

## Глава 1

# Основа косметического средства: форму диктует содержание

### 1.1. Вода

Вода — основной ингредиент многих косметических рецептур: обычно ее содержание составляет 70–80%, а в некоторых составах может превышать и 90%. Она хорошо растворяет многие биологически активные вещества, загущающие и текстурирующие полимеры, вспомогательные ингредиенты, и вообще делает большую часть косметики такой, какой мы привыкли ее видеть и ощущать.

Для косметического производства годится только специальным образом подготовленная вода: в природной (да и в водопроводной) воде могут содержаться вещества, негативно влияющие на стабильность рецептуры. Например, соли жесткости могут привести к появлению осадка, снизить биодоступность биологически активных веществ, сделать смесь мутным и жидким, ухудшить пену. Ионы железа способны не только придать желтый цвет, далеко не всегда красивый и желанный, но и могут катализировать реакции окисления. Органические примеси могут придавать неприятный запах. Наконец, в воде, даже визуально чистой, очень любят селиться микроорганизмы, а некоторые этапы водоподготовки их еще и добавляют. Поэтому для того, чтобы вода оказалась пригодной для использования в составе косметики, она проходит многоступенчатую очистку и обеззараживание.



Вначале вода проходит через несколько фильтров — с каждым разом все более мелких, чтобы убрать из воды взвешенные частицы. Затем ее пропускают через угольные фильтры, чтобы устранить остатки органических примесей и хлора. В угольных фильтрах используется активированный уголь, причем самый эффективный — кокосовый. Периодически их меняют: эти фильтры — отличная среда для роста микроорганизмов (рис. II-1-1).

Убрать из воды излишек солей жесткости можно разными методами. Например, большую популярность получил метод ионного обмена с применением специальных ионообменных смол (ионитов), которые представляют собой нерастворимые в воде синтетические полимеры, содержащие кислотные функциональные группы и ионы натрия. При контакте с водой ионы натрия в ионите обмениваются на поливалентные ионы из воды. Этим способом получают деионизованную воду. Поскольку ионообменные смолы очень пористые, площадь поверхности у них очень велика, а постоянный контакт с водой способствует размножению микроорганизмов на этой поверхности. Для предотвращения микробного загрязнения иониты периодически обрабатывают дезинфектантами, а воду после ионитов дополнительно обеззараживают. Часто для этой цели применяется облучение ультрафиолетом, когда ультрафиолетовые лампы устанавливают в трубах для подачи воды и в емкостях для хранения. Такая обработка не приводит к появлению в воде токсичных веществ и действует эффективно и быстро, главное — подобрать правильную дозу, время облучения и скорость потока. Недостаток ионного обмена — необходимость периодической регенерации ионитов.

Мембранные методы водоподготовки (обратный осмос, ультрафильтрация) позволяют удалить из воды не только до 98% растворенных солей, но и более 99% микроорганизмов (Bosley M., 2014): при этом способе водоочистки вода под давлением пропускается через особую полупроницаемую мембрану с очень маленькими порами (их размер меньше, чем

Рис. II-1-1.

ПОДГОТОВКА ВОДЫ — ВАЖНЕЙШИЙ ЭТАП В ПРОИЗВОДСТВЕ КОСМЕТИКИ ([www.diasel.ru](http://www.diasel.ru))

Фильтрационная система  
очистки воды



Установка  
для обратного осмоса



Проверка  
качества воды



размер многих микробных клеток). Данный метод можно использовать в комбинации с ионным обменом.

А вот дистилляция, широко применяемая в фармацевтической промышленности для получения воды для инъекций, в косметической отрасли для целей водоподготовки практически не используется — большие объемы воды и высокая энергозатратность процесса делают его нерентабельным, да и такая степень чистоты просто не требуется.

Но нельзя сказать, что вода в составе косметики выполняет только техническую функцию: она способна улучшить проникновение биологически активных веществ в кожу и даже помогает несколько разгладить ее за счет временной гипергидратации. Этот эффект можно получить с помощью **окклюзивного** (непроницаемого для воды и газов, например толстый вазелиновый слой или же резина) или **полуокклюзивного** (частично проницаемого, например гидрогелевые патчи, нетканые маски) покрытия. Это полностью перекрывает или существенно тормозит испарение трансэпидермальной воды через роговой слой, в результате роговой слой набухает из-за накапливающегося излишка воды. Поверхность кожи при этом разглаживается, выраженность мелких морщин уменьшается. Одновременно роговой слой становится более проницаемым для небольших водорастворимых веществ, поскольку их диффузия по расширенным водным участкам рогового слоя становится легче.

В качестве альтернативы обычной воде в современной косметике могут использоваться **минеральные** или **термальные воды**, содержащие определенный набор макро- и микроэлементов — т.е. это уже не только растворитель и основа, но и полноценный биологически активный компонент. Например, термальная вода Avène благодаря своему иммуномодулирующему (Eliasse Y., et al., 2020), противовоспалительному действию и способности влиять на восстановление барьерной функции улучшает состояние кожи при атопическом дерматите и служит прекрасным дополнением к терапии акне ретиноидами (Merial-Kieny C., et al., 2011), существенно снижает покраснение и жжение после лазерных процедур (Barolet D., et al., 2009). Вода термального источника Uriage в сравнении с обычной деионизованной водой существенно ускоряет восстановление поврежденного кожного барьера (Joly F., et al., 2012). Термальная вода Vichy в составе косметики снижает вредное воздействие экспозомных факторов (ультрафиолет, видимый свет,

Важно отметить, что именно **наличие воды приводит к необходимости использовать консерванты в составе косметики**: она необходима для выживания и размножения микроорганизмов, а наличие питательных веществ в рецептурах только способствует этому. К тому же ни сама вода, применяемая в косметике, ни косметическое производство в целом не стерильны — да и не должны такими быть. Косметика, произведенная и упакованная в стерильных условиях, существует, однако таких средств на сегодняшнем косметическом рынке немного.

О том, что косметика содержит термальную воду, можно узнать только из описания: в списке ингредиентов это будет все та же **Aqua**.

инфракрасное излучение, загрязнение воздуха, курение, стресс, нарушения сна, климат, неправильное питание), ускоряющих старение кожи (Salsberg J., et al., 2019).

Заменить воду в косметике можно и... водой, но полученной в качестве побочного продукта при производстве какой-либо продукции (обычно для пищевой, либо косметической промышленности). Максимально эффективное и диверсифицированное использование ресурсов, повторное использование и переработка, развитие малоотходных технологий — ключевые принципы популярной сейчас концепции циклической экономики (circular economy). На эту модель постепенно переходят и производители косметического сырья. Например, при производстве концентрированных

фруктовых соков излишек воды испаряют при легком нагревании под вакуумом. Раньше эта вода просто терялась в атмосфере, но сейчас ее собирают при помощи системы охлаждения и пропускают через систему фильтров. Поскольку такая вода содержит некоторое количество (пусть и очень небольшое) олигоэлементов (например, магния и цинка) и летучих веществ, по INCI она будет называться фруктовым экстрактом (экстракт клементина *Citrus Clementina* Fruit Extract, киви *Actinidia Chinensis* Fruit Extract, грейпфрута *Citrus Grandis* Fruit Extract и т.д.). Безусловно, такие «экстракты» по составу существенно беднее экстрактов, полученных более привычными методами, но и для них были получены некоторые данные по эффективности — правда, только *in vitro* (к примеру, вода, полученная при производстве концентрата сока киви, повышала выживаемость клеток кожи в присутствии ионов тяжелых металлов, пероксида водорода и при УФ-облучении (Maltagliati A., 2019)). Точно так же можно собирать и использовать воду, испаряемую при сушке водорослей, и такая вода тоже будет называться экстрактом (например, *Palmaria Palmata* Extract или *Himanthalia Elongata* Extract), хотя по сути, это вода с небольшим количеством летучих органических веществ и олигоэлементов. В отличие от гидролатов, которые тоже являются побочным продуктом производства эфирных масел, такая вода полностью получена из растительных клеток, а не добавлена в технологическом процессе.

Впрочем, при всем богатстве водных ресурсов (более 70% поверхности планеты покрыто водой), всего 3% приходится на пресную воду, и две трети ее связаны во льдах, либо так или иначе недоступны для использования. По оценкам Всемирного фонда дикой природы, при сохранении нынешнего уровня потребления пресной воды к 2025 году двум третям населения земного шара грозит ее нехватка (Maltagliati A., 2019). Помимо тенденции сокращения потребления воды это привело к появлению нового тренда — безводной косметики или косметики с низким содержанием воды: пудры для умывания, твердые шампуни и кондиционеры для ухода за волосами, концентрированные гели для душа, заменяющие несколько обычных флаконов, сухие маски, масляные сыворотки, очищающие бальзамы и т.п. Безводная косметика экономично расходуется, ее удобно брать с собой в дорогу, и часто она требует меньше упаковки, чем обычная. К тому же в средствах,

где воды мало или нет вообще, можно существенно снизить дозировку консервантов или вовсе от них отказаться. Если тренд будет продолжать расти, это может в корне поменять весь косметический ландшафт в течение ближайшего десятилетия лет.

## 1.2. Масляная фаза

Масляная фаза косметического средства обычно включает в себя липофильные (то есть растворимые в жирах) ингредиенты, выполняющие роль носителя и формирующие на поверхности рогового слоя тонкую газопроницаемую пленку, обеспечивая гладкость и смягчение кожи. В безводных средствах содержание масляной фазы может достигать до 100%; в эмульсиях или двухфазных системах (например, двухфазные демакияжи для снятия водостойкой косметики) на нее приходится до половины состава (очень редко — даже больше, но чаще все-таки меньше).

**Компоненты масляной фазы — это то, что во многом определяет функционал средства, его стабильность, внешний вид, сенсорику и текстуру.** В числе ингредиентов, из которых она состоит, можно встретить как натуральные эмоленты (масла и жиры, некоторые воски, углеводороды), так и эмоленты синтетические (простые и сложные эфиры, спирты Гербе и др.). Подробнее об этих ингредиентах мы поговорим в другом разделе (см. ч. II, п. 2.2), а пока попробуем разобраться, почему она бывает



**NB!**

### Договоримся о терминах

Для косметолога эмомент — это косметическое средство, оказывающее смягчающее и увлажняющее действие на кожу. Но на языке косметической химии эмомент — это вещество, способное смягчать роговой слой (не важно, по какому механизму оно это делает, главное, что после его нанесения роговой слой становится мягче).

Эмоменты могут быть как **липофильными**, так и **гидрофильными**: например, прекрасно растворимые в воде глицерин или ПЭГ-7 глицерилкокоат (PEG-7 Glyceryl Cocoate) — это тоже эмоменты, во всяком случае, в каноническом понимании этого слова. Однако со временем термин «липофильный» все чаще стали опускать, называя компоненты масляной фазы просто «эмоментами», а для водорастворимых веществ этой группы используется термин «гидрофильный эмомент». В данной книге, рассказывая об ингредиентах косметики, мы будем придерживаться именно такого подхода.

## 2.9. Окрашивающие вещества

### 2.9.1. Автозагар

**Что искать в маркировке:** Dihydroxyacetone, Erythrulose.

Круглогодичный легкий загар в современном обществе уже традиционно воспринимается как сигнал благополучия: телесного, социального и финансового. Впрочем, приобрести его можно не только на пляже или в морском круизе: нужный оттенок кожи обеспечит и солярий. Но все мы знаем: длительное воздействие ультрафиолета запускает не только желательные процессы, но и ускоряет старение, повреждает ДНК и повышает риск развития рака, так что ультрафиолет следует использовать обдуманно и строго дозировано. Впрочем, примирить между собой защиту от солнца и золотистый тон кожи легко: достаточно воспользоваться средством для автозагара.

Химия автозагара основана на поверхностном окрашивании кожи за счет реакции между аминокетонами белков и аминокислот рогового слоя и некоторыми моносахаридами (реакция Майяра). Продукты этой реакции — меланоидины — окрашены в различные оттенки коричневого.

С реакцией Майяра мы нередко встречаемся и в быту: подрумяненное мясо, золотистый жареный картофель, аппетитная хлебная корочка — все это тоже меланоидины. Но «косметическая» реакция, в отличие от «кулинарной», протекает в гораздо более мягких условиях: для нее нагрев вообще не нужен, достаточно комнатной температуры и нескольких часов. Изменение тона кожи можно наблюдать уже примерно через полчаса после нанесения, а окончательный оттенок проявляется обычно через 8–24 ч, хотя иногда на это может потребоваться и больше времени (Foltis S.P., 2012).

Поскольку автозагар — продукт химической реакции в тонком поверхностном слое эпидермиса, а роговой слой постоянно отшелушивается — получившийся цвет сходит достаточно быстро (дней через 5–7), и все процедуры и средства, направленные на стимулирование десквамации, от скрабов и бритья до кислотных пилингов и ретиноидов, ускоряют этот процесс (Foltis S.P., 2012). С другой стороны, образующиеся при воздействии автозагара ковалентные связи достаточно устойчивы, и такой загар не смывается средствами для умывания или снятия макияжа, в отличие от декоративной косметики.

В подавляющем большинстве средств для автозагара применяются две простейшие кетозы: **дигидроксиацетон** и **эритрулоза**, а источниками аминокетонных групп в коже выступают свободные аминокислоты (например, компоненты натурального увлажняющего фактора) и белки (например, белки рогового конверта корнеоцитов). Индивидуальные различия в составе аминокислот приводят к тому, что автозагар на коже у разных людей может иметь несколько разный подтон (Steventon K., 2012). На получаемый оттенок влияют также увлажненность рогового слоя, его толщина и pH кожи (Dueva-Koganov O.V., et al., 2010). Кроме того, количество меланоидинов, а следовательно, и глубина

и интенсивность окрашивания зависят от концентрации активного ингредиента в рецептуре. У невысоких дозировок есть определенные преимущества: они дают легкий оттенок, но при ежедневном использовании цвет постепенно усиливается, а риск появления пятен и полос при этом не настолько велик, как при использовании концентрированного автозагара. На этом основан принцип работы сывороток-концентратов: всего 1–2 капля такого средства, добавленных в обычный крем, достаточно для получения желаемого эффекта, а регулярное применение позволяет легко получить и поддерживать загар нужной интенсивности.

Важно понимать, что средства для автозагара хотя и придают коже оттенок, но практически никак не защищают от ультрафиолета. Более того, в ходе реакции Майяра под воздействием УФ-излучения генерируется большое количество свободных радикалов (Jung K., et al., 2008; Jung K., et al., 2010), так что использование автозагаров настоятельно требует нанесения солнцезащиты широкого спектра (Jung K., et al., 2008).

**Дигидроксиацетон (ДГА)** может использоваться в дозировке от 1 до 10%. Для получения легкого оттенка загара достаточно 3%, для более темного тона потребуется более высокая дозировка. ДГА нестабилен: он легко окисляется, разрушается при повышенной температуре и наиболее устойчив при pH 3–4, а ионы переходных металлов (прежде всего, меди, железа, марганца и титана) ускоряют окисление. Он несовместим с неорганическими УФ-фильтрами, пигментами на основе оксидов железа, каррагинаном, многими витаминами, анионными эмульгаторами, мочевиной и ее производными. Автозагары на ДГА могут давать неестественный оранжевый оттенок; избежать этого можно, комбинируя дигидроксиацетон с эритрулозой. Хорошие результаты дает совместное применение ДГА с метабисульфитом натрия (Sodium Metabisulfite) или троксерутином (Troloxerutin): добавление антиоксидантов не только стабилизирует ДГА и снижает окислительный стресс



Дигидроксиацетон (ДГА) имеет натуральное происхождение, нетоксичен, не раздражает кожу, не является аллергеном и, несмотря на небольшие размеры молекулы, не проникает глубоко в кожу из-за своей способности быстро связываться белками и аминокислотами рогового слоя (Foltis S.P., 2012). Тем не менее в последние годы постепенно появляется все больше автозагаров без ДГА. Основной посыл при продвижении такой косметики — натуральность и безопасность, и неважно, насколько именно они безопаснее (и безопаснее ли?) обычных: это апелляция к эмоциям потребителей, а не к науке.

В качестве такой альтернативы ДГА обычно предлагаются каротиноиды: например, в виде экстракта моркови (*Daucus Carota Root Extract*) или масла аннато (*Bixa Orellana Seed Oil*). Правда, такое окрашивание будет менее стойким, а оттенок рискует оказаться не таким натуральным, как хотелось бы.

(в том числе и связанный с промежуточными продуктами реакции Майяра), но и делает цвет более натуральным (Maibach H.I., et al., 2018). Добавление 3% пентиленгликоля (Pentylene Glycol) позволяет ускорить проявление автозагара и получить более насыщенный и стойкий тон (Sander Y., et al., 2018).

К недостаткам ДГА можно отнести то, что он несколько сушит кожу, а использование автозагаров на его основе сопровождается специфическим запахом, который нравится не всем. Первую проблему можно решить включением ДГА в состав эмульсий и использованием увлажняющих ингредиентов, а вторую — добавлением циклодекстринов (Cyclodextrine) или других компонентов, помогающих тем или иным способом маскировать запахи.

**Эритрулоза** (Erythrulose) — второй по популярности активный ингредиент автозагаров. Она используется в дозировке 1–5% и работает по тому же принципу, что и дигидроксиацетон, а рецептурные ограничения, несмотря на несколько большую стабильность эритрулозы, у этих двух компонентов очень похожи. Полученный с помощью эритрулозы загар проявляется несколько медленнее, но имеет более естественный оттенок (Lenz D., et al., 2010; Maibach H.I. et al., 2018). Единственное препятствие, которое мешает полностью заменить ДГА эритрулозой — ее высокая цена. Но эти ингредиенты весьма успешно работают вместе: присутствие эритрулозы существенно улучшает получаемый с ДГА результат.

## 2.9.2. Декоративные пигменты

---

**Что искать в маркировке:** CI 77891, CI 77492, CI 77491, CI 77499, CI 77007, CI 77742, CI 77288, CI 45380, CI 47005, CI 11680 и т.п.

---

Пигменты могут включаться в рецептуры не только для придания нужного оттенка самому продукту. Существует отдельная большая категория косметических средств — декоративная косметика, главной задачей которой является изменение цвета кожи при нанесении. В отличие от средств для автозагара, декоративная косметика не вступает в химические реакции с белками кожи и не дает стойкого окрашивания: она «работает», пока лежит на коже.

В декоративной косметике используются те же пигменты, о которых мы рассказывали ранее (см. ч. I, п. 1.8), но в большей концентрации и в других базах (см. ч. III).

Оттенок тональных средств формируется главным образом за счет комбинации четырех пигментов: белого диоксида титана (CI 77891) и оксидов железа (желтого CI 77492, красного CI 77491 и черного CI 77499). В дополнение к этим четырем основным цветам в пудрах можно встретить синий пигмент — ультрамарин (CI 77007): с ним лучше достигается необходимый тон. Эти же пигменты можно встретить в туши для ресниц, косметических карандашах для глаз и бровей, подводке. Из минеральных пигментов можно упомянуть еще фиолетовый на основе соединений марганца (CI 77742) и зеленый на базе оксида хрома (CI 77288). Однако весь калейдоскоп оттенков



декоративной косметики невозможно получить при помощи только этих цветов, поэтому наряду с минеральными широко применяются и органические пигменты, особенно в помадах и тенях для век. Различные оттенки розового и красного можно получить при помощи CI 45380, CI 17200, CI 45410, CI 75470, CI 73360, CI 15850; ярко-желтый цвет обеспечат CI 47005 и CI 11680, фиолетовый — CI 75470, а насыщенно-черный — CI 77266. У некоторых пигментов есть законодательные ограничения по области применения: например, CI 10316 и CI 15510 запрещено использовать в косметике для макияжа глаз, но можно применять в губных помадах.

Для улучшения ощущений на коже, повышения стабильности рецептуры, облегчения диспергирования, легкости нанесения и стойкости макияжа применяется **поверхностная обработка пигментов**: их частицы покрыты «рубой» из определенных молекул, причем **вещество, выбранное для поверхностной обработки, обязательно будет указано в тексте состава**. От природы обработки зависит, в какую фазу (водную или масляную) вносится пигмент, и как он ведет себя на коже, например:

- обработка **поверхностная алкилсиланом** (Triethoxycaprylylsilane) придает гидрофобность, улучшает диспергируемость пигментов в маслах;
- обработка **перфторуглеродным полимером** (Ammonium C6-16 Perfluoroalkylethyl Phosphate) придает одновременно и гидрофобность, и липофобность. Такие пигменты легко диспергируются в силиконах и применяются в средствах для макияжа повышенной стойкости (например, устойчивого к поту и себуму);
- обработка производным аминокислоты — **N-лауроил-L-лизином** (Lauroyl Lysine) — особенно хороша для пудр и теней для век: такие пигменты отличаются шелковистой сенсорикой, высокой гидрофобностью и меньше поглощают масла (а значит, меньше изменяют цвет);
- обработка **гидрогенизированным лецитином** (Hydrogenated Lecithin) существенно облегчает равномерное распределение пигментов в масляной фазе, улучшает адгезию к коже и дает кремовое ощущение;
- обработка **глицерофосфатом натрия** (Sodium Glycerophosphate), напротив, придает гидрофильность и даже некоторое увлажняющее действие. Обработанные им пигменты легко диспергируются в водной фазе, позволяя создавать легкие гели и эмульсии с хорошей кроющей способностью.

## 2.10. Косметические иллюзионисты: вещества для матирования и оптических эффектов

Визуальное устранение недостатков кожи без воздействия на их причину — такая же важная функция косметики, как и улучшение состояния кожи: ведь для работы на уровне биологических процессов необходимо

время, а красота нужна здесь и сейчас. Роль косметических иллюзионистов скрывающих недостатки, успешно выполняют ингредиенты, которые в косметической химии называют **функциональными наполнителями**. Также название подчеркивает, что это не просто некий инертный балласт для придания объема, а компонент, играющий важную роль, пусть и чисто «косметическую».

Обнаружить такие наполнители в тексте состава непросто — за редким исключением они многокомпонентны, причем их индивидуальные составляющие могут не перечисляться один за другим, а быть размещены в списке ингредиентов в соответствии со своим фактическим количеством. Кроме того, то же название по INCI могут иметь и другие ингредиенты с совсем другими свойствами.



### **Одно название, одно вещество, но разный функционал**

Одно и то же название по INCI действительно может быть у ингредиентов разного назначения. Например, Illite: так называется и природная глина, обычно цветная, и функциональный наполнитель, придающий коже мягкое сияние.

Под названием Silica может скрываться фумигированный оксид кремния, который работает как загуститель, либо матирующий наполнитель, либо текстурирующая добавка, которая придает тактильную шелковистость, подобно силиконам, и улучшает распределение и нанесение косметики.

## **2.10.1. Как создается иллюзия**

Поверхность молодой кожи не только отражает, но и сильно рассеивает свет. По мере старения это свойство постепенно утрачивается, а складки и бороздки становятся более контрастными из-за отбрасываемой тени. При помощи функциональных наполнителей можно мгновенно заполнить морщины, уменьшить тени и обеспечить дополнительное рассеивание света, благодаря чему кожа будет выглядеть моложе.

Снижение жирного блеска может достигаться как за счет поглощения света, так и за счет оптических эффектов (светорассеяние): частицы с нерегулярной поверхностью способствуют оптическому матированию. Но у матирования есть и противоположность: здоровое сияние, которое не имеет ничего общего с жирным или перламутровым блеском. Это все тот же эффект рассеивания света, теряемый с годами, и для его возвращения, пусть и на время, тоже можно использовать функциональные наполнители.

## 2.10.2. Природа веществ-иллюзионистов

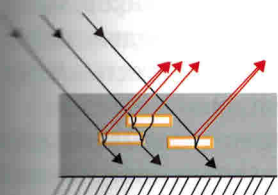
Визуально функциональные наполнители представляют собой белые (очень редко — светлоокрашенные) порошки. Они не растворяются ни в маслах, ни в воде, практически не влияют на цвет косметики в массе и на коже. Со светом они взаимодействуют по-разному, в соответствии с чем делятся на группы (**рис. II-2-12**).

С точки зрения химии это могут быть натуральные или синтетические полимеры, силиконы, неорганические вещества — от мономинералов до сложных многослойных конструкций из оксидов металлов, слюды (натуральной или синтетической), стекол и т.п.

Размер и форма частиц этих порошков оказывает существенное влияние на их свойства даже при одинаковом составе. Количество наполнителей в эмульсиях может варьироваться в широких пределах: от 1 до 20%, в зависимости от целей использования и конкретного ингредиента.

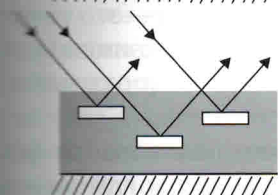
**Рис. II-2-12.**

### ОПТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВИДИМОГО СВЕТА С ЧАСТИЦАМИ РАЗЛИЧНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ (Merck KGaA)



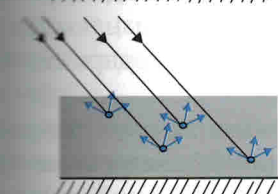
**Специальные эффект-пигменты (перламутровые)**

Цвет, сверкание, цветовые переходы обусловлены интерференцией (отражение и преломление света)



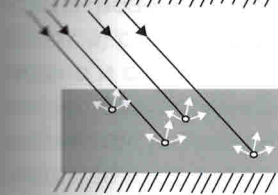
**Пигменты с эффектом «металлик»**

Металлический блеск благодаря отражению света



**Цветные (светопоглощающие) пигменты**

Цвет, обусловленный поглощением света (с дополнительным диффузным отражением)



**Белые пигменты**

Белизна, обусловленная диффузным отражением

Растворы

## Часть III

# КОСМЕТИЧЕСКИЕ ФОРМЫ И ПРОДУКТЫ НА ИХ ОСНОВЕ

Растворы

Гели

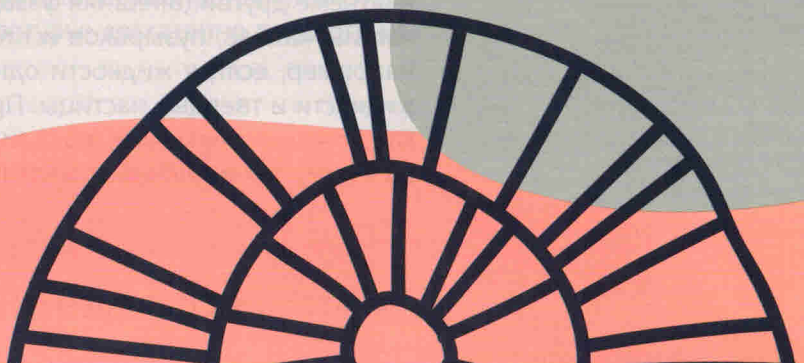
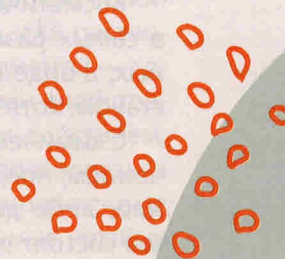
Эмульсии

Пасты и суспензии

Пены

Порошки

Твердые формы



Рядом с торговым названием косметического средства всегда стоит общее название, принятое для данной категории продуктов: например, крем, тоник, сыворотка, флюид, стик, шампунь, пудра, пэтч и другие. Общее название информирует потребителя о внешнем виде/консистенции или предназначении товара: флюид — это что-то совсем жидкое, стик, напротив, твердое, крем имеет мягкую консистенцию и непрозрачный, пудра — сухая и сыпучая, шампунь — средство для мытья волос и т.п. Но оно не является химическим термином, хотя иногда с ним и совпадает, например, слово «гель» относится и к самому продукту (гель для душа), и может указывать на его форму (хотя такое полное совпадение по факту бывает не всегда, см. ч. III, п. 1.2).

Функциональные и биоактивные ингредиенты косметики, используемые для очищения кожи, защиты от негативных внешних воздействий, выравнивания тона кожи, увлажнения, пилинга и т.п. никогда не применяются по отдельности или друг за другом: из них, как из деталей конструктора, составляется рецептура, призванная обеспечить не только практичность, удобство применения, достижение необходимого эффекта, стабильность, но и эстетику. Последняя составляющая тоже имеет большое значение: немалая часть косметического воздействия — это сложный комплекс ощущений, порождающий не менее сложный комплекс реакций: от эмоций до выброса эндорфинов. Все это — задача косметических форм.

Косметические средства для ухода за кожей могут быть представлены в самых разнообразных форматах: жидких, твердых, желе- и кремообразных, в виде порошков и пен. Формат обычно диктуется назначением и составом, хотя порой встречаются и весьма неожиданные решения.

С химической точки зрения практически вся косметика, за редким исключением, представляет собой либо растворы высокомолекулярных соединений, либо дисперсные системы, либо их комбинации. Дисперсные системы состоят из двух или более фаз с большой поверхностью раздела между ними, причем одна из них (внутренняя, или дисперсная фаза) распределена в объеме другой (внешняя фаза, или дисперсионная среда) в виде твердых частиц, капель, пузырьков и т.п. Внутренних фаз может быть и несколько: например, если в жидкости одновременно диспергированы капли другой жидкости и твердые частицы. При этом косметические средства могут быть как тонкодисперсными (коллоидные системы с размером частиц от 1 нм до 1 мкм), так и грубодисперсными, с размером частиц свыше 1 мкм

## 1.1. Растворы

Растворы как косметические формы могут быть:

- **истинными**, в которых растворенное вещество представлено в виде отдельных молекул или ионов;
- **коллоидными**, где молекулы растворенного вещества организованы в некие структуры размером 1 нм и выше.

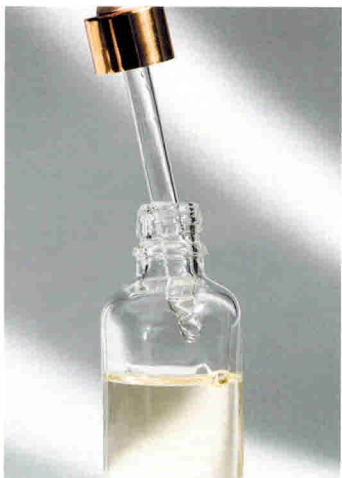
Несколько особняком стоят **растворы полимеров**. С одной стороны, в них есть много сходства с коллоидными растворами: например, способность к коагуляции, низкие скорости диффузии, неспособность растворенного вещества проходить через полупроницаемые мембраны, крупный размер молекул, сопоставимый с величиной коллоидных частиц (1–10 нм) и т.д. С другой стороны, растворы полимеров, в отличие от многих коллоидных систем, достаточно стабильны сами по себе, образуются самопроизвольно, и никакой поверхности раздела в них нет: эти растворы — молекулярно-дисперсные.

Истинных растворов среди косметических средств не очень много. К ним относятся, например, термальные воды, простые косметические масла, а также тоники или сыворотки, не содержащие ПАВ, что встречается нечасто, так что в большинстве случаев все же приходится иметь дело с коллоидными растворами.

Косметические растворы могут быть водными, водно-спиртовыми и безводными, на основе эфирных и/или растительных масел или гликолей. Обычно такие системы либо кристально прозрачны, слегка опалесцируют, либо полупрозрачны, но иногда в них добавляют специальные замутняющие добавки, благодаря чему раствор становится перламутровым или похожим на молоко (см. ниже). Растворы стабильны в течение длительного времени и являются, пожалуй, одной из самых простых косметических форм в плане технологии производства.

Всевозможные жидкие или слегка вязкие тоники, лосьоны (неэмульсионные\*), софтверы, неэмульсионные эссенции и сыворотки на водной основе, спреи и мисты разнообразного назначения представляют собой истинные растворы, если не содержат никаких ингредиентов, для растворения которых не требуется использовать специальные ингредиенты — солюбилизаторы. Солюбилизаторы — это ПАВ со специфическими свойствами: с одной стороны, они не обладают выраженным моющим действием, с другой — не стабилизируют эмульсии (хотя иногда могут использоваться в качестве соэмульгаторов), но способны растворять в воде липофильные вещества, в результате чего получаются совершенно прозрачные (крайне редко — слегка опалесцирующие) коллоидные системы. При достаточном количестве солюбилизатора этот процесс протекает самопроизвольно и без необходимости нагрева до высокой температуры: достаточно простого перемешивания.

\* Лосьонами, особенно в англоязычной литературе, часто называют и жидкие эмульсии.



### 1.1.1. Масляные растворы

Масляные растворы — наиболее простые системы из всех косметических средств: их получают простым перемешиванием липофильных ингредиентов, иногда с легким нагревом для ускорения растворения. В этой форме могут выпускаться:

- масла для ухода за кожей;
- масла для очищения кожи, в том числе гидрофильные;
- моющие масла для очищения лица, принятия ванны или душа и т. п.

Гидрофильные масла представляют собой смеси синтетических эмоленгов, растительных масел и особых ПАВ, способных быстро эмульгировать большое количество масла при контакте с водой. Такие средства наносят на сухую кожу, и при смывании они превращаются в прямые эмульсии, легко удаляемые с кожи вместе с растворенными загрязнениями и макияжем. Для гидрофильных масел подходят не любые ПАВ: с одной стороны, они должны обладать достаточно сильным эмульгирующим действием, а с другой — хорошо растворяться в маслах, чтобы в ходе хранения не произошло расслоения. В качестве примеров таких ПАВ можно привести PEG-20 Glyceryl Triisostearate или Sorbeth-30 Tetraoleate.

Что касается масел для ухода за волосами и масляных средств для секущихся кончиков, то большинство из них представляют собой смеси масел, эмоленгов и силиконов в разных пропорциях. В натуральной косметике вместо силиконов используют альтернативные ингредиенты (например, летучие силиконы можно заменить летучими углеводородами: ундеканом, тридеканом, изододеканом). Силиконовые сополимеры придают таким маслам довольно густую «медовую» консистенцию.

### 1.1.2. Водные растворы

Растворами на водной основе (как правило, слегка загущенными при помощи полимеров) можно пропитывать различные нетканые материалы. Таким образом делают разнообразные влажные салфетки, нетканые маски с различным функционалом — от смягчающих до пилинговых. Такие маски могут быть двух- и трехслойными, с изолирующим внешним слоем (обычно его делают из фольги). Они создают на коже своеобразный эффект компресса, сохраняя тепло и не давая влаге испаряться, что усиливает их действие.

К растворам относятся и сплэш-маски, несколько лет назад взлетевшие на пик популярности. Эти «маски» представляют собой жидкости с растворенными активными ингредиентами и вспомогательными добавками: по сути, это более концентрированные версии тоников. Их можно разбавлять теплой водой и плескать полученный раствор на лицо в течение 15–30 с, либо вбивать в кожу кончиками пальцев во время принятия душа. Сплэш-маски могут использоваться в качестве экспресс-ухода вместо обычных масок, либо как подготовительный этап перед их нанесением.

Праймеры для масок, наносимые в формате миста, тоже выпускаются в виде растворов. По составу они напоминают тоники, но могут содержать большой набор активных ингредиентов. Эта идея позаимствована из декоративной косметики: праймер призван подготовить кожу к маске и облегчить ее нанесение.

### 1.1.3. Двухфазные растворы

Двухфазные растворы часто встречаются в виде средств для снятия макияжа (в особенности водостойкого) и средств для ухода за волосами, обычно несмываемых. Они представляют собой две несмешивающиеся фазы: водную и масляную, которые после интенсивного встряхивания на некоторое время образуют грубодисперсную эмульсию, которая в состоянии покоя достаточно быстро расслаивается на две жидкости с отчетливой границей между ними.

Для ускорения расслаивания принимают специальные меры: например, выбирают легкие эмоленты и увеличивают разницу в плотности жидкостей за счет добавления соли в водную фазу. Концентрацию соли обычно выбирают близкой к значению для изотонического раствора: в средствах для снятия макияжа это дополнительно снижает раздражающее действие на глаза. Иногда в виде двухфазных растворов делают и сыворотки для лица.

### 1.1.4. Растворы полимеров

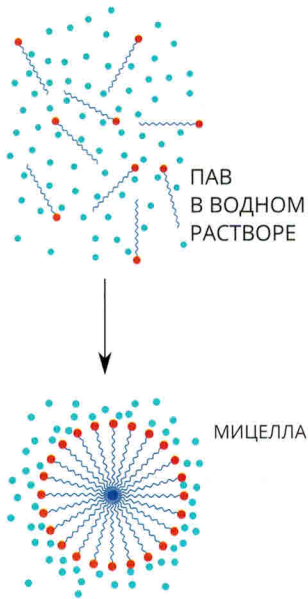
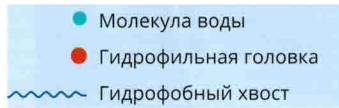
Лаки для волос представляют собой растворы стайлинговых полимеров, чаще всего водно-спиртовые, и могут содержать различные добавки: например, экстракты растений, витамины, УФ-фильтры или кондиционирующие ингредиенты. Они могут быть упакованы во флаконы с распылителем, либо в аэрозольные баллоны.

### 1.1.5. Растворы ПАВ, мицеллярные растворы

К растворам также относятся шампуни, гели для душа, гели для умывания, жидкое мыло и т.п. средства, представляющие собой растворы ПАВ с добавлением некоторых других компонентов.

В водных растворах ПАВ образуют простейшие **мицеллы** — это сферические агрегаты, ядро которых образовано гидрофобными хвостами молекул, а внешний слой — полярными гидрофильными группами. Если ПАВ диссоциирует на ионы, то его мицеллы дополнительно окружены двойным электрическим слоем. В маслах мицеллы ПАВ будут организованы с точностью до наоборот: их внутреннее ядро будет состоять из гидрофильных групп, а внешняя оболочка — из липофильных «хвостов»: так происходит, если,





например, в гидрофильное масло необходимо ввести водорастворимый ингредиент.

Для каждого ПАВ процесс мицеллообразования происходит в определенном интервале температур и концентраций. Температурные пределы образования мицелл определяются точкой Крафта (температура, ниже которой растворимость ПАВ недостаточна для образования мицелл) и точкой помутнения (температура, выше которой система расслаивается на две макрофазы). **Минимальная концентрация ПАВ в растворе, начиная с которой в нем образуются устойчивые мицеллы в заметном количестве, называется критической концентрацией мицеллообразования (ККМ).** При более низких концентрациях ПАВ образуют истинные растворы, в которых молекулы растворенного вещества не ассоциированы друг с другом, а при ККМ мицеллы находятся в равновесии с отдельными молекулами. Процесс образования и распада мицелл при изменении концентрации ПАВ полностью обратим и протекает самопроизвольно. По мере увеличения концентрации ПАВ происходит перестройка структуры мицелл: из сферических они превращаются в пластинчатые. При очень большом содержании ПАВ в растворе могут образоваться жидкие кристаллы или гели. Именно мицеллы обеспечивают мощное и очищающее действие — способность удалять нерастворимые в воде загрязнения с очищаемой поверхности и удерживать их в растворенном (вернее, солюбилизированном) состоянии, предотвращая обратное осаждение (ресорбцию). Поскольку молекулы ПАВ, составляющие мицеллы, не привязаны жестко к своим местам (это скорее одуванчик, чем футбольный мяч), такая конструкция дает возможность липофильным загрязнениям попасть внутрь.

Средствам для мытья кожи на основе ПАВ консистенцию геля придают добавки, увеличивающие вязкость. В качестве таких добавок можно использовать небольшие дозировки ассоциативных загустителей, связывающих мицеллы в более крупные агрегаты (например, PEG/PPG-120/10-Trimethylolpropane Trioleate), или неионные ПАВ, обладающие способностью преобразовывать сферические мицеллы в стержнеобразные (Laureth-2). Но можно задействовать и другие механизмы загущения: например, электролитное. Электролиты работают за счет эффекта высаливания, укрупняя мицеллы и меняя их конфигурацию, в результате чего повышается вязкость, так что растворы многих популярных ПАВ можно загущать добавлением обычной поваренной соли.

**NB!**

**Растворение** — это процесс взаимодействия вещества с растворителем, сопровождающийся его переходом в истинный раствор, тогда как **солюбилизация** — коллоидное растворение, самопроизвольное и обратимое проникновение низкомолекулярного вещества (солюбилизата), слабо растворимого в данной жидкой среде, внутрь находящихся в ней мицелл поверхностно-активного вещества (солюбилизатора) или молекулярных клубков полимерного вещества.

Очищающие лосьоны и тоники содержат неионные ПАВ в количествах, достаточных для удаления загрязнений с кожи. К коллоидно-химическому очищающему действию при их использовании добавляется и механическое за счет трения ватным диском. Такие средства могут удалить с кожи обычные повседневные загрязнения и легкий макияж, но с более серьезной задачей не справятся.

По аналогичному механизму работает и **мицеллярная вода\***. Общепринятого определения понятия «мицеллярная вода» (как и любого другого косметического средства с «мицеллярным» названием) не существует. Вообще говоря, «мицеллярные» средства — это в большой степени маркетинг: **все без исключения растворы ПАВ, в которых достигнута ККМ, содержат мицеллы.**

\* В азиатской косметике вместо термина «мицеллярная вода» обычно используется другой: «очищающая вода» (cleansing water)



## У истоков мицеллярной воды

Первая мицеллярная вода была выпущена в 1991 году во Франции лабораторией Bioderma для чувствительной кожи как альтернатива умыванию водой. Изначально это средство прописывали дерматологи, но оно быстро приобрело такую популярность, что в парижских аптеках за ним стояли очереди, и чудо-вода разлеталась, как горячие пирожки. Однако настоящий бум на мицеллярные воды начался намного позже, и теперь мицеллярную воду (и другие мицеллярные средства: например, шампуни, кондиционеры и даже маски для лица) можно найти практически у любого производителя косметики и в любом сегменте.

В интернете часто пишут, что мицеллярные воды содержат некие мифические «мицеллы жирных кислот» и «обогащены веществами, повышающими проницаемость кожи». На самом деле ничего подобного там нет, а есть **очень мягкие ПАВ, которые легко образуют крупные мицеллы и обладают очень низким раздражающим потенциалом, но хорошим очищающим действием — и это, пожалуй, один из важных признаков мицеллярных вод (а вот хорошее пенообразование для них совершенно не обязательно и даже, пожалуй, лишнее).**

Второй признак — низкое значение ККМ у ПАВ, используемых в составе мицеллярной воды: ведь очищают именно мицеллы, а чем ниже ККМ, тем меньше ПАВ потребуется для эффективного очищения\*\* и тем меньше риск раздражения кожи.

Третий признак — очень лаконичный состав: в них нет ничего сверх необходимого, а задача у таких средств одна: очистить кожу. Мицеллярные тоники 2-в-1, призванные работать и как очищающее средство, и первый



\*\* По этой причине короткоцепочечные алкилполиглицозиды — не лучший выбор для мицеллярной воды: при всей мягкости этих ПАВ у них довольно высокая ККМ.

Часть V

**РАЗБИРАЕМСЯ В ДЕТАЛЯХ:  
НЕКОТОРЫЕ НАИБОЛЕЕ  
ЧАСТЫЕ ВОПРОСЫ  
ПРО КОСМЕТИКУ**



**В** заключительной части нашей книги мы собрали некоторые вопросы, которые нередко задают пользователи косметики: друг другу и представителям компаний. Эти вопросы активно обсуждаются в интернете, но ответы и комментарии зачастую эмоциональны, безосновательны и вводят в заблуждение, порождая нереалистичные ожидания и разочарования.

Мы постараемся ответить на эти острые вопросы, опираясь на известные факты. Современная косметическая индустрия высокотехнологична и широко использует достижения науки и техники при разработке и производстве, что позволяет создавать принципиально новые или же совершенствовать известные продукты. Правильное отношение к этому поможет адекватно оценивать возможности современных косметических средств и получать от них максимум того, что они могут нам дать.



**Силиконы — в лучшем случае ненужный балласт, а в худшем они забивают поры, не дают коже дышать. Почему их используют и в дорогой, и в дешевой косметике, если в них нет ничего хорошего?**

#### **Ответ**

Силиконы — это кремнийорганические полимерные соединения с обязательным наличием цепочки из чередующихся атомов кислорода и кремния; последние связаны с различными органическими заместителями. Вещества эти необыкновенно разнообразны по физическим свойствам — от жидких, как вода, до желеобразных, от гидрофобных до полностью водорастворимых, от пластичных гелей до легко растягивающихся эластомеров, вязких восков и хрупких стеклообразных смол. Межмолекулярные и внутримолекулярные взаимодействия в силиконах слабее, чем в органических соединениях. Благодаря этому молекулы силиконов легко скользят относительно друг друга и не перепутываются. Гибкость молекулы, свобода вращения относительно главной цепи и взаимное отталкивание метильных групп способствуют формированию своеобразного «облака» из органических заместителей, окружающего кремниево-кислородный остов полимера — это и обуславливает водоотталкивающие свойства силиконовых пленок.

А еще силиконы довольно инертны — химически и биологически, прекрасно переносятся кожей (Mojsiewicz-Pieńkowska K., et al., 2016) и успешно применяются в программах ухода при кожных заболеваниях (Fowler J.F., 2000; Varothai S., et al., 2018). Используемые в косметике силиконы характеризуются высокой чистотой, что также повышает их безопасность. Молекулы их либо слишком велики, чтобы проникать в кожу, либо слишком летучи, так что через роговой слой они не проходят и не накапливаются в организме. Силиконы не образуют продуктов распада, способных оказывать раздражающее действие, не встраиваются в липидные структуры рогового слоя и не являются благоприятной средой для развития микроорганизмов, что тоже снижает риски. Более того, использование силиконов в защитных кремах даже позволяет предотвратить проникновение возбудителей, например шистосом (Ingram R.J., et al., 2002).

Широко распространено мнение о том, что силиконы — бесполезные, а то и вредные ингредиенты: они якобы комедогенны, не дают коже дышать и образуют на ее поверхности пленку, через которую не проникают активные вещества. Ни то, ни другое, ни третье не соответствует действительности. Даже в известном эксперименте (Fulton J.E., 1989), послужившем основой для составления широко растиражированных «шкал комедогенности», силиконы оценивались как некомедогенные. Диметикон в сочетании с глицерином в составе базы топических средств для лечения акне улучшал переносимость бензоилпероксида и ретиноидов (Draelos Z.D., et al., 2008) и не демонстрировал окклюзивности, препятствующей нормальному газообмену (Hoggarth A., et al., 2005). Причина высокой газопроницаемости силиконов заложена в слабом внутримолекулярном взаимодействии между звеньями кремнево-кислородной цепи, благодаря которому для них характерен высокий коэффициент диффузии газов (кислорода и паров воды в том числе). Единственное исключение составляют силиконы с длинными алкильными заместителями (30 и более атомов углерода): их проницаемость для паров воды (но не для кислорода) становится близкой к таковой для вазелина. Что же касается препятствования проникновению активных ингредиентов в кожу, то и это свойство не подтверждается: к примеру, силиконовые эластомеры в топических средствах демонстрируют хорошую эффективность именно в качестве системы доставки (Aliyar H., et al., 2015).

На сегодняшний день законодательные ограничения, касающиеся использования в косметике, применяются лишь в отношении летучих циклических силиконов — циклосилоксанов, в связи с чем их сейчас активно заменяют на низкомолекулярные диметиконы — столь же летучие, но не вызывающие опасений.



## Правда ли, что эфирные масла более безопасны, чем синтетические отдушки, и ими можно заменить активные ингредиенты?

### Ответ

В составе косметики эфирные масла могут применяться либо как компоненты для решения каких-то уходовых задач, либо в качестве альтернативы синтетическим отдушкам (последнее особенно популярно в натуральной и органической косметике). Многие из них демонстрируют антибактериальные и противогрибковые свойства, что позволяет рассматривать эфирные масла как дополнение к консервантам, а некоторые предлагаются в качестве активных ингредиентов против акне. Так, сообщалось об эффективности и хорошей переносимости масла чайного дерева в дозировке 5% при умеренном акне, хотя некоторая часть пациентов жаловалась на жжение, зуд и шелушение. Тем не менее, кокрановские аналитики пришли к выводу о низком уровне доказательности в этих публикациях (Сао Н., et al., 2015). Сандаловое масло также использовалось при акне в сочетании с салициловой кислотой с достаточно хорошими результатами и в целом неплохой переносимостью при жалобах на жжение и сухость обычных для такого рода средств. Масло лаванды может оказаться полезным для ускорения заживления ран, стимуляции синтеза коллагена и активности белков, задействованных в процессах ремоделирования (Samuelson R., et al., 2020), а масло бессмертника улучшает барьерную функцию и сдерживает старение (Lemaire G., et al., 2016).

Сами эфирные масла и их летучие компоненты могут проникать через роговой слой и выступать в роли энхансеров по отношению к другим гидрофильным и липофильным ингредиентам. После кожного применения они быстро метаболизируются и не накапливаются в организме, поэтому некоторые исследователи считают их безопасными (Herman A., et al., 2015).

К сожалению, бытует широко популяризируемая, но не соответствующая действительности точка зрения, будто «эфирные масла, будучи натуральными, более безопасны и вызывают меньше побочных эффектов, чем синтетические ингредиенты, выполняющие те же функции». Как и в случае синтетических веществ, у большинства людей эфирные масла не вызовут никаких негативных последствий, но у части популяции может проявиться раздражение кожи, крапивница, аллергический контактный дерматит. Частыми триггерами **аллергических реакций** выступают эфирные масла чайного дерева, корицы, иланг-иланга, цитронеллы, сосны и лемонграсса (Rudzki E., et al., 1976; de Groot A.C., et al., 2016; Dornic N., et al., 2016). В условиях повторяющегося воздействия малых доз сенсibilизаторов риск контактной аллергии увеличивается — а это как раз случай косметики. Окисление существенно усиливает аллергенный потенциал практически всех эфирных масел, за исключением сандала, ветивера и пачули, и особенно ярко это выражено у масел чайного дерева, лаванды и цитрусовых. Более того, масло может продолжать окисляться уже в составе готового косметического продукта, что увеличивает риски (Sharmeen J.B., et al., 2021). При прочих