

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ШАМПУНЕЙ

Канд.техн.наук Л.А.САНОВА,
Т.В.ДРОНИКОВА

ГНУ ВНИИЖ Россельхозакадемии

Современные шампуни в большинстве своем являются мультифункциональными кондиционирующими, и их рецептуры могут содержать от 10 до 15 ингредиентов и более. К ним относятся базовые ПАВ «первичные и вторичные», загустители (регуляторы вязкости), эмульгаторы и стабилизаторы эмульсий, комплексообразователи (регуляторы жесткости воды), пенообразователи и стабилизаторы пен, кондиционеры, красители, ароматизаторы, консерванты, и другие полезные добавки (функциональные или иные). Многие из этих ингредиентов являются многофункциональными и, как правило, используются в шампунях параллельно для других целей, в частности, эмульгирования, диспергирования, стабилизации пен и т.п. В целом, большинство кондиционирующих шампуней в своем составе в среднем содержат (мас%): воды – 70; базовых ПАВ – 15; усилители пенообразования – 5; электролитов – 5; красителей, отдушек, консервантов и других полезных добавок – 5.

Согласно определению шампуней [1], они представляют собой однородные однофазные или многофазные жидкости с геле- или кремообразной массой без посторонних примесей. По агрегатному состоянию – это грубодисперсные системы класса эмульсий с размером капель от 10^{-3} до 10^{-5} м.

Большинство эмульсий шампуней относятся к прямому типу дисперсий «масло в воде» (М/В) с невысоким содержанием дисперсной «масляной» фазы. Ее массовая доля ϕ определяется в основном потребительскими свойствами шампуней: в очищаемых вспениваемых шампунях $\phi \sim 1\text{--}3\%$, в многофункциональных кондиционирующих – $\phi \sim 7\text{--}10\%$. Водная фаза содержит воду и водорастворимые ингредиенты, масляная фаза (термин «масло» – собирательное понятие) – нерастворимые в воде ингредиенты, которыми в шампунях в основном являются углеводородные вещества, преимущественно ПАВ.

Углеводородная цепь молекул этих веществ всегда гидрофобная и растворима в масляной фазе, полярная часть молекул – гидрофильная и растворима в воде. В целом полярная (гидрофильная) водная фаза и неполярная (липофильная) масляная фаза взаимно нерастворимы.

При приготовлении эмульсий водную и масляную фазы необходимо диспергировать одну в другой. Для диспергирования шампуней наиболее широко применяют механическое перемешивание жидкостей с использованием лопастных и пропеллерных мешалок. Опуская из рассмотрения механизм диспергирования одной фазы в другой при получении эмульсий шампуней и их стабилизацию (подробно описаны в работе [2]), ниже изложены основные принципы технологии приготовления водной и масляной фаз. Рассмотрены способы дозирования ингредиентов во времени (по частям или полностью), очередность их введения в фазы, уровни смешения в фазах (степень гомогенизации) и между фазами (степень диспергирования).

1. Подготовка водной фазы

Водная фаза эмульсий шампуней кроме воды как растворителя содержит водорастворимые ингредиенты: загустители, умягчители, увлажнители, базовые ПАВ, электролиты и т.п. Большая часть из них добавляется в воду изначально, и лишь небольшое количество – в ходе смешения с масляной фазой и доводке готовой эмульсии шампуня до заданной кондиции.

Технологическая вода. Согласно нормативной документации на моющие гигиенические косметические изделия [1] в шампунях в качестве технологической воды как растворителя допускается использование воды для хозяйственных нужд (водопроводная), деминерализованной и деионизированной. Две последних требуют специального оборудования для их подготовки и применяются при использовании воды для производственных нужд из загрязненных источников (низкое качество, плохая микрофлора и т.п.). Поэтому традиционно используют хозяйственную воду с добавлением в нее так называемых *секвестрантов* (от лат. *sequestro* – отделение). Эти вещества предотвращают образование нерастворимого осадка содержащихся в воде солей поливалентных металлов Ca, Mg, Fe и др. и одновременно понижают жесткость воды путем связывания секвестрантов с катионами Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} в комплексные соединения.

Из веществ – секвестрантов в шампунях наиболее часто используют этилендиаминтетрауксусную кислоту (ЭДТА) и кристаллогидраты ее динатриевой соли $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}_8\text{Na}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (торговая марка – Трилон Б, порошок). ЭДТА может связывать до 139 мкг Ca^{2+} /г [3]. Исходя из этой величины, концентрация ЭДТА и ее соли в шампунях при использовании в них в качестве растворителя хозяйственной воды в среднем составляет $\sim 0,1\text{--}0,2$ мас%.

Кислотно-щелочной баланс. Согласно Национальному стандарту РФ [1], величина водородного показателя pH в шампунях должна находиться в интервале значений от 5,0 до 8,5. Для кондиционирующих

шампуней величина pH в среднем составляет 6,1–6,4, то есть является близкой для нейтральной среды (pH=7) с небольшим отклонением в сторону слабых растворов (pH<7).

В качестве регулятора значений величины показателя pH в шампунях преимущественно используют лимонную кислоту $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$ (Citric Acid) и едкий натр NaOH (Sodium Hydroxide). Основная масса лимонной кислоты вводится в воду сразу после ее дозирования, чтобы создать в ней кислую среду, обеспечивающей большую скорость растворения многих ингредиентов без нагрева водной фазы, а также исключая гидролиз алкилоламов с выделением аммиака. Концентрация лимонной кислоты в шампунях определяется их потребительскими свойствами, а также количеством ингредиентов; для кондиционирующих шампуней она составляет 0,1–0,15%. Едкий натр NaOH вводится в водную фазу в конце ее приготовления с целью доведения показателя pH до заданной величины. Кислотно-щелочной баланс водной фазы для кондиционирующих шампуней достигается при концентрациях NaOH 0,25–0,30 мас%.

Загущение. Согласно техническим требованиям к шампуням [1] их консистенция с геле- или кремообразной массой может изменяться от жидкой до густой. Вязкость кондиционирующих шампуней в среднем составляет $\eta \sim 4,5\text{--}5,5$ Па·с, что по сравнению с вязкостью воды ($\eta \sim 1 \cdot 10^{-3}$ Па·с) больше примерно в 5000 раз. Чтобы обеспечить заданную консистенцию шампуней и желаемую текучесть в их состав вводят вещества – загустители, позволяющие регулировать вязкость.

Большая часть загустителей (~80 мас% от их массы) вводится в водную фазу изначально при ее приготовлении, оставшаяся часть – добавляется в готовую эмульсию при доводке ее до заданной вязкости.

В качестве загустителей шампуней традиционно применяют алкилоламы, полимерные материалы, электролиты [4]. При добавлении алкилоламов и электролитов изменение вязкости водного раствора ПАВ производится за счет агрегативной трансформации мицелл в более сложные геометрические формы (цилиндрические, пальчиковые, плоские и т.п.), что увеличивает напряжение внутреннего трения и вязкости и обеспечивает тем самым эффект загущения шампуней. Алкилоламы вводят в шампунь на стадии образования водной фазы, а электролиты – в конечный состав шампуня с целью корректировки вязкости, улучшения совместимости и т.д.

При добавлении полимерных материалов (водорастворимые полимеры, этоксилированные многоатомные спирты с полиольной цепью и др.). Загущающее действие основано на их способности самопроизвольно формировать дисперсные системы типа студней с пространственной сеткой – каркасом из полимерных цепей с двумерной или трехмерной решеткой. Образование сетки – каркаса студня в дис-

персной фазе происходит при достижении определенной для данного полимера концентрации в растворе, называемой критической концентрацией структурообразования (ККС). Для полимеров, используемых в шампунях, ККС невелика и составляет 0,3–1,5 мас%. Это значение ККС предопределяет величину концентрации полимера-загустителя в водной фазе при ее подготовке. Поскольку доля воды в шампунях, как было показано выше, составляет ~70%, то при загущении водной фазы ее объем изначально устанавливается, исходя из величины ККС. Так, например, если ККС полимера-загустителя составляет 0,55 мас%, то расход воды, необходимый для образования студня в процессе загущения, должен составлять $100/0,55=182$ кг воды/кг полимера.

Замутнение и опалесценция. Большинство шампуней изготавливаются непрозрачными (главным образом, по эстетическим причинам) и имеют перламутровый или опалевый вид. Непрозрачность шампуней создается введением в них веществ – замутнителей. В качестве последних используют соли жирных кислот $C_{16}\text{--}C_{18}$ (пальмитаты и стеараты магния и цинка), алкилоламы и глицериды жирных кислот, эфиры этиленгликоля и полиэтиленгликоля (моно- и диэтиленгликольмоностеараты), моноалкиловые эфиры жирных кислот и другие. Консистенция солей стеаратов твердая кристаллическая с температурой плавления 40–60°C (термин «стеараты» собирательное понятие и охватывает как соли C_{18} , так и соли других жирных кислот и их производных). Замутнители выпускаются в виде суспензий, в которых твердой дисперсной фазой служат кристаллы стеаратов, а также в форме паст и порошков.

Перламутровый эффект обусловлен изменением оптических свойств кристаллов, которые частично отражают и частично преломляют падающий свет; степень отражения /преломления зависит также от угла падения света или угла просмотра. Кристаллы различных стеаратов создают разный перламутровый эффект: например, диэтиленгликоль моностеарат дает более непрозрачную и тусклую (без блеска) перламутровость, чем моноэтиленгликоль моностеарат, создающий менее непрозрачную, но с большим блеском перламутровость. На перламутровый эффект оказывает влияние также длина алкильной группы алкилоламов: например, кокосовый диэтаноламид дает меньше блеска, а лауриновый моноизопропаноламид – больше блеска.

На степень мутности и уровень блеска шампуня значительное влияние, кроме состава замутнителя, оказывает величина скорости сдвига при смешении его с водной фазой и температура. При больших скоростях сдвига получаем высокую степень мутности и низкий уровень блеска и, наоборот, при малых скоростях сдвига – мутность уменьшается, а блеск увеличивается. Одновременно с перемешиванием водной фазы ее быстрое охлаждение усиливает

мутность и уменьшает блеск, а медленное охлаждение – увеличивает блеск. Эти явления изменения мутности и блеска, связанные с действием скорости сдвига и нагрева/охлаждения, обусловлены скоростью кристаллизации стеаратов и размерами их кристаллов: чем крупнее кристаллы, тем меньше мутность и больше блеск.

Таким образом, основными факторами, влияющими на замутнение и опалесценцию являются: состав стеаратов; присутствие алкилоламидов; скорость сдвига при смешивании; скорость нагрева/охлаждения. Исходя из этих факторов, для создания заданной перламутровости, в водную фазу вводят либо несколько замутнителей с суммарной концентрацией от 0,1 до 5 мас%, либо смесь с основой из лауретсульфата натрия и добавлением в нее стеаратов и алкилоламидов.

Смеси производят в форме концентратов – дисперсий, которые для большинства перламутрообразующих добавок содержат (мас% [5]: этиленгликоль моно/дистеарат – 20; кокосовый моноэтаноламид – 20; лауретсульфат натрия (27%) – 60; гексенгликоль (для снижения вязкости) – по необходимости.

Ряд фирм – производителей парфюмерно-косметических средств (например, Merck Darmstadt, Unilever и др.) в качестве перламутрообразующих добавок применяют органосилоксановые полимеры, содержащие частицы слюды, покрытые оксидом титана (диаметр частиц 0,01–500 мкм). Перламутровый эффект создается за счет изменения оптических свойств частиц слюды. В шампунях в основном используют полимеры марки Timiron, в частности Timiron Super-sheen MP 1001, который одновременно с перламутровым эффектом загущает водную фазу и кондиционирует шампунь, придавая волосам гладкость, шелковистость и т.п. Концентрация силоксана в кондиционирующих шампунях составляет ~0,1 мас%; он хорошо диспергируется в водной фазе, набухает и образует полимерный студень.

Ввод базовых и вспомогательных ПАВ. В производстве шампуней в качестве базовых (первичных) ПАВ в основном используют натриевые и аммониевые соли сульфатов жирных спиртов (преимущественно лаурилового спирта C_{12} и смеси жирных спиртов C_{12} – C_{14} кокосового масла): алкилсульфаты и алкилэтоксисульфаты со степенью оксэтилирования от 2 до 3, сульфаты моно- и триэтаноламидов лауриновой кислоты и смеси жирных кислот кокосового масла, а также α -олефинсульфонаты (в основном в США) и сульфосукцинаты. Концентрация базовых ПАВ в шампунях определяется в основном их рецептурой и потребительскими свойствами и составляет (мас%): в очищающих вспениваемых шампунях (в быту называемыми «семейными») от 5 до 27, а в многофункциональных кондиционирующих – от 7 до 30. Все перечисленные ПАВ являются анионными и хорошо растворимы в воде (за исключением

лаурилэтоксисульфата, растворимость которого ограничена).

При подготовке водной фазы базовые ПАВ вначале растворяют в чистой технологической воде. Масса (объем) этой воды равна величине разности между общей массой, вводимой в шампунь в качестве растворителя согласно рецептуре, и массой воды, расходуемой на стадии загущения и замутнения, а также при подготовке раствора щелочи NaOH для доводки показателя pH в кислотно-щелочном балансе водной фазы. В среднем это количество воды составляет ~ 50% от ее общей массы.

Вспомогательные (вторичные) ПАВ вводят в шампунь для усиления пенообразования и улучшения качества пены (делают ее более кремообразной и густой), придания дерматологической мягкости рецептуре (снижают раздражение кожи и глаз), а также повышения вязкости шампуня. В качестве вспомогательных ПАВ в большинстве шампуней традиционно используют амфотерные ПАВ: кокамидопропилбетаины, кокамфокарбоксиглицилаты; лаурил (C_{12})-, миристил (C_{14})- и кокдиметиламинооксиды; кокамидопропил-диметиламинооксиды; децил-, ундецил- и кокполиглюкозиды. Они хорошо растворимы в воде и для очищающих вспениваемых шампуней, не содержащих масляной фазы, вводятся в водную фазу вместе с базовыми ПАВ.

Для шампуней с масляной фазой вспомогательные ПАВ вводят непосредственно при ее подготовке.

Необходимость раздельного ввода базовых и вспомогательных ПАВ соответственно в водную и масляную фазы обусловлена различием их коллоидно-химических свойств, влияющих на пенообразующую способность шампуней. При совместном вводе обоих ПАВ в водную фазу и ее гомогенизацию, наличие в ней вспомогательных ПАВ, концентрация которых в шампунях в 4–5 раз меньше концентрации базовых ПАВ, незначительно изменяет коллоидно-химические свойства водной фазы и, как следствие, усиление пенообразующей способности за счет вспомогательных ПАВ практически не наблюдается.

При вводе вспомогательных ПАВ непосредственно в масляную фазу и эмульгировании ее в водной фазе их основная масса сосредоточена в объеме и поверхностном слое (пленке) каплей дисперсной фазы. При этом концентрация вспомогательных ПАВ в пленке межфазной поверхности на границе раздела фаз М/В преобладает над концентрацией базовых ПАВ, что неизбежно приводит к изменению коллоидно-химических свойств дисперсной системы, в частности, к уменьшению поверхностного натяжения. В результате пенообразующая способность возрастает, так как ее величина изменяется обратно пропорционально значению поверхностного натяжения [6], то есть вспомогательное ПАВ работает в шампунях как усилитель пенообразования.

Другие вещества. К ним относятся в основном

ингредиенты, вводимые в состав рецептуры шампуня по так называемой необходимости, связанной главным образом с улучшением функциональных и потребительских свойств. Это могут быть эмульгаторы, стабилизаторы эмульсий, и пен, солюбилизаторы, консерванты, увлажнители, полезные добавки и другие. Они должны быть водорастворимы и вводиться в водную фазу в той последовательности, при которой ее структура сохраняет свою агрегативную устойчивость и гомогенность.

2. Подготовка масляной фазы

Масляная фаза содержит водонерастворимые ингредиенты: красители, отдушки, кондиционеры, консерванты, эмоленсы, полезные добавки. Некоторые из этих веществ могут быть водорастворимыми, но в рамках технологии изготовления шампуней, особенно многофункциональных кондиционирующих, их целесообразно вводить в масляную фазу.

В зависимости от состава и физико-химических свойств ингредиентов, масляную фазу готовят либо по частям, либо полностью с одновременной загрузкой. В ходе загрузки ингредиентов в фазу, ее непрерывно перемешивают до получения однородной массы и, если необходимо, нагревают до температуры 75–80°C, чтобы увеличить скорость растворения. Готовую масляную фазу добавляют в водную фазу при непрерывном перемешивании.

3. Корректировка вязкости и кислотно-щелочного баланса шампуня

Вязкость большинства шампуней корректируют с помощью добавления в них солевого раствора NaCl.

Водородный показатель pH корректируют добавлением в шампунь раствора едкого натра NaOH и лимонной кислоты. Возможно добавление полиолов и их производных, в частности, полипропиленгликоля и др.

4. Технологическая установка

Технологический процесс производства шампуня включает в себя стадии взвешивания и дозировки ингредиентов, их загрузку и перемешивание, нагрев и охлаждение фаз и их перекачивание, анализ промежуточных смесей и конечного продукта, доводка готового продукта до заданной кондиции (pH среды, вязкость, плотность, внешний вид и цвет и т.п.) и перекачка его в емкость для хранения с последующим фасованием. Для проведения этих стадий технологическая установка должна иметь в своем составе: включает в себя аппараты-смесители, насосы, мерники и дозаторы, питатели, нагреватели/охладители, анализаторы, запорную арматуру и т.п. Блок-схема технологической установки представлена на рис. 1. В рамках технологии наиболее значимыми из оборудования в этих установках являются аппараты-смесители.

В зависимости от производительности установки рабочий объем смесителей составляет от 50 до 6000 л, мощность электропривода – от 1.6 до 45 кВт. В качестве перемешивающих устройств в смесителях традиционно используют лопастные, пропеллерные и якорно-скребковые мешалки, снабженные стационарными волнорезами.

Одновременно для сокращения времени перемешивания и улучшения гомогенизации применяют рециркуляцию смеси насосами. Для смесителей с большим рабочим объемом и значительной высотой число лопастей, устанавливаемых на валу, может быть от 1 до 4 штук.

Для обеспечения высокой эффективности перемешивания ингредиентов и достижения в горизонтальной и вертикальной плоскостях 100% однородности смеси, лопасти перфорируют и крепят на валу под определенным углом наклона. Этому способствует также устройство в аппарате двойного рециркуляционного контура с выбросом смеси на разных уровнях. Для исключения образования «мертвых зон» в смесителях, особенно с большим диаметром, может устанавливаться от 2 до 3 мешалок с разным углом наклона вала относительно вертикали.

Весьма важным фактором, влияющим на степень гомогенизации смеси, является место ввода ингредиентов в аппарат. В зависимости от консистенции (жесткая, пастообразная, порошковая) и объемного расхода сырья, его подачу в смеситель осуществляют тремя способами: через контур рециркуляции (если имеется в аппарате); через удлиненный патрубок в центральную часть аппарата; в верхнюю часть аппарата над мешалками.

Современные смесители дополнительно снабжены автономной системой мойки, очищающей аппарат от предыдущей смеси после ее откачивания. Система мойки состоит из ротационных моющих головок, встроенных в крышку аппарата и присоединенных через коллектор на контур рециркуляции смесителя. Схема одного из типовых аппаратов – смесителей, выпускаемых российской фирмой «Урлински» [7], показана на рис. 2.

5. Алгоритм технологического цикла производства шампуня

Алгоритм производства шампуня представляет собой последовательность операций, охватывающих полный технологический цикл изготовления продукта от загрузки ингредиентов до перекачки его в хранилище.

Алгоритм включает в себя следующие операции:

1. Распределение ингредиентов по фазам в соответствии с условиями их формирования.
2. Установление очередности загрузки ингредиентов в аппараты-смесители при подготовке фаз.
3. Определение загрузочной массы ингредиентов, включая распределение количества воды по фазам.

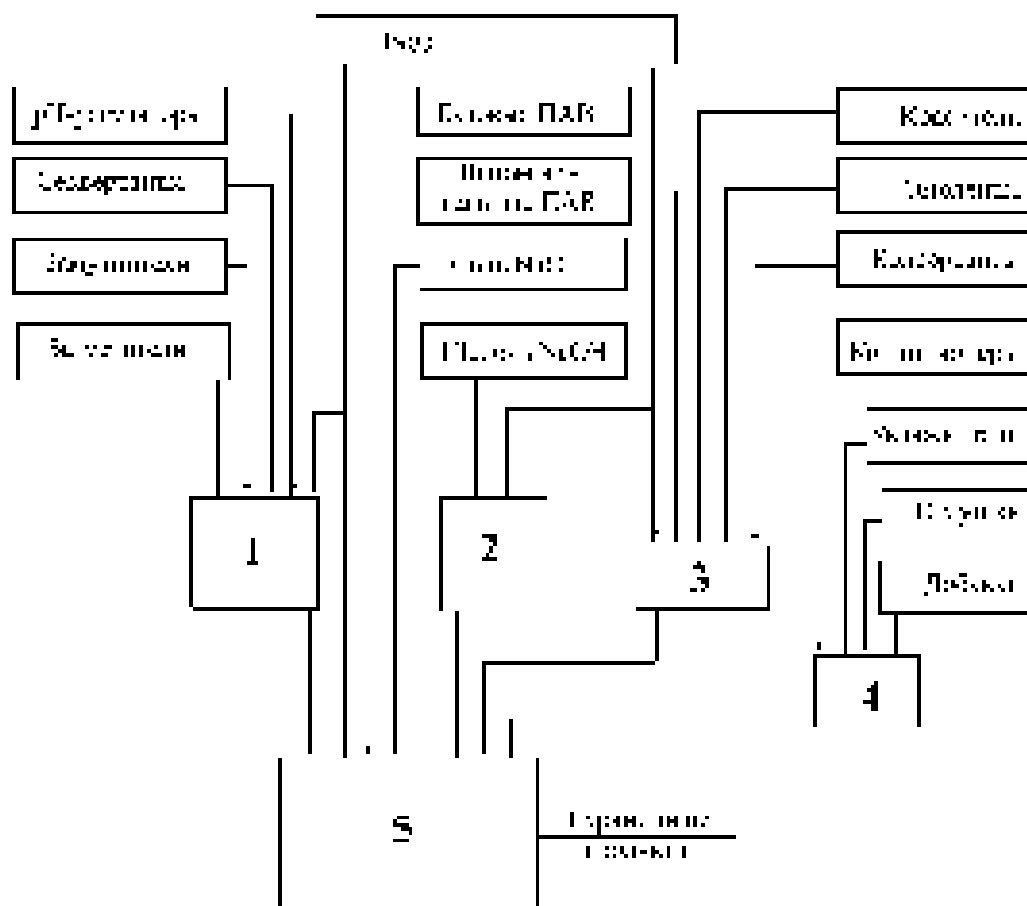


Рис. 1. Блок-схема технологической установки производства шампуней. 1-4 – аппараты-смесители приготовления: водной фазы (1), водного раствора щелочи NaOH (2), масляной фазы (3, 4), шампуня (5).

4. Расчет режимов перемешивания и определение продолжительности операций.

5. Установление температурного режима проведения операций.

6. Взятие проб на анализ, контроль и корректировка (по необходимости) показателей кондиции шампуня.

7. Перекачивание готового продукта в емкость для хранения.

В практике пропись алгоритма технологического цикла обычно оформляется в виде технологической карты регламента на производства шампуня.

Ниже, на примере производства коммерческого кондиционирующего шампуня приведено описание процедуры разработки технологической карты регламента приготовления продукта в промышленных условиях.

ПРИМЕР. Составить технологическую карту производства кондиционирующего шампуня на промышленной установке периодического действия производительностью 3000 кг.

Рецептура шампуня содержит следующие ингредиенты (мас%): базовое ПАВ лаурилтриэтоксисульфат натрия (Техарон 701) – 14,5; вспомогательное ПАВ кокаמידопропилбетаин (Empigen BS/FA) – 5; загуститель, полиакриловая кислота (Carbopol 980) – 0,4;

комплексобразователь-секвестрант, динатриевая соль EDTA (EDTA BD) – 0,1; перламутрообразующий концентрат (Perlante GM 4175) – 0,1; эмульгатор/кондиционер диметикон сополимер (DC 5-7051) – 1,5; консервант диметилдидиметилгидантоин (Glydan LTD) – 0,4; красители, хинолиновый желтый (CI-47005) – 0,3 и красный (CI-14700) – 0,1; отдушка (Perfume Vanilla Rod 3) – 0,5; кондиционер/увлажнитель, гуарагидрокси-пропилтриметиламмония хлорид (Guar HTP Chloride) – 0,1; pH-регуляторы, лимонная кислота (Citric Acid) – 0,1 и щелочь NaOH (Sodium Hydroxide) – 0,25; регулятор вязкости, техническая соль NaCl (Sodium Chloride) – 5; вода – 72.

РЕШЕНИЕ

1. Распределение ингредиентов по фазам

Распределение ингредиентов по фазам производим в соответствии с условиями формирования водной и масляной фаз (см. п.1 и 2). Одновременно устанавливаем очередность загрузки ингредиентов в смесители (рис. 1) при подготовке фаз. Определяем режимы перемешивания и продолжительность операций, а также температуры нагрева и охлаждения фаз. Результаты распределения ингредиентов представлены в таблице.

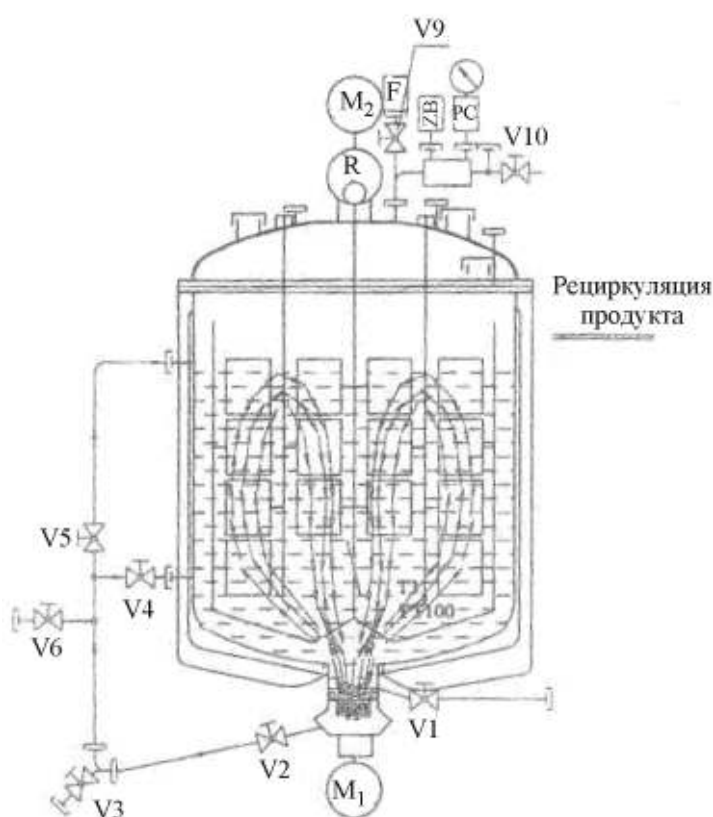


Рис. 2. Схема конструкции высокоэффективного смесителя с двойным циркуляционным контуром [7].

Технологическая карта производства шампуня

Загрузка № п/п	Название ингредиентов	Количество операции		Наименование	Действие
		%мас	кг		
Часть А (водная фаза)					
1	Вода	16,0	480	Загрузить в см.1 Включить мешалку t~25°C	Растворитель
2	Кислота лимонная	0,1	3	Загрузить в см.1	Регулятор pH
3	Перламутрообразователь	0,1	3	Загрузить в см.1	Придает перла- мутровый блеск
4	Кислота полиакриловая	0,4	12	Загрузить в см.1	Загуститель
5	Динатриевая соль ЕДТА	0,1	3	Перемешать ~60 мин Загрузить в см.1 Перемешать ~5 мин	Комплексообра- зователь
Часть В (раствор базового ПАВ)					
6	Вода	40,1	1203	Загрузить в см.5 Включить мешалку t~25°C	Растворитель
7	Лаурилтриэтоксисульфат натрия (70%)	14,5	435	Загрузить в см.5 Включить рециркуляцию	Базовое ПАВ Пенообразователь

Продолжение таблицы

Загрузка № п/п	Название ингредиентов	Количество операции		Наименование	Действие
		%мас	кг		
Перекачать водную фазу (часть А) из см.1 в см. 5)					
8	Вода	2.5	75	Загрузить в см.1 Промыть и перекачать в см.5	Растворитель 8
Часть С (раствор щелочи NaOH)					
9	Вода	10	300	Загрузить в см.2 Включить мешалку t~25°C	Растворитель
10	Щелочь NaOH	0,25	7,5	Загрузить в см.2 Перемешать ~10 мин	Регулятор pH
Перекачать раствор щелочи NaOH (часть С) из см.2 в см.5)					
11	Вода	2,1	63	Загрузить в см.2 Промыть и перекачать в см.5	Растворитель
Часть Д (масляная фаза)					
12	Вода	0,1	3	Загрузить в см.3 Включить мешалку t~80°C	Растворитель
13	Раствор красителей	0,4	12	Загрузить в см.3	Придает цвет
14	Диметикон сополимер	1,5	45	Загрузить в см.3	Смягчает кожу 8
15	Кокамидопропилбетаин (30%)	5	150	Кондиционирует Загрузить в см.3	Вспомогательное ПАВ
16	Гидантоин ДМДМ	0,4	12	Загрузить в см.3 Перемешать 5 мин	Усиливает пено- образование Консервант
Перекачать смесь из см. 3 в см.5					
17	Отдушка	0,5	15	Загрузить в см.4 Включать мешалку	Придает запах
18	Гуара хлорид гидрокси- пропилтриаммония	0,1	3	Загрузить в см.4 Перемешать 10 мин	Кондиционирует Защищает
Перекачать смесь из см.4 в см.5					
19	Раствор соли NaOH (26,6%)	5	150	Загрузить в см.5 Перемешать 15 мин	Регулятор вязкости
Довести шампунь до заданной кондиции в см.5 и перекачать в емкость для хранения готового продукта					

2. *Определение загрузочной массы ингредиентов*
Загрузочную массу ингредиентов по позициям вычисляем, исходя из производительности установки (в кг) и состава (в мас%) рецептуры шампуня. Распределение количества воды по фазам проводим, ис-

ходя из растворимости ингредиентов в ней и вязкости растворов в аппаратах-смесителях.

При этом для полимеров-загустителей необходимо учитывать величину критической концентрации структурообразования (ККС), ниже которой загуще-

ние раствора не происходит [4]. В практике в качестве базовых оценок загрузочной массы воды по операциям в основном используют результаты лабораторных данных, полученных при разработке рецептуры шампуня. В среднем загрузочная масса воды по фазам и растворам, включая мойку аппаратов, составляет (в мас%): водная фаза 15–20; раствор базового ПАВ 38–42; раствор щелочи 10–12; масляная фаза 0,1–0,5; мойка аппаратов-смесителей 2–3. Найденные значения загрузочной массы ингредиентов, включая распределение воды по операциям, приведены в таблице. В ней же указана роль и назначение ингредиентов в рецептуре шампуня.

Выводы

1. Сформулированы основные принципы технологии приготовления водной, масляной фаз и растворов ПАВ шампуня.
2. Описаны способы загущения, замутнения и опалесценции шампуня, а также регулирование его кислотно-щелочного баланса.
3. Разработана блок-схема технологической установки производства шампуня, описаны современные конструкции смесителей и перемешивающих устройств, а также способы загрузки и мойки аппаратов.
4. Разработан алгоритм технологического цикла

производства шампуня, и проведена реализация его в виде технологической карты регламента.

5. Процедура составления технологической карты регламента проиллюстрирована на примере разработки ее для производства кондиционирующего шампуня.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 52345-2005. Изделия косметические гигиенические моющие. М., 2005. 4 с.
2. Санова Л.А., Григорьева В.Н., Дронилова Т.В. Физико-химия эмульгирования шампуней // Вестник ВНИИЖ. 2010. № 1. С. 24–27.
3. Шлефер Г.Л. Комплексообразование в растворах. Л., 1964. 380 с.
4. Санова Л.А., Лисицын А.Н., Дронилова Т.В., Григорьева В.Н. Физико-химия загущения шампуней // Масложировая пром-сть. 2010. № 6. С. 38–41.
5. Поверхностно-активные вещества и композиции: справочник / под ред. М.Ю. Плетнева. М., 2002. 768 с.
6. Плесовских В.А., Дубовик О.А., Безденежных А.А. Физико-химия и технология производства мыла. СПб., 2007. 336 с.
7. Туровец В. Инновационные решения для создания косметических эмульсий // Сырье и упаковка. 2008. № 10 (89). С. 28–31.

