

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Санкт-Петербургский государственный морской технический университет»**  
**(СПбГМТУ)**

Факультет корабельной энергетики и автоматики  
Кафедра экологии промышленных зон и акваторий

## **Дипломная работа**

### **«Очистка сточных вод целлюлозно-бумажного предприятия на примере Сясьского ЦБК»**

Дипломник: Ванюшкина Д. А.

Дипломный руководитель:

доцент Алексеева Т. Н.

Санкт-Петербург, 2014

# Цели и задачи

## Цель данной работы:

- снизить воздействие сточных вод Сясьского ЦБК на природные водные объекты.

## Основные задачи:

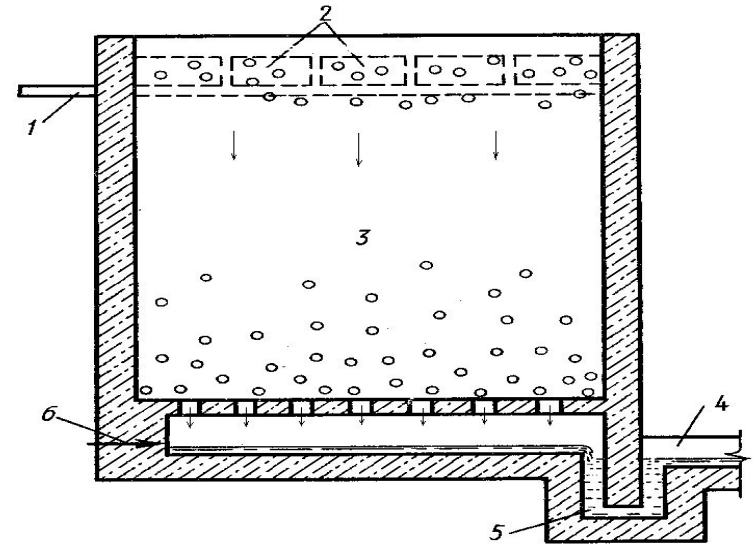
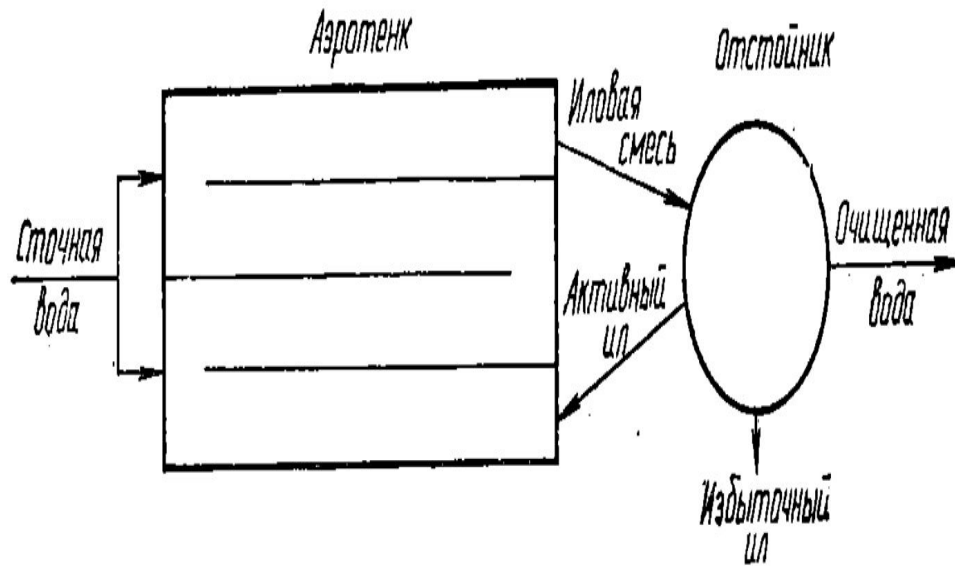
- проанализировать воздействие Сясьского ЦБК на окружающую среду;
- выполнить анализ возможных способов биологической очистки, рассмотреть их достоинства и недостатки;
- произвести расчет сооружений станции биологической очистки, определить состав, качественные и количественные характеристики сооружений в технологической линии очистки;
- разработать рекомендации по совершенствованию очистки сточных вод на предприятии.

# Целлюлозно-бумажная промышленность

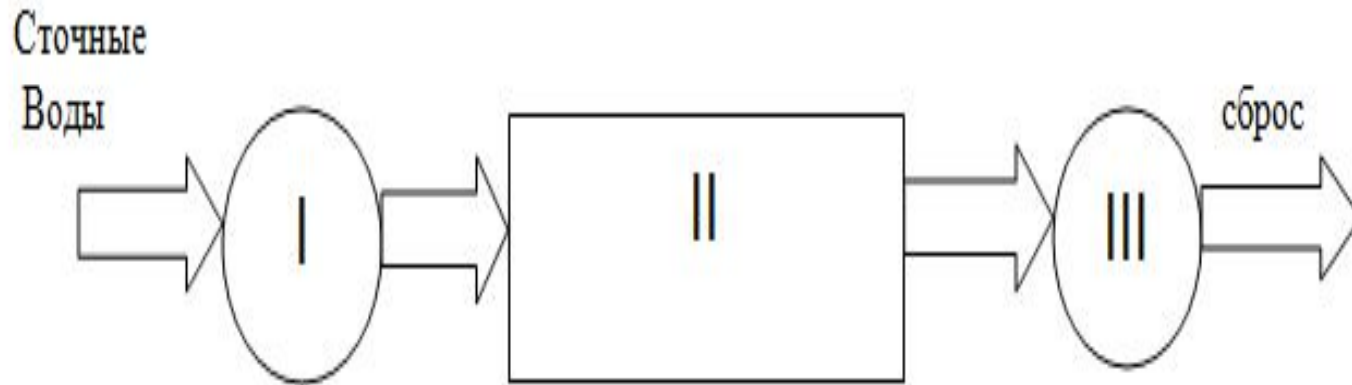
Целлюлозно-бумажная промышленность – наиболее сложная отрасль лесного комплекса, связанная с механической обработкой и химической переработкой древесины. Она включает производство целлюлозы, бумаги, картона и изделий из них. Эта отрасль отличается:

- высокой материалоемкостью: для получения 1 т целлюлозы необходимо в среднем 5-6 м<sup>3</sup> древесины;
- большой водоемкостью: на 1 т целлюлозы расходуется в среднем 350 м<sup>3</sup> воды;
- значительной энергоемкостью: 1 т продукции требует в среднем 2000 кВт/ч.

# Аэротенки и биофильтры



# Биологическая очистка



I – отстойник;

II – аэротенк;

III – вторичный отстойник.

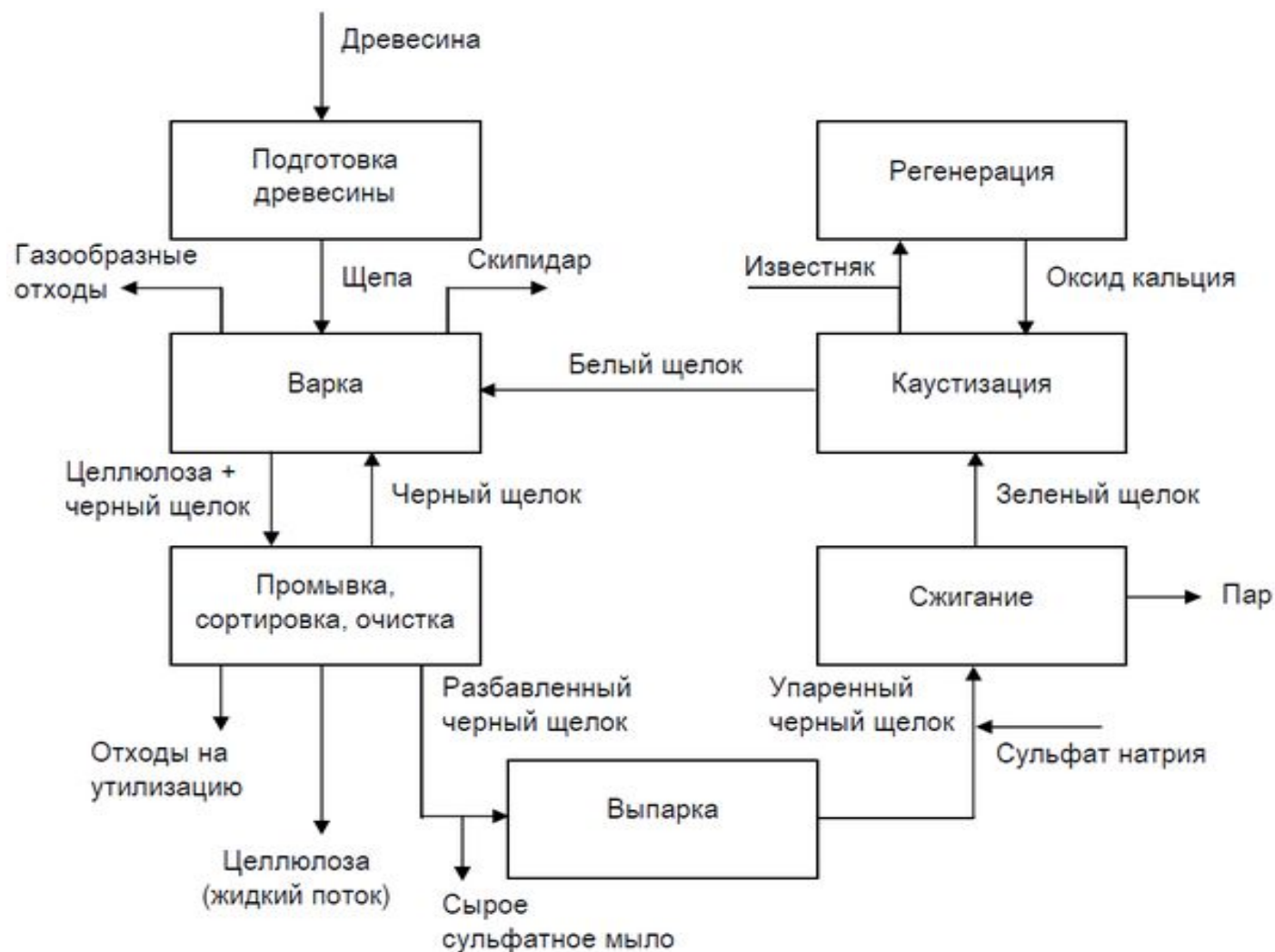
# Расположение Сясьского ЦБК



# Состав Сясьского ЦБК

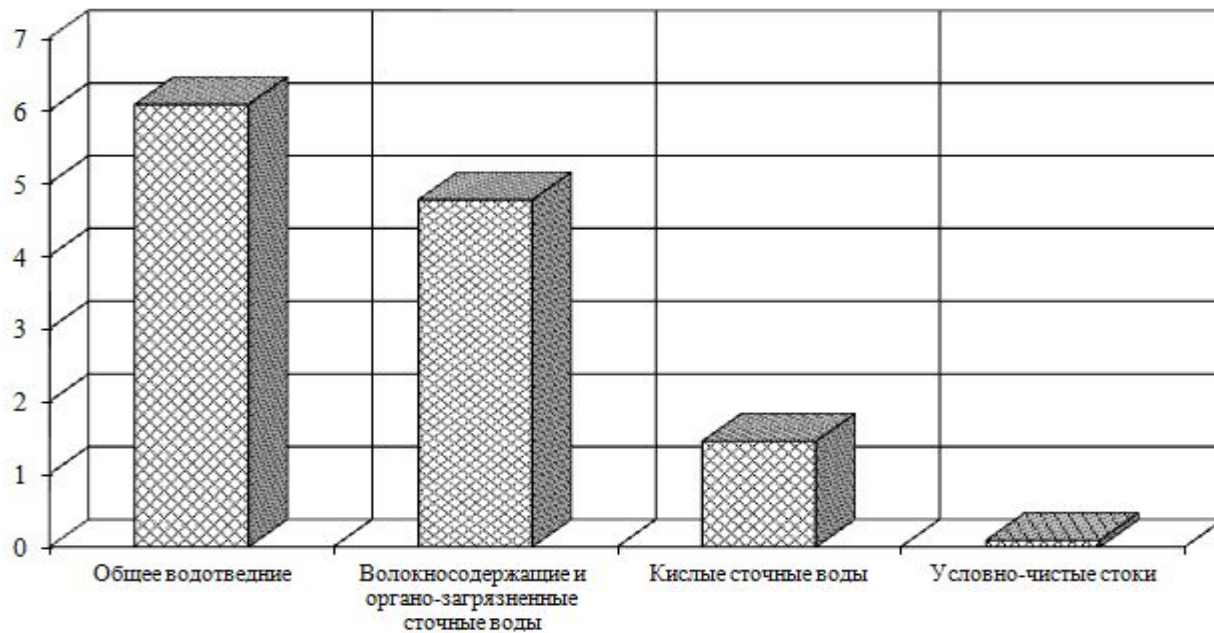
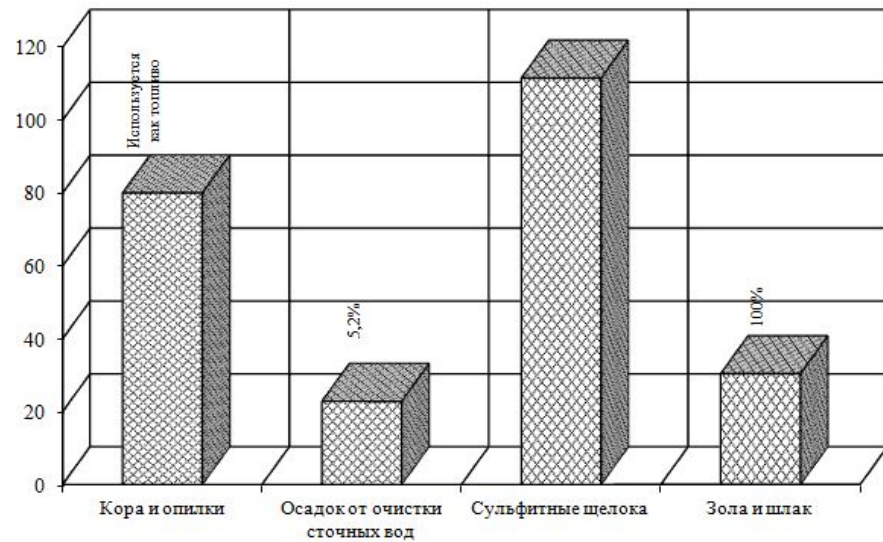
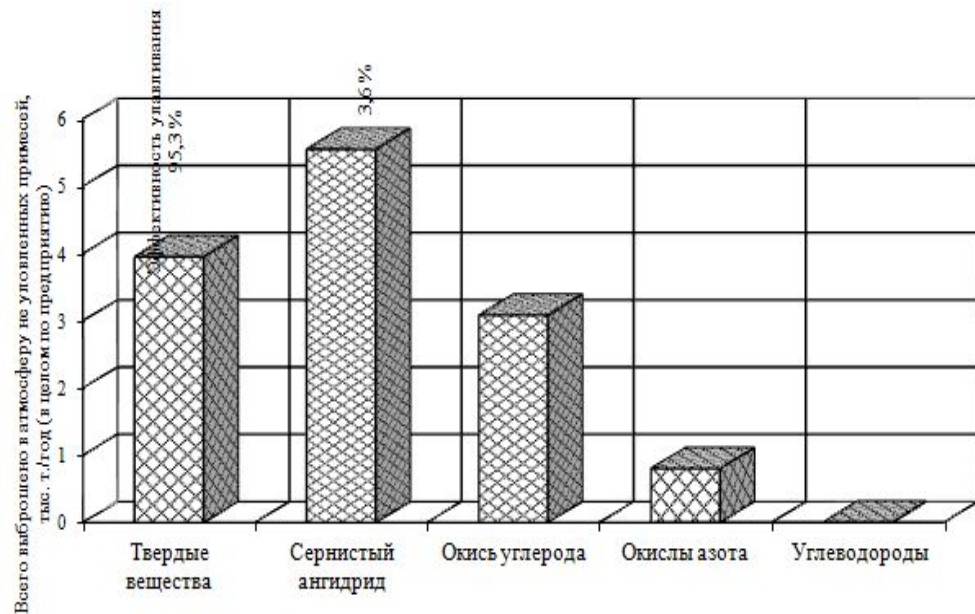
- 1) Лесоподготовительное хозяйство по приемке, хранению, переработке древесины в объемах:
  - хвойной древесины до 700 тысяч м<sup>3</sup> /год;
  - лиственной древесины до 300 тысяч м<sup>3</sup> /год;
- 2) Сульфит-целлюлозное производство мощностью 120 тысяч тонн в год целлюлозы по варке.
- 3) Древесно-массный цех по выпуску химико-механической массы из осиновой щепы в объеме 100 тысяч тонн в год.
- 4) Производство санитарно-бытовой и гигиенической бумаги и изделий из нее:
  - бумага туалетная – 63 млн. рулончиков в год;
  - салфетки бумажные – 4 млн. 100 тыс. пачек в год;
  - ролевые полотенца - 1 млн. 500 тыс. рулончиков в год;
  - товарная бумага-основа санитарно-гигиеническая – 27 тыс. тонн в год.
- 5) Производство биохимической переработки сульфитных щелоков на кормовые дрожжи и технические лигносульфонаты.

# Схема производства Сясьского ЦБК





# Воздействие Сясьского ЦБК на ОС



# Расход и характеристика сточных вод по Сясьскому ЦБК

Название	Расход сточных вод	Взвешенные вещества		БПК <sub>5</sub>	
		м <sup>3</sup> /сут	т/сут	мг/дм <sup>3</sup>	т/сут
Волокнопоток	82704	22,9	276,9	14,2	171,7
Щелокопоток	30312	15,91	524,9	22,9	755,5

# Нормативная документация по расчету очистных сооружений

- 1) ВСН 13-84 Инструкция по проектированию очистных сооружений сточных вод предприятий ЦБП;
- 2) СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»;
- 3) СНиП 2.04.03–85. «Канализация. Наружные сети и сооружения».

## Формулы, используемые в расчете:

1) Концентрация взвешенных веществ на выходе из первичного отстойника:

$$C_{\text{ВЫХ}} = C_{\text{ВХ}} - \frac{\text{Э}C_{\text{ВХ}}}{100\%}$$

2) Расчетная производительность одного отстойника:

$$q_{\text{set}} = 2,8 \cdot K_{\text{set}} \left[ D_{\text{set}}^2 - d_{\text{en}}^2 \right] \left[ U_0 - v_{\text{tb}} \right]$$

3) Удельный расход воздуха очищаемой воды:

$$q_{\text{air}} = \frac{q_0(L_{\text{en}} - L_{\text{ex}})}{K_1 K_2 K_3 K_T (C_a - C_0)}$$

4) Количество осадка, образующегося в результате отстаивания и направляющегося в цех обезвоживания осадка:

$$Q_{\text{осадка}} = C_{\text{ВХ.ВЗВ.В-В}} \cdot Q_{\text{ВОЛОКОПОТОКА}} \cdot \text{Э}/100$$

5) Прирост активного ила в аэротенках:

$$P_i = 0,8C_{\text{ВЗВ.В-В.ВХ.}} + K_g L_{\text{en}}$$

# Технические характеристики очистных сооружений

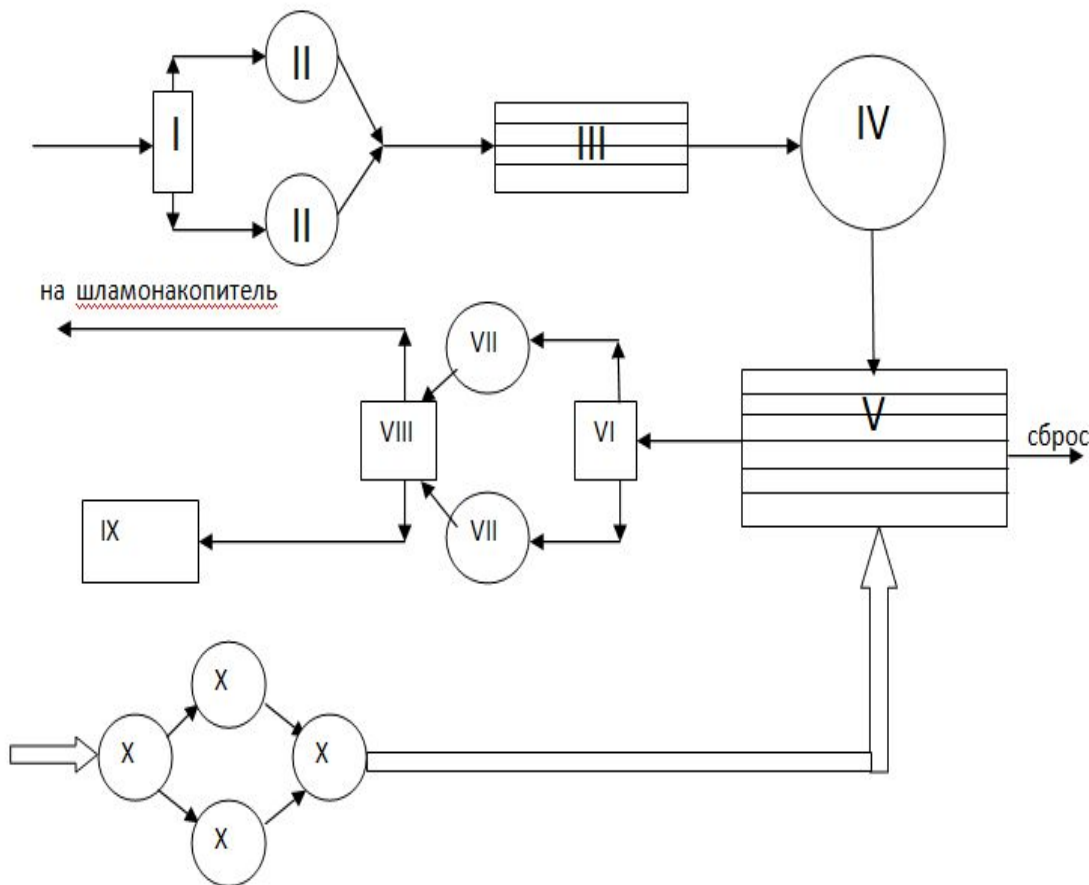
Элемент сооружения	$C_{вх}$ , мг/дм <sup>3</sup>	$C_{вых}$ , мг/дм <sup>3</sup>	$q_{сет}$ , м <sup>3</sup> /сут	$Q_{осадка}$ , т	Технические характеристики
Первичный отстойник для щелокопотока	598,9	179,6	927	0,01	D = 30 м N = 2
Первичный отстойник для волокопотока	350,1	105,3	1648	0,03	D = 50 м N = 4

Элемент сооружения	$C_{вх}$ , мг/дм <sup>3</sup>	$q_{сет}$ , м <sup>3</sup> /сут	$Q_{осадка}$ , т	Технические характеристики
Вторичный отстойник второй ступени	25,8	1648	0,02	D = 50 м N = 4

# Технические характеристики очистных сооружений

Элемент сооружения	$C_{вх}, \text{мг/дм}^3$ С учетом БПК	$C_{вых}, \text{мг/дм}^3$ С учетом БПК	$q_{air}, \text{м}^3$	$P_i, \text{мг/дм}^3$	Технические характеристики
Аэротенк первой степени очистки	1230,15	861	7,24	1005,02	$W=6875 \text{ м}^3$ $H=5 \text{ м}$ $S=1375 \text{ м}^2$ $L=55 \text{ м}$ $B=25 \text{ м}$ $N=4$
Аэротенк второй степени очистки	313,53	25,8	7,13	154,24	$W=34631 \text{ м}^3$ $H=5 \text{ м}$ $S=6926 \text{ м}^2$ $L=124 \text{ м}$ $B=55 \text{ м}$ $N=6$

# Технологическая схема биологической очистки промышленного стока Сясьского ЦБК



I – распределительная чаша

II – первичный отстойник щелокопотока

III – аэротенки первой ступени

IV – первичные отстойники первой ступени

V – аэротенки второй ступени

VI – распределительная чаша

VII – илоуплотнитель

VIII – распределительная чаша

IX – цех обезвоживания сточных вод

X – первичные отстойники волокопотока

→ щелокосодержащие сточные воды

→ волокосодержащие сточные воды

# **Предложения по модернизации системы очистки сточных вод на ЦБК**

- 1) Применение подвижной насадки;
- 2) Использование аэрационного оборудования;
- 3) Применение биофильтра с пленочной загрузкой для локальной очистки сточных вод.



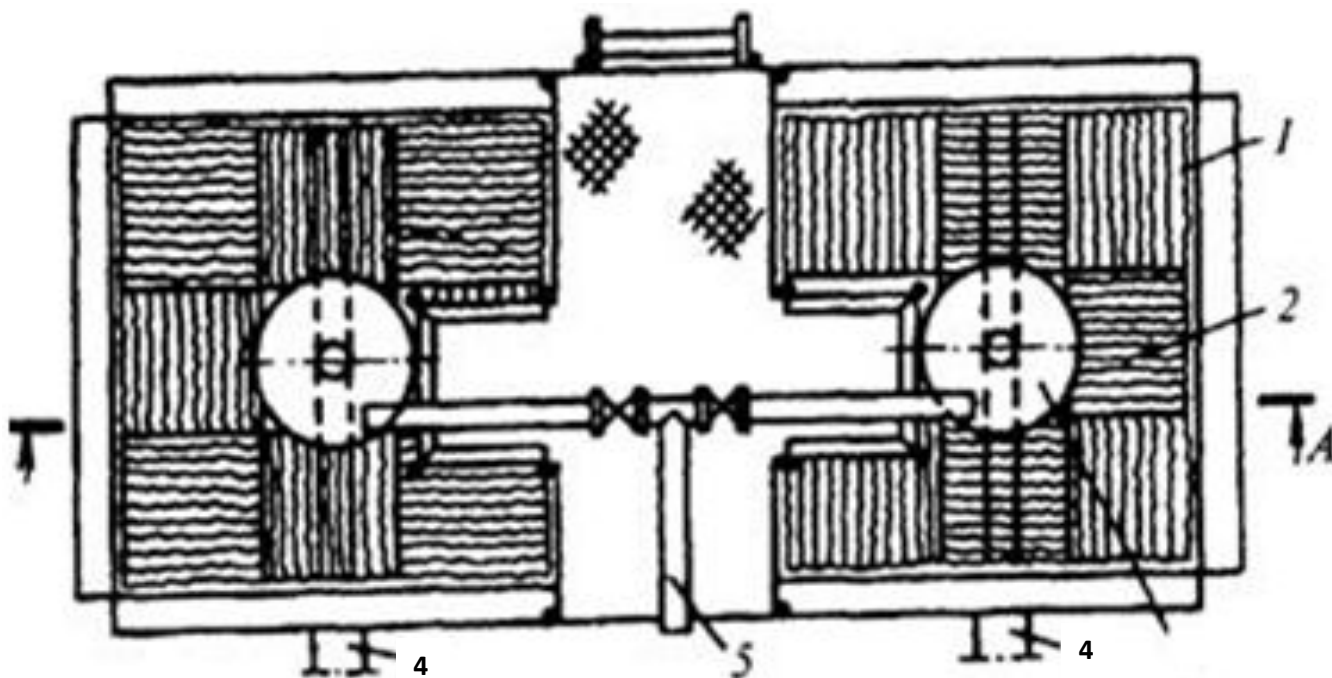
# Применение биофильтра с пленочной загрузкой для локальной очистки сточных вод

- БОПС с локальными очистными сооружениями

Осадок = 60,08 т/сут.

- БОПС без локальных очистных сооружений

Осадок = 62,41 т/сут.



# Заключение

Эксплуатация ЦБК сопряжена со следующими основными источниками воздействия на ОС:

- значительные выбросы в атмосферу сернистого ангидрида;
- недостаточная переработка щелоков;
- органозагрязненный сток, в котором присутствуют такие вещества как: лигносульфонаты, медь, цинк, железо, кадмий, алюминий, фенол и т.д.

Выполнен анализ возможных способов биологической очистки. На ЦБК, как правило, используют систему общезаводских сооружений биологической очистки, состоящей из отстойников и аэротенка, но так как она спроектирована и введена в эксплуатацию с 1928 года их необходимо модернизировать.

Произведен расчет сооружений станций биологической очистки для Сясьского ЦБК, определен состав, качественные и количественные характеристики сооружений в технологической линии очистки. Стоки собираются в два потока – волокнопоток и щелокопоток. Щелокопоток проходит двуступенчатую очистку, а волокнопоток – одноступенчатую очистку.

# Заключение

Рекомендовано – биофильтр после варочного цеха .

Это дает такие преимущества :

- ПДК на выходе из очистных сооружений обеспечивается с применением биофильтра как сооружения локальной очистки конденсатов.
- при очистки с локальными очистными сооружениями осадка образуется на 2 т/сут меньше чем при очистки без локальных
- биофильтр снимает 50-70% БПК<sub>5</sub>, то можно сделать вывод , что с применением биофильтра мы можем получить экономию в электроэнергии: на весь процесс очистки при эффекте очистки 50% - 75 кВт/час, при эффекте 70% - 150 кВт/час.

В связи с изложенным подтверждаем целесообразно включить в состав сооружений очистки Сясьского ЦБК как сооружения локальной очистки - биофильтр с пленочной загрузкой.

**Спасибо за внимание!**