

Молочная

№8, 2020

ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

**«Нео-Пак»:
5 составляющих
качественной
упаковки
для молока**



Очистка сточных вод в молочной промышленности

В.В.СЕМЕНОВ, директор
по науке и инновациям

А.Н.ЛУГОВКИН, главный конструктор
«НПО Экосистема»

ОТ ЧЕГО НЕОБХОДИМО ОЧИЩАТЬ СТОЧНЫЕ ВОДЫ

Основная опасность производственных стоков предприятий по переработке молока заключается в большом количестве органических загрязнений, поступающих от операций мойки оборудования, а также остатков продуктов и отходов производства. Не менее опасно, если в сточные воды сливаются кислотные и щелочные моющие агенты, которые приводят к изменению pH в диапазоне от 2 до 12 ед.

Попадание загрязненных стоков в водоем приводит к резкому снижению концентрации растворенного кислорода в воде и гибели его обитателей. Резко ухудшаются санитарные показатели водоема, он становится непригодным для водоснабжения. В случае сброса стоков на городские сооружения биологической очистки происходит отравление вплоть до полного отмирания активного ила, он тоже становится загрязнителем, что фактически являет-

В России остро стоит вопрос охраны водных ресурсов от загрязнения неочищенными сточными водами коммунальных и промышленных предприятий. На законодательном уровне установлены ограничения по сбросу загрязняющих веществ в водоемы и на централизованные сооружения биологической очистки. За превышение установленных нормативов предусмотрены штрафы, размеры которых зачастую соизмеримы с прибылью предприятий. Но одними штрафами дело не ограничивается. В случае если предприятие систематически нарушает установленные требования либо наносит существенный вред природе, его деятельность может быть приостановлена до приведения в норму экологических показателей.

ся экологической катастрофой для небольших водоемов. А так как восстановление процесса биологической очистки (наращивание массы активного ила) происходит достаточно медленно (до нескольких месяцев), то загрязнение водоема будет продолжаться до полного восстановления работоспособности очистных сооружений.

Во избежание подобных ситуаций компаниям рекомендуется заблаговременно позаботиться об экологическом благополучии своего производства, т.е. установить очистные сооружения, которые обеспечат соответствие показателей очищенных стоков нормативным требованиям.

ДЛЯ ПОДБОРА ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ НЕОБХОДИМО ОПРЕДЕЛИТЬ ОБЪЕМ СТОЧНЫХ ВОД И ИХ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Прежде чем приступать к проектированию очистных сооружений, необходимо внимательно проанализировать этапы технологического процесса, где образуются загрязненные стоки, и по возможности сократить/исключить эти источники. Основным источником загрязнения сточных вод на молочных предприятиях органическими соединениями является сыворотка. На современных производствах организованы ее сбор и переработка. Также нужно устранить сброс некондиционной продукции в общий сток. А вот исключить из технологии кислотные и щелочные промывки нельзя, но можно свести к минимуму затраты на их нейтрализацию, установив перед очистными сооружениями усреднительную емкость необходимого объема.

Производительность очистных сооружений зависит от максимального суточного и часового объема сточных вод, периода их поступления в рабочие смены, количества часов в сутки, когда производится сброс. Для существующих предприятий задача достаточно простая, так как объем сточных вод практически соответствует объему потребляемой воды и легко определяется по показанию счетчика на водомерном узле. Для вновь проектируемых предприятий расход стоков рассчитывается на основании характеристик технологических линий, отраслевых и санитарных норм.



Комплекс очистки «Валдай-ОРГАНИК» производства «НПО Экосистема»

Таблица 1

Так как часовой расход стоков в течение смены постоянно меняется, то особое внимание следует уделить расчету объема усреднительной емкости. Для молокоперерабатывающих предприятий ее объем рекомендуется принимать равным 40–50 % суточного расхода. Такой объем необходим для того, чтобы успевали перемешиваться кислотные и щелочные стоки, происходило усреднение концентрации загрязнений и расхода при залповых сбросах.

Производительность локальных очистных сооружений (ЛОС) перед сбросом стоков в централизованный коллектор рассчитывается, как правило, на 16–20 ч/сут непрерывной работы, чтобы обеспечить достаточное время на обслуживание оборудования, приготовление растворов химических реагентов, удаление отходов и прочие операции ежедневного обслуживания. Кроме объема производственных стоков необходимо учитывать дополнительное количество дренажей от самих очистных сооружений (промывные воды от оборудования, дренаж установок обезжелезивания и т.д.).

Если сброс очищенной воды планируется в водоем, то производительность ЛОС рассчитывается на непрерывную круглосуточную работу. Однако нужно обеспечить необходимое количество резервного оборудования, чтобы не допустить длительной остановки в случае выхода из строя какого-либо агрегата.

Следует учитывать различие в составе стоков сыродельного и молочного завода. На молочном предприятии загрязнителями сточных вод являются преимущественно жир, взвешенные вещества, органические соединения. В стоках сыродельного производства кроме этих видов загрязнителей наблюдается повышенное содержание соли.

МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОКОВ

Загрязняющие вещества в стоках молочных заводов присутствуют в нерастворенном, эмульгированном и растворенном состоянии. Прежде всего необходимо определиться с подбором оборудования для предварительной механической очистки поступающих сточных вод, так как от него напрямую зависит надежность и эффективность работы всей последующей схемы очистки.

На стадии предварительной очистки необходимо удалить мусор, тяжелые минеральные примеси и всплывающий жир – все то, что может привести к засорениям и поломкам насосного и другого

Удаление нерастворенных примесей	Удаление эмульгированных примесей	Удаление растворенных органических примесей	Удаление растворенных минеральных примесей	Особенности применения
98–99 %	80–85 %	Частично	Нет	Для локальной очистки
98–99 %	80–85 %	Частично	Нет	Для концентрирования сыворотки
Нет	98–99 %	98–99 %	Нет	После локальной очистки. Требуется доочистка от органических загрязнений
80–90 %	98–99 %	98–99 %	Нет	После локальной очистки. Обеспечивает полное удаление органических загрязнений
Нет	Нет	Нет	99,9 %	После глубокой очистки от органических загрязнений

Таблица 2

Капитальные затраты	Эксплуатационные затраты	Примечание
Низкие	Высокие	Может размещаться в помещении производственного цеха. Большое количество применяемых химреагентов
Средние	Высокие	Может размещаться в помещении производственного цеха
Высокие	Низкие	Необходимо размещение в отдельном здании с соблюдением санитарно-защитной зоны (ССЗ). Требуется утилизация биогаза
Высокие	Низкие	Необходимо размещение в отдельном здании с соблюдением санитарно-защитной зоны (ССЗ)
Высокие	Высокие	Может размещаться в помещении производственного цеха. Большое количество отходов солевого концентрата (до 15 % объема очищаемой воды), подлежащего утилизации

оборудования. Традиционно для этой цели применяются механические решетки и жироловки, совмещенные с песколовками. Это оборудование необходимо устанавливать в самом начале сооружений, до подачи стоков в усреднитель.

Основной проблемой эксплуатации такого оборудования является необходимость постоянного контроля и удаления задержанных загрязнений, не допуская их попадания на дальнейшие стадии сооружений. Более перспективным решением является применение комбинированных установок с автоматическим удалением загрязнений, исключая влияние человеческого фактора.

После того как из воды удалены мусор и крупные частицы загрязнений, необходимо выбрать наиболее оптимальный метод очистки, соответствующий требованиям на сброс очищенной воды. Поставщики водоочистного оборудования предлагают достаточно много вариантов очистки стоков молочного завода, которые можно объединить в пять основных групп: физико-химический; ультрафильт-

рация; обратный осмос; биологический анаэробный; биологический аэробный. В табл. 1 и 2 приведено сравнение технических особенностей и экономических показателей данных методов.

В большинстве случаев эти методы комбинируют. Рассмотрим такие варианты на примере комплексов по очистке «Валдай-ОРГАНИК», разработанных на основании опыта компании «НПО Экосистема» в проектировании и наладке очистных сооружений предприятий молочной отрасли. В этих комплексах применяется оптимальная технологическая схема, позволяющая обеспечить надежную и эффективную работу оборудования (блок-схема очистки представлена на рис. 1).

Схема локальных очистных сооружений включает:

- стадию предварительной очистки (механические решетки, песколовки, жироловки);
- усреднение состава и объема поступающих стоков (емкости-усреднители с механическим либо пневматическим перемешиванием);

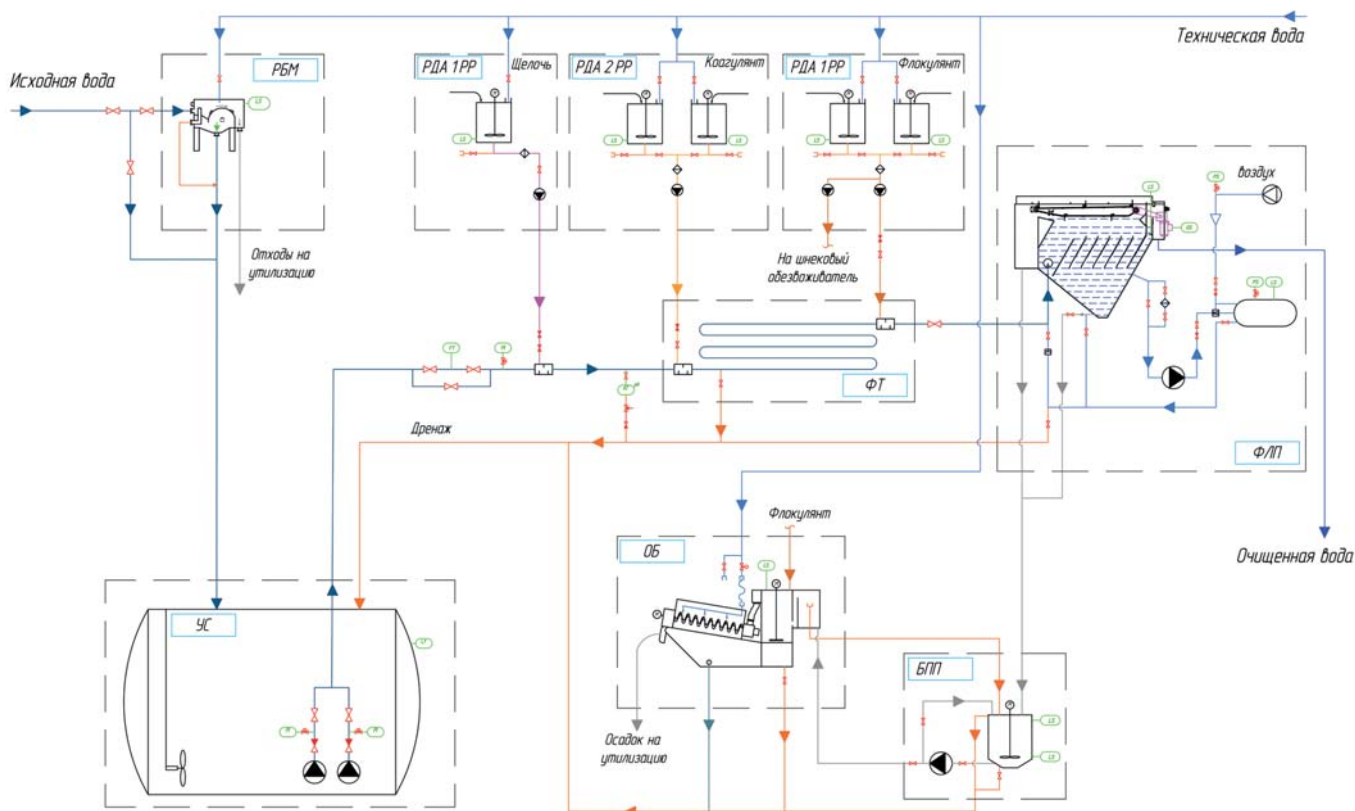


Рис. 1. Блок-схема очистки производственных сточных вод молочной промышленности на комплексе «Валдай-ОРГАНИК»: РБМ – решетка барабанная механическая, РДА1РР, РДА2РР – блоки приготовления и дозирования реагентов, РР1.1 – растворно-расходная емкость блока рН-коррекции; ФТ – трубный флокулятор; ФЛП – флотатор напорный; УС – усреднитель; БПП – блок приема пены; ОБ – шнековый обезвоживатель

- физико-химическая очистка (нейтрализация, флотационная очистка с применением коагулянтов и флокулянтов для реагентной обработки);
- сбор и обезвоживание образующегося шлама (шнековые обезвоживатели).

Данная схема позволяет достичь следующих результатов (табл. 3).

Удельные эксплуатационные затраты на очистку промстоков молочных производств на рассмотренном комплексе «Валдай-ОРГАНИК» не превышают 5–6 руб/м³.

Еженедельный контроль качества исходных и очищенных сточных вод производится заводской химлабораторией по стандартным методикам. Операторы при визуальном изменении качества исходных и (или) очищенных стоков проводят пробную коагуляцию и флокуляцию для корректировки режима реагентной обработки. Данная технология обеспечивает локальную очистку стоков перед сбросом в коллектор хозяйственно-бытовой канализации либо на заводские сооружения биоочистки.

В случае если очищенный сток предприятия необходимо сбрасывать в водоем, то после локальных очистных

Показатель сточных вод	До очистки	После механической очистки и усреднения	Эффективность реагентной флотации, %	ПДК для сброса в канализацию*
Взвешенные вещества, мг/дм ³	1500–2000	<1000	90	300
Сухой остаток, мг/дм ³	800–1500	<1200	**	3000
ХПК, мгО ₂ /дм ³	2500–3000	<1500	60–70	500
БПКполн, мгО ₂ /дм ³	1500–2000	<1000	60–70	300
Жиры, мг/дм ³	1500–2000	<1000	95	50
Фосфор общий, мг/дм ³	10–15	<12	50–60	12
Азот общий, мг/дм ³	60–110	<50	5–10	50
рН, ед.	2–12	3–10	Стоки нейтрализуются до ПДК	6–9

*Постановление правительства РФ от 3.11.2016 г. № 1134 «О вопросах осуществления холодного водоснабжения и водоотведения».

**Показатель «Сухой остаток» практически не снижается на стадии физико-химической очистки, кроме того, за счет применения минеральных кислот, щелочей и коагулянтов он увеличивается по сравнению с входящим стоком.

сооружений дополнительно проводится биологическая очистка. Для этой цели применяются комплексы «Валдай-БИО», включающие следующие стадии:

- аэробная биологическая очистка – нитрификация (аэротенк-нитрификатор со взвешенным активным илом);
- денитрификация (удаление нитратного азота);
- глубокая аэробная очистка с использованием полимерного бионосителя;
- доочистка на напорных песчаных фильтрах с применением хлорирования

и коагуляции, удаление остаточного аммонийного азота, фосфора и органики.

- обеззараживание очищенного стока УФ-излучением.

Блок-схема биологической очистки приведена на рис. 2, на рис. 3 – фото секций биоблока в железобетонном исполнении с установленными аэрационными системами и биоагрузкой и обезвоживатель. Данная схема позволяет достичь следующих результатов (табл. 4).

Удельные эксплуатационные затраты на доочистку промстоков молочных про-

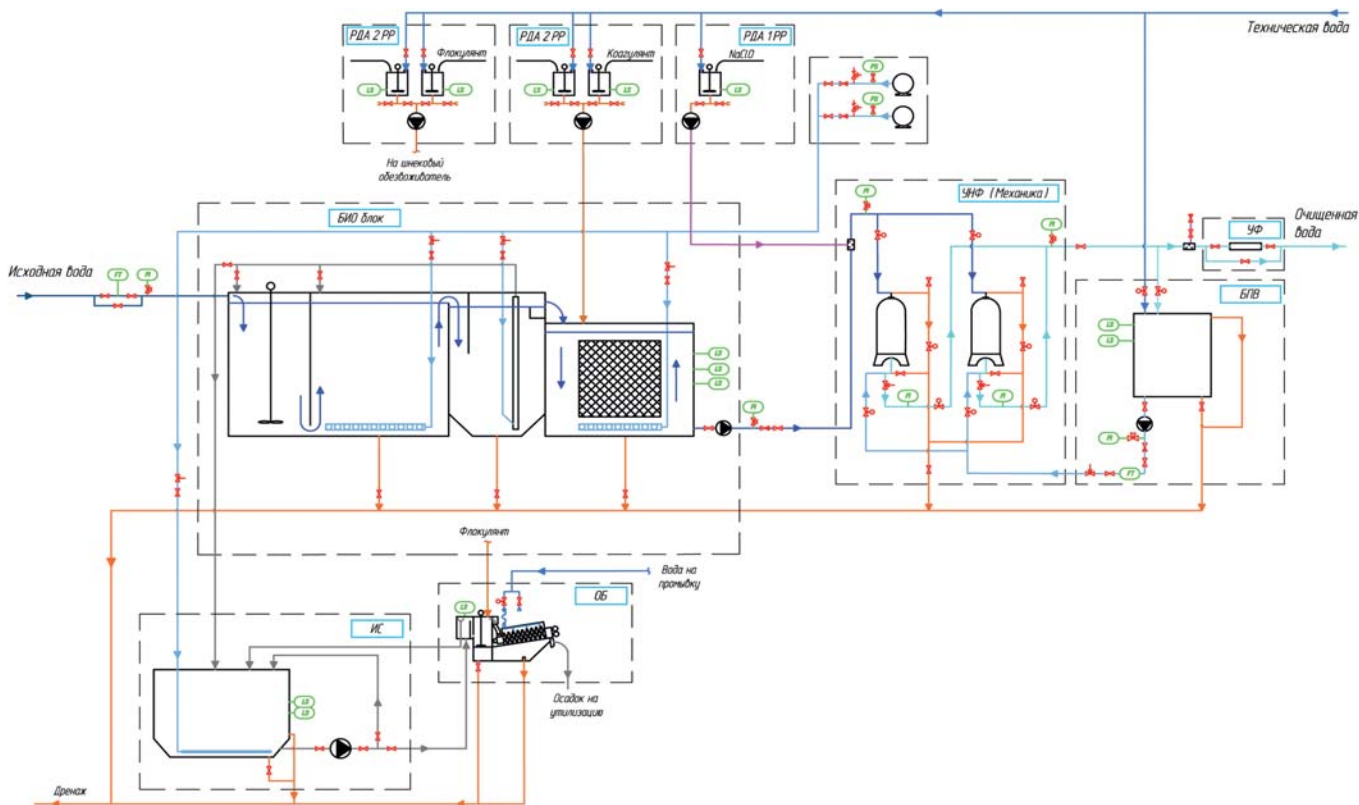


Рис. 2. Блок-схема биологической очистки и доочистки сточных вод в комплексе «Валдай-БИО»: БИО Блок – блок биологической очистки, УФ – установка напорных фильтров, ИС – иловый стабилизатор, ОБ – шнековый обезвоживатель, РДА2РР, РДА1РР – блоки приготовления и дозирования реагентов, УФ – установка ультрафиолетового обеззараживания, БПВ – блок подачи воды

Таблица 4



Рис. 3. Железобетонный биоблок с установленными аэрационными системами и био-загрузкой (сверху) и шнековый обезвоживатель (снизу)

Показатель сточных вод	На входе в сооружение биоочистки	После биоочистки	После доочистки	ПДК для сброса в водоем*
Взвешенные вещества, мг/дм ³	<200	5–10	<3,0	3,0**
Сухой остаток, мг/дм ³	<1500	<1500	1500***	1000
ХПК, мгО ₂ /дм ³	<800	<30	<30	30
БПКполн, мгО ₂ /дм ³	<500	<3,0	<3,0	3,0
Жиры, мг/дм ³	<50	<0,5	<0,5	–
Фосфор общий, мг/дм ³	<8	<0,5	<0,2	0,2
Азот аммонийный, мг/дм ³	<30	<0,39	<0,39	0,39
Нитраты, мг/дм ³	<5	<40	<40	40
Нитриты, мг/дм ³	<0,5	<0,08	<0,08	0,08
pH, ед.	3–10	6,5–8,5	6,5–8,5	6,5–8,5

* Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 13.12.2016 г. № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения».

** Ориентировочное значение на 0,25 мг/л больше фоновое содержание в водоеме.

*** Показатель «Сухой остаток» практически не снижается на стадии биологической очистки. Для его снижения требуется применение методов обессоливания воды.

изводства на комплексе «Валдай-БИО» не превышают 8–10 руб/м³.

Еженедельный контроль показателей качества исходных и очищенных сточных вод производится заводской химлабораторией по стандартным методикам. Операторы в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации проводят ежедневный контроль биологической стадии очистки (содержание растворенного кислорода, иловый индекс и пр.). По результатам данного

контроля операторы могут вносить изменения в процесс биологической очистки (менять расходы рециклов, увеличивать или уменьшать подачу воздуха и пр.).

Отходом биологической очистки является избыточный активный ил, который подается на отдельный шнековый обезвоживатель (рис. 3) либо на установку обезвоживания совместно с удалением шлама, образующегося после физико-химической очистки.

