



Смирнов Александр
*к.т.н., зам. начальника
технологического отдела,*

Очистка сточных вод бумажных производств от ХПК до норм рыбхоза и водооборотных циклов



АО «МАЙПРОЕКТ»

Особенности состава и расхода бумажных производств

Очистка сточных вод предприятий имеет ряд особенностей связанных с работой производства и образованием сточных вод. На сегодняшний день основными проблемами при очистке можно считать:

- Частые гидравлические неравномерности вызванные особенностями производства.
- Большое присутствие нерастворенных (взвешенных), коллоидных и/или трудно разлагаемых веществ.
- Минимальное или полное отсутствие биогенных веществ.
- Особенности для отрасли вещества: биоциды, деаэраторы, адгезивы с высокой остаточной липкостью.



АО «МАЙПРОЕКТ»

Типичные концентраций и удельное количество сточных вод

Сорт бумаги	Сортовая программа	Концентрация				Удельное количество сточных вод, Q,	
		БПК ₅ , мг/л		ХПК, мг/л		л/кг	
		от	до	от	до	от	до
Бумага, не содержащая древесную массу	1.1. Санитарно-гигиеническая бумага-основа	50	100	95	270	9	25
	1.2. Декоративная отделка	20	40	50	100	20	70
	2.1. Не содержащая древесную массу набивка	65	220	150	400	5	20
	2.2. Не содержащая древесную массу специальная	40	550	90	1100	15	60
	3.1. Сильно измельченная	10	30	20	60	100	250
	3.2. Специальная	10	40	45	110	50	100
	4. Не содержащая древесную массу мелованная	170	260	360	540	20	30
Бумага, содержащая древесную массу	5.1. Суперкаландрированная	125	480	450	1020	13	20
	5.2. Ультралегкая мелованная	150	460	430	1300	12	30
	5.3. Содержащая древесную массу набивка	220	500	500	1160	8	30
	5.4. Картон, содержащий менее 50% макулатуры	140	200	320	490	15	25
Бумага, содержащая макулатуру	6.1. Газета	460	1270	960	2400	7	20
	6.2. Бумага – основа гофрированного картона	1280	2840	2190	5680	0	10
	6.3. Картон, содержащий макулатуру	530	3000	1140	5500	0	15
	6.4. Вторичная	250	400	540	790	10	20



АО «МАЙПРОЕКТ»

Основные методы очистки сточных вод

- **Механическая очистка:** рассмотрим частые и основные проблемы в механической очистке сточных вод с возможным инженерным решением.
- **Биологическая очистка:** поговорим про механизм работы биомассы и рассмотрим ошибки при реализации «биологии», а также рассмотрим на примере как реализовать работающие сооружения.





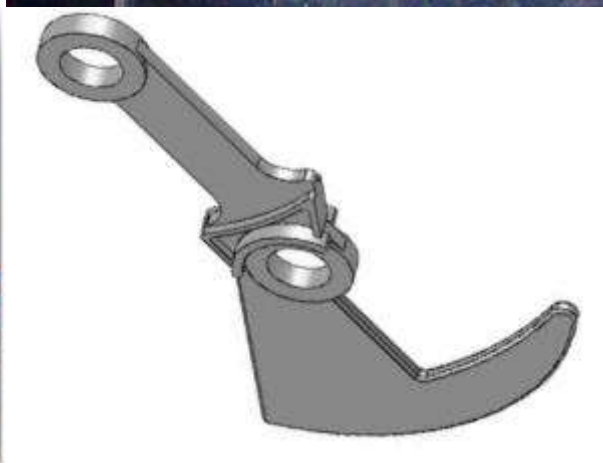
АО «МАЙПРОЕКТ»

Механическая очистка (решетки и сита)



АО «МАЙПРОЕКТ»

Ошибки при реализации и плохие примеры



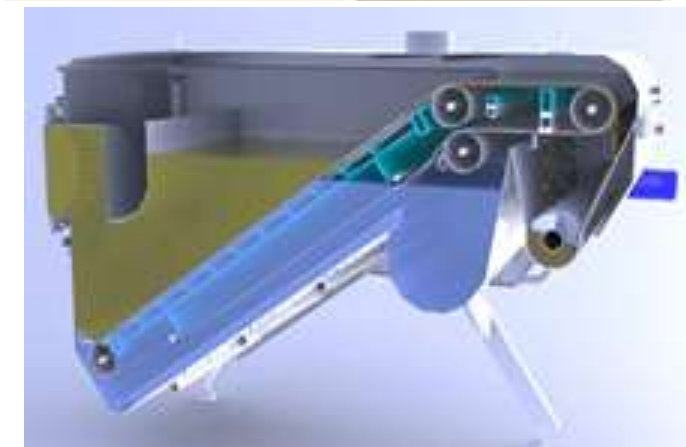
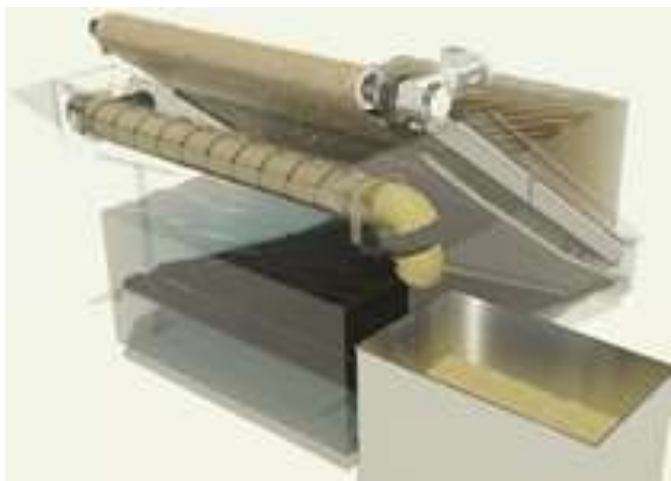
Ошибки при реализации и плохие примеры





АО «МАЙПРОЕКТ»

Описание процесса фильтр-процеживания



Данная технология объединяет 3 важнейших процесса

- отделение твердых веществ*
- сгущение осадка и*
- обезвоживание осадка*

Выполняются в одной закрытой компактной установке.



АО «МАЙПРОЕКТ»

Преимущества технологии фильтр-процеживателя

Технология объединяет 3 важнейших процесса – отделение твердых веществ, сгущение и обезвоживание осадка – выполняются в одной закрытой компактной установке.

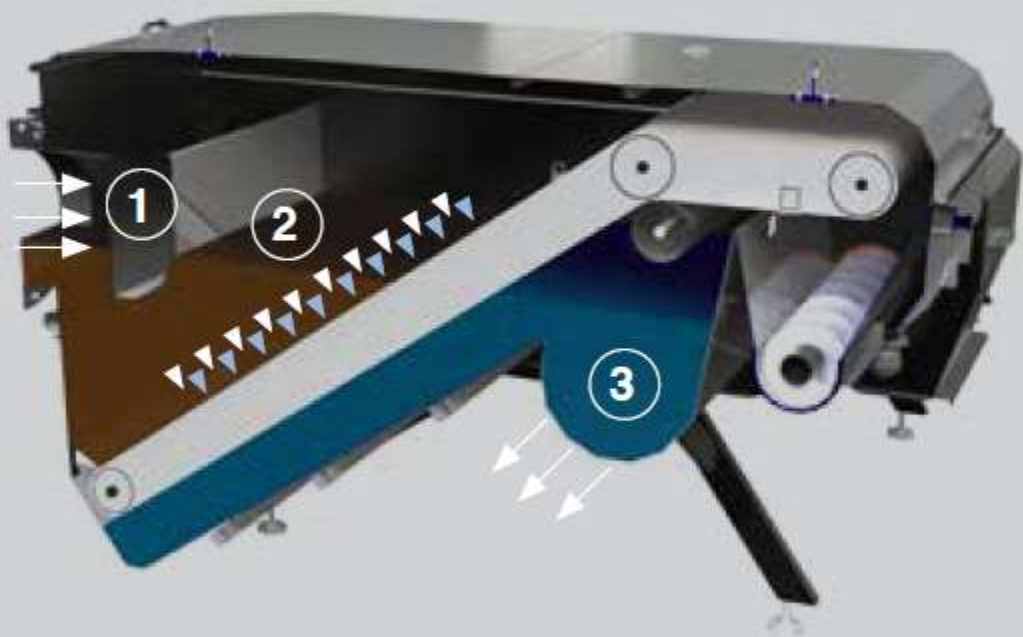
Основные преимущества технологии фильтра-процеживателя

- компактность установок
- модульная концепция
- стабилизация выходных параметров качество воды и оптимизация последующих процессов
- надежность и эффективность при любых масштабах производства
- гибкость решений по производительности систем и степени очистки
- совместимость с другими технологиями очистки
- энерго-ресурсосбережение и снижение капитальных вложений и эксплуатационных затрат
- безреагентное решение
- возможностью монтажа в помещениях или открытом пространстве - надежные решения



АО «МАЙПРОЕКТ»

Описание процесса: формирование фильтр-слоя

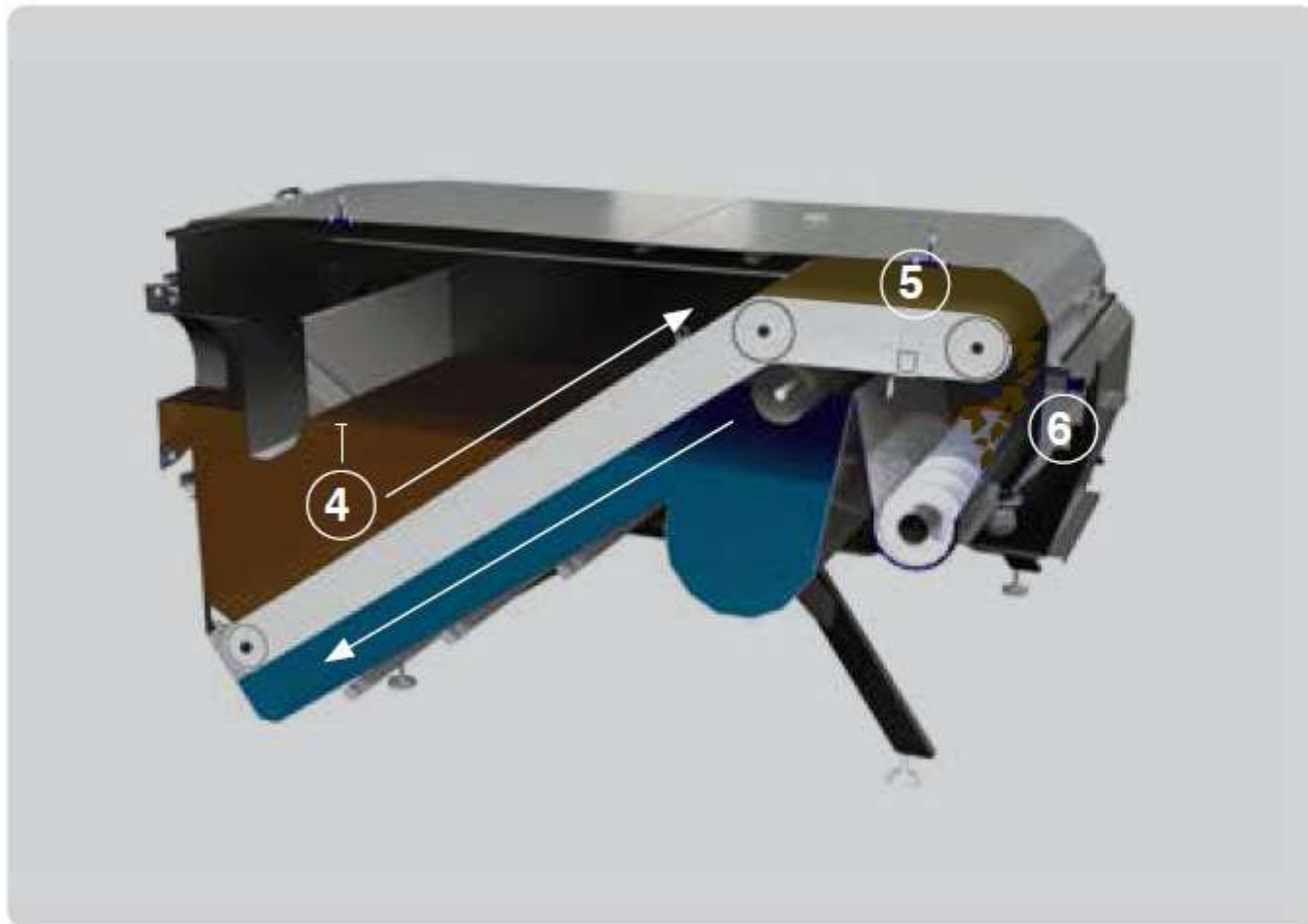


- ① Сточная вода поступает в приемную камеру.
- ② Твердые частицы над фильтрующей сеткой создают “фильтрующий мат”. Фильтрующий мат улучшает фильтрационные характеристики сетки, поскольку скопление частиц на сетке создает все более мелкие отверстия, которые задерживают еще более мелкие частицы.
- ③ Вода, профильтрованная через сетку, отводится через выпускной патрубок.



АО «МАЙПРОЕКТ»

Описание процесса: фильтрация сквозь слой

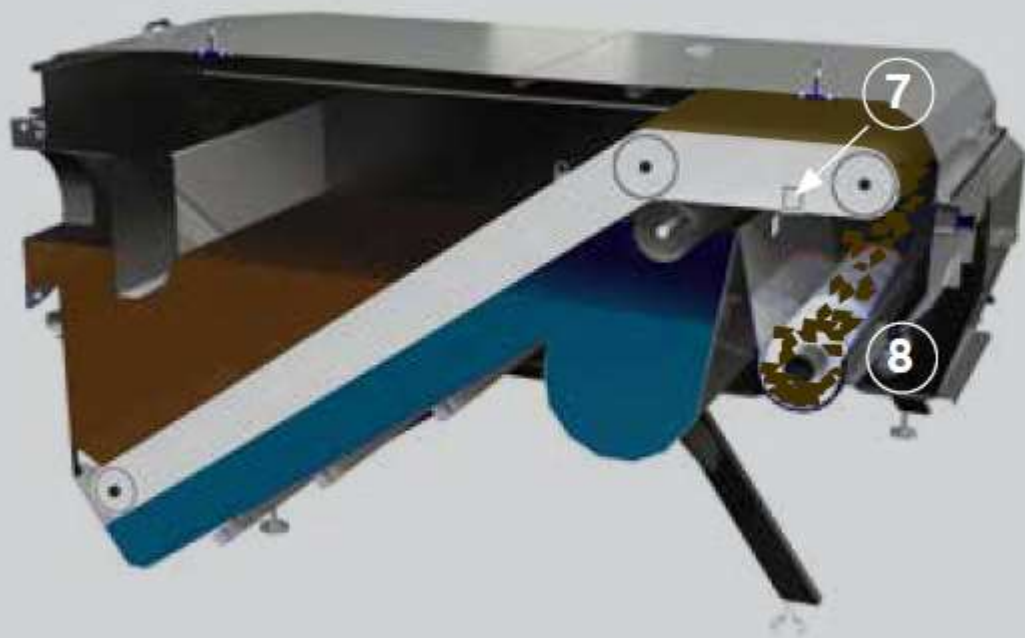


- ④ Когда уровень сточной воды, поступающей на фильтрацию, повышается до определенного значения (отслеживаемого датчиком), сетка фильтра начинает двигаться, как лента конвейера, перемещая осадок и обеспечивая его сгущение.
- ⑤ Сила тяжести уплотняет осадок до 3 – 8% сухого вещества.
- ⑥ Осадок сбрасывается в зону сбора.



АО «МАЙПРОЕКТ»

Описание процесса: очистка сетки



- ⑦ Используя воздух (не воду) автоматическая система очистки Воздушный Нож удаляет оставшийся осадок с фильтрующей сетки в зону сбора.
- ⑧ Винтовой пресс дополнительно обезвоживает осадок до содержания 20-30% сухого вещества перед его выходом из установки.

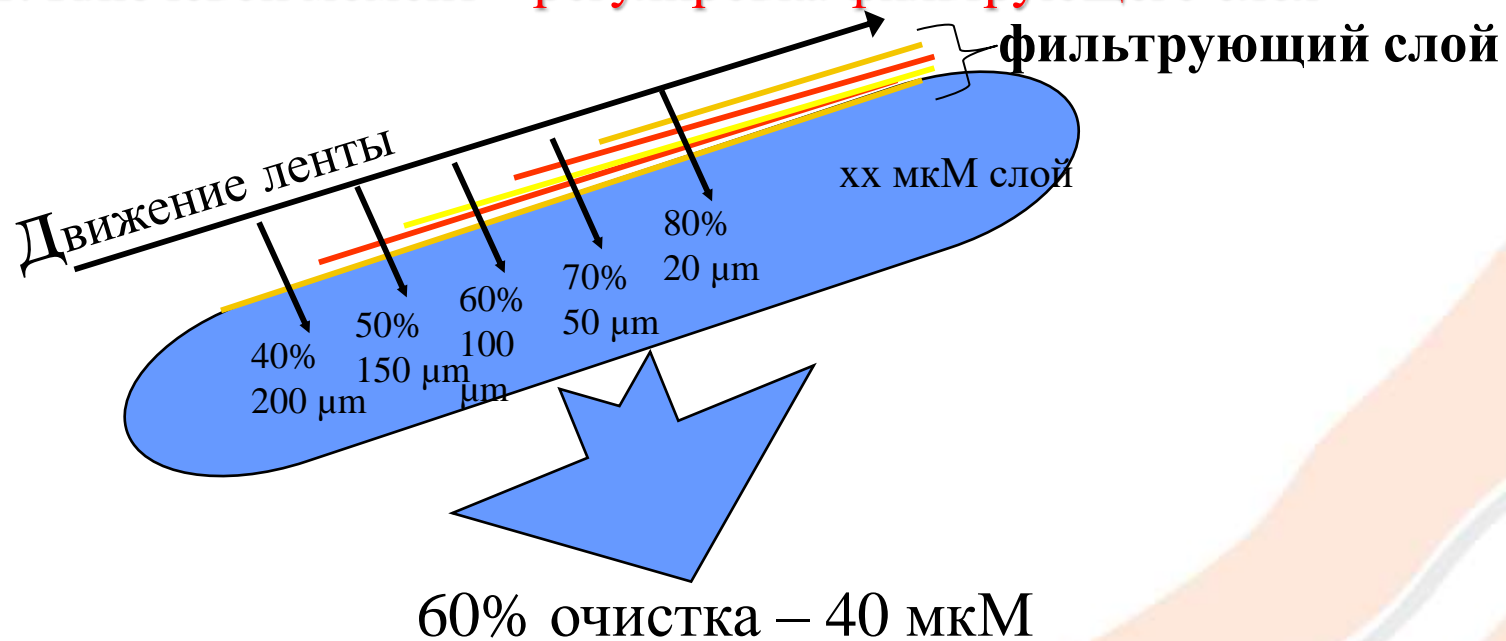


АО «МАЙПРОЕКТ»

Широкий диапазон сеток

В зависимости от назначения подбирается сетка в диапазоне **54-1100 мкм**

1. Ключевой момент – регулировка фильтрующего слоя



2. За счет фильтрующего слоя удерживаются **адгезивы с остаточной липкостью**, которые остаются при отмывке скотча.

3. Автоматическая очистка сетки воздухом, холодной водой, горячая вода для удаления жиров, масел.



АО «МАЙПРОЕКТ»

Фильтр-процеживатель при очистке сточных вод (сравнение с ситами)



АО «МАЙПРОЕКТ»

Тонкая механическая очистка на ситах

В зависимости от задачи используют:



Стационарные сита



Сита с вращающимся барабаном с промывкой снаружи



Сита с вращающимся барабаном с промывкой изнутри



АО «МАЙПРОЕКТ»

Общие недостатки сит в сравнении с технологией фильтров-процеживателей

Сравнение с дуговыми гравитационными ситами:

- Сито при работе не использует промывки (водной, воздушной, вакуумной), что в свою очередь ограничивает их производительность и снижает эффективность работы. Удержанные на полотне отбросы задерживаются и набрав определенную массу отводятся.
- В процеживателе за счет ленты-сита удерживаемая масса отбросов выступает как фильтрующий слой, что увеличивает эффективность очистки. А за счет автоматического регулирования скорости вращения ленты – производительность установки максимальная и ограничивается лишь шириной ленты и количеством взвешенных веществ.



- Минимальный прозор сит составляет 1 мм, что создает пористую структуру наноса отбросов и позволяет пропускать более мелкие частички и ведет к частичному загниванию отбросов.
- Прозор сетки процеживателей выполняется от 54 до 800 микрон (0,054÷0,8 мм), что формирует плотный фильтрующий слой. Различают 2 способа формирования фильтрующего слоя: при высоком (выше среднего) и при низком (ниже среднего) притоке



АО «МАЙПРОЕКТ»

Общие недостатки сит в сравнении с технологией фильтров-процеживателей

Сравнение с вращающимися ситами с притоком снаружи (внутри):

- Минимальный прозор сит 0,5 мм позволяет сформировать плотный фильтрующий слой, однако за счет водяной промывки проходит размывание слоя, что снижает эффективность, а использование механического ножа для снятия загрязнений зачастую ведет к забиванию сит.
- Конструкция барабанных сит довольно громоздкая, что ограничивает их применение в условиях существующих зданий, требует установки специальных подъемных механизмов (тельфер), усложняет их обслуживание.



• Конструкция процеживателей довольно проста и может быть разобрана/собрана без специальной подъемной техники, как минимум в 2 раза меньше площади сит.

• Промывочные форсунки зачастую берут воду после очистки на ситах, что влечет за собой их частое забивание и зарастание. Также использование форсунок связано с рядом проблем при попадании нефтепродуктов, жиров, СПАВ и прочих плавучих веществ.

• Использование воздушного ножа снимает указанные недостатки, а опциональная промывка водой (холодной или горячей) носит дополнительный характер.



АО «МАЙПРОЕКТ»

Неудачные решения с ситами

Промывная вода для сит берется из очищенной: куски пенопласта и скотча, которые проскакивают сито забивают форсунки. Для промывки форсунок необходимо снять всю гребенку, которая равняется длине сита, что невозможно.





АО «МАЙПРОЕКТ»

Фильтр-процеживатель в водооборотном цикле (пилотные испытания на КБК)



АО «МАЙПРОЕКТ»

Методика испытаний

Сквозь сетку-фильтр проводится фильтрование на экспериментальной колонне. При фильтровании засекается время, повторное фильтрование проводится сквозь сформированный слой осадка.





Испытания сеток фильтров с прозором 350-630 мкм

АО «МАЙПРОЕКТ»

Для испытаний были взяты 3 источника формирования воды:



Вода после БДМ

Сточная вода после БДМ,
ТДВП и х/б

Вода после ТДВП

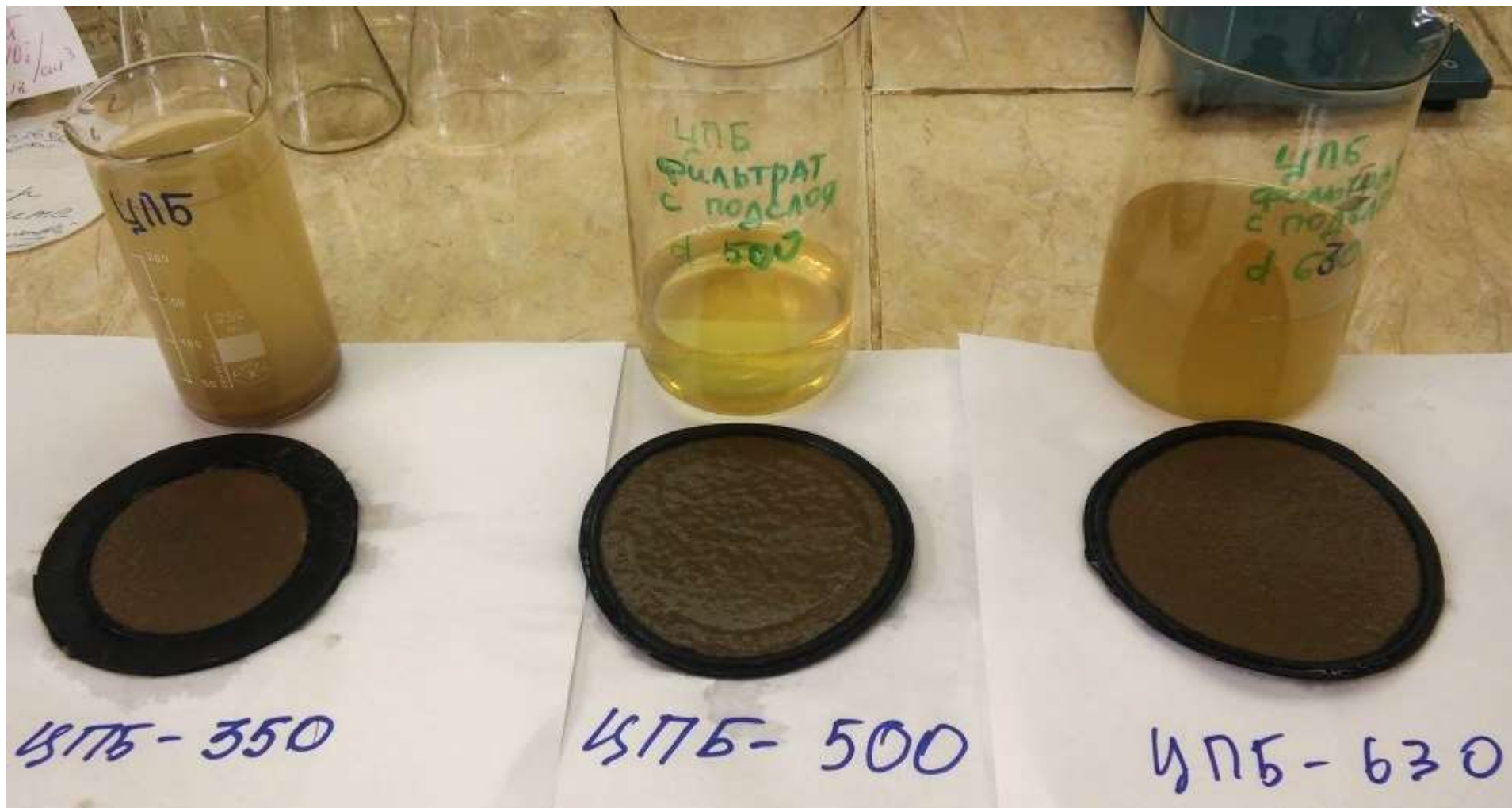


АО «МАЙПРОЕКТ»

Сточная вода БДМ/ЦПБ сетка фильтров 350, 500, 630 мкм

Было взято 2 вида воды БДМ – **сточная** и **оборотная**:

Очищенная
сточная вода
БДМ на сетках
разных
прозоров





Сточная вода БДМ/ЦПБ сетка фильтров 500, 630 мкм

АО



ЦПБ-500



ЦПБ-630

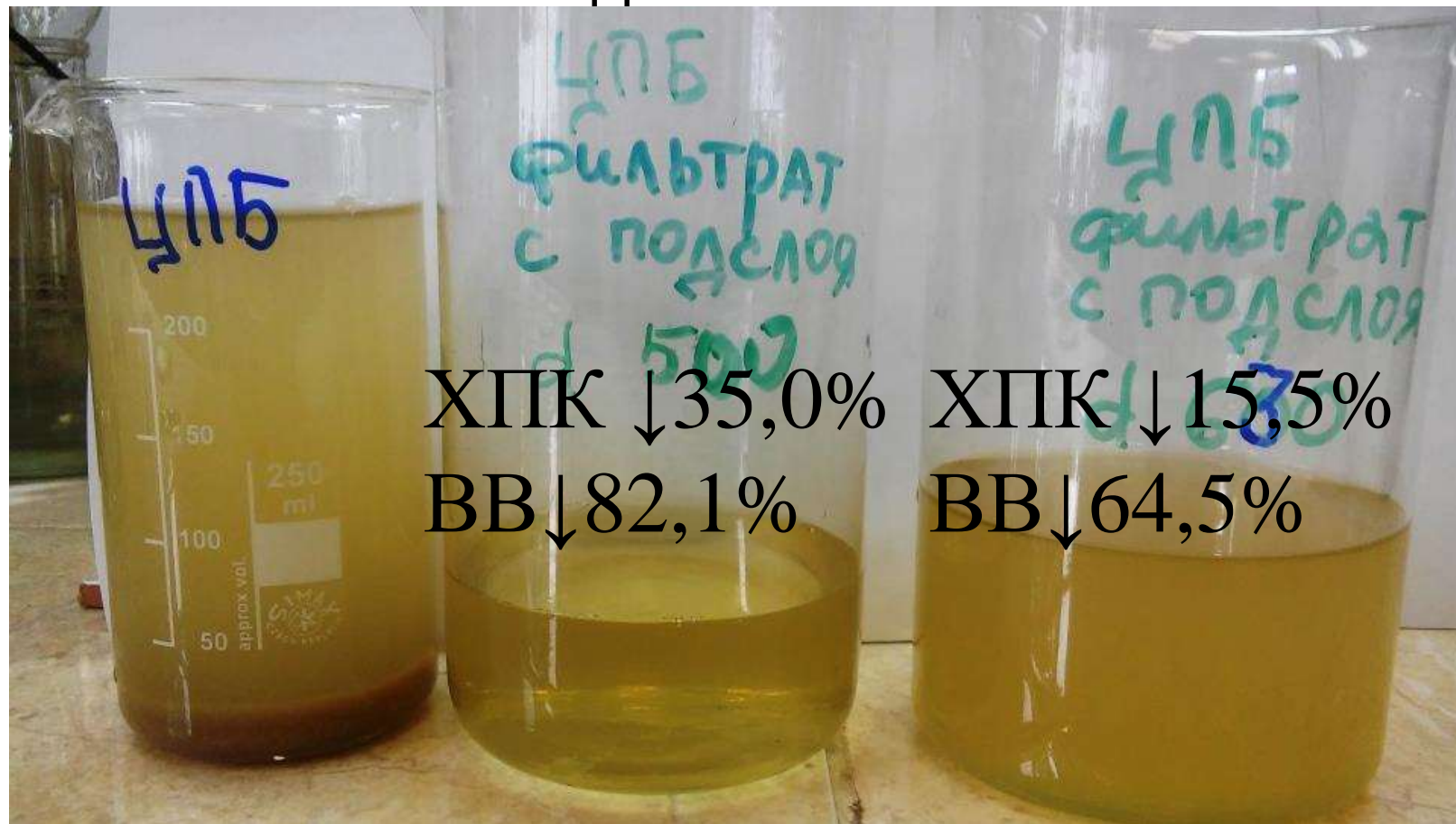
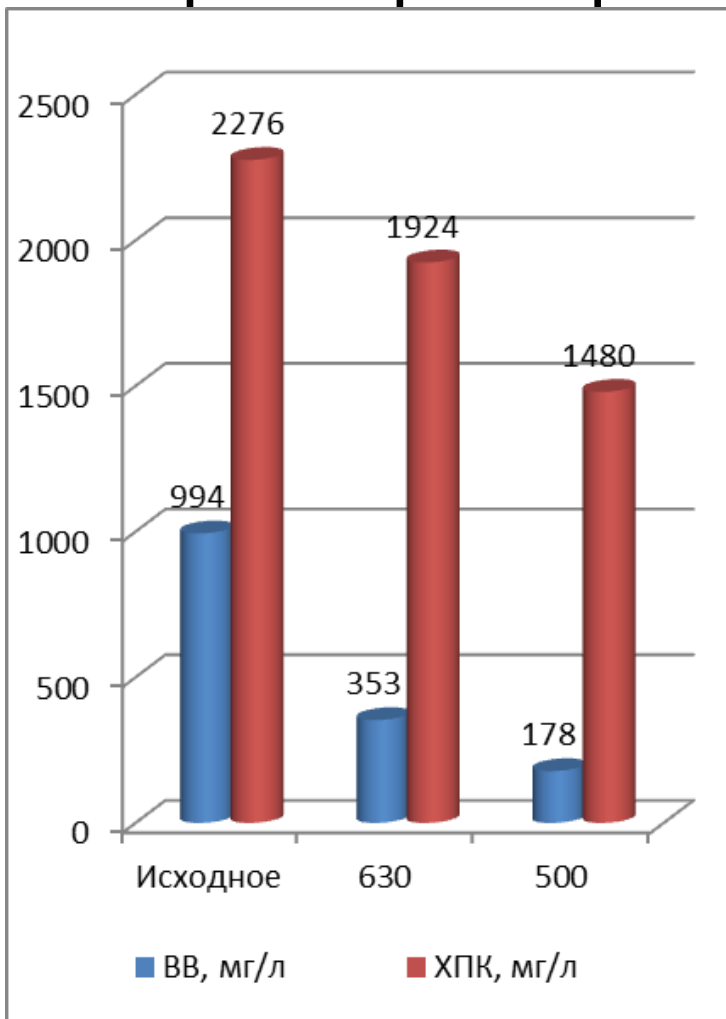
Сформированный слой после 1^{го} фильтрования



Сточная вода БДМ/ЦПБ сетка фильтров 500, 630 мкм

АО «МАЙПРОЕКТ»

Повторное фильтрование сквозь слой осадка:



ХПК ↓ 35,0%

ВВ ↓ 82,1%

ХПК ↓ 15,5%

ВВ ↓ 64,5%

Вода после 1^{го} цикла

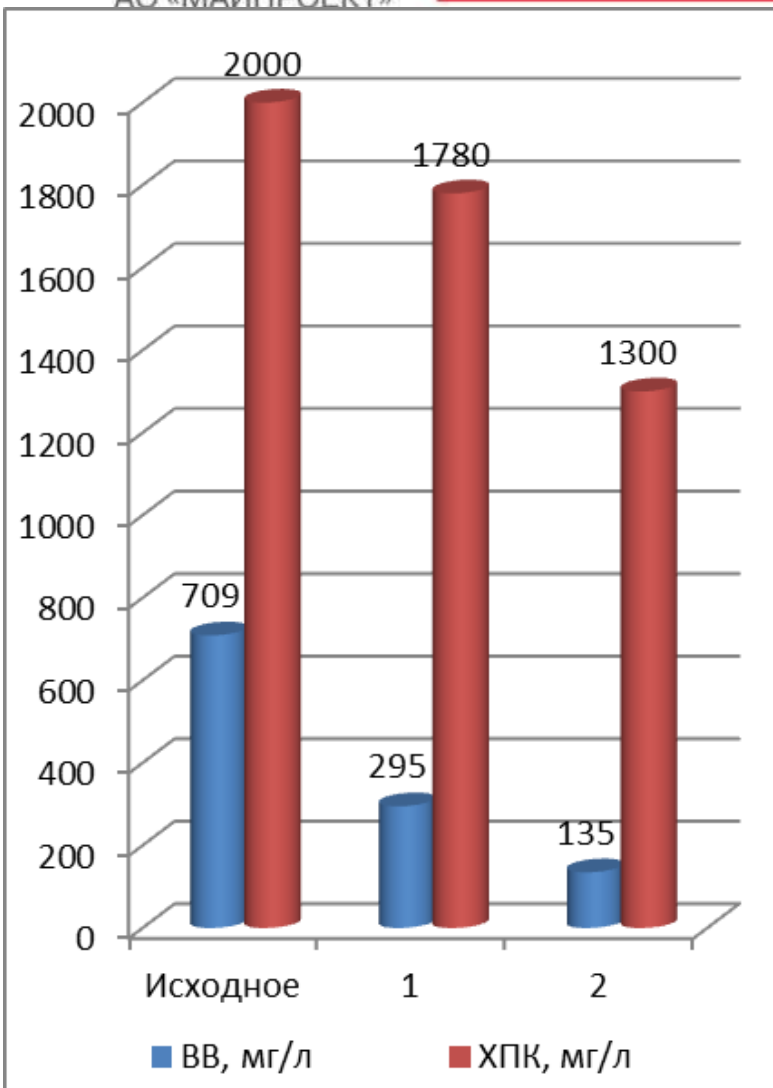
2^й цикл 500 мкм

2^й цикл 630 мкм



АО «МАЙПРОЕКТ»

Оборотная вода БДМ сетка фильтров 500 мкм





АО «МАЙПРОЕКТ»

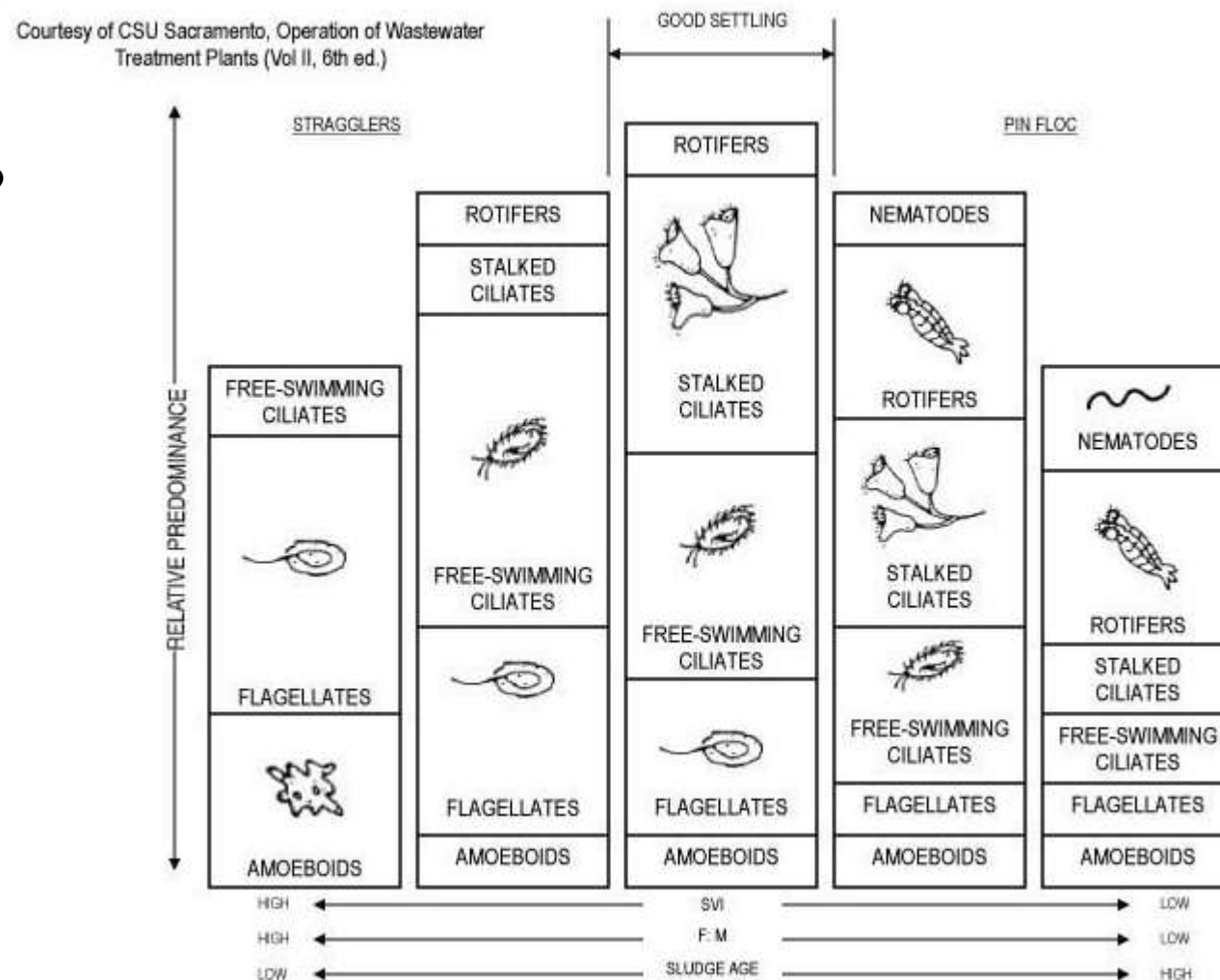
Биологическая очистка



Типы биологической активной массы для очистки стоков БП

Активный ил – сообщество микроорганизмов, которые осуществляют очистку сточных вод. Ближайшей похожей биомассой является речной ил, но активный ил в силу специфических условий формирования более разнообразен и имеет большую окислительную способность.

Биопленка – биомасса бактерий, которая в отличие от активного ила не плавает свободно в толще воды, а прикреплена к некому носителю (камень, стена, мусор и т.д.).

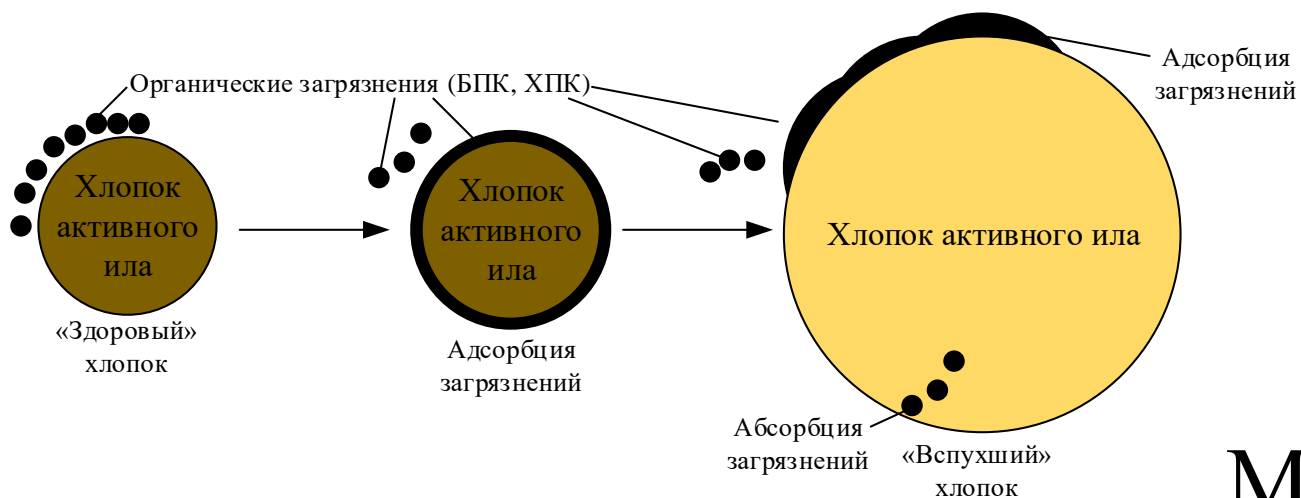




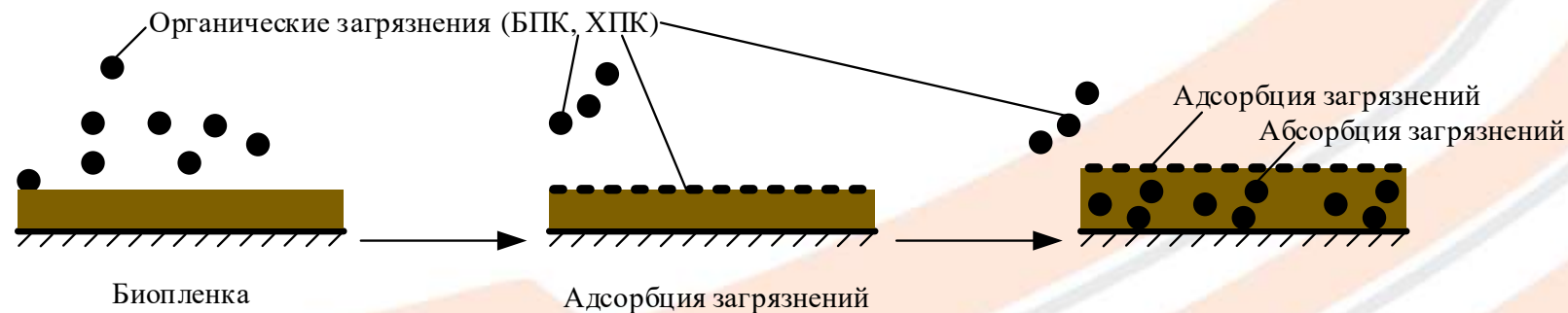
АО «МАЙПРОЕКТ»

Механизм работы биомассы

Механизм работы активного ила



Механизм работы биопленки





АО «МАЙПРОЕКТ»

Активный ил: особенности работы

«Вспухший» ил





АО «МАЙПРОЕКТ»

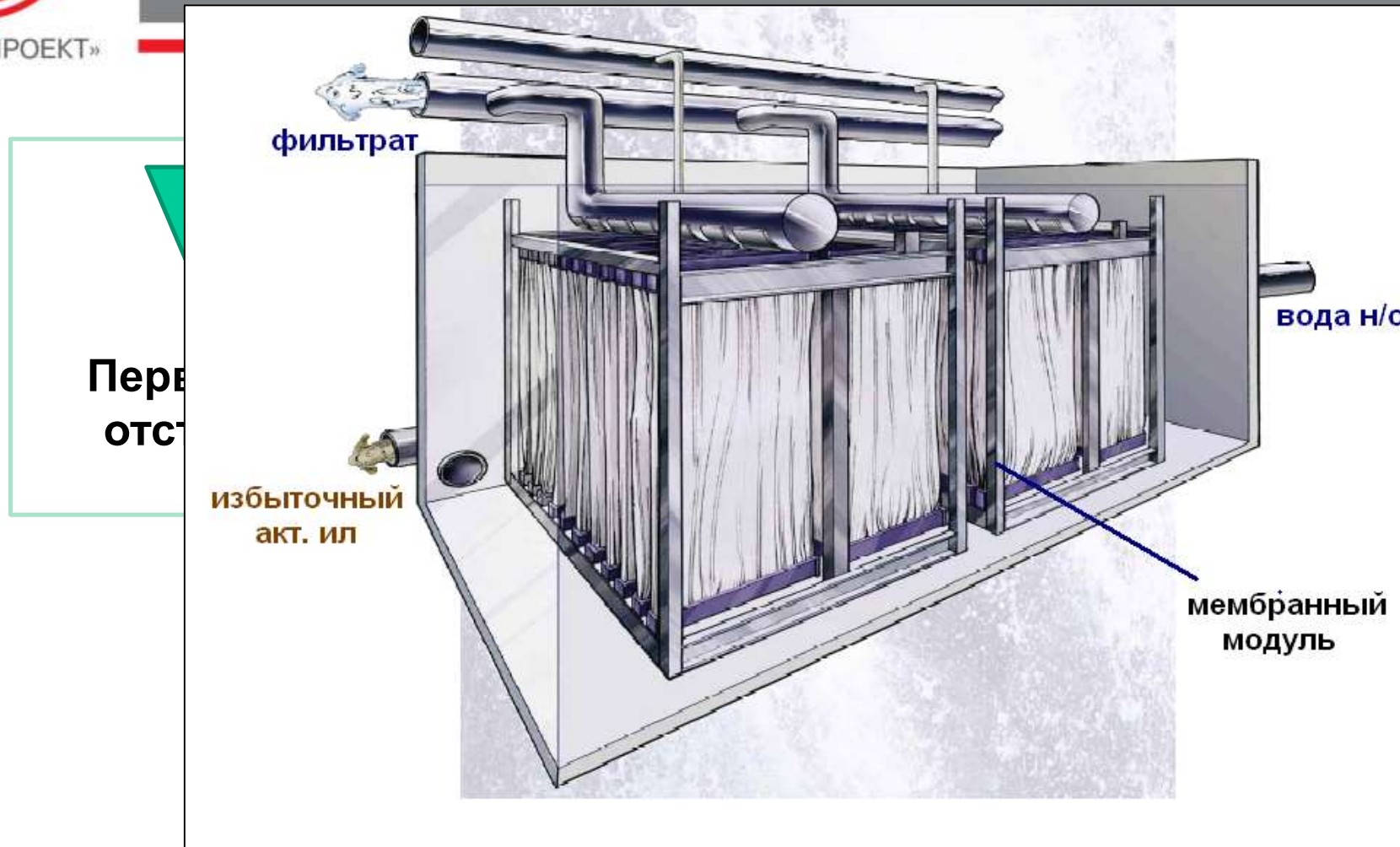
Ошибки при реализации и плохие примеры: механическая аэрация





АО «МАЙПРОЕКТ»

Мембранный биологический реактор: Одно сооружение вместо трех



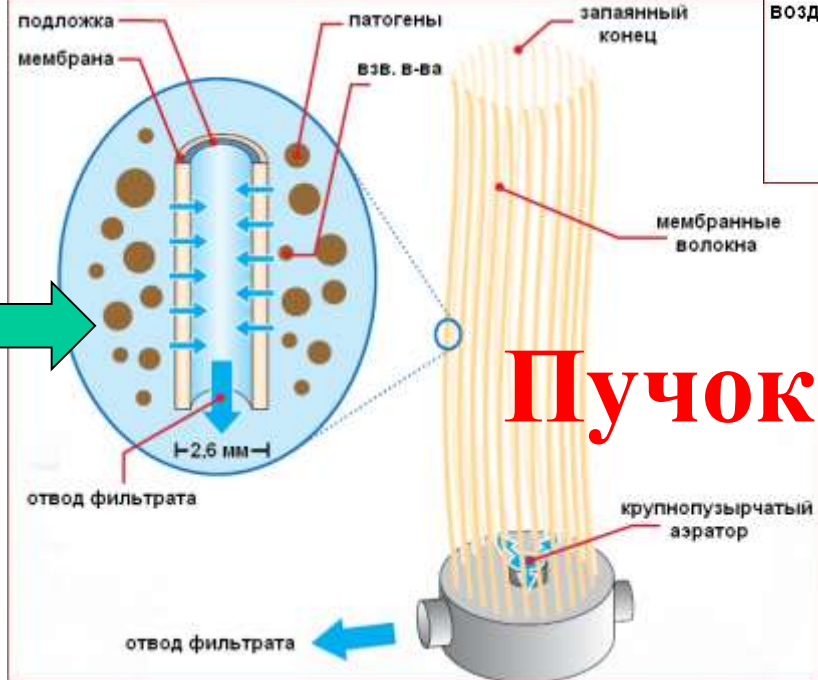
есчаный/
диск
фильтр



АО «МАЙПРОЕКТ»

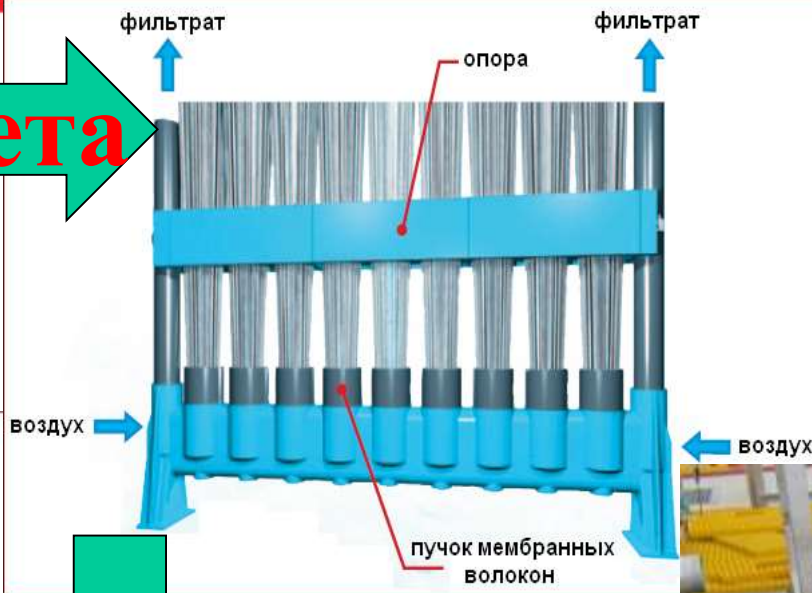
Мембранный биологический реактор: инновационная очистка

Волокна



Пучок

Кассета



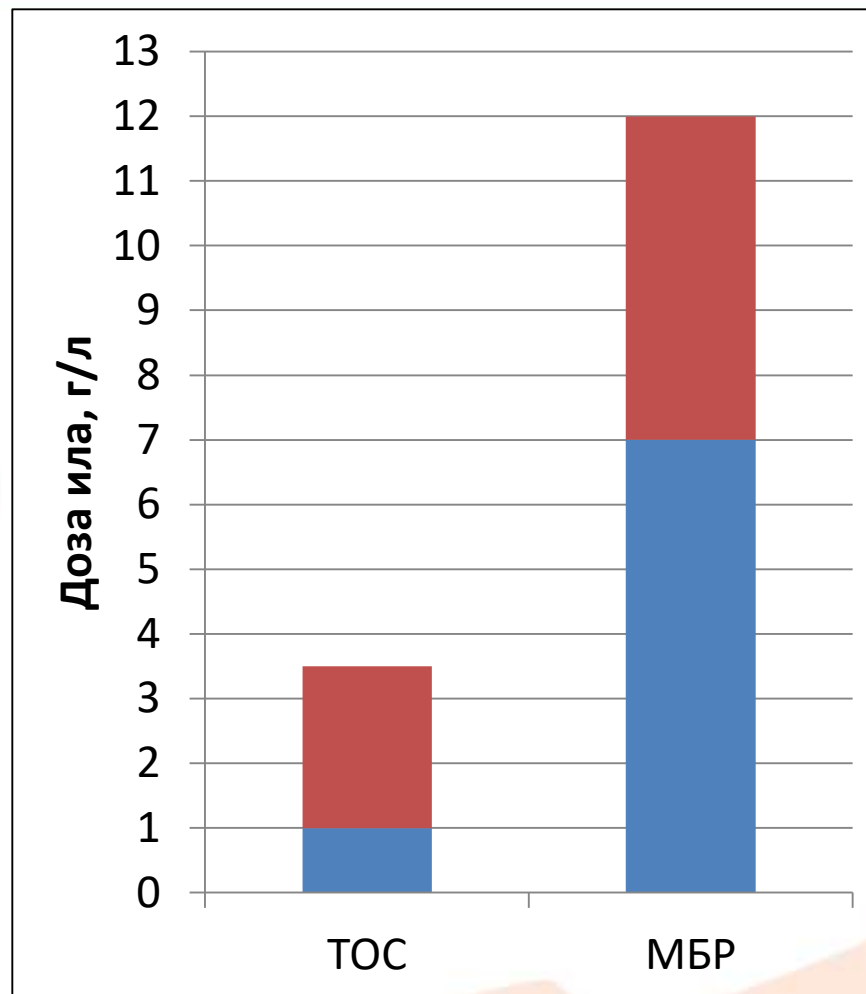
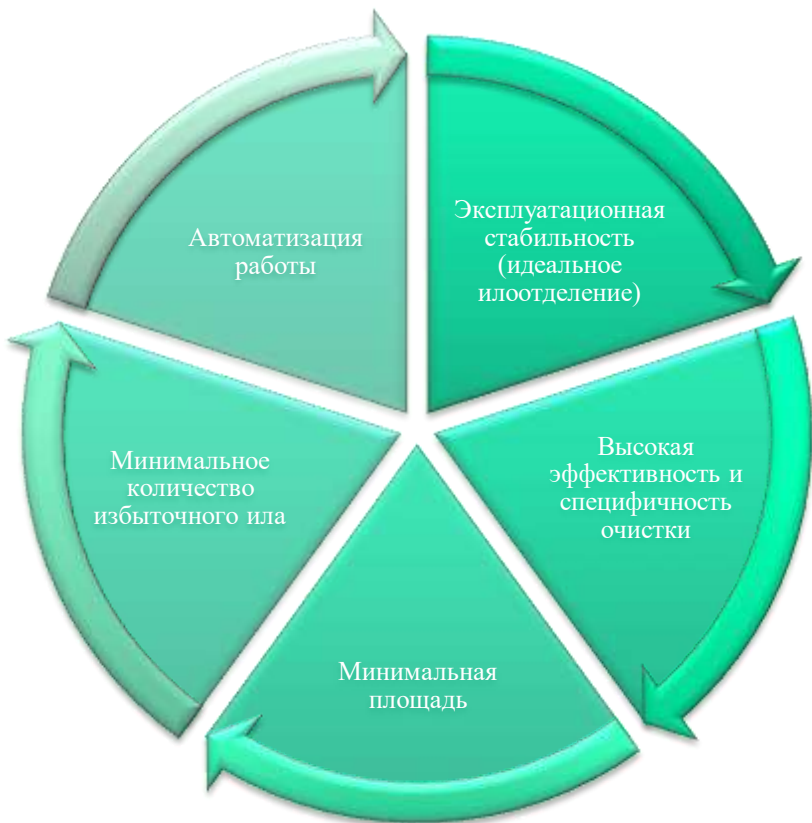
Блок





АО «МАЙПРОЕКТ»

Мембранный биологический реактор: Ключевые преимущества



ДОЗА ИЛА В МБР – В
2-3 РАЗА ВЫШЕ ЧЕМ В
ТРАДИЦИОННЫХ
АЭРОТЕНКАХ!

В ТОМ ЖЕ ОБЪЕМЕ
ОКИСЛИТЕЛЬНАЯ
МОЩНОСТЬ
ВОЗРАСТАЕТ В 2-3
РАЗА!



АО «МАЙПРОЕКТ»

Картонная фабрика (900 м³/сут.). Проект реализован



Activated sludge



Permeated water

На ЦБП в г. Папетери-дю-Рейн (Франция) в 2000 г. установлен погружной sMBR для очистки стоков, которые проходят предварительную очистку с использованием барабанных сеток и усреднителя.

Схема позволила вернуть 30–80% воды назад на фабрику:

- доза ила от 8 до 16 г/л,
- снижение ХПК достигает 95%
- БПК ниже 5 мг/л



АО «МАЙПРОЕКТ»

Картонная фабрика (~13000 м³/сут.). Проект в стадии проектирования



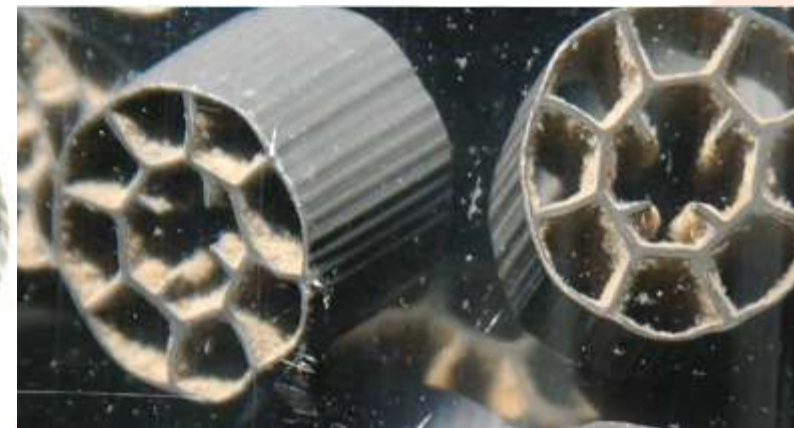
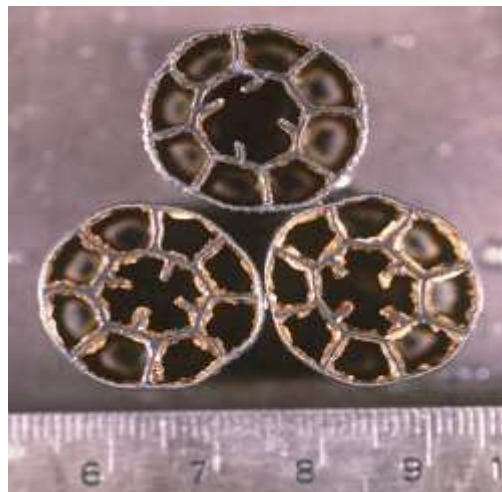
В связи со стесненной территорией (находится на острове) и требованиями водоема рыбохозяйственного назначения трансграничной реки было принято решение о реализации МБР. Плановые значения проекта в ниже.

Показатель	Вход, мг/л	Сброс, мг/л
Взвешенные вещества	1500-3000	Менее 3
ХПК	2000-6500	Менее 30
БПК	1200-3000	Менее 3



АО «МАЙПРОЕКТ»

Иммобилизованная загрузка в технологии MBBR





АО «МАЙПРОЕКТ»

Выбор технологии MBBR

- Саморегулируемая система;
- Гибкое изменение производительности;
- Никаких эксплуатационных операций, только обслуживание оборудования;
- Стабильная работа при высоких нагрузках;
- Одноступенчатая биологическая очистка;
- Мультиприменяемость технологии;
- Меньшие размеры реакторов;
- Наиболее простая в использовании технология очистки.





АО «МАЙПРОЕКТ»

Фабрика гигиенической бумаги. Проект реализован



Организация
высоконагруженной ступени
биологической очистки на
биочипсах позволила
избавиться от вспухания ила и
достичь норматива сброса



АО «МАЙПРОЕКТ»

Бумажная фабрика (БХТММ). Проект в стадии реализации

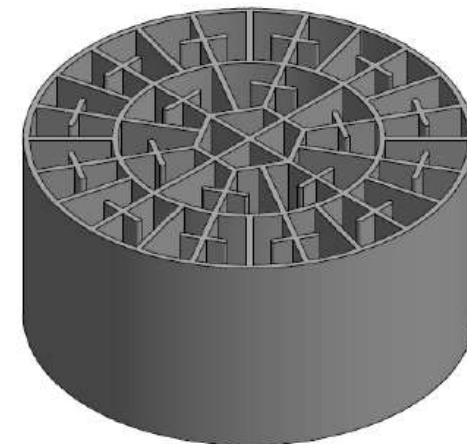
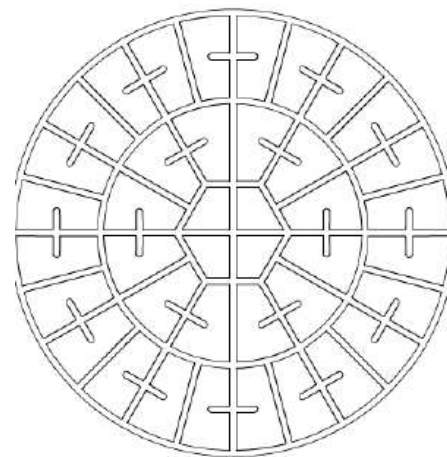


Схема предусматривает высоконагруженную 1ю ступень биологической очистки на загрузке с последующей классической биологической очистке



АО «МАЙПРОЕКТ»

Выводы

1. При подборе механической очистке следует руководствоваться принципом максимального задержания взвешенных веществ – на этап биологической очистки подаются только растворенные загрязняющие вещества.
2. Современная реализация биологической очистки предусматривает 2 ступени либо высоконагруженный реактор с фильтрацией биомассы.
3. Использование MBBR позволяет реализовать 2х ступенчатую биологическую очистку в существующих емкостях.
4. Использование MBR помимо эффективной биологической очистки дает возможность вернуть в производство 30-80% очищенной воды.



Спасибо за внимание!

