

# Очистка сточных вод на пивоваренных заводах

**Томас Вайссер,**

«Энви́ро-Хеми ГмбХ» (Германия)

**М.В. Чеботаева**

ООО «Энви́ро-Хеми ГмбХ» (Россия)

Разработанная технология биологической очистки сточных вод для пивоваренных заводов соответствует всем стандартам и законодательным требованиям. Специалисты фирмы Enviro-Chemie разрабатывают экологически и экономически целесообразный проект специально для каждого заказчика. При применении специального метода анаэробно-аэробной очистки сточных вод количество избыточного ила снижается на 75 % по сравнению с традиционной аэробной очисткой. Предлагаемая технология также предусматривает получение биогаза, который можно использовать на предприятии в качестве топлива.

Большое преимущество для российского заказчика — наличие российского персонала, работающего в дочернем предприятии Enviro-Chemie. Русскоговорящие специалисты контролируют выполнение проекта от момента заключения контракта до окончания гарантийного периода, продолжая оказывать консультационную и практическую помощь, необходимую при изменяющихся условиях производства и в дальнейшем.

Большинство пивзаводов в России сбрасывают сточные воды на муниципальные очистные сооружения. Для того чтобы качество сточной воды соответствовало требованиям водоканалов, с одной стороны, и, для того, чтобы уменьшить платежи за сточную воду — с другой, некоторые российские пивзаводы уже построили локальные сооружения по предварительной очистке сточных вод. На данных очистных сооружениях сточные воды усредняются, нейтрализуются, на механической стадии очистки из сточной воды удаляется мусор. Однако зачастую данной обработки сточных вод недостаточно.

При увеличении производительности предприятий в результате реконструкции, при строительстве новых цехов строительство локальных очистных сооружений является одним из обязательных требований природоохранных органов, особенно в городах, где муниципальные очистные сооружения не имеют возможности принимать и перераба-

тывать дополнительный объем сильно загрязненных сточных вод. Постоянно увеличивающаяся плата за сброс сточных вод в канализационную систему города, штрафные санкции, предъявляемые пивзаводам, также способствуют тому, что руководство предприятия принимает решение строить собственные очистные сооружения.

## Состав сточных вод

Сточные воды, поступающие на очистные сооружения, образуются на различных стадиях производственного процесса (затираание солода, брожение, хранение, фильтрация, розлив).

Перед началом строительства очистных сооружений необходимо внедрить мероприятия по уменьшению водопотребления — водоотведения на пивзаводе. В качестве мероприятий, которые помогут уменьшить объем сточных вод и количество загрязняющих веществ, можно назвать обучение персонала, усовершенствование технологий мойки и т. д. Например, если очень остро стоит проблема с содержанием алюминия в сточных водах, можно не принимать бутылку с алюминиевой фольгой, что позволяет отказаться от строительства локальных очистных сооружений для обезвреживания моющих растворов из бутыломоющих машин. Цель внутрипроизводственных мероприятий — уменьшение объемов сточных вод с более высокой концентрацией загрязняющих веществ и более высокой температурой, что упрощает процесс очистки и снижает стоимость очистных сооружений.

## Качество сточных вод, образующихся на пивзаводе

Концентрация ХПК в сточных водах пивзаводов колеблется в пределах от 2000 до 6000 мг/л. Азот, уровень которого составляет 50–100 мг/л, образуется большей частью из органического азота (белок, дрожжи), и только очень небольшая его часть — из аммиака и нитратов. Содержания азота и фосфора в сточных водах достаточно для биологи-

ческой очистки сточных вод с применением системы BIOMAR, каких-то специальных химических добавок при этом не требуется. Для производства напитков характерны значительные временные колебания количества и концентрации сточных вод, так называемые залповые сбросы. Значение показателя рН также колеблется, но большей частью остается щелочным. Залповые сбросы обусловлены поступлением в заводскую канализацию отработанных моющих растворов и дезинфицирующих веществ (например, каустической соды), уровень показателя рН сточных вод в этот момент может быть больше 11.

## Технологии очистки сточных вод, предлагаемые для пивзаводов

1. Предварительная механическая очистка, во время которой происходит задержка мусора на решетках, удаление песка и первичное отстаивание.

2. Предварительная химико-физическая обработка, включающая нейтрализацию стоков (установка SPLIT-O-MAT) и дозирование реагентов (установки SPLIT-O-MAT, DOS-O-MAT).

3. Биологическая обработка сточных вод: предварительная анаэробная — аэробная обработка (BIOMAR MAB); предварительная анаэробная обработка (BIOMAR ASB); анаэробная — аэробная очистка (BIOMAR ASB-OSB); аэробная доочистка (BIOMAR OSB).

Прежде чем определить, какая система очистки сточных вод наиболее оптимальна для конкретных условий, необходимо собрать информацию о требованиях к качеству сточных вод и расценках со стороны муниципальных очистных сооружений, выяснить, есть ли возможность сброса очищенных сточных вод напрямую в открытый водоем.

## Сравнение анаэробной и аэробной системы обработки

Сопоставление двух методов очистки (см. таблицу) со всей очевидностью показывает, что для получения очищенной сточной воды, соответствующей по своим качествам нормативам ПДК (предельно допустимых концентраций) рыбохозяйственных водоемов, необходимо применить комбинацию этих двух методов. Преимущества предварительной анаэробной очистки сточных вод (BIOMAR ASB) могут удачно дополняться последующей аэробной (BIOMAR OSB) стадией доочистки (рис. 1).

По сравнению с традиционной для России аэробной очисткой (BIOMAR OSB) эта комбинация двух процессов значительно уменьшает эксплуатационные затраты на очистных сооружениях.

Анаэробная система: BIOMAR ASB	Аэробная система: BIOMAR OSB
Используется только при высокой концентрации загрязнений в сточных водах (ХПК > 1500 мг/л)	Используется при меньших объемах загрязнений в сточных водах
Используется при наличии относительно теплой воды (температура > 25 °С)	Может использоваться при наличии холодной воды
Не допускается наличие токсичных веществ в сточных водах	При определенных условиях допускается наличие токсичных веществ
Для щелочных сточных вод требуется предварительная нейтрализация	Для щелочных сточных вод не требуется предварительная нейтрализация
Активный ил может сохранять жизнеспособность без поступления «свежих» сточных вод	Без постоянного поступления «свежих» сточных вод активный ил погибнет
Необходима последующая аэробная доочистка для достижения ПДК	Необходимы две-три стадии аэробной очистки для достижения ПДК
Нет значительного удаления азота (N) и фосфора (P)	Возможна интеграция удаления азота (N) и фосфора (P)
Небольшое количество избыточного ила	Большое количество избыточного ила, необходимо обезвоживание и обезвреживание ила
Небольшая потребность в электроэнергии	Высокая потребность в электроэнергии, в том числе на аэрацию
Требуются большие площади	Очистные сооружения компактны
Большие капиталовложения	Меньшие капиталовложения
Более низкие эксплуатационные расходы	Более высокие эксплуатационные расходы

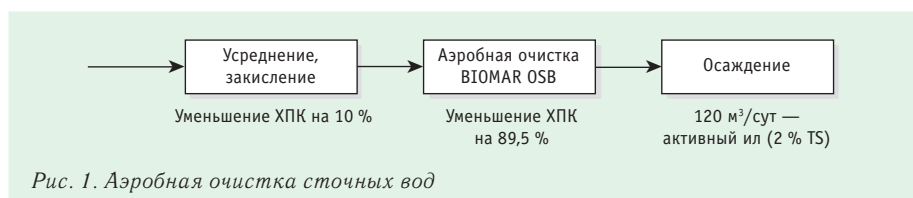


Рис. 1. Аэробная очистка сточных вод

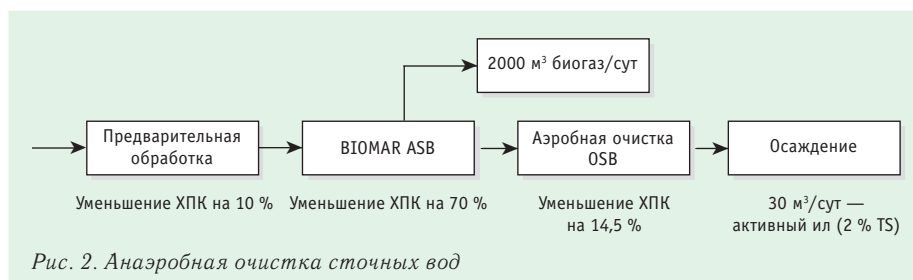


Рис. 2. Анаэробная очистка сточных вод

*Сравнение технологий на примере пивзавода, производящего 20 млн дал пива*

Требуется обработать сточные воды объемом 2000–2500 м³/сут. Состав стоков: ХПК — 6000 кг О₂/сут; БПК₅ — 3000 кг О₂/сут

*Аэробная очистка сточных вод*

При аэробной обработке сточных вод при снижении ХПК на 99,5 % в сточных

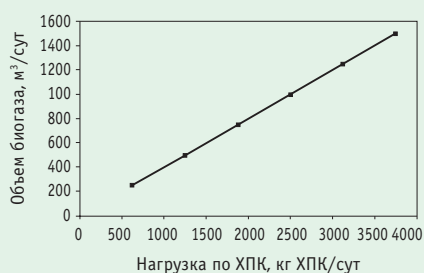


Рис. 3. Производство биогаза, который можно использовать на предприятии, увеличивается пропорционально значению ХПК в сточных водах

водах образуется 120 м³/сут избыточного активного ила с влажностью 98 %.

*Сочетание анаэробной и аэробной очистки сточных вод*

В результате анаэробно-аэробной обработки сточных вод при эффективности очистки по ХПК 99,5 % образуется 30 м³/сут избыточного активного ила с влажностью 98 %, следовательно, значительно снижаются затраты на его утилизацию. Кроме того, в процессе очистки образуется биогаз, который можно использовать на предприятии в качестве источника энергии.

**Работа реактора BIOMAR ASB при анаэробной обработке сточных вод**

Сточные воды, поступающие в метан-реактор, равномерно распределяются через систему трубопроводов на дне реактора. Движение воды в анаэробном реакторе организовано таким образом, что сточная вода поднимается снизу вверх с постоянной скоростью, проходя через слой активного ила. При этом происхо-

дит очистка сточных вод без добавления каких-либо реагентов.

Специальное устройство, называемое системой разделения трех фаз, в верхней части реактора предотвращает вымывание анаэробного ила из реактора. Данная система позволяет одновременно эффективно удалять из сточной воды биогаз и накапливать его в верхней части реактора. При определенных условиях, специально создаваемых в анаэробном реакторе, анаэробный ил приобретает определенную структуру. Формируются гранулы ила, которые обладают более высокой концентрацией биомассы и активностью, большей механической стабильностью и более выраженными седиментационными свойствами. При данной структуре активного ила можно добиться высокой концентрации анаэробного ила в метан-реакторе, что позволяет сократить время нахождения сточной воды в реакторе (менее 12 ч). Дизайн и работа реактора были оптимизированы в 1980-е годы, результатом стали более высокие концентрация ила и скорость осаждения.

Оптимальное разделение трех фаз вода — активный ил — биогаз стало возможным после создания реактора BIOMAR ASB, благодаря которому отпала необходимость в дополнительных разделении и переработке. Система разделения трех фаз GLOBAL позволяет также сгладить пики образования биогаза, которые зависят от концентрации органических веществ в сточных водах. Она обеспечивает относительно постоянную подачу биогаза либо на установку сжигания, либо на утилизацию. Для подачи сточной воды в муниципальную канализационную систему достаточно снизить объем загрязняющих веществ на 80 % (рис. 2).

Предварительная анаэробная очистка сточных вод имеет следующие характеристики: снижение ХПК на 80 %; низкие эксплуатационные затраты; компактные размеры сооружений; небольшое количество избыточного ила; получение биогаза; простота в обслуживании (рис. 3).

Собственные очистные сооружения с использованием анаэробного метода — хорошая альтернатива аэробному методу очистки сточных вод для компаний, сбрасывающих сточные воды в городскую канализацию. Значительно снижается потребность в площадях под очистные сооружения (в 3–5 раз), образуется небольшое количество избыточного активного ила, что позволяет избежать больших расходов по его удалению. Биогаз, образующийся в процессе очистки, можно использовать на предприятии, при этом потребности в электроэнергии сокращаются в 3–4 раза.



Рис. 4. Анаэробно-аэробная обработка сточных вод BIOMAR ASB-OSB на пивзаводе в России

Работа очистных сооружений BIOMAR ASB-OSB (анаэробно-аэробный метод), работающих в автоматическом режиме, состоит из следующих этапов (рис. 4).

Сточные воды собираются в накопителях, находящихся в двух разных местах на территории пивзавода. Каждый оборудован фильтром для очистки сточных вод от механических частиц. Замеры pH проводят после того, как объединились два потока сточных вод. Для удаления мусора вода подается насосами на две барабанные решетки, а затем в первичный осветлитель. Особенно важно удалить из воды остатки дрожжей, силикатный гель и частицы бумаги для того, чтобы они не накапливались на последующих этапах обработки.

Сточные воды, прошедшие стадию механической очистки, попадают в смеситель-усреднитель, который играет роль также и накопителя. Здесь происходит предварительное закисление сточной воды, в результате чего снижается значение pH и образуются органические кислоты.

Работа пивзавода носит относительно сезонный характер, зависит от времени года, максимальный объем производства приходится на летние месяцы. Два параллельных смесителя-усреднителя и два метан-реактора BIOMAR ASB позволяют качественно чистить воду и при максимальной производственной нагрузке. До того, как сточная вода попадает в метан-реактор, производится ее нейтрализация путем добавления каустической соды или соляной кислоты. Также в сточную воду можно дозировать питательные вещества.

**Доочистка сточных вод с использованием двухстадийной аэробной очистки**

Заключительная аэробная доочистка следует за анаэробной стадией (рис. 5). Аэротенк разделен на две части (кас-

кады), воздух в реактор подается мелкопузырчатыми аэраторами. Качество очищенной сточной воды после двухстадийной аэробной очистки и стадии фильтрации соответствует требованиям, предъявляемым к сточным водам, сбрасываемым в рыбохозяйственный водоем.

В зависимости от объемов и загрязненности сточных вод независимо друг от друга могут функционировать один или два аэротенка. Для обработки осадка запроектирован участок обработки и обезвоживания осадка.

Первичный осадок и избыточный активный ил (аэробный и анаэробный) собираются в накопителях и сгущаются под действием силы тяжести, после чего полученный осадок направляется на обезвоживание на центрифуге. Обезвоженный активный ил после получения соответствующих сертификатов можно применять в сельском хозяйстве как органическое удобрение.

В настоящее время биогаз, образующийся в метанреакторе BIOMAR ASB, сжигается. По мере развития производства его утилизация будет экономической целесообразной (рис. 6).

Очистные сооружения снабжены системой вытяжной вентиляции, отходящий воздух очищается от неприятных запахов на биологическом фильтре.

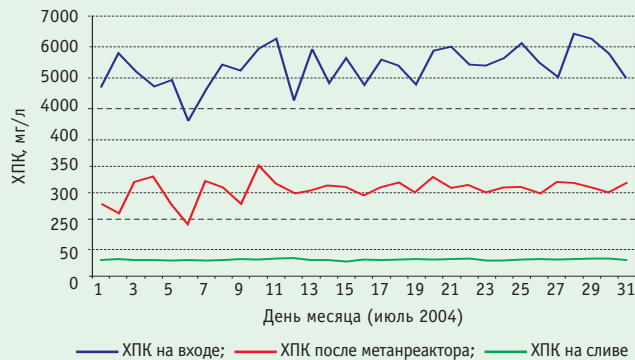


Рис. 5. ХПК после различных ступеней очистки сточной воды

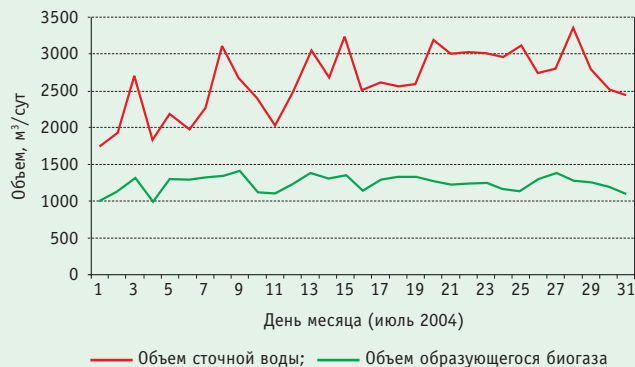


Рис. 6. Объем сточной воды и образующегося в результате очистки биогаза

**Комплекс услуг, предоставляемых заказчику**

Технология, разработанная ENVIRO-CHEMIE, была успешно внедрена на нескольких пивзаводах в России, в том числе и на вновь построенных предприятиях самой крупной российской пивоваренной компании «Балтика».

Специалисты центрального офиса фирмы ENVIRO-CHEMIE, находящегося в г. Росдорфе (Германия), при реализации российских проектов работают совместно с заказчиком для того, чтобы выбрать наиболее оптимальный с экономической и экологической точек зрения вариант очистки сточных вод. Инженеры российского дочернего предприятия «Энвирос-Хеми» в Екатеринбурге также оказывают постоянную поддержку заказчику, в том числе и при работе с контролирующими органами, при оформлении всей необходимой разрешительной документации. Фирма средних размеров работает с заказчиком, начиная с момента консультирования и планирования и заканчивая строительством и запуском объекта. Обучение персонала заказчика также является частью коммерческого предложения. Следующие проекты, реализуемые фирмой ENVIRO-CHEMIE GmbH в Польше, Румынии, Скандинавии и России в области пивоварения, близки к завершению.

