

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **038237**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2021.07.28**

(51) Int. Cl. *A42B 3/06* (2006.01)

(21) Номер заявки  
**201890554**

(22) Дата подачи заявки  
**2017.02.28**

---

(54) **ШЛЕМ**

---

(31) **1603566.9**

(32) **2016.03.01**

(33) **GB**

(43) **2019.01.31**

(86) **PCT/EP2017/054663**

(87) **WO 2017/148958 2017.09.08**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**МИПС АБ (SE)**

(72) Изобретатель:  
**Гриннебакк Кай, Ланнер Дэниел,  
Сейфарт Маркус (SE)**

(74) Представитель:  
**Нилова М.И. (RU)**

(56) WO-A1-0145526  
US-A-4565725  
WO-A1-2011087435  
US-A-5794270  
US-A1-2003199398  
US-A-3723566

(57) В настоящем изобретении раскрыт шлем, содержащий два слоя, выполненных с возможностью скольжения относительно друг друга, причем поверхность одного или обоих слоев содержит средство для облегчения скольжения для улучшения возможности скольжения между двумя слоями, при этом средство для облегчения скольжения содержит: (i) органический полимер, полисилоксан и поверхностно-активное вещество; (ii) органический полимер и сополимер на основе полисилоксана и органического полимера; или (iii) неэластомерный поперечно-сшитый полимер, полученный или получаемый путем обеспечения реакции поперечного сшивания полисилоксана и органического полимера.

**B1**

**038237**

**038237**

**B1**

Настоящее изобретение относится к шлемам. В частности изобретение относится к облегчению скольжения слоёв в шлеме для улучшения защиты от косых ударов.

Известно использование шлемов в различных видах деятельности. Эти виды деятельности включают боевые и промышленные применения, например защитные шлемы для солдат и каски или шлемы, используемые, например, строителями, шахтерами или операторами промышленного оборудования. Шлемы также распространены в спортивных видах деятельности. Например, защитные шлемы можно использовать в хоккее, велоспорте, мотоспорте, автомобильных гонках, горнолыжном спорте, сноубординге, конькобежном спорте, скейтбординге, верховой езде, американском футболе, бейсболе, регби, крикете, лакроссе, скалолазание, гольфе, страйкболе и пейнтболе.

Шлемы могут иметь фиксированный размер или быть регулируемы, чтобы подходить различным размерам и формам головы. В некоторых типах шлемов, например шлемы, распространённые в хоккее на льду, регулируемость можно обеспечить путем перемещения частей шлема для изменения внешних и внутренних размеров шлема. Это можно обеспечить с помощью шлема с двумя или более частями, которые могут перемещаться относительно друг друга. В других случаях, например шлемы, распространённые в велоспорте, шлем оснащён крепежным приспособлением для закрепления шлема на голове пользователя, и именно крепежное приспособление выполнено с возможностью изменения размера, чтобы соответствовать голове пользователя, в то время как основной корпус или оболочка шлема имеет тот же размер. Такие крепежные приспособления для размещения шлема на голове пользователя можно использовать вместе с дополнительными ремешками (такими как ремешок для подбородка) для дополнительного закрепления шлема на месте. Также возможна комбинация таких регулируемых устройств.

Шлемы часто имеют внешнюю оболочку, которая, как правило, является прочной и изготовлена из пластика или композитного материала, и энергопоглощающий слой, называемый подкладкой. В настоящее время защитный шлем должен быть спроектирован для соответствия конкретным законодательным требованиям, к которым относятся, в частности, максимальное ускорение, которое может быть достигнуто в центре тяжести мозга при конкретной нагрузке. Испытания, как правило, выполняются на муляже черепа со шлемом, подвергающемся радиальному удару в голову. Это привело к тому, что у современных шлемов хорошая энергопоглощающая способность в случае радиальных ударов относительно черепа. Прогресс также был достигнут (например, в WO 2001/045526 и WO 2011/139224, которые полностью включены в настоящий документ посредством ссылки) в разработке шлемов для уменьшения энергии, передаваемой от косых ударов (т.е. в которых сочетаются тангенциальная и радиальная компоненты), путем поглощения или рассеивания поворотной энергии и/или ее перевода в поступательную энергию, нежели чем в поворотную энергию.

Такие косые удары (в отсутствие защиты) приводят к поступательному ускорению и поворотному ускорению головного мозга. Угловое ускорение приводит к повороту мозга в черепе, что вызывает повреждение частей тела, соединяющих мозг с черепом, а также повреждения самого мозга.

Примеры повреждений при повороте включают в себя сотрясения, субдуральные гематомы (СДГ), кровотечения вследствие разрыва кровеносных сосудов и диффузные аксональные повреждения (ДАП), которые можно обобщить как сверхрастяжение нервных волокон вследствие высоких сдвиговых деформаций в мозговой ткани.

В зависимости от характеристик поворотного усилия, таких как продолжительность, амплитуда и скорость нарастания, возможны СДГ, ДАП или их сочетание. В целом, СДГ получаются в случае ускорений с короткой продолжительностью и большой амплитуды, а ДАП получаются в случае более длительных и более ускоренных нагрузок.

Однако область, касающаяся шлемов для защиты от косых ударов, все еще развивается. Задача настоящего изобретения заключается в обеспечении улучшенной защиты от косых ударов.

В настоящем изобретении предложен шлем, содержащий:

два слоя, выполненных с возможностью скольжения относительно друг друга;

причем поверхность одного или обоих слоев содержит средство для облегчения скольжения для улучшения возможности скольжения между двумя слоями, при этом средство для облегчения скольжения содержит органический полимер, полисилоксан и поверхностно-активное вещество;

органический полимер и сополимер на основе полисилоксана и органического полимера; или

неэластомерный поперечно-сшитый полимер, полученный или получаемый путем обеспечения реакции поперечного сшивания полисилоксана и органического полимера.

В настоящем изобретении также предложен способ изготовления шлема, включающий:

нанесение или формирование средства для облегчения скольжения на поверхности первого слоя шлема; и

расположения слоя относительно другого слоя шлема таким образом, что два слоя имеют возможность скольжения относительно друг друга, при этом средством скольжения расположено между двумя слоями;

причем средство для облегчения скольжения содержит органический полимер, полисилоксан и поверхностно-активное вещество;

органический полимер и сополимер на основе полисилоксана и органического полимера; или

неэластомерный поперечно-сшитый полимер, полученный или получаемый путем обеспечения реакции поперечного сшивания полисилоксана и органического полимера.

Изобретение описано ниже с помощью неограничивающих примеров со ссылкой на сопроводительные чертежи, на которых:

на фиг. 1 показан разрез шлема для обеспечения защиты от косых ударов;

на фиг. 2 показано графическое представление принципов функционирования шлема согласно фиг. 1;

на фиг. 3А, 3В и 3С показаны разновидности конструкции шлема согласно фиг. 1;

на фиг. 4 показано схематичное изображение другого защитного шлема; и

на фиг. 5 показан альтернативный способ присоединения крепежного приспособления шлема согласно фиг. 4;

на фиг. 6 показаны измерения угловых ускорений для обычного шлема по сравнению со шлемом, имеющим средство для облегчения скольжения в соответствии с настоящим изобретением.

Соотношения толщин в различных слоях в шлемах, показанных на чертежах, были преувеличены для ясности и могут, конечно, быть изменены в соответствии с требованиями и по необходимости.

На фиг. 1 показан первый шлем 1 типа, раскрытого в WO 01/45526, предназначенного для обеспечения защиты от косых ударов. Этот тип шлема может быть любым из типов шлемов, описанных выше.

Защитный шлем 1 имеет внешнюю оболочку 2 и расположенную внутри внешней оболочки 2 внутреннюю оболочку 3, предназначенную для контакта с головой носителя шлема.

Между внешней оболочкой 2 и внутренней оболочкой 3 расположен слой 4 для скольжения или средство для облегчения скольжения, и, таким образом, между внешней оболочкой 2 и внутренней оболочкой 3 обеспечена возможность смещения. В частности, как описано ниже слой 4 для скольжения или средство для облегчения скольжения можно выполнить таким образом, что скольжение может происходить между двумя частями во время удара. Например, он может быть выполнен с возможностью обеспечения скольжения под воздействием сил, связанных с ударом по шлему 1, который предположительно обеспечивает выживание носителю шлема 1. В некоторых конструкциях может быть желательным выполнение слоя для скольжения или средства для облегчения скольжения таким образом, что коэффициент трения составляет от 0,001 до 0,3, предпочтительно от 0,01 до 0,3, более предпочтительно от 0,05 до 0,3.

В концевой части шлема 1, как показано на фиг. 1, может быть расположен один или более соединительных элементов 5, которые соединяют внешнюю оболочку 2 и внутреннюю оболочку 3. В некоторых конструкциях соединители могут противодействовать взаимному смещению между внешней оболочкой 2 и внутренней оболочкой 3 путем поглощения энергии. Однако этого недостаточно. Кроме того, даже в случае когда эта особенность представлена, количество поглощённой энергии обычно является минимальным по сравнению с энергией, поглощенной внутренней оболочкой 3 во время удара. В других конструкциях соединительные элементы 5 могут вообще отсутствовать.

Кроме того, расположение этих соединительных элементов 5 может изменяться (например, расположенные на удалении от концевой части, и соединяющие внешнюю оболочку 2 и внутреннюю оболочку 3 через слой 4 для скольжения).

Внешняя оболочка 2 предпочтительно является относительно тонкой и жесткой так, чтобы выдерживать удары различных типов. Внешняя оболочка 2 может быть выполнена из полимерного материала, такого как, например, поликарбонат (PC), поливинилхлорид (ПВХ) или акрилонитрил-бутадиен-стирол (ABS). Предпочтительно, полимерный материал может быть армирован волокном, с использованием материалов, таких как стекловолокно, арамид, тварон, углеродное волокно или кевлар.

Внутренняя оболочка 3 значительно толще и действует в качестве энергопоглощающего слоя. Таким образом она выполнена с возможностью ослабления или поглощения ударов относительно головы. Она может предпочтительно быть выполнена из пеноматериала, такого как пенополистирол (EPS), пенополипропилен (EPP), пенополиуретан (EPU), винилнитриловая пена, или других материалов, образующих, например, сотоподобную структуру; или из чувствительных к величине деформации пенопластов, таких как доступные на рынке под торговыми марками Rogon™ и D3O™. Конструкция может изменяться различными способами, которые описаны ниже, например, с множеством слоев различных материалов.

Внутренняя оболочка 3 предназначена для поглощения энергии удара. Другие элементы шлема 1 будут поглощать эту энергию в минимальной степени (например, жесткая внешняя оболочка 2 или так называемая "поддерживающая подкладка", выполненная внутри внутренней оболочки 3), что не является их основной задачей, и их вклад в поглощение энергии является минимальным по сравнению с поглощением энергии внутренней оболочкой 3. Действительно, некоторые другие элементы, такие как поддерживающая подкладка, могут быть выполнены из "сжимаемых" материалов, и, таким образом, считаться "энергопоглощающими" в других контекстах, в области шлемов хорошо известно, что сжимаемые материалы не обязательно являются "энергопоглощающими" в смысле поглощения значительного количества энергии во время удара с целью уменьшения вреда носителю шлема.

В качестве соединительных элементов 5 можно использовать, например, деформируемые полосы пластика или металла, закрепленные во внешней оболочке и внутренней оболочке подходящим образом.

На фиг. 2 показан принцип функционирования защитного шлема 1, согласно которому шлем 1 и череп 10 носителя шлема считаются полуцилиндрическими, при этом череп 10 расположен на продольной оси 11. Сила и момент кручения передаются на череп 10, когда шлем 1 подвержен косому удару  $K$ . Ударная сила  $K$  вызывает зарождение тангенциальной силы  $K_T$  и радиальной силы  $K_R$ , действующих на защитный шлем 1. В данном конкретном контексте представляют интерес только поворачивающаяся шлем тангенциальная сила  $K_T$  и ее воздействие.

Как показано сила  $K$  вызывает смещение 12 внешней оболочки 2 относительно внутренней оболочки 3 с деформацией соединительных элементов 5. При такой конструкции можно обеспечить уменьшение торсионной силы, передаваемой на череп 10, приблизительно на 25%. Это является результатом скользящего перемещения между внутренней оболочкой 3 и внешней оболочкой 2, уменьшая количество энергии, которая переходит в радиальное ускорение.

Скользящее перемещение может возникнуть в окружном направлении защитного шлема 1, хотя это не показано. Это может быть следствием окружного углового поворота между внешней оболочкой 2 и внутренней оболочкой 3 (т.е. во время удара внешняя оболочка 2 может поворачиваться на вписанный угол относительно внутренней оболочки 3).

Также возможны другие конструкции защитного шлема 1. Немногие возможные конструкции показаны на фиг. 3. На фиг. 3а внутренняя оболочка 3 состоит из относительно тонкого внешнего слоя 3" и относительно толстого внутреннего слоя 3'. Внешний слой 3" предпочтительно тверже внутреннего слоя 3' для облегчения скольжения относительно внешней оболочки 2. На фиг. 3б внутренняя оболочка 3 выполнена таким же образом, как показано на фиг. 3а. Однако в этом случае имеется два слоя 4 для скольжения, между которыми находится промежуточная оболочка 6. Два слоя 4 для скольжения могут, необязательно, быть выполнены по-разному и из различных материалов. Одна возможность, например, заключается в том, что внешний слой для скольжения имеет более низкое трение, чем внутренний. На фиг. 3с внешний слой 2 выполнен отличающимся от описанного ранее. В этом случае, более твердый внешний слой 2" покрывает более мягкий внутренний слой 2'. Внутренний слой 2' может, например, быть выполнен из такого же материала, что и внутренняя оболочка 3.

На фиг. 4 показан второй шлем 1 типа, раскрытого в WO 2011/139224, который также предназначен для обеспечения защиты от косых ударов. Этот тип шлема также может быть любым из типов шлемов, описанных выше.

На фиг. 4 шлем 1 содержит энергопоглощающий слой 3, аналогичный внутренней оболочке 3 шлема согласно фиг. 1. Внешняя поверхность энергопоглощающего слоя 3 может быть выполнена из того же материала, что и энергопоглощающий слой 3 (т.е. дополнительная внешняя оболочка может отсутствовать), или внешняя поверхность может быть жесткой оболочкой 2 (см. фиг. 5), эквивалентной внешней оболочке 2 шлема, показанного на фиг. 1. В этом случае, жесткая оболочка 2 может быть выполнена из материала, отличающегося от энергопоглощающего слоя 3. Шлем 1 согласно фиг. 4 имеет, необязательно, множество отверстий 7 для вентиляции, проходящих через энергопоглощающий слой 3 и внешнюю оболочку 2, таким образом обеспечивая возможность прохождения потока воздуха через шлем 1.

Для прикрепления шлема 1 к голове носителя шлема выполнено крепежное приспособление 13. Как описано выше, это может быть необходимо, когда энергопоглощающий слой 3 и жесткая оболочка 2 не имеют возможности регулирования по размеру, поскольку путем регулирования крепежного приспособления 13 обеспечивается возможность покрытия голов различного размера. Крепежное приспособление 13 может быть выполнено из упругого или полупругого полимерного материала, такого как поликарбонат, акрилонитрил-бутадиен-стирол, поливинилхлорид или политетрафторэтилен, или натурального волокнистого материала, такого как хлопчатобумажная ткань. Например, шапочка может образовывать крепежное приспособление 13.

Хотя крепежное приспособление 13 показано как содержащее ленточную часть для головы с дополнительными ременными частями, проходящими от передней, задней, левой и правой сторон, конкретная конфигурация крепежного приспособления 13 может изменяться в соответствии с конфигурацией шлема. В некоторых случаях крепежное приспособление может быть больше похоже на непрерывный (профилированный) лист, возможно с отверстиями или пазами, например, соответствующими положениям отверстий 7 для вентиляции, для обеспечения возможности прохождения потока воздуха через шлем.

На фиг. 4 также показано необязательное регулировочное устройство 6 для регулировки диаметра ленты для головы крепежного приспособления 13 под конкретного носителя шлема. В других конструкциях лента для головы может представлять собой упругую ленту для головы, причем в этом случае регулировочное устройство 6 может быть исключено.

Средство 4 для облегчения скольжения выполнено в радиальном направлении внутри энергопоглощающего слоя 3. Средство 4 для облегчения скольжения выполнено с возможностью скольжения по энергопоглощающему слою или по крепежному приспособлению 13, выполненному для прикрепления шлема к голове носителя шлема.

Средство 4 для облегчения скольжения выполнено, чтобы способствовать скольжению энергопоглощающего слоя 3 относительно крепежного приспособления 13 способом, как описано выше. Средство 4 для облегчения скольжения создает низкий коэффициент трения между слоями по обе стороны средст-

ва 4 для облегчения скольжения.

Таким образом, на фиг. 4 шлема, средство для облегчения скольжения можно выполнить на самой внутренней стороне энергопоглощающего слоя 3 или встроить в него с обращением в сторону крепежного приспособления 13.

Однако, в равной степени можно предположить, что средство 4 для облегчения скольжения можно выполнить на внешней поверхности крепежного приспособления 13 или объединить с ним с той же целью обеспечения возможности скольжения между энергопоглощающим слоем 3 и крепежным приспособлением 13. Более конкретно, в конкретной конструкции, само крепежное приспособление 13, или его элемент, может действовать в качестве средства 4 для облегчения скольжения и может содержать низкофрикционный материал.

Другими словами, средство 4 для облегчения скольжения выполнено в радиальном направлении внутри энергопоглощающего слоя 3. Средство для облегчения скольжения также можно выполнить в радиальном направлении снаружи крепежного приспособления 13.

Когда крепежное приспособление 13 сформировано в качестве шапочки (как описано выше), средства 4 для облегчения скольжения можно выполнить в качестве кусков низкофрикционного материала.

Крепежное приспособление 13 может быть прикреплено к энергопоглощающему слою 3 и/или внешней оболочке 2 посредством фиксирующих элементов 5, например четырех фиксирующих элементов 5a, 5b, 5c и 5d на фиг. 4. Они могут быть выполнены с возможностью поглощения энергии в результате упругой, полупругой или пластической деформации. Однако этого недостаточно. Кроме того, даже в случае, когда эта особенность представлена, количество поглощенной энергии обычно является минимальным по сравнению с энергией, поглощенной энергопоглощающим слоем 3 во время удара.

Согласно варианту осуществления, показанному на фиг. 4, четыре фиксирующих элемента 5a, 5b, 5c и 5d являются элементами 5a, 5b, 5c, 5d подвески, имеющими первые и вторые части 8, 9, причем первые части 8 элементов 5a, 5b, 5c, 5d подвески предназначены для прикрепления к крепежному приспособлению 13, а вторые части 9 элементов 5a, 5b, 5c, 5d подвески предназначены для прикрепления к энергопоглощающему слою 3.

На фиг. 5 показан вариант осуществления шлема, аналогичный шлему согласно фиг. 4, при размещении на голове носителя шлема. Шлем 1 согласно фиг. 5 содержит твердую внешнюю оболочку 2, выполненную из материала, отличающегося от энергопоглощающего слоя 3. В отличие от фиг. 4, на фиг. 5 крепежное приспособление 13 прикреплено к энергопоглощающему слою 3 посредством двух фиксирующих элементов 5a, 5b, которые выполнены с возможностью поглощения энергии и сил упругим, полупругим или пластическим образом.

Лобовой косой удар I, создающий поворотную силу, воздействующую на шлем, показан на фиг. 5. Косой удар I вызывает скольжение энергопоглощающего слоя 3 относительно крепежного приспособления 13. Крепежное приспособление 13 прикреплено к энергопоглощающему слою 3 посредством фиксирующих элементов 5a, 5b. Хотя для ясности показаны только два таких фиксирующих элемента, на практике может быть множество таких фиксирующих элементов. Фиксирующие элементы 5 могут поглощать поворотные силы в результате упругой или полупругой деформации. В других конструкциях деформация может быть пластической, приводящая в результате даже к разрыву одного или более фиксирующих элементов 5. В случае пластической деформации по меньшей мере фиксирующие элементы 5 будут необходимо заменить после удара. В некотором случае в фиксирующих элементах 5 может возникнуть сочетание пластической и упругой деформации, т.е. некоторые фиксирующие элементы 5 разрушатся, поглощая энергию пластическим образом, в то время как другие фиксирующие элементы деформируются и поглотят силы упругим образом.

В целом, в шлемах согласно фиг. 4 и 5, во время удара энергопоглощающий слой 3, сжимаясь, действует как амортизатор удара, также как и внутренняя оболочка согласно фиг. 1 шлема. Если используется внешняя оболочка 2, то она будет способствовать рассеиванию энергии удара по энергопоглощающему слою 3. Средство 4 для облегчения скольжения будет также обеспечивать возможность скольжения между крепежным приспособлением и энергопоглощающим слоем. Это дает возможность обеспечить контролируемый способ рассеивания энергии, которая, в противном случае, была бы передана в качестве поворотной энергии в мозг. Энергия может быть рассеяна путем теплоты вследствие трения, деформации энергопоглощающего слоя, деформации или смещения фиксирующих элементов. Уменьшенная передаваемая энергия приводит к уменьшению поворотного ускорения, воздействующего на мозг, и, таким образом, уменьшает поворот мозга в черепе. Благодаря этому уменьшен риск повреждений вследствие поворотного усилия, таких как субдуральные гематомы, СДГ, разрывы кровеносных сосудов, сотрясения и ДАП.

Средство 4 для облегчения скольжения может содержать:

органический полимер, полисилоксан и поверхностно-активное вещество; органический полимер и сополимер на основе полисилоксана и органического полимера; или

неэластомерный поперечно-сшитый полимер, полученный или получаемый путем обеспечения реакции поперечного сшивания полисилоксана и органического полимера.

Было обнаружено, что эти три варианта для средства для облегчения скольжения являются неожи-

данно эффективными в уменьшении трения между слоями шлема, которые выполнены с возможностью скольжения относительно друг друга. В частности, было обнаружено, что каждый из этих конкретных вариантов (i)-(iii) обеспечивает покрытие, которое обладает превосходными свойствами по уменьшению трения, а также хорошей устойчивостью с точки зрения долговечности этих свойств. В этом отношении, средство для облегчения скольжения выполнено с возможностью обеспечения этих предпочтительных свойств, в то же время обеспечивая хороший баланс с точки зрения соответствующей адгезии к нижележащему слою и избегая значительной утечки относительно легких молекул силоксана и/или проблем сцепления, которые могут возникнуть с некоторыми покрытиями на основе кремния. Дополнительно, средство для облегчения скольжения, используемое в шлеме согласно настоящему изобретению, обеспечивает преимущества с точки зрения пригодности к массовому производству по сравнению с другими системами, такими как используют в существующих шлемах, спроектированных с хорошей энергопоглощающей способностью в случае косых ударов относительно черепа.

Считается, что преимущественные свойства по уменьшению трения средства для облегчения скольжения согласно настоящему изобретению возникают, в частности, из-за наличия фрагментов силоксана в одном или обоих слоях, выполненных с возможностью скольжения относительно друг друга. Считается, что преимущественная устойчивость этих свойств возникает, в частности, из-за химической композиции средства для облегчения скольжения.

В этом отношении, средство для облегчения скольжения предпочтительно расположено таким образом, что одна или обе (предпочтительно одна) поверхности слоев, выполненных с возможностью скольжения относительно друг друга, содержат фрагменты силоксана на внешней (или "контактной") поверхности слоя (т.е. поверхности, которая находится в контакте с противоположным слоем во время скольжения). Как правило, указанная контактная поверхность основана на силоксане, т.е. по существу состоит из силоксана, так чтобы эффективно представлять силоксановое покрытие или слой. В этом отношении фрагменты силоксана могут быть молекулами полисилоксана (или их частью) в случае варианта (i) или могут быть компонентами полисилоксана сополимера (или их частью) или поперечно-сшитым полимером в случае варианта (ii) или (iii).

Таким образом, в варианте (i) средство для облегчения скольжения предпочтительно расположено таким образом, что одна или обе (предпочтительно одна) контактные поверхности слоев, выполненных с возможностью скольжения относительно друг друга, основаны на молекулах полисилоксана; в варианте (ii) средство для облегчения скольжения предпочтительно расположено таким образом, что одна или обе (предпочтительно одна) контактные поверхности слоев, выполненных с возможностью скольжения относительно друг друга, основаны на компонентах полисилоксана молекул сополимера; и в варианте (iii) средство для облегчения скольжения предпочтительно расположено таким образом, что одна или обе (предпочтительно одна) контактные поверхности слоев, выполненных с возможностью скольжения относительно друг друга, основаны на компонентах полисилоксана поперечно-сшитого полимера.

Помимо того, что средство для облегчения скольжения расположено таким образом, что одна (или обе) контактная поверхность слоев, выполненных с возможностью скольжения относительно друг друга, содержит фрагменты силоксана, также предпочтительно, что противоположная сторона средства для облегчения скольжения (т.е. внутренняя сторона, которая остается прикрепленной к самому слою или его части) содержит фрагменты органического полимера. В этом отношении, средство для облегчения скольжения предпочтительно расположено таким образом, что внутренняя сторона средства для облегчения скольжения содержит фрагменты органического полимера - как правило, указанные внутренние стороны основаны на фрагментах органического полимера, т.е. по существу состоят из фрагментов органического полимера, так чтобы эффективно представлять органическое полимерное покрытие или слой. Фрагменты органического полимера могут быть молекулами органического полимера (или их частью) в случае варианта (i) или (ii), и могут быть компонентами органического полимера (или их частью) поперечно-сшитого полимера в случае варианта (iii).

Таким образом, в варианте (i) средство для облегчения скольжения предпочтительно расположено таким образом, что внутренняя сторона средства для облегчения скольжения основана на молекулах органического полимера; в варианте (ii) средство для облегчения скольжения предпочтительно расположено таким образом, что внутренняя сторона средства для облегчения скольжения основана на молекулах органического полимера; и в варианте (iii) средство для облегчения скольжения предпочтительно расположено таким образом, что внутренняя сторона средства для облегчения скольжения основана на компонентах органического полимера поперечно-сшитого полимера.

Согласно одному предпочтительному варианту осуществления средство для облегчения скольжения наносят на твердую поверхность, такую как поверхность листового слоя пластика или слоя пены в шлеме. Такие слои могут быть внешней оболочкой 2, и/или энергопоглощающими слоями 3, и/или внешней поверхностью крепежного приспособления 13.

Согласно альтернативному предпочтительному варианту осуществления, тем не менее, средство для облегчения скольжения не получают полностью из нового слоя, который таким образом наносят на предварительно сформованную/существующую твердую поверхность предварительно сформованного компонента для шлема (или предварительно сформованного слоя для его изготовления, такого как лис-

товой слой пластика или слой пены). В частности, возможно, что средство для облегчения скольжения сформовано с использованием существующей поверхности компонента шлема в качестве источника для компонента органического полимера средства для облегчения скольжения (для вариантов (i) и (ii)) или в качестве источника органического полимера для поперечного сшивания (в варианте (iii)). Например, когда средство для облегчения скольжения образовано в соответствии с вариантом (i), оно может быть образовано путем нанесения полисилоксана и поверхностно-активного вещества на (существующую) твердую поверхность (например, компонента для шлема), которая основана на органическом полимере; когда средство для облегчения скольжения образовано в соответствии с вариантом (ii), оно может быть образовано путем нанесения сополимера на основании полисилоксана и органического полимера на (существующую) твердую поверхность (например, компонента шлема), которая основана на органическом полимере; и когда средство для облегчения скольжения образовано в соответствии с вариантом (iii), оно может быть образовано путем нанесения полисилоксана (как правило, функционализированного полисилоксана) на (существующую) твердую поверхность (например, компонента для шлема), которая основана на органическом полимере, и последующего обеспечения реакции поперечного сшивания полисилоксана и органического полимера. Таким образом, в этих случаях может быть не целесообразно думать о средстве для облегчения скольжения, как нанесенном на твердую поверхность шлема - может быть более целесообразно думать о средстве для облегчения скольжения, как представляющем поверхностную область слоя, образованного в результате химического модифицирования ранее существующей поверхностной части слоя.

Например, существующая поверхность, основанная на органическом полимере, может быть поверхностью листового слоя пластика или слоя пены в шлеме. Такие слои могут быть внешней оболочкой 2, и/или энергопоглощающими слоями 3, и/или внешней поверхностью крепежного приспособления 13. Таким образом, в этих случаях средство для облегчения скольжения может быть сформовано в результате химического модифицирования поверхности одного из этих слоев с использованием подхода, описанного в предыдущем параграфе.

Поверхность, на которую нанесено средство для облегчения скольжения (или поверхность, на которой сформовано средство для облегчения скольжения) является предпочтительно гладкой. Напротив, противоположная поверхность, по которой средство для облегчения скольжения улучшает возможность скольжения, может быть не гладкой, такой как тканевый слой.

Средство для облегчения скольжения может быть нанесено на (или сформовано на) материале, образующем слой в шлеме, до того, как этот материал был полностью изготовлен в слое шлема. Например, средство для облегчения скольжения может быть нанесено на (или сформовано на) пластиковый лист, например, до его обрезания и/или вакуумного формования.

Средство для облегчения скольжения может быть нанесено (или сформовано) как часть соответствующего этапа изготовления, или может быть включено (или сформовано) на существующем этапе. Например, если слой был напечатан, например, с рисунком или надписью, средство для облегчения скольжения можно добавить в чернила. Таким образом, средство для облегчения скольжения будет нанесено с чернилами на этапе печати (например, на этапе трафаретной печати или этапе печати другого типа). Согласно альтернативному подходу, если поверхность, которая подлежит нанесению (или формованию) средства для облегчения скольжения, представляет собой материала, такой как поликарбонат, который также подлежит окрашиванию (т.е. включению в себя пигмента), то средство для облегчения скольжения и краситель (пигмент) можно объединить.

В любом случае, в конечном результате необходимо получить шлем, который содержит внутри себя средство для облегчения скольжения согласно одному из вариантов (i)-(iii), как изложено выше.

Согласно вариантам осуществления, в которых средство для облегчения скольжения сформовано на поверхности компонента шлема посредством химического модифицирования, указанная поверхность должна предпочтительно быть твердой, и должна конечно содержать органический полимер, и предпочтительно содержать органический полимер в качестве своего преобладающего компонента - как правило, поверхность будет состоять полностью из органического полимера. Затем автоматически образуется предпочтительная конструкция средства для облегчения скольжения, т.е. с фрагментами силоксана, преобладающими на контактной поверхности, и фрагментами органического полимера, преобладающими на внутренней поверхности, после введения силоксан-содержащих компонентов поверх органического полимера.

Согласно вариантам осуществления, в которых средство для облегчения скольжения наносят на твердую поверхность, в вариантах (i) и (ii), можно получить аналогичную предпочтительную конструкцию, например с помощью процесса, согласно которому (a) наносят органический полимер перед нанесением полисилоксана/сополимера (для варианта (i)/(ii) соответственно) по отдельности, поздний этап; или (b) этап, на котором как органический полимер, так и полисилоксан/сополимер, наносят на одном этапе как часть одной и той же композиции, в условиях, которые обеспечивают возможность движения или протекания отдельных молекул компонентов композиции. Например, композиция может содержать растворитель. При таких условиях молекулы имеют естественную склонность к самоупорядочиванию предпочтительным образом. В варианте (i) поверхностно-активное вещество также упрощает образова-

ние молекул в предпочтительной конфигурации и адгезию контактной поверхностной области средства для облегчения скольжения (которое обычно основано главным образом на полисилоксане) с (внутренней) органической полимерной областью средства для облегчения скольжения. Таким образом, оба подхода (а) и (b) полностью приводят к получению средства для облегчения скольжения, которое содержит (первый) подслоя (при этом подслоя может рассматриваться в качестве, например, первого слоя, покрытия, покрывающего слоя или поверхностной области), основанный на органическом полимере, и второй подслоя (при этом второй подслоя может рассматриваться в качестве, например, второго слоя, покрытия, покрывающего слоя или поверхностной области), на указанном первом подслое, причем второй подслоя содержит полисилоксан и поверхностно-активное вещество. При этом на практике возможна по меньшей мере ограниченная степень смешивания между первым и вторым подслоями, особенно в подходе (b).

Аналогично, в варианте (iii) можно получить аналогичную предпочтительную конфигурацию, например с помощью процесса, согласно которому (а) наносят органический полимер перед нанесением полисилоксана по отдельности, поздний этап; и затем впоследствии обеспечивают реакцию поперечного сшивания полисилоксана и органического полимера; или (b) этап, на котором как органический полимер, так и полисилоксан, наносят на одном этапе как часть одной и той же композиции, в условиях, которые обеспечивают возможность движения или протекания отдельных молекул компонентов композиции (например, композиция может содержать растворитель; при таких условиях молекулы имеют естественную склонность к самоупорядочиванию предпочтительным образом), затем впоследствии обеспечивают реакцию поперечного сшивания полисилоксана и органического полимера.

Согласно вариантам осуществления, в которых средство для облегчения скольжения наносят на твердую поверхность, предпочтительно, чтобы твердая поверхность была основана на органическом полимере, предпочтительно органическом полимере, который является таким же органическим фрагментом или содержит одинаковые или подобные органические фрагменты в качестве органического полимера в средстве для облегчения скольжения, как определено в варианте (i) или (ii), или в качестве компонента органического полимера поперечно-сшитого полимера в варианте (iii). Как правило, твердая поверхность состоит полностью из органического полимера.

Согласно предпочтительному варианту осуществления шлема согласно настоящему изобретению один, и необязательно оба, из указанных двух слоев выполнены из пеноматериала, необязательно пенополистирола (EPS), пенополипропилена (EPP), пенополиуретана (EPU) или винилнитриловой пены. Согласно предпочтительным аспектам пена может иметь плотность по меньшей мере 10 г/л, например по меньшей мере 12 г/л, по меньшей мере 14 г/л, по меньшей мере 16 г/л, по меньшей мере 18 г/л или по меньшей мере 20 г/л. Согласно некоторым предпочтительным аспектам пена может иметь плотность по меньшей мере 30 г/л, например по меньшей мере 40 г/л, по меньшей мере 50 г/л или по меньшей мере 60 г/л (например приблизительно 65 г/л или более). Плотность пены может составлять вплоть до, например, 130 г/л, 120 г/л, 100 г/л или 90 г/л.

Как указано выше, шлем согласно настоящему изобретению содержит два слоя, выполненных с возможностью скольжения относительно друг друга, причем поверхность одного или обоих слоев содержит средство для облегчения скольжения для улучшения возможности скольжения между двумя слоями, при этом средство для облегчения скольжения содержит:

- органический полимер, полисилоксан и поверхностно-активное вещество;
- органический полимер и сополимер на основе полисилоксана и органического полимера; или
- неэластомерный поперечно-сшитый полимер, полученный или получаемый путем обеспечения реакции поперечного сшивания полисилоксана и органического полимера.

Эти варианты (i)-(iii) для средства для облегчения скольжения, в свою очередь, описаны более подробно дополнительно ниже. В этом отношении, чтобы исключить сомнения, предпочтительные аспекты средства для облегчения скольжения, описанные ниже, относятся как к шлему согласно изобретению, так и к способу (согласно изобретению) изготовления указанного шлема. В частности, предпочтительные аспекты, описанные ниже, относящиеся к сущности процесса, которые могут быть использованы для нанесения конкретных составов (включая полисилоксан) на поверхность, представляют предпочтительные аспекты этапа вышеописанного способа согласно изобретению, который включает нанесение или формирование средства для облегчения скольжения на поверхности первого слоя шлема. Например, согласно третьему предпочтительному варианту осуществления, описанному ниже вместе с вариантом (i), указано, что средство для облегчения скольжения получено или можно получить с помощью процесса, согласно которому наносят на поверхность композицию, получаемую путем смешивания конкретных компонентов (а)-(с). Соответственно, в способе согласно изобретению, этап нанесения или формирования средства для облегчения скольжения на поверхности первого слоя шлема предпочтительно включает нанесение на поверхность композиции, которую можно получить путем смешивания этих компонентов (а)-(с).

Вариант (i): средство для облегчения скольжения содержит органический полимер, полисилоксан и поверхностно-активное вещество.

Согласно этому варианту средство для облегчения скольжения предпочтительно содержит органический полимер на (внутренней) поверхности одного или обоих из указанных слоев. Более предпочти-

тельно средство для облегчения скольжения содержит (первый) органический полимерный подслои (или покрытие) на указанной поверхности, и второй подслои (или покрытие) (на указанном органическом полимерном покрытии), содержащий полисилоксан и поверхностно-активное вещество (хотя на практике возможно, что по меньшей мере некоторое количество полисилоксана и/или поверхностно-активного вещества включено в органическое полимерное покрытие, и/или что по меньшей мере некоторое количество органического полимера включено во второе покрытие, содержащее полисилоксан и поверхностно-активное вещество). Таким образом, средство для облегчения скольжения предпочтительно имеет контактную поверхность, основанную (по существу) на кремнии или кислороде, что в этом варианте означает, что оно основано на молекулах полисилоксана. Предпочтительно контактная поверхность средства для облегчения скольжения содержит молекулы полисилоксана в качестве главного компонента. Как правило, контактная поверхность средства для облегчения скольжения состоит полностью из полисилоксана.

Согласно первому предпочтительному варианту осуществления средство для облегчения скольжения получено или можно получить с помощью процесса, согласно которому наносят на указанную поверхность композицию, содержащую органический полимер, полисилоксан, поверхностно-активное вещество и необязательно, по меньшей мере один, растворитель (в этом случае указанная поверхность может быть предварительно сформованной структурной частью шлема или может быть, например, материалом, предназначенным для того, чтобы стать частью шлема, таким как пластиковый лист до его обрезания и/или вакуумного формования). В этом отношении, процесс может дополнительно включать в себя дополнительный этап, на котором композиция высыхает/затвердевает (например, нанесенную композицию можно просто оставить высыхать/затвердевать при комнатной температуре в течение, например, 1-5 дней и/или высыхание/затвердевание можно ускорить, например, посредством приложения тепла и/или пониженного давления) - таким образом, что растворитель испаряется, и покрытие, содержащее органический полимер, полисилоксан и поверхностно-активное вещество, остается на поверхности. Таким образом, средство для облегчения скольжения предпочтительно получают или можно получить с помощью процесса, согласно которому (а) наносят на указанную поверхность композицию, содержащую органический полимер, полисилоксан, поверхностно-активное вещество и необязательно по меньшей мере один растворитель, и необязательно (б) обеспечивают возможность высыхания/затвердевания нанесенной таким образом композиции.

Что касается вышеупомянутого процесса, предпочтительно органический полимер и по меньшей мере один (из указанного по меньшей мере одного или более) растворитель вместе составляют по меньшей мере 60% по массе композиции, более предпочтительно по меньшей мере 80% по массе, и еще более предпочтительно по меньшей мере 90% по массе. Органический полимер и растворитель вместе могут составлять вплоть до 99% по массе композиции, например до 98% по массе, или до 97% по массе. Как правило, органический полимер и растворитель вместе составляют приблизительно 95% по массе композиции. Относительные количества органического полимера и растворителя предпочтительно являются такими, что имеется достаточное количество растворителя для растворения органического полимера (например, при стандартном давлении и температуре). Органический полимер может составлять по меньшей мере 1% по массе композиции, например по меньшей мере 2% по массе, по меньшей мере 5% по массе, по меньшей мере 10% по массе или по меньшей мере 20% по массе.

Что касается вышеупомянутого процесса, предпочтительно полисилоксан, поверхностно-активное вещество и необязательно по меньшей мере один (дополнительный) растворитель вместе составляют по меньшей мере 1% по массе заданной композиции, более предпочтительно по меньшей мере 2% по массе, и еще более предпочтительно по меньшей мере 3% по массе. Полисилоксан, поверхностно-активное вещество и необязательно по меньшей мере один (дополнительный) растворитель вместе составляют до 40% по массе композиции, например до 20% по массе или до 10% по массе. Как правило, полисилоксан, поверхностно-активное вещество и необязательно по меньшей мере один (дополнительный) растворитель вместе составляют приблизительно 5% по массе композиции. Массовое соотношение полисилоксан:поверхностно-активное вещество составляет предпочтительно X:1, где X составляет по меньшей мере 10, например по меньшей мере 20, по меньшей мере 50, по меньшей мере 100, по меньшей мере 200, по меньшей мере 500, по меньшей мере 1000, по меньшей мере 2000 или по меньшей мере 5000. X может быть до 1000000, например до 500000, до 200000, до 100000, до 50000, до 20000 или до 10000. Полисилоксан может составлять по меньшей мере 0,1% по массе композиции, например по меньшей мере 0,2% по массе, по меньшей мере 0,5% по массе, по меньшей мере 1% по массе или по меньшей мере 2% по массе.

Согласно второму предпочтительному варианту осуществления средство для облегчения скольжения получено или можно получить с помощью процесса, согласно которому наносят на твердую (предварительно сформованную) органическую полимерную поверхность (или слой) композицию, содержащую полисилоксан, поверхностно-активное вещество и необязательно растворитель (в этом случае твердый органический полимер может быть предварительно сформованной структурной частью шлема, или может быть, например, материалом, предназначенным для того, чтобы стать частью шлема, таким как пластиковый лист до его обрезания и/или вакуумного формования). В этом отношении, процесс мо-

жет дополнительно включать в себя дополнительный этап, на котором композиция высыхает/затвердевает (например, нанесенную композицию можно просто оставить высыхать/затвердевать при комнатной температуре, например, в течение 1-5 дней и/или высыхание/затвердевание можно ускорить посредством, например, приложения тепла и/или пониженного давления) - таким образом, что растворитель испаряется, и покрытие, содержащее полисилоксан и поверхностно-активное вещество, остается на органической полимерной поверхности. Таким образом, в этом варианте осуществления средство для облегчения скольжения предпочтительно получают или можно получить с помощью процесса, согласно которому наносят на твердую органическую полимерную поверхность (или слой) композицию, содержащую полисилоксан, поверхностно-активное вещество и необязательно по меньшей мере один растворитель, и необязательно (b) обеспечивают возможность высыхания/затвердевания нанесенной таким образом композиции.

Согласно этому второму предпочтительному варианту осуществления предпочтительно полисилоксан, поверхностно-активное вещество и необязательно по меньшей мере один (дополнительный) растворитель вместе составляют по меньшей мере 50% по массе заданной композиции, более предпочтительно по меньшей мере 70% по массе и еще более предпочтительно по меньшей мере 90% по массе (как правило, полисилоксан, поверхностно-активное вещество и необязательно по меньшей мере один (дополнительный) растворитель вместе составляют по меньшей мере 98% по массе или по существу всю композицию). Массовое соотношение полисилоксан:поверхностно-активное вещество составляет предпочтительно X:1, где X составляет по меньшей мере 10, например по меньшей мере 20, по меньшей мере 50, по меньшей мере 100, по меньшей мере 200, по меньшей мере 500, по меньшей мере 1000, по меньшей мере 2000 или по меньшей мере 5000. X может быть до 1000000, например до 500000, до 200000, до 100000, до 50000, до 20000 или до 10000. Полисилоксан может составлять по меньшей мере 0,1% по массе композиции, например по меньшей мере 0,2% по массе, по меньшей мере 0,5% по массе, по меньшей мере 1% по массе или по меньшей мере 2% по массе (и до, например, 10% или 20% или 50% по массе или более).

Согласно третьему предпочтительному варианту осуществления, который является особенно предпочтительным, средство для облегчения скольжения получено или можно получить с помощью процесса, согласно которому наносят на указанную поверхность композицию, содержащую один или более предшественников для органического полимера, полисилоксана, поверхностно-активного вещества и необязательно (предпочтительно) по меньшей мере одного растворителя (указанная поверхность может быть предварительно сформованной структурной частью шлема или может быть, например, материалом, предназначенным для того, чтобы стать частью шлема, таким как пластиковый лист до его обрезания и/или вакуумного формования). В этом отношении, процесс может дополнительно включать в себя дополнительный этап, на котором композиция высыхает/затвердевает (например, нанесенную композицию можно просто оставить высыхать/затвердевать при комнатной температуре, например, до 1 дня или дольше, например, до 5 дней, и/или высыхание/затвердевание можно ускорить, например, посредством приложения тепла и/или пониженного давления) - таким образом, что растворитель испаряется, и покрытие, содержащее органический полимер, полисилоксан и поверхностно-активное вещество, остается на поверхности. Таким образом, средство для облегчения скольжения предпочтительно получают или можно получить с помощью процесса, согласно которому (a) наносят на указанную поверхность композицию, содержащую один или более предшественников для органического полимера, полисилоксана, поверхностно-активного вещества и необязательно (предпочтительно) по меньшей мере одного растворителя, и необязательно (b) обеспечивают возможность высыхания/затвердевания нанесенной таким образом композиции.

Что касается вышеупомянутого процесса, предпочтительно указанный один или более предшественников для органического полимера составляет по меньшей мере 15% по массе композиции, более предпочтительно по меньшей мере 20% по массе, еще более предпочтительно по меньшей мере 25% по массе и еще более предпочтительно по меньшей мере 30% по массе. Указанный один или более предшественников для органического полимера может предпочтительно составлять до 70% по массе композиции, например до 60% по массе или до 50% по массе. Как правило, указанный один или более предшественников для органического полимера составляет приблизительно от 30 до 45% по массе композиции.

Что касается вышеупомянутого процесса, предпочтительно полисилоксан и поверхностно-активное вещество вместе составляют по меньшей мере 1% по массе заданной композиции, более предпочтительно по меньшей мере 2% по массе и еще более предпочтительно по меньшей мере 3% по массе. Полисилоксан и поверхностно-активное вещество вместе могут предпочтительно составлять до 20% по массе композиции, например до 15% по массе, до 10% по массе, до 8% по массе, до 6% по массе или до 5% по массе. Как правило, полисилоксан и поверхностно-активное вещество вместе составляют приблизительно от 3 до 5% по массе композиции, например приблизительно 3%, приблизительно 4% или приблизительно 5% по массе. Массовое соотношение полисилоксан:поверхностно-активное вещество составляет предпочтительно X:1, где X составляет по меньшей мере 10, например по меньшей мере 20, по меньшей мере 50, по меньшей мере 100, по меньшей мере 200, по меньшей мере 500, по меньшей мере 1000, по меньшей мере 2000 или по меньшей мере 5000. X может быть до 1000000, например до 500000, до

200000, до 100000, до 50000, до 20000 или до 10000. Полисилоксан может составлять по меньшей мере 0,1% по массе композиции, например по меньшей мере 0,2% по массе, по меньшей мере 0,5% по массе, по меньшей мере 1% по массе, по меньшей мере 2% по массе или по меньшей мере 3% по массе.

Что касается вышеупомянутого процесса, предпочтительно указанный по меньшей мере один растворитель составляет по меньшей мере 15% по массе композиции, более предпочтительно по меньшей мере 20% по массе, еще более предпочтительно по меньшей мере 25% по массе и еще более предпочтительно по меньшей мере 30% по массе. По меньшей мере один растворитель может предпочтительно составлять до 70% по массе композиции, например до 60% по массе или до 50% по массе. Как правило, по меньшей мере один растворитель составляет приблизительно от 30 до 45% по массе композиции.

Что касается вышеупомянутого процесса, как правило, композиция может также содержать один или более дополнительных компонентов, таких как пигменты и/или кремниево-кетоновые добавки. Композиция может содержать кремниево-органическую добавку.

Согласно четвертому предпочтительному варианту осуществления средство для облегчения скольжения получают или можно получить с помощью процесса, который является таким же, как описано выше в третьем предпочтительном варианте осуществления, за исключением того, что указанный один или более предшественников для органического полимера заменены смолой, такой как полиуретановая смола. Другие предпочтительные аспекты третьего предпочтительного варианта осуществления, описанного в настоящем документе, применимы аналогично к этому четвертому предпочтительному варианту осуществления с учетом этого исключения.

Как правило, в процессе согласно первому предпочтительному варианту осуществления композицию получают или можно получить путем смешивания (а) первого реагента, содержащего органический полимер и необязательно по меньшей мере один растворитель, и (b) второго реагента, содержащего полисилоксан, поверхностно-активное вещество и необязательно по меньшей мере один (дополнительный) растворитель. Таким образом, композиция может содержать смесь двух или более растворителей. В любом случае, растворители могут включать в себя органические и/или водные растворители. Предпочтительные органические растворители (в частности для первого реагента) включают в себя алкиловые сложные эфиры, такие как бутил или амилацетат, кетоны, такие как ацетон, метилизобутилкетон или циклогексанон, ароматические углеводороды, такие как ксилол, эфиры, такие как гликольцеллозольв, спирты или их смеси. Как правило, указанный по меньшей мере один растворитель включает в себя водный растворитель, предпочтительно воду (указанный по меньшей мере один растворитель в указанном выше втором реагенте является предпочтительно водой).

В процессе третьего предпочтительного варианта осуществления, предпочтительно предшественники для органического полимера могут быть мономерными и/или олигомерными предшественниками. Согласно особенно предпочтительному варианту осуществления предшественники для органического полимера содержат один или более мономеров (и/или полученных из них олигомеров), выбранных из мономеров формулы  $R-C(=O)-OR'$ , где R и R' являются одинаковыми или отличаются и независимо представляют собой водород или гидрокарбильные группы, содержащие до 10 атомов углерода, предпочтительно до 8 атомов углерода, более предпочтительно до 6 атомов углерода, например до 5 атомов углерода или до 4 атомов углерода, при условии, что по меньшей мере один из R и R' представляет собой гидрокарбильную группу, содержащую алкеновый фрагмент (как правило, один из R и R' содержит алкеновый фрагмент, а другой не содержит его). Предпочтительными вариантами для мономеров являются акриловая кислота и ее сложные эфиры, метакриловая кислота и ее сложные эфиры, и составляющие приведенной выше формулы, где R представляет собой алкил (например  $C_{1-6}$ алкил) и R' представляет собой  $C_{2-4}$ алкенил (например, винил). Особенно предпочтительные варианты для мономеров и/или полученных из них олигомеров выбраны из хлоридвинилацетата, метакрилата, ацетобутирата, сополимера винилхлорида и винилацетата и акриловой смолы.

В процессе третьего предпочтительного варианта осуществления предпочтительно указанный по меньшей мере один растворитель представляет собой по меньшей мере один органический растворитель. Предпочтительные варианты включают в себя бутиловый эфир этиленгликоля, циклогексанон, ксилол, триметилбензол (например, мезитилен), изофорон и бутоксизтанол.

В особенно предпочтительном аспекте третьего предпочтительного варианта осуществления, средство для облегчения скольжения получено или можно получить с помощью процесса, согласно которому наносят на указанную поверхность композицию, получаемую путем смешивания (а) агента, содержащего один или более предшественников для органического полимера плюс один или более растворителей, (b) агента, содержащего полисилоксан, поверхностно-активное вещество и необязательно (предпочтительно) по меньшей мере один растворитель, и (c) по меньшей мере один дополнительный растворитель (указанная поверхность может быть предварительно сформованной структурной частью шлема, или может быть, например, материалом, предназначенным для того, чтобы стать частью шлема, таким как пластиковый лист до его обрезания и/или вакуумного формования). В этом отношении, процесс может дополнительно включать в себя дополнительный этап, на котором композиция высыхает/затвердевает (например, нанесенную композицию можно просто оставить высыхать/затвердевать при комнатной температуре, например, до 1 дня или дольше, например, до 5 дней, и/или высушивание/затвердевание можно ус-

корить, например, посредством приложения тепла и/или пониженного давления) - таким образом, что растворитель испаряется, и покрытие, содержащее органический полимер, полисилоксан и поверхностно-активное вещество, остается на поверхности. Органический полимер является предпочтительно термопластичным полимером.

Органический полимер представляет собой, предпочтительно, лак.

Обычно органический полимер получен или выполнен с возможностью получения с помощью процесса, согласно которому наносят на указанную поверхность защитную жидкость для придания блеска, т.е. раствор, в котором растворен органический полимер.

Органический полимер может содержать, например, одно или более из следующего: простой полиэфир (например, поли(этиленоксид), поли(пропиленоксид)), сложный полиэфир, полиолефин (например, полиэтилен, полипропилен, полиизобутилен), полиуретан, полиакрилат, полиметакрилат, полиэпоксид, поли(метилметакрилат), полиакрилонитрил, полиамид, полиакриламид, полиимид, поли(этиленимин), полифосфазин, поливинилацетат, поливинилхлорид, полистирол, поли(винилиденфторид), полиизопрен и алкид. Предпочтительно органический полимер содержит смесь одного или более из указанных выше полимеров. Как правило, органический полимер содержит смесь смешанных полимерных смол. Подходящие органические полимеры доступны на рынке.

Во избежание сомнений, органический полимер в варианте (i) не должен быть поперечно-сшитым полимером (это справедливо в целом для всех ссылок в настоящем документе, включая ссылки на органические полимеры, полисилоксаны и сополимеры, если не указано иное).

Органический полимер может предпочтительно быть полимером, полученным или получаемым путем полимеризации одного или более мономеров и/или олигомеров, включая один или более мономеров (и/или полученных из них олигомеров) формулы  $R-C(=O)-OR'$ , где R и R' являются одинаковыми или отличаются и независимо представляют собой водород или гидрокарбил, содержащий до 10 атомов углерода, предпочтительно до 8 атомов углерода, более предпочтительно до 6 атомов углерода, например до 5 атомов углерода или до 4 атомов углерода, при условии, что по меньшей мере один из R и R' представляет собой гидрокарбильную группу, содержащую алкеновый фрагмент (обычно один из R и R' содержит алкеновый фрагмент, а другой не содержит его и является, например, алкильной группой). Предпочтительными вариантами для мономеров являются акриловая кислота или ее сложные эфиры, метакриловая кислота и ее сложные эфиры, и составляющие приведенной выше формулы, где R представляет собой алкил (например  $C_{1-6}$ алкил) и R' представляет собой  $C_{2-4}$ алкенил (например, винил). Особенно предпочтительные варианты для мономеров и/или полученных из них олигомеров выбраны из хлоридвинилацетата, метакрилата, ацетобутирата, сополимера винилхлорида и винилацетата и акриловой смолы. Например, органический полимер может быть получен путем полимеризации (a) хлоридвинилацетата, метакрилата и ацетобутирата, например в соответствующих соотношениях 1:(0,2-5):(0,2-5) (предпочтительно 1:(0,5-3):(0,5-3)); или (b) сополимера винилхлорида и винилацетата и акриловой смолы, например в соответствующих соотношениях 1:(0,2-5) (предпочтительно 1:(0,5-2)). Полисилоксан может содержать линейные, разветвленные и/или циклические молекулы.

Линейные молекулы полисилоксана предпочтительно имеют формулу  $R_3Si[-O-SiR_2]_n-O-SiR_3$ .

Фрагмент n может иметь значение до, например, 135000, например до 100000, до 50000 или до 20000. Предпочтительно n составляет по меньшей мере 70, например по меньшей мере 100, по меньшей мере 200, по меньшей мере 500 или по меньшей мере 1000.

Обычно каждое R отличается от H. Предпочтительно каждое R независимо представляют собой гидрокарбильную группу. Указанная гидрокарбильная группа основана на углероде и водороде, но обязательно может содержать один или более других атомов, таких как N, O, S и галоген (при условии, что они не нарушают роли полисилоксана в средстве для облегчения скольжения). Предпочтительно указанный другой атом представляет собой O. Если присутствует какой-либо из указанных других атомов, отношение атомов углерода к указанным другим атомам в R группе составляет предпочтительно X:1, где X составляет по меньшей мере 2, предпочтительно по меньшей мере 4, более предпочтительно по меньшей мере 8. Хотя обычно, каждое R независимо представляют собой гидрокарбильную группу, основанную только на углероде и водороде.

Указанная гидрокарбильная группа предпочтительно содержит от 1 до 30 атомов углерода, более предпочтительно от 1 до 20 атомов углерода, и еще более предпочтительно от 1 до 10 атомов углерода, например от 1 до 6 атомов углерода. R может быть циклическим (либо ароматическим, например фенилом, или неароматическим), прямым или разветвленным. Как правило, R представляет собой прямую или разветвленную алкильную группу, содержащую от 1 до 10 атомов углерода, предпочтительно от 1 до 6 атомов углерода, и более предпочтительно от 1 до 4 атомов углерода. Обычные примеры включают в себя метил, этил, n-пропил, i-пропил, n-бутил, i-бутил и t-бутил, при этом метил и этил являются предпочтительными, а наиболее предпочтительным является метил.

Разветвленные молекулы полисилоксана предпочтительно имеют формулу  $R_3Si[-O-SiR_2]_n-O-SiR_3$ , где R и n являются такими, как приведено выше (для линейных молекул полисилоксана) при условии, что одна или более из R групп в одном или более повторяющихся  $[-O-SiR_2]$  звеньев не является такой, как приведено выше, а напротив имеет формулу  $[-O-SiR_2]_n-O-SiR_3$  (при этом R и n в этой последней фор-

муле определяют таким же образом, как в исходной формуле). В этом отношении, естественно, степень разветвления может изменяться в зависимости от природы полимера, поэтому это определение не преследует цели ввести произвольный верхний предел - специалисту в уровне техники будет понятно, какие уровни разветвления возможны в данном примере. Таким образом, предпочтительно R и n в этой последней формуле определяют так, как приведено выше для линейных молекул полисилоксана.

Циклические молекулы полисилоксана предпочтительно представляют собой линейные молекулы полисилоксана, как приведено выше, с учетом включения одного или более циклических фрагментов силоксана в молекулу.

Полисилоксан предпочтительно представляет собой полидиметилсилоксаном (ПДМС).

Среднечисленная молекулярная масса полисилоксана составляет предпочтительно по меньшей мере 5000, более предпочтительно по меньшей мере 10000, еще более предпочтительно по меньшей мере 20000, еще более предпочтительно по меньшей мере 50000. Что касается верхнего предела для среднечисленной молекулярной массы, обычно он составляет не более чем 10000000, предпочтительно не более чем 5000000, более предпочтительно не более чем 2000000, и обычно не более чем 1000000. Особенно предпочтительно, если полисилоксан является полисилоксаном с ультравысокой молекулярной массой, т.е. со среднечисленной молекулярной массой по меньшей мере 100000, например по меньшей мере 200000 или по меньшей мере 500000.

Возможно, что полисилоксан является функционализированным, т.е. включает в себя одну или более функциональных групп с целью облегчения дальнейшей реакции. Возможные функциональные группы, которые могут быть включены в этом отношении включают в себя силан, алкенил, гидроксил, карбоксил, эпокси, метакрилат, акрилат, amino и тиол. В этом отношении функциональная группа предпочтительно является гидроксильной, и в частности гидроксильной в форме силанольной (Si-OH) группы. Хотя в других вариантах осуществления полисилоксан не был функционализирован для включения каких-либо функциональных групп подобным образом, т.е. полисилоксан не включает в себя какие-либо дополнительные функциональные группы (или, если присутствуют какие-либо функциональные группы, то они являются силанольными группами). В этом варианте осуществления полисилоксан (как правило, ПДМС) может считаться находящимся в неактивной форме, т.е. в которой по существу все концевые группы полимерной цепи имеют структуру  $-O-Si(R)_3$  (где R является таким, как приведено выше, и является конечно метилом в предпочтительном случае ПДМС).

Полисилоксан может быть получен известными способами, как указано, например, в "Силиконы: получение, свойства и характеристика" ("Silicones: Preparation, Properties and Performance", Andre Colas, Dow Corning, Life Sciences, 2005, Form No. 01-3077-01). Также, подходящие вещества (содержащие полисилоксаны) могут быть получены коммерческим образом, например добавляемый продукт торговой марки Dow Corning® 52 (DC52) содержит предпочтительный полисилоксан с ультравысокой молекулярной массой, указанный выше.

Поверхностно-активное вещество предпочтительно является неионным поверхностно-активным веществом, более предпочтительно органическим неионным поверхностно-активным веществом. Согласно особенно предпочтительному аспекту поверхностно-активное вещество представляет собой алкоксилат жирного спирта, предпочтительно с одной из формул  $R^1-[O-Q-]_mOH$ , где m, Q и R<sup>1</sup> определяют следующим образом.

m составляет от 1 до 20, предпочтительно от 1 до 10. Как правило, на практике будет смесь алкоксилатов с различным числом [O-Q-] звеньев внутри конкретного диапазона.

Q представляет собой двухвалентный гидрокарбильный фрагмент, содержащий от 1 до 10 атомов углерода (предпочтительно эта гидрокарбильная группа содержит только углерод и водород), более предпочтительно от 1 до 4 атомов углерода, и обычно 2 атома углерода. Предпочтительно Q является алкиленом. Таким образом, поверхностно-активное вещество предпочтительно представляет собой этоксилат жирного спирта формулы  $R^1-[O-CH_2-CH_2-]_mOH$ .

R<sup>1</sup> представляет собой гидрокарбильную группу, содержащую от 6 до 22 атомов углерода (предпочтительно эта гидрокарбильная группа содержит только углерод и водород). В этом отношении гидрокарбильная группа предпочтительно содержит по меньшей мере 8 атомов углерода, более предпочтительно по меньшей мере 10 атомов углерода и обычно по меньшей мере 11 атомов углерода. Также в этом отношении, гидрокарбильная группа предпочтительно содержит самое большее 20 атомов углерода, более предпочтительно самое большее 18 атомов углерода, еще более предпочтительно самое большее 16 атомов углерода и обычно самое большее 15 атомов углерода. Как правило, на практике будет смесь алкоксилатов с различными размерами R<sup>1</sup> группы внутри конкретного диапазона.

Гидрокарбильная группа R<sup>1</sup> может быть разветвленной или неразветвленной, насыщенной или ненасыщенной, и может содержать одну или более циклических групп, которые могут быть ароматическими или неароматическими. Хотя предпочтительно R<sup>1</sup> является алифатической.

R<sup>1</sup> можно определить таким образом, что R<sup>1</sup>-OH представляет собой первичный, вторичный или третичный спирт. Хотя предпочтительно R<sup>1</sup> определяют таким образом, что R<sup>1</sup>-OH представляет собой вторичный спирт.

Таким образом, согласно особенно предпочтительному варианту осуществления этоксилат жирного

спирта представляет собой смесь этоксилированных  $C_{11}$ - $C_{15}$  вторичных спиртов.

В варианте (i) средство для облегчения скольжения предпочтительно содержит (и более предпочтительно представляет собой) покрытие (предпочтительно покрытие, получаемое нанесением способом печати основанной на лаке композиции на твердую поверхность, например с помощью трафаретной печати), причем предпочтительно (a) органический полимер составляет по меньшей мере 85%, например по меньшей мере 88%, по меньшей мере 90% или по меньшей мере 92% по массе покрытия, (b) органический полимер составляет до 98%, например до 97%, или до 96% по массе покрытия, (c) полисилоксан составляет по меньшей мере 1%, например по меньшей мере 2%, по меньшей мере 3% или по меньшей мере 4% по массе покрытия, (d) полисилоксан составляет до 10%, например до 8%, или до 6% по массе покрытия, (e) поверхностно-активное вещество составляет по меньшей мере 0,1%, например по меньшей мере 0,2%, по меньшей мере 0,3% или по меньшей мере 0,4% по массе покрытия, и/или (f) поверхностно-активное вещество составляет до 1,5%, например до 1,2%, или до 1,0% по массе покрытия. Необязательно покрытие может также содержать один или более дополнительных компонентов, таких как пигменты.

Вариант (ii): средство для облегчения скольжения содержит органический полимер и сополимер на основе полисилоксана и органического полимера.

Согласно этому варианту средство для облегчения скольжения предпочтительно содержит органический полимер на (внутренней) поверхности одного или обоих из указанных слоев. Более предпочтительно средство для облегчения скольжения содержит (первый) органический полимерный подслой (или покрытие) на указанной поверхности, и второй подслоя (или покрытие) (на указанном органическом полимерном покрытии), содержащий сополимер (хотя на практике возможно, что по меньшей мере некоторые сополимеры включены в органическое полимерное покрытие, и/или по меньшей мере для некоторых из органических полимеров они включены во второе покрытие, содержащее сополимер). Таким образом, средство для облегчения скольжения предпочтительно имеет контактную поверхность, основанную (по существу) на кремнии и кислороде, что в этом примере означает, что оно основано на компонентах полисилоксана молекул сополимера. Предпочтительно контактная поверхность средства для облегчения скольжения содержит фрагменты полисилоксана в качестве главного компонента. Как правило, контактная поверхность средства для облегчения скольжения состоит полностью из фрагментов полисилоксана.

Согласно первому предпочтительному варианту осуществления средство для облегчения скольжения получено или можно получить с помощью процесса, согласно которому наносят на указанную поверхность композицию, содержащую органический полимер, сополимер и необязательно по меньшей мере один растворитель (в этом случае указанная поверхность может быть предварительно сформованной структурной частью шлема, или может быть, например, материалом, предназначенным для того, чтобы стать частью шлема, таким как пластиковый лист до его обрезания и/или вакуумного формования). В этом отношении, процесс может дополнительно включать в себя дополнительный этап, на котором композиция высыхает/затвердевает (например, нанесенную композицию можно просто оставить высыхать/затвердевать при комнатной температуре, например, в течение 1-5 дней, и/или высыхание/затвердевание можно ускорить, например, посредством приложения тепла и/или пониженного давления) - таким образом, что растворитель испаряется, и покрытие, содержащее органический полимер и сополимер, остается на поверхности. Таким образом, средство для облегчения скольжения предпочтительно получают или можно получить с помощью процесса, согласно которому (a) наносят на указанную поверхность композицию, содержащую органический полимер, сополимер и необязательно по меньшей мере один растворитель, и необязательно (b) обеспечивают возможность высыхания/затвердевания нанесенной таким образом композиции.

Что касается вышеупомянутого процесса, предпочтительно органический полимер и по меньшей мере один (из указанного по меньшей мере одного или более) растворитель вместе составляют по меньшей мере 60% по массе композиции, более предпочтительно по меньшей мере 80% по массе, и еще более предпочтительно по меньшей мере 90% по массе. Органический полимер и растворитель вместе могут составлять вплоть до 99% по массе композиции, например до 98% по массе или до 97% по массе. Как правило, органический полимер и растворитель вместе составляют приблизительно 95% по массе композиции. Относительные количества органического полимера и растворителя предпочтительно являются такими, что имеется достаточное количество растворителя для растворения органического полимера (например, при стандартном давлении и температуре). Органический полимер может составлять по меньшей мере 1% по массе композиции, например по меньшей мере 2% по массе, по меньшей мере 5% по массе, по меньшей мере 10% по массе или по меньшей мере 20% по массе.

Что касается вышеупомянутого процесса, предпочтительно сополимер и необязательно по меньшей мере один (дополнительный) растворитель вместе составляют по меньшей мере 1% по массе заданной композиции, более предпочтительно по меньшей мере 2% по массе, и еще более предпочтительно по меньшей мере 3% по массе. Сополимер и необязательно по меньшей мере один (дополнительный) растворитель вместе составляют до 40% по массе композиции, например до 20% по массе или до 10% по массе. Как правило, сополимер и необязательно по меньшей мере один (дополнительный) растворитель вместе составляют приблизительно 5% по массе композиции. Сополимер может составлять по меньшей мере 0,1% по массе композиции, например по меньшей мере 0,2% по массе, по меньшей мере 0,5% по

массе, по меньшей мере 1% по массе или по меньшей мере 2% по массе.

Согласно второму предпочтительному варианту осуществления средство для облегчения скольжения получено или можно получить с помощью процесса, согласно которому наносят на твердую (предварительно сформованную) органическую полимерную поверхность (или слой) композицию, содержащую сополимер и необязательно растворитель (в этом случае твердый органический полимер может быть предварительно сформованной структурной частью шлема или может быть, например, материалом, предназначенным для того, чтобы стать частью шлема, таким как пластиковый лист до его обрезания и/или вакуумного формования). В этом отношении, процесс может дополнительно включать в себя дополнительный этап, на котором композиция высыхает/затвердевает (например, нанесенную композицию можно просто оставить высыхать/затвердевать при комнатной температуре, например, в течение 1-5 дней и/или высыхание/затвердевание можно ускорить посредством, например, приложения тепла и/или пониженного давления) - таким образом, что растворитель испаряется, и покрытие, содержащее сополимер, остается на органической полимерной поверхности. Таким образом, в этом варианте осуществления средство для облегчения скольжения предпочтительно получают или можно получить с помощью процесса, согласно которому наносят на твердую органическую полимерную поверхность (или слой) композицию, содержащую сополимер и необязательно по меньшей мере один растворитель, и необязательно (b) обеспечивают возможность высыхания/затвердевания нанесенной таким образом композиции.

Согласно этому второму предпочтительному варианту осуществления предпочтительно сополимер и необязательно по меньшей мере один (дополнительный) растворитель вместе составляют по меньшей мере 50% по массе заданной композиции, более предпочтительно по меньшей мере 70% по массе, и еще более предпочтительно по меньшей мере 90% по массе (обычно сополимер и необязательно по меньшей мере один (дополнительный) растворитель вместе составляют по меньшей мере 98% по массе, или по существу весь состав). Сополимер может составлять по меньшей мере 0,1% по массе композиции, например по меньшей мере 0,2% по массе, по меньшей мере 0,5% по массе, по меньшей мере 1% по массе или по меньшей мере 2% по массе (и до, например, 10, 20, 50 или даже 100% по массе).

В процессе согласно первому предпочтительному варианту осуществления, обычно композицию получают или можно получить путем смешивания (a) первого реагента, содержащего органический полимер и необязательно по меньшей мере один растворитель, и (b) второго реагента, содержащего сополимер и необязательно по меньшей мере один (дополнительный) растворитель. Таким образом, композиция может содержать смесь двух или более растворителей. В любом случае, растворители могут включать в себя органические и/или водные растворители (например, воду). Предпочтительно растворители содержат органические растворители (и предпочтительно не воду). Предпочтительные органические растворители (в частности для первого реагента) включают в себя алкиловые сложные эфиры, такие как бутил или амилацетат, кетоны, такие как ацетон, метилизобутилкетон или циклогексанон, ароматические углеводороды, такие как ксилол, эфиры, такие как гликольцеллозольв, спирты или их смеси.

Кроме того, возможные растворители (в частности для второго реагента) могут включать воду, эфир или сложный эфир. Подходящие примеры эфиров включают в себя гликолевый эфир, такой как 2-метоксиэтанол, 2-этоксиэтанол, 2-пропоксиэтанол, 2-изопропоксиэтанол, 2-бутоксиэтанол, 2-феноксиэтанол, 2-бензилоксиэтанол, 2-(2-метоксиэтокси)этанол, 2-(2-этоксиэтокси)этанол, и 2-(2-бутоксиэтокси)этанол; и диалкиловые эфиры, такие как диметоксиэтан, диэтоксиэтан и дибутоксиэтан. Примеры сложных эфиров включают в себя 2-метоксиэтилацетат, 2-бутоксиэтилацетат и 1-метокси-2-пропанолацетат. Предпочтительный растворитель представляет собой 2-изопропоксиэтанол (в частности для второго реагента, когда органический полимер представляет собой сополимер полиэфира полисилоксана, содержащий карбинольные группы).

Согласно одному варианту осуществления второй реагент по существу не содержит растворителя.

Предпочтительные аспекты компонента органического полимера средства для облегчения скольжения в варианте (ii) являются такими же, как описаны выше для компонента органического полимера в варианте (i). Что касается компонента сополимера средства для облегчения скольжения в варианте (ii), и органического полимера, на котором основан (вместе с полисилоксаном) указанный компонент сополимера варианта (ii), их предпочтительные аспекты описаны ниже.

Сополимер на основании полисилоксана и органического полимера предпочтительно имеет отдельные гидрофильные (органический полимер) и гидрофобные (полисилоксан) части. Таким образом, предпочтительно сополимер представляет собой блок-сополимер, т.е. он содержит два или более гомополимерных подзвеньев, связанных ковалентными связями. Сополимер предпочтительно является неионным.

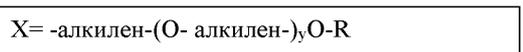
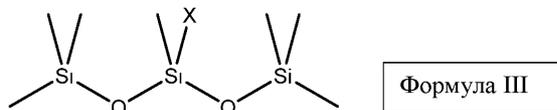
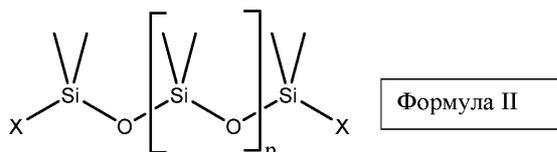
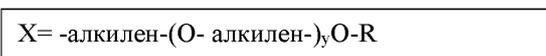
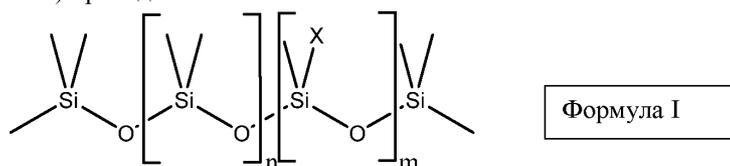
Органический полимер может представлять собой простой полиэфир (например поли(этиленоксид), поли(пропиленоксид)), сложный полиэфир, полиолефин (например полиэтилен, полипропилен, полиизобутилен), полиуретан, полиакрилат, полиметакрилат, полиэпоксид, поли(метилметакрилат), полиакрилонитрил, полиамид, полиакриламид, полиимид, поли(этиленимин), полофосфазин, поливинилацетат, поливинилхлорид, полистирол, поли(винилиденхлорид), полиизопрен, алкид, политетрафторэтилен или смесь двух или более из указанных полимеров.

Предпочтительно органический полимер представляет собой простой полиэфир, в этом случае сополимер представляет собой сополимер простого полиэфира полисилоксана. В этом отношении, поли-

эфирный компонент сополимера простого полиэфира полисилоксана предпочтительно является полимером этиленоксида, пропиленоксида или смесью пропиленоксида и этиленоксида.

Компонент полисилоксана сополимера представляет собой (независимо) предпочтительно линейный, разветвленный или циклический полисилоксан, как приведено выше в варианте (i) (при условии соответствующей структурной корректировки его валентности, так чтобы учесть образование в этом последнем примере одной или более связей с одним или более компонентами органического полимера), за исключением того, что в этом примере среднечисленная молекулярная масса полисилоксана составляет, предпочтительно, по меньшей мере 150, более предпочтительно по меньшей мере 500, например по меньшей мере 1000 или по меньшей мере 2000, что касается верхних пределов для среднечисленной молекулярной массы, обычно он составляет не более чем 500000, предпочтительно не более чем 100000, более предпочтительно не более чем 50000, например не более чем 20000, не более чем 10000 или не более чем 5000. Наиболее предпочтительно компонент полисилоксана сополимера является (основан на) ПДМС.

Примеры возможных структур для сополимера полиэфира полисилоксана (с использованием структуры ПДМС для простоты) приведены ниже.



В формулах I-III каждый из алкиленовых фрагментов предпочтительно независимо выбраны из этилена и пропилена. Пропилен может быть изопропиленом или n-пропиленом. Предпочтительно это n-пропилен. Предпочтительно X представляет собой  $-(CH_2)_3-(O-CH_2-CH_2-)_yO-R$ .

Фрагмент R в группе X определен таким же образом, как было приведено выше для линейных полисилоксанов. Таким образом, предпочтительно каждое R независимо представляет собой гидрокарбильную группу, основанную только на углероде и водороде, и обычно представляет собой прямую или разветвленную алкильную группу, содержащую от 1 до 10 атомов углерода, например метил, этил, n-пропил, i-пропил, n-бутил, i-бутил и t-бутил, при этом метил и этил являются предпочтительными (хотя в этом случае этил может быть наиболее предпочтительным).

Фрагменты m, n и y конечно могут изменяться в зависимости от того, что желательно с точки зрения молекулярной массы сополимера и относительных соотношений соответствующих повторяющихся звеньев:

m составляет предпочтительно по меньшей мере 1, предпочтительно по меньшей мере 2, более предпочтительно по меньшей мере 3, например по меньшей мере 4, по меньшей мере 5 или по меньшей мере 6; и m может составлять до 200, более предпочтительно до 100, например до 80, до 60, до 40 или до 20;

n составляет предпочтительно по меньшей мере 1, предпочтительно по меньшей мере 2, более предпочтительно по меньшей мере 3, например по меньшей мере 4, по меньшей мере 5 или по меньшей мере 6; и n может составлять до 200, более предпочтительно до 100, например до 80, до 60, до 40 или до 20;

во избежание сомнений, нет необходимости, чтобы в формуле I все  $-[Si(Me)_2-O-]_n$  структурные звенья были рядом друг с другом в одном блоке, прикрепленном к другому одному блоку соседних  $-[Si(Me)(X)-O-]_n$  структурных звеньев - таким образом, возможно, что  $-[Si(Me)_2-O-]$  и  $-[Si(Me)(X)-O]$

структурные звенья разбросаны;

у составляет предпочтительно по меньшей мере 1, предпочтительно по меньшей мере 2, более предпочтительно по меньшей мере 3, например по меньшей мере 4, по меньшей мере 5 или по меньшей мере 6; и

m может составлять до 200, более предпочтительно до 100, например до 80, до 60, до 40 или до 20.

Массовое соотношение компонент полисилоксана:компонент органического полимера в сополимере конкретно не ограничен. Оно может составлять, например, A:1, где A составляет по меньшей мере 0,001, предпочтительно по меньшей мере 0,01, например по меньшей мере 0,1, по меньшей мере 0,2 или по меньшей мере 0,5; и/или, где A составляет 1000 или менее, предпочтительно 100 или менее, например 10 или менее или 5 или менее.

Органический полимер (предпочтительно полиэфир) может быть прикреплен к боковой цепи, принадлежащей главной цепи полисилоксана, с помощью процесса гидросилицирования или конденсации, и может образовывать разнообразие различных структур, как показано для сополимеров полиэфира полисилоксана в формулах I-III выше. Таким образом, формула I обеспечивает молекулярную структуру, которая может быть названа "типом гребенки" из-за возможности наличия множества боковых цепей полиэфира за главной цепью полисилоксана; формула II обеспечивает тип структуры "АВА", т.е. с подзвеном полисилоксана между двумя подзвеньями полиэфира; и формула III обеспечивает трисилоксановую группу, прикрепленную к подзвену полиэфира.

В конструировании этих сополимеров существует гибкость - использование известной методологии может меняться в условиях молекулярной массы, молекулярной структуры (концевая/линейная), позиции органической полимерной цепи (например этилен против пропилен в случае когда органический полимер представляет собой полиэфир), и отношения полисилоксана к органическому полимеру. Увеличение молекулярной массы сополимера в целом увеличивает его вязкость.

Среднечисленная молекулярная масса сополимера предпочтительно составляет по меньшей мере 500, более предпочтительно по меньшей мере 1000, еще более предпочтительно по меньшей мере 2000, и в некоторых вариантах осуществления предпочтительно по меньшей мере 5000. Что касается верхних пределов для среднечисленной молекулярной массы, обычно он составляет не более чем 500000, предпочтительно не более чем 200000, более предпочтительно не более чем 100000. В некоторых случаях верхний предел может быть относительно низким, например приблизительно 20000 или приблизительно 10000 или даже приблизительно 5000. Хотя обычно, верхний предел больше, чем, например, приблизительно 100000 или 50000.

Возможно, что сополимер является функционализированным, т.е. включает в себя одну или более функциональных групп. Возможные функциональные группы, которые могут быть включены в этом отношении включают в себя силан, алкенил, гидроксил, карбоксил, эпокси, метакрилат, акрилат, amino и тиол. В этом отношении функциональная группа является предпочтительно гидроксильной, и в частности гидроксильной в форме карбинольной ( $-\text{CH}_2-\text{OH}$ ) группы. Хотя в другом предпочтительном варианте осуществления сополимер не был функционализирован для включения каких-либо функциональных групп подобным образом, т.е. сополимер не включает в себя какие-либо дополнительные функциональные группы (помимо групп, присутствующих в звеньях обычного полисилоксана и органического полимера и узлах, в которых они соединены). В этом варианте осуществления сополимер может быть описан как неактивный.

Сополимер может быть получен известными способами, например, как указано выше, группы органического полимера могут быть прикреплены к боковой цепи главной цепи силоксана с помощью процесса гидросилилирования или конденсации. Хотя подходящие сополимеры доступны на рынке, например добавляемые продукты торговой марки Dow Corning® 57 или Dow Corning® 205SL могут быть использованы для обеспечения подходящих сополимеров полиэфира полисилоксана.

Возможный дополнительный компонент для использования в варианте (i) и (ii).

Как указано выше, было обнаружено, что варианты (i)-(iii) для средства для облегчения скольжения обеспечивают покрытие, имеющее превосходные свойства по уменьшению трения, а также хорошую устойчивость в условиях долговечности этих свойств. В этом отношении, в вариантах (i) и (ii) считается, что один из способов, в котором усилена устойчивость свойств по уменьшению трения, относится к тому факту, что структуры могут обеспечивать миграцию фрагментов полисилоксана к поверхности, чтобы заменить фрагменты полисилоксана, которые могут быть потеряны. Другими словами, варианты (i) и (ii) могут обеспечивать постоянное восстановление свойств по уменьшению трения если/когда любые фрагменты полисилоксана (являются ли они молекулами полисилоксана в варианте (i) или компонентами полисилоксана сополимеров в варианте (ii)) потеряны. В этом отношении, в особенно предпочтительном аспекте обоих вариантов (i) и (ii), средство для облегчения скольжения может дополнительно содержать агент, который облегчает миграцию молекул полисилоксана/сополимера внутри структуры средства для облегчения скольжения. Этот агент может быть любым агентом, который обеспечивает структуру типа минерала/каркас в сополимере для обеспечения возможных путей прохождения, вдоль которых могут мигрировать молекулы полисилоксана/сополимера.

Таким образом, агент может быть любым инертным веществом, обычно неорганическим веществ-

вом, включение которого обеспечивает пути прохождения, вдоль которых могут мигрировать фрагменты полисилоксана по направлению к поверхности вещества. Например, агент может быть аморфным  $\text{SiO}_2$ . Как правило, это пирогенный диоксид кремния.

Предпочтительно агент находится в форме частиц. В частности, агент предпочтительно составляет продукт в виде частицы с  $d_{50}$  от 0,1 до 100 мкм, например от 1 до 10 мкм, и обычно приблизительно от 3 до 7 мкм. Продукт в виде частицы предпочтительно имеет  $d_{90}$  от 0,2 до 200 мкм, например от 2 до 20 мкм, и обычно приблизительно от 7 до 17 мкм. В этом отношении,  $d_{50}$  и  $d_{90}$  основаны на объемном распределении, измеренном с помощью лазерной дифракции, например с использованием пакета программ с помощью лазерной дифракции компании HORIBA ( $d_{50}$  представляет собой значение медианного размера частицы).

В этом отношении продукт в виде частицы предпочтительно состоит из хлопьевидных частиц. Таким образом, частицы предпочтительно имеют характеристическое отношение (отношение наибольшего размера к наименьшему) более чем 1, например, 2 или более, 5 или более или 10 или более.

Использование такого агента также обеспечивает преимущество в том, что он позволяет использовать меньшее количество молекул полисилоксана/сополимера, и/или обеспечивает более высокую смазывающую способность для данного варианта осуществления.

Во избежание сомнений во всех предпочтительных вариантах осуществления, описанных выше в варианте (i), где средство для облегчения скольжения получено или можно получить с помощью процесса, согласно которому наносят на поверхность композицию, содержащую органический полимер, полисилоксан, поверхностно-активное вещество и необязательно по меньшей мере один растворитель, и во всех предпочтительных вариантах осуществления, описанных выше в варианте (ii), где средство для облегчения скольжения получено или можно получить с помощью процесса, согласно которому наносят на поверхность композицию, содержащую органический полимер, сополимер и необязательно по меньшей мере один растворитель, в целом предпочтительно, что указанные составы также включают в себя агент, как указано выше, т.е. агент, который облегчает миграцию молекул полисилоксана/сополимера внутри структуры средства для облегчения скольжения. В этом отношении, концентрация агента, в случае его присутствия в составе, используемом в этих процессах, может составлять от 0,0001 до 5 мас.%. Предпочтительно она составляет по меньшей мере 0,001 мас.%, например по меньшей мере 0,01 мас.%. Предпочтительно она составляет самое большее 1 мас.%.

Вариант (iii): средство для облегчения скольжения содержит неэластомерный поперечно-сшитый полимер, полученный или получаемый путем обеспечения реакции поперечного сшивания полисилоксана и органического полимера.

Предпочтительно в этом варианте полисилоксан и/или один или более из органического полимера(ов) функционализирован(ы).

В этом варианте средство для облегчения скольжения предпочтительно содержит покрытие, основанное по существу на указанном поперечно-сшитом полимере на указанной поверхности (одного или обоих из указанных слоев). Более предпочтительно средство для облегчения скольжения содержит покрытие указанного поперечно-сшитого полимера на указанной поверхности, и фрагменты полисилоксана на контактной поверхности покрытия (хотя на практике, по меньшей мере некоторые фрагменты полисилоксана могут быть включены в покрытие). В целом, как описано выше, средство для облегчения скольжения предпочтительно имеет контактную поверхность, основанную (по существу) на кремнии или кислороде, что в этом варианте означает, что она основана на компонентах полисилоксана поперечно-сшитого полимера. Таким образом, предпочтительно контактная поверхность средства для облегчения скольжения содержит полисилоксан в качестве главного компонента. Как правило, контактная поверхность средства для облегчения скольжения состоит полностью из полисилоксана.

Согласно особенно предпочтительному варианту осуществления средство для облегчения скольжения получено или можно получить с помощью процесса, согласно которому наносят на указанную поверхность композицию, содержащую органический (не поперечно-сшитый, но выполненный с возможностью поперечного сшивания (т.е. отверждаемый)) полимер, функционализированный полисилоксан, и необязательно по меньшей мере один растворитель, и поперечно сшивают (т.е. отверждают) нанесенный таким образом состав. В этом отношении, процесс может дополнительно включать в себя дополнительный этап, на котором композиция высыхает/затвердевает (например, нанесенную композицию можно просто оставить высыхать/затвердевать при комнатной температуре, например в течение 1-5 дней и/или высыхание/затвердевание можно ускорить, например, посредством приложения тепла и/или пониженного давления) - таким образом, что растворитель испаряется, и покрытие, содержащее поперечно-сшитый полимер, остается на поверхности. Таким образом, средство для облегчения скольжения предпочтительно получают или можно получить с помощью процесса, согласно которому (а) наносят на указанную поверхность композицию, содержащую органический не поперечно-сшитый (отверждаемый) полимер, функционализированный полисилоксан, необязательно один или более отверждающих агентов и необязательно по меньшей мере один растворитель, (б) обеспечивают отверждение нанесенной таким образом композиции, и необязательно (с) обеспечивают возможность высыхания композиции.

Что касается вышеупомянутого процесса, предпочтительно органический полимер и по меньшей

мере один (из указанного по меньшей мере одного или более) растворитель(и) вместе составляют по меньшей мере 60% по массе композиции, более предпочтительно по меньшей мере 80% по массе, и еще более предпочтительно по меньшей мере 90% по массе. Органический полимер и растворитель вместе могут составлять вплоть до 99% по массе композиции, например до 98% по массе, или до 97% по массе. Как правило, органический полимер и растворитель вместе составляют приблизительно 95% по массе композиции. Относительные количества органического полимера и растворителя предпочтительно являются такими, что имеется достаточное количество растворителя для растворения органического полимера (например, при стандартном давлении и температуре). Органический полимер может составлять по меньшей мере 1% по массе композиции, например по меньшей мере 2% по массе, по меньшей мере 5% по массе, по меньшей мере 10% по массе или по меньшей мере 20% по массе.

Что касается вышеупомянутого процесса, предпочтительно функционализированный полисилоксан и необязательно по меньшей мере один (дополнительный) растворитель вместе составляют по меньшей мере 1% по массе композиции, более предпочтительно по меньшей мере 2% по массе, и еще более предпочтительно по меньшей мере 3% по массе. Функционализированный полисилоксан и необязательно по меньшей мере один (дополнительный) растворитель вместе составляют до 40% по массе композиции, например до 20% по массе или до 10% по массе. Как правило, функционализированный полисилоксан и необязательно по меньшей мере один (дополнительный) растворитель вместе составляют приблизительно 5% по массе композиции. Функционализированный полисилоксан может составлять по меньшей мере 0,1% по массе композиции, например по меньшей мере 0,2% по массе, по меньшей мере 0,5% по массе, по меньшей мере 1% по массе, по меньшей мере 2% по массе или по меньшей мере 4% по массе.

Как правило, композицию получают или можно получить путем смешивания (а) первого реагента, содержащего органический полимер и необязательно по меньшей мере один растворитель, и (b) второго реагента, содержащего функционализированный полисилоксан и необязательно по меньшей мере один (дополнительный) растворитель. Таким образом, часто композиция содержит смесь двух или более растворителей. Растворители могут включать в себя органические и/или водные растворители (например, воду). Предпочтительно растворители содержат органические растворители (и предпочтительно не воду). Предпочтительные органические растворители (в частности для первого реагента) включают в себя алкиловые сложные эфиры, такие как бутил или амилацетат, кетоны, такие как ацетон, метилизобутилкетон или циклогексанон, ароматические углеводороды, такие как ксилол, эфиры, такие как гликольцеллозольв, спирты или их смеси.

В целом, возможные растворители для использования в этом отношении могут включать в себя алкиловые сложные эфиры, такие как бутил или амилацетат, кетоны, такие как ацетон или метилэтилкетон, ароматические углеводороды, такие как толуол, эфиры, такие как гликольцеллозольв, спирты или их смеси. Согласно другому варианту осуществления растворители для использования в этом отношении могут включать воду, эфир или сложный эфир. Подходящие примеры эфиров включают гликолевый эфир, такой как 2-метоксиэтанол, 2-этоксиэтанол, 2-пропоксиэтанол, 2-изопропоксиэтанол, 2-бутоксиэтанол, 2-феноксиэтанол, 2-бензилоксиэтанол, 2-(2-метоксиэтокси)этанол, 2-(2-этоксиэтокси)этанол и 2-(2-бутоксиэтокси)этанол; и диалкиловые эфиры, такие как диметоксиэтан, диэтоксиэтан и дибутоксиэтан. Примеры сложных эфиров включают в себя 2-метоксиэтилацетат, 2-бутоксиэтилацетат и 1-метокси-2-пропанолацетат.

Органический полимер может быть полиэфиром (например, поли(этиленоксид), поли(пропиленоксид)), полиэфир, полиэпоксид, полиолефин (например полиэтилен, полипропилен, полиизобутилен), полиуретан, полиакрилат, полиметакрилат, поли(метилметакрилат), полиакрилонитрил, полиамид, полиакриламид, полиимид, поли(этиленимин), полифосфазин, поливинилацетат, алкид, поливинилхлорид, полистирол, поли(винилиденхлорид), полиизопрен, политетрафторэтилен или смесь двух или более из указанных компонентов. Предпочтительно он представляет собой полиэфир, полиакрилат, полиуретан, алкид или смесь двух или более из указанных компонентов (в этом отношении полиэфир предпочтительно составляет полимер этиленоксида, пропиленоксида или смесь этиленоксида и пропиленоксида). Более предпочтительно это акрилат, полиуретан, полиэфир, полиэпоксид, алкид или смесь двух или более из указанных компонентов. Более предпочтительно это также акрилат, полиуретан, полиэпоксид, алкид или смесь двух или более из указанных компонентов. Наиболее предпочтительно это акрилат или смесь акрилата с одним или более дополнительных полимеров (например, полиэпоксидов).

Среднечисленная молекулярная масса органического полимера предпочтительно составляет по меньшей мере 150, более предпочтительно по меньшей мере 500, например по меньшей мере 1000. Что касается верхних пределов для среднечисленной молекулярной массы, обычно он составляет не более чем 100000, предпочтительно не более чем 50000, например 20000 или менее или 10000 или менее.

Функционализированный полисилоксан предпочтительно составляет линейный, разветвленный или циклический полисилоксан, как приведено выше в варианте (i) (при условии конечно функционализации), за исключением того, что в этом примере среднечисленная молекулярная масса полисилоксана предпочтительно составляет по меньшей мере 500, более предпочтительно по меньшей мере 1000, например по меньшей мере 2000 или по меньшей мере 5000. Что касается верхних пределов для среднечисленной молекулярной массы, обычно он составляет не более чем 500000, предпочтительно не более

чем 100000, более предпочтительно не более чем 50000, например не более чем 20000 или не более чем 10000. Среднечисленная молекулярная масса полисилоксана предпочтительно составляет по меньшей мере 5000, более предпочтительно по меньшей мере 10000. Среднечисленная молекулярная масса полисилоксана предпочтительно составляет не более чем 30000, более предпочтительно не более чем 20000. Как правило, среднечисленная молекулярная масса полисилоксана составляет приблизительно от 12000 до 18000, например приблизительно 15000.

Предпочтительно функционализированный полисилоксан представляет собой (основан на) ПДМС, т.е. является функционализированным ПДМС.

Функционализированный полисилоксан (и необязательно также органический полимер) включает в себя одну или более функциональных групп для поперечного сшивания. Возможные функциональные группы, которые могут быть включены в этом отношении включают в себя силан, алкенил, гидроксил, карбоксил, эпокси, метакрилат, акрилат, амино и тиол. Функциональная группа предпочтительно является гидроксильной, и в частности гидроксильной в форме карбинольной ( $-\text{CH}_2-\text{OH}$ ) группы. Это применимо, в частности, к функциональному полисилоксану. Подходящие функционализированные полисилоксаны доступны на рынке, например продукт под торговой маркой ВУК-Silclean 3700.

В предпочтительном аспекте согласно изобретению функционализированный полисилоксан функционализирован гидроксильными группами и органический полимер представляет собой гидроксильной поперечно-сшитый полимер, такой как полиакрилат. В особенно предпочтительном аспекте согласно изобретению функционализированный полисилоксан функционализирован гидроксильными группами и органический полимер представляет собой полиуретан. Более предпочтительно в этом отношении, полиуретан используют с ди-изоцианатным поперечно-сшивающим агентом.

В конструировании поперечно-сшитых полимеров существует гибкость. Таким образом, степенью любого возможного поперечного сшивания между полисилоксаном и органическим полимером можно управлять путем регулирования грубости условий реакции сшивания, количеством (при наличии) присутствующего отверждающего агента, и/или продолжительности времени, в течение которого поддерживаются условия реакции. Дополнительно начало полисилоксана и органического полимера может изменяться в условиях молекулярной массы, молекулярной структуры (концевая/линейная), композиции органической полимерной цепи (например, этилен против пропилена в случае, когда органический полимер представляет собой полиэфир), и отношения полисилоксана к органическому полимеру.

Поперечное сшивание можно выполнить известными средствами, включая, например, нагревание, радиацию и/или использование отверждающих агентов. Если используют один или более отверждающих агентов очевидно, что их включают вместе с полимерными реагентами для поперечного сшивания в вышеуказанном процессе. Возможные отверждающие агенты включают амины (такие как диэтилентриамин, триэтилтетрамин, изофорондиамин, диаминодифенилметан, диаминодифенилсульфон), изоцианаты, янтарный ангидрид, фталевый ангидрид, малеиновый ангидрид, ангидрид бензолтетракарбоновой кислоты, сложные эфиры полифосфорной кислоты, системы муравьиная кислота:перекись водорода, полиамиды, дицианамид, гексагидрофталевоый ангидрид, метантетрагидрофталевоый ангидрид, метилнадиангидрид, третичные амины, имидазолы, меламин, Кислоты Льюиса, такие как трифторид бора и их аминные комплексы, третичные амины, галогениды четвертичного аммония и их комбинации.

Поперечно-сшитый полимер в варианте (iii) предпочтительно получен или может быть получен с помощью процесса, в котором:

(a) смешивают функционализированный полисилоксан и органический (не поперечно-сшитый, отверждаемый) полимер (и предпочтительно также отверждающий агент), необязательно в присутствии растворителя, и

(b) обеспечивают реакцию поперечного сшивания смеси функционализованного полисилоксана и органического полимера (и предпочтительно также отверждающего агента).

Растворитель, при наличии, предпочтительно, представляет собой воду, эфир или сложный эфир. Подходящие примеры эфиров включают гликолевый эфир, такой как 2-метоксиэтанол, 2-этоксиэтанол, 2-пропоксиэтанол, 2-изопропоксиэтанол, 2-бутоксиэтанол, 2-феноксиэтанол, 2-бензилоксиэтанол, 2-(2-метоксиэтокси)этанол, 2-(2-этоксиэтокси)этанол, и 2-(2-бутоксиэтокси)этанол; и диалкиловые эфиры, такие как диметоксиэтан, диэтоксиэтан и дибутоксиэтан. Примеры сложных эфиров включают в себя 2-метоксипропилацетат, 2-метоксиэтилацетат, 2-бутоксиэтилацетат и 1-метокси-2-пропанолацетат.

Как правило, растворитель представляет собой органический растворитель. Предпочтительно растворитель представляет собой сложный эфир и более предпочтительно представляет собой 2-метоксипропилацетат.

Примеры предпочтительных вариантов осуществления включают в себя поперечно-сшитые полимеры, полученные или получаемые с помощью вышеописанного процесса, в котором этап (a) включает смешивание полисилоксана с одной из следующих систем, а именно 2-компонентный полиуретан, алкид/меламин, простой полиэфир/меламин, акрилат/меламин, акрилат/эпоксид, 2-компонентная эпоксидная система (в частности бисфенол А/полиамидный отверждающий агент), 2-компонентная полиуретановая система (в частности ОН-функционализированный акрилат клифатик-ароматический и/или чисто алифатический полиизоцианат), и кислотнo катализируемая система горячей сушки (акрилат/ меламин).

Предпочтительно этап (b) включает смешивание полисилоксана с акрилат/меламиновой, акрилат/эпоксидной системой или системой, обладающей ОН-функционализированным акрилат клифатик-ароматическим и/или чисто алифатическим полиизоцианатом.

Поперечно-сшитый полимер является неэластомерным. Таким образом, это не должен быть каучук, и предпочтительно должен иметь модуль упругости более чем 0,05 ГПа, предпочтительно по меньшей мере 0,1 ГПа, например по меньшей мере 0,2 ГПа, по меньшей мере 0,3 ГПа, по меньшей мере 0,4 ГПа, по меньшей мере 0,5 ГПа, по меньшей мере 0,6 ГПа, по меньшей мере 0,7 ГПа, по меньшей мере 0,8 ГПа, по меньшей мере 0,9 ГПа, по меньшей мере 1 ГПа. Модуль упругости можно измерить стандартными испытаниями, например, согласно ASTM E111 - 04(2010). Во всех вариантах (i)-(iii) описанных выше, где ссылка сделана на процесс нанесения композиции на поверхность, это можно предпочтительно осуществить нанесением с помощью печати композиции на слой, более предпочтительно с помощью трафаретной печати.

Примеры.

Тестирование проводилось для исследования возможности разработки слоя или покрытия, которое могло бы служить в качестве шлема. Слой может быть, например, структурным материалом в оболочке для скольжения или лаком, добавленным к оболочке для скольжения. Добавки были испытаны в лаках. В частности, композиции были испытаны на их пригодность для использования в качестве средства для облегчения скольжения путем нанесения их на несущий слой и измерения динамического коэффициента трения. Низкое трение является предпочтительным. Подобные результаты можно ожидать, если добавки будут включены в полимерный структурный материал.

Нанесение лака.

Добавку для снижения трения смешивали с лаком и наносили кистью на 0,8 мм поликарбонатный лист, предназначенный для вакуумного формования. Измерения трения проводили после сушки в течение 3 дней при комнатной температуре. Это касается оболочек для скольжения, которые покрываются лаком после вакуумного формования. Случай, когда лакирование выполняется до того, как формование было выполнено путем обеспечения высыхания лакированного листа с помощью 1-минутной термообработки при 160°C и последующего обеспечения старения образца в течение 3 дней при комнатной температуре. Это аналогично термообработке в процессе вакуумного формования.

Измерение трения.

EPS (пенополистирол), используемый для испытаний, был такого же типа как используют в шлемах. То есть EPS на основе частиц с несущей способностью 300 КПа. Поверхность EPS была обработана так, чтобы быть аналогичной той, которую используют в шлемах путем предварительной зачистки поверхности до чистоты, с последующим нанесением тонкой тефлоновой фольги на ее поверхность. Эта тефлоновая поверхность была прижата с помощью разогретого до 140°C утюга в течение 5 с при давлении 1 КПа. Затем в течение 2 с утюг комнатной температуры был приложен при давлении 1 КПа в течение 10 с. Это привело к получению чистой, герметичной, плоской поверхности, аналогичной пене в шлеме.

Измерения трения были выполнены при давлении немного ниже, чем максимальная несущая способность EPS, который используют в шлемах. Использовали 380 мм<sup>2</sup> при 9 кг нагрузке, что обеспечило давление 232 КПа. Скорость скольжения при измерении составила 5 см/с. Приведен динамический коэффициент измерений трения согласно ISO 15359. Также были измерены статические коэффициенты трения путем использования такой же настройки, как указана выше, но считывая усилие, как только скольжение началось.

Вещества для использования:

A. Матовый лак для пола на водной основе, "Alcro golvlack halvmatt".

B. ПТФЭ спрей "Rocol".

C. 2-компонентный полиуретановый лак на основе растворителя фирмы Jotun "Hardtop AS".

D. Силикон "BYK-Silclean 3700". Полисилоксан, завершенный силанолом, отвержденным на месте.

E. Матовые чернила для трафаретной печати на основе растворителя типа 1, изготовленные из смешанных полимерных смол.

F. Матовые чернила для трафаретной печати на основе растворителя типа 2, изготовленные из смешанных полимерных смол.

G. Глянцевые чернила для трафаретной печати на основе растворителя типа 2, изготовленные из смешанных полимерных смол.

H. Силикон DC 52 от компании Dow Corning. Полисилоксан с поверхностно-активным веществом.

I. Силикон DC 57 от компании Dow Corning. Сополимер блок-эфира полисилоксана.

J. Силикон DC 205S от компании Dow Corning. Сополимер блок-эфира полисилоксана.

Все лаки были нанесены на плоские глянцевые 0,8 мм поликарбонатные листы для измерений трения.

Результаты:

Лак	Добавка	Обработка и заметки	Динамическое трение	Статическое трение
отсутствует	отсутствует	Немодифицированный поликарбонатный лист	0,24	0,28
A	5% F (DC52)		0,10	0,10
A	5% F (DC52)	Сухая истираемая стальная вата	0,10	0,10
отсутствует	B	Поликарбонатный лист с распылённым тефлоном	0,17	0,17
C	отсутствует	Только полиуретановый лак	0,17	0,17
C	D (ВУК 3700)	Полиуретановый лак с активным силиконом	0,06	0,06
C	D (ВУК 3700)	Полиуретановый лак с активным	0,06	0,06
		силиконом. 24 ч вымачивания в воде		
C	D (ВУК 3700)	Полиуретановый лак с активным силиконом. Истираемая стальная вата	0,08	0,13
E	отсутствует	Печатные чернила типа 1	0,10	0,11
E	5% H (DC 52)		0,08	0,09
E	5% I (DC 57)		0,11	0,14
E	5% J (DC205S)		0,11	0,11
E	отсутствует	Термостарение	0,12	0,12
E	5% H (DC 52)	Термостарение	0,07	0,09
E	5% I (DC 57)	Термостарение	0,14	0,17
E	5% J (DC205S)	Термостарение	0,07	0,07
F	5% H (DC 52)	Печатные чернила типа 2 матовые без термообработки	0,12	0,13
G	5% H (DC 52)	Печатные чернила типа 2 глянцевые без термостарения	0,24	0,24

F	5% Н (DC 52)	Печатные чернила типа 2 матовые с термостарением	0,05	0,05
G	5% Н (DC 52)	Печатные чернила типа 2 глянцевые с термостарением	0,18	0,18

Измерение ускорения мозга.

Измерения углового ускорения были выполнены для обычного шлема в сравнении со шлемом, содержащим средство для облегчения скольжения в соответствии с настоящим изобретением (Е 5% Н(DC52)). Коэффициент трения скольжения составил 0,07 на этом покрытии. Испытания проводили путем падения шлемов под углом 45° на наковальню при 6 м/с. Ускорение измеряли внутри головы. На фиг. 6 показан положительный эффект средства для облегчения скольжения.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Шлем, содержащий два слоя, выполненных с возможностью скольжения относительно друг друга, причем поверхность одного или обоих слоев содержит средство для облегчения скольжения для улучшения возможности скольжения между двумя слоями, при этом средство для облегчения скольжения содержит органический полимер, полисилоксан и поверхностно-активное вещество.

2. Шлем, содержащий два слоя, выполненных с возможностью скольжения относительно друг друга, причем поверхность одного или обоих слоев содержит средство для облегчения скольжения для улучшения возможности скольжения между двумя слоями, при этом средство для облегчения скольжения содержит органический полимер и сополимер на основе полисилоксана и органического полимера.

3. Шлем, содержащий два слоя, выполненных с возможностью скольжения относительно друг друга, причем поверхность одного или обоих слоев содержит средство для облегчения скольжения для улучшения возможности скольжения между двумя слоями, при этом средство для облегчения скольжения содержит незластомерный поперечно-сшитый полимер, полученный или получаемый путем проведения реакции поперечного сшивания полисилоксана и органического полимера.

4. Шлем по любому из пп.1-3, в котором средство для облегчения скольжения имеет контактную поверхность, основанную на силоксане, и внутреннюю поверхность, основанную на органическом полимере.

5. Шлем по п.1 или 4, в котором средство для облегчения скольжения содержит органический полимер, полисилоксан и поверхностно-активное вещество, и которое получено или получаемое способом, включающим (а) нанесение на указанную поверхность композиции, содержащей органический полимер, полисилоксан, поверхностно-активное вещество и необязательно по меньшей мере один растворитель, и необязательно (б) обеспечение возможности высыхания нанесенной таким образом композиции.

6. Шлем по п.1 или 4, в котором средство для облегчения скольжения содержит органический полимер, полисилоксан и поверхностно-активное вещество, и получено или получаемое способом, включающим нанесение полисилоксана и поверхностно-активного вещества и необязательно также по меньшей мере один растворитель на твердую поверхность, основанную на органическом полимере.

7. Шлем по любому из пп.1 или 4-6, в котором полисилоксан представляет собой полидиметилсилоксан (ПДМС).

8. Шлем по любому из пп.1 или 4-7, в котором среднечисленная молекулярная масса полисилоксана составляет по меньшей мере 50000 и не более чем 2000000.

9. Шлем по любому из пп.1 или 4-8, в котором поверхностно-активное вещество представляет собой алкоксилат жирного спирта формулы  $R'-[O-Q]_mOH$ , где  $m$  составляет от 1 до 20,  $Q$  представляет собой двухвалентный гидрокарбильный фрагмент, содержащий от 1 до 10 атомов углерода, и  $R'$  представляет собой гидрокарбильную группу, содержащую от 6 до 22 атомов углерода.

10. Шлем по п.2 или 4, в котором средство для облегчения скольжения содержит органический полимер и сополимер на основе полисилоксана и органического полимера, и которое получено или получаемое способом, включающим (а) нанесение на указанную поверхность композиции, содержащей органический полимер, сополимер и необязательно по меньшей мере один растворитель, и необязательно (б) обеспечение возможности высыхания нанесенной таким образом композиции.

11. Шлем по п.2 или 4, в котором средство для облегчения скольжения содержит органический полимер и сополимер на основе полисилоксана и органического полимера, и которое получено или получаемое способом, включающим нанесение сополимера на твердую поверхность, основанную на органическом полимере.

12. Шлем по п.10 или 11, в котором полисилоксан представляет собой ПДМС.

13. Шлем по любому из пп.10-12, в котором среднечисленная молекулярная масса полисилоксана составляет по меньшей мере 1000 и не более чем 50000.

14. Шлем по любому из пп.10-13, в котором компонент органического полимера сополимера пред-

ставляет собой простой полиэфир.

15. Шлем по любому из пп.1-14, в котором средство для облегчения скольжения дополнительно содержит агент, который облегчает миграцию молекул полисилоксана или сополимера внутри структуры средства для облегчения скольжения, при этом агент представляет собой инертный неорганический продукт в форме частиц, предпочтительно  $\text{SiO}_2$ .

16. Шлем по п.3 или 4, в котором средство для облегчения скольжения определено в соответствии с п.3 и получено или получаемое способом, включающим (а) нанесение на указанную поверхность композиции, содержащей отверждаемый органический полимер, функционализированный полисилоксан, необязательно один или более отверждающих агентов и необязательно по меньшей мере один растворитель, (б) обеспечение отверждения нанесенной таким образом композиции, и необязательно (с) обеспечение возможности высыхания композиции.

17. Шлем по п.3 или 4, в котором средство для облегчения скольжения определено в соответствии с п.3 и получено или получаемое способом, включающим (а) нанесение функционализированного полисилоксана на твердую поверхность, основанную на органическом полимере, (б) обеспечение отверждения нанесенной таким образом композиции, и необязательно (с) обеспечение возможности высыхания композиции.

18. Шлем по п.16 или 17, в котором среднечисленная молекулярная масса функционализированного полисилоксана составляет по меньшей мере 5000 и не более чем 20000.

19. Шлем по любому из пп.16-18, в котором полисилоксан представляет собой ПДМС.

20. Шлем по любому из пп.16-19, в котором функционализированный полисилоксан функционализирован гидроксильными группами, а органический полимер представляет собой гидроксильный поперечно-сшитый полимер, такой как полиакрилат или полиуретан с добавлением ди-изоцианатного поперечно-сшивающего агента.

21. Шлем по любому из предыдущих пунктов, в котором один из двух слоев, выполненных с возможностью скольжения относительно друг друга, является внешней оболочкой шлема.

22. Шлем по любому из предыдущих пунктов, в котором каждый из двух слоев, выполненных с возможностью скольжения относительно друг друга, расположен внутри внешней оболочки шлема.

23. Шлем по любому из предыдущих пунктов, в котором один и необязательно оба из двух слоев выполнены из пеноматериала, необязательно пенополистирола (EPS), пенополипропилена (EPP), пенополиуретана (EPU) или винилнитриловой пены.

24. Шлем по любому из предыдущих пунктов, в котором поверхность или поверхности, на которые нанесено средство для облегчения скольжения, является или являются твердыми поверхностями.

25. Способ изготовления шлема, включающий:

нанесение или формирование средства для облегчения скольжения на поверхности первого слоя шлема; и

расположение указанного слоя относительно другого слоя шлема таким образом, что два слоя имеют возможность скольжения относительно друг друга, при этом средство скольжения расположено между двумя слоями,

причем средство для облегчения скольжения содержит органический полимер, полисилоксан и поверхностно-активное вещество.

26. Способ изготовления шлема, включающий:

нанесение или формирование средства для облегчения скольжения на поверхности первого слоя шлема; и

расположение указанного слоя относительно другого слоя шлема таким образом, что два слоя имеют возможность скольжения относительно друг друга, при этом средство скольжения расположено между двумя слоями,

причем средство для облегчения скольжения содержит органический полимер и сополимер на основе полисилоксана и органического полимера.

27. Способ изготовления шлема, включающий:

нанесение или формирование средства для облегчения скольжения на поверхности первого слоя шлема; и

расположение указанного слоя относительно другого слоя шлема таким образом, что два слоя имеют возможность скольжения относительно друг друга, при этом средство скольжения расположено между двумя слоями,

причем средство для облегчения скольжения содержит неэластомерный поперечно-сшитый полимер, полученный или получаемый путем обеспечения реакции поперечного сшивания полисилоксана и органического полимера.

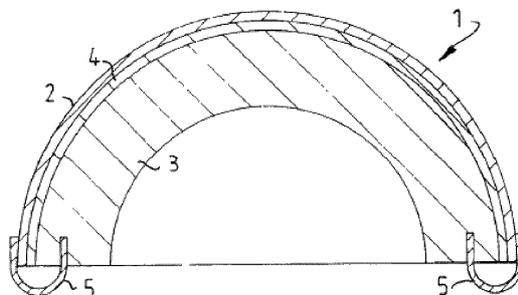
28. Способ по любому из пп.25-27, в котором шлем представляет собой шлем по любому из пп.1-24.

29. Способ по п.25, включающий (а) нанесение на указанную поверхность композиции, содержащей органический полимер, полисилоксан, поверхностно-активное вещество и необязательно по меньшей мере один растворитель, и необязательно (б) обеспечение возможности высыхания нанесенной таким образом композиции.

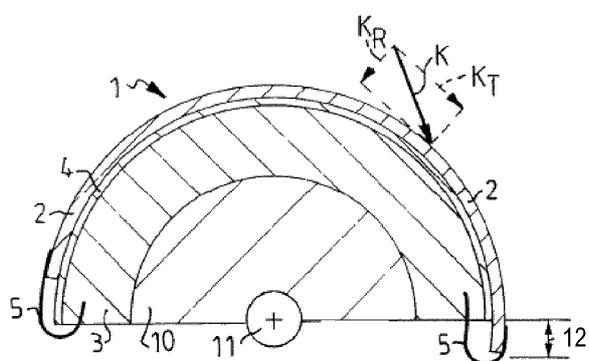
30. Способ по п.26, включающий (а) нанесение на указанную поверхность композиции, содержащей органический полимер, сополимер и необязательно по меньшей мере один растворитель, и необязательно (b) обеспечение возможности высыхания нанесенной таким образом композиции.

31. Способ по п.27, включающий обеспечение реакции поперечного сшивания полисилоксана, органического полимера и необязательно одного или более отверждающих агентов.

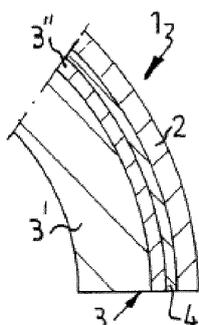
32. Способ по любому из предыдущих пунктов, в котором средство для облегчения скольжения наносят с помощью печати вещества на слой, необязательно с помощью трафаретной печати.



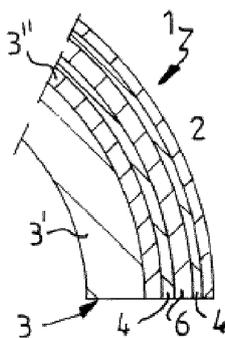
Фиг. 1



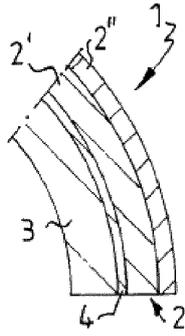
Фиг. 2



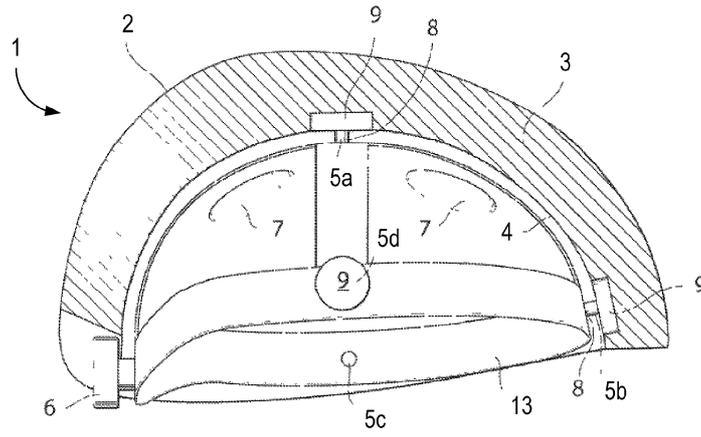
Фиг. 3А



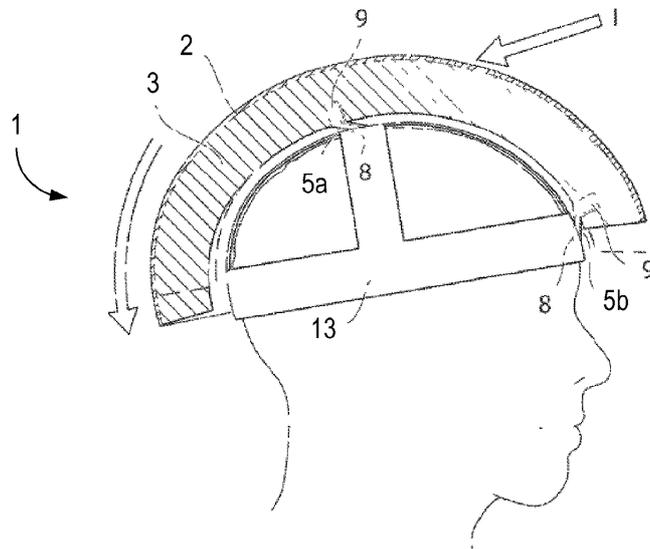
Фиг. 3В



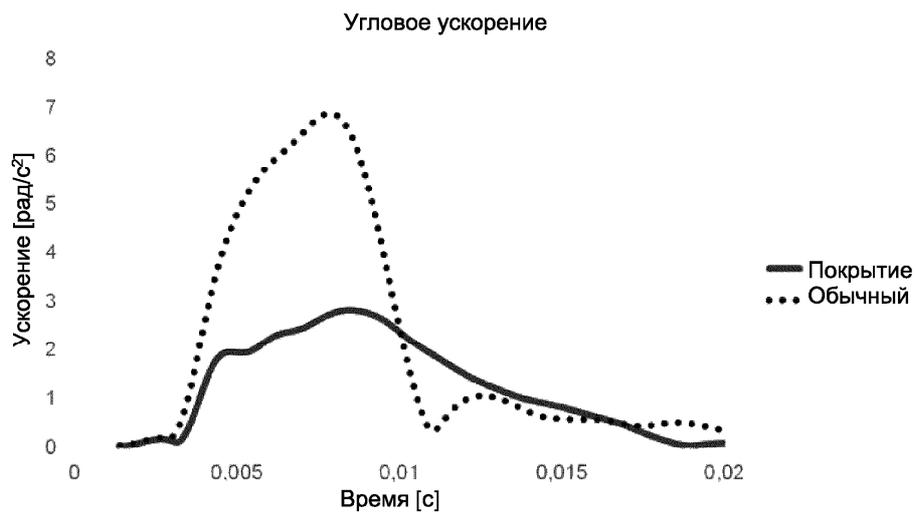
Фиг. 3С



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6

