



(51) МПК

C08L 101/14 (2006.01)**B01J 13/00** (2006.01)**B61D 17/18** (2006.01)**F16L 59/02** (2006.01)**E04B 1/76** (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21), (22) Заявка: **2004136601/04**, **15.05.2003**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.05.2003(30) Конвенционный приоритет:
15.05.2002 (пп.1-18) US 60/381,212(43) Дата публикации заявки: **27.06.2005**(45) Опубликовано: **20.01.2008 Бюл. № 2**(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **RU 2143341 C1**, **27.12.1999**. **RU 2160288**
C2, **10.12.2000**. **US 5948314 A**, **07.09.1999**. **RU**
2169131 C2, **20.06.2001**. **RU 2091350 C1**,
27.09.1997. **WO 98/32602 A**, **30.07.1998**. **US**
5948314 A, **07.09.1999**. **US 5641584 A**, **24.06.1997**.(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу:
15.12.2004(86) Заявка РСТ:
US 03/15531 (15.05.2003)(87) Публикация РСТ:
WO 03/097227 (27.11.2003)

Адрес для переписки:
**129010, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры", пат.пов. Е.Е.Назиной, рег. № 517**

(72) Автор(ы):

**ФИЛД Рекс Джеймс (DE),
ШАЙДЕМАНТЕЛЬ Беате (DE)**

(73) Патентообладатель(и):

КАБОТ КОРПОРЕЙШН (US)**(54) СВЯЗУЮЩАЯ КОМПОЗИЦИЯ, СОДЕРЖАЩАЯ АЭРОГЕЛЬ И ПОЛЫЕ ЧАСТИЦЫ,
ИЗОЛЯЦИОННЫЙ КОМПОЗИТНЫЙ МАТЕРИАЛ И СПОСОБ ИХ ПРИГОТОВЛЕНИЯ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к связующей композиции, содержащей водное связующее, гидрофобные частицы аэрогеля и полые непористые частицы. Раскрыты также изоляционный композитный материал, содержащий нижний слой, содержащий связующую композицию с гидрофобным аэрогелем и полыми частицами и защитный слой; основа, содержащая связующую композицию с аэрогелем и полыми частицами;

способы получения связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами. Изоляционный композитный материал и связующая композиция с аэрогелем и полыми частицами могут использоваться для изоляции, например, деталей моторизованных транспортных средств или приборов, с обеспечением термостойкости, механической прочности и/или гибкости в способе нанесения. 7 н. и 10 з.п. ф-лы, 3 табл.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

C08L 101/14 (2006.01)**B01J 13/00** (2006.01)**B61D 17/18** (2006.01)**F16L 59/02** (2006.01)**E04B 1/76** (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2004136601/04, 15.05.2003**(24) Effective date for property rights: **15.05.2003**(30) Priority:
15.05.2002 (cl.1-18) US 60/381,212(43) Application published: **27.06.2005**(45) Date of publication: **20.01.2008 Bull. 2**(85) Commencement of national phase: **15.12.2004**(86) PCT application:
US 03/15531 (15.05.2003)(87) PCT publication:
WO 03/097227 (27.11.2003)

Mail address:
**129010, Moskva, ul. B.Spasskaja, 25, str.3,
OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i
Partnery", pat.pov. E.E.Nazinoj, reg. № 517**

(72) Inventor(s):

**FILD Reks Dzhejms (DE),
ShAJDEMANTEL' Beate (DE)**

(73) Proprietor(s):

KABOT KORPOREJShN (US)

(54) **BINDING COMPOSITION CONTAINING AEROGEL AND HOLLOW PARTICLES, INSULATION COMPOSITE MATERIAL, AND A METHOD FOR PREPARATION THEREOF**

(57) Abstract:

FIELD: composite materials.

SUBSTANCE: invention relates to binding composition containing aqueous binding agent, hydrophobic aerogel particles, and hollow nonporous particles. Disclosed is also insulation composite material containing lower layer, including binding composition with hydrophobic aerogel and hollow particles, and protective layer; base containing binding composition with

hydrophobic aerogel and hollow particles; methods for preparation of binding composition with aerogel and hollow particles. Insulation composite material and binding composition with aerogel and hollow particles can be used for insulation of, for example, parts of motorized vehicles or instruments.

EFFECT: achieved heat resistance, mechanical strength, and/or flexibility in deposition process.

7 cl, 3 tbl, 3 ex

Область изобретения

Данное изобретение относится к связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами, изоляционному композитному материалу, содержащему аэрогель и полые частицы, и способу их приготовления.

5 Предпосылки изобретения

Известно, что аэрогели обеспечивают превосходные тепло- и звукоизолирующие свойства. Изоляционные материалы, содержащие аэрогель, готовили, прессуя сухие композиции частиц аэрогеля или смешивая частицы аэрогеля со связующими для получения связанной массы частиц. Однако материалы, содержащие аэрогель, могут быть 10 более сложны в изготовлении и применении, чем другие изоляционные материалы, и являются, в силу этого, более дорогостоящими. Также, связующие композиции с аэрогелем, обеспечивая хорошую тепло- и звукоизоляцию, могут проявлять низкую износостойкость и термодеструкцию в условиях высокой температуры.

Таким образом, было бы выгодным получить изоляционный материал, который 15 обеспечивает многие из преимуществ изоляционных материалов, содержащих аэрогель (например, хорошие тепло- и/или звукоизоляцию), при уменьшенной стоимости и с улучшенной износостойкостью и термостойкостью. Изобретение обеспечивает такой материал, а также способ получения такого материала. Эти и другие преимущества изобретения, а также дополнительные свойства изобретения будут ясны из приведенного 20 далее описания изобретения.

Краткое описание изобретения

Изобретение предлагает связующую композицию с аэрогелем и полыми частицами, содержащую, в основном состоящую из или состоящую из водного связующего, гидрофобных частиц аэрогеля, полых непористых частиц и, необязательно, 25 пенообразователя. Изобретение также обеспечивает изоляционный композитный материал, содержащий, в основном состоящий из или состоящий из (а) нижнего изоляционного слоя, содержащего, в основном состоящего из или состоящего из связующей композиции аэрогеля и полых частиц, и (b) защитного слоя, содержащего, в основном состоящего из или состоящего из защитного связующего и, необязательно, 30 агента, отражающего инфракрасный свет, и/или армирующих волокон. Также обеспечивается способ приготовления связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами, причем данный способ включает, в основном состоит из или состоит из (а) получения связующей композиции, содержащей, в основном состоящей из или состоящей из водного связующего и пенообразователя, (b) взбалтывания связующей композиции для 35 получения вспененной связующей композиции, и (с) соединения вспененной связующей композиции с гидрофобными частицами аэрогеля и полыми непористыми частицами для получения связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами. Также предлагается способ приготовления связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами, причем данный способ включает, в основном состоит из или состоит из (а) получения связующей 40 композиции, содержащей, в основном состоящей из или состоящей из водного связующего и, необязательно, пенообразователя, (b) получения гидрофобных частиц аэрогеля и полых непористых частиц, и (с) одновременного нанесения связующей композиции, частиц аэрогеля и полых непористых частиц на основу, после чего связующая композиция смешивается с композицией аэрогеля с получением связующей композиции с аэрогелем и 45 полыми частицами.

Подробное описание изобретения*Связующая композиции с аэрогелем и полыми частицами*

Связующая композиция с аэрогелем и полыми частицами содержит, состоит в основном или состоит из водного связующего, гидрофобных частиц аэрогеля, полых непористых 50 частиц и, необязательно, пенообразователя.

В соответствии с изобретением могут применяться любые подходящие гидрофобные частицы аэрогеля. Подходящие гидрофобные частицы аэрогеля включают органические частицы аэрогеля, такие как резорцинолформальдегидные или меламинформальдегидные

частицы аэрогеля, и неорганические частицы аэрогеля, такие как частицы аэрогеля из оксидов металла (например, аэрогели из диоксида кремния, диоксида титана и оксида алюминия). Предпочтительны частицы аэрогеля из оксидов металла, особенно частицы аэрогеля из диоксида кремния. Подходящие гидрофобные частицы аэрогеля коммерчески
 5 доступны, и способы приготовления подходящих гидрофобных аэрогелей известны (см., например, WO 99/36355A2; WO 99/36356A2; WO 99/36479A1; WO 93/45210A2; WO 98/45035A1; WO 98/45032A1; WO 96/18456A2).

Гидрофобные частицы аэрогеля желательно содержат глушители, которые понижают теплопроводность гидрофобных частиц аэрогеля. Могут применяться любые подходящие
 10 глушители, включая, но не ограничиваясь только ими, сажу, углеродное волокно, диоксид титана и модифицированные углеродсодержащие компоненты, как описано, например, в публикации WO 96/18456A2. Гидрофобные частицы аэрогеля могут также содержать волокна. Подходящие волокна включают любые из тех, что будут обсуждаться в следующих разделах.

Размер используемых гидрофобных частиц аэрогеля будет зависеть частично от желательной толщины слоя нанесения связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами на основу (например, как изолирующий нижний слой изолирующего композиционного материала, как описано в следующих разделах). Для целей изобретения термины "размер частицы" и "диаметр частицы" используются как синонимы. Обычно более
 20 крупные частицы аэрогеля обеспечивают более высокую теплоизоляцию; однако частицы аэрогеля должны быть относительно малыми по сравнению с толщиной изоляционного композитного материала, чтобы позволить водному связующему окружить гидрофобные частицы аэрогеля и образовать матрицу. Для большинства применений целесообразно использовать гидрофобные частицы аэрогеля, имеющие средний диаметр (по массе) около
 25 5 мм или меньше (например, порядка 0,01-5 мм). Предпочтительно, гидрофобные частицы аэрогеля имеют средний диаметр (по массе) примерно 3 мм или меньше (например, примерно 0,1-3 мм) или примерно 2 мм или меньше (например, примерно 0,5-2 мм или примерно 1-1,5 мм). Предпочтительно, гидрофобные частицы аэрогеля, используемые в связи с изобретением, имеют узкое распределение частиц по размерам.
 30 Так, например, предпочтительно использовать гидрофобные частицы аэрогеля, из которых, по меньшей мере, примерно 95% гидрофобных частиц аэрогеля (по массе) имеют диаметр примерно 5 мм или меньше (например, примерно 0,01-5 мм), предпочтительно, примерно 3 мм или меньше (например, примерно 0,01-3 мм) или даже примерно 2 мм или меньше (например, примерно 0,5-2 мм или примерно 1-1,5 мм). Желательно, чтобы частицы были
 35 почти сферическими по форме. Размер и/или форма гидрофобных частиц аэрогеля может меняться, когда частицы соединяют с другими компонентами связующей композиции, содержащей аэрогель и полые частицы, из-за процесса смешивания или других факторов (например, гидрофобные частицы аэрогеля могут быть разбиты). Таким образом, все размеры и формы частиц, указанные выше, относятся к размерам и форме гидрофобных
 40 частиц аэрогеля до их объединения с другими компонентами связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами. Желательно, чтобы гидрофобные частицы аэрогеля имели такой размер, который примерно тот же, что и размер изолирующих гидрофобных частиц аэрогеля до такого объединения (т.е., как описано выше).

Согласно данному изобретению можно использовать любой тип полых, непористых
 45 частиц, в том числе материалы, называемые микросферами, микропузырьками, микроскопическими полыми шариками, ценосферами и другими терминами, обычно используемыми в данной области. Термин "непористый", как он используется в данном изобретении, означает, что стенка полый частицы не позволяет связующей матрице проникать во внутренний объем полый частицы в какой-либо значительной степени. Под
 50 термином "значительная степень" понимается такое количество, которое увеличило бы теплопроводность полых непористых частиц или изоляционного композитного материала. Полые непористые частицы могут быть изготовлены из любого подходящего материала, включая органические и неорганические материалы, и, предпочтительно, они изготовлены

из материала с относительно низкой теплопроводностью. Органические материалы включают, например, материалы из сополимеров винилиденхлорида/акрилонитрила, фенольные материалы, мочевиноформальдегидные материалы, полистирольные материалы или термопластичные смолы. Неорганические материалы включают, например, 5 стекло, диоксид кремния, диоксид титана, оксид алюминия, кварц, зольную пыль и керамические материалы. Кроме того, жаростойкий изоляционный композитный материал может содержать смесь любых из вышеупомянутых типов полых непористых частиц (например, неорганические и органические полые непористые частицы). Внутренний объем 10 полых частицы обычно содержит газ, такой как воздух (т.е., полые частицы могут содержать оболочку из непористого материала, в которой инкапсулирован газ). Подходящие полые непористые частицы коммерчески доступны. Примеры подходящих полых непористых частиц включают стеклянные микросферы Scotchlite™ и керамические микросферы Zeeospheres™ (все производства 3M, Inc.). Подходящие полые непористые частицы включают также микросферы EXPANCEL® (производства Akzo Nobel), которые 15 состоят из оболочки из термопластичной смолы, внутри которой инкапсулирован газ.

Размер полых непористых частиц будет зависеть отчасти от конкретного применения, в котором будет использоваться связующая композиция с аэрогелем и полыми частицами (например, от толщины, с которой композиция будет наноситься на основу). Для целей изобретения термины "размер частицы" и "диаметр частицы" используются как синонимы.

20 Предпочтительно полые непористые частицы имеют средний размер (по массе) меньший, чем средний размер гидрофобных частиц аэрогеля, так что полые непористые частицы могут заполнять пространство между частицами аэрогеля, которое в противном случае было бы заполнено связующим или другими твердыми материалами. Заменяя твердый материал (например, связующее) между частицами аэрогеля полыми непористыми 25 частицами, можно снизить теплопроводность связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами (например, изоляционный композитный материал, содержащий связующую композицию с аэрогелем и полыми частицами) по сравнению с такой же композицией в отсутствие полых непористых частиц. Для большинства применений приемлемо использование полых непористых частиц, имеющих средний диаметр (по массе) примерно 30 1 мм или менее (например, примерно 0,01-1 мм), такой, как примерно 0,5 мм или менее (например, примерно 0,01-0,5 мм, примерно 0,015-0,5 мм или примерно 0,02-0,5 мм). Обычно полые непористые частицы будут иметь средний диаметр (по массе) около 0,001 мм или больше (например, примерно 0,005 мм или больше, или примерно 0,01 мм или больше). Для некоторых применений желательно, чтобы отношение среднего размера 35 гидрофобных частиц аэрогеля к среднему размеру полых непористых частиц было, по меньшей мере, примерно 8:1, как, например, по меньшей мере, примерно 10:1, или даже, по меньшей мере, примерно 12:1.

Желательно, чтобы полые непористые частицы, используемые согласно изобретению, имели узкое распределение частиц по размерам. Так, например, предпочтительно 40 использовать полые непористые частицы, из которых, по меньшей мере, примерно 95% (по массе) имеют диаметр примерно 1 мм или меньше (например, примерно 0,01-1 мм), или примерно 0,5 мм или меньше (например, примерно 0,015-0,5 мм или примерно 0,02-0,5 мм).

В связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами может использоваться любое количество гидрофобных частиц аэрогеля и полых непористых частиц. Например, 45 связующая композиция с аэрогелем и полыми частицами может содержать гидрофобные частицы аэрогеля и полые непористые частицы в суммарном количестве примерно 5-99 об.% от полного объема жидкой/твердой фазы связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами. Полный объем жидкой/твердой фазы связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами может быть определен путем измерения объема 50 объединенных жидких и твердых компонентов нижнего изоляционного слоя (например, гидрофобных частиц аэрогеля, полых непористых частиц, связующего, пенообразователя и т.д.). Если связующая композиция с аэрогелем и полыми частицами (например, связующее в связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами) должна быть вспенена, полный

объем жидкой/твердой фазы в связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами является объемом объединенных жидких и твердых компонентов нижнего изоляционного слоя до вспенивания. Конечно, если доля гидрофобных частиц аэрогеля и полых непористых частиц увеличивается, теплопроводность связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами снижается, тем самым обеспечивая улучшенные теплоизоляционные характеристики; однако механическая прочность и целостность связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами падает с увеличением доли гидрофобных частиц аэрогеля и полых непористых частиц из-за уменьшения относительного количества используемого водного связующего. Соответственно, часто желательно применять примерно 50-95 об.% объединенных частиц аэрогеля и полых непористых частиц в связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами, более предпочтительно примерно 75-90 об.% объединенных частиц аэрогеля и полых непористых частиц.

Относительные количества полых непористых частиц и гидрофобных частиц аэрогеля, используемых в связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами, может регулироваться в зависимости от свойств, желательных в конечном продукте. Если количество гидрофобных частиц аэрогеля, присутствующих в композиции, увеличивается относительно количества присутствующих полых непористых частиц, теплопроводность снижается, улучшая теплоизоляционные характеристики композиции; однако, поскольку материал аэрогеля более дорогостоящий и менее долговечный, чем полые непористые частицы, стоимость материала увеличивается, и следует ожидать снижения механической прочности и долговечности материала. Для большинства применений целесообразно использовать приблизительно равное (по массе) количество полых непористых частиц и гидрофобных частиц аэрогеля (например, отношение гидрофобных частиц аэрогеля к полым непористым частицам от примерно 80:20 до примерно 20:80, от примерно 60:40 до 40:60, например, примерно 50:50).

Согласно изобретению могут использоваться любые подходящие водные связующие. Термин "водное связующее", как он использован здесь, относится к связующему, которое, до того как его высушат, является растворенным в воде или диспергированным в воде. Следовательно, нужно понимать, что термин "водное связующее" используется для обозначения водного связующего в его влажном или сухом состоянии (например, перед или после того, как водное связующее было высушено или отверждено, когда оно больше не содержит воды), даже если после того, как связующее было высушено или отверждено, оно может не быть диспергированным или растворенным в воде. Конкретное выбранное водное связующее должно быть таким, которое не проникает через поверхность гидрофобных частиц аэрогеля в какой-либо значительной степени. Предпочтительными водными связующими являются такие, которые после сушки обеспечивают водостойкий связующий состав. Подходящие неводные связующие включают, например, акриловые связующие, силикон-содержащие связующие, фенольные связующие, связующие из винилацетата, связующие из сополимера этилена и винилацетата, связующие из сополимера стирола и акрилата, бутадиен-стирольные связующие, связующие из поливинилового спирта, связующие из поливинилхлорида и акриламидные связующие, а также их смеси и сополимеры. Связующее можно использовать индивидуально или в комбинации с подходящими сшивающими агентами. Предпочтительными водными связующими являются водные акриловые связующие.

Связующая композиция с аэрогелем и полыми частицами может содержать любое количество водного связующего. Например, связующая композиция с аэрогелем и полыми частицами может содержать 1-95 об.% водного связующего от полного объема жидкой/твердой фазы в нижнем изолирующем слое. Конечно, если доля водного связующего увеличивается, доля аэрогеля и полых непористых частиц неизбежно уменьшается, и в результате теплопроводность связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами увеличивается. Следовательно, желательно использовать лишь столько водного связующего, сколько необходимо для достижения желательного значения механической прочности. Для большинства применений связующая композиция с

аэрогелем и полыми частицами содержит примерно 1-50 об.% водного связующего, или примерно 5-25 об.% водного связующего, или даже примерно 5-10 об.% водного связующего.

Связующая композиция с аэрогелем и полыми частицами предпочтительно содержит пенообразователь. Без привязки к какой-либо конкретной теории, полагают, что пенообразователь улучшает адгезию между гидрофобными частицами аэрогеля и водным связующим. Также считается, что пенообразователь улучшает реологию водного связующего (например, в применениях с напылением) и, в частности, позволяет связующему вспениваться при взбалтывании или перемешивании (например, пенообразовании) объединенных связующего и пенообразователя до или после введения гидрофобных частиц аэрогеля и/или полых непористых частиц, хотя пенообразователь может применяться без вспенивания связующего. Кроме того, вспененное связующее может благоприятно использоваться для получения вспененной связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами, имеющей более низкую плотность, чем невспененная композиция.

Хотя использование пенообразователя позволяет вспенить связующее взбалтыванием или смешиванием, связующее может, конечно, быть вспененным при использовании других способов, с или без применения пенообразователя. Например, связующее может быть вспенено посредством применения сжатых газов или сжатых жидкостей, или связующее может быть вспенено путем пропускания связующего через сопло (например, сопло, которое создает высокосдвиговый или турбулентный поток).

В связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами может быть использован любой подходящий пенообразователь. Подходящие пенообразователи включают, но не ограничиваясь только ими, усиливающие пенообразование поверхностно-активные вещества (например, неионные, катионные, анионные и цвиттер-ионные поверхностно-активные вещества), а также другие коммерчески доступные агенты, усиливающие пенообразование, или их смеси. Пенообразователь должен присутствовать в количестве, достаточном для того, чтобы водное связующее могло быть вспенено, если такое вспенивание желательно. Предпочтительно применяется примерно 0,1-5 мас.%, например, примерно 0,5-2 мас.% пенообразователя.

Теплопроводность связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами будет частично зависеть от конкретной рецептуры, используемой для получения нижнего изоляционного слоя. Предпочтительно, нижний изоляционный слой составляется так, чтобы после сушки иметь теплопроводность примерно 45 мВт/(м×К) или меньше, более предпочтительно, примерно 42 мВт/(м×К) или меньше, или даже примерно 40 мВт/(м×К) или меньше (например, примерно 35 мВт/(м×К)).

Аналогично, плотность связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами после сушки будет отчасти зависеть от конкретной используемой рецептуры. Предпочтительно, нижний изоляционный слой составляется так, чтобы после сушки иметь плотность примерно 0,5 г/см³ или меньше, предпочтительно, примерно 0,3 г/см³ или меньше, как, например, примерно 0,2 г/см³ или меньше, или даже примерно 0,1 г/см³ или меньше (например, примерно 0,05 г/см³ или меньше).

Связующая композиция с аэрогелем и полыми частицами может также содержать армирующие волокна. Армирующие волокна могут придавать дополнительную механическую прочность связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами и, соответственно, изоляционному композитному материалу, содержащему связывающую композицию. Могут использоваться волокна любого подходящего типа, такие как стекловолокно, оксид алюминия, фосфат кальция, минеральная вата, волластонит, керамика, целлюлоза, уголь, вата, полиамид, полибензимидазол, полиарамидные, акриловые, фенольные, полиэфирные, полиэтиленовые волокна, волокна из полиэфир-эфиркетона, полипропилена и других типов полиолефинов или их смеси.

Предпочтительные волокна жаростойки и огнеупорны, как волокна, которые не содержат взвешенных частиц. Волокна также могут быть такими, которые отражают инфракрасное

излучение, такие как углеродные волокна, металлизированные волокна или волокна других подходящих отражающих инфракрасное излучение материалов. Волокна могут быть в виде индивидуальных нитей любой подходящей длины, которые могут наноситься, например, напылением волокон на основу вместе с другими компонентами связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами (например, путем смешивания волокна с одним или несколькими другими компонентами связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами до напыления) или раздельным напылением волокон на основу. Альтернативно, волокна могут быть в виде полотна или сеток, которые могут быть нанесены, например, на основу, а другие компоненты связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами могут быть напылены, намазаны или нанесены на полотно или сетку каким-либо другим способом. Волокна могут применяться в любом количестве, достаточном, чтобы обеспечить желательное значение механической прочности для конкретного применения, в котором будет использоваться связующая композиция с аэрогелем и полыми частицами. Обычно волокна присутствуют в нижнем изоляционном слое в количестве примерно 0,1-50 мас.%, желательно, в количестве примерно 1-20 мас.%, как, например, в количестве примерно 2-10 мас.%, в расчете на массу связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами.

Изоляционный композитный материал

Изоляционный композитный материал изобретения содержит, в основном состоит из или состоит из (а) нижнего изоляционного слоя, содержащего, в основном состоящего или состоящего из связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами, как описано здесь, и (b) защитного слоя, содержащего, состоящего в основном или состоящего из защитного связующего и, возможно, агента, отражающего инфракрасный свет, и/или армирующих волокон.

Нижний изоляционный слой может иметь любую желаемую толщину. Изоляционные композитные материалы, содержащие более толстые нижние изоляционные слои, имеют лучшие тепло- и/или звукоизолирующие свойства; однако изоляционный композитный материал изобретения позволяет использовать относительно тонкий нижний изоляционный слой, тем не менее обеспечивая превосходные тепло- и/или звукоизолирующие свойства. Для большинства применений нижний изоляционный слой толщиной примерно 1-15 мм, как, например, примерно 2-6 мм, обеспечивает достаточную изоляцию.

Защитный слой придает более высокую степень механической прочности изоляционному композитному материалу и/или защищает нижний изоляционный слой от разрушения из-за одного или нескольких факторов окружающей среды (например, тепло, влажность, трение, удары и т.д.). Защитным связующим может быть любое подходящее связующее, которое резистентно к конкретным условиям (например, теплу, нагрузке, влажности и т.д.), которым будет подвержен изоляционный композитный материал. Таким образом, выбор связующего будет зависеть частично от конкретных свойств, желательных в изоляционном композитном материале. Защитное связующее может быть тем же, что и связующее нижнего изоляционного слоя, или другим. Подходящие связующие включают водные и неводные натуральные и синтетические связующие. Примеры таких связующих включают любые водные связующие, подходящие для использования в нижнем изоляционном слое, которые были описаны здесь ранее, а также неводные связующие. Предпочтительными связующими являются водные связующие, такие как водные акриловые связующие. Особенно предпочтительны самосшивающиеся связующие, такие как самосшивающиеся акриловые связующие. Защитный слой может почти не содержать или совсем не содержать полых непористых частиц. Под термином "почти не содержащий полые непористые частицы" подразумевается, что защитный слой содержит полые непористые частицы в количестве примерно 20 об.% или меньше, как, например, примерно 10 об.% или меньше, или даже примерно 5 об.% или меньше (например, примерно 1 об.% или меньше).

Агент, отражающий инфракрасный свет, может быть любым соединением или составом, который отражает или другим образом блокирует инфракрасное излучение, в том числе

глушителем, таким как углеродистые материалы (например, сажа), углеродные волокна, диоксид титана (рутил) и металлические, и неметаллические частицы, пигменты и волокна и их смеси. Предпочтительные отражающие инфракрасный свет агенты включают металлические частицы, пигменты и пасты, такие как алюминий, нержавеющая сталь, медно-цинковые сплавы и сплавы меди и хрома. Особенно предпочтительны частицы алюминия, пигменты и пасты. Чтобы предотвратить осаждение отражающего инфракрасный свет агента в защитном связующем, защитный слой преимущественно содержит антиосадитель. Подходящие антиосадители включают имеющиеся в продаже коллоидальные оксиды металлов, глины и органические суспендирующие агенты.

Предпочтительными антиосадителями являются коллоидальные оксиды металлов, такие, как коллоидальный диоксид кремния, и глины, такие как гекториты. Защитный слой может также содержать смачиватель, такой как не вспенивающееся поверхностно-активное вещество.

Предпочтительные рецептуры защитного слоя содержат армирующие волокна.

Армирующие волокна могут придавать дополнительную механическую прочность защитному слою и, соответственно, теплоизоляционному композитному материалу. Могут использоваться волокна любого подходящего типа, такие как стекловолокно, оксид алюминия, фосфат кальция, минеральная вата, волластонит, керамические, целлюлозные, углеродные, хлопковые волокна, полиамидные, полибензимидазольные, полиарамидные, акриловые, фенольные, полиэфирные, полиэтиленовые волокна, волокна из полиэфир-эфиркетона, полипропилена и других типов олефинов или их смеси. Предпочтительные волокна являются жаростойкими и огнеупорными, такими как волокна, которые не имеют взвешенных частиц. Волокна могут быть также такими, которые отражают инфракрасное излучение, и могут быть использованы, кроме того, в дополнение или вместо упоминавшихся ранее агентов, отражающих инфракрасный свет. Например, могут применяться углеродные волокна или металлизированные волокна, которые обеспечивают как упрочнение, так и способность отражать инфракрасное излучение. Волокна могут быть в виде отдельных нитей любой подходящей длины, которые могут быть нанесены, например, напылением волокон на нижний изоляционный слой вместе с другими компонентами защитного слоя (например, путем смешивания волокон с одним или несколькими другими компонентами защитного слоя до напыления) или отдельным напылением волокон на нижний изоляционный слой. Альтернативно, волокна могут быть в виде полотна или сетки, которые могут быть нанесены, например, на нижний изоляционный слой, а другие компоненты защитного слоя могут быть напылены, намазаны или нанесены другим способом поверх полотна или сетки. Волокна могут применяться в любом количестве, достаточном для получения желательного значения механической прочности для конкретного применения, в котором будет использоваться изоляционный композитный материал. Обычно волокна присутствуют в защитном слое в количестве примерно 0,1-50 мас.%, желательно, в количестве примерно 1-20 мас.%, как, например, в количестве примерно 2-10 мас.%, в расчета на массу защитного слоя и агента, отражающего инфракрасное излучение.

Толщина защитного слоя будет зависеть частично от степени защиты и желательной прочности. Хотя защитный слой может быть любой толщины, часто желательно поддерживать толщину защитного изоляционного композитного материала на минимуме и, таким образом, снизить толщину защитного слоя до минимального значения, необходимого для обеспечения достаточной степени защиты для конкретного применения. Обычно достаточная защита может быть обеспечена защитным слоем толщиной примерно 1 мм или меньше.

Теплопроводность изоляционного композитного материала будет зависеть в первую очередь от конкретной рецептуры нижнего изоляционного слоя, хотя некоторый эффект может иметь и рецептура защитного слоя. Предпочтительно, изоляционный композитный материал составлен так, чтобы после сушки иметь теплопроводность примерно 45 мВт/(м×К) или меньше, более предпочтительно примерно 42 мВт/(м×К) или меньше, или

даже примерно 40 мВт/(м×К) или меньше (например, примерно 35 мВт/(м×К)).

Изоляционный композитный материал, обеспечиваемый изобретением, желательно является жаростойким. Термин "жаростойкий", как он используется для описания изоляционного композитного материала изобретения, означает, что изоляционный

5 композитный материал не будет заметно разлагаться в условиях сильного нагрева. Изоляционный композитный материал считается жаростойким в аспекте изобретения, если после нахождения в условиях сильного нагрева в течение 1 часа изоляционный композитный материал сохраняет, по меньшей мере, примерно 85%, предпочтительно, по меньшей мере, примерно 90%, более предпочтительно, по меньшей мере, примерно 95%,
10 или даже, по меньшей мере, примерно 98% или всю свою первоначальную массу. В частности, условия сильного нагрева обеспечиваются применением нагревательного элемента мощностью 250 Вт (IRB производства Edmund Bühler GmbH, Германия), соединенного с горячей воздуходувкой (HG3002 LCD производства Steinel GmbH, Германия) с тонкими алюминиевыми панелями, установленными вокруг прибора для
15 образования трубы. Изоляционный композитный материал подвергается условиям сильного нагрева (защитный слой лицом к нагревательному элементу) на расстоянии примерно 20 мм от нагревательного элемента, в котором горячая воздуходувка (при полной установке на обдув и низшей установке на нагрев) обеспечивает непрерывный поток воздуха между нагревательным элементом и изоляционным композитным
20 материалом. Желательно, чтобы изоляционный композитный материал не разрушался заметно в таких условиях.

Если изоляционный композитный материал должен использоваться в условиях определенного класса воспламеняемости, например, там, где он может подвергаться
25 открытому огню или условиям чрезвычайно высокой температуры, желательно, чтобы изоляционный композитный материал включал подходящее огнезащитное вещество. Огнезащитное вещество может быть включено в нижний изоляционный слой и/или защитный слой изоляционного композитного материала. Подходящие огнезащитные вещества включают гидроксиды алюминия, гидроксиды магния, полифосфаты аммония и различные фосфорсодержащие вещества, и другие коммерчески доступные антипирены и
30 вспучивающиеся огнестойкие вещества.

Связующая композиция с аэрогелем и полыми частицами или изоляционный композитный материал (например, нижний изоляционный слой и/или защитный слой изоляционного композитного материала) может дополнительно содержать другие
35 компоненты, такие как любая из различных добавок, известных в данной области. Примеры таких добавок включают агенты регулирования реологии и загустители, такие как коллоидальный диоксид кремния, полиакрилаты, поликарбоновые кислоты, целлюлозные полимеры, а также натуральные резины, крахмалы и декстрин. Другие добавки включают растворитель и сорастворитель, а также воски, поверхностно-активные вещества и, если требуется, отверждающий и сшивающий агенты, при условии, что они используются в
40 таком количестве, что не вызывают какого-либо существенного проникновения связующей системы в гидрофобные частицы аэрогеля.

Способ приготовления связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами и изоляционного композитного материала

Связующая композиция с аэрогелем и полыми частицами может быть получена любым
45 подходящим способом. Например, гидрофобные частицы аэрогеля, полые непористые частицы и водное связующее могут быть объединены любым подходящим способом, чтобы образовать связующую композицию с аэрогелем и полыми частицами, которая может быть нанесена на основу, например, намазыванием, экструзией или напылением связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами на основу.

50 Предпочтительно, однако, получать связующую композицию с аэрогелем и полыми частицами другим способом изобретения. В частности, способ приготовления связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами изобретения включает, в основном состоит из или состоит из (а) получения связующей композиции, содержащей, состоящей в основном

или состоящей из водного связующего и пенообразователя, (b) перемешивания связующей композиции для получения вспененной связующей композиции, и (c) объединения вспененной связующей композиции с гидрофобными частицами аэрогеля и полыми непористыми частицами для получения связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами. Затем связующая композиция с аэрогелем и полыми частицами, приготовленная таким образом, может быть нанесена на основу.

Альтернативно, и в соответствии с другим аспектом изобретения, связующая композиция с аэрогелем и полыми частицами может быть получена способом, включающим, в основном состоящим из или состоящим из (a) получения связующей композиции, содержащей, в основном состоящей из или состоящей из водного связующего и, необязательно, пенообразователя, для получения связующей композиции, (b) получения гидрофобных частиц аэрогеля и полых непористых частиц, и (c) одновременного нанесения связующей композиции, гидрофобных частиц аэрогеля и полых непористых частиц на основу, после чего связующая композиция смешивается с композицией аэрогеля и полых частиц для получения связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами.

Связующая композиция, гидрофобные частицы аэрогеля и полые непористые частицы могут быть нанесены на основу в соответствии с изобретением (например, вместе или по отдельности) любым подходящим способом, таким как намазывание или, предпочтительно, напыление компонентов на основу. Под "одновременным нанесением" понимается, что связующая композиция, гидрофобные частицы аэрогеля и полые непористые частицы подаются раздельно на основу в одно и то же время, причем компоненты смешиваются во время процесса подачи (например, смешиваются на пути движения или на поверхности основы). Это может быть выполнено, например, одновременным напылением гидрофобных частиц аэрогеля, полых непористых частиц и связующего на основу, причем композиция частиц и связующая композиция подаются через раздельные пути движения. Пути движения могут быть объединены в одном распылительном устройстве, так что к основе подводится смешанная связующая композиция частиц и аэрогеля, или пути движения могут быть полностью раздельными, так что гидрофобные частицы аэрогеля не объединяются со связующей композицией до того, как соответствующие композиции не достигнут основы.

В этом аспекте изобретение обеспечивает способ приготовления связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами, а также композицию, приготовленную таким способом, которая может применяться для получения нижнего изоляционного слоя изоляционного композитного материала или может применяться для других целей. Объединением гидрофобных частиц аэрогеля и полых непористых частиц со связующей композицией в соответствии с данными стадиями процесса может быть получена связующая композиция с аэрогелем и полыми частицами, имеющая желательные, если не уникальные, свойства, причем эта связующая композиция с аэрогелем и полыми частицами является еще одним аспектом изобретения. В частности, без привязки к какой-либо конкретной теории, связующая композиция с аэрогелем и полыми частицами, полученная согласно изобретению, имеет сниженную тенденцию к "смачиванию" частиц аэрогеля и/или полых непористых частиц, тем самым уменьшая тенденцию частиц аэрогеля и/или полых непористых частиц к отделению от композиции. Также способ изобретения позволяет использовать высокое отношение аэрогеля и полых непористых частиц к связующему, что улучшает температурные характеристики связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами и снижает плотность связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами. Кроме того, способ изобретения обеспечивает связующую композицию с аэрогелем и полыми частицами, которая может быть напылена, что делает нанесение и применение связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами гибким. Гидрофобные частицы аэрогеля, полые непористые частицы, связующая композиция и пенообразователь те же, что и описанные ранее для связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами и изолирующего композиционного материала.

Хотя связующее, одно или в комбинации с пенообразователем, предпочтительно вспенено взбалтыванием или смешиванием, могут применяться и другие способы

вспенивания. Например, связующее может быть вспенено с использованием сжатых газов или сжатых жидкостей, или связующее может быть вспенено посредством пропускания связующего через сопло (например, сопло, которое создает высокосдвиговый или турбулентный поток).

5 Изобретение также обеспечивает способ приготовления изоляционного композитного материала, включающий, в основном состоящий из или состоящий из (а) получения на основе нижнего изоляционного слоя, содержащего, в основном состоящего из или состоящего из связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами, как описано здесь, и (b) нанесения на поверхность нижнего изоляционного слоя защитного слоя, содержащего, в основном состоящего из или состоящего из защитного связующего и, необязательно, агента, отражающего инфракрасное излучение, и/или армирующих волокон. Компоненты защитного слоя такие же, как описанные здесь ранее.

10 Предпочтительно компоненты защитного слоя объединены, путем смешивания, для получения защитной покрывной композиции, которую затем наносят на поверхность нижнего изоляционного слоя любым подходящим способом, например, намазыванием или напылением.

15 Хотя для адгезии защитного слоя к нижнему изоляционному слою могут применяться адгезивы или связующие агенты, согласно изобретению такие адгезивы необязательны, поскольку желательную адгезию может обеспечить связующее в нижнем изоляционном слое или защитном слое. Защитный слой, предпочтительно, наносят на нижний изоляционный слой, когда нижний изоляционный слой влажный, но он может быть нанесен и после того, как нижний изоляционный слой был высушен. Изоляционный композитный материал (например, нижний изоляционный слой и/или защитный слой изоляционного композитного материала) может быть высушен в условиях окружающей среды или при 20 нагревании, например, в печи.

Применение и конечное использование

Изоляционный композитный материал и связующая композиция с аэрогелем и полыми частицами изобретения, а также способы их приготовления могут, конечно, использоваться для любой подходящей цели. Однако изоляционный композитный 30 материал и связующая композиция с аэрогелем и полыми частицами изобретения особенно подходят для применений, требующих изолирования, которое обеспечивает термостойкость, механическую прочность и/или гибкость в способе нанесения. Например, изоляционный композитный материал и связующая композиция с аэрогелем и полыми частицами, согласно предпочтительным рецептурам, особенно рецептурам, пригодным для 35 напыления, полезны для изолирования поверхностей от высоких температур и легко могут быть нанесены на поверхности, которые сложно или дорого было бы защитить обычными способами. Примеры таких применений включают различные детали моторизованных транспортных средств или приборов, такие как двигатель, теплоизоляционная перегородка, топливный бак, рулевая колонка, поддон картера, багажник и запасное 40 колесо, или любые другие детали моторизованного транспортного средства или прибора. Изоляционный композитный материал особенно подходит для изолирования днища кузова моторизованного транспортного средства, в частности, как защитный экран для деталей, находящихся около выхлопной системы. Конечно, изоляционный композитный материал и связующая композиция с аэрогелем и полыми частицами изобретения могут 45 использоваться для обеспечения изолирования в любых других применениях. Например, изоляционный композитный материал и связующая композиция с аэрогелем и полыми частицами могут применяться для изолирования труб, стен и каналов теплотрасс или вентиляционных каналов. Хотя предпочтительные рецептуры изоляционного композитного материала и связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами являются 50 рецептурами, пригодными для напыления, изоляционный композитный материал и связующая композиция с аэрогелем и полыми частицами могут также экструдироваться или формоваться для получения таких изоляционных материалов, как плитка, панели или предметы различной формы. В этом отношении изобретение также предлагает основу,

такую как любая из упомянутых ранее, содержащую изоляционный композитный материал или связующую композицию с аэрогелем и полыми частицами изобретения, а также способ изолирования основы, включающий использование любого изоляционного композитного материала, связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами или способов их

приготовления или применения.

Следующие примеры иллюстрируют изобретение далее, но, конечно, не должны рассматриваться как каким-либо образом ограничивающие его объем.

ПРИМЕР 1

Этот пример иллюстрирует приготовление и характеристики одной связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами согласно изобретению.

Связующая композиция была приготовлена путем объединения 200 г водного акрилового связующего (LEFASOL™ 168/1 производства Lefatex Chemie GmbH, Германия), 1,7 г пенообразователя (HOSTAPUR™ OSB производства Clariant GmbH, Германия) и 30 г огнезащитного вещества полифосфата аммония (EXGLIT™ AP420 производства Clariant GmbH, Германия) в обычном смесителе. Связующую композицию перемешивали до тех пор, пока не получили 3 дм³ вспененной связующей композиции. Затем 50 г глушенных гидрофобных шариков аэрогеля (шарики NANOGEL™ производства Cabot Nanogel GmbH, Германия) и 50 г стеклянных микросфер (B23/500 производства 3M Inc., Миннесота) медленно добавляли при перемешивании для сохранения объема на значении 3 дм³, тем самым получая связующую композицию с аэрогелем и полыми частицами (Образец 1А).

Две дополнительные композиции были приготовлены тем же способом, что и Образец 1А, за исключением того, что композиции содержали 100 г стеклянных микросфер без частиц аэрогеля (Образец 1В) или 100 г глушенных частиц аэрогеля без стеклянных микросфер (Образец 1С). Каждый образец был нанесен на рамку размером 25 см × 25 см, имеющую толщину 1,5 см с помощью шпателя. Рамки были облицованы алюминиевой фольгой. Композиции сушили в течение двух часов при 130°C. После того как композиции остыли, из рамок были вырезаны образцы размером 20 см × 20 см, и была измерена теплопроводность каждого образца на приборе для определения теплопроводности LAMBDA CONTROL™ A50 (производства Hesto Elektronik GmbH, Германия) с верхней температурой плато 36°C и нижней температурой плато 10°C. Плотности образцов были определены посредством деления веса каждого образца на его размеры. Результаты приведены в Таблице 1.

Таблица 1			
Образец	Тип	Плотность (г/см ³)	Теплопроводность (мВт/(м×К))
1А	Аэрогель/Микросферы	0,11	38
1В	Только микросферы	0,08	42
1С	Только аэрогель	0,12	33

Эти результаты показывают, что согласно изобретению может быть приготовлена связующая композиция с аэрогелем и полыми частицами, которая имеет хорошую теплопроводность и низкую плотность.

ПРИМЕР 2

Этот пример иллюстрирует приготовление и характеристики связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами согласно изобретению.

Связующая композиция была приготовлена путем соединения 200 г водного акрилового связующего (WORLEECRYL™ 1218 производства Worlee Chemie GmbH, Германия), 1,2 г пенообразователя (HOSTAPUR™ OSB производства Clariant GmbH, Германия) и 10 г воды в пенообразователе Oakes (приобретенном у E.T. Oakes Corporation, Наппрауге, Нью Йорк), при скорости ротора-статора примерно 1000 об/мин, скорости откачки примерно 25% мощности и потоке воздуха примерно 2,4 дм³/мин. Затем медленно добавляли 80 г глушенных гидрофобных шариков аэрогеля (шарики NANOGEL™ производства Cabot Nanogel GmbH, Германия) и 5 г микросфер из термопластичной смолы (микросферы EXPANCEL® 091 DE 40 d30, производства Akzo Nobel), используя обычный смеситель,

чтобы сохранить объем этой смеси, получая тем самым связующую композицию с аэрогелем и полыми частицами (Образец 2A).

Таким же образом, как и Образец 2A, были приготовлены три дополнительные композиции, за тем исключением, что использовали композиции других полых непористых частиц. В частности, полые непористые частицы Образца 2B состояли из 33,3 г микросфер EXPANCEL® 551 WE 40 d36 (также производства Akzo Nobel) и 80 г глушенных шариков гидрофобного аэрогеля. Полые непористые частицы Образца 2C состояли из 5 г микросфер EXPANCEL® 091 DE 40 d30, 40 г шариков NANOGEL™ и 45 г стеклянных микросфер B23/500 (производства 3M Inc., Миннесота). Наконец, полые непористые частицы Образца 2D состояли из 33,3 г микросфер EXPANCEL® 551 WE 40 d36, 40 г шариков NANOGEL™ и 45 г стеклянных микросфер B23/500. Каждый из образцов наносили на рамку размером 25 см × 25 см толщиной 1,5 см с помощью шпателя. Рамки были облицованы алюминиевой фольгой. Композиции сушили в течение двух часов при 130°C. После того, как композиции остыли, из рамок были вырезаны образцы размером 20 см × 20 см, и была измерена теплопроводность каждого образца с помощью прибора для измерения теплопроводности LAMBDA CONTROL™ A50 (производства Hesto Elektronik GmbH, Германия) с верхней температурой плато 36°C и нижней температурой плато 10°C. Плотности образцов определяли путем деления веса каждого образца на его размеры. Результаты приведены в Таблице 2.

Таблица 2			
Образец	Тип	Плотность (г/см ³)	Теплопроводность (мВт/(м×К))
2A	Аэрогель/микросферы из термопластичной смолы	0,097	29,4
2B	Аэрогель/микросферы из термопластичной смолы	0,071	43
2C	Аэрогель/микросферы из термопластичной смолы/стеклянные микросферы	0,093	36,5
2D	Аэрогель/микросферы из термопластичной смолы/стеклянные микросферы	0,076	44

Эти результаты показывают, что для получения связующих композиций с аэрогелем и полыми частицами согласно изобретению могут применяться смеси различных полых непористых частиц. Основы, образованные с этими композициями, проявляют низкую теплопроводность и низкую плотность.

ПРИМЕР 3

Этот пример иллюстрирует термостойкость изоляционного композитного материала, содержащего защитный слой и связующую композицию с аэрогелем и полыми частицами изобретения в качестве нижнего изоляционного слоя.

Покрывная композиция была приготовлена путем объединения 58 г водного акрилового связующего (WORLEECRYL™ 1218 производства Worlee Chemie GmbH, Германия) с 22,6 г антиосадителя коллоидального диоксида кремния (CAB-O-SPERSE™ производства Cabot Corporation, Массачусетс) и 19,4 г алюминиевой пигментной пасты в качестве отражающего инфракрасный свет агента (STAPA™ Hydroxal WH 24 n.l., производства Euskart GmbH, Германия). Смесь осторожно перемешивали, используя магнитную мешалку. Затем покрывную композицию наносили на связующую композицию с аэрогелем и полыми частицами Примера 2 (Образцы 2A-2D) до толщины приблизительно 1 мм, тем самым получая изоляционные композитные материалы (Образцы 3A-3D, соответственно).

Затем каждый из изоляционных композитных материалов был помещен в аппарат, предназначенный для определения термостойкости изоляционного композитного материала. В частности, прибор включал нагревательный элемент мощностью 250 Вт (IRB производства Edmund Bühler GmbH, Германия), соединенный с горячей воздуходувкой (HG3002 LCD производства Steinel GmbH, Германия) с тонкими алюминиевыми панелями, установленными вокруг прибора, чтобы образовать трубу. Изоляционный композитный материал подвергался условиям сильного нагрева на примерно 30 минут на расстоянии примерно 20 мм от нагревательного элемента (защитный слой лицом к нагревательному элементу), и горячая воздуходувка (при установке на полное обдувание и низшей установке на нагрев) обеспечивала непрерывный поток воздуха между нагревательным

элементом и изоляционным композитным материалом. Температура обратной стороны изоляционного композитного материала (т.е., стороны, противоположной защитному слою и нагревательному элементу) отслеживалась в течение всего испытания, чтобы определить максимальную поддерживаемую температуру. Результаты этих измерений приведены в Таблице 3.

Таблица 3		
Образец	Частицы	Температура обратной стороны (°C)
3A	Аэрогель/микросферы из термопластичной смолы	27
3B	Аэрогель/микросферы из термопластичной смолы	24
3C	Аэрогель/микросферы из термопластичной смолы/стеклянные микросферы	29
3D	Аэрогель/микросферы из термопластичной смолы/стеклянные микросферы	26

Эти результаты показывают, что изоляционный композитный материал изобретения, содержащий защитный слой и связующую композицию с аэрогелем и полыми частицами, является жаростойким и обнаруживает хорошие теплоизоляционные свойства в условиях сильного нагрева.

Все ссылки, включая публикации, патентные заявки и патенты, цитированные здесь, настоящим введены посредством ссылок в той же степени, как если бы каждая ссылка была индивидуально и конкретно указана для того, чтобы быть введенной ссылкой, и была изложена здесь во всей полноте.

Использование терминов в единственном числе, терминов "этот" и аналогичных объектов ссылок в контексте описания изобретения (особенно в контексте следующей формулы изобретения) должны толковаться так, что они относятся как к единственному, так и множественному числу, если при этом не указано другое или если это с очевидностью не противоречит контексту. Термины "охватывающий", "имеющий", "включающий" и "содержащий" должны толковаться как неограничивающие термины (т.е., означающие "включающий, но не ограниченный этим"), если не указано иное. При этом просто подразумевается, что перечисление диапазонов величин служит просто для краткости способа ссылки индивидуально на каждую отдельную величину, попадающую в диапазон, если при этом не указано другое, и каждое отдельное значение введено в описание, как если бы оно было там перечислено индивидуально. Все способы, описанные здесь, могут быть выполнены в любом подходящем порядке, если при этом не указано иное или если это не противоречит с очевидностью контексту. Использование какого-либо и всех примеров или типовых языковых выражений (например, "такой, как"), имеющих здесь, предназначено просто для лучшего освещения изобретения и не накладывает ограничения на объем изобретения, если не заявлено другое. Никакое выражение в описании не следует толковать как указывающее на какой-либо незаявленный элемент как существенный для практики изобретения.

Здесь описаны предпочтительные варианты воплощения данного изобретения, включая самый лучший способ, известный изобретателям для осуществления изобретения. Вариации и модификации этих предпочтительных вариантов воплощения могут стать понятными специалистам среднего уровня в данной области после прочтения данного описания. Авторы изобретения ожидают, что квалифицированные специалисты используют такие вариации и модификации должным образом, и авторы изобретения имеют в виду, что изобретение может быть осуществлено на практике иначе, чем конкретно описано здесь. Соответственно, данное изобретение включает все модификации и эквиваленты предмета изобретения, приведенного в приложенной формуле изобретения, как разрешено применяемыми правовыми нормами. Более того, любая комбинация описанных выше элементов во всех возможных их вариациях охватывается изобретением, если при этом не указано иное, или если это с очевидностью противоречит контексту.

Формула изобретения

1. Связующая композиция с аэрогелем и полыми частицами, содержащая водное связующее, гидрофобные частицы аэрогеля и полые непористые частицы.

2. Связующая композиция с аэрогелем и полыми частицами по п.1, в которой связующая композиция с аэрогелем и полыми частицами содержит гидрофобные частицы аэрогеля и полые непористые частицы в суммарном количестве примерно 5-99 об.%.
 3. Связующая композиция с аэрогелем и полыми частицами по п.1, в которой

5 композиция может быть нанесена напылением.

4. Связующая композиция с аэрогелем и полыми частицами по п.2, в которой композиция может быть нанесена напылением.

5. Связующая композиция с аэрогелем и полыми частицами по п.1, где связующая композиция с гидрофобными частицами аэрогеля и полыми частицами имеет после сушки
 10 теплопроводность примерно 45 мВт/(м·К) или меньше.

6. Связующая композиция с аэрогелем и полыми частицами по п.2, где связующая композиция с гидрофобными частицами аэрогеля и полыми частицами имеет после сушки теплопроводность примерно 45 мВт/(м·К) или меньше.

7. Связующая композиция с аэрогелем и полыми частицами по п.3, где связующая
 15 композиция с аэрогелем и полыми частицами имеет после сушки теплопроводность примерно 45 мВт/(м·К) или меньше.

8. Связующая композиция с аэрогелем и полыми частицами по п.4, где связующая композиция с гидрофобными частицами аэрогеля и полыми частицами имеет после сушки
 20 теплопроводность примерно 45 мВт/(м·К) или меньше.

9. Связующая композиция с аэрогелем и полыми частицами по пп.1-8, где связующая композиция с гидрофобными частицами аэрогеля и полыми частицами имеет после сушки плотность примерно 0,5 г/см³ или меньше.

10. Изоляционный композитный материал, содержащий (а) изоляционный нижний слой, содержащий связующую композицию с аэрогелем и полыми частицами по любому из пп.1-9, и (b) защитный слой, содержащий защитное связующее.

11. Изоляционный композитный материал по п.10, в котором защитный слой практически не содержит гидрофобных частиц аэрогеля.

12. Основа, содержащая связующую композицию с аэрогелем и полыми частицами по любому из пп.1-9.

30 13. Основа, содержащая изоляционный композитный материал по любому из пп.10, 11.

14. Основа по п.12 или 13, где основа является деталью моторизованного транспортного средства или прибора.

15. Основа по п.14, где основа является днищем моторизованного транспортного средства или его частью.

35 16. Способ приготовления связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами, включающий (а) получение связующей композиции, содержащей водное связующее и пенообразователь, (b) взбалтывание связующей композиции для получения вспененной связующей композиции и

40 (с) соединение вспененной связующей композиции с гидрофобными частицами аэрогеля и полыми непористыми частицами для получения связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами.

17. Способ приготовления связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами, включающий (а) получение связующей композиции, содержащей водное связующее, (b) получение гидрофобных частиц аэрогеля и полых непористых частиц и (с) одновременное
 45 нанесение связующей композиции, гидрофобных частиц аэрогеля и полых непористых частиц на основу, после чего связующая композиция смешивается с гидрофобными частицами аэрогеля и полыми непористыми частицами для получения связующей композиции с аэрогелем и полыми частицами.

18. Способ приготовления изоляционного композитного материала, включающий (а) получение на основе нижнего изоляционного слоя, содержащего связующую композицию с аэрогелем и полыми частицами по любому из пп.1-9, и

(b) нанесение на поверхность изолирующего нижнего слоя защитного слоя, содержащего защитное связующее.