

# Загрязненность отработанных моющих растворов при многократном использовании

Д-р техн. наук **Ж.И.КУЗИНА**,  
канд. техн. наук **Б.В.МАНЕВИЧ**,  
**Т.В.КОСЬЯНЕНКО**  
ВНИИ молочной промышленности  
**А.В.ТАЛАМАНОВ**,  
**Р.Н.ЗАМАЛЕЕВ**  
ООО «Удачные проекты»

В последние годы проблема экологизации промышленных предприятий неоднократно поднималась на государственном уровне. Одним из ее аспектов является безопасность для окружающей среды процессов производства молочных продуктов [1, 2, 3]. Загрязнение сточных вод в основном происходит за счет сброса в канализационные сети остатков сырья, ингредиентов и готовой продукции, удаляемых в процессе предварительной промывки водой и ополаскивания оборудования. На молочных предприятиях преимущественно задействованы циркуляционные системы мойки (CIP) с многократным использованием рабочих моющих растворов. В них накапливаются белково-жировые остатки, характеризующие загрязненность моющих растворов по показателям ХПК, БПК и взвешенных веществ.

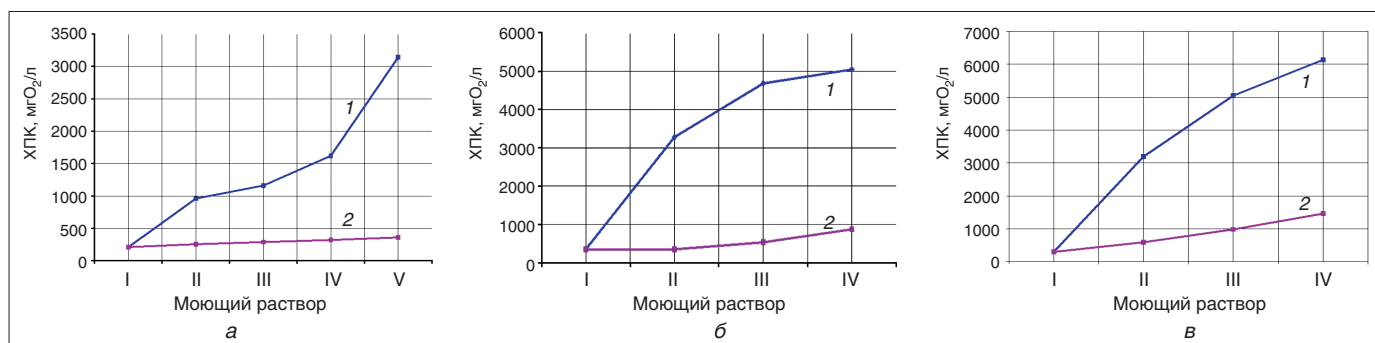
Ранее в лаборатории санитарной обработки ВНИИ проведен ряд работ, направленных на снижение сброса отработанных моющих растворов в сточные воды. Они касались повторного использования растворов, в частности, основных химических реагентов – каустической соды и азотной кислоты. Вопрос о влиянии присутствующих в них частично гидролизированных белково-жировых фракций молока остро не стоял и в связи с этим не изучался.

Многие молочные предприятия по-прежнему придерживаются мнения, что растворы каустической соды являются универсальным средством при всех процессах мойки. На практике зачастую приходится проводить дополнительную промывку при повышенных температурах, увеличивать экспозицию или использовать различные активные добавки, интенсифицирующие процессы очистки. Но после охлаждения сбрасываемого моющего средства и поступления его на жироловки отработанные растворы каустической соды и кислот фракционируют и интегрируют органические и минеральные загрязнения, иногда даже перекрывая канализационные стоки. Сбрасывая в водоемы органические загрязнения, к которым относятся жир и белки как молочные, так и растительного происхождения, достаточно часто нарушают установленные

Роспотребнадзором нормативы. Но основная проблема – это не штрафы, а развитие резистентной микрофлоры, образование биопленок, распространение микроорганизмов через сливные трапы и потенциальная контаминация продукции. Кроме этого отходы попадают в окружающую среду.

Исследования степени загрязненности растворов каустической соды и азотной кислоты в процессах мойки различных видов оборудования позволили выявить неравномерность количественного и качественного состава стоков молочных предприятий. При CIP-мойке резервуаров и трубопроводов моющий раствор используется многократно, и степень его загрязнения белково-жировыми фракциями постепенно нарастает. ХПК сточных вод при мойке оборудования может достигать 2500–3000 мгО<sub>2</sub>/л.

На рисунке представлены результаты контроля ХПК (степени накопления органики) за счет содержания белково-жировых фракций и химических компонентов в растворах для мойки различных видов оборудования на одном из молочных предприятий. Требуемая концентрация щелочного раствора поддерживалась путем автоматической подпитки концентрированным раствором каустической соды. В исходных и используемых после каж-



Загрязнение моющего раствора в процессах мойки: а – резервуаров сырого молока; б – теплообменников (масло- и жироплавителей); в – вакуум-аппаратов.

1 – накопление органических веществ (ХПК) в моющем растворе за счет смывания белково-жировых загрязнений; 2 – за счет приготовления моющего раствора и введения концентрата каустической соды для поддержания требуемой концентрации.

Кратность применения раствора: I – исходный; II – после 1-й мойки; III – после 2-й; IV – после 3-й; V – после 4-й; VI – после 5-й мойки.

дой мойки растворах моющих средств анализировали общую щелочность (в пересчете на NaOH) и показатель ХПК. Для контроля загрязненности моющих растворов взвешенными частицами использовали методики, изложенные в «Рекомендации по рациональным системам водного хозяйства предприятий молочной промышленности».

Анализ отработанных растворов после санобработки **резервуаров и трубопроводов** (рисунок а) показал, что щелочность после мойки четырех объектов снизилась на 34,4 %, соответственно электропроводность – на 36,4 %. Через пять моек загрязненность раствора белковыми и жировыми остатками молока составила 3144 мгО<sub>2</sub>/л. В процессе мойки резервуаров и трубопроводов остаточная бактериальная обсемененность находилась в пределах допустимого только после санобработки двух объектов. Затем обсемененность резко возрастала, и после мойки четвертого объекта общая бактериальная обсемененность его поверхности превышала 100 КОЕ/см<sup>3</sup>. Кроме этого были обнаружены бактерии группы кишечных палочек. Таким образом, моющий раствор не только насыщался органическими веществами, но и становился источником микробиологической контаминации.

В результате экспериментов с отработанными моющими растворами после санобработки аппаратов для плавления растительных жиров и емкостей для смешивания молочного и растительного жиров (рисунок б) установлено, что только за счет высокой температуры жировая фракция отложения удаляется с поверхности оборудования, но при охлаждении отработанного раствора каустической соды происходит его разделение на твердый жировой верхний слой и нижний водный с частично заэмульгированной жировой фракцией.

Степень повышения ХПК и взвешенных веществ особенно возрастала в цехах по производству молочных составных и молочкосодержащих продуктов: творожных изделий, спредов, сыров, обогащенных и особенно сгущенных продуктов. На поверхности оборудования в процессе выработки подобных продуктов образуются значительные, с высокой степенью адгезии белково-жировые отложения, содержащие белковый, жировой и минеральный компоненты сырь. При этом

щелочность растворов каустической соды находилась на требуемом уровне, что свидетельствовало о стабильной работе устройств автоматического поддержания концентрации. Однако визуально структура раствора представляла собой не полностью растворенные конгломераты белковых и жировых частиц. Загрязненность этими органическими частицами многократно используемого раствора постоянно возрастала. Микробиологический контроль показал, что после 3–4-кратного использования моющих раствор становился источником контаминации поверхности оборудования.

Визуальная и органолептическая (наличие посторонних запахов) оценка также свидетельствовала о неполном гидролизе и слабом эмульгировании белково-жировых загрязнений растворами каустической соды. Отработанные растворы каустической соды представляли собой суспензию желто-белого цвета с концентрацией осадка от 5 до 8 % объема. Образовался пастообразный, мажущий осадок с аморфно-коллоидной структурой частиц. Частицы осадка представляли собой хлопья частично гидролизованного молочного жира и белка неправильной формы диаметром не более в 1–2 мм.

После центрифугирования при числе оборотов 1500 мин<sup>-1</sup> определен состав жидкой и твердой фаз загрязнения, в котором обнаружены составные части молока (см. таблицу).

#### Химический состав жидкой и твердой фаз моющего раствора после центрифугирования


Компонент	Жидкая фаза, %	Твердая фаза, %
Вода	95,7	74
Общий сухой остаток	4,3	26
В том числе:		
неорганический (NaOH или HNO <sub>3</sub> )	2,4	12
органический сухой остаток	1,9	14
в том числе:		
молочный жир	0,4	3
белок	1,2	9
углеводы и другие	0,3	2

В процессе мойки **вакуум-аппаратов** уровень ХПК только после однократного применения превысил 5000 мгО<sub>2</sub>/л, почти в 2 раза больше, чем при мойке резервуаров (рисунок в).

Таким образом, степень загрязненности (ХПК) отработанных моющих растворов обусловлена на 80–85 % наличием органических веществ, свя-

занных с отложениями белково-жировых фракций молока и различных пищевых добавок при производстве молочных и молочкосодержащих продуктов (стабилизаторов, загустителей, растительных наполнителей и др.) и только на 9–10 % органическими веществами химического происхождения. **В связи с этим использование моющих композиций, содержащих ПАВ, не является причиной повышенного значения ХПК и, как следствие, главным источником загрязнения окружающей среды.** Более того, применение моющих композиций с высокими моющими, эмульгирующими, диспергирующими и бактерицидными свойствами позволит значительно снизить загрязненность стоков органическими соединениями и микрофлорой.

При внедрении новых технологических процессов производства молочных, особенно молочных составных и молочкосодержащих продуктов, следует учитывать возможность образования на поверхности оборудования высокоадгезионных загрязнений сложного состава, для удаления и полного растворения которых требуются моющие средства с повышенными эмульгирующими и гидролизующими способностями.

На рынке химических реагентов – компонентов моющих средств появляются экологически безопасные поверхностно-активные вещества и комплексообразователи, позволяющие полностью растворять сложные органические загрязнения в щелочных моющих растворах. В связи с этим работы, направленные на создание нового поколения экологически безопасных моющих композиций, определение соответствующих режимов санитарной обработки, модернизацию существующих станций нейтрализации и внедрение локальных очистных станций, являются крайне актуальными. 

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции»* (ТР ТС 021/2011).
2. *Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции»* (ТР ТС 033/2013).
3. *ГОСТ Р ИСО 22000–2007 «Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции»*.