

# Санитарная обработка: баланс безопасности и эффективности

## Обеззараживание воздуха в производственных помещениях

Канд. техн. наук **Б.В. МАНЕВИЧ**,  
д-р техн. наук **Ж.И. КУЗИНА**,  
**Е.Б. ХАРИТОНОВА**,  
**Т.В. КОСЬЯНЕНКО**  
ВНИИ молочной промышленности

Одним из основных принципов системы ХАССП (НАССР – Hazard Analysis and Critical Control Point) являются анализ рисков и опасностей, которые могут стать причиной порчи или заражения пищевой продукции в процессе изготовления, и защита процессов производства от негативного влияния микробиологических, химических и физических факторов [1]. Проведение санитарно-гигиенических мероприятий на молочных предприятиях – обязательный регламентируемый процесс с использованием ряда химических средств для мойки, очистки и дезинфекции. С помощью этих препаратов достигаются необходимые гигиенические нормативы, непосредственно влияющие на качество и безопасность выпускаемой продукции. При этом очень важно соблюсти баланс эффективного использования и безопасности средств санитарной обработки.

В контексте безопасного использования средств санитарной обработки необходимо отметить, что все моющие и дезинфицирующие средства должны сопровождаться паспортом безопасности, содержащим информацию о свойствах, опасности и основных рисках, связанных с их применением, что находит отражение в отраслевых инструкциях по применению. В настоящее время паспорт безопасности химической продукции должен соответствовать ГОСТ 30333–2007 «Паспорт безопасности химической продукции. Общие требования» и включать 16 разделов:

- идентификация химической продукции и сведения о производителе и (или) поставщике;
- идентификация опасности (опасностей);

- состав (информация о компонентах);
- меры первой помощи;
- меры и средства обеспечения пожаро- и взрывобезопасности;
- меры по предотвращению и ликвидации аварийных и чрезвычайных ситуаций и их последствия;
- правила хранения химической продукции и обращения с ней при погрузочно-разгрузочных работах;
- средства контроля за опасным воздействием и средства индивидуальной защиты;
- физико-химические свойства;
- стабильность и реакционная способность;
- информация о токсичности;
- информация о воздействии на окружающую среду;
- рекомендации по удалению отходов (остатков);
- информация при перевозке (транспортировании);
- информация о национальном и международном законодательствах;
- дополнительная информация.

Импортные моющие и дезинфицирующие средства (в соответствии с директивами ЕС 91/155/ЕС или 67/548/ЕЕС, или 1999/45/ЕС) сопровождаются так называемым листом MSDS, являющимся полным аналогом российского паспорта безопасности.

В целях гармонизации требований безопасности с требованиями разработанной ООН согласованной на глобальном уровне Системы классификации опасности и маркировки химической продукции (СГС) ST/SG/AC/10/30/Rev.3 (ООН, 2009 г.) разработан технический регламент. Правительством РФ утвержден (Постановление № 1019 от 07.10.2016 г.) Технический регламент «О безопасности химической продукции», устанавливающий обязательные для применения и исполнения в России требования к выпускаемой в обращение химической продукции, ее упаковке и маркировке. ТР ЕАЭС 041/2017 вступит

в силу с 1 июля 2021 г., не отменяя ГОСТ 30333–2007, а ссылаясь на него. Согласно статье 39 ТР паспорт безопасности химической продукции необходимо оформлять в соответствии с ГОСТ 30333–2007. Согласно статьям 10 и 37 ТР паспорт безопасности является обязательным сопроводительным документом на химическую продукцию [2].

В многочисленных публикациях достаточно подробно описаны физико-химические и токсикологические свойства таких субстанций, как каустическая сода и азотная кислота, традиционно используемых на молочных предприятиях в качестве моющих/чистящих реагентов. И если о каустике (натрий гидроксид, натр едкий) в последние годы было немало написано и сказано, то о применении азотной кислоты на молочных предприятиях упоминалось достаточно редко. При этом она остается наиболее распространенным кислотным очистителем на наших предприятиях. Считаю необходимым напомнить о некоторых характеристиках и свойствах азотной кислоты.

На предприятиях молочной промышленности достаточно широко используют рабочие водные растворы азотной кислоты в качестве моющего/чистящего средства для удаления минеральных, магниевых-кальциевых, железистых отложений, солей жесткости воды и «молочного» камня. Эту субстанцию применяют для очистки поверхностей технологического оборудования, в том числе контактирующих с сырьем, ингредиентами и готовой продукцией.

В соответствии с Информационной картой Роспотребнадзора азотная кислота может быть использована в химической, текстильной, военной отраслях, сельском хозяйстве, машиностроении и полиграфии. Необходимо отметить, что в этом документе, а также в ГОСТ Р 53789–2010 «Кислота азотная неконцентрированная. Технические условия» в области применения отсутствует пище-

вая промышленность и в частности молочная. Кроме этого азотная кислота зарегистрирована Российским регистром потенциально опасных химических и биологических веществ (РПОХВ) Роспотребнадзора (серия АТ-000107), и нормативная документация не предусматривает ее применение на предприятиях молочной промышленности. Азотная кислота – бесцветная, дымящая на воздухе жидкость, ядовита. Необходимо отметить, что азотная кислота относится к 3-му классу опасности по степени воздействия на организм человека в соответствии с ГОСТ 12.1.007 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности». В то же время она способна вызвать тяжелые химические ожоги кожи и слизистых оболочек с поражением роговицы глаз, а по ингаляционному воздействию относится ко 2-му классу высокоопасных веществ. Ее пары очень вредны, вызывают раздражение дыхательных путей, а при регулярном воздействии – химические ожоги. При действии на кожу возникает характерное желтое ксантопротеиновое окрашивание. При нагреве и (или) под воздействием света кислота разлагается с образованием высокотоксичного диоксида азота NO<sub>2</sub> (газ бурого цвета) [3]. ПДК для азотной кислоты в воздухе рабочей зоны по NO<sub>2</sub> – 2 мг/м<sup>3</sup> [4].

При работе с концентрированной («дымящей») азотной кислотой необходимо быть крайне осторожным, соблюдать правила техники безопасной работы с едкими веществами с обязательной защитой органов дыхания. В то же время надо понимать, что рабочие растворы также представляют большую опасность по ингаляционному воздействию. Растворы азотной кислоты используют для очистки различных видов технологического оборудования в концентрациях 0,5–1,5 %, в исключительных случаях – до 2,0–2,5 %. Температурные параметры кислотной мойки, особенно различных пастеризаторов, предусматривают использование рабочих растворов при 50–70 °С, в определенных случаях – до 80–90 °С. Несмотря на относительно невысокие концентрации при повышенных температурах мойки теплообменного оборудования, велика вероятность распространения нитрозных газов в области расширительных (балансировочных) бачков, при обработке ванн длительной пастеризации и т.п.

Принимая во внимание токсичность и опасность азотной кислоты, а также отсутствие соответствующих регламентирующих документов, вопрос о правомочности ее использования на молочных предприятиях представляется актуальным.

К основным источникам нежелательного микробиологического заражения молочной продукции можно отнести: некачественное сырье, компоненты, ингредиенты и различные премиксы. Кроме этого все, что окружает и сопровождает технологический процесс производства готовой продукции, потенциально является источником контаминации:

- используемая вода;
- состояние воздушной среды;
- все поверхности производственных помещений и наружные поверхности оборудования;
- гигиеничные трапы и стоки, полы и стены;
- поверхности технологического оборудования, непосредственно контактирующие с сырьем, ингредиентами и продукцией;
- поверхности упаковочных материалов и тары, условия фасовки и розлива;
- соблюдение условий хранения готовых продуктов в камерах, непрерывная холодильная цепочка;
- использование маркированного технологического и уборочного инвентаря с цветовым кодированием;
- персонал предприятия, личная гигиена, спецодежда.

**Контроль состояния воздушной среды** и возможности эффективного и безопасного обеззараживания воздуха в производственных помещениях являются одними из важнейших факторов, влияющих на выпуск качественной и безопасной продукции на молокоперерабатывающем предприятии. С потоками воздуха, частичками пыли, через спецодежду и руки персонала в производственном помещении могут распространяться:

- плесени и дрожжи, вызывающие порчу продукта и образующие микотоксины;
- споровые формы микроорганизмов (бациллы, клостридии), способные вызвать порчу продукта и образовывать токсины;
- бактериофаги, поражающие заквасочные микроорганизмы;
- патогены (стафилококки, микобактерии, сальмонеллы, листерии).

При контроле микробиологических показателей состояния воздушной среды предприятия руководствуются Методическими рекомендациями, в которых приведены максимально допустимые нормы содержания микроорганизмов (табл. 1). Предприятия вправе самостоятельно установить для себя более жесткие требования к состоянию воздушной среды.

Иногда на практике приходится сталкиваться со значительным превышением по ряду установленных микробиологических показателей. В табл. 2 приведены реальные результаты микробиологического контроля воздушной среды на технологическом участке по производству спредов одного из молочных предприятий. Проведение на нем аудита было связано с выпуском некачественной продукции, причиной которого, как выяснилось, было существенное превышение допустимых норм микроорганизмов в воздухе производственного помещения.

К сожалению, микробиологические показатели бывают и более критичными, что, безусловно, влияет на качество и безопасность выпускаемой продукции.

**Микробиологическую оценку воздушной среды** осуществляли регламентированным седиментационным методом (свободное оседание клеток микроорганизмов на поверхности питательной среды открытых чашек Петри). В производственном помещении на горизонтальных поверхностях на трех уровнях от пола устанавливали по три

Таблица 1

**Микробиологические показатели при контроле санитарно-гигиенического состояния воздушной среды**

Объект контроля	Допустимая норма содержания		
	КМАФАнМ, КОЕ/см <sup>3</sup>	Плесени*, КОЕ/см <sup>3</sup>	Дрожжи*, КОЕ/см <sup>3</sup>
Воздух производственных помещений	< 70	< 5	< 5
Воздух непроизводственных помещений	< 100	< 15	< 10

\* Для предприятий, производящих молочные консервы, дрожжи и плесени в воздухе не допускаются.

## Результаты микробиологического контроля воздушной среды

Таблица 2

Место отбора проб	КМАФАнМ, < 10 КОЕ/см <sup>3</sup>	Плесени, < 5 КОЕ/см <sup>3</sup>	Дрожжи, < 5 КОЕ/см <sup>3</sup>
<b>Варочное отделение</b>			
Линии № 1, 2 (загрузка компонентов)	13	11	410
Линии № 3, 4 (загрузка компонентов)	4	14	1
Отделение расходных емкостей	12	11	410
<b>Отделение ингредиентов</b>			
Бункер подачи линии № 1	5	12	1
Бункер подачи линии № 2	6	13	400
<b>Фасовочное отделение</b>			
Между фасовочными машинами 1	15	40	420
Между фасовочными машинами 2	13	18	5
Между фасовочными машинами 3	8	20	2
Между фасовочными машинами 4	10	14	1
Возле упаковщика паллет	8	17	400
Переходная зона сырья	6	14	1

чашки Петри с питательными средами для обнаружения КМАФАнМ, дрожжей и плесеней. Верхние крышки чашек снимали и располагали рядом с чашкой вверх дном для защиты внутренней поверхности крышки от контакта с воздушной средой.

Чашки выдерживали в открытом виде от 10 до 30 мин, закрывали крышками, инкубировали в термостате при температурах культивирования микроорганизмов от 1 до 5 сут и подсчитывали количество КОЕ.

**Обеззараживание воздушной среды** возможно несколькими способами:

- использование различных фильтров, в том числе фотокаталитических и HEPA (High Efficiency Particulate Arresting) – высокоэффективных фильтров тонкой очистки;
- озонирование, в том числе применение закрытых озонаторов – обеззараживателей, допускающих присутствие персонала без специальных средств защиты;
- ультрафиолетовое облучение, в том числе при помощи облучателей-рециркуляторов закрытого типа;
- применение устройств на основе метода электропорации и воздействия на микроорганизмы постоянными электрическими полями заданной ориентации и напряженности;
- химическая дезинфекция, включающая объемную обработку с помощью генераторов тумана и турбоциклонов, а также обработку всех поверхностей помещений дезинфектантами – катионными биоцидами.

Каждый из этих способов имеет определенные преимущества и недостатки, но практический опыт показывает, что наилучший результат получается при комплексном проведении санитарно-гигиенических мероприятий.

**Фильтрация воздуха** эффективно при наличии в нем механических частиц и в первую очередь необходимо в системах принудительной приточно-вытяжной вентиляции. Дополнительная противомикробная пропитка фильтров малоэффективна, учитывая непродолжительное время работы до ее инактивации.

**Озонирование** – достаточно эффективный способ обеззараживания воздуха, однако надо помнить, что озон относится к 1-му классу чрезвычайно опасных веществ. Согласно ГОСТ 12.1.007–76 «Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» по параметрам острой токсичности предельно допустимая концентрация (ПДК) озона в воздухе рабочей зоны – 0,1 мг/м<sup>3</sup>. Предельно допустимая среднесуточная концентрация (ПДК<sub>сс</sub>) – 0,03 мг/м<sup>3</sup>.

Озон оказывает раздражающее действие на слизистые оболочки и вызывает нарушения центральной нервной системы человека. Основное технологическое применение озона связано с его исключительными окислительными свойствами. По этому показателю он превосходит такие вещества, как хлор и перекись водорода. Технология применения озона должна быть организована таким образом, чтобы остаточный озон не поступал напрямую в помеще-

ние, а конвертировался в кислород в деструкторе – необходимом элементе любой установки озонирования. Кроме вредного воздействия на организм человека, озон оказывает выраженное коррозионное и разрушающее воздействие на ряд материалов (уплотнения, прокладки, жидкокристаллические дисплеи и т.д.). В то же время существуют рециркуляторы для обеззараживания озона с адсорбционно-аналитическими фильтрами на выходе, позволяющими использовать их в присутствии людей [5, 6].

**Ультрафиолетовое излучение** достаточно широко используется на молочных предприятиях, но, применяя его, необходимо помнить об ограниченной эффективности воздействия по площади (расстоянию) и невозможности открытого использования в присутствии людей. Известно, что значительная часть резистентных к УФ-лучам микроорганизмов может образовывать очень устойчивые формы, уничтожить которые намного сложнее.

Положительно зарекомендовал себя **способ обеззараживания постоянными электрическими полями** с использованием установок типа «ПОТОК». Ограниченное применение этого метода связано, на наш взгляд, с достаточно высокой стоимостью установок. Но во многих технологических процессах и критических контрольных точках использование подобных установок продуктивно и востребовано для выпуска безопасной продукции.

Достаточно распространен **химический способ обеззараживания воздуха** с использованием генераторов холодного, горячего туманов и турбоциклонов. Надо отметить, что, несмотря на высокую эффективность в контексте безопасного применения, данный способ аэрозольной дезинфекции не регламентирован органами Роспотребнадзора для предприятий молочной промышленности. При проведении подобных обработок необходимо использовать специальные средства индивидуальной защиты персонала.

Следует отметить **высокую эффективность рабочих растворов поликомпонентных дезинфицирующих средств** на основе катионных биоцидов (например, «КАТРИЛ-СЕПТ») при обработке различных наружных поверхностей технологического оборудования и производственных помещений методом протирания или орошения без после-

дующего ополаскивания [7]. При этом на твердой поверхности образуется молекулярная катионно-заряженная пленка, обладающая пролонгированным бактерицидным и фунгицидным действием. В зависимости от влажности в помещении и эффективности работы вентиляции, обеспечивающей приемлемый воздухообмен, подобная обработка эффективна в течение 1,5–2 недель.

Соблюдая баланс между эффективным и безопасным использованием способов и средств санитарной обработки, молочным предприятиям необходимо выбирать высокоэффективные препараты с максимально широким спектром антимикробного действия и малой экспозицией, учитывая одновременно их токсичность и опасность не только по воздействию на организм человека, но и в отношении продукции, упаковки и оборудования. Кроме этого немаловажными критериями оценки являются удобство применения и экономическая целесообразность.

Необходимо отметить важность комплексного подхода к обеззараживанию воздушной среды, которая складывается из следующих основных мероприятий:

1. Наличие принудительной приточно-вытяжной вентиляции, обеспечивающей избыточное давление.

2. Использование системы фильтрации воздуха, поступающего в производственное помещение.

3. Проведение влажных санитарных обработок всех объектов с использованием дезинфицирующих средств пролонгированного действия.

4. Применение различных устройств обеззараживания воздушной среды.

5. Регламентированное использование аэрозольных форм химических средств дезинфекции с применением объемной обработки.

Резюмируя вышесказанное, нужно подчеркнуть важность очистки и обеззараживания воздуха на предприятиях на всех этапах транспортировки, хранения и переработки продукции. В этом контексте считаем необходимым проведение комплексных научных исследований по разработке нормативных документов, возможно, отраслевых методических рекомендаций по очистке и обеззараживанию воздушной среды на предприятиях молочной промышленности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Технический регламент** Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 г. № 880.
2. **Технический регламент** Евразийского экономического союза ТР ЕАЭС 041/2017 «О безопасности химической продукции». Утвержден Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 03.03.2017 г. № 19.
3. **Ахметов, Н.С.** Общая и неорганическая химия / Н.С.Ахметов: учебник для вузов. – 4-е изд., испр. – М.: Высшая школа, Изд. центр «Академия», 2001. – 743 с.
4. **ГОСТ 12.1.005–88** «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» (с Изменением № 1). – М.: Стандартинформ, 2008. – 48 с.
5. **Лунин, В.В.** Физическая химия озона / В.В.Лунин, М.П.Попович, С.Н.Ткаченко. – М.: Изд-во МГУ, 1998. – 480 с.
6. **Разумовский, С.Д.** Озон и его реакции с органическими соединениями (кинетика и механизм) / С.Д.Разумовский, Г.Е.Заиков. – М.: Наука, 1974. – 322 с.
7. **Маневич, Б.В.** Возможности повышения бактерицидных свойств катионных биоцидов / Б.В.Маневич, Ж.И.Кузина, Т.В.Косьяненко // Переработка молока. 2017. № 6. С. 16–18.

