

Опыт реализации локальных очистных сооружений предприятий пищевой промышленности по технологии «MY DAF»

С введением в действие постановления Российской Федерации от 29.07.2013 № 644 [1] резко ужесточились финансовые последствия нарушения требований к приему промышленных сточных вод в централизованные системы водоотведения населенных пунктов. Причем, упор сделан на предотвращение негативного воздействия сброса повышенных концентраций органических загрязнений, который во многих случаях приводит к дестабилизации работы городских очистных сооружений. Концентрации этих загрязнений ограничены на уровне 300 мг/л по взвешенным веществам и БПК₅ и 500 мг/л – по ХПК. В настоящее время сброс неочищенных от органических загрязнений сточных вод может обойтись предприятию пищевой промышленности в 200–500 руб./м³.

В ноябре 2016 г. в указанное постановление были приняты важные изменения [2], согласно которым абоненты, не соблюдающие требований, должны составить и согласовать с водоканалом план по соблюдению требований к составу и свойствам сточных вод. Пути соблюдения требований в настоящее время весьма расширены, но одним из основных по-прежнему остается реализация (модернизация) локальных очистных сооружений (далее – ЛОС). Чрезвычайно важно, что на период реализации данного плана по соблюдению требований к составу и свойствам сточных вод, абонент и организация, осуществляющая водоотведение, вправе заключить соглашение, предусматривающее вычет из суммы платы абонента за негативное воздействие на работу централизованной системы водоотведения документально подтвержденных затрат на реализацию мероприятий плана по соблюдению требований к составу и свойствам сточных вод, фактически произведенных абонентом на дату внесения платы, но не более 50 % размера начисленной платы.



АО «МАЙ ПРОЕКТ»

А.В. Ромашко,
ВЕДУЩИЙ ИНЖЕНЕР-
ТЕХНОЛОГ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ОТДЕЛА АО «МАЙ ПРОЕКТ»¹

¹ Ромашко Андрей Васильевич, 115054, Россия, Москва, Б. Строченовский пер., 7, эт. 8, тел.: (495) 989-85-04, e-mail: romashko@myproject.msk.ru



Рис. 1.
ФЛОТАЦИОННАЯ
УСТАНОВКА ПТИЦЕФАБРИКИ
С ПРОБЛЕМАМИ В РАБОТЕ
СИСТЕМ САТУРАЦИИ
ВОЗДУХА И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
ВОДОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ

Ряд компаний, не имеющих достаточного опыта работы в отрасли, воспринимают ЛОС, обеспечивающие очистку от органических загрязнений, как нечто простое и однотипное. В реальности разнообразие типов и состава сточных вод, загрязненных органическими соединениями, требует индивидуального подхода к технологии их очистки [3]. Это необходимо не только для того, чтобы качество очищенных сточных вод соответствовало требованиям на сброс, но и с целью уменьшения ручного труда обслуживающего персонала, повышения удобства обслуживания сооружений, уменьшение эксплуатационных затрат на очистку сточных вод и предупреждения возникновения аварийных ситуаций.

В нашей практике неоднократно встречались случаи, когда ЛОС, внешне не отличавшиеся от аналогичных эффективных сооружений по составу и основным функциям, не обеспечивали надлежащей очистки и требований на сброс. Таким негативным примером являются ЛОС птицефабрики в Челябинской области. Установленная флотационная установка (см. рис. 1) на момент проведения обследования в 2015 г. не обеспечивала проектное качество очистки ввиду неэффективной работы системы сатурации и распределения водо-воздушной смеси.

Избежать описанных проблем при очистке сточных вод промышленных предприятий позволит разработанная компанией «МАЙ ПРОЕКТ» технология «MY DAF».

Технология «MY DAF» (Dissolved Air Flotation) – это целостное инженерное решение по очистке сточных вод методом напорной реагентной флотации, основанное на многолетнем опыте реализации комплексных проектов – «под ключ», объединяющее оптимальный выбор технологического оборудования, реагентов и средств автоматизации технологического процесса для получения максимального эффекта [4]. Технология «MY DAF» применима для многих отраслей промышленности. В данной статье рассмотрим ее использование для очистки сточных вод предприятий пищевой промышленности, а также убойных цехов птицефабрик, которые часто характеризуются высокими концентрациями ХПК и БПК₅, жиров, взвешенных веществ, фосфатов.

Стандартная схема локальной очистки этих сточных вод до норм приема в городской коллектор включает следующие основные узлы:

- предварительная механическая очистка от грубых включений;
- усреднение;
- реагентная физико-химическая очистка;
- обработка образующихся осадков.

Механическая очистка обычно осуществляется на решетках тонкой очистки: стержневых с прозором 1–2 мм, либо перфорированных с диаметром отверстий 3 мм. В зависимости от характера производственного процесса технологическая схема может быть дополнена решетками грубой очистки (в самом начале сооружений) и песколовками.

Усреднение обычно реализовано в буферных емкостях для сглаживания пиковых расходов поступающих сточных вод и концентраций загрязнений в них. Для предупреждения осаждения взвешенных веществ обычно применяются механические мешалки, но в отдельных случаях для предотвращения загнивания оптимальна система перемешивания воздухом.

Для физико-химической очистки обычно используется комплект оборудования в составе: смеситель, флотационная установка, насосы-дозаторы растворов коагулянта, щелочи и флокулянта, а также станция приготовления раствора флокулянта. Коагулянт и щелочь оптимально использовать в виде жидких товарных реагентов. При необходимости, комплект дополняется насосами-дозаторами кислоты в том случае, когда не исключено повышение pH сточных вод более 8,5 ед.

Обработка образующихся осадков, флотошлама и донного осадка осуществляется механическим способом, для чего могут быть применены шнековые пресса, центрифуги и другое обезвоживающее оборудование.

Хорошим помощником в решении задач по локальной очистке сточных вод «MY DAF» является программа GPS-X (Hydromantis). При проектировании очистных сооружений на основе флотации с механическим обезвоживанием осадка применение этой программы позволяет учесть влияние качества возвратного потока иловой воды от оборудования по механическому обезвоживанию осадка, спрогнозировать качество очищенных сточных вод, что при необходимости последующей реализации стадии биологической очистки является основополагающим фактором (рис. 2).

Рассмотрим технологические отличия решений, реализованных компанией «МАЙ ПРОЕКТ» на некоторых объектах.

На локальных очистных сооружениях ОАО «Дзержинский мясокомбинат» (г. Дзержинск Нижегородской обл.) при реализации технологии «MY DAF» были использованы реконструированные существующие песколовки, а имеющиеся железобетонные резервуары задействованы в качестве двухсекционного усреднителя. Эффективность и качество очистки сточных вод на описываемом мясокомбинате представлена в табл. 1.

ГЛАВНЫЙ КРИТЕРИЙ

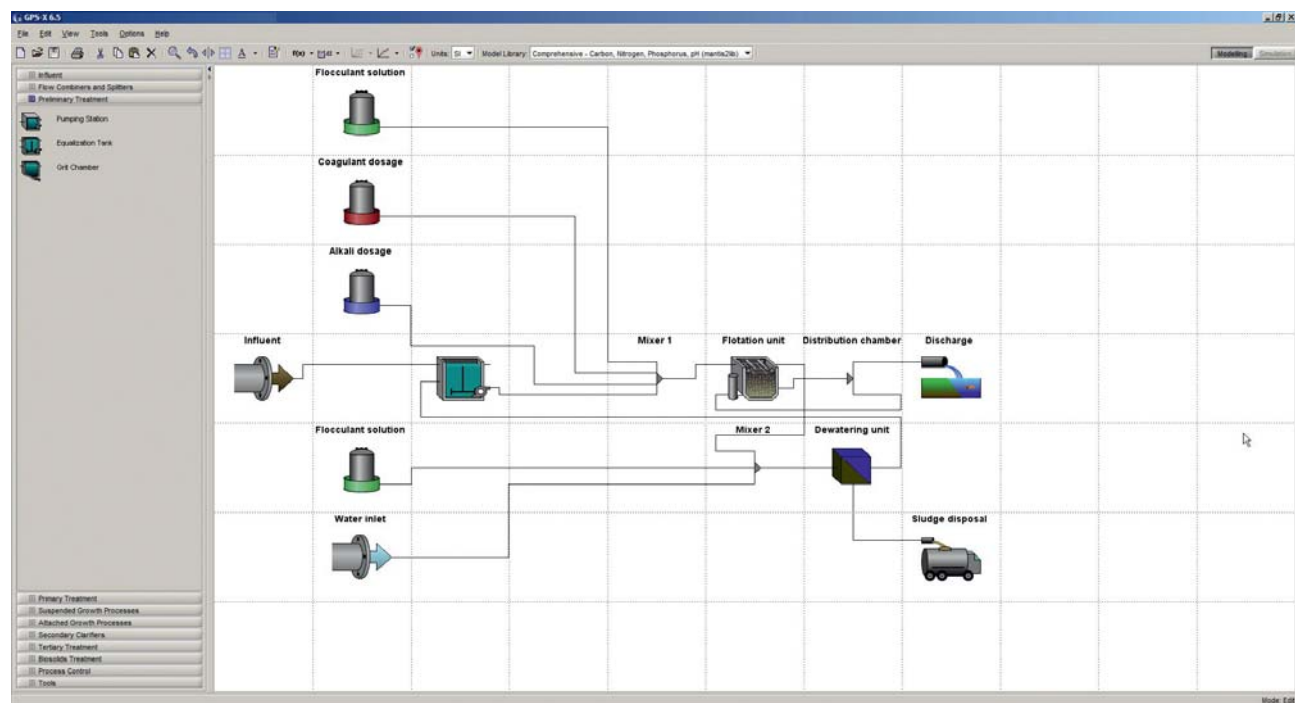
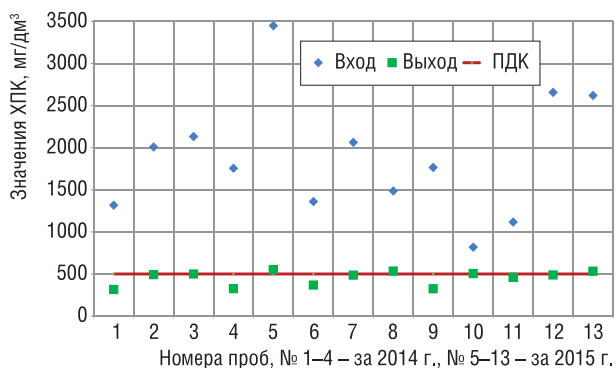


Рис. 2.
ИНТЕРФЕЙС И РАБОЧИЙ СТОЛ ПРОГРАММЫ GPS-X

Таблица 1.
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЧИСТКИ НА ОАО «ДЗЕРЖИНСКИЙ МЯСОКОМБИНАТ» [3]

Показатель, мг/л	До очистки, мг/дм ³	После очистки, мг/дм ³	Средняя эффективность очистки, %
Жиры	123–293	6,15–23,4	92–95
Взвешенные вещества	556–841	5,56–42,1	95–99
ХПК	1766–3097	318–681	78–82
БПК ₅	1360–1915	231–421	78–83
Фосфор общий	6,9–11,8	0,14–0,47	96–98
Железо общее	4,68–5,2	0,23–0,52	90–95
Нефтепродукты	4,4–10,0	0,18–0,7	93–96

Рис. 3.
Динамика колебаний загрязненности поступающих и очищенных сточных вод по ХПК за 2014–2015 гг. на ОАО «Дзержинский мяскокомбинат»



Динамика колебаний загрязненности поступающих и очищенных сточных вод за 2014–2015 гг. по ХПК представлена на рис. 3. Следует отметить, что, несмотря на высокую неравномерность поступающих значений ХПК, локальные очистные сооружения позволяют достичь требуемого Правилами холодного водоснабжения и водоотведения качества очищенных сточных вод по величине ХПК – 500 мг/дм³.

Общий вид флотационной установки на ОАО «Дзержинский мяскокомбинат» показан на рис. 4.

Шнековый пресс для обработки образующихся осадков в количестве до 40 м³/сут. позволяет не только снизить их влажность до 78–79 %, но и достичь экономии электроэнергии по сравнению с центрифугами. Так, удельное энергопотребление на обработку 1 м³ смеси осадков (флотошлама и донного осадка) составляет около 1,7 кВт·ч/м³ (см. табл. 2), тогда как при использовании центрифуги потребовалось бы более 6,7 кВт·ч/м³.



Рис. 4.
Общий вид флотационной установки на ОАО «Дзержинский мяскокомбинат»

Таблица 2.
Данные для расчета удельного энергопотребления при обработке осадков на ОАО «Дзержинский мяскокомбинат»

Наименование оборудования	Установленная мощность, кВт	Фактическое потребление электроэнергии, кВт·час	Фактическое время работы оборудования, ч/сут.	Суточное потребление электроэнергии, кВт·час/сут.
Насос-дозатор осадка	2,2	1,76	12	21,12
Станция приготовления раствора флокулянта	1,0	0,8	12	9,6
Насос-дозатор раствора флокулянта	1,1	0,88	12	10,56
Шнековый пресс / Центрифуга	1,5 / 23,7	1,2 / 19	12	14,4 / 228
Компрессор к прессу	1,1	0,88	12	10,56 / 0
ИТОГО (Шнековый пресс / Центрифуга):	6,9 / 28	5,52 / 22,44	–	66,24 / 269,28



Рис. 5.
Общий вид шнекового пресса
на ОАО «Дзержинский мясокомбинат»

Общий вид шнекового пресса представлен на рис. 5.

Отличительной особенностью предварительной механической очистки ООО «Мираторг Запад» (АПХ «Мираторг»), г. Калининград (прежнее название – ООО «Конкордия») является раздельная очистка хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод с применением комбинированных установок (решеток тонкой очистки и аэрируемых песколовков) для очистки первого потока. Применение комби-установок позволяет повысить эффективность задержания песка и получить песок с минимально возможным содержанием в нем органических соединений. Качество сточных вод после физико-химической очистки представлено в табл. 3.

Общий вид флотационной установки на ЛОС ООО «Мираторг Запад» показан на рис. 6.

Таблица 3.
ФАКТИЧЕСКИ ДОСТИГНУТЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ЛОКАЛЬНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ООО «МИРАТОРГ ЗАПАД» [5]

Показатель, мг/л	До очистки, мг/дм ³	После очистки, мг/дм ³	Средняя эффективность очистки, %
Взвешенные вещества	1740	65	96,2
Жиры и масла	1300	34	97,4
Фосфор фосфатов	24	1,5	93,8



Рис. 6.
Общий вид флотационной
установки на ЛОС
ООО «МИРАТОРГ ЗАПАД»

Таблица 4.

Эффективность очистки в период пусконаладочных работ на ЗАО «Агротек Холдинг» [3]

Показатель, мг/л	До очистки, мг/дм ³	После очистки, мг/дм ³	Эффективность очистки, %
Взвешенные вещества	950	67–95	90–93
ХПК	2300	680–800	65–70,5
БПК ₅	1200	350–420	65–70,5
Фосфор общий	65	7,2–9,8	85–89
Железо общее	3,0	0,54–0,75	75–82
Нефтепродукты	5,0	0,25–2,3	54–95

Высокая сейсмичность района, в котором расположено мясоперерабатывающее предприятие ЗАО «Агротек Холдинг» (п. Нагорный, Елизовский район, Камчатский край), обусловила, для упрощения и удешевления создания ЛОС, размещение оборудования по очистке сточных вод в контейнере, а малое проектное и фактическое количество образующегося осадка позволило отказаться от сооружений его механического обезвоживания. Флотошлам вывозится 1 раз в неделю ассенизационной машиной. Не все типы флотаторов пригодны для их размещения в контейнере, поэтому для этого объекта был подобран специальный флотатор, обладающий компактными размерами и высокой эффективностью очистки, представленной в табл. 4.

Общий вид флотационной установки в контейнерном исполнении ЗАО «Агротек Холдинг» представлен на рис. 7.

Рис. 7.
Общий вид флотационной установки в контейнере на ЛОС ЗАО «Агротек Холдинг»



ГЛАВНЫЙ КРИТЕРИЙ

Особенности реализации проекта локальных очистных сооружений на пищевом предприятии в г. Ефремове (Тульская область) ООО «Каргилл» являются:

- 1) усреднитель, выполненный в виде наземной емкости с полезным объемом 100 м³;
- 2) низкая гидравлическая нагрузка на поверхность флотатора.

Основным компонентом загрязнения сточных вод является растительное масло, удаление которого из потока позволяет также достичь высокой эффективности очистки сточных вод по такому показателю как ХПК (табл. 5).

В отличие от стандартных схем механической очистки, на мясоперерабатывающем предприятии ООО «Увинский мясокомбинат» (п. Ува, Удмуртская Республика) была установлена решетка грубой очистки ввиду наличие крупных отбросов в поступающих сточных водах. Особенность данного проекта состояла в сжатых сроках реализации ЛОС «под ключ», когда объект был сдан после 7 месяцев интенсивной работы [7; 8]. На данном мясокомбинате были достигнуты высокие эффективности очистки по основным показателям загрязнений (табл. 6).

Примером высокого уровня автоматизации локальной очистки, разработанной по технологии «MY DAF», является работа очистных сооружений птицефабрики ООО «Агро-Плюс» (г. Изобильный, Ставропольский край), представлены на рис. 8.

Таблица 5.
ФАКТИЧЕСКИ ДОСТИГНУТЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ
ЛОКАЛЬНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ООО «КАРГИЛЛ» [6]

Показатель, мг/л	До очистки, мг/дм ³	После очистки, мг/дм ³	Эффективность очистки, %
Взвешенные вещества	290–2900	20–33	92,7–98,9
Жиры и масла	1000–1800	27–37	96,5–99,0
ХПК	4100–1060	380–640	84,4–96,4

Таблица 6.
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЧИСТКИ НА ЛОКАЛЬНЫХ
СООРУЖЕНИЯХ НА ООО «УВИНСКИЙ МЯСОКОМБИНАТ» [7]

Показатель, мг/л	До очистки, мг/дм ³	После очистки, мг/дм ³	Эффективность очистки, %
Взвешенные вещества	730–1070	15–18	97,5–98,5
ХПК	1370–2260	330–710	69–79
Фосфор общий	12,6–14	< 0,1	99,2–99,3
Железо общее	2,3–6,6	0,8–1,3	43–82



Рис. 8.
Общий вид флотационной
установки на ООО «Агро-Плюс»

Таблица 7.

Влияние величин концентраций поступающих загрязнений на выбор конструкции флотатора и удельную нагрузку

Суммарное количество взвешенных веществ и жиров:			
~1000 мг/л	~3000 мг/л		~4000 мг/л
Удельная гидравлическая нагрузка на площадь поверхности флотатора, м ³ /м ² .ч:			
6,1	4,3	4,4	4,0
ОАО «Дзержинский мясокомбинат» [3]	ЗАО «Агротек Холдинг» [3]	ООО «Мираторг Запад» [5]	ООО «Каргилл» [6]

В зависимости от концентраций поступающих загрязнений на перечисленных объектах, реализованных по технологии «MY DAF», компанией «МАЙ ПРОЕКТ» применены различные конструкции флотаторов (табл. 7) с разной гидравлической нагрузкой на площадь поверхности.

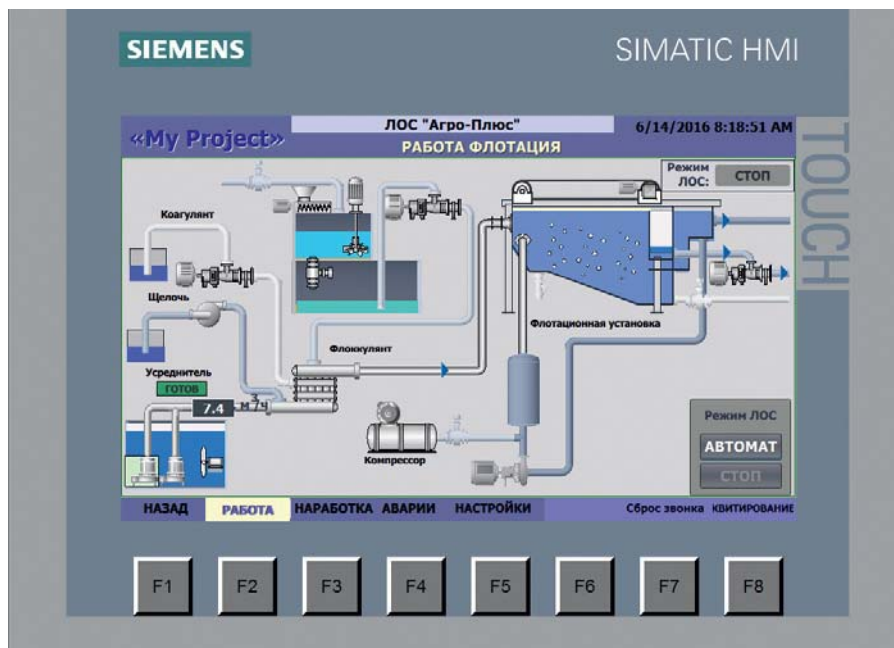
Управление всем технологическим оборудованием ЛОС предусмотрено с сенсорной панели управления шкафа управления флотацией при помощи разработанного компанией АО «МАЙ ПРОЕКТ» программно-технического комплекса (ПТК), который обеспечивает:

- автоматический сбор информации о ходе протекания технологического процесса;

- автоматическое регулирование основных технологических параметров;
- отображение технологических параметров и состояния технологического оборудования на панелях управления;
- дистанционное автоматизированное управление процессом;
- местное управление процессом;
- реализацию системы защит и блокировок;
- реализацию системы оповещения оператора при возникновении аварийных ситуаций.

Общий вид мнемосхемы «Флотация» на панели управления показан на рис. 9.

Рис. 9.
Мнемосхема сенсорной панели «Флотация»



Визуализированная информация представляется оператору на панели управления шкафа управления установкой напорной флотации и панели пульта местного управления (при использовании упрощенной АСУ ТП), а также на мониторе при реализации полнофункциональной АСУ ТП.

Выводы

Современные технические решения «MY DAF» по реагентной физико-химической обработке сточных вод предприятий пищевой промышленности методом напорной флотации позволяют гарантировать соблюдение норм приема в городские системы канализации для предприятий мясопереработки, производства растительного масла, птицефабрик и ряда других, а также обеспечить эффективную предочистку сточных вод многих других отраслей, требующих биологической очистки. Технические решения основаны на подборе оптимальных конструкций оборудования, реагентов, высокой энергоэффективности и степени автоматизации (диспетчеризации). ●

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление правительства Российской Федерации от 29 июля 2013 г. № 644 «Об утверждении правил холодного водоснабжения и водоотведения и о внесении изменений в некоторые акты правительства Российской Федерации».
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 3 ноября 2016 года № 1134 «О вопросах осуществления холодного водоснабжения и водоотведения».
3. Ромашко А.В., Бойко И.Ю., Марыкин Е.Р. Опыт реализации локальных очистных сооружений мясоперерабатывающих предприятий // «Мясная сфера» № 5 (108), 2015 г., с. 76–77.
4. Ромашко А.В., Бойко И.Ю., Марыкин Е.Р. Опыт реализации технологии «MY DAF» на локальных очистных сооружениях птицефабрики // «Птицепром», № 4 (33), 2016 г., с. 58–59.
5. Щетинин А.И., Агафонкин В.В., Костин Ю.В., Томилов С.М. и др. Очистка сточных вод предприятий мясоперерабатывающей промышленности // Водоснабжение и санитарная техника, № 1, 2012 г., с. 39–48.
6. Ромашко А.В., Котляр А.А. Успешная реализация проектов по очистке сточных вод как основа долгосрочного сотрудничества ООО «Каргилл» и АО «МАЙ ПРОЕКТ» // «Масложировая индустрия», № 1 (2), 2017 г., с. 36–37.
7. Есин М.А., Ромашко А.В., Мазняк З.А. Очистка сточных вод: индивидуальный подход и проекты «под ключ» // «Мясная сфера», № 1 (92), 2013, с. 64–65.
8. Есин М.А., Ромашко А.В. Комплексный подход к очистке городских и производственных сточных вод // «Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение», № 12, 2013 г., с. 32–36.