

## Использование диоксидов кремния марок SIDENT® и AEROSIL® при производстве зубных паст

Др. А. Майзельс

BU Inorganic Materials, Evonik Degussa GmbH, Rodenbacher Chaussee 4, 63457 Hanau, Germany

### Введение

На протяжении поледних десятилетий все большую и большую важность приобретает правильный уход за зубами. Это связано с как осознанием роли профилактических мероприятий для борьбы с заболеваниями в полости рта, так и интенсивной научно-технической деятельностью в области стоматологии и личной гигиены. Использование синтетического аморфного диоксида кремния при производстве зубных паст является одной из характеристик научно-технического прогресса в области гигиены ротовой полости.

Роль синтетического диоксида кремния при производстве зубных паст двойка. С одной стороны, существуют виды диоксида кремния, которые используются в качестве высокоэффективного абразивного материала, т.е. материала, придающего зубным пастам действенность при механической очистке зубной эмали. С другой стороны, существуют реологически активные виды диоксида кремния, т.е. марки, позволяющие влиять на реологические свойства зубной пасты – на вязкость ее в состоянии покоя, на стабильность при хранении, на скорость истечения из тубы и т.д.

Компания Evonik Degussa GmbH производит как абразивные виды синтетического диоксида кремния под маркой SIDENT®, так и реологически активные виды синтетического диоксида кремния под марками SIDENT® и AEROSIL®, обеспечивая разработчиков средств гигиены ротовой полости широким спектром возможностей для улучшения свойств продуктов и оптимизации производственных процессов. Абразивность и реологическая активность марок SIDENT®, равно как и реологическая активность марок AEROSIL® определяется их морфологией. При этом все марки SIDENT® и AEROSIL® представляют собой белые мелкодисперсные аморфные порошки, состоящие из высококачистого диоксида кремния.

Использование диоксидов кремния SIDENT® и AEROSIL® позволяет создавать как прозрачные, так и матовые зубные пасты. Являясь химически инертным веществом, высококачистый синтетический диоксид кремния не вступает в химическое взаимодействие с остальными компонентами рецептуры и не является питательным веществом для бактерий и микроорганизмов.

### Абразивные марки диоксида кремния SIDENT®

На сегодняшний момент компанией Evonik Degussa GmbH выпускаются три абразивные марки синтетического диоксида кремния SIDENT®, а именно SIDENT® 8, SIDENT® 9, SIDENT® 10. Степень абразивности возрастает с возрастанием порядкового номера, т.е. абразивность SIDENT® 8 ниже абразивности SIDENT® 9, которая, в свою очередь, ниже абразивности SIDENT® 10. Все три марки обладают низкой структурой, а потому очень низкой реологической активностью, т.е. использование этих марок не влияет на реологические свойства зубной пасты. Такое сочетание абразивных и реологических свойств марок SIDENT® 8, SIDENT® 9, SIDENT® 10 обеспечивает разработчиков гибкостью при выборе процента ввода, который может варьироваться в широком диапазоне (от 3% до 30%), в зависимости от необходимой абразивности пасты.

Диаграмма 1 демонстрирует влияние концентрации абразивной марки диоксида кремния на величину RDA (radioactive dentin abrasion) опытной рецептуры на примере SIDENT® 9. Из приведенных результатов следует, что использование SIDENT® 9

позволяет варьировать абразивность зубной пасты практически во всем диапазоне абразивности современных зубных паст. При этом следует учитывать, что низкая реологическая активность SIDENT® 9 позволяет сохранять реологические свойства рецептуры практически неизменными при изменении процента ввода SIDENT® 9. Это качество придает SIDENT® 9 универсальность с точки зрения разработчика рецептуры: рецептуры различной абразивности могут получаться из некой «базовой» рецептуры только путем изменения концентрации SIDENT® 9.

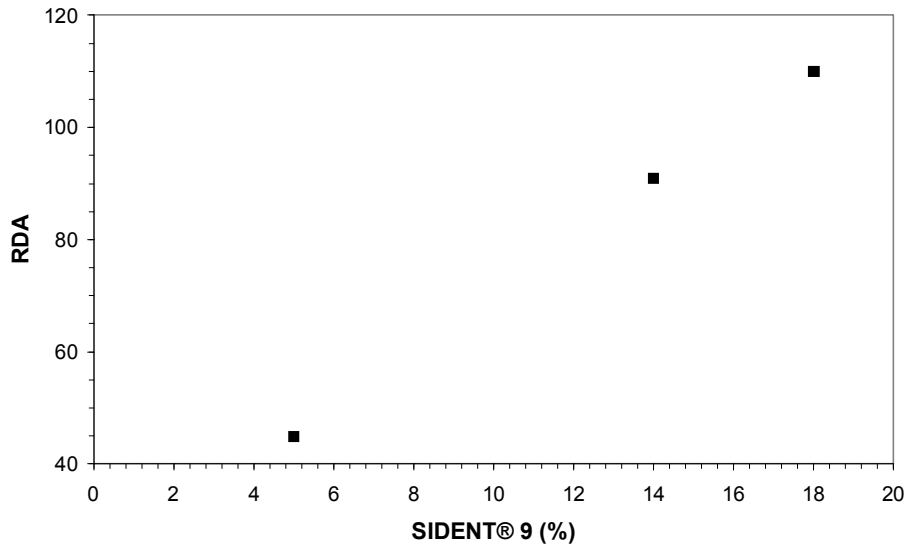


Диаграмма 1. Влияние концентрации SIDENT® 9 на абразивность рецептуры.

Сравнение абразивности марок SIDENT® 8, SIDENT® 9, SIDENT® 10 в одной и той же рецептуре, содержащей 20% абразивной марки, приведено на диаграмме 2.

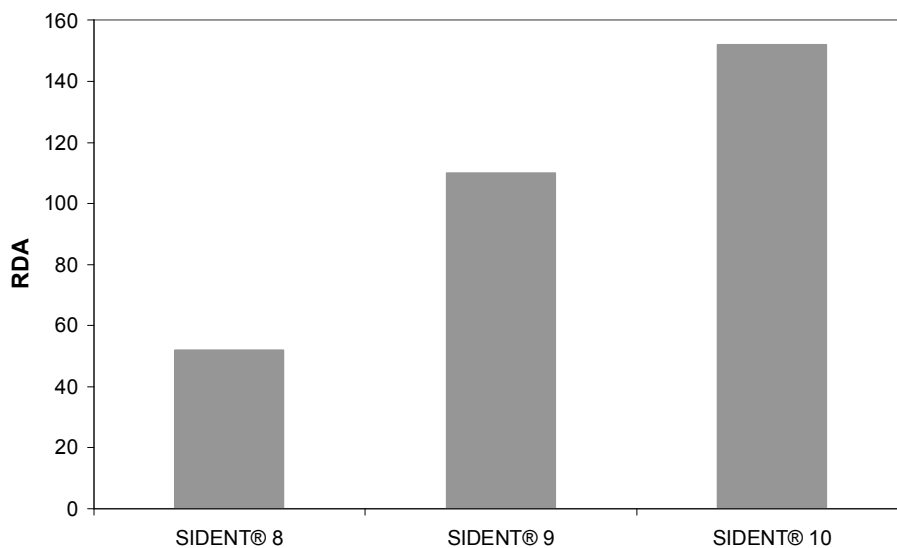


Диаграмма 2. Сравнение абразивности SIDENT® 8, SIDENT® 9, SIDENT® 10 в одной и той же рецептуре (20% абразивной марки).

Относительно низкая абразивность SIDENT® 8 делает эту марку предпочтительной при разработке рецептур детских зубных паст или зубных паст для чувствительных зубов. Напротив, использование SIDENT® 10 имеет смысл в том случае, когда необходимо создать рецептуру с очень высокой абразивностью, содержащую относительно небольшое количество диоксида кремния. Это касается зубных паст для курильщиков, паст для удаления темного налета и т.д.

Физико-химические характеристики абразивных марок SIDENT® приведены в Таблице 1. При очень схожих величинах среднего размера частиц и удельной поверхности бросается в глаза существенное различие в величинах маслосемкости и насыпной плотности. Частицы тем тверже при заданном среднем размере, чем выше их насыпная плотность и чем ниже их маслосемкость. Увеличение твердости частиц и ведет к увеличению их абразивности.

### **Реологические марки диоксида кремния SIDENT®, AEROSIL®**

При производстве средств по уходу за зубами большое значение уделяется их внешнему виду. Современные зубные пасты должны сочетать в себе клиническую эффективность, однородность и стабильность на стадии хранения. Учитывая, что речь идет о многокомпонентных наполненных системах, становится очевидным, что такого рода системы склонны к расслаиванию, что негативно сказывается на их качестве в глазах конечного потребителя.

Традиционным образом борьбы с расслаиванием является так называемое загущение – увеличение вязкости за счет ввода реологических добавок. Чем выше вязкость в состоянии покоя, тем меньше склонность системы к расслаиванию, тем стабильнее она при хранении. Однако важно учитывать, что зубная паста должна сохранять достаточную текучесть, чтобы ее можно было выдавить из тубы, не прилагая при этом чрезмерных усилий. Исходя из вышеприведенных соображений, становится очевидным, что наиболее желательным образом загущения зубных паст является тиксотропирование – придание системе так называемых псевдопластичных свойств. В отсутствие внешних нагрузок такие системы обладают высокой вязкостью и упругостью, в условиях же сдвигового деформирования вязкость понижается и система обретает текучесть.

Загущение синтетическим диоксидом кремния как раз и позволяет добиться тиксотропности загущаемой системы. На сегодняшний момент компания Evonik Degussa GmbH выпускает одну реологическую марку SIDENT®, а именно, SIDENT® 22 S. Процент ввода этой марки может варьироваться от 5% до 20%, в зависимости от требований к реологическим свойствам рецептуры и в зависимости от ее компонентов. В отличие от абразивных марок синтетического диоксида кремния SIDENT® 8-10, SIDENT® 22 S не обладает абразивной активностью.

Помимо использования SIDENT® 22 S, эффективное загущение зубных паст может достигаться с помощью использования синтетического диоксида кремния марки AEROSIL® (AEROSIL® 200, AEROSIL® 300, AEROSIL® R 972, AEROSIL® R 974 и т.д.). Небольшого количества AEROSIL® (1,5%÷5% от общего веса рецептуры) часто оказывается достаточно, чтобы получить необходимые реологические свойства. Подобно SIDENT® 22 S, диоксиды кремния марки AEROSIL® не обладает абразивной активностью, что позволяет легко комбинировать его с абразивными марками диоксида кремния.

Физико-химические характеристики SIDENT® 22 S и диоксидов кремния марки AEROSIL® приведены в таблицах 1 и 2, соответственно.

### Заключение

Как показали результаты приведенного исследования, использование марок синтетического диоксида кремния SIDENT® и AEROSIL® при разработке рецептур средств гигиены ротовой полости позволяет создавать тиксотропные системы различной абразивности. При этом заданная абразивность и реологические свойства достигаются независимо друг от друга, обеспечивая разработчиков необходимой гибкостью. Оптическая плотность средств гигиены ротовой полости не зависит непосредственно от использованного диоксида кремния. Прозрачность рецептуры или ее матовость зависит от используемых увлажнителей, от процентного содержания в рецептуре воды и т.д.

### Нормативный статус

Все вышеперечисленные марки синтетических диоксидов кремния SIDENT® и AEROSIL® внесены в международный реестр косметических ингредиентов INCI. Все марки SIDENT® соответствуют требованиям, выдвигаемым по отношению к диоксиду кремния, используемому для ухода за зубами, фармакопеей США (Dental-type Silica).

### Физико-химические характеристики

Таблица 1. Физико-химические характеристики диоксидов кремния марки SIDENT®

| Свойства                                     | Единицы измерения | SIDENT® 8     | SIDENT® 9 | SIDENT® 10 | SIDENT® 22 S |
|--|-------------------|---------------|-----------|------------|--------------|
| Внешний вид                                  |                   | белый порошок |           |            |              |
| Отношение к воде                             |                   | гидрофильный  |           |            |              |
| Удельная поверхность                         | м <sup>2</sup> /г | 60            | 45        | 60         | 190          |
| Средний размер частиц                        | мкм               | 10            | 10,5      | 10,5       | 7            |
| Насыпная плотность                           | г/л               | 350           | 430       | 500        | 90           |
| Потеря веса при просушке                     | %                 | 4             | 4         | 5          | 6            |
| Потеря веса при прокаливании <sup>1)</sup>   | %                 | 3             | 3         | 5          | 5            |
| рН водной суспензии                          |                   | 6,9           | 6,9       | 6,9        | 6,5          |
| Маслоемкость (дибутилфталат)                 | г/100 г           | 150           | 120       | 105        | 265          |
| SiO <sub>2</sub> <sup>1)</sup>               | %                 | > 99          | > 99      | > 99       | > 98         |
| Na <sub>2</sub> O <sup>1)</sup>              | %                 | < 0,5         | < 0,5     | < 0,5      | < 1          |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>1)</sup> | %                 | < 0,03        | < 0,03    | < 0,03     | < 0,03       |
| SO <sub>3</sub> <sup>1)</sup>                | %                 | < 0,3         | < 0,3     | < 0,3      | < 0,8        |
| Тарная единица                               | кг                | 25            | 25        | 25         | < 25         |

Таблица 2. Физико-химические характеристики диоксидов кремния марки AEROSIL®

| Свойства         | Единицы измерения | AEROSIL® 200  | AEROSIL® 300 | AEROSIL® R 972 | AEROSIL® R 974 |
|------------------|-------------------|---------------|--------------|----------------|----------------|
| Внешний вид      |                   | белый порошок |              |                |                |
| Отношение к воде |                   | гидрофильный  | гидрофильный | гидрофобный    | гидрофобный    |
| Удельная         | м <sup>2</sup> /г | 200           | 300          | 110            | 190            |

|  |     |          |          |          |          |
|--|-----|----------|----------|----------|----------|
| поверхность                                |     |          |          |          |          |
| Средний размер первичных частиц            | нм  | 12       | 7        | 16       | 12       |
| Насыпная плотность                         | г/л | около 50 | около 50 | около 50 | около 50 |
| Потеря веса при просушке                   | %   | 1,5      | 1,5      | 0,5      | 0,5      |
| Потеря веса при прокаливании <sup>1)</sup> | %   | 1,0      | 2,0      | 2        | 2        |
| pH 4%-ой водной суспензии                  |     | 3,7-4,7  | 3,7-4,7  | 3,7-4,7  | 3,7-4,7  |
| SiO <sub>2</sub> <sup>1)</sup>             | %   | > 99,8   | > 99,8   | 99       | > 99,8   |
| C <sup>1)</sup>                            | %   | -        | -        | 0,6-1,2  | 25       |
| Тарная единица                             | кг  | 10       | 10       | 25       | 25       |

<sup>1)</sup> В пересчете на просушенный продукт

Приводимая здесь информация в полной мере соответствует уровню наших сегодняшних знаний и накопленному на сегодняшний день опыту. Тем не менее, она приводится без каких-либо обязательств с нашей стороны. Мы сохраняем за собой право на изменения в рамках технического прогресса и производственного процесса усовершенствования продуктов. Приводимая здесь информация представляет собой лишь описание свойств наших продуктов и услуг и не является гарантией. Потребитель не освобождается от необходимости проведения тщательной проверки свойств и возможностей применения продуктов с привлечением для этого квалифицированного персонала. То же самое относится и к охране прав третьих лиц. Упоминание торговых марок других фирм не является рекомендацией и не исключает возможности применения других аналогичных продуктов.