

**Тема: Обеспечение бактериологической безопасности на молокоперерабатывающем предприятии.**

**Лектор: Оразов Аян Жарилкасинович., кандидат технических наук.**

***Дата проведения: 03.09.2025 г.***

Качество молока и молочных продуктов и их бактериологическая безопасность в значительной степени зависят от санитарного состояния технологического оборудования, инвентаря и тары. Для того чтобы не происходило повторного бактериального обсеменения и загрязнения пастеризованных и стерилизованных молочных продуктов, технологическое оборудование необходимо тщательно мыть и дезинфицировать.

На поверхности оборудования загрязнения откладываются в виде остатков сырья, молочных продуктов и осадка (пригара), состоящих из белков, жиров, фосфатидов, комплексов денатурированных сывороточных белков с минеральными составляющими (молочного камня и др.)

В каждом теле или веществе действуют силы межмолекулярного притяжения. Если эти силы взаимно уравновешены, то в поверхностном слое часть межмолекулярных сил остается неиспользованной (свободной), поэтому такое тело или вещество обладает поверхностной энергией. В результате этого отдельные частицы загрязнений слипаются и прочно удерживаются на поверхности оборудования. Более прочно удерживаются загрязнения сухие или пригоревшие, так как силы межмолекулярного взаимодействия проявляются лишь при очень плотном соприкосновении частиц между собой или с поверхностью оборудования. Если расстояние между ними уменьшить за счет проникновения воды, начнется дробление частиц и удаление их с поверхности.

Загрязнения, остающиеся на поверхности оборудования, можно разделить на три группы:

-загрязнения, образованные в результате соприкосновения холодного молока с поверхностью оборудования. Такие загрязнения образуются на поверхности охладителей, насосов, трубопроводов, резервуаров, автомолцистерн в виде молочной пленки, содержащей жир и белок;

-загрязнения, остающиеся после подогрева молока до 80 °С. Эти загрязнения образуются на поверхностях выдерживателей, пастеризаторов, стерилизаторов, трубопроводов и насосов и представляют собой мягкий осадок, состоящий из фосфатов кальция и денатурированного сывороточного белка;

-загрязнения, остающиеся после тепловой обработки молока при температурах выше 80°С. Такие загрязнения образуются на поверхностях теплообменных и вакуум-выпарных аппаратов и обладают повышенной жесткостью, причем с увеличением температуры тепловой обработки жесткость осадка увеличивается, так как увеличивается доля его минеральной составляющей.

Степень и характер загрязнений оборудования органическими и неорганическими веществами во многом зависят от температуры и продолжительности обработки молочного сырья и молочных продуктов. Чем выше температура обработки и дольше выдержка при этой температуре, тем более жесткий осадок в виде комплекса денатурированных сывороточных белков и минеральных солей откладывается на поверхности оборудования.

Характер осадка зависит также от кислотности молочного сырья и температуры тепловой обработки. При повышении кислотности молока с 17 до 22°Т количество осадка на тепловом оборудовании увеличивается в 7,5 раз. Поэтому кислотность молока, предназначенного для стерилизации, устанавливается в пределах 16–18°Т.

При тепловой обработке (особенно при стерилизации) молока нельзя допускать большой разницы между температурами молока и греющим агентом. Это значит, что

необходим предварительный, постепенный нагрев молока до высоких температур. В современных пастеризационных и стерилизационных установках предусматриваются секции рекуперации для подогрева и выдержки молочного сырья перед пастеризацией и стерилизацией. В вакуум-выпарных установках также предусмотрен предварительный подогрев молока.

Образование жесткого осадка на поверхности теплообменных аппаратов можно свести до минимума при определенной скорости движения продукта в них, так как при малых скоростях возможно образование большего количества осадка. Кроме того, для уменьшения количества образующегося осадка нужно снижать в обрабатываемом продукте содержание воздуха, например деаэрацией.

Для удаления различного вида органических и неорганических загрязнений с поверхности оборудования его моют с помощью моющих средств. В зависимости от вида загрязнения применяют разные способы мойки и виды моющих средств.

Основные представители микрофлоры, обнаруживающиеся на поверхности оборудования, — это бактерии группы кишечной палочки, стафилококки, стрептококки, термоустойчивые молочнокислые палочки, плесени, дрожжи, бактериофаги.

Микроорганизмы хорошо развиваются в молочной среде, поэтому оборудование по окончании технологического процесса необходимо тщательно вымыть, а затем продезинфицировать для инактивации бактерий.

Моющие растворы растворяют и удаляют с поверхности оборудования лишь органические и неорганические вещества. Инактивировать микроорганизмы можно либо химическим путем (дезинфицирующие растворы химических веществ), либо физическими средствами (обработка горячей водой, кипящей водой, паром, ультрафиолетовыми лучами и т.д.).

Обязательным условием эффективности дезинфекции должно быть полное удаление органических и неорганических загрязнений и остатков моющих средств с поверхности обрабатываемого оборудования после мойки.

Основной целью дезинфекции (стерилизации) оборудования и тары является исключение микробного инфицирования молочного сырья как до, так и после тепловой обработки. Применяя одно и то же моющее средство для мойки разных поверхностей, можно получить различные результаты. Так, полированная или гладкая поверхность (алюминий, нержавеющая сталь, стекло) лучше моется и дезинфицируется, так как сила сцепления загрязнений с ней меньше, чем сила сцепления с пористой (резина) или шероховатой (дерево) поверхностью.

Таким образом, эффективность санитарной обработки оборудования и тары зависит от степени их загрязненности, свойств, моющих и дезинфицирующих средств, концентрации и температуры применяемых растворов, режима ополаскивания, жесткости, а также материала, из которого изготовлено оборудование.

## 2. ХАРАКТЕРИСТИКА И СВОЙСТВА МОЮЩИХ СРЕДСТВ

Моющие средства представляют собой отдельные химические вещества или сложные смеси химических веществ, усиливающие действие друг друга, с поверхностно-активными веществами и веществами, вызывающими пеногашение. Целесообразно применять сложные смеси, потому что они имеют более широкий спектр действия и обладают лучшим моющим эффектом. Требования, которые предъявляют к моющим средствам при подборе, заключаются в следующем. Они не должны оказывать вредного воздействия на организм человека, влиять на качество молока и молочных продуктов, иметь высокую коррозионную активность и должны обеспечивать абсолютную чистоту оборудования. Загрязнения, остающиеся на оборудовании после окончания технологического процесса, представляют собой сложные белково-жиро-минеральные соединения. Поэтому в качестве моющих средств, растворяющих все составляющие загрязнений, применяют щелочные и кислотные вещества. Белки и жиры гидролизуются и

смываются щелочами, а минеральные вещества растворяются и удаляются с поверхности оборудования кислотами.

К щелочным моющим средствам, используемым как самостоятельно, так и в смеси с другими химическими веществами, относят в основном гидроксид натрия (каустическая сода) и его соли: карбонат натрия (кальцинированная сода); силикат и тетрасиликат натрия (жидкое стекло), которые являются компонентами многих моющих средств; фосфаты натрия, в том числе гексаметофосфат и триполифосфат натрия, которые обладают некоторыми поверхностно-активными свойствами и свойствами умягчать воду, и также входят в состав многих синтетических моющих средств и пр.

В качестве самостоятельных моющих средств, а также в смеси с другими синтетическими моющими средствами для усиления моющего эффекта при мойке оборудования используют кальцинированную и каустическую соду, концентрации которых в водном растворе рекомендуются от 2 до 4%. Это говорит о том, что ни каустическая, ни кальцинированная сода не обладают высоким моющим эффектом в малой концентрации. Кроме того, они обладают поверхностно-активными свойствами, смачивающей и эмульгирующей способностями.

При образовании твердого осадка (пригара, «молочного камня») на поверхности оборудования, особенно теплового, а также при использовании воды жесткостью от 6 мг·экв/л наряду со щелочными моющими средствами используют кислотные моющие средства. К ним относятся в основном азотная кислота, амидосульфоновая кислота (сульфаминовая), РОМ-ФОС, КСЦ-1. Рекомендуется использовать эти моющие средства в концентрации 0,4–0,6 %. При особо жестких осадках концентрацию средств необходимо повышать до 0,7–1,5%. Используются также импортные концентрированные добавки для кислотных моющих средств. Предлагается использовать добавку в смеси с 50–53%-ной азотной кислотой в системе СІР-мойки технологического оборудования. Кроме моющего добавка имеет и дезинфицирующее воздействие, так как состоит до 5% из фосфонатов (кислота) и ингибиторов. Ее использование позволяет уменьшить расход азотной кислоты на 10–40% в зависимости от степени загрязнения оборудования.

Моющие средства применяют в виде растворов, которые должны обладать следующими свойствами: низким поверхностным натяжением; хорошей смачивающей, пенообразующей и эмульгирующей способностями; стабилизирующим действием; солюбилюющей-защитой; вызывать пептизацию и набухание белков; эффективным моющим действием и хорошо смываться с поверхности оборудования водой.

Моющий раствор, соприкасаясь с загрязненной поверхностью, должен прежде всего смочить ее. Растекание капли жидкости на поверхности твердого тела связано с поверхностным натяжением на границе раздела фаз.

Если силы притяжения между молекулами твердого тела и жидкости больше сил притяжения между молекулами жидкости, то жидкость расплывается на поверхности, т. е. смачивает ее. Хорошая смачиваемость твердой поверхности моющими растворами зависит от свойств и температуры растворов, а также от материала смачиваемой поверхности. Для повышения смачивающей способности моющих растворов и снижения их поверхностного натяжения применяют также поверхностно-активные вещества. Поверхностно-активные вещества при растворении в воде вследствие полярности молекул адсорбируются ориентированно на поверхности раздела жидкость-воздух.

Вследствие этого поверхностное натяжение снижается, так как поверхность раздела жидкость-воздух заменяется поверхностью раздела углеводород воздух, а поверхностное натяжение углеводородов значительно ниже, чем поверхностное натяжение воды.

Смачивание поверхности оборудования моющими растворами в значительной степени затрудняется из-за наличия на нем жировых отложений. Жир обладает лучшей смачивающей способностью, чем моющие растворы. Поэтому его удаляют путем эмульгирования.

Для эмульгирования загрязнений необходимо, чтобы моющий раствор хорошо смачивал поверхность и разрушал жировую пленку. При эмульгировании жира в процессе мойки действуют капиллярно-активные вещества (эмульгаторы) моющего раствора. В качестве эмульгаторов используют поверхностно-активные вещества, которые понижают межфазное натяжение между жиром и водой в результате положительной адсорбции.

Они снижают поверхностное натяжение на границе двух фаз: молочный жирраствор, равномерно проникая между поверхностью аппаратов и загрязнением. Эмульгирующие вещества накапливаются на границе между фазами, образуя прочные оболочки, которые в результате действия адсорбционных сил обволакивают мельчайшие частицы жира, препятствуя их объединению. При хороших эмульгирующих свойствах моющего раствора все жировые шарики находятся в нем во взвешенном (диспергированном) состоянии.

Высокая дисперсность эмульсии жира при мойке может поддерживаться также механическим воздействием на загрязнения при циркуляционной мойке в результате турбулентного режима движения жидкости или обработки щетками при ручном способе мойки.

Стабилизаторами эмульсий типа «масло в воде» являются гидрофильные коллоиды, а эмульсий типа «вода в масле» — олеофильные коллоиды. Стабилизаторами могут также быть адсорбированные на поверхности раздела фаз тонко диспергированные твердые вещества. Повысить эмульгирующую способность моющих растворов могут также некоторые электролиты, входящие в их состав. Ионы  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$ , содержащиеся в жесткой воде и на поверхности оборудования, хорошо связываются силикатами и фосфатами.

В процессах мойки оборудования, особенно теплообменных установок (пастеризационных, стерилизационных, вакуум-выпарных и т.д.), имеющего на своей поверхности белковые загрязнения, большую роль играют моющие средства, вызывающие набухание и пептизацию белков.

Белковые вещества обладают способностью хорошо связывать влагу, в результате чего происходит набухание или увеличение массы и объема белка.

Белок поглощает не любую жидкость, а только ту, которая хорошо его смачивает. Следовательно, для мойки нужно подбирать такие моющие средства, растворы которых хорошо смачивают белковые загрязнения. Под действием моющего средства белок вначале превращается в гель, а при дальнейшем набухании — в золь, т. е. происходит разжижение.

Набухание со временем приводит к пептизации белковых загрязнений (частичному расщеплению). При этом на поверхности частиц загрязнений образуются адсорбционно-сольватные оболочки, препятствующие сближению частиц и поддерживающие их в дисперсном (раздробленном) состоянии. Скорость набухания и пептизации белков зависит от свойств белковых загрязнений, величины их частиц, концентрации и состава моющих растворов.

Чем меньше величина белковых частиц загрязнений и чем меньше они агрегированы, тем быстрее они набухают и пептизируются в моющем растворе. Большие скопления белковых загрязнений легче пептизируются с увеличением турбулентности потока моющего раствора при циркуляционной мойке, а также ручной мойке с помощью щеток. Увеличение количества моющего раствора или его концентрации также положительно влияет на процесс набухания и пептизации белковых загрязнений. Однако после достижения определенных концентрации или количества моющего средства его пептизирующие свойства не улучшаются, но может усиливаться коррозионное воздействие моющего средства на материал оборудования.

Кроме того, снижается экономичность мойки из-за неоправданного перерасхода моющих средств. Поэтому в процессе мойки необходимо подбирать оптимальные концентрацию и количество моющих средств в зависимости от силы их воздействия на белковые загрязнения.

Лучшими пептизирующими свойствами обладают растворы кислот и щелочей, но и они воздействуют не одинаково эффективно. Например, белки набухают лучше в растворе азотной, чем соляной и особенно серной кислот.

По аналогии белки набухают лучше в растворах гидроксида натрия, чем калия. Для удаления молочного камня или твердого осадка с теплообменных аппаратов для мойки необходимо использовать растворы едкого натра и одноосновных кислот определенной концентрации. Моющие растворы, применяемые при циркуляционной мойке, могут иметь более высокую концентрацию, чем при ручной мойке, — для обеспечения более высокой скорости набухания и пептизации белков в первом случае и более безопасной мойки — во втором.

Одним из свойств моющих растворов является образование пены. Она представляет собой дисперсную систему, где пузырьки воздуха разделены тонкой пленкой жидкости.

При соприкосновении воздуха с раствором на поверхности пузырьков воздуха образуется адсорбционный слой, гидрофобная часть которого направлена в воздух, а гидрофильная часть — в воду.

Пузырьки воздуха, поднимаясь из раствора и проходя через его поверхность, насыщенную поверхностно-активными веществами, окружаются вторым слоем. Образование пены, связанное с большим увеличением поверхности, возможно только при низком поверхностном натяжении. Устойчивость пены может быть различной: от нескольких секунд до нескольких дней. Чем меньше размеры пузырьков воздуха, тем дольше они сохраняются. Пенообразующая способность и устойчивость пены моющих растворов зависят от их молекулярной массы и структуры, а также от концентрации, температуры, рН растворов и содержания кальциевых и магниевых солей.

Зависимости между пенообразующей и моющей способностями моющих средств не существует, однако пеной дополнительно задерживается какое-то количество загрязнений, удаленных с поверхности оборудования.

При циркуляционной мойке использование моющих средств с высокой пенообразующей способностью невозможно, так как пена, образующаяся в большом количестве, засасывается вакуум- системой и насосами для молока.

В этом случае применяют моющие средства с добавлением веществ, снижающих пенообразующую способность моющего раствора.

При автоматизированной циркуляционной мойке необходимо предварительно проверять пенообразующую способность моющих средств. Ее характеризуют объемом или высотой столба пены, образующегося при определенных условиях, а также устойчивостью. Последняя представляет собой отношение объема или высоты столба пены через заданный промежуток времени после его образования к первоначальному объему или высоте столба пены.

В процессе мойки машин, аппаратов и трубопроводов происходят два противоположных явления: отделение загрязнений от очищаемой поверхности и повторное их осаждение на ней. Необходимо, чтобы моющие средства не только хорошо удаляли загрязнения с поверхности оборудования, но и удерживали их в растворенном или во взвешенном состоянии, препятствуя их повторному осаждению.

Количество повторно осаждающихся на поверхности оборудования загрязнений зависит от поверхностно-активных веществ и электролитов, входящих в состав моющих средств, а также от жесткости воды, в которой растворяют моющие средства. Фактор повторного осаждения загрязнений на поверхности оборудования особенно актуален при циркуляционной мойке, когда раствор моющего средства применяется неоднократно. В этих случаях необходимо использовать моющие средства, в состав которых входят стабилизирующие вещества. Для предупреждения повторного осаждения загрязнений в состав моющих средств должны входить адсорбционные вещества, создающие физический барьер для повторного осаждения загрязнений. Для усиления стабилизирующих свойств моющих средств в их состав должны входить специальные защитные коллоиды, например

