

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **202091820** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки  
**2021.02.10**

(22) Дата подачи заявки  
**2019.02.27**

(51) Int. Cl. *A61B 5/145* (2006.01)  
*C09D 11/50* (2014.01)  
*A61B 5/00* (2006.01)  
*A61B 5/103* (2006.01)  
*G01N 21/81* (2006.01)

---

(54) **СПОСОБ КАРТИРОВАНИЯ ПОТА**

(31) **18164893.2**

(32) **2018.03.29**

(33) **EP**

(86) **PCT/EP2019/054838**

(87) **WO 2019/185270 2019.10.03**

(71) Заявитель:  
**ЮНИЛЕВЕР Н.В. (NL)**

(72) Изобретатель:

**Барлоу Тэмми Роуз, Бэйтс Сьюзан,  
Хэдлтон Дэвид Марк, Хошдель Эзат,  
Кёрби Гэвин Уильям (GB)**

(74) Представитель:

**Нилова М.И. (RU)**

---

(57) Способ картирования выделения пота кожей человека, при этом указанный способ включает нанесение полидиацетилена (ПДА), полученного из производного сопряженной дииновой кислоты, содержащей по меньшей мере 18 атомов углерода, при этом ПДА меняет цвет при воздействии пота, но не меняет цвет при воздействии чистой воды.

**202091820**  
**A1**

**202091820**

**A1**

## СПОСОБ КАРТИРОВАНИЯ ПОТА

### Область техники

5 Настоящее изобретение относится к детекторам пота; в частности, составлению карты пота и количественной оценки пота, образующегося на различных поверхностях человеческого тела. Также настоящее изобретение связано с оценкой антиперспирантности, обеспечиваемой косметическими композициями.

### 10 Уровень техники

Существует множество способов обнаружения и количественной оценки пота. В традиционных клинических исследованиях испытуемые должны сидеть в жарком помещении (например, при 40 °С и относительной влажности 40 %) в течение определенного периода, прежде чем пот будут собирать в течение следующего периода с помощью ватных дисков, прикладываемых к подмышкам. Подушечки взвешивают до и после применения, чтобы рассчитать количество собранного пота. К сожалению, этот метод не является репрезентативным для потоотделения во время обычных повседневных действий и не является хорошей основой для оценки эффективности композиции антиперспиранта, используемой во время такой активности. Кроме того, этот метод неудобен и некомфортен для испытуемых.

Обзор многочисленных “Old and New Approaches for Assessing Sweating” («Старых и новых подходов к оценке потоотделения») приведен Н. Murota в *Curr. Probl. Dermatol.*, **51**, 22-29, 25 2016.

“Wearable sensor for measuring sweat rate” («Носимый датчик для измерения скорости потоотделения») описан Р. Salvo et al в *IEEE Sensors Journal*, **10**(10), 1557-1558, October 2010. В статье описан датчик скорости потоотделения, встроенный в ткань, представляющий собой емкостной датчик влажности. Эта технология более удобна для пользователей, чем гравиметрические методы, используемые в традиционных клинических исследованиях; однако могут возникнуть проблемы с откликом и калибровкой таких датчиков.

В настоящем изобретении используется изменение цвета полидиацетилен (ПДА) в качестве индикатора присутствия пота, и такого рода сенсорная технология использовалась в других связанных приложениях.

Датчики ПДА использовались в гибких гидрохромных датчиках пластырного типа для картирования пор человеческого пота на руках и кончиках пальцев (Lee *et al*, *Nature Communications*, **5**, 3736, **2014**; <http://dx.doi: 10.1038/ncomms4736> и Seo *et al*, *J. Appl. Polym. Sci.*, **44419**, **2017**; <http://dx.doi: 10.1002/app.44419>).

ПДА был включен в состав микроэмульсионной системы для струйной печати и нанесен на бумажную основу (Yoon *et al*, *J. Mater Chem.*, **22**, 8689, 2012 и Park *et al*, *Adv. Funct. Mater.*, **26**, 498-506, **2016**).

### **Краткое описание изобретения**

В первом аспекте изобретения предложен способ картирования выделения пота кожей человека, включающий местное нанесение на поверхность тела человека полидиацетилена (ПДА), полученного из производного сопряженной дииновой кислоты, содержащей по меньшей мере 18 атомов углерода, при этом ПДА меняет цвет при воздействии пота, но не меняет цвет при воздействии чистой воды.

Во втором аспекте изобретения предложено применение способа согласно первому аспекту изобретения для оценки относительной эффективности активного антиперспирантного вещества или состава.

В третьем аспекте изобретения предложено устройство для картирования пота, содержащее гибкую пленку с полидиацетиленом (ПДА), нанесенным на ее поверхность, причем ПДА представляет собой производное сопряженной дииновой кислоты, содержащей по меньшей мере 18 атомов углерода, причем ПДА меняет цвет при воздействии пота, но не меняет цвет при воздействии чистой воды.

В четвертом аспекте изобретения предложен способ получения устройства для мониторинга пота, включающий стадии:

- (i) получение производного сопряженной дииновой кислоты, содержащей по меньшей мере 18 атомов углерода,
- (ii) растворение указанного производного в растворителе и нанесение полученного раствора на поверхность гибкой пленки,
- (iii) испарение растворителя с гибкой пленки,

- (iv) полимеризацию производного сопряженной дииновой кислоты с получением полидиацетилена (ПДА) на поверхности гибкой пленки и, необязательно,
- (v) прикрепление гибкой пленки к поверхности жесткой подложки таким образом, чтобы поверхность с ПДА была обращена наружу,

5 при этом ПДА меняет цвет при воздействии пота, но не меняет цвет при воздействии чистой воды.

В настоящем описании признаки, выраженные как «предпочтительные» в отношении конкретного аспекта изобретения, следует понимать как предпочтительные в отношении  
10 каждого аспекта изобретения (аналогично, признаки, выраженные как «более предпочтительные» или «наиболее предпочтительные»).

В настоящем описании предпочтительные признаки изобретения особенно предпочтительны при использовании в сочетании с другими предпочтительными признаками.

15

#### **Подробное описание изобретения**

В настоящем описании термин «расширенное туловище человека» (англ. extended human torso) относится к туловищу человека плюс руки и ноги, но исключая кисти и ступни.

20

В настоящем описании термин «туловище человека» относится к туловищу тела человека, исключая конечности и голову, но включая подмышечные области под плечами.

В настоящем описании изменение цвета материала можно увидеть при видимом и/или УФ-облучении. Когда изменение цвета происходит под воздействием УФ-излучения, это можно  
25 также назвать изменением флуоресценции.

В настоящем описании «чувствительность к воде» относится к степени изменения цвета материала под воздействием воды; и особенно изменения цвета в видимой области спектра, то есть под видимым излучением.

30

В настоящем описании «производное» сопряженной дииновой кислоты относится к молекуле, содержащей дополнительный органический радикал, а не просто к ионизированной форме кислоты, т.е. не к соли кислоты.

35

В настоящем описании «условия окружающей среды» относятся к 20 °С и давлению 1 атмосфера.

5 В настоящем описании все количества, соотношения и проценты следует понимать как массовые, если не указано иное.

В настоящем описании все количества, соотношения и проценты следует понимать как необязательно модифицированные термином «примерно», если не указано иное.

10 В настоящем описании термин «содержащий» следует понимать как означающий «включающий», но не обязательно «состоящий из» или «составленный из», то есть он используется не исчерпывающе.

15 ПДА получают из производного сопряженной диеновой кислоты, содержащей по меньшей мере 18 атомов углерода, то есть он образуется в результате реакции полимеризации такой диеновой кислоты. Реакция представляет собой аддитивную полимеризацию, при которой сопряженный диен мономерной сопряженной диеновой кислоты превращается в высокосопряженную структуру основной цепи с чередующимися двойными и тройными связями. Реакция полимеризации обычно вызывается УФ-облучением. Реакция  
20 полимеризации обычно представляет собой гомополимеризацию.

Именно высокосопряженная структура основной цепи с чередующимися двойными и тройными связями придает ПДА чувствительность к поту, то есть способность изменять цвет при воздействии пота.

25 Сопряженные диеновые кислоты, используемые в настоящем изобретении, объединяются в то, что иногда называют супрамолекулярной сборкой. Такие сборки характеризуются относительно слабыми нековалентными взаимодействиями между молекулами, например водородными связями. Находясь в этой ассоциации, диеновые кислоты могут быть  
30 полимеризованы, как правило, путем применения УФ-излучения, для получения ПДА. Полимеризация образует ковалентные связи между молекулами, но нековалентные взаимодействия обычно сохраняются. Полученный полимер можно назвать «полимерной супрамолекулой».

35 Предпочтительная длина цепи сопряженной диеновой кислоты перед дериватизацией составляет 20-25 атомов углерода, и особенно 25 атомов углерода. Особенно

предпочтительный ПДА получают дериватизацией, а затем полимеризацией 10,12-пентакозадиинового кислоты (ПКДК).

5 ПДА, полученные из недериватизированных сопряженных диинновых кислот, содержащих по меньшей мере 18 атомов углерода, склонны иметь высокую чувствительность к воде, меняя цвет при воздействии даже довольно низких концентраций воды за очень короткий период времени. Это делает такие «гидрохромные» полимеры непригодными для применения, к которому относится настоящее изобретение.

10 Используя производное сопряженной диинновой кислоты, содержащее по меньшей мере 18 атомов углерода, в котором ПДА меняет цвет при воздействии пота, но не меняет цвет при воздействии чистой воды, авторы настоящего изобретения обнаружили, что полученный ПДА может быть использован в способе картирования выделения пота даже во влажных средах, например, на спине или подмышечных областях человеческого тела.

15 Основной аспект настоящего изобретения заключается в том, что благодаря *снижению* чувствительности ПДА к воде можно *повысить* пригодность ПДА для количественного определения количества пота, композиции, содержащей воду в качестве основного компонента, на поверхности человеческого тела.

20 Ключевой особенностью настоящего изобретения является то, что ПДА не меняет цвет при воздействии чистой воды. В настоящем описании это определяется как отсутствие видимого изменения цвета, когда ПДА находится в контакте с каплей деионизированной воды в течение 20 секунд в условиях окружающей среды. Когда это требование выполняется, говорят, что ПДА имеет низкую чувствительность к воде. ПДА, обладающие высокой чувствительностью к воде, не подходят для использования в настоящем изобретении.

30 Еще одна ключевая особенность настоящего изобретения заключается в том, что ПДА заметно меняет цвет при воздействии пота. Как правило, происходит необратимое изменение цвета с синего на красный в течение 1-10 секунд и предпочтительно в течение 5 секунд после воздействия пота.

35 Не ограничиваясь теорией, предполагают, что ПДА, подходящие для использования в настоящем изобретении, изменяют цвет в результате взаимодействия с органическими молекулами, присутствующими в поту.

Предпочтительным производным ПДА является амид. Такие амиды образуются, когда сопряженная диинловая кислота взаимодействует с амином с образованием амида перед его полимеризацией с образованием «ПДА-амида». ПДА-амиды представляют собой предпочтительный класс производных ПДА для использования в настоящем изобретении.

5

Не желая ограничиваться теорией, было высказано предположение, что амидные звенья в цепях ПДА обеспечивают образование водородных связей между цепями, что тем самым снижает межцепочечную подвижность. Это, в свою очередь, снижает чувствительность ПДА к воде, что делает его более подходящим для данного применения. Это образование Н-связей между цепочками проиллюстрировано для конкретного ПДА на фигуре 1.

10

Особенно предпочтительные ПДА-амиды являются основными по характеру в результате того, что функциональные группы амина остаются после реакции амидирования. Такие «ПДА-амидоамины» необязательно можно использовать в их солевой форме, например в их форме гидрохлоридной или гидробромидной соли.

15

Особенно предпочтительные ПДА-амидоамины имеют имидазольный «аминный» заместитель. Такие «ПДА-амидоимидазолы» и их соли, «ПДА-амидоимидазолиевые соли» особенно предпочтительны, когда они представляют собой амиды 10,12-пентакозадиинловой кислоты (ПКДК).

20

Не желая ограничиваться теорией, было выдвинуто предположение, что имидазольные или имидазолиевые группы в головной группе ПДА делают возможной ароматическую π-укладку между головными группами, что может снизить подвижность головных групп. Это вполне может снизить чувствительность ПДА к воде, делая его более подходящим для данного применения. Эта π-укладка между головными группами показана для конкретного ПДА на фигуре 1.

25

Мы обнаружили, что присутствие незамещенных имидазольных или имидазолиевых заместителей на ПДА особенно полезно, особенно когда они входят в состав соли ПДА-амидоимидазола или ПДА-амидоимидазолия. Предполагается, что это может усилить ароматическую π-укладку, описанную выше.

30

Наиболее предпочтительный ПДА представляет собой гомополимер 3-(пентакоза-10,12-диинамидо)-пропилимидазола или его соль имидазолия, например гидрохлоридную или гидробромидную соль.

35

ПДА применяют «местно», то есть наносят на поверхность человеческого тела. Предпочтительный способ сделать это - сначала нанести ПДА на поверхность гибкой пленки, а затем нанести пленку, несущую ПДА, на кожу. В таких вариантах реализации пленку обычно наносят таким образом, что поверхность, на которой находится ПДА, контактирует с кожей.

Нанести ПДА на гибкую пленку можно следующим способом.

На первой стадии готовят раствор мономера (мономеров), из которого получают ПДА, в подходящей концентрации. Растворитель обычно выбирают такой, который будет растворять мономер (мономеры) в концентрации от 10 до 50 масс. % при 20 °С, и может представлять собой раствор в воде, органическом растворителе или смеси воды и органического растворителя. Предпочтительный растворитель представляет собой смесь воды и смешивающегося с водой органического растворителя. Концентрация мономера (мономеров) в растворе предпочтительно составляет от 10 до 50 %.

На второй стадии раствор мономеров наносят на гибкую пленку. Это можно сделать, например, щеткой или распылением. Подложка для гибкой пленки может представлять собой бумагу, ткань или синтетический полимер, предпочтительно бумагу. В предпочтительных вариантах реализации раствор мономера (мономеров) наносят на бумагу посредством струйной печати или с помощью флексографического принтера; в особенно предпочтительных вариантах осуществления используют флексографический принтер бобинного типа.

После нанесения растворитель, использованный для нанесения мономера (мономеров), испаряют. Предпочтительно это можно делать в условиях окружающей среды.

На третьем этапе мономер (мономеры) полимеризуется на гибкой пленке с получением пленки, покрытой ПДА. Обычно это осуществляют с помощью УФ-облучения, необязательно с использованием такого оборудования, как ультрафиолетовая камера CL-1000.

Получаемый в результате слой ПДА на гибкой пленке предпочтительно представляет собой однородный слой от 1 до 10 мкм и более предпочтительно однородный слой от 2 до 5 мкм.

Термин «однородный слой» означает плюс или минус 0,5 мкм по всему слою ПДА.



Получаемый слой ПДА на гибкой пленке предпочтительно составляет от 0,2 до 0,8 мг/см<sup>2</sup>.

5 Для нанесения на кожу человеческого тела гибкая пленка может быть прикреплена к поверхности жесткой подложки, так что поверхность гибкой пленки с ПДА на ней обращена наружу. Затем жесткую подложку, несущую гибкую пленку, можно прижать к коже.

10 Оценка относительной эффективности активного антиперспирантного вещества включает оценку степени выделения пота после обработки кожи человека активным антиперспирантным средством по сравнению со степенью выделения пота после обработки альтернативным антиперспирантным активным или контрольным веществом.

15 Оценку степени выделения пота выполняют в соответствии с первым аспектом изобретения. Это может быть сделано путем оценки степени изменения цвета нанесенного ПДА, который может быть успешно нанесен на гибкую пленку.

Степень изменения цвета может быть выражена как количество «точек» изменения цвета, наблюдаемых на ПДА, что соответствует «количеству капель пота», выделяемых потовыми железами на участке кожи, с которым ПДА контактировал.

20 В некоторых способах степень изменения цвета применяемого ПДА может быть выражена как общая степень изменения цвета ПДА, выраженная в процентах от площади, покрытой ПДА, который обычно наносят на гибкую пленку в таких способах. «Процентное изменение цвета» соответствует «общему покрытию потом» области, покрытой ПДА.

#### Примеры

25 N-гидроксисукцинимид (0,048 г, 0,4 ммоль, 0,1 эквив.), N-(3-диметиламинопропил)-N-этилкарбодиимида гидрохлорид (1,59 г, 4 ммоль, 2 эквив.) и 1-(3-аминопропил)-имидазол (0,778 г, 6 ммоль, 1,5 эквив.) добавляли к раствору 10,12-пентакозадииновой кислоты (1,55 г, 4 ммоль, 1 эквив.) в безводном дихлорметане. Через 18 часов добавляли HBr (48 %) (2 эквив.).  
30 Раствор концентрировали в вакууме. Полученный остаток экстрагировали хлороформом перед фильтрованием, а затем концентрировали в вакууме с получением 3-(пентакоза-10,12-диинамидо)-пропилимидазолийбромид (PCDA-Im.HBr) в виде белого/бледно-желтого порошка (2,2 г, 95 %).

35 PCDA-Im.HBr, полученный выше, растворяли в растворе воды и 1-пропанола (1: 1) с получением 20 % (масс./масс.) раствора. Полученный раствор загружали в чистый картридж

для принтера и распечатывали на принтере Epson WF-2010, печать на бумаге Navigator Ultra Smooth плотностью 120 г/м<sup>2</sup> с использованием настроек печати обычной бумаги и высококачественной печати. Затем отпечатанным пластырям давали полностью высохнуть перед отверждением в течение 24 секунд с использованием ультрафиолетовой камеры CL-1000 (254 нм). Слой ПДА, нанесенного на поверхность бумаги, составлял 3 мкм. Структура ПДА показана на фигуре 1.

Бумага с напечатанным, как описано выше, ПДА была прикреплена к жесткой подложке для создания «датчика пота» и использовалась для оценки пота в подмышечных областях и на спине человека, как описано ниже. Было обнаружено, что бумага на датчике пота меняла цвет с синего на красный и становилась ярко флуоресцентной при контакте с потом. Бумага на датчике пота не меняла цвет при контакте с водой. Для каждой оценки использовался свежий лист бумаги с отпечатанным ПДА.

На фигуре 2 показан колориметрический отклик пленки с отпечатанным ПДА на стимулы. На фигуре показан спектр бумаги до воздействия, после воздействия пота и после воздействия воды. Изменение спектров, когда ПДА-пленка находится в контакте с потом, иллюстрирует видимое изменение цвета с синего на красный, в то время как отсутствие изменения при контакте с водой иллюстрирует недостаточную чувствительность ПДА-бумаги к воде.

Степень изменения цвета оценивали с помощью планшетного сканера и автоматического анализа. Степень изменения цвета оценивали либо с помощью флуоресцентного микроскопа, либо с помощью планшетного сканера для получения изображений капель пота. Эти изображения впоследствии были проанализированы с использованием алгоритма автоматического анализа. Степень изменения цвета, вызванного контактом с потом, можно оценить с помощью различных факторов:

1. Количество капель пота, идентифицированное по изменению цвета и/или флуоресценции;
2. Область, покрытая каплями пота.

Более удобно, степень потоотделения можно выразить следующим образом:

3. Общая площадь сенсора, покрытая потом - выражается в % покрытия потом.

### Испытание 1

Способ согласно настоящему изобретению использовали для оценки степени потливости подмышек в клиническом исследовании. Целью исследования было сравнить

эффективность снижения потоотделения стандартного шарикового продукта-антиперспиранта (содержащего 12 % хлоргидрата алюминия [ACH]) по сравнению с контрольной композицией (спрей для тела на спирте, не содержащий активного антиперспиранта).

5

Тридцать шесть женщин-испытуемых были обязаны не использовать какие-либо антиперспиранты в течение 14 дней до исследования. Испытуемые посещали место исследования три дня подряд для мытья подмышек и нанесения продукта. Шариковый антиперспирант наносили на одну подмышку, а спрей для тела - на другую подмышку - случайным образом. Участников просили не мыть подмышки и не наносить какие-либо другие продукты на подмышки во время исследования. На 4-й день испытуемые должны были сидеть в жарком помещении с температурой 40 °С и относительной влажностью 40 % в течение 20 минут. После сидения в горячей комнате датчик пота, как описано выше, прикладывали к подмышечным областям участников с силой 400 г в течение 5 секунд, чтобы оценить степень потоотделения в подмышечных впадинах участников. Бумага с отпечатанным ПДА на поверхности датчика была проанализирована, чтобы определить % покрытия потом для каждого применения.

10

15

Результаты исследования показаны в Таблице 1 ниже и на фигуре 2.

20

Обработка:	Контроль		Антиперспирант шариковый	
	% покрытия пота		% покрытия пота	
День:	Среднее	Станд. погрешность	Среднее	Станд. погрешность
День 1	52,11	5,69	28,33	5,32

Способ согласно настоящему изобретению показал явное уменьшение покрытия пота после обработки шариковым антиперспирантом.

## 25 Испытание 2

В дальнейших исследованиях оценивали эффективность ПДА, полученного из недериватизированной ПКДК. Мономер, выбранный для получения ПДА, представлял собой цезиевую соль 10,12-пентакозадииновой кислоты, «ПКДК-Cs», полученную в соответствии со способом Lee *et al*, как описано в *Nature Communications*, 5, 3736, 2014; [http://dx.doi: 10.1038/ncomms4736](http://dx.doi.org/10.1038/ncomms4736).

30

Исследования с ПКДК-Cs, полученным, как описано выше, оказались проблематичными. Во-первых, было обнаружено, что растворы мономера имеют тенденцию засорять струйный принтер, что чрезвычайно затрудняет печать мономера на бумаге. Во-вторых, ПДА, полученный инициированной УФ полимеризацией ПКДК-Cs, имел очень высокую чувствительность к воде, что делало его непригодным для использования в настоящем изобретении.

### Испытание 3

10

В дальнейших исследованиях оценивали эффективность ПДА, полученного из недериватизированной ПКДК. Мономером, выбранным для генерации ПДА, был N-(3-(цианометил)-1-(3-[пентакоза-10,12-диинамидо]-пропил)-1H-имидазол-3-ийбромид), «PDCA-SMIm», полученный в соответствии со способом Park *et al*, как раскрыто в *Adv. Funct. Mater.*, **26**, 498-506, **2016**).

15

Исследования с ПКДК-SMIm, полученным, как описано выше, оказались проблематичными. Хотя растворы мономера вызывают меньше проблем с засорением струйного принтера, чем растворы ПКДК-Cs, все же было обнаружено, что ПДА, полученный полимеризацией этого мономера под действием УФ-излучения, имел высокую чувствительность к воде, что делало его непригодным для использования в настоящем изобретении.

20

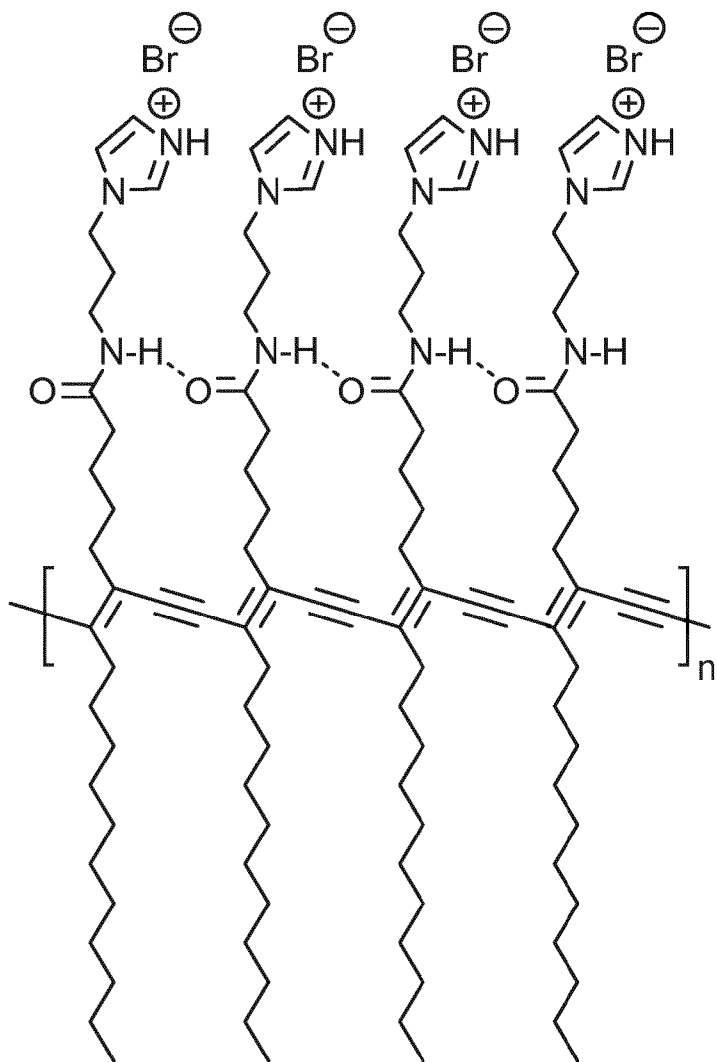
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ картирования выделения пота кожей человека, включающий нанесение на поверхность кожи человека полидиацетилена (ПДА), полученного из производного сопряженной дииновой кислоты, содержащей по меньшей мере 18 атомов углерода, где ПДА представляет собой гомополимер 3-(пентакоза-10,12-диинамидо)-пропилимидазола или его соли.  
5
2. Способ по п. 1, характеризующийся тем, что способ предназначен для картирования выделения пота кожей расширенного туловища человека.  
10
3. Способ по п. 2, характеризующийся тем, что способ предназначен для картирования выделения пота кожей туловища человека.
4. Способ по любому из пп. 1 – 3, характеризующийся тем, что ПДА изменяет свой спектр флуоресценции под воздействием пота.  
15
5. Способ по любому из пп. 1 – 4, характеризующийся тем, что способ используют для оценки относительной эффективности активного антиперспирантного вещества или состава.  
20
6. Способ по любому из пп. 1 – 5, характеризующийся тем, что ПДА наносят на гибкую пленку.
7. Способ по п. 6, характеризующийся тем, что ПДА наносят на гибкую пленку в виде однородного слоя от 2 до 5 мкм.  
25
8. Способ по п. 6 или п. 7, характеризующийся тем, что ПДА находится на гибкой пленке в количестве от 0,2 до 0,8 мг/см<sup>2</sup>.  
30
9. Устройство для картирования пота, содержащее гибкую пленку с нанесенной на ее поверхность супрамолекулой полидиацетилена (ПДА), причем ПДА является таким, как описано в п.1.
10. Способ получения устройства для мониторинга пота, включающий стадии:  
35
  - (i) получение производного сопряженной дииновой кислоты, содержащей по меньшей мере 18 атомов углерода,

- (ii) растворение указанного производного в растворителе и нанесение полученного раствора на поверхность гибкой пленки,
  - (iii) испарение растворителя с гибкой пленки,
  - (vi) полимеризацию производного сопряженной диинновой кислоты с получением полидиацетилена (ПДА) на поверхности гибкой пленки
- 5 где ПДА представляет собой гомополимер 3-(пентакоза-10,12-диинамидо)-пропилимидазола или его соли.

- 10 11. Способ по п. 10, характеризующийся тем, что гибкую пленку прикрепляют к поверхности жесткой подложки, так что поверхность гибкой пленки с нанесенным на ней ПДА обращена наружу.

**Фиг. 1**



← Ароматич. π-укладка имидазолиниевых групп

← Н-связывание между амидными группами

← Цепь ПДА

# Фиг. 2

Колориметрический отклик напечатанной пленки ПДА на стимулы

