленої пластмаси, необхідно видаляти за допомогою процесів вироблення енергії з використанням відходів, шляхом доставки на звалище або, рідше, використовувати для виробництва альтернативних видів палива.

У світлі описаного вище відомого рівня техніки проблема, що лежить в основі цього винаходу, полягала в розробці способу отримання композиції добавки для бітумних конгломератів, виходячи із пластмасових відходів, який забезпечує повторне використання широкого ряду відходів і який є більш екологічно стійким, а також дозволяє отримувати композицію з високою доданою вартістю, особливо підходящу для застосування в якості добавки для приготування високоякісних сумішей бітумного конгломерату.

СУТНІСТЬ ВИНАХОДУ

Зазначена проблема була вирішена шляхом забезпечення способу отримання композиції добавки, призначеної для змішування з бітумним конгломератом, бітумом або іншими продуктами бітумними для дорожнього покриття, що включає наступні стадії:

а) забезпечення змішаних відходів, що містять суміш пластмасових матеріалів, що містить щонайменше один пластмасовий матеріал на основі поліолефінового термопластичного полімеру;

б) подрібнення зазначених змішаних відходів до досягнення розміру частинок від 40 мм до 80 мм, розміру частинок, переважно дорівнює приблизно 60 мм;

с) промивання подрібнених таким чином змішаних відходів та відділення контрольованим способом частини пластмасового матеріалу, що має характерну середню щільність, від зазначених змішаних відходів, при цьому зазначена частина пластмасового матеріалу містить зазначений щонайменше один пластмасовий матеріал на основі поліолефінового термопластичного полімеру;

д) подрібнення зазначеної частини пластмасового матеріалу, що має характерну середню щільність, до досягнення розміру частинок від 10 мм до 20 мм, переважно розміру частинок від 12 до 15 мм; і

е) змішування при кімнатній температурі подрібненої таким чином зазначеної частини пластмасового матеріалу, що має характерну середню щільність, з матеріалом на основі полівінілбутиралу (ПВБ), та подрібнення отриманої таким чином суміші з отриманням готової до застосування гранульованої композиції добавки з розміром частинок від 4 мм до 6 мм, з розміром частинок, переважно рівним приблизно 4 мм, при цьому зазначену стадію с) промивання та поділу здійснюють із застосуванням способу поділу по щільності, що, тим самим, дозволяє вибрати задане граничне значення щільності та відокремити від зазначених змішаних відходів зазначену частину пластмасового матеріалу, що має характерну середню щільність, меншу або рівну зазначеному заданому граничному значенню, при цьому зазначена характерна середня щільність менша або дорівнює 1,0 кг/м³, як визначено згідно з процедурою DIN 55990.

Згідно з цим винаходом під виразом "змішані відходи" мають на увазі суміш крупнозернистих твердих залишків, тобто твердих залишків з розміром частинок, зазвичай перевищує або

дорівнює 60 мм, при цьому зазначена суміш містить тверді залишки, що у свою чергу, містять один або більше пластмасових матеріалів, в деяких випадках зазначена суміш містить тверді залишки, що складаються з композиційних матеріалів, тобто містять пластмасовий матеріал і твердий матеріал, що мають різну хімічну природу, наприклад папір, картон або метал, наприклад, алюміній.

Зокрема, зазначені змішані відходи можуть містити тверді залишки, виготовлені з пластмасового матеріалу, які утворюються з міських твердих відходів або в результаті промислового або кустарного виробництва виробів, виготовлених із пластмасового матеріалу, або будь-якої їх комбінації, при цьому зазначені тверді залишки не утилізують або не піддаються утилізації в ланцюжку вторинної переробки пластмасових матеріалів, наприклад, що містять ПВБ, отриманий при подрібненні вітрового скла і склопакета.

Зокрема, зазначені залишки пластмасового матеріалу, тобто переважну частину утилізованої пластмаси, можна отримати з відходів, що містять так звані "тверді пластмаси", тобто тверді та жорсткі пластмасові матеріали, які зазвичай не утилізують або не піддаються утилізації в ланцюжку вторинної переробки пластмасових матеріалів, такі як іграшки, ручки, маркери та письмові приладдя, виготовлені з пластмаси, шльопанці, урни та кошики, виготовлені з пластмаси, ящики для фруктів та овочів, труби, столи та стільці, виготовлені з пластмаси, садові меблі, відра, умивальники та раковини, чохли для аудіокaset, CD, DVD, відеокasetи та аналогічні вироби. Зазначені предмети, як правило, збирають разом із відходами, які збирають без проведення сортування відходів у системі збирання міських твердих відходів біля воріт будинку, або разом із великогабаритними відходами на міських екологічних майданчиках.

Згідно з цим винаходом зазначені залишки пластмасового матеріалу можна отримати з відходів, які раніше були повністю або частково позбавлені залишків, що складаються з полівінілхлориду та випадкових небажаних матеріалів, таких як папір, картон, деревина, тканини, метал або скло.

У будь-якому випадку зазначені змішані відходи можуть містити незначну кількість твердих залишків, що складаються з матеріалів, відмінних від пластмаси, наприклад, папір, картон, деревину, метал або скло.

Підсумовуючи, можна сказати, що запропонований у цьому винаході спосіб дозволяє утилізувати і повторно використовувати зазначені змішані відходи, зазвичай розміщуються на звалищі або спрямовуються в сміттєспалювальну установку, що забезпечує значну перевагу з екологічної точки зору.

Далі, згідно з цим винаходом, вираз "щонайменше один пластмасовий матеріал, що містить термопластичний полімер/на основі термопластичного полімеру" означає пластмасовий матеріал (тобто пластмасу), який містить полімерні ланцюги, пов'язані міжмолекулярними взаємодіями, тобто силами Ван-дер-Ваальса, що утворюють лінійні чи розгалужені структури; зокрема, завдяки їх хімічній структурі при нагріванні термопластики розм'якшуються або розплавляються, потім надають їм форму, формують, зварюють і отверджують при охолодженні.

Згідно з цим винаходом термін "кімнатна температура" означає температуру зовнішнього середовища, в якій виконують цю операцію.

Іншими словами, згадану вище стадію е) здійснюють без подачі додаткового тепла до змішаного таким чином матеріалу, якби не потенційно незначне тепло, що пасивно надходить із зовнішнього середовища.

Наприклад, зазначена кімнатна температура може становити від 2 до 45 °C, зокрема, від 15 до 25 °C.

Нарешті, згідно з цим винаходу під терміном "розмір частинок" мають на увазі діапазон числових значень, що включає мінімальне значення і максимальне значення діаметра гранул/стружки, які складають змішані відходи, при цьому пластмасовий матеріал такої частини пластмасового матеріалу має характерну середню щільність, при цьому зазначену композицію добавки можна отримати способом згідно з цим винаходом.

Перевагою є те, що спосіб згідно з цим винаходом дозволяє отримувати композицію добавки, яку можна додавати в суміш бітумного конгломерату, бітум або інші бітумні продукти.

Спосіб згідно з цим винаходом дозволяє переважно отримувати композицію добавки, яку можна додавати суміш бітумного конгломерату з отриманням високоякісної суміші бітумного конгломерату.

Фактично, при застосуванні суміші бітумного конгломерату, що містить гранульовану композицію добавки, одержувану способом згідно з цим винаходом, для виготовлення дорожнього покриття, останнє має покращені механічні характеристики порівняно з дорожнім

покриттям, виготовленим із застосуванням суміші бітумного конгломерату, що не містить запропоновану в цьому винаході композицію добавки.

Зокрема, одержувана таким чином суміш бітумного конгломерату має покращені хіміко-фізичні характеристики, особливо щодо консистенції, порівняно з аналогічними продуктами, які зазвичай використовують для тієї ж мети.

Відповідно, вищевказана гранульована композиція добавки готова до застосування, що означає, що її можна легко диспергувати в додаткових інгредієнтах, необхідних для приготування суміші бітумного конгломерату, що містить бітум та заповнювачі, що забезпечує перевагу з точки зору практичного застосування композиції добавки, а також саме завдяки її високій однорідності та розподілу в конгломератній суміші, зазначена суміш добавок дозволяє отримувати дорожнє покриття з покращеними механічними характеристиками завдяки застосуванню конгломератної суміші, модифікованої таким чином.

Іншими словами, необов'язково піддавати адитивну композицію згідно з цим винаходом нагріванню, плавленню та екструзії для отримання екструдованих гранул, що містять суміш як зазначеного пластмасового матеріалу, що має характерну середню щільність, так і зазначеного матеріалу на основі полівінілбутиралу з постійними та однорідними характеристиками якості.

Зокрема, згадану вище гранульовану композицію добавки можна безпосередньо диспергувати в додаткових інгредієнтах, необхідних для приготування суміші бітумного конгломерату, завдяки наявності такого пластмасового матеріалу, обраного таким чином на зазначеній стадії с) і має зазначену характерну середню щільність, властивість, яка також тісно пов'язана з властивостями перехідного стану пластмасового матеріалу.

Фактично, щонайменше один термопластичний поліолефіновий полімер, що міститься в пластмасовому матеріалі частини, обраної таким чином на стадії с), має температуру розм'якшення від 120 до 180 °C і таким чином може бути безпосередньо доданий до заповнювачів і бітуму за допомогою так званого сухого способу (який не вимагає гарячого змішування термопластиків та інших модифікаторів з бітумом перед додаванням до заповнювачів) під час отримання бітумного конгломерату.

Таким чином, суміш добавок, одержувану за допомогою запропонованого у цьому винаході способу, можна переважно ефективно піддавати гарячому перемішуванню з бітумом та заповнювачами, отже, вже на стадії приготування бітумного конгломерату.

В іншому випадку, відповідно до традиційного "вологого способу" звичайні добавки обов'язково спочатку змішують тільки з бітумом при вищій температурі, зазвичай при температурі вище або дорівнює 180 °C, наприклад, від 180 до 200 °C. Потім бітум, змішаний таким чином з добавкою, зазвичай витримують за певної температури до наступного змішування із заповнювачами з отриманням бітумного конгломерату, готового до укладання на дорогу.

У той же час щонайменше один термопластичний поліолефіновий полімер, що міститься в пластмасовому матеріалі частини, обраної таким чином на стадії с), має температуру плавлення (T_m) від 120 до 165 °C, як визначено за допомогою температури диференціального сканування (DSC) згідно процедури ASTM D3418.

В іншому випадку, середня щільність пластмас, що містяться у зазначеній суміші пластмасових матеріалів, що містяться у зазначених змішаних відходах, до відділення вищезгаданої частини пластмасового матеріалу під час зазначеної стадії с), зазвичай становить від 1,5 до 2 кг/м³, як визначено згідно з процедурою DIN 55990.

Відповідно, температура плавлення (T_m) пластмас, що містяться у вказаній суміші пластмасових матеріалів, що містяться у зазначених змішаних відходах, до відділення вищезгаданої частини на зазначеній стадії с) становить від 40 до 250 °C, як визначено за допомогою температури диференціального сканування (DSC) згідно з процедурою ASTM D3418.

Звичайно, відповідно до альтернативного застосування згадану вище гранульовану композицію добавки можна диспергувати в додаткових інгредієнтах, необхідних для приготування бітуму або інших бітумних сумішей, завдяки присутності такого пластмасового матеріалу, обраного таким чином на зазначеній стадії с) має також зазначену характерну середню щільність.

Зокрема, якщо згадану вище гранульовану композицію добавки використовують при прямій модифікації бітуму або в інших процесах, в яких використовують бітум, як у бітумних мембранах, вона легше диспергується в порівнянні з аналогічними вже відомими продуктами внаслідок її нижчої температури розм'якшення (і її питомого значення показника плинності розплаву (MFI)).

Зокрема, у змішаних відходах, забезпечених на зазначеній стадії а), зазначена суміш пластмасових матеріалів містить пластмасові матеріали, що містять щонайменше один полімер, вибраний з поліетилену, кополімеру поліетилену, поліпропілену, кополімеру поліпропілену, поліетилентерефталату, акрилонітрил-бутадієн-стиролу (ABS), полікарбонату, полістиролу, поліуретану або будь-якої їх комбінації.

Більш конкретно, у змішаних відходах, забезпечених на зазначеній стадії а), зазначений термопластичний поліолефіновий полімер вибраний з поліетилену, кополімеру поліетилену, поліпропілену, кополімеру поліпропілену або будь-якої комбінації зазначених матеріалів.

Більш переважно, поліетилен може бути поліетиленом високої щільності та/або поліетилен низької щільності.

Підсумовуючи, можна сказати, що суміш добавок, одержувана за допомогою запропонованого в цьому винаході способу, забезпечує більш високу практичність застосування, енергозбереження та більш постійні та однорідні кінцеві фізико-хімічні характеристики порівняно з традиційними сумішами добавок.

Суміш добавок, одержувана згідно з запропонованим у цьому винаході способом, також вимагає зменшеного часу плавлення і перемішування, що дозволяє змішувати матеріали, які складають бітумний конгломерат, протягом часу, що не перевищує одну хвилину з тим, щоб відразу ж укласти його на дорогу.

Зазначені змішані відходи переважно попередньо піддають попередній стадії поділу, у процесі якої видаляють можливі фракції, виготовлені з полівінілхлориду (ПВХ), та/або фракції, виготовлені з небажаних матеріалів, таких як папір, картон, деревина, тканини, метал або скло.

Згідно з таким же переважним способом, на зазначеній стадії b) подрібнення після подрібнення зазначені змішані відходи піддають процедурі відділення металевої фракції, можливо, що міститься в них, більш переважно, зазначена процедура відділення металевої фракції від зазначених змішаних відходів, подрібнених таким чином, включає першу стадію відділення застосуванням магнітних засобів (знезалізнення) та другу стадію відділення фракції кольорових металів.

Як зазначено вище, зазначену стадію c) промивання та поділу здійснюють за допомогою способу поділу по щільності, вибору заданого граничного значення щільності та відокремлення від зазначених змішаних відходів зазначеної частини пластмасового матеріалу, що має середню щільність, меншу або рівну зазначеному граничному значенню.

Зокрема, як буде ясно нижче з посиланням на докладний опис, під час зазначеної стадії c) промивання та поділу, що здійснюється за допомогою способу поділу по щільності, вибрані пластмасові матеріали із зазначених змішаних відходів можна розділити шляхом декантації із застосуванням розчину, що має щільність, рівну попередньо встановленому значенню.

Зокрема, зазначений поділ за густиною можна здійснювати із застосуванням водного розчину, що має щільність, рівну попередньо встановленому значенню, яке знаходиться в діапазоні між значенням густини зазначеного щонайменше одного пластмасового матеріалу на основі поліолефінового термопластичного полімеру, що міститься у зазначеній частині пластмасового матеріалу, що має характерну середню щільність, зазначеної суміші пластмасових матеріалів, і значеннями щільності матеріалів, що містяться у зазначених змішаних відходах з щільністю, що перевищує щільність зазначеного щонайменше одного пластмасового матеріалу на основі поліолефінового термопластичного полімеру.

Таким чином, на зазначеній стадії c) промивання та поділу можна ефективно та точно відокремити зазначену частину пластмасового матеріалу, що має характерну середню щільність, від змішаних відходів, позбавлених зазначеної частини пластмасового матеріалу.

Залежно від застосування необхідної композиції добавки, наприклад, залежно від конкретного типу бітумного конгломерату, який можна отримати із застосуванням зазначеної композиції добавки, на зазначеній стадії c) промивання та поділу, вибирають зазначене задане граничне значення щільності та відокремлюють частину пластмасового матеріалу, яка має середню щільність, меншу або рівну зазначеному граничному значенню, при цьому зазначена характерна середня щільність становить від $0,70 \text{ кг/м}^3$ до $0,90 \text{ кг/м}^3$, як визначено згідно з процедурою DIN 55990.

Згідно з переважним варіантом реалізації у зазначеній частині пластмасового матеріалу, що має характерну середню щільність, відокремлену на зазначеній стадії c) промивання та поділу, щонайменше один пластмасовий матеріал заснований на поліолефіновому термопластичному полімері, вибраному з групи, що включає поліетилен, кополімер поліетилену, поліпропілен, кополімер поліпропілену або будь-яку їхню суміш.

Зазначена частина пластмасового матеріалу, що має характерну середню щільність, може містити вказаний щонайменше один пластмасовий матеріал на основі поліолефінового

термопластичного полімеру в кількості, більшій або рівній 75 % за масою відносно загальної маси зазначеної частини пластмасового матеріалу, переважно в кількості, більшій або рівній 80 % за масою щодо загальної маси зазначеної частини пластмасового матеріалу, ще більш переважно в кількості, більшій або рівній 85 % за масою щодо загальної маси зазначеної частини пластмасового матеріалу, найбільш переважно в кількості, більшій або рівному 90 % за масою щодо загальної маси зазначеної частини пластмасового матеріалу.

Відповідно до такого ж переважного способу зазначена частина пластмасового матеріалу, що має характерну середню щільність, відокремлена таким чином на зазначеній стадії с) промивання та поділу, може містити полістирол та/або поліуретан у кількості, меншій або рівній 15 % за масою відносно загальної маси зазначеної частини пластмасового матеріалу, що має характерну середню щільність, переважно в кількості, меншій або рівному 10 % за масою щодо загальної маси зазначеної частини пластмасового матеріалу, більш переважно в кількості, меншій або рівному 5 % за масою відносно загальної маси зазначеної частини пластмасового матеріалу.

Згідно з переважним варіантом реалізації на зазначеній стадії с) промивання та поділу можна додавати другу суміш пластмасових матеріалів, що містить щонайменше один пластмасовий матеріал на основі поліолефінового термопластичного полімеру, і змішувати із зазначеними змішаними відходами, при цьому зазначена друга суміш переважно містить зазначений щонайменше один пластмасовий матеріал на основі поліолефінового термопластичного полімеру в кількості, що дорівнює щонайменше 75 % за масою щодо її загальної маси, більш переважно в кількості, що дорівнює щонайменше 80 % за масою щодо її загальної маси, ще більш переважно в кількості, що дорівнює по щонайменше 85 % за масою щодо її загальної маси.

Згідно з цим винаходом зазначена друга суміш пластмасових матеріалів містить залишки, виготовлені з пластмасового матеріалу, які отримують з відходів, що утилізуються, зокрема залишки від переробки відходів, придатних для вторинної переробки і зібраних шляхом сортування відходів.

Зокрема, зазначені залишки, виготовлені з пластмасового матеріалу, які отримують з відходів, що утилізуються, зазвичай видаляють і утилізують при зборі на основі сортування пластмаси і направляють в ланцюжок вторинної переробки, такі як упаковка, виготовлена з пластмаси, змішана упаковка, наприклад, плівки, виготовлені з більш ніж одного пластмасового матеріалу або композитного матеріалу, та їх суміші.

На зазначеній стадії с) промивання та поділу зазначена друга суміш пластмасових матеріалів переважно містить пластмасові матеріали, що містять щонайменше один полімер, вибраний з поліетилену, кополімеру поліетилену, поліпропілену, кополімеру поліпропілену, поліетилентерефталату, полістиролу, поліетилакрилату (PEA), поліметилакрилату (PMA), полібутилакрилату (PBA) або будь-якої їх комбінації.

Відповідно до цілком переважного способу зазначені залишки пластмасового матеріалу, що містяться в зазначеній другій суміші пластмасового матеріалу, можуть являти собою скрап від процесів утилізації зворотних відходів, виготовлених з пластмасового матеріалу або композитного матеріалу, які видаляють і утилізують при зборі на основі сортування пластмасових відходів.

Згідно з таким же переважним способом зазначені залишки пластмасового матеріалу, що містяться в другій суміші пластмасового матеріалу, можуть являти собою стружку промислового та/або кустарного виробництва виробів, виготовлених з пластмасового матеріалу.

Згідно з повністю переважним способом зазначену другу суміш пластмасових матеріалів додають до зазначених змішаних відходів у кількості від 5 до 35 % за масою щодо маси зазначених змішаних відходів, переважно в кількості від 10 до 30 % по масі щодо маси зазначених змішаних відходів.

Перевагою є те, що запропонований у цьому винаході спосіб може, таким чином, забезпечувати можливість додавання на зазначеній стадії с) додаткової частини відходів, тобто зазначеної другої суміші пластмасових матеріалів, до зазначених змішаних відходів для того, щоб забезпечити можливість повторного використання матеріалів, які часто зазвичай розміщують на звалищі або направляють в установку для спалювання, що надає додаткову перевагу з екологічної точки зору.

Перевагою є те, що шляхом додавання на зазначеній стадії с) зазначеної другої суміші пластмасових матеріалів можна отримати композицію добавки, збагачену пластмасовими матеріалами, які, можливо, не містяться в зазначених змішаних відходах. Таким чином, залежно від необхідності застосування, наприклад, залежно від необхідних механічних властивостей

суміші бітумного конгломерату, до якої можна додавати зазначену композицію, на зазначеній стадії с) може бути додана друга суміш пластмасових матеріалів з певним складом.

Зазначену стадію d) подрібнення частини пластмасового матеріалу переважно здійснюють шляхом гранулювання у воді, можливо, за допомогою водяного млина.

5 На зазначеній стадії e) подрібнення та змішування зазначений матеріал на основі полівінілбутиралю, з яким змішують зазначену частину пластмасового матеріалу, переважно має розмір частинок від 10 мм до 20 мм, переважно від 12 мм до 15 мм.

Згідно з переважним варіантом реалізації зазначений матеріал на основі полівінілбутиралю, доданий на зазначеній стадії e) до зазначеної частини пластмасового матеріалу, що має характерну середню щільність, може містити полівінілбутираль (ПВБ) у кількості, більшій або
10 рівній 80 % за масою відносно загальної маси зазначеного матеріалу на основі полівінілбутиралю, переважно в кількості, більшій або рівній 90 % за масою відносно загальної маси зазначеного матеріалу на основі полівінілбутиралю, переважно в кількості, більшій або
15 рівній 95 % за масою відносно загальної маси зазначеного матеріалу на основі полівінілбутиралю.

Згідно з таким же переважним способом на зазначеній стадії e) подрібнення і змішування зазначений матеріал на основі полівінілбутиралю, з яким змішують зазначену частину пластмасового матеріалу, являє собою матеріал, що утилізується на основі полівінілбутиралю.

Зазначений утилізований матеріал на основі полівінілбутиралю переважно отримують зі
20 споживчих відходів, що включають автомобільні вітрові скла, склопакети, шибки з термостійкого скла, шибки з безпечного скла, та/або отримують зі стружки (або обрізків) від промислового виробництва виготовлення перелічених вище виробів, більш переважно, його одержують з автомобільних вітрових стекел.

Більш переважно, зазначений утилізований матеріал на основі полівінілбутиралю може
25 також містити еластomers, у тому числі натуральний каучук, бутадієнову і стирольну піну, каучук на основі етилен-пропілен-дієнового мономеру (EPDM), нітрильний каучук (нітрильний бутадієновий каучук, NBR) або будь-яку їхню комбінацію.

Альтернативно, на зазначеній стадії e) подрібнення та змішування зазначений матеріал на основі полівінілбутиралю являє собою первинний полівінілбутираль або суміш згаданого вище
30 утилізованого матеріалу та первинного полівінілбутиралю.

Перевагою є те, що спосіб згідно з цим винаходом дозволяє, таким чином, утилізувати скрап, що утворюється зі згаданих вище відходів від переробки скляних відходів або при заміні автомобільного вітрового скла, які зазвичай спрямовують у процеси вироблення енергії з використанням відходів, оскільки наявність значного процентного вмісту скла ускладнює їх
35 утилізацію, що забезпечує перевагу не лише з економічної точки зору порівняно з утилізацією за допомогою процесів вироблення енергії з використанням відходів, а й з екологічної точки зору.

Крім того, запропонований у цьому винаході спосіб дозволяє отримувати композицію добавки вищевказаного типу з високими експлуатаційними характеристиками, здатну надавати
40 помітні властивості пружності бітумного конгломерату, до якого її додають при використанні завдяки прямій дії полівінілбутиралю.

Крім того, аналогічно пластмасовому матеріалу, що міститься в такій частині пластмасового матеріалу, полівінілбутираль дозволяє підвищити значення пружності дорожнього покриття, побудованого із застосуванням вищезгаданого бітумного конгломерату.

Згідно з одним із варіантів реалізації запропонованого у цьому винаході способу перед
45 змішуванням із зазначеною частиною пластмасового матеріалу, що має характерну щільність, на зазначеній стадії e) подрібнення та змішування зазначений утилізований матеріал на основі полівінілбутиралю піддають наступним стадіям:

- здійснення попереднього подрібнення споживчих відходів або стружки промислового виробництва, що містять полівінілбутираль (ПВБ), до забезпечення розміру частинок, меншого
50 або рівного 30 мм;

- відділення залишків скла від зазначених подрібнених таким чином відходів з метою отримання утилізованого матеріалу на основі полівінілбутиралю (ПВБ), що містить скло, у кількості, меншій або рівній 10 % за масою відносно маси зазначеного утилізованого матеріалу, переважно меншою або рівною 7 % за масою відносно маси зазначеного матеріалу, що
55 утилізується, більш переважно меншому або рівному 5 % по масі відносно маси зазначеного матеріалу, що утилізується;

- подрібнення зазначеного матеріалу, що утилізується до досягнення розміру частинок від 10 мм до 20 мм, переважно розміру частинок від 12 мм до 15 мм; і

Відповідно до такого ж переважного способу зазначений матеріал на основі
60 полівінілбутиралю додають до зазначеної частини пластмасового матеріалу, що має характерну

середню щільність, в кількості, що дорівнює від 5 до 25 % за масою щодо маси зазначеної частини пластмасового матеріалу, що має характерну середню щільність, переважно в кількості, що дорівнює від 10 до 20 % масою щодо маси зазначеної частини пластмасового матеріалу, що має характерну середню щільність.

5 Таким чином, спосіб згідно з цим винаходом дозволяє утилізувати зазначений утилізований матеріал на основі полівінілбутиралу (ПВБ) з отриманням високоякісної композиції добавки вищезгаданого типу, що містить в кінцевому підсумку мінімальну кількість скла, яке не погіршує ні оброблюваність суміші бітумного конгломерату або інших бітумних продуктів, до яких додана справжня композиція добавки, ні механічних характеристик дорожнього покриття, одержуваного

10 за допомогою такої суміші бітумного конгломерату.
Запропонований у цьому винаході спосіб переважно включає додаткову стадію сушіння описаної вище композиції добавки.

Згідно з переважним варіантом реалізації, запропонований у цьому винаході спосіб додатково включає стадію змішування зазначеної композиції добавки з модифікатором, при

15 цьому зазначений модифікатор переважно вибраний з графену, підсилювача адгезії, регенеруючого агента, пластифікатора, лігніну або будь-якої їх комбінації.

Згідно з найбільш переважним варіантом реалізації, вказаний модифікатор може бути сполукою синтетичного, мінерального або рослинного походження.

Згідно з цим винаходом під терміном "графен" мають на увазі вуглецевий матеріал з

20 двовимірною структурою вуглецевих одноатомних шарів з гексагональною матрицею, в якій кожен атом вуглецю пов'язаний з іншими трьома атомами вуглецю за допомогою ковалентного зв'язку і пов'язаний з атомами сусідніх шарів за допомогою сил Ван-дер-Ваальса також мають на увазі будь-яке функціоналізоване похідне такого вуглецевого матеріалу, наприклад, оксид графену, тобто графен, частково функціоналізований кисневмісними групами.

25 Графен, застосовуваний згідно з запропонованим у цьому винаході способом, переважно має уявну щільність від 2 до 100 г/дм³, більш переважно від 10 до 70 г/дм³; в той же час площа поверхні графену, що застосовується у композиції добавки згідно з цим винаходом, становить від 10 до 300 м²/г.

Зазначену площу поверхні вимірюють із застосуванням методу Брюнера-Еммета-Теллера

30 (BET) з поглинання інертного газу (азота), зокрема, згідно з процедурою, описаною в ISO 9277:2010.
Крім того, горизонтальні розміри шарів графена, що застосовується згідно з способом, запропонованим у цьому винаході, становлять менше 200 мкм, переважно менше 100 мкм, переважно менше 50 мкм.

35 Згідно з переважним варіантом реалізації графен згідно з способом, запропонованим у цьому винаході, являє собою рецикловий графен, первинний графен або суміш рециклового графена і первинного графена.

Відповідно до цілком підходящого способу при додаванні графену до вищевказаної композиції добавки, одержувану способом згідно з цим винаходу, отримують композицію

40 добавки з ще більш високими експлуатаційними властивостями. Зокрема, графен дозволяє підвищити значення пружності і, в більш загальному випадку, механічні властивості дорожнього покриття, побудованого із застосуванням бітумного конгломерату, до якого додано таку графен-композицію, що містить, добавки.

Згідно з переважним варіантом реалізації цього винаходу, запропонований спосіб включає наступні додаткові стадії:

45 - подачу описаної вище гранульованої композиції добавки в екструдер, переважно двошнековий екструдер;
- нагрівання зазначеної композиції добавки до заданої температури;
- екструдування та охолодження зазначеної композиції добавки для отримання композиції

50 добавки у формі екструдованих гранул з розміром частинок від 1,85 мм до 4,5 мм, переважно від 2 мм до 4 мм.
Перевагою є те, що згідно з таким останнім варіантом реалізації запропонований у цьому винаході спосіб дозволяє отримувати композицію добавки у формі гранул з розміром, який є практичним при застосуванні, зокрема, з точки зору властивостей плинності композиції та швидкості її доставки при її додаванні до суміші бітумного конгломерату.

55 Згідно з альтернативним варіантом реалізації запропонований у цьому винаході спосіб включає додаткову стадію додаткового подрібнення описаної вище гранульованої композиції добавки для отримання композиції добавки у формі дрібних гранул з розміром частинок від 0,85 мм до 2,5 мм, переважно від 1 мм до 2 мм.

Перевагою є те, що згідно з таким останнім варіантом реалізації запропонований у цьому винаході спосіб дозволяє отримувати композицію добавки для приготування високоякісних бітумних конгломератів. Зазначену композицію добавки можна ефективно змішувати з додатковими інгредієнтами, необхідними для приготування бітумних конгломератів, такими як бітум і заповнювачі.

Фактично виявилось, що описану вище композицію добавки у формі дрібних гранул ще легше диспергувати в додаткових інгредієнтах, необхідних для приготування суміші бітумного конгломерату, що містить бітум і заповнювачі.

Крім того, вищезгадана композиція добавки у формі дрібних гранул у будь-якому випадку безпечна в обігу, оскільки вона не містить подрібнених порошоків, які можуть вдихати використовувані її оператори.

Вищезгадана додаткова стадія подрібнення композиції добавки для отримання композиції добавки у формі дрібних гранул може переважно включати стадію просіювання для видалення фракції гранул добавки з меншим діаметром або рівним приблизно 0,85 мм.

Згідно з переважним варіантом реалізації винаходу після отримання вищевказаної композиції добавки у формі екструдованих гранул або у формі дрібних гранул запропонований у цьому винаході спосіб може включати додаткову стадію додавання до композиції добавки модифікатора, при цьому зазначений модифікатор вибирають з графену, підсилювача адгезії, регенеруючого агента, пластифікатора, лігніну або будь-якої їх комбінації.

Згідно з найбільш переважним варіантом реалізації винаходу зазначений модифікатор може бути сполукою синтетичного, мінерального або рослинного походження.

Згідно з переважним варіантом реалізації винаходу запропонований у цьому винаході спосіб включає наступні додаткові стадії:

- дозування заданої кількості описаної вище гранульованої композиції добавки у формі дрібних гранул та її пресування;

- нанесення на пресовану таким чином композицію добавки плівки пластмасового матеріалу на основі термопластичного полімеру, при цьому зазначений пластмасовий матеріал переважно являє собою поліетилен, з отриманням таким чином капсули.

Вищезгадана стадія дозування переважно включає стадію додавання до композиції добавки заданої кількості рідкого модифікатора, при цьому краще, якщо останній обраний з підсилювача адгезії, регенеруючого агента, пластифікатора, лігніну або будь-якої їх комбінації.

Згідно з найбільш переважним варіантом реалізації винаходу зазначений модифікатор може являти собою сполуку синтетичного, мінерального або рослинного походження, наприклад, зазначений пластифікатор може являти собою олію рослинного походження, більш конкретно, зазначена олія рослинного походження може являти собою складний ефір жирної кислоти або суміш складних ефірів жирних кислот.

Більш переважно, під час зазначеної стадії дозування зазначена кількість композиції добавки становить від 10 г до 20 г.

Іншими словами, згідно з таким переважним варіантом реалізації запропонованого в даному винаході способу можна отримати капсулу, що містить зазначену композицію добавки у формі дрібних гранул, покритих плівкою пластмасового матеріалу.

Перевагою є те, що зазначена композиція добавки у формі капсул особливо підходить для виготовлення високоякісних бітумних конгломератів; фактично, зазначену капсулу можна ефективно додавати шляхом змішування з додатковими інгредієнтами, необхідними для приготування бітумних конгломератів, таких як бітум та наповнювачі.

Зокрема, при додаванні зазначеної композиції добавки у формі капсул до нагрітих заповнювачів та бітуму, зазначена плівка пластмасового матеріалу легко розплавляється і розкладається, що дозволяє гранулам добавки ефективно диспергуватися безпосередньо у складі бітумного конгломерату на стадії змішування.

Зазначена процедура диспергування безпосередньо до складу конгломерату забезпечує короткий проміжок часу, як правило, менший або рівний 60 секунд, порівняно зі способами диспергування в бітумі добавок згідно з відомим рівнем техніки, що забезпечує помітну перевагу не тільки з практичної точки зору, але також з точки зору значної економії енергії та витрат.

Крім того, саме завдяки її формі у вигляді капсул, що містять задану належним чином дозовану кількість композиції добавки, останній варіант реалізації дозволяє забезпечити добавку для бітумних конгломератів, яку, у свою чергу, легше дозувати, наприклад, за допомогою пневматичних дозуючих пристроїв, порівняно з композиціями добавки у формі порошку або гранул, тобто не у формі капсул.

Описана вище технічна задача була вирішена за допомогою композиції добавки, призначеної для змішування з бітумним конгломератом для дорожнього покриття і придатної

для поліпшення механічних властивостей зазначеного бітумного конгломерату, що містить щонайменше один поліолефіновий термопластичний полімер і полівінілбутираль (ПВБ), отриманої із застосуванням описаного вище способу.

Індекс плинності розплаву (MFI) описаної вище композиції добавки переважно вище або дорівнює 1 г/10 хв, як визначено відповідно до методики ISO 1133 при температурі 190 °C і навантаженні 2,16 кг, більш переважно становить від 1,5 г/10 хв до 2,5 г/10 хв, ще більш переважніше від 2 г/10 хв до 2,5 г/10 хв.

Зокрема, також внаслідок конкретного індексу плинності розплаву, який характеризує справжню композицію добавки, встановлено, що остання здатна ефективно диспергуватися в додаткових інгредієнтах, необхідних для приготування суміші бітумного конгломерату, що містить бітум і заповнювачі, що забезпечує перевагу з точки зору практичного застосування зазначеної композиції.

Крім того, оскільки може бути досягнута висока однорідність та розподіл композиції добавки в конгломератній суміші, запропонована композиція добавки дозволяє отримувати дорожнє покриття з поліпшеними механічними характеристиками шляхом застосування модифікованої таким чином конгломератної суміші.

Більш конкретно, щодо зазначеної стадії с) було виявлено, що коли зазначена частина пластмасового матеріалу, відокремлена таким чином на описаній вище стадії с) промивання та поділу, має середню густину від 0,70 кг/м³ до 0,90 кг/м³, як визначено згідно з процедурою DIN 55990, індекс текучості розплаву отриманої таким чином добавки становить від 1,5 г/10 хв до 2,5 г/10 хв, як визначено відповідно до методики ISO 1133 при температурі 190 °C та навантаженні 2,16 кг.

Як описано раніше у зв'язку зі способом згідно з цим винаходом, описана вище композиція добавки має наступні переваги:

- зазначена композиція містить матеріали, отримані з суміші пластмасових матеріалів, що не утилізовані або не піддаються утилізації в ланцюжках вторинної переробки пластмасових матеріалів згідно з діючими технологічними стандартами, що дозволяє утилізувати та повторно використовувати відходи, в іншому випадку призначені для поховання на звалищі або для застосування у процесах вироблення енергії з використанням відходів;

- зазначена композиція може містити матеріали, отримані з другої суміші пластмасових матеріалів, які можуть являти собою залишки пластмасових матеріалів, отриманих з відходів, зокрема, залишки обробки зазначених зворотних відходів, зібраних шляхом сортування відходів;

- зазначена композиція може включати утилізований полівінілбутираль, що забезпечує додаткову перевагу як з економічної, так і з екологічної точки зору;

- вказана композиція містить суміш різних пластмасових матеріалів, які можуть бути обрані в залежності від необхідності застосування, наприклад, в залежності від необхідних механічних властивостей суміші бітумного конгломерату, до якої така композиція може бути додана;

- зазначена композиція містить суміш пластмасових матеріалів, що окремо мають температуру плавлення значно нижче, ніж аналогічні добавки згідно з відомим рівнем техніки, внаслідок чого така композиція здатна змішуватися з бітумом і заповнювачами безпосередньо в момент приготування суміші бітумного конгломерату безпосередньо перед укладанням на дорогу;

- зазначена композиція має розмір частинок, що гарантує легке диспергування всередині суміші бітумного конгломерату, що після її розподілу та затвердіння призводить до утворення дорожнього покриття з поліпшеними механічними характеристиками саме завдяки однорідному розподілу композиції добавки в конгломератній суміші.

Характеристики та переваги цього винаходу будуть додатково продемонстровані за допомогою деяких варіантів його реалізації, які викладені далі як ілюстрації, а не обмеження.

ДЕТАЛЬНИЙ ОПИС ВИНАХОДУ

Нижче описано шлях здійснення способу згідно з цим винаходом для отримання композиції добавки для високоякісних бітумних конгломератів, бітуму або бітумних продуктів. Зокрема, у прикладі 3 оцінені механічні властивості бітумного конгломерату, отриманого із застосуванням композиції добавки згідно з цим винаходом.

Приклад 1: отримання композиції добавки згідно з запропонованим у цьому винаході способом

На майданчику збирання побутових відходів тощо. оператору були надані контейнери з відкритим верхом, раніше заповнені відходами, зібраними без проведення сортування відходів, що містять суміш пластмасових матеріалів, в основному містять тверді залишки, отримані з виробів, виготовлених з пластмасових матеріалів, що не піддаються утилізації в ланцюжку

вторинної переробки пластмасових матеріалів згідно з сучасними технологічними стандартами, таких як, наприклад, іграшки, письмові приладдя, виготовлені з пластмаси, шльопанці, урни та кошики, виготовлені з пластмаси, ящики для фруктів та овочів, труби, столи та стільці з пластмасового матеріалу, садові меблі, відра, умивальники та раковини, чохли для аудіокасет тощо.

Як відомо, вищеперелічені вироби в основному виготовлені з пластмасового матеріалу на основі поліолефінових термопластичних полімерів, зокрема, поліетилену та поліпропілену.

Оператор відібрав з вищевказаних контейнерів з відкритим верхом залишки, виготовлені з пластмасового матеріалу, що містять переважно тверді пластмаси, уникаючи, наскільки можливо, відбирати фракції або предмети, що складаються з ПВХ (кабелі та ламінати), а також фракції випадкових, небажаних матеріалів, таких як деревина, тканини та метали.

Відібраний таким чином пластмасовий матеріал накопичували в контейнері з відкритим верхом, забезпечуючи змішані відходи, що містять суміш пластмасових матеріалів, при цьому зазначена суміш містила щонайменше пластмасовий матеріал на основі термопластичного поліолефінового полімеру.

Змішані відходи завантажували на стрічку конвеєра, щоб спочатку видалити додаткові фракції, що складаються з ПВХ, а також фракції, виготовлені з випадкових, небажаних матеріалів.

Далі змішані відходи направляли до одновального подрібнювача відходів для проведення першої стадії подрібнення, яка дозволила зменшити матеріал до розміру приблизно 60 мм.

Зазначена перша стадія подрібнення забезпечила отримання змішаних відходів для подальшої обробки, які легше піддаються обігу та мали однорідний розмір частинок.

Далі подрібнений таким чином матеріал розподіляли на конвеєрну стрічку і направляли на станцію магнітно-керованої сепарації.

Потім від зазначених змішаних відходів відокремлювали фракцію заліза; після такої процедури фіксували втрату маси приблизно 3 % щодо загальної маси матеріалу.

Змішані відходи, позбавлені таким чином заліза, подавали за допомогою конвеєрної стрічки сепаратор індукованого струму, здатний відокремлювати немагнітні метали, у тому числі алюміній, нержавіючу сталь і мідь.

Після зазначеної стадії видалення залишків кольорових металів фіксували додаткову втрату маси приблизно 2 % щодо загальної маси матеріалу.

За допомогою конвеєрної стрічки матеріал, що не містить металів, направляли в секцію промивання і відділення.

Разом з матеріалом, що розглядається в резервуар, спеціально призначений для проведення стадії промивання і поділу по щільності, подавали змішані відходи разом з другою сумішшю пластмасового матеріалу, що містить щонайменше один пластмасовий матеріал на основі поліолефінового термопластичного полімеру.

Друга суміш пластмасового матеріалу була у формі скрапу від процесів утилізації зворотних відходів, виготовлених з пластмасового матеріалу або композиційного матеріалу, видалених та вилучених при зборі на основі сортування відходів пластмасового матеріалу.

Маса другої суміші пластмасового матеріалу становила 25 % за масою щодо загальної маси змішаних відходів, що не містять металеву фракцію, до якої вона була додана.

Відсотковий вміст за масою поліолефінів у пластмасовому матеріалі, що становить другу суміш, як таких та/або можливо армованих мінеральними добавками, підмішаними в пластмасовий матеріал, становило понад 85 % за масою щодо сухої маси останньої.

Таким чином, змішані відходи були збагачені чистими поліолефіновими матеріалами, отриманими в результаті вторинної процедури переробки пластмас і змішаними з ними.

Таким чином, змішані відходи, збагачені поліолефіновими матеріалами, що представляють інтерес (зокрема, поліетиленом і поліпропіленом), відокремлювали за допомогою способу поділу по щільності від компонента з найбільшою молекулярною масою, зокрема, від залишків пластмасового матеріалу, і не тільки, з щільністю вище $1,1 \text{ kg/m}^3$, шляхом застосування водного розчину, значення щільності якого вище, ніж щільність пластмасових матеріалів, що представляють особливий інтерес, тобто поліетилену високої щільності, поліетилену низької щільності і поліпропілену, але нижче, ніж щільність пластмасових матеріалів, що містяться у зазначених змішаних відходах і мають значення щільності вище, ніж щільність пластмасових матеріалів, що цікавлять.

Разом з перерахованими вище матеріалами отримана таким чином частина пластмасового матеріалу, що має характерну середню щільність, також містила полістирол і пінополістирол.

Інертні матеріали, що не належать до пластмас, та пластмасовий матеріал з щільністю понад 1,1 кг/м³, такий як нейлонові канати або полівінілхлоридні та/або поліетилентерефталатні залишки, залишали декантуватися шляхом осадження на дно резервуара.

Маса відокремленої таким чином частини матеріалу з найбільшою щільністю становила приблизно 21 % маси відносно загальної маси змішаних відходів, введених в резервуар для промивання і поділу.

У верхній частині резервуара завдяки переміщенню гребінчастого ростра, розміщеного трохи осторонь води, залишки пластмасового матеріалу з характерною середньою щільністю легко відокремлювали від залишків матеріалу з більш високою щільністю, можливо, прилиплих до них. Гребінчастий ростр також переміщав плаваючий матеріал у зону резервуара відповідно до зливного гвинта, розташованого біля водоспуску.

Потім за допомогою зазначеного гвинта частину пластмасового матеріалу, що має таку характерну середню щільність, направляли на стадію подальшого подрібнення, при цьому розмір матеріалу зменшували приблизно до 13 мм за допомогою вологого гранулятора. Подрібнений таким чином матеріал збирали в контейнери.

Далі подрібнену і зібрану таким чином частину пластмасового матеріалу, що має характерну середню щільність, направляли горизонтальну центрифугу для сушіння матеріалу; зокрема, матеріал вводили в завантажувальну воронку і потім подавали його в перфорований кошик, усередині якого лопатевий ротор обертався з дуже високою швидкістю для того, щоб передати матеріалу сильне прискорення, при цьому з отворів перфорованого кошика витіснялася залишкова вологість.

Потім пластмасовий матеріал, позбавлений у такий спосіб частини вологи, додатково висушували за допомогою вентилятора.

Склад та фізичні характеристики висушеної таким чином частини пластмасового матеріалу, що має характерну середню щільність, показані в наведеній нижче таблиці 1:

Таблиця 1

Вміст поліолефінів як таких та/або армованих мінеральними добавками	Понад 90 % щодо загальної сухої маси
Вміст інших пластмас, композиційних матеріалів, що також містять алюмінієву фольгу товщиною ≤50 мкм та інших матеріалів.	Менше 10 % за масою щодо загальної сухої маси
Об'ємна маса на суху масу	Понад 100 кг/м ³
Розмір частинок	13 мм
Фізична форма	Крихта та гранули різних форм
Вологість	Менше 10 % за масою

Відповідно, отримана таким чином частина пластмасового матеріалу, що має характерну середню щільність, мала характеристики, необхідні стандартом UNI 10667-16, тому її потенційно можна було використовувати як подрібнений матеріал для процесів екструзії та/або для лиття під тиском.

Крім того, висушена таким чином частина пластмасового матеріалу, що має характерну середню щільність, мала фізичні та реологічні характеристики, показані в наведеній нижче таблиці 2:

Таблиця 2

Середня щільність		0,8 г/см ³ (визначено відповідно до процедури DIN 55990)
Індекс плинності розплаву (MFI)		2,5 г/10 хв (розраховано відповідно до процедури ISO 1133 при T=190 °C та навантаженні, що дорівнює 2,16 кг)

Сухий матеріал відправляли за допомогою пневматичного транспорту в змішувальний бункер ємністю 20 кубічних метрів, в якому зазначений матеріал гомогенізували і змішували з вторинним матеріалом, забезпеченим у вигляді використовуваного утилізованого матеріалу на основі полівінілбутиралу, зокрема, вторинного матеріалу, що містить полівінілбутираль в кількості, що дорівнює 90 % за масою від його загальної маси.

Маса доданого рециклового матеріалу становила 10 % за масою щодо загальної маси висушеної таким чином частини пластмасового матеріалу, що має характерну середню густину.

Під час гомогенізації та змішування матеріали піддавали подрібненню за кімнатної температури за допомогою ножових млинів до досягнення розміру частинок приблизно 5 мм.

Нарешті, отриманий таким чином матеріал направляли на наступну стадію тонкого подрібнення і потім подавали в камеру подрібнення, в якій його подрібнювали і в якій розміри гранул визначалися відстанню між дисками. Таку відстань можна регулювати зовні камери подрібнення.

Склад та фізичні характеристики отриманої таким чином суміші добавок показані в наведеній нижче таблиці 3:

Таблиця 3

Вміст пластмаси (і можливо гуми), у тому числі:	98,6 % за масою щодо загальної сухої маси
- поліолефіни, як такі та/або армовані	82,7 % за масою щодо загальної сухої маси
мінеральними добавками;	8,2 % за масою у розрахунку на загальну масу у сухому стані
- полівінілбутираль;	7,7 % за масою щодо загальної сухої маси
- інші пластмаси	
Зміст інших матеріалів (папір, картон, деревина, скло, метал, каміння тощо).	1,4 % за масою щодо загальної сухої маси
Позірною об'ємна маса	0,25 г/см ³ (розраховано відповідно до процедури UNI EN ISO 61)
Розмір частинок	1,2 мм
Фізична форма	Дрібні гранули
Вологість	Менше 10 % за масою

Відповідно, отримана таким чином частина пластмасового матеріалу, що має характерну середню щільність, мала характеристики, передбачені стандартом UNI 10667-14, тому її можна було використовувати як суміш рециклових полімерних матеріалів та інших матеріалів, таких як заповнювачі, в цементних розчинах, в бітумі і в асфальті.

Нарешті, суміш добавок відправляли в змішувальний бункер, з пневматичною рециркуляцією, для потенційного змішування з додатковими модифікуючими сполуками, здатними надавати конкретні властивості отриманої суміші добавок, що містить композицію добавки згідно з цим винаходом і додаткову модифікуючу сполуку. Отриману суміш добавок можна переважно використовувати як модифікуючий агент для дорожніх бітумних конгломератів.

Приклад 2: приготування суміші бітумного конгломерату з композицією добавки, одержуваної згідно з запропонованим у цьому винаході способом

Даний приклад відноситься до оцінки характеристик добавки в бітумному конгломераті, а не отримання добавки.

Використовуючи композицію добавки згідно з прикладом 1, в лабораторії готували відповідну кількість брикетів бітумного конгломерату діаметром 100 мм і товщиною приблизно 25 мм, що містить запропоновану композицію відповідно до пропорцій інгредієнтів, зазначених нижче у таблиці 4.

Таблиця 4

Матеріали	Частка по масі
Гравій як інертний компонент 12/20	25
Гравій як інертний компонент 6/12	35
Гравій як інертний компонент 3/6	10
Пісок 0/4	25
Наповнювач (CaCO ₃)	5
Бітум 70/100	4,5
Композиція добавки	0,27
Усього	104,77

Бітумний конгломерат, що містить усі компоненти згідно з рецептурою, наведеною в таблиці 4, готували в лабораторії за допомогою описаної нижче процедури із застосуванням пристроїв,

які функціонально імітують виробниче обладнання більшого масштабу, яке зазвичай застосовується на підприємствах з виробництва бітумного конгломерату:

- вибір кривої гранулометричного складу залежно від дорожнього покриття, яке необхідно виготовити із застосуванням бітумного конгломерату, який зараз знаходиться в процесі підготовки;

- вибір заповнювачів відповідно до вищезгаданої кривої гранулометричного складу, в даному випадку заповнювачів відповідно до таблиці 4, та нагрівання заповнювачів до температури від 170 до 180 °C усередині змішувача;

- додавання відповідної кількості композиції добавки з подальшим перемішуванням протягом від 40 до 60 секунд для отримання суміші;

- додавання до суміші відповідної кількості бітуму, в даному випадку кількості, зазначеної в таблиці 4, з наступним перемішуванням протягом щонайменше від 20 до 30 секунд;

- додавання до суміші відповідної кількості наповнювача, в даному випадку кількості, зазначеної в таблиці 4, з наступним перемішуванням протягом щонайменше 5 хвилин (відповідно до нормативного документа EN 12697-35) з отриманням гомогенної суміші бітумного конгломерату.

Зокрема, зазначену суміш підтримували за температури від 170 до 180 °C протягом усіх стадій її обробки.

Отримана таким чином суміш бітумного конгломерату являла собою єдину фазу, що диспергує, на основі бітуму з в'язким зовнішнім виглядом, в якій були гомогенно дисперговані наповнювачі.

Потім отриману таким чином суміш бітумного конгломерату вивантажували зі змішувача, дозували в контейнери в кількості, що дорівнює приблизно 1210 г, і далі кондиціювали в печі при температурі 150 °C протягом приблизно 3 годин (кондиціювання здійснювали тільки для імітування умов транспортування).

Потім отриманий таким чином бітумний конгломерат поміщали після стадії кондиціювання печі всередину форми. Далі для забезпечення відносного об'єму порожнин приблизно 2,5 % здійснювали ущільнення за допомогою обертального ущільнювача (в якості альтернативи обертальному ущільнювачу можна використовувати будь-який інший тип ущільнювача, придатний для цієї мети, наприклад, ущільнювач Маршалла):

Тиск, що створюється навантаженням:	600 кПа;
Кут обертання:	1,25°;
Гранична щільність:	2400 кг/м ³ .

Було виготовлено потрібну кількість брикетів для проведення механічних випробувань; наприкінці, зазначені брикети поміщали в кліматичні камери для відповідного кондиціювання для проведення механічних випробувань.

Приклад 3: проведення механічних випробувань

Даний приклад відноситься до оцінки характеристик добавки в бітумному конгломераті, а не отримання добавки.

Відповідну кількість брикетів для отримання відтворюваного результату поміщали, відповідно, механічний прес спеціального кошика для випробування, потім проводили випробування на міцність при розтягуванні відповідно до методики UNI EN 12697-23.

Дослідження механічних властивостей відбувалося шляхом оцінки непрямої міцності розтягування (ITS). ITS імітує максимальну напругу, що створюється під час проходження транспорту, яка може витримати дорожнє покриття. Непряму міцність розтягування оцінювали за допомогою відносного параметра ITS.

Середнє значення результатів окремих випробувань показало, що параметр ITS (МПа) щодо конгломерату, одержуваного із застосуванням композиції добавки згідно з цим винаходом, повністю відповідав вимогам, дорівнював або вище в порівнянні з бітумними конгломератами, одержуваними із застосуванням звичайних добавок.

Після цього проводили випробування визначення модуля деформації, що означає здатність бітумних конгломератів поширювати в поверхневій частині дорожнього полотна навантаження, створюване на поверхні дороги, від ділянок колії шин транспортного засобу.

Відповідну кількість брикетів, застосовуваних для отримання відтворюваного результату, поміщали на спеціальний стенд серво-пневматичної системи для динамічних випробувань, яка знаходилася в кліматичній камері для контролю температури; потім проводили випробування для визначення модуля деформації відповідно до методики UNI EN 12697-26.

Умови випробувань, які застосовуються для визначення модуля деформації, були такими:

- Температура: змінна;
- Деформація, що додається, в горизонтальному напрямку: 5 мкм;
- Піковий час: 124 мілісекунди (частота 2 Гц);
- Коефіцієнт Пуассона: 0,35.

Середнє значення зазначених результатів окремих випробувань показало, що модуль деформації (МПа) зразків при різних температурах ($T=5^{\circ}\text{C}$, $T=20^{\circ}\text{C}$ та $T=40^{\circ}\text{C}$) щодо конгломерату, одержуваного із застосуванням композиції добавки згідно з цим винаходом, повністю відповідав вимогам, дорівнював або вище в порівнянні з бітумними конгломератами, одержуваними із застосуванням звичайних добавок.

Таким чином, описані вище випробування продемонстрували абсолютну ефективність композиції добавки, одержуваної способом згідно з цим винаходом, для отримання суміші бітумного конгломерату з високими механічними властивостями; одержаний таким чином бітумний конгломерат можна використовувати для забезпечення стійкого та ефективного дорожнього покриття.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб отримання композиції добавки, призначеної для змішування з бітумним конгломератом, бітумом та бітумними продуктами для дорожнього покриття, що включає наступні стадії:

а) забезпечення змішаних відходів, що містять суміш пластмасових матеріалів, що містить щонайменше один пластмасовий матеріал на основі поліолефінового термопластичного полімеру;

б) подрібнення зазначених змішаних відходів до досягнення розміру частинок від 40 до 80 мм;

в) промивання подрібнених таким чином змішаних відходів та відділення контрольованим способом частини пластмасового матеріалу, що має характерну середню щільність, від зазначених змішаних відходів, при цьому зазначена частина пластмасового матеріалу містить зазначений щонайменше один пластмасовий матеріал на основі поліолефінового термопластичного полімеру;

г) подрібнення зазначеної частини пластмасового матеріалу, що має характерну середню щільність, до досягнення розміру частинок від 10 до 20 мм; і

е) змішування при кімнатній температурі подрібненої таким чином зазначеної частини пластмасового матеріалу, що має характерну середню щільність, з матеріалом на основі полівінілбутиралу і подальше подрібнення отриманої таким чином суміші з отриманням готової до застосування гранульованої композиції добавки розміром частинок від 4 до 6 мм;

при цьому зазначену стадію в) промивання та поділу здійснюють із застосуванням способу поділу по щільності, що, тим самим, дозволяє вибрати задане граничне значення щільності та відокремити від зазначених змішаних відходів зазначену частину пластмасового матеріалу, що має характерну середню щільність, меншу або рівну зазначеному заданому граничному значенню, при цьому зазначена характерна середня щільність менша або дорівнює $1,0 \text{ кг/м}^3$, як визначено згідно з процедурою DIN 55990.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що на зазначеній стадії б) подрібнення змішаних відходів виконують до досягнення розміру частинок 60 мм.

3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що на зазначеній стадії г) подрібнення частини пластмасового матеріалу, що має характерну середню щільність, виконують до досягнення розміру частинок від 12 до 15 мм.

4. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що на зазначеній стадії а) забезпечення змішаних відходів зазначені змішані відходи містять тверді залишки, виготовлені з пластмасового матеріалу, які утворюються з міських твердих відходів або в результаті промислового або кустарного виробництва виробів, виготовлених із пластмасового матеріалу або будь-якої їх комбінації, при цьому зазначені тверді залишки не утилізують або не піддаються утилізації в ланцюжку вторинної переробки пластмасових матеріалів.

5. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що зазначені змішані відходи попередньо піддають попередній стадії поділу, в процесі якої видаляють можливі фракції, виготовлені з полівінілхлориду, та/або фракції, виготовлені з небажаних матеріалів, таких як папір, картон, деревина, тканина, метал або скло.

6. Спосіб за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що на зазначеній стадії б) подрібнення після подрібнення зазначені змішані відходи піддають процедурі відділення металевої фракції, що можливо міститься в них, при цьому зазначена процедура відділення переважно включає першу стадію відділення із застосуванням магнітних засобів і другу стадію

відділення металевої фракції кольорових металів.

7. Спосіб за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що під час зазначеної стадії с) промивання та поділу зазначена характерна середня щільність становить від 0,70 до 0,90 кг/м³, як визначено згідно з процедурою DIN 55990.

5 8. Спосіб за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що у зазначеній частині пластмасового матеріалу, що має характерну середню щільність, зазначений щонайменше один пластмасовий матеріал є на основі поліолефінового термопластичного полімеру, вибраного з групи, що містить поліетилен, кополімер поліетилену, поліпропілен, кополімер поліпропілену або будь-яку їх суміш, при цьому зазначена частина пластмасового матеріалу
10 переважно містить зазначений щонайменше один пластмасовий матеріал у кількості, більшій або рівній 75 % за масою щодо її загальної маси, більш переважно у кількості, більшій або рівній 80 % за масою щодо її загальної маси.

9. Спосіб за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що на зазначеній стадії с) промивання та поділу додають другу суміш пластмасових матеріалів, що містить щонайменше
15 один пластмасовий матеріал на основі поліолефінового термопластичного полімеру, і змішують із зазначеними змішаними відходами, при цьому зазначена друга суміш переважно містить зазначений щонайменше один пластмасовий матеріал на основі поліолефінового термопластичного полімеру в кількості, що дорівнює щонайменше 75 % масою щодо її загальної маси, більш переважно в кількості, що дорівнює щонайменше 80 % масою щодо її
20 загальної маси.

10. Спосіб за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що зазначений матеріал на основі полівінілбутиралу містить полівінілбутираль у кількості, більшій або рівній 80 % за масою щодо загальної маси зазначеного матеріалу на основі полівінілбутиралу.

11. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що зазначений матеріал
25 на основі полівінілбутиралу являє собою матеріал, що утилізується, на основі полівінілбутиралу, при цьому зазначений матеріал, що утилізується, на основі полівінілбутиралу переважно отриманий зі споживчих відходів, що включають автомобільні вітрові стекла, склопакети, шибки з термостійкого скла, шибки з безпечного скла та/або отримані зі стружки промислового виробництва при виготовленні зазначених виробів.

12. Спосіб за п. 10 або 11, який **відрізняється** тим, що зазначений матеріал на основі полівінілбутиралу додають до зазначеної частини пластмасового матеріалу, що має характерну щільність, у кількості, що дорівнює від 5 до 25 % за масою щодо маси зазначеної частини пластмасового матеріалу, переважно рівному від 10 до 20 % масою щодо маси зазначеної частини пластмасового матеріалу.

13. Спосіб за будь-яким із попередніх пунктів, що включає додаткову стадію змішування зазначеної композиції добавки з модифікатором, переважно вибраним з графену, підсилювача адгезії, регенеруючого агента, пластифікатора, лігніну або будь-якої їх комбінації, більш
35 переважно вказаний модифікатор має синтетичне, мінеральне або рослинне походження.

14. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, що включає додаткову стадію додаткового подрібнення зазначеної композиції добавки для отримання композиції добавки у формі дрібних гранул з розміром частинок від 0,85 до 2,5 мм, переважно від 1 до 2 мм.

15. Спосіб за п. 14, що включає такі додаткові стадії:

- дозування заданої кількості зазначеної композиції добавки у формі дрібних гранул і її пресування, при цьому зазначена кількість композиції добавки переважно становить від 10 до
45 20 г;

- нанесення на пресовану таким чином композицію добавки плівки пластмасового матеріалу на основі термопластичного полімеру, при цьому зазначений пластмасовий матеріал переважно являє собою поліетилен, з отриманням таким чином капсули,

при цьому зазначена стадія дозування переважно включає стадію додавання до зазначеної композиції добавки заданої кількості рідкого модифікатора, більш переважно зазначений рідкий модифікатор вибраний з підсилювача адгезії, пластифікатора, лігніну або будь-якої їх комбінації.