

Настоящее изобретение относится к высокоэффективному сигаретному фильтру, обладающему механической разрушаемостью, на основе волокон или элементарных нитей из сложных эфиров целлюлозы.

Большинство применяемых в настоящее время сигаретных фильтров изготавливают из фильтрующего жгута, состоящего из бесконечных спутанных волокон 2,5-ацетилцеллюлозы. Для производства фильтрующего жгута пропускают приблизительно 30%-ный раствор 2,5-ацетилцеллюлозы в ацетоне через многоканальные экструзионные головки для экструзии тонких нитей, выпаривают ацетон в прядильной шахте путем обдува нагретым воздухом, собирают большое количество элементарных нитей (3000-35000) в жгут и затем этот жгут спутывают в соответствующей камере. После этого продукт сушат, собирают в накопитель и затем прессуют в тюки весом до 300-600 кг. Общее количество фильтрующих жгутов, производимых в настоящее время во всем мире данным способом, составляет около 500000 т в год, что подчеркивает экономическое значение процесса. После транспортировки фильтрующего жгута изготовителям фильтров или сигарет фильтрующие жгуты извлекают из тюка и обрабатывают на машине для изготовления фильтрующих стержней, как это описано, например, в патенте США 5,460,590, для получения фильтрующих стержней. При этом фильтр вытягивают в соответствующем устройстве, вводят в него добавку для проклеивания волокон и после образования трехмерного фильтрующего стержня вводят его с помощью загрузочной воронки в формующий узел, поперечно сжимают, обертывают бумагой и разрезают на окончательные отрезки фильтрующих стержней.

Вводимая для проклеивания элементарных нитей добавка представляет собой, как правило, высококипящий растворитель ацетилцеллюлозы, например глицеринтриацетат (триацетин), который после его приложения на короткое время растворяет поверхность элементарных нитей. При этом в тех местах, где беспорядочно соприкасаются две элементарные нити, через некоторое время создается жесткое место склейки, а излишки мигрируют в поверхность волокон, при этом жидкая капля раствора 2,5-ацетата целлюлозы в добавленном растворителе затвердевает. После некоторого периода выдержки (менее 1 ч) получают, с условием вышеупомянутой миграции вещества, механически прочные, с трехмерной прошивкой фильтрующие стержни (ниже обозначаемые как "объемный фильтр") с низкой плотностью (в настоящее время принято 80-120 мг/см<sup>3</sup>), которые благодаря их жесткости можно без затруднений обрабатывать на современных сигаретных машинах с большими скоростями.

Преимущества данного способа заключаются в высокой эффективности изготовления

фильтрующих жгутов, в низкой стоимости транспортировки жгута от изготовителя до конечного заказчика и особенно в высокой производительности при изготовлении фильтров, которая не в последнюю очередь зависит от погонной длины жгутов в тюках. Переработка фильтрующих жгутов производится на традиционных (коммерческих) машинах для изготовления фильтрующих стержней, например машинах KDF 3/AF 3 фирмы Körber AG, Гамбург. Согласно уровню техники скорость производства составляет 600 м/мин. Производительность изготовления фильтров может быть еще более значительно увеличена при применении описанной в DE-A-43 40 029 технологии двоянного жгута и при применении представленной в DE-A-43 20 303 технологии изготовления двоянного жгута. Еще одно преимущество обычного изготовления фильтра обосновано тем, что путем изменения соотношения скоростей между подготовительным и формующим узлами свойства фильтра в части падения давления и, тем самым, эффективность фильтрования могут изменяться в широких пределах при сохранении характеристик фильтрующего жгута. Кроме того, по описанному способу можно путем изменения титра волокна или общего титра изготовить почти любое количество фильтров с различной эффективностью (производительностью) фильтрования.

Для изготовления объемных фильтров в настоящее время широко применяют 2,5-ацетат целлюлозы. Принимая во внимание дискуссию о курении и здоровье, он обладает подтвержденными высокими свойствами удельной удерживающей способности. Так, например, фильтр из ацетата целлюлозы фильтрует опасные для здоровья нитрозамины и фенолы значительно эффективнее, чем конденсат и никотин. Кроме того, вкус дыма обычных в настоящее время смесей табака, например "American Blend", "German Blend" и "Virginia", в комбинации с объемным фильтром из ацетата целлюлозы оценивается курильщиком как наиболее приятный. Другое неопределимое преимущество объемного фильтра из 2,5-ацетата целлюлозы основано на оптической однородности поверхности разреза фильтров.

Все другие возможные полимеры, с которыми можно было бы изготовить объемные фильтры с помощью аналогичного способа, не смогли завоевать рынок вследствие отрицательного влияния на вкус дыма, отсутствия удельной удерживающей способности, затруднений с отверждением и разрезанием жгутов на машине для изготовления фильтрующих стержней, а также на сигаретной машине. Чрезвычайно отрицательная оценка привкуса дыма и недостаточная удельная удерживающая способность при применении других полимеров для изготовления объемных фильтров дают понять, что преимущества настоящих фильтров из ацетата

целлюлозы причинно не связаны с физической конструкцией фильтра, а объясняются адсорбционными свойствами 2,5-ацетата целлюлозы, которые должны себя проявить положительно также и в плоских фильтрах. Разумеется, объемные фильтры из 2,5-ацетата целлюлозы, несмотря на их неоспоримое преимущество на рынке, определили некоторые серьезные недостатки: сопротивление потоку дыма и фильтрационную способность, которые определены для объемных фильтров на основании конструктивных и физических данных. Фильтрование частиц или удержание конденсата "R<sub>k</sub>" обычного объемного фильтра представляет собой функцию титра элементарной нити (тонина волокна), диаметра фильтра, сопротивления потоку дыма и длины фильтра. Действительно,

$$R_k = f(dpf, D, l, \Delta P) \quad (1),$$

где dpf - титр волокна [dtex]

D - диаметр фильтра [мм]

l - длина фильтра [мм]

$\Delta P$  - сопротивление потоку дыма [daPA]

Были проведены испытания для отображения взаимосвязи между этими величинами с помощью полученных эмпирическим путем уравнений. Примеры этому можно найти в следующих печатных изданиях: "Design of Cigarettes", C.L. Brown, Hoechst - Celanese Corporation, 3 Auflage, 1990 und Cable<sup>®</sup>: Capability Line Expert Copyright<sup>®</sup> 1994 by Rhodia Acetow AG, D-79123 Freiburg.

В тогдашней компьютерной программе "Cable" для расчета фильтра применяли следующую полученную эмпирическим путем взаимозависимость:

$$R_k = 100 \cdot (1 - D_k) \quad (2),$$

где D<sub>k</sub> - фильтрующая способность фильтра относительно конденсата,

причем

$$D_k = \exp(L \cdot A + B) \quad (3)$$

$$A = K1 - K2 \cdot dpf \quad (4)$$

$$L = 21 - l \quad (5)$$

и

$$B = -(K3 \cdot D4 \cdot \Delta P + K4 / dpf + K5) \quad (6)$$

При этом K1-K5 являются постоянными, рассчитываемыми в соответствии с примененной смесью табака, и каждый метод определения удерживающей способности определяется эмпирическим путем. Другими словами, для заданной длины фильтра и установленного диаметра эффективность (производительность) сигаретного фильтра однозначно определяется сопротивлением потоку дыма фильтра и титром волокна используемого типа фильтрующего жгута.

Проводили также испытания с целью увеличения эффективности фильтрования объемных фильтров с сохранением таких данных, как длина, диаметр, сопротивление потоку дыма и титр волокна. Такой высокопроизводительный

фильтр описан, например, в DE-A-26 58 479, причем в данном случае увеличение эффективности достигается за счет добавления повышающих удерживающую способность тонкодисперсных оксидов металлов. Также однозначно определено сопротивление потоку дыма объемного фильтра  $\Delta P$ . Оно зависит от диаметра D фильтра, его длины l, титра волокна dpf, общего титра G [g/10exp4\*m], а также от массы волокна m<sub>A</sub> [г].

$$\Delta P = f(D, l, dpf, G, m_A) \quad (7)$$

Для заданного фильтрующего стержня с сопротивлением потоку дыма  $\Delta P$ , диаметром D и длиной l при применении определенного фильтрующего жгута однозначно определяется масса волокна. Связь между массой волокна и сопротивлением потоку дыма вследствие многообразия имеющихся в распоряжении фильтрующих жгутов, размеров фильтрующих стержней, осуществляемых различных остаточных извитостей не следует считать математически ограниченным этим уравнением. Но вышеуказанный жгут позволяет рассчитать для каждой спецификации жгутов, остаточной извитости и размеров фильтрующих стержней массу волокна для заданного сопротивления потоку дыма.

Масса волокна m<sub>A</sub> фильтра определяется с помощью остаточной извитости и общего титра следующим уравнением:

$$I_R = 10000 \cdot m_A / (G \cdot l) \quad (8)$$

При этом остаточная извитость понимается как соотношение длины извитых волокон к длине фильтра. Остаточная извитость является характеристикой определенного сигаретного фильтра. На основании возможных с помощью уровня техники значений остаточной извитости и общепринятых в настоящее время титров волокон для объемных фильтров можно охарактеризовать общее количество объемных фильтров соотношением массы волокна с сопротивлением потоку дыма, соотношенным с титром волокна. У объемного фильтра относящееся к титру волокна соотношение массы волокна и сопротивления потоку дыма S четко определено, и это значение никогда не превышает 0,7 и, тем самым, представляет собой характеристическую величину. Эту зависимость можно выразить для объемного фильтра из сложного эфира целлюлозы следующей формулой:

$$S = (m_A / \Delta P_{7,8}) / dpf < 0,7 [10 \text{ m/daPA}] \quad (9),$$

причем для сопротивления потоку дыма должно всегда применяться значение, пересчитанное на диаметр 7,8 мм. Для перерасчета пригодно следующее уравнение:

$$\Delta P_{7,8} = \Delta P_x \cdot (D_x / 7,8)^{5,8} [\text{daPA}] \quad (10),$$

где индекс x обозначает диаметр действительной пробы.

Несмотря на вытекающее отсюда невообразимое многообразие возможных объемных фильтров, вследствие различных обстоятельств (уравнение 2) существуют ограничения в отно-

шении реально достижимых удерживающих способностей конденсата.

Технически несложно изготавливать фильтры с традиционными характеристиками фильтровальных жгутов типа "Filter Tow" для сигарет "полного вкуса" ("Full Flavour"), средних и легких сигарет. Проблемы возникают, когда требуется такая эффективность фильтра, необходимая для сверхлегких сигарет, которая увеличена на существенно более чем 50% при обычном диаметре фильтра, составляющем 7,80 мм и длине фильтра 21-25 мм. Так как дым в объемном фильтре проходит параллельно направлению волокон, этого можно достичь только благодаря выраженному снижению титра волокна, что при одновременном сохранении общего титра привело бы к явному повышению сопротивления потоку воздуха. Следовательно, необходимо равным образом уменьшать общий титр и титр волокна для того, чтобы резко уменьшить твердость фильтра, особенно во время курения. Это явление названо специалистами «горячим коллапсом» ("Hot-collapse") и считается совершенно нежелательным.

Обеспечиваемое добавками регулирование удельной удерживающей способности можно осуществить только при сравнительно высокой основной удерживающей способности. Так, например, WO 97/16986 описывает антимуtagenные добавки, которые действуют активно только во взаимодействии с такой же высокой минимальной удерживающей способностью для никотина. Это требование четко ограничивает спектр применяемых в WO 97/16986 жгутов типа "Filter Tow" (ср. примеры в табл. 2, стр. 13).

Другим неоспоримым недостатком объемных фильтров, изготовленных из ацетата целлюлозы, является их плохая механическая разрушаемость в окружающей среде. Плохая разрушаемость замедляет разложение попадающих в окружающую среду сигаретных фильтров. Было доказано, что разложение волокон ацетата целлюлозы можно эффективно ускорить с помощью различных мер. Но все эти меры одинаково направлены на улучшение способности к биологическому разложению полимера ацетата целлюлозы, но не на облегчение дезинтеграции фильтра. Мероприятия, описанные, например в DE-C-43 22 966 и DE-C-43 22 965, по существу, ограничиваются трехмерным сшиванием волокон в объемном фильтре. Поэтому разлагающие материал фильтра микроорганизмы имеют в открытом грунте слишком малый доступ к волокнам и, тем самым, к биологическому разложению полимера. Таким образом, хотя способность полимера к биологическому разложению и улучшена, ее подавляет плохая механическая разрушаемость объемных фильтров.

Так как при вышеупомянутом спутывании волокон в камере речь идет о трехмерном свивании, то в пучке волокон, образуемом при изготовлении фильтра без добавки отвердителей, а

также и при использовании водорастворимых клеев, как предложено в DE - C - 4322966, происходит трехмерная сшивка, которая настолько значительна, что и в этих случаях создается заметное препятствие механическому разрушению фильтров в окружающей среде. Подобные ограничения действуют и в отношении фотохимического разложения волокон. Описанное в EP-A-0716 117 и EP-B-0 732 432 ускорение на практике ограничено вышеописанными конструктивными недостатками объемного фильтра.

Поэтому в EP-A-0 880 907 было предложено как можно более воспрепятствовать поперечному сцеплению путем применения жгутов с чрезвычайно низкой остаточной извитостью (см. выше уравнение 8) в готовом фильтре. В конечном счете, это достигается за счет резкого повышения общего титра и, тем самым, увеличения веса фильтров. Естественно, это приводит к увеличению сопротивления потоку дыма. Поэтому для компенсации высокого сопротивления потоку дыма соответственно должен быть повышен титр волокна (см. пример 2).

В качестве следующего мероприятия EP-A-0 880 907 описывает частичное разрезание фильтра после его изготовления и использование водорастворимых клеев. Ради полноты описания следует упомянуть о том, что раскрытый в EP-A-0 880 907 разрушаемый сигаретный фильтр соответствует критериям объемного фильтра в отношении соотношения массы/сопротивления потоку дыма  $S < 0,7$ , связанного с титром волокна (пример 2:  $S = 0,31 \text{ m/daPA}$ ).

Совершенно отличающийся способ изготовления аэрозольных фильтров использует в качестве исходного материала подложку, например бумагу, прядильный холст, текстильные ткани или нетканый материал (в последующем такие фильтры обозначаются как "плоские фильтры"). Такие фильтры преодолевают вышеуказанные ограничения относительно производительности фильтрования и дезинтеграции. При этом изготовители фильтрующего материала изготавливают подложку, наматывают ее на бобины и затем направляют на обработку. Изготовитель фильтров и сигарет сматывает материал с бобины, свертывает его в виде стержня для того, чтобы затем уплотнить его поперечно оси в формирующем узле машины для изготовления фильтрующих стержней, обернуть бумагой и разрезать на окончательные отрезки фильтрующих стержней. Дополнительно к этому подложку, как правило, но не обязательно, перед этой обработкой подвергают свиванию в стержень параллельно направлению движения с помощью гофрирующего устройства. Тем самым достигают, с одной стороны, уменьшения плотности материала и, с другой стороны, увеличения падения давления (сопротивления потоку дыма) фильтра. Тем не менее, плотность упаковки известных в настоящее время плоских фильтров, равная 120-300 мг массы волокна/см<sup>3</sup>, значи-

тельно выше плотности известных объемных фильтров из ацетата целлюлозы. Как правило, не осуществляют поперечного сшивания слоев волокнистой массы, да к этому и не стремятся.

Самый известный плоский фильтр состоит из бумаги и, например, входит на рынок от фирмы Филтрон, Гамбург, под торговым именем Mugia Filter (Мириа фильтр). В WO 95/14398 описан фильтр из бумаги из искусственных многонитевых («высокофибрильных») целлюлозных волокон лиоцельного волокна в смеси с волокнами целлюлозы или ацетатными волокнами. Кроме того, WO 95/35043 касается сигаретного фильтра из ткани, обработанной водяным иглопробиванием, которая также содержит в качестве составной части волокна лиоцелла.

Наряду с упомянутыми в названных заявках способами можно, разумеется, применять все известные способы для создания подложек в сочетании с очень интересными по причинам их диаметра волокон после фибриллирования волокнами лиоцелла для изготовления плоских фильтров.

Все эти фильтры хорошо разлагаются биологически, что обусловлено легкой разрушаемостью, отсутствием сшивки поверхностных слоев и небольшой водостойкостью изделий, изготовленных в процессе изготовления бумаги. После повторной намотки сигаретного фильтра в плоское изделие под влиянием окружающей среды такое плоское изделие, в отличие от трудно разлагаемых объемных фильтров, имеет сравнительно большую поверхность для микроорганизмов, подходящих для биологического разложения. Другое существенное преимущество плоских фильтров заключается в более высокой удерживающей способности конденсата по сравнению с сопротивлением потоку дыма, соответствующим объемным фильтрам. Эта более высокая производительность фильтрования объясняется физической конструкцией плоских фильтров и поэтому не зависит от примененного фильтрующего материала.

Однако при использовании плоских фильтров, в которых фильтрующий материал не состоит из ацетата целлюлозы или состоит из него только частично, потребителями отрицательно оцениваются также отрицательные вкусовые качества дыма, например, вследствие наличия волокон целлюлозы. Кроме того, эти состоящие, в основном, из волокон целлюлозы фильтры не имеют типичных для объемных фильтров из ацетата целлюлозы высоких показателей селективной удерживающей способности относительно фенолов и нитрозаминов.

Поэтому в прошлом были также попытки предложить плоские фильтры на основе ацетата целлюлозы. Так например, DE-A-27 44 796 описывает применение так называемого фибрета (волокнистого материала) из ацетата целлюлозы в комбинации с волокнами ацетата целлюлозы и

природными или синтетическими волокнами для изготовления плоских фильтров. Например, US-A-3 509 009 описывает применение способа выдувания из расплава (melt-blown) для изготовления волокнистой массы для применения в сигаретных фильтрах.

В DE-C-196 09 143 раскрыто полученное выдуванием из расплава волокно для изготовления сигаретных фильтров, исходя из термопластичного ацетата целлюлозы. Все изготовленные из описанных материалов сигаретные фильтры имеют то преимущество, что производительность фильтрования (измеренная как способность удерживания никотина или смолы) этих фильтров относительно сравнимых по сопротивлению потоку дыма с объемными фильтрами из ацетата глюкозы значительно выше, чем у последних. Кроме того, известно, что чистый ацетат целлюлозы не годен для переработки в процессах с термической обработкой полимера. Возникающие при этом проблемы подробно описаны в DE-C-196 09 143.

Кроме того, недостатком является также то, что вследствие упомянутой высокой плотности фильтров расход материала является таким высоким, что даже при применении дешевого исходного материала, например бумаги на основе целлюлозы для бумаги, цена одного фильтра почти не отличается от цены объемного фильтра из ацетата целлюлозы. Но фильтры становятся значительно дороже, если применять плоские фильтры из пряденых бесконечных волокон. В этих случаях вначале производится процесс прядения для изготовления извитого жгута, который затем разрезается на волокна, которые затем снова перерабатываются в дополнительной рабочей операции в плоское изделие в качестве исходного материала для изготовителя фильтров. Примеры такого способа действия описаны в упомянутом WO 95/14398 или также в DE-A-27 44 796.

Ввиду вышеописанных недостатков становится ясным, что технология плоских фильтров, изготовленных многоступенчатым способом (прядение, разрезание, изготовление волокнистой массы) при обработке массовых изделий (Full-Flavour или Light-Segment) никогда не могла иметь успеха.

Совсем другой способ изготовления плоских фильтров из ацетата целлюлозы описывает DE-A-1 930 435. В нем обычный фильтрующий жгут, изготовленный из нетермопластифицированных волокон ацетата целлюлозы, извлекают из тюка, расправляют в обычной приготовительной детали, растягивают и снабжают обычным пластификатором. В отличие от обычных способов обработки, для изготовления объемных фильтров подготовленную полосу из фильтрующих жгутов нагревают в нагревательном устройстве и затем термопластично сшивают с помощью профилированного обогреваемого вала под давлением. Полученное таким об-

разом двумерно усиленное плоское изделие захватывают, уплотняют поперечно оси, обвязывают бумагой и разрезают. В результате, создается, как описано в US-A-4,007,745, плоский фильтр из бесконечных волокон сложного эфира целлюлозы. Преимущество способа заключается в том, что он, впервые с точки зрения свойств продукта фильтра, объединяет преимущества в части способности удерживания никотина и конденсата с преимуществами полимера ацетата целлюлозы в части удельной удерживающей способности и вкуса. Преимуществом является также одноступенчатое недорогое преобразование фильтрующего жгута в плоский фильтр. Однако фильтр отличается большим количеством треугольных дымовых каналов, образованных волокнистой массой, которая имеет большое количество прямоугольных углублений. Другой недостаток этой конструкции фильтра заключается в том, что треугольные каналы, в частности, при курении хорошо видны, что делает оптически заметным недостаток готовых продуктов.

Представленный в DE-A-1 930 435 способ, а также соответствующий сигаретный фильтр US-A-4,007,745 имеют все-таки и другие значительные недостатки: вызванные термопластичным сплавлением волокон полностью сплавленные части поверхности с низкой пористостью (см. фиг. 2-6), которые неэффективны для фильтрования дыма. Как следствие, для этих фильтров необходим расход материала, значительно превышающий настоящий объемный фильтр. Например, в US-A-4,007,745 описаны фильтры, расход материала в которых в 2-2,5 раза превышает принятые в настоящее время обычные количества (см. пример 4-7).

Кроме того, извивание в незатвердевших частях поверхности ориентировано трехмерно (см. DE-A-1 930 435, фиг. 6) с тем последствием, что соседние слои поверхности при поперечном осевом уплотнении в фильтрующий стержень снова частично сшиваются трехмерно. Это еще более усиливается тем фактом, что вследствие краткой термической обработки фильтрующих жгутов перед термопластической сшивкой волокнистого материала нанесенный для пластификации пластификатор еще не мигрировал в волокно и поэтому в соответствии с отверждением объемных фильтров из ацетата целлюлозы способствует склеиванию соседних слоев волокнистого материала. При этом следует знать, что в описанных в DE-A-1 930 435 продуктах, применяемых для пластификации ацетата целлюлозы, речь идет о тех же химических веществах, которые применяются для отверждения объемных фильтров из ацетата целлюлозы в их функции в качестве растворителей.

Оба названные последними недостатки мешают повторной намотке плоских фильтров в ленту волокнистой массы. Ответственные за это

принципы соответствуют принципам обсуждавшихся выше объемных фильтров.

Другой недостаток технического решения DE-A-1 930 435 основан на том, что лента из фильтрующих жгутов к моменту образования волокнистой массы, как уже упомянуто, смачивается отвердителем, вследствие чего поверхность становится очень клейкой. Это приводит к склеиванию на вале каландра и поэтому очень затрудняет проведение процесса, в частности, при скоростях обработки >100 м/мин.

Тем самым, в основу изобретения положена задача изготовления плоских фильтров на основе бесконечных волокон сложного эфира целлюлозы, которые не имеют перечисленных выше недостатков фильтров, в частности описанных в US-A-4,007,745. Кроме того, они должны также иметь без трехмерной сшивки достаточную твердость, причем возможность их механического разрушения должна соответствовать возможности разложения плоских фильтров, изготовленных из волокнистых масс с короткими волокнами. При этом твердость фильтра должна быть ориентирована на потребности рынка. Кроме того, плоские фильтры должны сохранять известные из уровня техники предпочтительные или в отдельных случаях улучшенные свойства.

Согласно изобретению вышеуказанная задача решается высокоэффективным сигаретным фильтром с возможностью механического разрушения на основе волокон или элементарных нитей сложного эфира целлюлозы, отличающимся тем, что

a) отнесенное к титру волокна соотношение массы волокна и сопротивления потоку дыма  $S$  более 0,7, причем величина  $S$  вычисляется по формуле

$$S = (m_A / \Delta P_{7,8}) / dpf [10 \text{ m/daPA}],$$

где  $m_A$  означает массу волокна [г],

UP - сопротивление потоку дыма (daPA) и

dpf - титр волокна (dtex)

и для сопротивления потоку дыма применено значение, перерасчитанное на диаметр 7,8 мм,

b) остаточная извитость материала фильтра не превышает значение 1,45,

c) масса волокна составляет максимально 10 мг/мм длины фильтра и

d) твердость сигаретного фильтра несколько превышает 90% твердости фильтра.

Для изготовления фильтра согласно изобретению применяют или термопластичный сложный эфир целлюлозы в волокнах или элементарных нитях, или - в случае не термопластичного сложного эфира - растворимое в воде склеивающее средство. Если рассматривать волокнистый материал, то действительно соответствующее исполнение также и для филаментного материала, если это целесообразно. (Относительно термопластичных свойств производных сложного эфира целлюлозы ссылаемся на DE-A-

196 09 143 в связи с внутренними и внешними пластификаторами (S1 Z65 ff). Выказанные там утверждения имеют основополагающее значение для понимания следующих соображений. Кроме того, для определения термопластов ссылаемся на "Römpps Chemielexikon, 8, переработанное и расширенное издание, т. 6, Franckh'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1988", стр. 4229".) Для термопластичного волокнистого материала из сложного эфира целлюлозы можно различать два случая. В первом случае волокнистый материал изготавливают из уже от природы термопластичного сложного эфира целлюлозы, например ацетобутирата целлюлозы. В нем фильтрующий жгут можно переработать в фильтр согласно изобретению без дополнительных операций. В случае нетермопластичного исходного полимера, например 2,5-ацетата целлюлозы, его необходимо термопластифицировать добавкой соответствующего пластификатора. В этом случае пластификатор должен быть однородно распределен в волокнах. Однородное распределение пластификатора в волокнах подтверждается различными методами. Это, например, запись кинетики испарения пластификаторов. Для этого можно нагревать пробку фильтра в потоке инертного газа и устанавливать кинетику испарения по сжиганию в имеющемся в продаже пламенно-ионизационном детекторе (ПИД). Кинетика испарения равномерно введенного в волокно пластификатора всегда отличается в зависимости от нанесенного на поверхность пластификатора. Так как испарение происходит под диффузионным контролем, кинетика испарения при равномерном распределении всегда значительно медленнее, чем при поверхностном нанесении. Другая возможность заключается в том, чтобы представить кинетику испарения с помощью дифференциальной термобалансировки. В-третьих, равномерное распределение можно определить с помощью кратковременного способа экстракции в пригодных для полимера растворителях с последующим количественным анализом пластификатора. Данный метод дает для однородно распределенного пластификатора значительно меньшее значение результата анализа по сравнению с пластификатором, нанесенным только поверхностно при одинаковом процентном содержании. Другая возможность качественно различать поверхностные и равномерно распределенные пластификаторы заключается в возможности исследования посредством ближнего инфракрасного отражения. Данный метод дает для однородно распределенного пластификатора значительно меньшее значение результата анализа по сравнению с нанесенным только на поверхность пластификатором при одинаковом процентном содержании.

Для изготовления фильтра согласно изобретению фильтрующий жгут принимают из тюка, пневматически распрямляют и вытягивают

принятым для объемных фильтров способом. Перед собственно операцией изготовления фильтра промежуточно создается нетканый материал с возможно низкой твердостью в направлении обеих плоских осей. Неожиданно оказалось, что это особенно удается тогда, когда пластификатор, необходимый для термопластификации полимера, равномерно распределен в волокне.

В рамках настоящего изобретения соотношение массы волокна и сопротивления потоку дыма  $S$ , соотнесенное к титру волокна, по вышеуказанной формуле более 0,7. Если это значение ниже, то это приводит к значениям удерживающей способности, какие имеют место в обычных фильтрах из ацетата целлюлозы. Предпочтительно соотношение массы волокна и сопротивления потоку дыма  $S$ , соотнесенное с титром волокна, составляет максимально около 2 и в частности в пределах 0,8-1,3. Если предпочтительное значение около 2 для соотношения  $S$  превышено, то данный продукт не соответствует желаемым требованиям экономичности.

Относительно других основных параметров предпочтительно действительны следующие типовые условия.

Остаточная извитость  $I_R$  фильтрующего материала менее 1,45. Предпочтительно остаточная извитость составляет около 1,05-1,4, в частности 1,1-1,3.

Масса волокна может содержать в рамках сущности изобретения максимально 10 мг/мм длины фильтра, в частности максимально 9,0 мг/мм длины фильтра и предпочтительно не менее около 4 мг/мм длины фильтра. Предпочтительный диапазон составляет приблизительно 5-8 мг/мм длины фильтра. Если максимальное значение 10 мг/мм длины фильтра превышено, то такой продукт уже не экономичен. Предпочтительно соблюдается минимальное значение около 5 мг/мм длины фильтра. Если данная величина меньше, то по уровню техники уже невозможно соблюдать необходимую минимальную твердость сигаретного фильтра 90%. Предельное минимальное значение твердости фильтра 90% ориентировано на требования рынка. Твердость фильтра сигаретного фильтра согласно изобретению может быть при этом установлена приблизительно на 90-95%, в частности приблизительно на 91-93%. (Определение твердости фильтра: цилиндрический стержень диаметром 12 мм нажимает своей плоской торцевой поверхностью вертикально с нагрузкой 300 г на установленный горизонтально фильтрующий стержень. Соотношение сжатого диаметра с полученным до этого путем соприкосновения исходным диаметром дает процентные данные о твердости фильтра.) Особенным преимуществом оказывается то, что высокоэффективный сигаретный фильтр согласно изобретению по тесту CBDF через 10 недель продол-

жительности теста имеет потерю веса минимально 40%, в частности минимально около 50 мас.%.

Сопротивление потоку дыма фильтра в соответствии с изобретением составляет предпочтительно в пределах 1-12 даПа/мм длины фильтра. Титр волокна примененного фильтрующего жгута составляет 1-20 dtex.

Способность к разрушению сигаретного фильтра согласно изобретению повышается в результате небольшой остаточной извитости  $I_R$ . Эта незначительная остаточная извитость уменьшает поперечное сцепление волокон внутри и между плоскостями и нетканым материалом. Остаточная извитость фильтра в соответствии с изобретением, как пояснено выше, составляет менее 1,45.

Для дальнейшего улучшения способности к механическому разрушению фильтра согласно изобретению рекомендуется изготавливать его из полос волокон многократной ширины в соответствии с решением DE 43 40 029. В соответствии с другим вариантом выполнения сигаретный фильтр можно изготовить из полосы волокна, которая перед вводом в штранговую часть машины для изготовления фильтрующих стержней разделена на несколько полос.

Бесконечные термопластичные волокна сложного эфира целлюлозы согласно изобретению могут содержать ацетат целлюлозы, в частности 2,5-ацетат целлюлозы, бутират целлюлозы, ацетобутират целлюлозы, ацетопропионат целлюлозы и/или пропионат целлюлозы. Предпочтительно бесконечные термопластичные волокна из ацетата целлюлозы согласно изобретению имеют степень замещения около 1,5-3,0, предпочтительно около 2,2-2,6.

Использованные для термопластикации примененных сложных эфиров целлюлозы и равномерно распределенные в волокнах пластификаторы могут быть выбраны из следующих групп: сложный эфир глицерина (в частности, глицеринтриацетат), карбонат этилена и пропилена, этил лимонной кислоты (в частности, ацетилцитрат и триэтилцитрат), сложный эфир гликоля (в частности, триэтилглицольдиацетат (TEGDA) или диэтиленгликольдобензоат), карбовакс<sup>®</sup>, (в частности, полиэтиленгликоль с молекулярным весом 200-14000, изготовленный приблизительно как на фирме UCC, США), сульфолан (тетрагидротиофен-1,1-диоксид), эфир жирной кислоты (в частности, триоктилфосфат, трифенилфосфат или триметилфосфат), сложные эфиры фталевой кислоты (в частности, диметилфталат, диэтилфталат и/или диизодецилфталат) и смеси любого состава из одного или нескольких этих веществ.

Количество применяемых пластифицирующих пластификаторов и/или растворимых в воде клеящих средств специалист может без труда узнать из уровня техники. В общем, содержание пластификаторов и/или клеящих ве-

ществ составляет от около 1 до около 40 мас.%, в особых случаях содержание пластификатора может и превышать этот предел, не затрагивая техническую идею изобретения.

В качестве растворимых в воде клеящих средств, которые предпочтительно находятся на поверхности волокон, могут применяться обычные, применяемые при изготовлении объемных фильтров из ацетата целлюлозы высококипящие растворители, например полиалкиленоксиды (например, полиэтиленгликоли, полипропиленгликоли или сополимеры из полиэтилен- и полипропиленоксидов, а также их производные), растворимые в воде сложные или простые эфиры (а также сложный эфир или простой эфир целлюлозы), крахмал, производные крахмала, р-поливиниловые спирты (частично или полностью гидролизованные, а также их производные), простой эфир поливинила (и его производные), р-поливинилацетаты и/или полисахариды, растворимые в воде полиамиды и полиакрилаты, то есть они накладываются на ленту волокна.

В следующем предпочтительном варианте выполнения изобретения волокна или элементарные нити сложного эфира целлюлозы содержат добавки в виде фотохимических реакционных добавок, добавки, способствующие биологическому разложению, добавки с селективным действием удерживающей способности и/или цветными пигментами. В качестве фотохимической реакционной добавки предпочтительно применяется тонкодисперсный диоксид титана типа анатаза со средней величиной частиц менее 2 мкм. В качестве добавок, способствующих биологическому разложению, следует особо назвать азотсодержащие вещества, природные или микробные продукты разложения которых высвобождают основные амины (например, мочевины и ее производные; олигопептиды и протеины, например бета-лактоглобулин; продукты конденсации из карбониллов и аминов, как гексаметилентетрамин; а также азотсодержащие органические гетероциклические соединения, в частности карбазол).

Предпочтительными добавками с селективным удерживающим действием являются вещества, способствующие фильтрованию, названные, например, в WO 97/16986. Предпочтительно применяются органические кислоты, например сложные эфиры карбоновой кислоты, многоатомные фенолы или производные порфирина.

Тем самым, благодаря соответствующим мерам можно улучшить высокоэффективные сигаретные фильтры в отношении биологического и фотохимического разрушения в такой мере, что в объемных фильтрах из уровня техники это возможно только относительно.

Связанные с изобретением преимущества, тем самым, являются многообразными. В частности, большое преимущество заключается в легкости разрушения фильтра согласно изобре-

тием под влиянием окружающей среды. Это можно значительно улучшить с точки зрения биологического и фотохимического разложения по сравнению с известными объемными фильтрами. Кроме того, по сравнению с объемными фильтрами, например, из ацетата целлюлозы, выполняется задача повышенного удержания при одинаковом сопротивлении потоку дыма, причем одновременно предъявляемые к фильтру требования, в частности, изготовителем сигарет, а также конечным потребителем, полностью выполняются. Благодаря смешению различных исходных жгутов любой величины волокон (титра волокон) можно, кроме того, соответственно установить оптимальный размер площади и производительность фильтрования. Такой принцип работы позволяет оптимизировать фильтр также в отношении твердости его фильтрона. Кроме того, посредством имеющегося пластификатора, например триацетина, добиться влияния на вкусовые ощущения, причем одновременно значительно меньше пластификатора переходит непосредственно в дым. Вследствие этого в высокоэффективном сигаретном фильтре согласно изобретению констатировано значительное уменьшение концентрации.

Ниже изобретение описано подробнее на примерах, не ограничивающих техническое решение. В рамках раскрытия изобретения специалисту ясны нижеследующие примеры выполнения.

### Примеры

#### Сравнительный пример 1.

В качестве сравнительного примера 1, который представляет принятый в настоящее время сигаретный фильтр (объемный фильтр), был изготовлен сигаретный фильтр из фильтрующего жгута 3,0 Y 35. Этот фильтр состоит из титра элементарных волокон 3,33 dtex и общего титра 38,889 dtex, причем Y описывает поперечное сечение элементарного волокна. Фильтры имеют длину 21 мм при диаметре 7,80 мм. Содержание триацетина составляет 7% (=8,5 мг). Сопротивление потоку дыма составляет 60 daPA при массе использованного ацетата 107 мг. Фильтры были окружены непористой бумажной оболочкой фирмы Glatz (D-67468 Neidenfels) с обозначением F 796-28. Твердость фильтрона фильтрующих стержней составляет 92,2%. В связи с этим фильтр имеет нормированное по титру элементарного волокна соотношение массы/сопротивления потоку дыма  $S=0,54$  (10 m/daPA). Эти фильтры были после этого исследованы по описанному ниже разработанному рабочей группой фирмы CORESTA методу испытаний (испытание CBDTF) в отношении их разрушения. Результаты представлены в табл. 1.

Материал для испытаний (10 фильтрующих вставок, свободных от бумаги) был облущен ксеноновой горелкой при длине волн более 290 нм. Интенсивность облучения определяли

при 340 нм и установили в виде  $0,35 \text{ Wm}^{-2}\text{nm}^{-1}$ . Температура, измеренная стандартом белого, составляет 55°C. Дважды в день производится орошение проб деионизированной водой. Один раз в день пробы подвергают механической нагрузке путем встряхивания четырьмя стальными шариками ( $M=16 \text{ г}$ ,  $D=1,2 \text{ мм}$ ) в стальном стаканчике. 1 раз в неделю после кондиционирования проб производят определение массы и выборочно объема. Для определения удерживающей способности конденсата фильтра фильтры длиной 21 мм были присоединены к табачному жгуту "American Blend" и выкурены по CORESTA № 22 и 23. Фильтр Кэмбриджа и отделенные от табачного окурка фильтры были экстрагированы в метаноле и после соответствующего разбавления предназначены для ультрафиолетовой спектроскопии для экстинкции растворов при длине волны 310 nm. После этого удерживающая способность рассчитывается по следующей формуле:

$$R_k = E_{\text{Filter}} / (E_{\text{Filter}} + E_{\text{Cambridgefilter}})$$

В сравнительном примере 1 удерживающая способность конденсата была 37,5%.

#### Сравнительный пример 2.

Фильтрующий жгут 3,0 Y 55 (титр волокон: 3,33 dtex; общий титр: 61,111 dtex) был приготовлен на обычном правильном двухступенчатом станке KDF 2 фирмы Hauni, Гамбург, и орошен 8%-ным триацетином. После выхода из направляющего вала лента из фильтрующего жгута, имеющая минимальную ширину 250 мм, вводится в нагреваемую пару валков каландра и обрабатывается на каландре с эффективным линейным давлением 40 кг/см. Профилированные валки каландра имеют диаметр 230 мм и ширину 350 мм с канавками и имеют 10 профильных канавок на 1 см. Их нагревают силиконовым маслом до температуры  $205 \pm 3^\circ\text{C}$ . Профиль канавок имеет трапециевидную форму с шириной в верхней части 0,4 мм, глубиной 0,45 мм и с внутренним углом  $35^\circ$ .

После выхода из вала каландра изготовленный таким образом нетканый материал в результате ввода во входное сопло складывают в виде жгута и обертывают бумагой в действующей установке KDF 2 фирмы Korber, Гамбург, со скоростью жгута 70 м/мин и разрезают на длину 126 мм фильтрующих стержней. Диаметр фильтрующих стержней установлен на 7,8 мм. Твердость фильтрона фильтрующих стержней составляет 89,5%. Затем из этих стержней нарезают фильтрующие вставки длиной 21 мм, которые, как представлено в сравнительном примере 1, исследуют на их разрушаемость (результаты приведены в табл. 1). Сопротивление потоку дыма данных фильтров составляет 51 daPA при массе введенного ацетата 141 мг. Тем самым, связанное с титром волокна соотношение масса волокна/сопротивление потоку дыма составляет  $S=0,83$  [10 m/daPA]. Удерживающая способность

конденсата, определяемая как описано в сравнительном примере 1, составляла 42,3%.

Подтверждение неоднородности распределения напыленного триацетина производится следующим образом: изготовленную за 3 месяца до даты испытаний фильтрующую вставку длиной 21 мм вводят в стальную трубу V2A, имеющую внутренний диаметр 7,5 мм. Внутренний диаметр стальной трубы уменьшен с обеих сторон с помощью соответствующих технических средств до диаметра 0,3 мм. Со стороны входа вводят азотный газ со скоростью потока 30 мл/мин и на выходной стороне соединяют со стандартным пламенно-ионизационным детектором (FID). Трубку для проб нагревают в нагревательной печи со скоростью нагрева 75°C/мин до температуры печи 150°C. Зарегистрированный сигнал пламенно-ионизационного детектора (FID) достигает своего максимума интенсивности не позднее чем через 2 мин и базисной линии приблизительно через 6 мин.

Пример.

В универсальный смеситель с двойными стенками общим объемом 615 л и с охлаждающим и нагревательным устройствами заполняют 300 кг хлопьев ацетилцеллюлозы. Устройство 1 для смешивания выполнено цельным с тремя лопастями в районе днища по окружности и установлено вертикально на приводной вал. Горизонтально относительно приводного вала установлено цельное дробильное устройство 2 с четырьмя лопастями, которое предотвращает агломерацию во время подачи и распределения пластификатора и работает с окружной скоростью 21 м/с (2890 об./мин).

Смеситель 1 был запущен в работу с окружной скоростью 6,5 м/с. В течение 10 мин равномерно подавали 65 кг триацетина. К этому моменту включается дробильное устройство 2. Далее в течение 12 мин производилось интенсивное перемешивание с целью внутреннего смешивания. В течение следующих 20 мин производился нагрев до температуры материала 76°C. Эта температура поддерживалась в течение 5 мин. Затем было произведено непрерывное охлаждение до 20°C. Общая продолжительность воздействия триацетина на хлопья составила 67 мин. Затем смеситель был в течение 3 мин опорожнен с большой скоростью. Полученный данным способом продукт оказался очень сыпучим и стойким к хранению термопластифицированным гранулятом ацетилцеллюлозы и был переработан с помощью обычного способа сухого формования в фильтрующий жгут 3,0 Y 55 [титр волокна 3,33 dtex; общий титр 61,111 dtex].

Данный фильтрующий жгут был изготовлен на обычном двухступенчатом правильном станке KDF 2 фирмы Haini, Гамбург. В отличие от сравнительного примера 2, после вытяжки не наносится дополнительный пластификатор. После выхода из направляющего валика ленту фильтрующего жгута с минимальной шириной

250 мм вводят в пару обогреваемых валков каландра и каландрируют. Профилированные валки каландров имеют диаметр 150 мм и ширину 550 мм и имеют 10 профильных канавок на 1 см. Их нагревают силиконовым маслом до температуры 180±3°C. Профиль канавок трапецидальный с шириной сверху 0,4 мм, глубиной 0,45 мм и с внутренним углом 35°. После выхода из валика каландра изготовленную таким образом волокнистую массу складывают во входное сопло в виде жгута и обворачивают в KDF 2 фирмы Körber, Гамбург, при скорости движения жгута 120 м/мин, в бумагу и разрезают на длину фильтрующих стержней 126 мм. Диаметр фильтрующих стержней установлен на 7,8 мм. Твердость фильтра фильтрующих стержней составляет 91,4%.

Из данных стержней затем вырезают фильтрующие вставки длиной 21 мм, которые затем, как показано в сравнительном примере 1, исследуются на разрушаемость (результаты объединены в табл. 1). Сопротивление потоку дыма этих фильтрующих мундштуков составляет 51 daPA при массе используемого волокна 156 мг. Тем самым, соотнесенное с титром волокна соотношение массы волокна и сопротивления потоку дыма составляет  $S=0,92$  [10 m/daPA]. Значение удерживающей способности, определяемое как в сравнительном примере 1, составляло 44,1%.

Подтверждения равномерности распределения напыленного триацетина производится следующим образом. Изготовленную за 3 месяца до даты испытания фильтрующую вставку длиной 21 мм вводят в стальную трубку V2A с внутренним диаметром 7,5 мм. Внутренний диаметр стальной трубки с обеих сторон сужается с помощью соответствующих технических средств до диаметра 0,3 мм. Со стороны входа вводят азотный газ со скоростью потока 30 мл/мин и соединяют со стандартным пламенно-ионизационным детектором (FID). Трубку для испытаний нагревают в нагревательной печи со скоростью нагрева 75°C/мин до температуры печи 150°C. Зарегистрированный сигнал FID достигает своей максимальной интенсивности не ранее чем через 4 мин и линии базиса после приблизительно 10 мин.

В таблице представлены результаты испытаний на разрушаемость по сравнительным примерам 1, 2 и примеру согласно изобретению.

Таблица 1

Продолжительность испытаний в неделях	Сравнительный пример 1 Остаточная масса, %	Сравнительный пример 2 Остаточная масса, %	Пример Остаточная масса, %
1	93	95	87
2	92	94	85
3	92	94	82
4	91	94	75
5	88	93	69
6	86	93	62
7	81	92	47
8	78	91	34
9	76	90	28
10	72	89	21

Из вышеприведенных данных таблицы видно, что разрушение изделия, изготовленного согласно изобретению, с увеличением продол-

жительности эксперимента значительно превышает значения сравнительных примеров.

В табл. 2 собраны все измеренные данные.

Таблица 2

	Dpf	G	IR	Сопрот. потоку воздуха	Масса волокна	Диаметр	S	Твердость
	(dtex)			[daPA]	[мг]	[мм]	[10m/daPA]	[%]
Ср.пример 1	3,33	38,889	1,31	60	107	7,8	0,54	92,2
Ср.пример 2	3,33	61,111	1,09	51	141	7,8	0,83	89,5
Пример	3,33	61,111	1,22	51	156	7,8	0,92	91,4

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Высокоэффективный сигаретный фильтр, обладающий механической разрушаемостью, на основе волокон или элементарных нитей из сложных эфиров целлюлозы, отличающийся тем, что

а) соотношенное с титром элементарных нитей соотношение массы волокна (или массы элементарных нитей) и сопротивления потоку дыма S несколько больше 0,7, причем значение S рассчитывается по формуле

$$S = (m_A / \Delta P_{7,8}) / dpf [10m/daPA],$$

где  $m_A$  обозначает массу волокна [г],  $\Delta P$  - сопротивление потоку дыма [daPA] и  $dpf$  - титр волокна [dtex], и для сопротивления потоку дыма применяется значение, пересчитанное на диаметр 7,8 мм,

б) остаточная извитость материала фильтра не превышает значение 1,45,

в) масса волокна составляет максимально 10 мг/мм длины фильтра и

г) твердость сигаретного фильтра несколько превышает 90% твердости фильтра.

2. Высокоэффективный сигаретный фильтр по п.1, отличающийся тем, что материал сложного эфира целлюлозы представляет собой ацетилцеллюлозу.

3. Высокоэффективный сигаретный фильтр по п.1 или 2, отличающийся тем, что сигаретный фильтр имеет по тесту CBDTF, по меньшей мере, 40% потери веса через 10 недель времени испытания.

4. Высокоэффективный сигаретный фильтр по одному из пп.1-3, отличающийся тем, что материал сложного эфира целлюлозы является термопластичным и волокна или элементарные нити, при участии пластификатора, содержат его равномерно распределенным.

5. Высокоэффективный сигаретный фильтр по одному из пп.1-4, отличающийся тем, что на поверхности волокон или элементарных нитей находится растворимое в воде склеивающее средство.

6. Высокоэффективный сигаретный фильтр по одному из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что остаточная извитость составляет около 1,05-1,4, в частности около 1,1-1,3.

7. Высокоэффективный сигаретный фильтр по одному из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что сигаретный фильтр изготовлен из полосы волокна, ширина которого равна нескольким значениям ширины фильтра.

8. Высокоэффективный сигаретный фильтр по одному из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что сигаретный фильтр изготовлен из полосы волокна, которая предварительно разделена на несколько полос.

9. Высокоэффективный сигаретный фильтр по одному из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что термопластичные волокна или элементарные нити содержат ацетилцеллюлозу, в частности 2,5-ацетат целлюлозы, бутират целлюлозы, ацетобутират целлюлозы, ацетопропионат целлюлозы и/или пропионат целлюлозы.

10. Высокоэффективный сигаретный фильтр по одному из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что при использовании пластификатора содержание пластификатора составляет около 1-40%.

11. Высокоэффективный сигаретный фильтр по одному из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что при использовании пластификатора он представляет собой триацетин, диацетат триэтиленгликоля и/или диэтилцитрат.

12. Высокоэффективный сигаретный фильтр по одному из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что термопластичные волокна или элементарные нити основаны на ацетилцеллюлозе со степенью замещения около 1,5-3,0, в частности около 2,2-2,6.

13. Высокоэффективный сигаретный фильтр по одному из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что растворимые в воде склеивающие средства присутствуют в виде полиэтиленгликолей, растворимых в воде сложных или простых эфиров, крахмала и/или производных крахмала, р-поливиниловых спиртов, р-поливинилацетатов.

14. Высокоэффективный сигаретный фильтр по п.1, отличающийся тем, что соотношенное с титром волокна соотношение массы волокна (и соответственно масса элементарных нитей) и сопротивления потоку дыма S составляет максимально 2, в частности около 0,8-1,3.

15. Высокоэффективный сигаретный фильтр по одному из предшествующих пунктов,

отличающийся тем, что масса волокна (и соответственно масса элементарного волокна) составляет, по меньшей мере, около 4 мг/мм, в частности около 5-8 мг/мм длины фильтра.

16. Высокоэффективный сигаретный фильтр по одному из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что твердость фильтрона сигаретного фильтра составляет около 90-95%, в частности около 91-93%.

17. Высокоэффективный сигаретный фильтр по одному из пп.3-16, отличающийся тем, что сигаретный фильтр имеет по CDDTF потерю массы, по меньшей мере, равную около 50 мас. %.

18. Высокоэффективный сигаретный фильтр по одному из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что волокна или элементар-

ные волокна сложного эфира целлюлозы содержат добавки в виде фотореакционных добавок, содержащих способствующие биологическому разложению добавки, добавки с селективным действием удерживающей способности и/или цветные пигменты.

19. Высокоэффективный сигаретный фильтр по п.18, отличающийся тем, что фотореакционная добавка представляет собой тонкодисперсный диоксид титана типа анатаза со средним размером частиц менее 2 мкм.

20. Высокоэффективный сигаретный фильтр по п.18, отличающийся тем, что добавки представляют собой органические кислоты и кислые сложные эфиры карбоновой кислоты, полифенолы и/или производные порфирина.

