



## Концептуальный Проект Строительства Комплекса Локальных Очистных Сооружений (ЛОС) с применением «ISBS» Технологии, (Биологический процесс обеспечивает третичную очистку от углеродсодержащих органических загрязнений и органического азота и полную нитрификацию)

### СОДЕРЖАНИЕ

#### ПРЕДИСЛОВИЕ

1. Теоретические, основы биотехнологии - «ISBS»
  - 1.1 Описание, процесса ISBS.
  - 1.2 Преимущество Биотехнологии «ISBS»
2. Описание технологической схемы биологического процесса обработки сточной воды.  
Схема последовательности операций процесса (Flow-Diagram).
3. Технологическая схема процесса биологической очистки сточных вод
4. Характеристики обрабатываемой сточной воды
5. Химическое осаждение фосфатов



## ПРЕДИСЛОВИЕ

«ISBS» Биотехнология [технология интегрированной пространственно-конъюгированной бактериальной последовательности] очистки промышленных и бытовых сточных вод — это биологический процесс обработки сточной воды в «MCBR» [Комбинированный Биологический Реактор Модульного типа] прямоточного действия, без зон отстаивания и рециркуляции биомассы в начальную стадию процесса. Биodeградация органических загрязнений, а также органического и неорганического азота осуществляется взвешенной и прикреплённой на инертном носителе биомассой. Для насыщения сточных вод кислородом воздуха применяется специально-сконструированная воздушная система аэрации. «ISBS» Биотехнология позволяет выполнять глубокую очистку сточных вод от органических и неорганических загрязнений без избыточного роста и аккумуляции биологического активного ила и, следовательно, без необходимости разделения твёрдо-жидкой фазы обработанной воды. Глубокая биологическая обработка сточных вод производится в соответствии с самыми жёсткими требованиями организаций по охране окружающей среды и потребителя.

## Примечание:

1. В реконструкции очистных сооружений "\_\_\_\_\_" для очистки смешанных промышленных и бытовых сточных вод применён **многоступенчатый аэробный биологический процесс без первичных анаэробных отстойников** и с сокращённым временем обработки сточной жидкости.
2. Комплекс **Локальных Очистных Сооружений** использует **биологический процесс в биологических реакторах с аэрируемыми биофильтрами**.
3. В **биореакторах с аэрируемыми динамическими биофильтрами** применяется биологическая очистка с одновременным использованием взвешенной и прикреплённой на **динамическом инертном носителе** биомассой.
4. Биологический процесс очистки осуществляется **путём разделения на несколько сопряжённых окислительно-восстановительных биохимических реакций**.
5. Биологический процесс очистки осуществляется **в аэробных биореакторах непрерывного прямоточного действия, без зон отстаивания**.
6. По сравнению с традиционными биологическими процессами очистки промышленных и бытовых сточных вод, в «ISBS» процессе **продуцирование избыточного биологического ила сокращена в 100~300 раз (то есть до абсолютного минимума)**.
7. **Разделение твёрдо-жидкой фазы биологического ила во вторичных отстойниках и его рециркуляция в начальную стадию биологического процесса исключены**.
8. Биологический процесс обеспечивает устойчивую и стабильную работу в автоматическом режиме, например, в случае длительного сезонного снижения гидравлической нагрузки на очистные сооружения или наоборот, в случае резкого суточного, недельного или месячного повышения (до 50%) нагрузки по загрязнениям (то есть залповых сбросов).
9. Биологический процесс **обеспечивает отсутствие неприятных запахов**.
10. Биологический процесс позволяет возобновить обработку сточных вод без необходимости новой загрузки и повторной адаптации биомассы. Например, **в случае остановки процесса обработки или в случае консервации** обрабатываемая вода в биореакторе сливается через дренажную систему в усреднитель, отключается подача воздуха и воды и **биореактор консервируется на любой длительный период**.
11. Биомасса в биореакторах «MCBR», применяющих «ISBS»-процесс и специальные динамические биофильтры [D.M.I.S.] **капсулируется (остаётся на биофильтрах в сухом состоянии, в виде**

*спор и цист) и сохраняется на сколь угодно длительный период. А после включения реактора в работу, т.е. при заполнении сточной водой и возобновлении подачи воздуха биореактор восстанавливает качество биологической очистки в течении 6 ~ 8 часов, без периодической дозагрузки биомассы и адаптации. При этом все предыдущие регулировки подачи воды и воздуха контролируются автоматически и, как правило, остаются неизменными и сохраняются в соответствии с режимами предыдущей работы реактора.*

12. В процессе эксплуатации очистных сооружений не требуются и *исключены вспомогательные работы по регенерации или замене инертного носителя, а также периодические работы по регенерации или полной замене систем обеспечения воздухом (диффузоров).*

## 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БИОТЕХНОЛОГИИ «ISBS»

### 1.1 ОПИСАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

«ISBS» Технология [биотехнология интегрированной пространственно-конъюгированной бактериальной последовательности] — это процесс глубокой биологической очистки сточных вод с применением различных видов микроорганизмов, иммобилизованных на синтетическом инертном бионосителе.

Создание и поддержание в «MCBR» биореакторах [Комбинированный Биологический Реактор Модульного типа] высокой концентрации бактерий-деструкторов достигается путем иммобилизации микроорганизмов на аэрируемой динамической инертной насадке, и одновременно с этим, разделением биохимического процесса очистки на несколько последовательно связанных стадий.

Иммобилизация бактерий-деструкторов интенсифицирует биохимический процесс очистки воды при высоких субстратных загрязнениях (органических и неорганических), и высоких гидравлических нагрузках.

Иммобилизация бактерий многократно усиливает устойчивость системы к стрессовым ситуациям (резким изменениям состава и концентрации загрязнителей, гидравлического режима, температуры, pH и пр.) и, в отсутствие поступления соответствующих субстратов-загрязнителей позволяет длительно удерживать в биореакторе адаптированные штаммы различных микроорганизмов.

Иммобилизация бактерий создает благоприятные условия для спонтанной авто-селекции штаммов и обмена генетической информацией.

Прикрепленные бактериальные клетки устойчивее к действию токсикантов, отличаются более высокими скоростями метаболических процессов. Закрепление микроорганизмов на фиксированной в биореакторе инертной насадке (бионосителя) - одно из необходимых условий реализации пространственной сукцессии гидробионтов, т.е. последовательной смены различных видов микроорганизмов по пути движения жидкости в биореакторе.

Вторым, необходимым условием для реализации «ISBS» Технологии является создание проточной системы очистки, без возврата (рециркуляции) активной биомассы в начало процесса.

Полная биодеградация загрязнений в «MCBR» осуществляется как сложный многоступенчатый процесс.

Биотехнология «ISBS» позволяет интенсивно реализовать такое природное явление как самоочищение водоемов. Эффективная биологическая обработка сточных вод выполняется в аэробных условиях, без зон отстаивания, фаз разделения жидкость-иловая смесь и без рециркуляции дополнительной активной биомассы.

Важная конструктивная часть биореактора — биофильтр [D.M.I.S.] – это динамический бактериальный инертный носитель, выполняющий функцию иммобилизатора микроорганизмов и формирующий трехмерный объем, заполненный гидробионтами.

**[D.M.I.S.] — Динамическая Многоуровневая (полимолекулярная и мультифиламентная) Инертная Поверхность**, предназначенная для иммобилизации водных микроорганизмов (*гидробионтов*), и посредством которой, в границах специфической окружающей среды **формируется определённая пищевая последовательность морфологически и метаболически разнообразного бактериального сообщества** (*пространственно-симбиотическая пищевая цепь микроорганизмов*).

**Динамические биологические системы** — это системы, способные поддерживать **динамическое равновесие** с окружающей средой и компенсировать её [среды] возможное **стрессовое воздействие**. Такие системы демонстрируют **динамическую стабильность структуры бактериального сообщества без видимого внешнего вмешательства**.

Определённая концентрация биомассы и специфический видовой состав бактериальных колоний, иммобилизованных на биофилтре **[D.M.I.S.] лимитируются такими параметрами окружающей среды**, как **растворённый кислород и питательные вещества**, которые являются управляемыми [регулируемыми] величинами, как отдельно для каждого **Аэрируемого биомодуля «ТОР»**, так и для **«MCBR»**, как **многомодульной системы** (*комбинированные технологические узлы*).

#### **ПРИМЕЧАНИЕ:**

Одной из главных специфических характеристик «ISBS» Технологии является применение многоуровневого, динамического бионосителя, зафиксированного в отдельном биомодуле.

В отличие от других типов бионосителей, применяемых, например в IFAS или MBBR процессах, биофилтр [D.M.I.S.] имеет определённую эластичность и гибкость, но в определённой степени ограничен в свободе перемещения в пространстве. Бионоситель строго зафиксирован в каждом, отдельно взятом биомодуле, а его структурные элементы лишены возможности физического контакта между собой и не сталкиваются хаотично и не перепутываются друг с другом, под действием воздушного барботажа или перемешивания водной среды биореактора.

В условиях воздушного барботажа или перемешивания водной среды биореактора миксером систематическое, разрушающее биоплёнку хаотичное столкновение и физический контакт отдельных единиц (частей) биофилтра с другими, соседними единицами носителя, работающими во взвешенном состоянии, ведёт к частичной потере биомассы и к пространственно-неравномерному росту биоплёнки, а также к выносу разрушенной и срезанной биомассы из реактора. Такое деструктивное и дестабилизирующее воздействие, вызывающее эрозию биопленки характерно для большинства типов биофилтров, работающих во взвешенном состоянии. А в действительности, такие отрицательные эффекты усложняют мониторинг за эффективной дозой биомассы в биореакторе.

В противоположность этому, динамические компоненты биофилтра [D.M.I.S.] имеют определённую, заданную колебательную траекторию в трёхмерном пространстве, и эта колебательная траектория динамических элементов биофилтра не пересекается с аналогичными траекториями других структурных элементов бионосителя.

Кроме очень хороших адгезивных характеристик биофилтра [D.M.I.S.] такая компоновка не приводит к эрозии (срезанию и вымыванию) биоплёнки, вследствие хаотических ударов и столкновений частей биофилтра. Биоплёнка на биофилтре развивается равномерно, стабильно и гармонично и устойчива к стрессам, вызванным изменениями окружающей среды или кратковременными пиковыми нагрузками.

Следующей существенно-важной характеристикой «ISBS» Технологии, определяющей конструкцию биореактора типа «MCBR», является пространственное разделение биологического процесса на множество последовательно расположенных субъединиц (субэлементов) - сверху вниз, снизу вверх,

*а также пространственное разделение в продольном направлении движения обрабатываемой воды, которое конструктивно учитывает гидравлические скорости движения воды в коридорах биореактора и воздействие воздушного барботажа.*

*Такая конструктивная композиция биологического процесса очистки - с применением ряда последовательно-расположенных автономных биомодулей, и одновременно с разделением рабочего пространства биореактора на определённое количество специфических секций (компартментов) - оптимизирует самоорганизацию и адаптационную способность прикреплённой биомассы в каждом субподразделении, а также упрощает оперативную возможность корректировки биопроцесса очистки в условиях изменения окружающей среды, и как результат, ведёт к более гибкому и плавному биохимическому процессу окисления загрязнений.*

*Систематизированная, последовательно разделённая на экологические ниши каркасная конструкция биореактора «MCBR» и соответствующая организация «ISBS» биопроцесса в целом, способствует динамичному, саморегулируемому росту и поддержанию стабильной биоплёнки на инертном носителе, а также компенсирует стрессовые воздействия на биомассу при резком изменении условий окружающей среды.*

*Многоступенчатая, амортизирующая скачкообразные воздействия среды конструкция реактора «MCBR» предохраняет от функционального проскальзывания (проскока) процесса биохимической очистки в зонах биореактора и позволяет осуществлять значительно более плавный процесс обработки воды.*

*В этих условиях биоплёнка на биофилтре [D.M.I.S.] развивается более стабильно и равномерно, а также имеет способность к саморегуляции, в соответствии с условиями окружающей среды в каждом компартменте и био- модулях, как автономных единицах реактора.*

*Одновременно с этим, упрощается регуляция активной жизнедеятельности биоплёнки за счёт использования всего двух основных лимитирующих факторов биопроцесса - поддержание определённых концентраций органических и неорганических элементов питания и поддержания необходимых концентрации растворённого кислорода или нитратного азота, как акцепторов электронов в биохимических процесса окисления загрязнений.*

*Вследствие такой компоновки биопроцесса в биореакторе не происходит чрезмерного роста биомассы и образования трудно разлагаемых органических соединений (высокомолекулярные полимеры, лигнин, хитин, и т.д.).*

*Гармоничный, саморегулируемый рост и деградация взвешенных и прикрепленных групп микроорганизмов в биореакторе обеспечивается созданием оптимальных условий для их жизнедеятельности.*

*Благодаря этому концентрация активного ила в «MCBR» повышается в 5~7 раз по сравнению с традиционными аэротенками, окислительная мощность увеличивается в 2~3 раза, сокращается время обработки сточной жидкости в 2~3 раза. Эти преимущества важны и при обработке высококонцентрированных сточных вод, где необходимо поддерживать высокую дозу активного ила.*

*Традиционные процессы обработки сточной воды смоделированы таким образом, чтобы осуществлялся постоянный прирост и накопление избыточного ила, который впоследствии рециркулируется в начальную фазу процесса обработки или удаляется из рабочего цикла и обрабатывается перед утилизацией. В традиционных биологических очистных сооружениях (Аэротенки, SBR, MBR, Биофилтры с пластиковой, гравийной или другой гранулированной загрузкой) объем избыточного ила (влажностью 97-98%) составляет от 1,5% до 10% от общего суточного расхода сточных вод.*



В «МСВР», благодаря точно подобранному и скоординированному процессу обработки воды, применяющему прикрепленную на специальном бионосителе микрофлору, происходит полная минерализация суспендированного активного ила. В обработанной воде на выходе из биореактора количество органического ила в 100~300 раз меньше, по сравнению с традиционными технологиями. После обработки воды в «МСВР» практически не требуется соответствующее оборудование для разделения твёрдо-жидкой фазы, удаления, обработки или рециркуляции органического осадка.

#### Примечание:

**«ISBS» Технология** позволяет избежать сложности в эксплуатации очистных сооружений, возникающие в условиях значительных сезонных изменений гидравлической нагрузки и нагрузки по загрязнениям, а также оптимизирует работу очистных сооружений в автоматическом режиме.

Неравномерная гидравлическая нагрузка и нагрузка по загрязнениям **не оказывают влияние на качество очистки**, так как в случае сокращения или прекращения подачи воды, система сохраняет свою работоспособность, как угодно, долго.

В случае длительного сезонного снижения гидравлической нагрузки на очистные сооружения в биореакторе **последовательно отключаются определённые секции** (пропорционально сокращению количества подаваемой воды), а также сокращается количество подаваемого воздуха (за счёт отключения определённого количества воздуходувок).

После каждого случая (запланированного или незапланированного) вывода из эксплуатации одной из последовательно расположенных секций биореактора **нет необходимости загружать новую биомассу и настраивать заново параметры работы воздуходувок** для того, чтобы Биореактор вышел на эффективный режим работы в целом или секции в отдельности. **Адаптированные к определённым условиям каждой секции штаммы бактерий сохраняются на бионосителе в высушенном виде (споры, цисты, капсулы и т.д.).**

В условиях возобновления подачи воды и воздуха в секции биореактора микроорганизмы восстанавливают свою жизнедеятельность практически в течение 6~8 часов.

**После заполнения секций биореактора сточной водой необходимые параметры очистки выходят на проектную мощность через несколько часов.**

#### 1.2. ПРЕИМУЩЕСТВО БИОТЕХНОЛОГИИ «ISBS»

По сравнению с традиционной биологической очисткой сточной воды в аэротенках применение биотехнологии «ISBS» даёт следующие преимущества:

1. Выход избыточного активного ила сокращается в 100~300 раз по сравнению с существующими технологиями; на выходе, после биохимической очистки, есть только обработанная вода и отсутствует биологический осадок - избыточный активный ил;
2. Уменьшается вынос взвешенных веществ и, следовательно, значительно снижается БПК очищенных стоков;
3. Из схемы очистки воды исключается дополнительное насосное оборудование для перекачки рециркулируемого ила;
4. Не требуется необходимое для традиционных технологий оборудование постоянного контроля дозы ила и илового индекса в сооружении;



5. Из схемы очистки исключаются дополнительные системы отстаивания сточных вод;
6. Значительно сокращается время обработки сточных вод и, следовательно, сокращаются эксплуатационные затраты;
7. Исключаются дополнительные сложные устройства регенерации инертного носителя и систем обеспечения воздухом (диффузоров);
8. Нитрификация и денитрификация проводятся в одном биореакторе, без устройства дополнительных систем, благодаря специальным свойствам инертного носителя;
9. Процесс устойчив к большим перепадам нагрузки поступающих в реактор сточных вод, а установка легко запускается в работу, после запланированных и незапланированных, аварийных остановок (землетрясения, отключение электричества на длительный срок и т.д.);
10. Биологический процесс полностью автоматизирован, стабилен и высокоэффективен - сооружение работает в автономном и автоматическом режиме, без участия человека;
11. Биологический процесс характеризуется отсутствием неприятных запахов;
12. Биологический процесс отличается функциональной простотой и долговечностью.
13. Низкие энергозатраты на куб. м воды;
14. Незначительная площадь под застройку;
15. Внутри биореактора «MCBR» отсутствуют электромеханические устройства;
16. Высокое качество очищенной воды, соответствующее самым жёстким требованиям контролирующих организаций;

## 2. ОПИСАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Процесс биodeградации органических загрязнений, а также органического и неорганического азота производится в соответствии с основополагающими принципами «ISBS» Биотехнологии:

а) Процесс биodeградации производится в многосекционном аэрируемом «MCBR» - [Комбинированный Биологический Реактор Модульного типа] проточного действия, без зон отстаивания и рециркуляции биомассы в начальную стадию процесса.

б) В зависимости от состава и концентрации загрязнений в сточных водах «MCBR» делят на аэробные зоны и зоны аноксии. Соотношение между количеством аэробных зон и зон аноксии может изменяться также в зависимости от характера и концентрации загрязнений в сточных водах.

в) «MCBR» представляет собой бетонный или металлический резервуар, состоящий из нескольких технологических секций, в которых размещены модуль-биокассеты «ТОР» с многослойным динамическим инертным биофильтром [D.M.I.S.] и диффузорами.

г) «ISBS» Процесс глубокой очистки сточных вод - это биологический процесс с формированием трехмерной последовательности микроорганизмов в объеме биореактора, создающий саморегулируемый гармоничный рост и деградацию бактерий.



е) Для реализации «ISBS» Процесса используются специально-сконструированные **трёхмерные оригинальные модульные биокассеты**, с многослойным инертным синтетическим иммобилизатором биомассы, а для насыщения сточных вод кислородом применяется специально-сконструированная, интегрированная в **Биомодуль** система аэрации.

ф) **Иммобилизация микроорганизмов** происходит на многослойном инертном бионосителе, которым заполнен весь рабочий объем **Биомодуля**. С целью формирования определённой окружающей среды и видового разнообразия микроорганизмов **физико-механические свойства бионосителя** (объемный вес, поверхностная плотность, а также геометрические характеристики и площадь иммобилизации) в **Биомодуле** могут быть изменены.

г) Изменяя **количество воздуха**, подаваемого в **Биомодуль**, и с учётом изменений концентраций загрязняющих веществ, поступающих в секции Биореактора формируется определённая окружающая среда и **видовое разнообразие микроорганизмов**, участвующих в процессе биоразложения органических и неорганических загрязнений.

h) В соответствии со скоростью окисления, количеством и видовым разнообразием биомассы на носителе и лимитирующим количеством подаваемого воздуха **окружающая среда** (качество и количество органических и неорганических загрязнений) **изменяется в каждой секции**.

**В соответствии с требованиями «ISBS» Технологии процесс очистки сточной воды производится в следующем порядке и содержит следующие основные узлы и механизмы:**

**2.1.** Сточная вода, через серию промежуточных водосборных колодцев (от разных, загрязняющих воду объектов), по канализации поступает на главную насосную станцию очистных сооружений.

**2.2.** Далее, погружные насосы подачи грязных стоков, работающие попеременно (**по системе stand-by**) перекачивают воду **в усреднительную ёмкость, в обязательном порядке фильтруя воду, через приёмные камеры решеток Микроскринеров и песколовок**, где происходит удержание мусора, песка и других нерастворимых частиц;

**2.3.** **Узел механической очистки** представляет собой последовательно установленные автоматизированные Микроскринеры, с величиной фильтрующих отверстий последнего Микроскринера не более 1~2 мм и песколовку (комбинированную или раздельную);

**2.4.** Усреднительная емкость и погружные насосы подачи грязных стоков: погружные насосы подачи грязных стоков, **расположенные в усреднителе**, работают попеременно (по системе stand-by) и подают сточную воду в «**MCBR**» по принципу **Plug-flow** или непрерывно;

**2.5.** Между подающими насосами и Биореактором размещен счётчик расхода подаваемой воды.

**2.6. «MCBR» - [Комбинированный Биологический Реактор Модульного типа] интенсивной очистки:**

«**MCBR**» представляет собой бетонный или металлический резервуар, состоящий из нескольких технологических секций, в которых размещён патентованный **биофильтр [D.M.I.S.]** (многослойный инертный бионоситель), закреплённый в **Биомодуле «TOP»** со встроенными **диффузорами**.

В зависимости от состава сточных вод «**MCBR**» делят на **аэробные зоны и зоны аноксии**, соотношение между которыми может меняться в зависимости от характера и количества загрязнений.



2.7. Иммобилизация и адаптация микроорганизмов к водной окружающей среде каждой секции «МСВР» происходит на инертной поверхности **биофильтра [D.M.I.S.]**, которым заполнен весь рабочий объем Биомодуля «ТОР».

Физико-механические свойства бионосителя (*Объемный вес, Поверхностная плотность, а также Геометрические характеристики и Площадь поверхности иммобилизации бионосителя*) **различаются в каждой секции. [D.M.I.S.] проектируется таким образом, чтобы с его помощью, а также посредством лимитирования подаваемого воздуха и количества загрязнений сформировать определённую окружающую среду и видовое разнообразие микроорганизмов, участвующих в процессе биоразложения органических и неорганических загрязнений.**

**В соответствии с контролируемым управлением количества воздуха, подаваемого в секции реактора, а также в соответствии со скоростью окисления загрязнений и видовым разнообразием, и концентрацией биомассы на динамическом инертном носителе окружающая среда (качество и количество органических и неорганических загрязнений) изменяется в каждой секции «МСВР».**

2.8. Каждый Биомодуль «ТОР» оснащён **специально-сконструированной, интегрированной в Биомодуль системой аэрации, которая регулируется по определённой программе.**

2.9. Количество воздуха в Биомодулях «ТОР» регулируется (автоматически или вручную) воздушными кранами-соленоидами, расположенными на главной распределяющей воздушной трубе. **Изменения количества подаваемого в Биомодуль воздуха производится главным образом на первых этапах выращивания и адаптации определённых видов микроорганизмов. В целом, процесс управления соответствует задачам и последовательным стадиям биохимического процесса очистки. После адаптации процесса воздушные краны-соленоиды находятся в строго - контролируемом положении.**

2.10. В секциях «МСВР» отсутствуют какие-либо электромеханические узлы. Барботаж и диспергация воздуха производятся только с помощью диффузоров и благодаря специальной конструкции инертного бионосителя.

2.11. Обрабатываемая вода поступает из секции в секцию по гравитации - самотеком. **Движение воды в реакторе происходит по синусоиде - через верхние и нижние переливные окна, расположенные в перегородках каждой секции.**

2.12. В секциях, определённых технологическим процессом, в соответствии с количеством подаваемого кислорода и толщиной биоплёнки на бионосителе происходит **нитрификация и денитрификация;**

2.13. Воздух, необходимый для аэробных секций биореактора нагнетается воздушодувками. Узел подготовки и подачи воздуха на процесс (воздушодувки, работающие попеременно, по системе **stand-by**) расположен в отдельном техническом помещении станции очистки.

2.14. В техническом помещении станции очистки также размещается **автоматизированная система контроля и управления процессом** (работа воздушодувок, насосов, микроскринера, песколовки и узла дезинфекции).

2.15. На площадке, рядом с Биореактором расположен резервный дизель-генератор. Нормальное функционирование установки зависит от бесперебойной подачи воздуха, необходимого для обеспечения надежного массообмена и жизнедеятельности микроорганизмов.

2.16 Среднее время пребывания **муниципальных стоков** в «МСВР» может составлять **12 ~ 18 часов, в зависимости от качества исходной сточной воды и от стандарта качества очищенной воды.**

**Legend:**

| Symbol            | Description       |
|-------------------|-------------------|
| Raw material      | Raw material      |
| Water             | Water             |
| Control Unit      | Control Unit      |
| Storage Tank      | Storage Tank      |
| Distribution Tank | Distribution Tank |
| Output Line       | Output Line       |

Характеристика **муниципальных** сточных вод до Биологической ступени обработки (Inlet),

| Наименование показателя                                                | Ед. измерения | Значения         |
|------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------|
| Температура                                                            | °C            | -15 °C ~ 20 °C   |
| <b>ХПК (COD)</b>                                                       | мг/л          | <b>800 ≤</b>     |
| <b>БПК<sub>5</sub> (BOD<sub>5</sub>)</b>                               | мг/л          | <b>400 ≤</b>     |
| <b>Взвешенные Вещества (TSS)</b>                                       | мг/л          | <b>200-300 ≤</b> |
| <b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup> Аммоний солевой [по NH<sub>4</sub>],</b> | мг/л          | <b>40-60 ≤</b>   |
| <b>(TKN)</b>                                                           | мг/л          | <b>60-75 ≤</b>   |
| pH                                                                     |               | 6 ~ 8            |
| <b>P общ. [Фосфаты (по P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)</b>                 | мг/л          | <b>* ≤</b>       |

**Таблица 2** Характеристика стоков после Биологической ступени обработки и химического осаждения фосфатов (Outlet)

| Наименование показателя                                     | Ед. измерения | Значения |
|-------------------------------------------------------------|---------------|----------|
| Температура                                                 | °C            | ----     |
| ХПК (COD)                                                   | мг/л          | 50 ≤     |
| БПК <sub>5</sub> (BOD <sub>5</sub> )                        | мг/л          | 5 -10 ≤  |
| Взвешенные вещества (TSS)                                   | мг/л          | 5 -10 ≤  |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> Ammonia [N- NH <sub>4</sub> ], | мг/л          | 0.5 ≤    |
| P-PO <sub>4</sub>                                           | мг/л          | * ≤      |
| TN                                                          | мг/л          | 15 -20 ≤ |

**Примечание:**

Контроль содержания загрязнений в обработанной воде после Биологической Ступени.

В серии проверочных анализов, критерий оценки соответствия качества очистки сточных вод, заявленного **Исполнителем**, должен соответствовать следующей методике подсчета измерений:

- Не менее 80% результатов измерений по контролю за качеством очистки должны соответствовать Характеристикам Таблицы 2;

Допустимый диапазон погрешности измерений.

В 80% соответствующих результатов измерений по контролю за качеством очистки после Биологической ступени, из статистически -значимых характеристик **ХПК, БПК<sub>5</sub>, ВВ, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** должны быть исключены крайние (максимальные и минимальные) отклонения измеренных показателей.

## 4. Химическое осаждение фосфатов (Опция)

Исходные данные:

**$P_{total} = 12 \text{ мг/л}$**

**$P_{final} = 2 \text{ мг/л}$**

Для того, чтобы соответствовать стандарту  **$P_{общ} \leq 2 \text{ мг/л}$**  и содержанию солей в указанных стандартах необходимы дополнительные меры: флокуляция-коагуляция (физикохимия) и отстойник с последующим удалением осадка - фосфата железа.

Из коагулянтов возьмем хлорид железа **FeCl<sub>3</sub>**. Подобный выбор продиктован рядом преимуществ солей железа над солями алюминия: более высокая эффективность при низких температурах, широкий интервал значений pH и солевого состава вод, большая прочность и гидравлическая крупность хлопьев.

Для ускорения процесса коагуляции используем **полиакриламид**. Добавление полиакриламида в коагулируемую воду после образования хлопьев коагулянта даже в очень малых дозах (0.5÷2 мг/кг) значительно укрупняет и утяжеляет хлопья коагулянта, что приводит к ускорению их осаждения и дает возможность повысить скорость подъема воды в отстойнике-осветлителе и производительность.

**Полиакриламид** выпускается в виде студнеподобной массы и применяется **в виде раствора 0.1÷0.2 %-ной концентрации**.

Согласно стехиометрии реакции:

на один атом железа (атомный вес 56) осаждается 1 атом фосфора (атомный вес 31):



**на удаление 1 г фосфора** фосфатов требуется 1.806 г железа или **5.2 г Хлорида железа (III)** (атомный вес Cl=35),

1а) Кол-во **Хлорида железа (III)** - FeCl<sub>3</sub>, необходимое для удаления 10 мг/л фосфора.

$10 \text{ мг/л} \times 10,000 \text{ м}^3/\text{сут} = 100 \text{ кг/сут фосфора}$

$100 \text{ кг/сут} \times 5.2 \times K_{\text{зан}} (K_{\text{зан}} = 1.2 \text{ для концентраций ниже } 15 \text{ мг/л}) \approx 624 \text{ кг/сут чистого } \text{FeCl}_3$ ,

Или **40% раствор хлорид железа =  $624 \text{ кг/день} \times 2.5 \approx 1,560 \text{ кг/сут}$**

1b) Кол-во полученного осадка  $\text{FePO}_4 \downarrow$

Осадок в виде нерастворимой соли  $\text{FePO}_4 \downarrow$  (молекулярный вес  $56+31+64=151$ ),

**1 г фосфора образует 5 г фосфата железа** (не считая других примесей в параллельных реакциях);

коэффициент запаса ( $K_{\text{зан}} = 1.2$ ) на параллельные реакции 1.2 ~ 1.5 в зависимости от содержания кальция, магния, карбонатов и т.д.

Кол-во осадка (фосфата железа) 98% влажности:

$100 \text{ кг/сут} \times 5 \times 1.2 \approx 600 \text{ кг/сут по абсолютно сухому веществу (dry matter)}$ .

После отстойника (2-3% сухого вещества) =  $600 \text{ кг/сут} \times 50 \approx 30 \text{ м}^3/\text{сут сырого осадка } \text{FePO}_4 \downarrow$ .

После обезвоживания (до 80% влажности) конечное количество осадка  $\text{FePO}_4 \downarrow$ , удаляемого с площадки, будет составлять: **3 м<sup>3</sup>/сут ( $\text{FePO}_4 \downarrow$  - фосфата железа 80% влажности)**.

Таким образом, для осаждения фосфора потребуется:

- 40% раствор хлорида железа (III)  $\text{FeCl}_3$  – **1,560 кг/сут**
- Расчёт флокулянта:** на 1 м<sup>3</sup> обрабатываемой воды требуется подавать около **1 л флокулянта-полиакриламида**, т.е. около **10 м<sup>3</sup>/день полиакриламида 0.1~0.2 %-ной концентрации**. **Флокулянт Полиакриламид в виде раствора 0.1 ~0.2 %-ной концентрации (для 10,000 м<sup>3</sup>/д)**.

## Опция (Химическое осаждение фосфатов)

### "ISBS"-BIOTECHNOLOGY // MAIN PROCESS FLOW DIAGRAM

