

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт химии и энергетики

(наименование института полностью)

Кафедра «Химическая технология и ресурсосбережение»

(наименование)

18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии  
нефтехимии и биотехнологии

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Рациональное природопользование, рециклинг и утилизация отходов

(направленность (профиль)/специализация)

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему: «Разработка технологических решений по повышению качества  
механической очистки сточных вод на примере цеха №15  
ПАО«Тольяттиазот»»»

Студент

К.В. Рогожин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

старший преподаватель Ю.В. Чариков

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

## Аннотация

Бакалаврскую работу выполнил: Рогожин К.В.

Тема бакалаврской работы: «Разработка технологических решений по повышению качества механической очистки сточных вод на примере цеха №15 ПАО«Тольяттиазот».

Научный руководитель: Чариков Ю.В.

Бакалаврская работа изложена на 64 страницах, включает 14 таблиц, 11 рисунков, 23 литературных источника.

Целью выпускной квалификационной работы является минимизация негативного воздействия на окружающую среду на основе повышения качества механической очистки сточных вод на примере цеха №15 ПАО«Тольяттиазот».

Важность этой темы определяется необходимостью сокращения количества сбросов загрязняющих веществ в Саратовское водохранилище и потребностью рационального использования ресурсов, в частности, возврата части сточных вод для повторного применения на производственные нужды.

В представленной работе исследовалась технологическая схема цеха №15 по нейтрализации и очистке сточных вод на ПАО«Тольяттиазот».

Выпускная работа состоит из:

- вводной части,
- пяти разделов,
- заключительной части,
- списка использованных источников.

Введение обосновывает актуальность выбранной темы, формирует цель и задачи исследования. Первый раздел посвящен анализу технологического процесса нейтрализации и очистки сточных вод ПАО«Тольяттиазот», качеству стоков, выявлению приоритетных загрязнителей. Выявлению малоэффективных технологических стадий очистки сточных вод.

Второй раздел посвящен выбору оборудования для его реализации. В нем содержится описание устройства и принцип работы ступенчатой решетки и моечного пресса.

В третьем разделе обосновывается выбор энерго - и ресурсосберегающего способа проведения процесса очистки сточных вод и конструкции установки.

В четвертом разделе производится расчет технологических параметров процесса и конструктивных параметров оборудования.

В пятом разделе предлагается изменение в технологической схеме и в конструкции оборудования.

Заключительная часть включает принципиальные выводы и предложения, которые направлены на минимизацию негативного действия на экологию природы на базе увеличения качества сточных вод с помощью механической очистки.

В настоящее время в целях преодоления экологического кризиса и обеспечения здоровья нынешнего и будущих поколений людей, сохранения биосферы и обеспечения воспроизводства запасов природных ресурсов нашей страны действует «Экологическая доктрина Российской Федерации», в соответствии с которой, к основным направлениям государственной политики в области охраны окружающей среды является снижение загрязнения окружающей среды и соблюдение принципов сохранения ресурсов.

## Содержание

Введение	3
1 Анализ технологического процесса нейтрализации и очистки сточных вод ПАО «Тольяттиазот»	5
1.1 Характеристика водоотведения сточных вод городского округа Тольятти	5
1.2 Характеристика очистных сооружений предприятия ПАО«Тольяттиазот»	8
1.3 Анализ качества стоков на очистных сооружениях ПАО«Тольяттиазот»	13
1.4 Анализ существующего принципа очистки сточных вод ПАО«Тольяттиазот»	14
1.5 Выявление малоэффективных технологических стадий очистки сточных вод	24
1.5.1 Устройство и принцип работы РД – 600	24
1.5.2 Центробежные насосы и возникающие неисправности	29
2 Выбор оборудования для его реализации	39
2.1 Устройство и принцип работы ступенчатой решетки	39
2.2 Устройство и принцип работы моечного пресса	43
3 Обоснование выбора энерго - и ресурсосберегающего способа проведения процесса очистки сточных вод и конструкции установки	46
4 Расчет технологических параметров процесса и конструктивных параметров оборудования	48
4.1 Расчет материального баланса для выбранной технологии	48
4.2 Расчет конструктивных параметров оборудования	52
5 Изменения в технологической схеме и в конструкции оборудования	58
Заключение	62
Список используемых источников	63

## Введение

«Охране природы в России уделяется большое внимание. Сброс промышленных сточных вод, не прошедших очистку и обработку на очистных сооружениях, вызывает превышение предельно – допустимых концентраций тех или иных загрязняющих веществ, что может отразиться на здоровье населения, нанести ущерб водной флоре, фауне и вызвать целый ряд неблагоприятных явлений». [3].

Одной из самых острых проблем нашего времени является защита окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов. Очистка сточных вод на очистных сооружениях промышленных предприятий до нормативных показателей, является важнейшей составляющей стратегии развития современного и успешного предприятия. Сокращение сбросов и повышение эффективности очистки сточных вод являются принципиальными направлениями в решении проблемы охраны Куйбышевского и Саратовского водохранилищ [6].

Механическая очистка сточных вод во всех ее вариантах является центральной темой, поскольку она является необходимой предварительной стадией обработки стоков с целью подготовки к следующим этапам очистки сточных вод [12].

Цель и задачи выпускной квалификационной работы.

Целью выпускной квалификационной работы является сокращение негативного воздействия на окружающую среду на основе повышения качества механической очистки сточных вод на примере цеха №15 ПАО«Тольяттиазот».

Для реализации вышеуказанной цели необходимо решить следующие задачи:

- выполнить теоретический анализ существующего принципа очистки сточных вод, выявить недостатки;
- выбрать оборудование для его реализации;

- обосновать выбор энерго - и ресурсосберегающего способа проведения процесса очистки сточных вод и конструкции установки;

- провести конструктивные расчеты, материального баланса для выбранной технологии;

- используя результаты расчетов, опираясь на материалы научно-технической литературы, предложить изменения в технологической схеме и замене оборудования по механическому блоку очистки, которые нивелируют выявленные недостатки.

- представить выводы по результатам проведенной работы о возможности и целесообразности предложенной оптимизации.

Решение данных задач приведет к снижению загрязнения окружающей среды и обеспечению принципов ресурсосбережения, которые являются основными направлениями государственной политики в области охраны окружающей среды.

# **1 Анализ технологического процесса нейтрализации и очистки сточных вод ПАО«Тольяттиазот»**

## **1.1 Характеристика водоотведения сточных вод городского округа Тольятти**

Система водоотведения, являясь составной частью жилищно-коммунального хозяйства города Тольятти, образовалась и базировалась на трех основных градообразующих предприятиях это:

- ООО«Тольяттикаучук»,
- ПАО«АВТОВАЗ»,
- ПАО«Тольяттиазот».

В качестве меры по строительству этих заводов и предприятий имело место освоение территории и строительство новых городских систем водоснабжения и канализации [10].

У каждого из этих предприятий были свои собственные очистные сооружения, которые принимали свои собственные производственные, поверхностные и бытовые сточные воды соответственно, а также бытовые сточные воды от населения прилегающих районов муниципалитета и поверхностные стоки с жилых земельных участков.

Из этого следует, что в городском округе Тольятти реализована комбинированная система водоотведения, складывающаяся из пары концентрированных районных общесплавных структур водоотведения:

- централизованная система водоотведения (ЦСВ) №1, (общесплавная) с находящимися в собственности очистными сооружениями Автозаводского района;
- централизованная система водоотведения (ЦСВ) №2, (общесплавная) с находящимися в собственности очистными сооружениями Комсомольского и Центрального районов;

И семь централизованных систем водоотведения дождевых сточных вод:

- централизованная система водоотведения (ЦСВ) №3,
- централизованная система водоотведения (ЦСВ) №4,
- централизованная система водоотведения (ЦСВ) №5,
- централизованная система водоотведения (ЦСВ) №6,
- централизованная система водоотведения (ЦСВ) №7,
- централизованная система водоотведения (ЦСВ) №8,
- централизованная система водоотведения (ЦСВ) №9.

Бытовые и промышленные сточные воды от ПАО«АВТОВАЗ», промышленной зоны и жилых зданий Автозаводского района, а также загрязненные дождевые воды (в часы минимального притока) поступают в самотечный коллектор. Далее насосными станциями №1 и №2 подаются на очистные сооружения ООО«Автоград-Водоканал, номинальной производительностью 290 000 м<sup>3</sup> / сутки [10].

«Бытовые сточные воды от населения Центрального района и производственные ООО«Тольяттикаучук», ТО ТЭЦ, ОАО«Фосфор», ОАО«ВЦМ», ОАО«Трансформатор», ПАО«Куйбышевазот» и ряда небольших предприятий поступают на очистные сооружения канализации (ОСК) ООО«Тольяттикаучук» проектной производительностью 164 554 м<sup>3</sup>/сутки» [10].

«Бытовые и производственные сточные воды от Комсомольского района, ПАО«Тольяттиазот» и хозяйственно – бытовые сточные воды от поселка Поволжский поступают на очистные сооружения ПАО«Тольяттиазот», построенные в 1978 году по проекту Ростовского отделения «Союзводоканалпроекта» проектной производительностью 104 000 м<sup>3</sup>/сутки» [10].

На рисунке 1, представлена схема общих потоков водоотведения в городском округе Тольятти.



### СХЕМА ВОДООТВЕДЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД г.о ТОЛЬЯТТИ

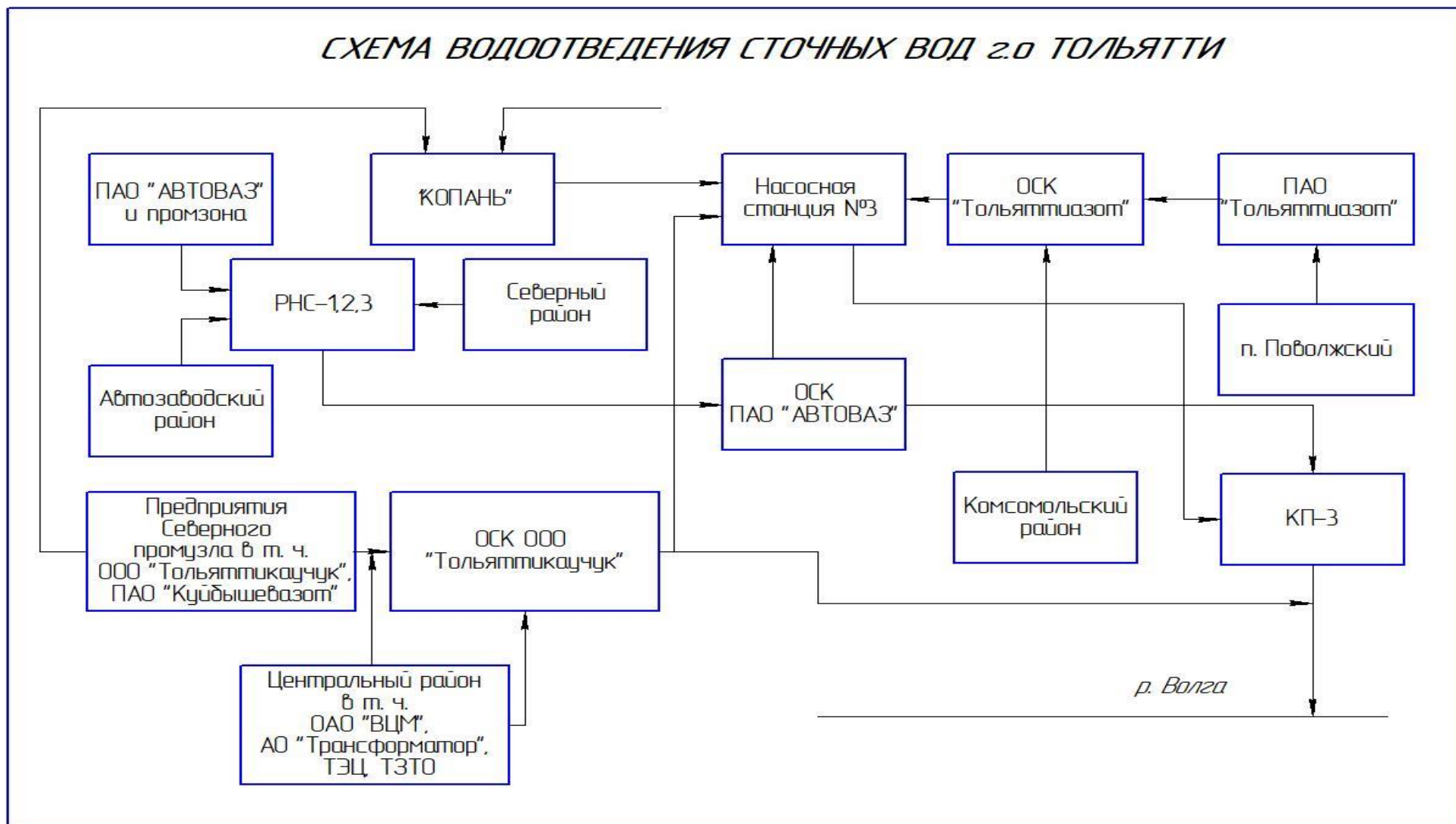


Рисунок 1 - Водоотведение сточных вод городского округа Тольятти [10]

## **1.2 Характеристика очистных сооружений предприятия ПАО«Тольяттиазот»**

Предприятие располагается по адресу: Самарская область, город Тольятти Поволжское шоссе, 32. Полное наименование производства: цех нейтрализации и очистки промышленных стоков.

«Бытовые и производственные сточные воды от Комсомольского района, ПАО«Тольяттиазот» и хозяйственно – бытовые сточные воды от поселка Поволжский поступают на очистные сооружения ПАО«Тольяттиазот», построенные в 1978 году по проекту Ростовского отделения «Союзводоканалпроекта» проектной производительностью 104 000 м<sup>3</sup>/сутки. Фактический приток сточных вод в 2019 год составил 57050 м<sup>3</sup>/сутки» [20].

В «часы пик» (с 7 до 11 часов и с 17 до 22 часов), когда вода сбрасывается, фактический приток сточных вод достигает почти номинальной мощности очистных сооружений.

Сточные воды, поступающие на очистные сооружения, подвергаются локальной очистке. Чтобы получить практически чистую речную воду из мутной массы сточных вод, сточные воды проходят несколько этапов очистки:

- механическую (решетки, песколовки, первичные отстойники);
- биологическую (аэротенки, вторичные отстойники);
- доочистку сточных вод на аэрируемых зернистых фильтрах;
- ультрафиолетовое обеззараживание очищенных сточных вод (установка УФО).

Очищенные сточные воды сбрасываются в Саратовское водохранилище с помощью насосной станции №3 ПАО«Тольяттиазот».

Этапы очистки представлены на рисунке 2 биологических очистных сооружений (БОС) ПАО«Тольяттиазот».

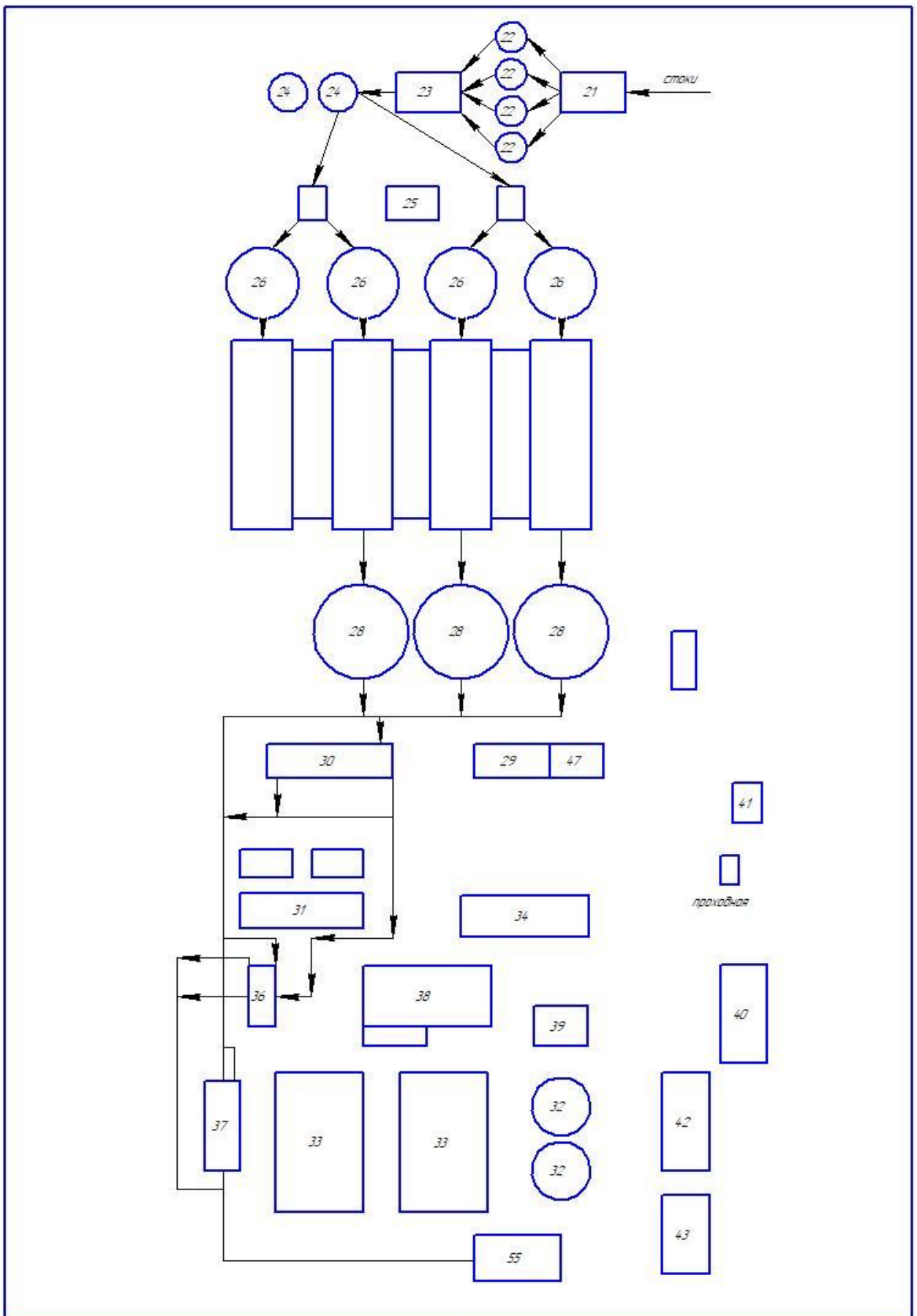


Рисунок 2 – Технологическая схема БОС ПАО«Тольяттиазот» [10]  
 Наименование сооружений, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Наименование сооружений очистных сооружений [10]

Обозначение	Сооружение	Примечание
21	приемная камера	$V=563,64 \text{ м}^3$ , $15,4 \times 6,1 \times 6 \text{ м}$
22	решетки дробилки КРД600	4шт., прозор 10-12 мм, производительность 25-40 $\text{м}^3/\text{сутки}$
23	аэрируемые песколовки	2шт., $V=123 \text{ м}^3$ , $15,4 \times 2,6 \text{ м}$ , производительность 65 $\text{м}^3/\text{сутки}$
24	бункеры песка	гидроциклоны до 3,0 тн -2 шт.
25	насосная станция №4	насосы ФГ216/24 -2 шт.
26	первичные отстойники	$V=2530 \text{ м}^3$ , $\text{Ø} 30 \text{ м}$ , $h=3,73 \text{ м}$ , Илоскребы ИПР-30
27	аэротенки - смесители	4 блока по 2 секции, $V \text{ общ}=63000\text{м}^3$ , каждая секция $90 \times 18 \times 5 \text{ м}$ , количество воздуха на 8 аэротенков 84 000 $\text{м}^3/\text{ч}$ , 1400 $\text{м}^3/\text{мин}$ , аэрационные системы АКВА-про-М (Эко полимер)
28	вторичные отстойники	$\text{Ø} 40 \text{ м}$ , $h=4,7 \text{ м}$ , $V=5435 \text{ м}^3$ , илососы ИВР-40
29	иловая насосная станция	насосы 400Д 190а, производительность 1800 $\text{м}^3/\text{ч}$ , напор 16 м.в.ст.-5 шт.
30	зернистые фильтры	12шт., $9 \times 9 \text{ м}$ , верхняя подача воды
31	насосная станция 1	
32	илоуплотнитель	$\text{Ø} 24 \text{ м}$ , $h=4,0 \text{ м}$ , $V=1680 \text{ м}^3$
33	аэробные стабилизаторы	2 блока по 4 секции, $V \text{ общ}=22200\text{м}^3$
34	воздуходувная станция	4 шт. воздухонагревателя производительностью 670 $\text{м}^3/\text{мин}$
36	станция ультрафиолетового обеззараживания сточных вод	производительностью до 5200 $\text{м}^3/\text{ч}$
37	контактный резервуар	производительностью до 105 000 $\text{м}^3/\text{ч}$
38	отделение центрифугирования	5 центрифуг, производительностью по уплотненному осадку до 60 $\text{м}^3/\text{ч}$
39	насосная станция 2	
40	административно-бытовой корпус	
42	ремонтно-механические мастерские	
55	насосная станция №3 СПУ	8 насосов Д4000/95, Производительность 4700 $\text{м}^3/\text{ч}$ , напор 90 м. в. ст.

В зависимости от состава загрязнения сточных вод и схемы очистки предприятия, предусмотрены следующие отдельные канализационные системы:

- производственных стоков с органическими загрязнениями;
- производственных стоков с минеральными загрязнениями;
- промышленных ливневых стоков;
- хозяйственно - бытовых сточных вод.

В цех нейтрализации и очистки промышленных стоков №15 поступают сточные воды непосредственно с самого предприятия ПАО«Тольяттиазот», Комсомольского района, стоки с ООО«Волжские коммунальные системы» и ЗАО«СВ Поволжский», после биологической очистки сточных вод поступает сточная вода от ООО«Тольяттисинтез». Примерный расход сточных вод показан в таблице 2.

Таблица 2 - Характеристика водоотведения очистных сооружений ПАО«Тольяттиазот» в цехе №15 [23]

Наименование	Стоки ПАО ТОАЗ	Смешенные стоки АРМ и мелких предприятий	Сточные воды поселка Поволжский	Сточные воды Комсомольского района	Итого сточных вод на биологическую очистку
всего м <sup>3</sup> /сутки	27958	998	2725	25369	57050
производственные сточные воды	24965	829	-	-	-
бытовые сточные воды	2993	169	-	-	-

Схема централизованной системы водоотведения ПАО «Тольяттиазот» изображена на рисунке 3.

*Принципиальная схема водоотведения  
централизованной системы водоотведения №3*

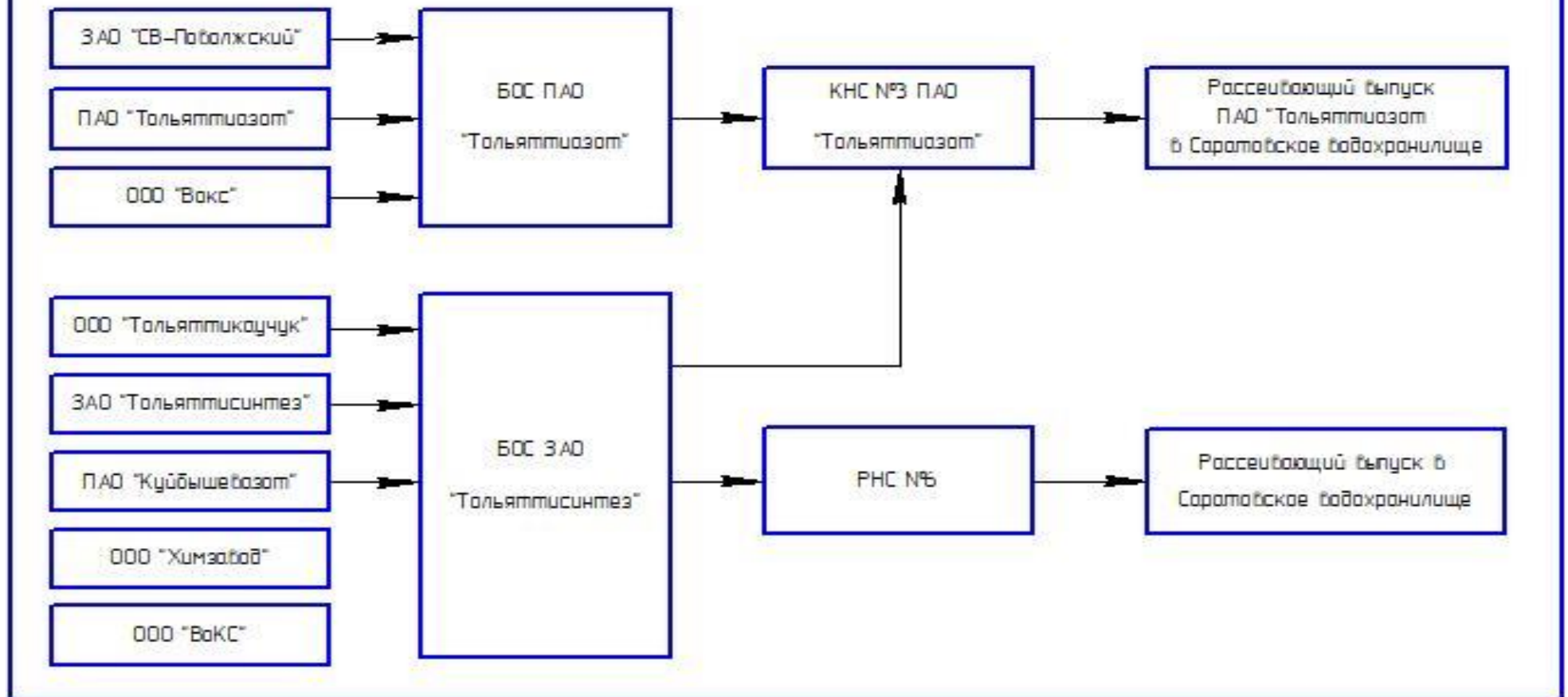


Рисунок 3 – Принципиальная схема централизованной системы водоотведения [10]

### 1.3 Анализ качества стоков на очистных сооружениях

#### ПАО «Тольяттиазот»

Сточные воды проходят полную биологическую очистку и последующую доочистку на очистных сооружениях. В то же время можно отметить, что очистные сооружения ПАО«Тольяттиазот» не обеспечивают полную очистку сточных вод. По определенным показателям, в том числе по взвешенным веществам существует превышение предельно допустимого уровня, что отражено в таблице 3.

Таблица 3 – «Качество сточных вод после БОС ПАО«Тольяттиазот» за 2019 год»

Загрязнитель	Класс опасности загрязняющего вещества (I - IV)	Норматив сброса абонентов БОС «ТОАЗ», мг/л	Норматив ПДС в открытый водоем, мг/л	Очищенные воды на выходе с БОС 2019, мг/л
взвешенные вещества	IV	125	4,22	11,14

Первая очередь очистных сооружений была сдана в эксплуатацию в 1978 году, вторая очередь в 1979 году, третья очередь в 1979 году, четвертая в 1981 году. Средняя продолжительность работы очистных сооружений составляет от 33 до 50 лет. Эксплуатация сооружений на ПАО«Тольяттиазот» составляет 42 года, таким образом, износ сооружений составляет 84 процента.

Исходя из данных предприятия, представленных в таблице 3 имеется превышение предельно допустимого уровня по взвешенным веществам. Следовательно, необходимо разработать меры для разработки мероприятий, направленных на минимизацию негативного воздействия на окружающую среду на основе повышения качества очистки сточных вод.

## **1.4 Анализ существующего принципа очистки сточных вод ПАО«Тольяттиазот»**

Цех нейтрализации и очистки промышленных вод является составной частью комплексного проекта азотного завода, разработанного генеральным проектировщиком - ГИАП, города Москва. Все части проекта: технологическая, строительная цеха нейтрализации и очистки промышленных вод выполнены Ростовским проектным институтом "Водоканалпроект".

В зависимости от состава загрязнения сточных вод и схемы очистки на предприятии, предусмотрены следующие отдельные канализационные системы:

- производственных вод с органическими загрязнениями;
- производственных вод с минеральными загрязнениями;
- промдождевых вод;
- бытовых сточных вод.

Промышленные сточные воды, содержащие загрязнения, превышающие допустимые уровни для установок биологической очистки, проходят локальную очистку на выходе из цехов. Все промышленные сточные воды с территории завода направляются в блок мониторинга и очистки сточных вод.

Сточные воды с минеральными загрязнениями

«Сточные воды с минеральными загрязнениями от установок деминерализации, химводоочистки речной воды производств аммиака и карбамида по самотечному коллектору поступают в три барьерные емкости объемом по 4 500 м<sup>3</sup> каждая (на 5-6 часовой прием сточных вод). Работа емкости предусмотрена по следующей схеме: наполнение, лабораторный контроль, выпуск сточных вод. Из барьерных емкостей сточные воды по самотечному коллектору направляются в приемный резервуар сточных вод объединенной насосной станции. Минеральные сточные воды из приемного



резервуара насосами через перемычку подаются в коллектор органических вод и смешиваясь с ними, поступают в приемную камеру биологической очистки» [19].

#### Сточные воды с органическими загрязнениями

В состав сооружений по очистке вод с органическими загрязнениями входят:

- аванкамеры;
- промывные емкости;
- ливневая емкость;
- аварийные емкости;
- решетки-дробилки КРД-600;
- приемный резервуар.

Промышленные сточные воды, содержащие органические загрязнители при производстве аммиака, мочевины, метанола через самотечный коллектор, поступают в три аванкамеры, вместимостью по 4 000 м<sup>3</sup> каждая на блоке мониторинга и очистки. Работа аванкамер осуществляется, по следующей схеме: наполнение, лабораторный контроль, выпуск вод. Сточные воды, отвечающие требованиям биологической очистки, поступают из камер в приемный резервуар объединенной насосной станции. В случае неудовлетворительного анализа в аванкамерах, сточные воды содержащие органические загрязнители, направляются в резервуары-накопители: два аварийных резервуара, объемом 10 000 м<sup>3</sup> каждый, а при их заполнении, насосами 1 КН, 2 КН перекачиваются из аварийных резервуаров в промывные резервуары, объемом по 10 000 м<sup>3</sup> каждый [19].

#### Бытовые сточные воды

Сточные бытовые воды с завода с помощью самотечного коллектора направляются на решетчатые дробилки (КРД – 600) - три рабочих, одна резервная для очистки от крупных примесей. В приемном резервуаре №3 сточные воды с бытовыми загрязнениями смешиваются со сточными водами с органическими загрязнениями. Из приемного резервуара бытовые сточные

воды смешиваются в коллекторе со сточными водами, содержащими органические и минеральные загрязнители. С помощью насосов объединенной насосной станции перекачиваются в приемную камеру очистных сооружений. Пуск и остановка насосов фиксируется верхним и нижним датчиком уровня в резервуаре. Бытовые сточные воды поселка Поволжский поступают на решетки-дробилки. После очистки от грубых примесей вместе с бытовыми сточными водами завода поступают в приемный резервуар №3. В дополнение к указанным группам насосов в машинном отделении объединенной насосной станции установлены:

- два самовсасывающих вихревых насоса, (один рабочий, другой аварийный) для отвода воды из дренажной ямы машинного отделения;
- консольный центробежный насос для перекачки воды, в случае заполнения машинного отделения совмещенной насосной станции.

В дренажном приямке установлен трехпозиционный уровнемер с сигнализацией верхнего и нижнего уровней и затопления машинного отделения, сблокированный с остановкой или пуском насосов.

Схема материальных потоков очистных сооружений ПАО«Тольяттиазот», по которым сточные воды поступают не только из всех цехов этого производства, но и сточные воды Комсомольского района и стоки с участка ОСК представлена на рисунке №3.

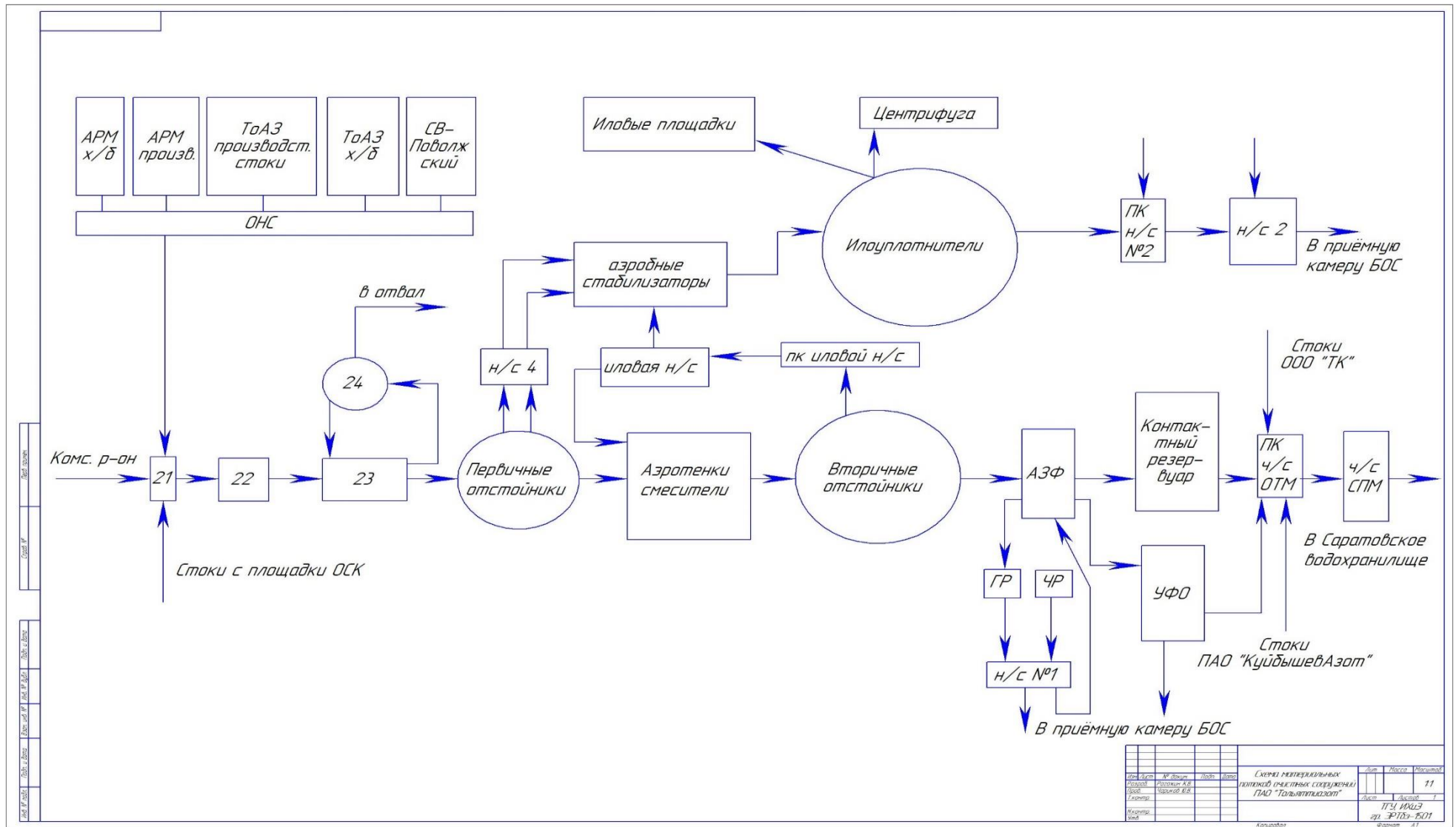


Рисунок 3 - Материальные потоки очистных сооружений ПАО«Тольяттиазот» [23]

## Сооружения механической очистки

Установки механической очистки предназначены для освобождения сточных вод от грубых примесей песка и значительного количества взвешенных веществ. Структура включает в себя:

- приемная камера;
- круглые решетки-дробилки;
- аэрируемые песколовки;
- бункера для обезвоживания песка;
- первичные радиальные отстойники;
- насосная станция.

«Сточные воды с промышленной площадки завода из приемных камер №1, 2, 3 объединенной насосной станции (по двум коллекторам К - 7) и сточные воды из Комсомольского района (по двум коллекторам К - 1) через камеру расходомеров РК - 1 поступают в приемную камеру 21 очистных сооружений» [19]. Из приемной камеры смешанные сточные воды самотеком по каналам шириной 800мм и глубиной 1500мм поступают на позицию 22, круглые решетки - дробилки КРД-600. Крупные примеси измельчаются в потоке сточных вод. Сточные воды очищаются от грубых примесей на решетках – дробилках и направляются в аэрируемые песколовки для удаления песка. В распределительном и отводящем канале песколовки установлены щитовые затворы [23].

«Для повышения эффективности удаления песка из сточных вод, промывки песка от органики внутри песколовки проходят перфорированные трубы для подачи воздуха. Интенсивность аэрации 3 - 5 м<sup>3</sup> - воздуха на 1 м<sup>3</sup> сточных вод в час. Воздух подается от воздуходувной станции» [23]. Песок из лотка песколовки при помощи системы гидравлического смыва, расположенной на дне лотка, периодически смывается водой в бункер, откуда гидроэлеватором откачивается по трубопроводу в бункера для обезвоживания песка на технологическую позицию 24/1,2. Вода для системы гидравлического смыва и на гидроэлеваторы подается из сети

производственной воды. По мере накопления обезвоженный песок выгружается из бункеров через щитовые затворы с электроприводом в самосвалы и транспортируется в отвал, отведенный для его складирования, а отделившаяся от песка сточная вода из бункеров по трубопроводу возвращается в песколовку или же отводится в колодец для сбора жировых отложений Ж-2. Опорожнение песколовок производится с помощью гидроэлеваторов.

Из аэрируемых песколовок, сточные воды через распределительные камеры К-4, К-5, К-6 поступают в центральные распределительные устройства первичных радиальных отстойников на позицию 26. «Первичные радиальные отстойники представляют собой круглые железобетонные резервуары диаметром 30 м, предназначенные для удаления из сточных вод взвешенных веществ, способных оседать или всплывать под действием силы тяжести. Время пребывания сточных вод в отстойнике 1,5 - 2 часа. Осадок, выпадающий на дне первичных отстойников периодически (2 раза в смену) сгребается илоскребами отстойников, в центральный приямок, откуда удаляется (центробежными насосами (один рабочий, другой резервный) на сооружения обработки осадка. Влажность сырого осадка 93,5 - 94 %» [23]. Жирные вещества и нефтепродукты, собирающиеся на поверхности первичных отстойников специальным скребком, прикрепленным к ферме илоскреба, сбрасывается в бункер - жиросборник, из которого самотеком попадает в жиросборные колодцы Ж - 1, Ж – 2. Содержимое из жиросборных колодцев периодически перекачивается на аэробный стабилизатор, насосами насосной станции № 4 (позиция 25). Собираемые в периферийных лотках отстойника осветленные сточные воды, после механической очистки самотеком направляются по лотку на биологическую очистку в аэротенки – смесители на позицию 33.

Сооружения биологической очистки

Биологическая очистка предназначена для окисления в сточных водах суспензированных, коллоидальных и растворенных органических веществ.

Структура включает в себя:

- аэротенки - смесители;
- вторичные радиальные отстойники;
- лотки и трубопроводы с запорной арматурой.

«В результате аэробных окислительных процессов органические вещества, содержащиеся в сточных водах, минерализуются: конечным продуктом окисления являются  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ » [19]. Есть такие органические соединения, которые окисляются не полностью – до промежуточных продуктов. «Помимо органических веществ в процессе биологической очистки окисляются и некоторые минеральные вещества: например, сероводород до серы, аммиак - до азота и нитратов (нитрификация). Для биологической очистки сточных вод Комсомольского района принято восемь трехкоридорных аэротенков - смесителей по  $8\ 000\ \text{м}^3$  каждый. Осветленные сточные воды по подводящему лотку из первичного отстойника подаются в верхний канал аэротенка, откуда поступают в распределительные лотки каждой секции. Впуск сточных вод в аэротенк осуществляется одновременно в первое отверстие распределительного лотка. Подача циркуляционного активного ила производится в начале первого коридора каждой секции, служащего регенератором активного ила» [23]. Для обеспечения нормальной жизнедеятельности бактерий и поддержания активного ила во взвешенном состоянии в аэротенк непрерывно подается сжатый воздух давлением до  $1\ \text{кгс/см}^2$  от воздуходувной станции воздушными нагнетателями. «Воздух распределяется по всей длине аэротенка через пористые полиэтиленовые трубы, уложенные по дну коридоров. Удельный расход воздуха до  $20\ \text{м}^3/1\ \text{м}^3$  сточных вод. Период аэрации - 15 часов. Концентрация активного ила в аэротенке - 1,8 - 3,0 г/л» [23].

Иловая смесь в конце третьего коридора через водослив переливается в нижний канал и далее по отводящему лотку следует в отстойники, на

позицию 28. Время пребывания вод в отстойнике 1,5 - 2,0 часа. Разрешенная концентрация взвешенных веществ с очищенными сточными водами до 15,7 мг/л; БПК полн. -5,0. «Очищенные сточные воды собираются в периферийном лотке отстойника и через распределительную камеру К-9 по отводящим трубопроводам самотеком направляются на аэрируемые зернистые фильтры, также могут, минуя сооружения доочистки, сбрасываться в контактный резервуар, куда подается раствор гипохлорита вода для обеззараживания» [23].

«Контактный резервуар предназначен для обеспечения необходимого времени контакта хлора с очищенными сточными водами (не менее 30 мин.) перед сбросом их в Саратовское водохранилище. Очищенные обеззараженные сточные воды по самотечному трубопроводу поступают в приемный резервуар объединенной насосной станции Северного промышленного узла и по коллектору через рассеивающий выпуск сбрасываются в Саратовское водохранилище» [23]. Активный ил, осажденный на дне вторичного отстойника с влажностью 95 - 99,2% удаляется с помощью илососа, представляющего собой систему движущихся сосудов. Электропривод приводной тележки илососа снабжен специальной блокировкой, обеспечивающей автоматическое отключение илососа при обрыве тягового троса и нарушении герметичности пневматической камеры колеса приводной тележки. «Ил через сосуды поступает в горизонтальную трубу, уложенную под отстойником, и по ней направляется в приемный резервуар иловой насосной станции. Из приемного резервуара активный ил центробежными насосами подается на аэротенки, а избыточный активный ил поступает в аэробные стабилизаторы самотеком или откачивается насосами. Резервуар имеет звуковую сигнализацию максимального уровня. Имеется световая сигнализация остановки илососов вторичных отстойников. В машинном зале иловой насосной станции установлены два вихревых самовсасывающих насоса группы (один рабочий, другой резервный) для

удаления сточных вод из дренажного приемка, заблокированные с минимальным и максимальным уровнем» [19].

Сооружения обеззараживания очищенных вод

Дезинфекционные сооружения включают ультрафиолетовую дезинфекционную станцию для очищенных сточных вод (позиция 36) и установку подготовки и подачи раствора гипохлорита натрия в контактный резервуар (позиция 37).

Станция УФО включает в себя:

- 4 установки обеззараживания воды ультрафиолетовым излучением УДВ-1000/360 - Д23 с обвязкой;
- два насоса для откачки дренажных вод из приемков;
- электрическая щитовая;
- щитовая;
- помещение для хранения щавелевой кислоты;
- бытовые помещения обслуживающего персонала;
- две впускные трубы диаметром 1000 мм и два отводящих трубопровода диаметром 1000 мм, с отсекающей арматурой и расходомерами, установленными на подводящих трубопроводах.

Для дезинфекции предусмотрены очищенные сточные воды, прошедшие механическую, биологическую и последующую обработку на аэрируемых зернистых фильтрах. Мера ультрафиолетового облучения определяется характером и качеством очистки сточных вод, но она должна быть не менее 30 м Дж/см<sup>2</sup>. Установка ультрафиолетового обеззараживания вод (УФО) предусматривает для дезинфекции 3/3100000 м/сутки. (часовой расход - 5217 м<sup>3</sup>/ч) доочищенных сточных вод при работе шести установок УДВ - 1000/360 – Д 23 (пять рабочих, одна - резервная). Очищенные сточные воды поступают на установку УФО через один или два самотечных трубопровода К - 23 диаметром 1000 мм из аэрируемых зернистых фильтров. Обеззараженные сточные воды проходят по двум самотечным коллекторам К



- 35 диаметром 1000 мм, объединяющимся в один диаметром 1200 мм перед врезкой в трубопровод диаметром 1400 мм за контактными резервуарами.

Станция ультрафиолетового обеззараживания УДВ-1000/360-Д 23 применяется для обеззараживания очищенных сточных вод и состоит из:

- «камеры обеззараживания - предназначенной для УФ облучения обрабатываемой воды. В камере устанавливаются защитные кварцевые чехлы с бактерицидными УФ лампами внутри. На камере смонтированы блоки пускорегулирующей аппаратуры (ПРА)» [23];

- шкафы управления - предназначенные для управления установкой, контроля за ее работой, управления электрическими затворами;

- блок промывки - предназначен для химической промывки кварцевых чехлов, защищающих УФ лампы.

«В состав установки приготовления и подачи раствора гипохлорита:

- трубопровод, подводящий техническую воду к эжектору;

- фильтр для воды;

- эжектор;

- трубопровод, отводящий полученный раствор гипохлорита натрия в смеситель;

- трубка с насадкой для подачи концентрированного гипохлорита натрия к эжектору;

- смеситель типа «лоток Паршаля»;

- контактный резервуар» [23].

Насосная станция № 3 Северного промышленного узла

«Насосная станция № 3 (позиция 55) Северного промышленного узла предназначена для перекачки в Саратовское водохранилище очищенных вод от очистных сооружений ПАО «Тольяттиазот», условно - чистых вод заводов Северного промышленного узла города Тольятти: очищенных вод от очистных сооружений производства «Тольяттикаучук», поступающих по двум трубопроводам диаметром 900 мм; условно - чистых вод от насосной станции № 1 ПАО «КуйбышевАзот», поступающих по трубопроводу

диаметром 1200 мм; вод, поступающих в аварийных случаях после БОС ООО«АВК» в приемный резервуар насосной станции № 3 по трубопроводу 1200 мм. Все вышеперечисленные сточные воды поступают в приемный резервуар и насосами по трем коллекторам диаметром 1400 мм перекачиваются в Саратовское водохранилище» [23].

## **1.5 Выявление малоэффективных технологических стадий очистки сточных вод**

### **1.5.1 Устройство и принцип работы РД – 600**

Механическая очистка сточных вод во всех ее вариантах является центральной темой, поскольку она является необходимой предварительной стадией обработки стоков с целью их подготовки к дальнейшим стадиям очистки.

В процессе механической очистки сточных вод должны быть удалены крупные загрязнения. Это необходимо для уменьшения нагрузки на последующие ступени очистки и для нормальной работы очистных сооружений. Плавающие, осаждающиеся и взвешенные крупнофракционные включения должны полностью извлекаться в зависимости от ширины прозоров или диаметра отверстий решетки, обезвоживаться и сбрасываться в последующее устройство для сбора фракций.

Прочими важными факторами для устройств механической очистки являются эксплуатационная надежность, простота технического обслуживания, производительность и гигиена.

В состав сооружений механической очистки ПАО«ТОАЗ» входят:

- приемная камера позиция 21;
- круглые решетки-дробилки позиция 22;
- аэрируемые песколовки позиция 23;
- бункера для обезвоживания песка позиция 24;
- первичные радиальные отстойники позиция 26;
- насосная станция № 4, позиция 25.

При механической очистке возникают неполадки в работе технологического оборудования, которые приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Неполадки в работе и способы их ликвидации при механической очистке [23]

Неполадка	Возможная причина возникновения неполадки	Действия персонала и способ устранения неполадки
в бункере песка не поступает пульпа	засорение пульпопровода	промыть пульпопровод
повышенный вынос осадка из первичного отстойника поз. 1-4	перегрузка отстойника, разрушение водосливов	уменьшить подачу сточной жидкости в отстойник; очистить и исправить гребни водосливов
выделение большого количества пузырьков воздуха, всплывания усадка	не своевременное удаление усадка	сделать дополнительную выгрузку осадка
насосы поз.9,10, не обеспечивают проектную производительность	забит всасывающий трубопровод; забито рабочее колесо; Упали плашки на всасывающей задвижке	промыть через промывочный трубопровод; Разобрать и почистить всас насоса и рабочее колесо; Вскрыть задвижку и произвести ремонт
вибрация насоса, шум, удары	засорение рабочего колеса, попадание посторонних предметов в рабочее колесо	очистить рабочее колесо через люки. Остановить насос, осмотреть проточную часть и удалить все посторонние предметы

Эксплуатация круглых решеток – дробилок РД – 600 на механическом этапе очистки.

Согласно технологического процесса, из приемной камеры (позиция 21) смешанный сток самотеком поступает на круглые решетки-дробилки КРД - 600 (позиция 22), попадает на вращающийся барабан со щелевыми отверстиями. Задержанные барабаном части фракций по ходу вращения барабана перемещаются к трепальному гребню. Трепальный гребень удерживает на месте крупные части фракций, а поочередно подходящие планки и резцы, взаимодействуя с соответствующими кромками трепального гребня, измельчают фракции на части размером 11,2 мм, которые

подхватываются потоком и увлекаются в щелевые отверстия внутри барабана, откуда попадают в отводящий трубопровод.

Решетка - дробилка разработана «Мосводоканалниипроект» в 60-х годах прошлого века.

Предназначена для задержания и измельчения крупных и твердых канализационных фракций, кроме полиэтилена, резины, кордных нитей непосредственно в потоке сточной жидкости.

Барабан представляет собой цилиндрическую чугунную деталь, на поверхности которой расположены горизонтальные щелевые отверстия, образующие решетку. Через эти отверстия сточная жидкость, а также измельченные фракции проникают во внутреннюю полость барабана.

«Для предотвращения засорения щелевые отверстия в поперечном сечении имеют коническую форму.

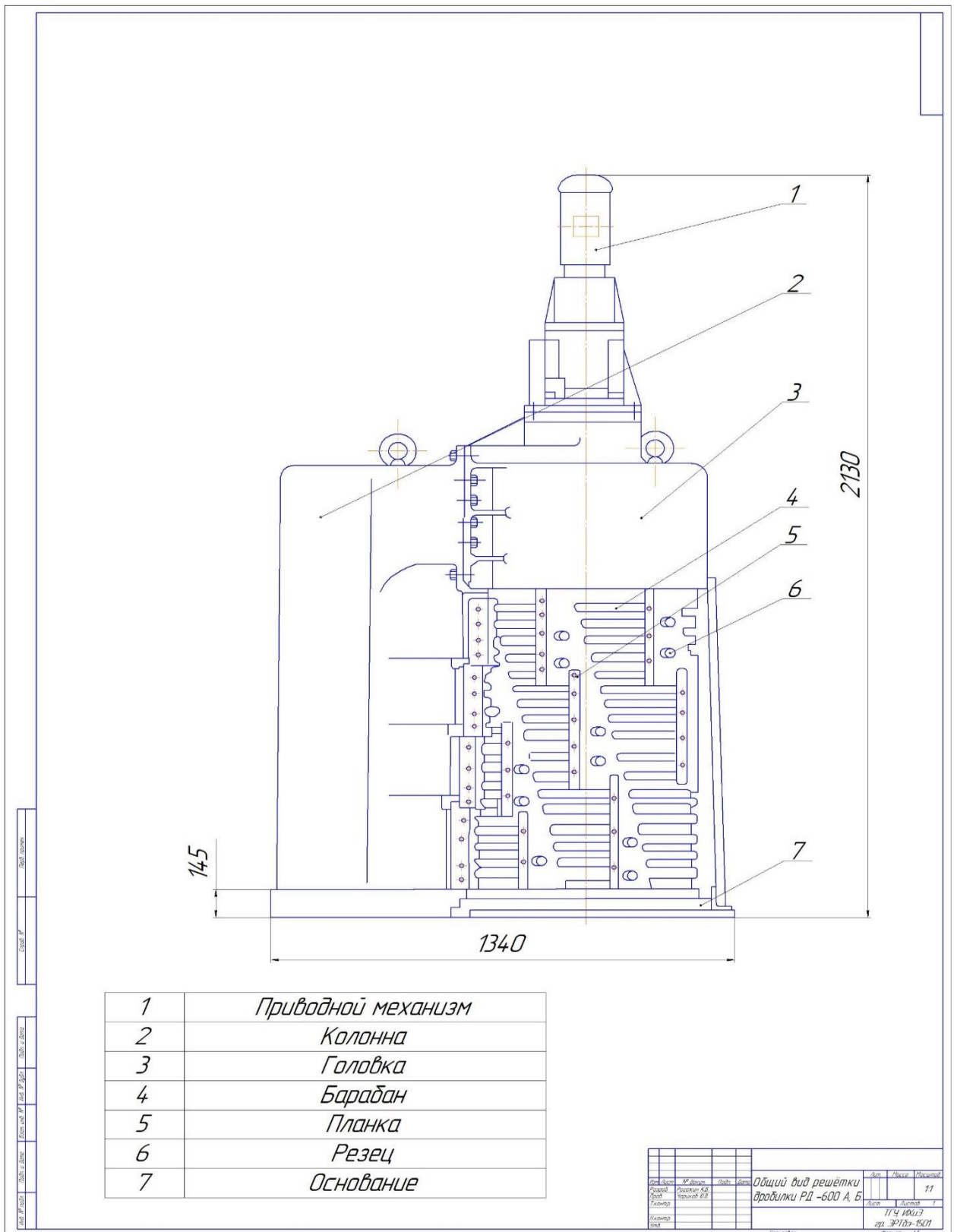
На поверхности барабана имеются специальные гнезда для крепления режущих планок и резцов.

Планки расположены у кромок щелевых отверстий и крепятся в гнездах заподлицо с поверхностью барабана» [23].

«Расположение резцов неравномерное. Большинство из них расположены в нижней части барабана. Такое размещение связано с условием работы в сточной жидкости, где большая часть твердых примесей проходит по дну канала. Резец состоит из державки и напаянной твердосплавной пластины. Режущая часть резцов выступает над поверхностью барабана на 5мм. Плоскость пластины расположена наклонно под углом 5 градусов по отношению к плоскости режущей пластины трепального гребня. Наклонная режущая кромка, последовательно участвуя в резании, уменьшает нагрузку резцов» [23].

Опорной частью РД - 600 является колонна, которая закрепляется на фундаменте. Трепальные гребни взаимозаменяемые.

Общий вид решетки – дробилки РД – 600 представлен на рисунке 4.



1 - приводной механизм; 2 – колонна; 3 – головка; 4 – барабан; 5 – планка; 6 – резец; 7 – основание

Рисунок 4 – Общий вид решетки – дробилки РД – 600

В таблице 5, приведены технические данные решеток – дробилок.

Таблица 5 – Технические данные решетки – дробилки РД – 600

Наименование параметра, единица измерения	РД-600
Расчетная максимальная пропускная способность по воде, м <sup>3</sup> /ч	2000
Ширина щелевых отверстий барабана, мм	11,2
Частота вращения барабана, об. /мин.	31,5
Мощность электродвигателя, кВт	1,5
Скорость вращения барабана, об. /мин.	1450
Габаритные размеры, мм, не более:	-
Длина, L	1340
Ширина	810
Высота, H	2130
Масса, кг, не более	1665

Эксплуатация до первого капитального ремонта составляет 3,5 года.

Срок службы до списания решетки составляет 7 лет.

В таблице 6, перечислены возможные неисправности и способы устранения решеток – дробилок.

Таблица 6 – Возможные неисправности и способы их устранения

Неисправность	Причина	Способы устранения
Увеличение зазора между режущими кромками более допустимого предела	Износ режущих элементов	Заменить новыми
Затупление резцов нижнего пояса барабана	Нижние резцы более нагружены	Заменить нижние резцы верхними
Местный износ планок более 0,25 мм. Вглубь кромки	Попадание между кромками недробимых отбросов	Заменить новыми планками
Появление стуков при вращении барабана	Задевание резцами трепальных гребней	Проверить и отрегулировать зазоры

«После того, как загрязненные стоки прошли через дробильные установки, где произошло дробление крупных взвешенных частиц на более мелкие 11,2 мм, стоки согласно схеме материальных потоков, направляются в аэрируемые песколовки (позиция 23) для удаления песка, затем в первичные отстойники, предназначенные для удаления из сточных вод, взвешенных веществ, способных оседать или всплывать под действием силы тяжести. Время пребывания сточных вод в отстойнике 1,5-2 часа. Осадок, выпадающий на дне первичных отстойников периодически (2 раза в смену) сгребается иловыми скребками отстойников (позиция 26), в центральный приямок, откуда удаляется центробежными насосами (позиция 9,10 один рабочий, другой резервный) на сооружения обработки осадка. Влажность сырого осадка 93,5 - 94 процента» [23].

Жиры и нефтепродукты, собираются на поверхности первичных отстойников с помощью специального скребка, прикрепленного к ферме илового скребка, сбрасываются в бункер для сбора жировых отложений, из которого самотеком попадает в колодцы для сбора жировых веществ Ж -1, Ж - 2. Из данных колодцев содержимое периодически перекачивается на аэробный стабилизатор, центробежными насосами насосной станции № 4.

### **1.5.2 Центробежные насосы и возникающие неисправности**

Центробежные насосы на позиции №9, 10 в количестве двух единиц, которые используются в насосной станции №4 транспортирующие осадок, выпадающий на дне первичных отстойников и жировые отложения из колодцев Ж-1, Ж-2 регулярно (каждую смену, исходя из опыта эксплуатации насосов) не обеспечивают требуемую подачу, испытывают повышенный шум и вибрацию агрегата, перегрузку электродвигателя по причине засора рабочего колеса, механических повреждений, износа уплотнения рабочего колеса, засора проточной части насоса. Основные характеристики приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Основные характеристики насоса

Наименование параметра	Показатели
Подача	250 м <sup>3</sup> /час
Напор	22,5 м
Мощность двигателя	37 кВт
Частота вращения	1500 об. /мин
Допускаемый кавитационный запас	4 м
КПД насоса, не менее	65%
Утечка через сальниковое уплотнение, не более	10 л. /час
Номинальный диаметр рабочего колеса	300 мм.
Масса насоса	285 кг.
Масса агрегата	663 кг.
Габаритные размеры агрегата	1670x520x785мм.

Основные детали насоса типа ФГ, указаны в разрезе на рисунке 5.



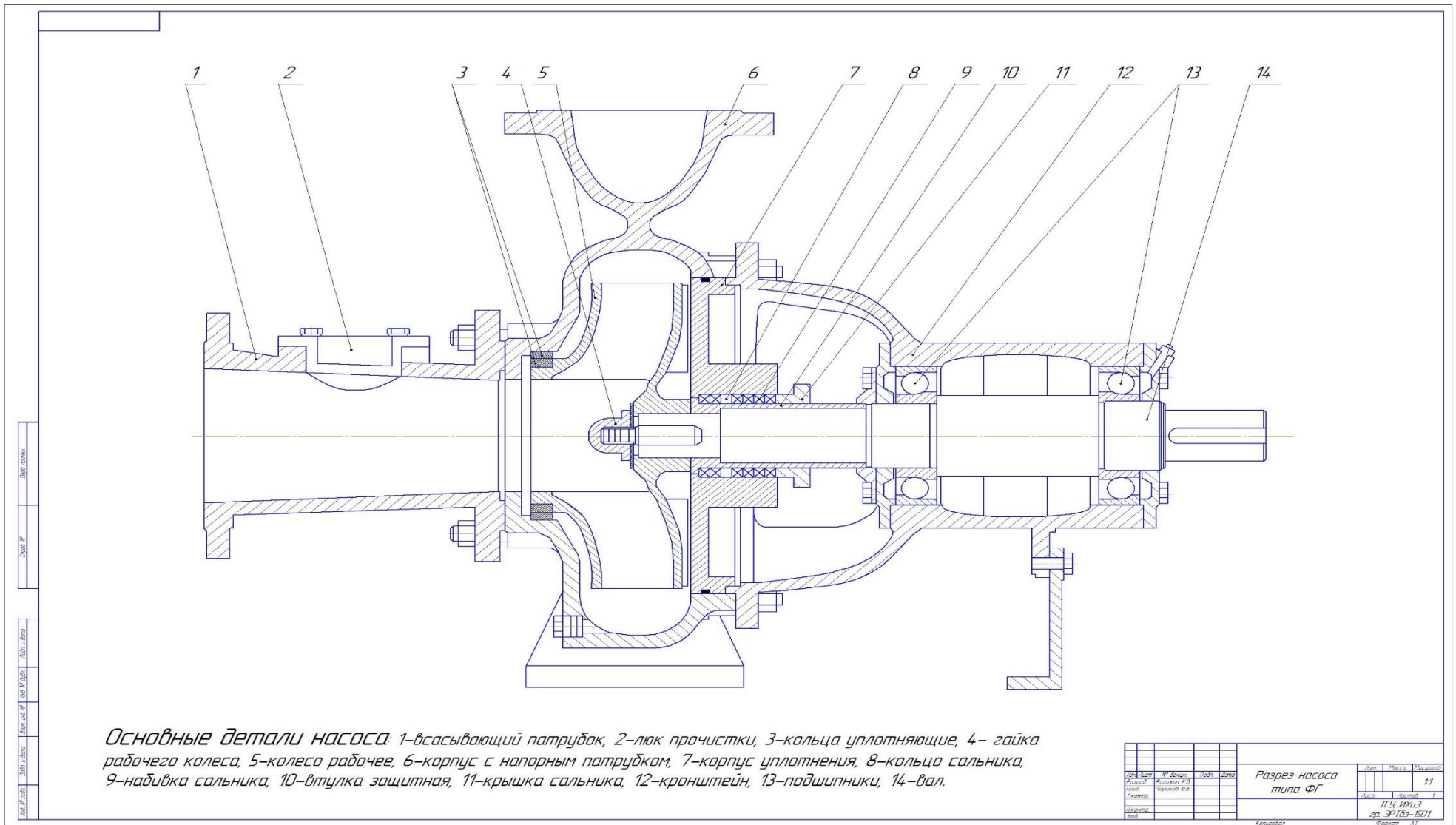


Рисунок 5 – Разрез насоса типа ФГ

В таблице 8 представлены неисправности и методы устранения, возникающие при работе насоса.

Таблица 8 - Основные неисправности при эксплуатации центробежного насоса ФГ-216/24

Неисправность	Вероятная причина	Метод устранения
насос не всасывает.	насос недостаточно залит перекачиваемой жидкостью.	залить насос полностью.
стрелки приборов сильно колеблются.	понижился уровень жидкости в емкости на всасывании насоса.	проверить уровень жидкости в емкости.
вакуумметр показывает большое разряжение	большое сопротивление на всасывающем трубопроводе.	по возможности укоротить и расширить всасывающий трубопровод.
насос не обеспечивает подачу.	- большое сопротивление в напорном трубопроводе; - износилось уплотнение рабочего колеса или засорилась проточная часть насоса.	- проверить состояние трубопровода и в случае засорения прочистить; - проверить зазоры уплотнения рабочего колеса и произвести ремонт или очистить от загрязнения проточную часть насоса и рабочего колеса.
повышенный шум и вибрация агрегата, перезагрузка электродвигателя.	- недостаточная жесткость креплений насоса и электродвигателя; - нарушение центровки валов; - забилося рабочее колесо; - механические повреждения.	- произвести подтяжку креплений насоса, электродвигателя и трубопроводов; - проверить и исправить центровку валов; - очистить колесо; - устранить механические повреждения.
быстрый износ сальников набивки.	- охлаждающая вода не поступает в затвор сальника; - малое давление охлаждающей воды.	- проверить подвод и устранить неисправность; - увеличить давление.
перегрев подшипников.	- недостаточная смазка подшипников; - нарушение центровки валов насоса и электродвигателя; - износ подшипников.	- проверить наличие и качество смазки; - оцентровать валы; - заменить подшипники.

Описанные неисправности, в приведенной таблице можно ликвидировать с помощью устранения механических повреждений, проверки зазоров уплотнения рабочего колеса и ремонта или очистки от загрязнения проточной части насоса и рабочего колеса. Технологический и ремонтный персонал ежедневно, через люк прочистки проводит ревизию и непосредственно очистку рабочего колеса от полиэтилена, резины, кордных нитей, текстиля для приведения насосов к рабочим параметрам. Так же это может привести к инциденту – полного выхода оборудования из строя.

После неэффективной механической очистки на первой стадии, измельчения крупных и твердых фракций решетками – дробилками РД - 600, помимо засорения насосного оборудования на насосных станциях, повышается нагрузка на последующие ступени очистки – аэрируемые песколовки, первичные радиальные отстойники, что негативно сказывается на обеспечении работы очистных сооружений.

На рисунке 6, представлен загрязненный илоскреб. На иловых скребках первичных отстойников присутствуют кордные нити, полиэтилен, текстиль, резина, различная ветошь. Весь этот мусор прошел через весь цикл механической очистки.



Рисунок 6 - Загрязненный илоскреб первичного отстойника

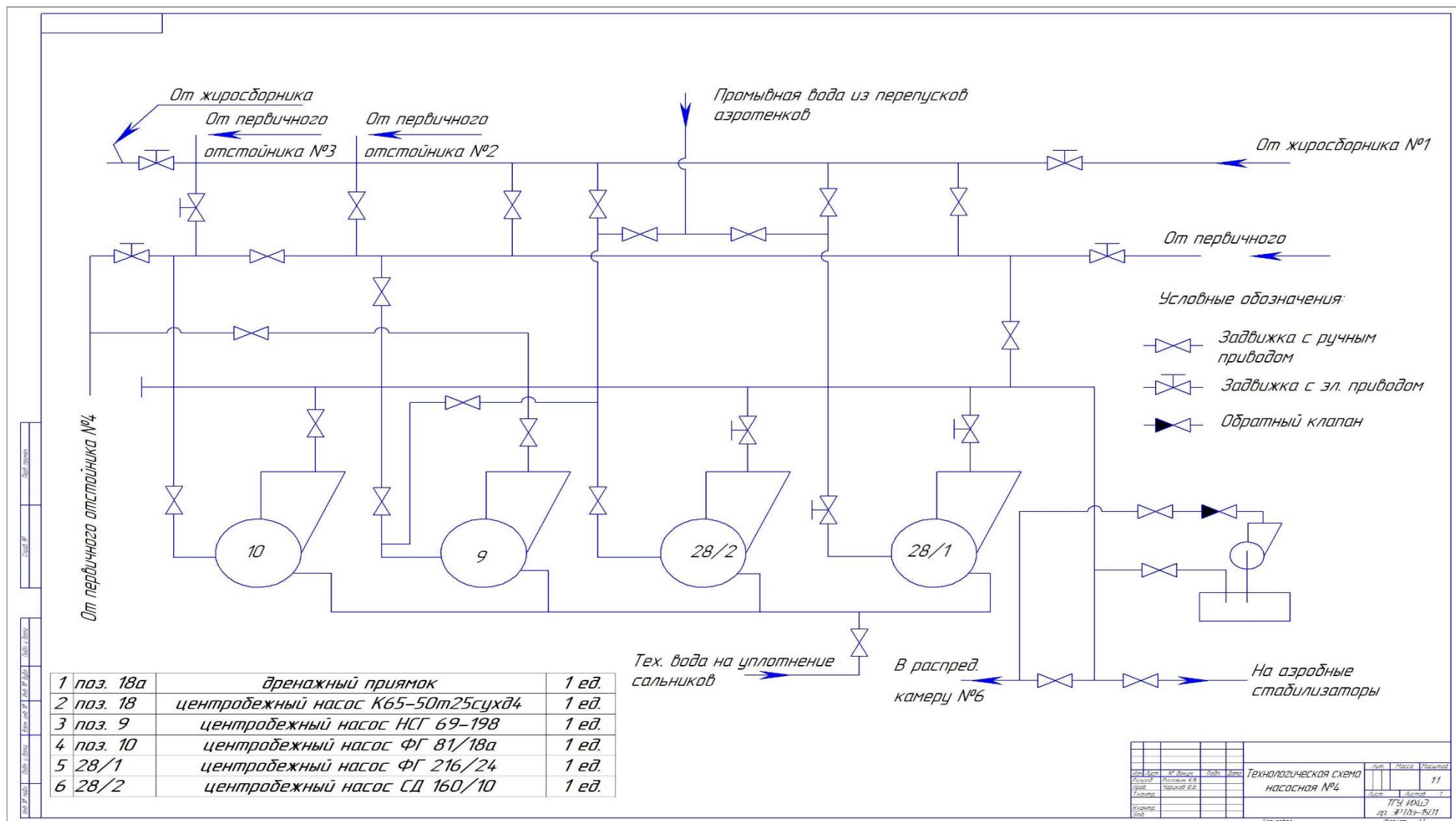


Рисунок 7 - Технологическая схема насосной станции №4 [23]

Таблица 9 – Недостатки и их последствия, связанные с работой КРД – 600

Недостаток	Последствие	Метод устранения
<p>решетка-дробилка РД – 600 разработана в 60-х годах прошлого века</p>	<p>после прохождения РД – 600 присутствие крупнофракционных включений, такие как бумага, тряпки, возможно обломки древесины, некрупные камни и так далее, которые при попадании на очистные сооружения могут привести к поломке насосов, засорению труб и каналов, нарушению работы отстойников или поломке движущихся частей оборудования (цепей, колес и т. п.)</p>	<p>замена на современную модель, отвечающей всем требованиям согласно ст.23 закона N 7-ФЗ "Об охране окружающей среды", в которой отражено, что сбросы должны осуществляться на основе наилучших существующих технологий</p>
<p>решетка - дробилка РД – 600 предназначена для задержания и измельчения крупных и твердых фракций канализационного мусора, кроме полиэтилена, резины, кордных нитей непосредственно в потоке сточной жидкости.</p>	<p>дополнительная нагрузка на последующие ступени очистки, которая приводит к поломке насосов, засорению труб и каналов, нарушению работы отстойников или поломке движущихся частей оборудования (цепей, колес и т. п.). В итоге, это приводит к превышению нормативных показателей по сбросам некоторых загрязнителей в Саратовское водохранилище, что противоречит Ст.35 Водного кодекса РФ, которая предполагает, что количество сбрасываемых в сточные воды технических веществ и микроорганизмов должно соответствовать установленным нормативам допустимого воздействия на водные объекты.</p>	<p>замена на самоочищающиеся ступенчатые решётки. Крупнофракционные включения, должны полностью извлекаться, а не дробиться и проходить на следующие ступени очистки, поэтому требуется другой принцип очистки.</p>
<p>низкая пропускная способность, 2000 м<sup>3</sup>/ч</p>	<p>согласно проектной производительности очистных сооружений, КРД – 600 требуется в количестве 4 единиц. Данное количество занимает определенную площадь земель, финансовые затраты, связанные с приобретением, монтажом и обслуживанием</p>	<p>замена на две высокопроизводительные установки, которые просты в монтаже и неприхотливы в эксплуатации, компактны</p>
<p>срок службы до первого капитального ремонта составляет 3,5 года. Срок службы до списания решетки составляет 7 лет.</p>	<p>финансовые затраты, связанные с капитальным ремонтом и заменой в количестве 4 единиц по истечению срока службы</p>	<p>замена на две высокопроизводительные установки с повышенным сроком службы</p>

Продолжение таблицы 9

Недостаток	Последствие	Метод устранения
местный износ планок более 0,25 мм вглубь кромки из-за попадания между кромками не дробимых фракций	выход из строя КРД – 600 на время ремонта. Повышенная нагрузка на другие дробилки	замена новыми планками
затупление резцов нижнего пояса барабана из-за постоянной нагрузки на нижние резцы	то же	замена нижних резцов верхними
появление стуков при вращении барабана из-за задевания резцами трепальных гребней	«	проверить и отрегулировать зазоры
увеличение зазора между режущими кромками более допустимого предела из-за износа режущих элементов	«	замена на новые
насос не обеспечивает подачу в связи с засором проточной части насоса в связи с принципом работы КРД - 600	остановка оборудования	- проверить состояние трубопровода и в случае засорения прочистить; - произвести ремонт или очистить от загрязнения проточную часть насоса и рабочего колеса
повышенный шум и вибрация агрегата, перегрузка электродвигателя в связи с механическим повреждением	то же	устранить механические повреждения
илоскребы первичных отстойников забиты тряпками, полиэтиленом	<b>нарушение работы отстойников или поломка движущихся частей оборудования</b>	очистка

Выводы по первому разделу: итак, в первом разделе дана характеристика очистных сооружений, проведен анализ действующего принципа очистки сточных вод на ПАО«Тольяттиазот». После подробного изучения темы механической очистки, определены и выявлены технологические просчеты в неверном подборе оборудования.

Фильтрация должна является первой стадией механической обработки стоков, необходимой для удаления посторонних включений с целью защиты всего последующего оборудования очистки стоков от технических неполадок. Благодаря предварительной фильтрации стоков предотвращаются такие эксплуатационные проблемы, как, выход из строя насосов, засорение трубопроводов и каналов, нарушение работы отстойников или поломка движущихся частей оборудования (цепей, колес и т. д.), что приводит к экономическим затратам, несоответствию сточных вод установленным нормативам допустимого воздействия на водные объекты.

Исходя из опыта эксплуатации решеток – дробилок РД – 600 выявлено ряд недостатков, связанных с их работой приведенных в таблице 9. Данные решетки - дробилки имеют принцип работы, который не подходит под соответствующие условия и требования. Это дополнительно нагружает последующие ступени очистки сооружений. Плавающие, осаждающиеся и взвешенные крупнофракционные включения должны полностью извлекаться, обезвоживаться и сбрасываться в последующее устройство для сбора фракций, а не дробиться и проходить на следующие ступени очистки. Поэтому, требуется замена КРД – 600 на самоочищающиеся, полностью автоматизированные для удаления твёрдых частиц из сточных вод ступенчатые решётки.

Для этого следует подобрать модель очистки согласно следующих критериев:

а) возможность установки в существующие каналы, в целях снижения финансовых затрат на изменение конфигурации канала;

- б) высокая пропускная способность, требуется для уменьшения количества единиц решеток;
- в) компактность сооружений на площадке должна обеспечивать:
  - 1) рациональное использование территории с учётом перспективного расширения сооружений;
  - 2) возможность строительства по очередям.
- г) эффективность удаления включений;
- д) поворотное исполнение - подъем решетки из канала для удобного обслуживания над каналом;
- е) малое потребление электроэнергии;
- ж) возможность установки в паре с моечным прессом;
- з) обезвоживание;
- и) сокращение объема и веса;
- к) вымывание органики.



## **2 Выбор оборудования для его реализации**

### **2.1 Устройство и принцип работы ступенчатой решетки**

«Развитие промышленности, рост городов и агломераций, повышение уровня благосостояния последних определяют значительное увеличение потребления воды для потребления, бытовых и производственных нужд и непосредственно связанное с ним водоотведение образующихся сточных вод в водные объекты. Значительное ухудшение санитарно - гигиенического состояния водных ресурсов нашей страны ставит перед специалистами научно - исследовательских, проектных и эксплуатационных служб задачу проектирования и освоения более совершенных сооружений и технологических схем очистки сточных вод. Следует отметить, что защита водных объектов от загрязнения сточными водами является общегосударственной и требует комплексного подхода к решению» [12].

Разработка технологических решений для механической очистки стоков до возможностей тонкой фильтрации открывает новые сферы применения этого оборудования в процессе очистки сточных вод.

Ступенчатая решетка с эксцентриковым приводом и моечный пресс для обезвоживания и сокращения веса и объема, позволят повысить эффективность мер по охране окружающей среды от загрязнений.

Решетка представлена на рисунке 8, предназначена для отделения и удаление объемных веществ, переносимых сточной водой, обеспечивает защиту последующего оборудования от попадания в него крупных включений, волокнистых отходов, которые способны вызывать забивание соединительных трубопроводов и различных участков.

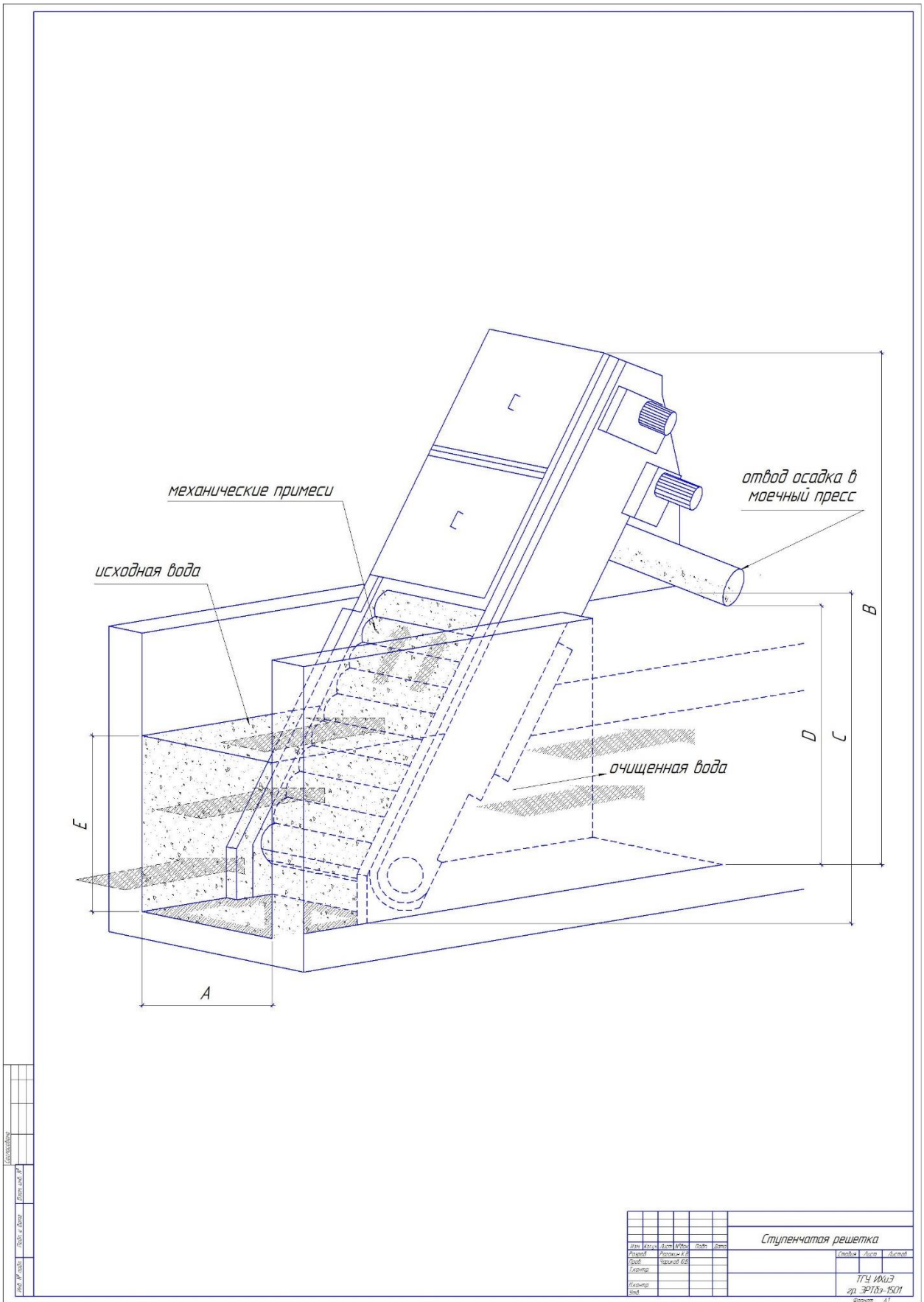


Рисунок 8 – Ступенчатая решетка

Многоуровневая механическая решетка состоит из двух комплектов неподвижных и подвижных пластин, выполненных в виде ярусов. В канале ступенчатая решетка должна быть установлена под углом от 40 до 53 градусов. Оборудование работает в полностью автоматическом режиме, в зависимости от установленного времени срабатывания решеток и уровня сточных вод. Полностью гигиенически закрытая конструкция. Решетки оснащены датчиками, которые обеспечивают мгновенную реакцию решетки на изменение количества загрязнений или уровень стоков. Решетки ступенчатые вместе с отжимным прессом являются высокоэффективным комплексом механической очистки сточных вод.

Принцип работы ступенчатых решеток, состоит в фильтрации сточных вод через пакеты многоуровневых пластин: фиксированные, которые прикреплены к решетке, и подвижные, выполняющие плоскопараллельное вращение относительно неподвижных пластин. За счет движения пластин твердые частицы поднимаются с одной ступени на другую, достигая, таким образом, верхней части решетки, откуда идут на сброс и дальнейшую транспортировку.

Подвижные ступенчатые пластины работают по принципу противотока, благодаря чему достигается самоочищающее действие по всей поверхности решетки. Поэтому нет необходимости в промывке и механической чистке ступеней скребком или щеткой.

«За счет реализации ступенчатого принципа работы решетки на ее рабочей поверхности формируется слой загрязнений, который создает дополнительный процеживающий эффект, что способствует увеличению эффективности фильтрации» [12].

Используемый в ступенчатых решетках сопряженный механизм имеет большие преимущества перед цепными приводами, это особо заметно при использовании решеток в каналах с высоким уровнем воды. Таким образом исключается возникновение изгибающего момента на пакет ламелей.

Гидравлические параметры, величина прозора и ширина рабочей поверхности, а также загрузка загрязнениями определяют разницу уровня воды перед решёткой и позади неё. При помощи датчиков уровня (пузырьковый и гидростатический) разница в уровне воды фиксируется. Когда заданное значение достигнуто, сигнал на включение запускает решётку, и подвижный пакет делает вращение. «За короткое время на рабочей поверхности образуется ковер загрязнений. При увеличенной нагрузке (большой поток подачи), решётка автоматически включается в непрерывный режим работы» [19].

Задержанные на решетках загрязнения направляются в моечный пресс, далее крупнофракционные включения промываются, обезвоживаются при помощи прессования и сбрасываются в контейнер на утилизацию.

Учитывая конструкцию полотен решеток при их выборе необходимо ориентироваться на параметры оборудования. В таблице 10 указаны показатели для решетки. «Технологические параметры решёток принимаются согласно требованиям СП 32.13330.2012».

Таблица 10 – Показатели решетки

Наименование параметра	Обозначение	Размер	Показатель
ширина решетки - ширина канала	А	мм	800
общая высота	В	мм	2485
длина	С	мм	1400
высота выгрузки осадка от дна канала, до	Д	м	3,5
номинальный уровень воды перед решеткой, до	Е	м	1,5
толщина фильтрующих пластин	-	мм	3
ширина прозора	-	мм	8
максимальная пропускная способность, до	-	м <sup>3</sup> /ч	4000
мощность электродвигателя	-	кВт	0,75
угол встраивания	-	градус, °	40 - 53
масса	-	кг	835

## 2.2 Устройство и принцип работы моечного пресса

В результате механической очистки сточных вод на решетках задерживаются грубые частицы, такие как бумага, ветошь, возможно обломки древесины, камни среднего размера, гигиенические материалы и так далее. Количество задержанных включений зависит от ширины прозора решеток, типа канализации и установленного перед очистными сооружениями насосного оборудования.

По причине высокой влажности, гетерогенного состава и неэстетичного внешнего вида, перед утилизацией отходы должны быть подвергнуты дополнительной обработке. Лучший для этого способ – промывка в моечных прессах. При этом благодаря воздействию воды и механической энергии, из отходов вымываются фекальные, суспендированные и органические вещества, существенно уменьшается вес включений. Благодаря вымыванию фекальной составляющей из включений становится возможным существенно увеличить степень их обезвоживания.

В зависимости от процесса промывки и прессования, вес и объем отбросов могут быть снижены на 85%.

Смытые с отходов органические вещества возвращаются на биологическую стадию очистки. Промытые отходы прессуются и обезвоживаются. Затем они поступают в контейнер и утилизируются. Техническая информация представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Параметры моечного пресса для отходов

Наименование параметра	Единица измерения	Показатель
Обезвоживание, до	%	50, (50 % влажности)
сокращение объема и веса	%	85
пропускная способность	м <sup>3</sup> /час	1

Моечный пресс представлен на рисунке 9.

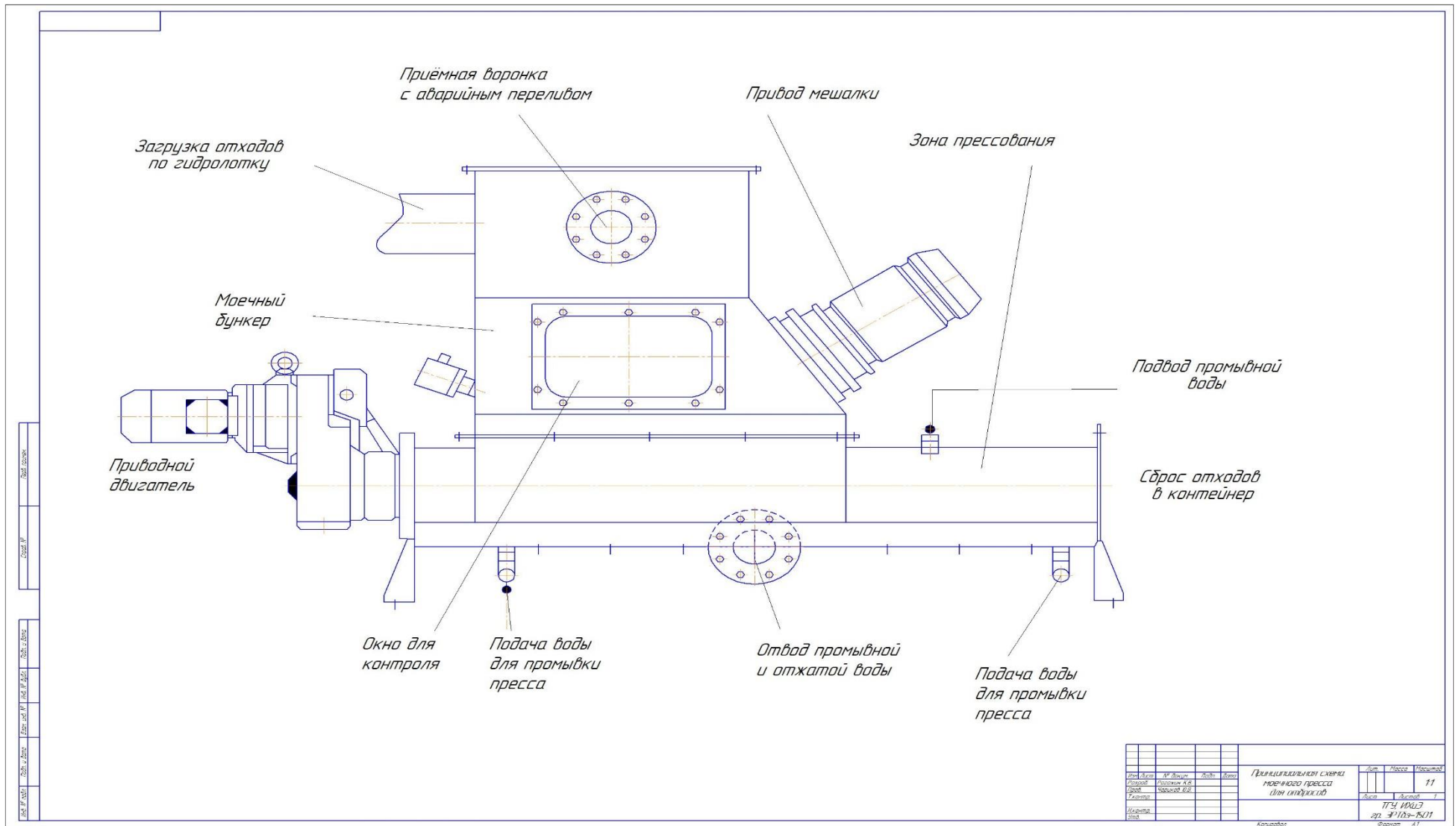


Рисунок 9 - Принципиальная схема моечного пресса для отходов

Принцип действия установки начинается с загрузки отходов в моечный пресс производится непосредственно с решетки по гидравлическому лотку. Отходы поступают в моечный пресс через приемную воронку. Прочный транспортировочно - прессующий шнек продвигает непромытые отбросы в зону промывки, в которую автоматически подается промывная вода (техническая вода). В зоне промывки отбросы подвергаются целенаправленному сильному перемешиванию, возникающая турбуленция водного потока способствует хорошему отделению суспендированных органических веществ и таким образом тщательной промывке отходов. Интенсивность и цикл промывки могут свободно регулироваться. После промывки отходы транспортируются шнеком в закрытую восходящую трубу в зону прессования. В данной зоне прессующий шнек прессует промытые отходы. Отжатая, богатая органикой вода, протекает через фильтровочную решетку шнека восходящей трубы и затем возвращается в поток сточных вод. Поддон для сбора отжатой воды под прессом может быть оснащен автоматическим устройством промывки. Промытые и обезвоженные отходы сбрасываются в контейнер через коническую выгрузную трубу.

#### Выводы по второму разделу

Таким образом, проведен выбор оборудования. Проанализированы устройства и принцип работы ступенчатой решетки и моечного пресса.

В процессе механической очистки сточных вод должны быть удалены крупные загрязнения. Выбранные установки устранят проблемы, связанные с засорами оборудования на очистных сооружениях, физический труд технологического персонала, сократится время простоя оборудования в связи с ремонтом. Необходимо для уменьшения нагрузки на последующие ступени очистки и для нормальной работы очистных сооружений. Плавающие, осаждающиеся и взвешенные крупнофракционные включения должны полностью извлекаться, обезвоживаться и сбрасываться в последующее устройство для сбора фракций.

### **3 Обоснование выбора энерго - и ресурсосберегающего способа проведения процесса очистки сточных вод и конструкции установки**

Особенности и преимущества выбранного технологического оборудования для его реализации:

а) ступенчатая решетка:

1) высокая пропускная способность и эффективность удаления крупногабаритных включений:

2) встраивание в канал без изменения конфигурации канала:

3) малое потребление электроэнергии:

- согласно паспортных данных ступенчатая решетка по сравнению с КРД – 600 потребляет в два раза меньше электроэнергии;

4) благодаря своей конструкции - транспортировка отходов происходит со дна канала (со ступенью);

5) поворотное исполнение - подъем решетки из канала обеспечит удобное обслуживание технологическим персоналом;

6) эффект самоочистки за счет подвижных ламелей;

7) эксцентриковый привод без цепей обеспечит более долговечную работу;

8) высокая коррозионная устойчивость установки:

- благодаря исполнению всех частей и узлов решетки (кроме арматуры, привода и подшипников) из нержавеющей стали обеспечит долговременную работу;

9) простота монтажа и эксплуатации;

10) компактность.

11) подходит для любых расходов;

б) моечный пресс:



- 1) значительное снижение транспортных расходов на вывоз отходов и расходов на их утилизацию;
- 2) отбросы интенсивно промываются, смытые органические компоненты возвращаются в стоки, не нарушая баланса органики в биологической ступени;
- 3) очистка в закрытой системе, высокий уровень гигиены в здании решеток;
- 4) вся установка (включая шнек) изготовлена из нержавеющей стали, обладает высокой коррозионной устойчивостью;
- 5) для промывки может использоваться оборотная вода.

#### Выводы по третьему разделу

Резюмируя все вышесказанное, можно сказать, что, согласно расчетов пропускная способность ступенчатой решетки выше в несколько раз КРД - 600. Для проектной производительности в 104 000 м<sup>3</sup>/сутки потребуется две рабочие установки, вместо четырех. Это сократит финансовые затраты на приобретение оборудования и дальнейшее обслуживание, обеспечит дополнительную площадь земель. Также, ступенчатая решетка имеет другой принцип работы относительно КРД – 600. При процеживании сточных вод через пакеты ступенчатых пластин, очищенная вода направляется далее на другие сооружения очистки, а крупногабаритные включения задерживаются на решетке и направляются в моечный пресс. Высокая эффективность очистки достигается благодаря узким прозорам 8 мм по сравнению с КРД – 600 (11,2) мм и образующемуся поверхностному слою включений. Действующая ширина (800 мм) и глубина (1500мм) каналов перед КРД – 600 на очистных сооружениях ПАО«Тольяттиазот» позволяет, согласно параметров из таблицы 10 установить ступенчатую решетку без изменения конфигурации канала;

## 4 Расчет технологических параметров процесса и конструктивных параметров оборудования

### 4.1 Расчет материального баланса для выбранной технологии

Схема материального баланса представлена на рисунке 10.

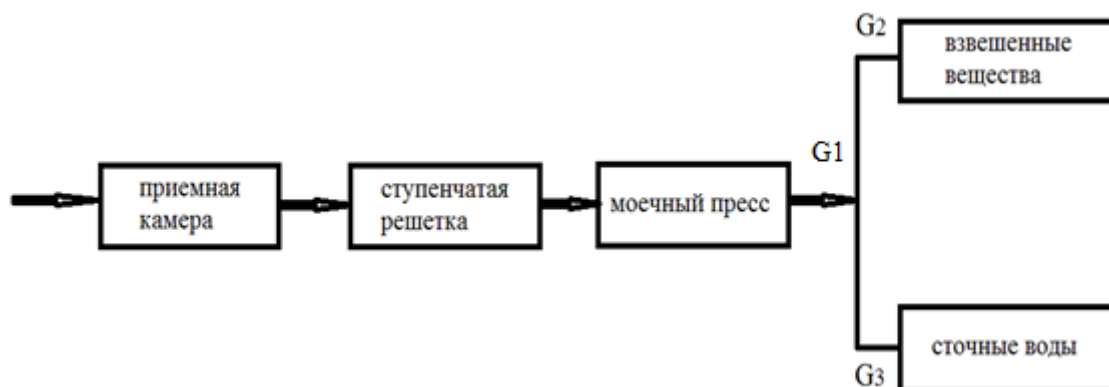


Рисунок 10 – Схема материального баланса

Учтены показатели очистки сточных вод после на очистных сооружениях ПАО«Тольяттиазот» в таблице 12

Таблица 12 - Показатели сточных вод

Наименование загрязняющего вещества	Норматив (допустимая концентрация) водоотведения (сброса) по составу сточной воды для абонента, мг/л	Фактический сброс
взвешенные вещества	90	100

На основании данных, представленных в таблице, видно превышение ПДС взвешенных веществ.

Имея данные, рассчитывается материальный баланс оборудования.

Исходные данные:

Производительность 57050 м<sup>3</sup>/сутки;

Время работы оборудования в сутках: 24 часа;

Селективность решетки = 33,3 %;

Влажность осадка  $\omega = 22$  %;

Концентрация взвешенных веществ  $C_{в. в.} = 100$  мг/дм<sup>3</sup>;

ПДК  $C_{в. в.} = 90$  мг/дм<sup>3</sup>.

Расчет материального баланса. Найдем по формуле 1 среднечасовую производительность установки, м<sup>3</sup>/ч:

$$G_{\text{ср. ч.}} = G_1 / t_p = 57050 / 24 = 2377, \quad (1)$$

где  $G_{\text{ср. ч.}}$  – среднечасовая производительность установки, м<sup>3</sup>/ч;

$G_1$  – производительность, м<sup>3</sup>/сутки;

$t_p$  – время работы оборудования, ч.

Примем, что плотность воды равняется 999,841 кг/м<sup>3</sup>, тогда среднечасовая производительность установки находится по формуле, кг/ч:

$$G''_{\text{ср. ч.}} = G'_{\text{ср. ч.}} \cdot \rho_{\text{воды}} = 2377 \cdot 999,841 = 2376622, \quad (2)$$

где  $G''_{\text{ср. ч.}}$  – среднечасовая производительность решетки относительно плотности воды, кг/ч;

$\rho_{\text{воды}}$  – плотность воды, кг/м<sup>3</sup>.

Определим, сколько взвешенных веществ содержится в стоках, пришедших в приемную камеру за час по формуле, кг/ч:

$$\begin{aligned} m_{в. в.} &= C_{в. в.} \cdot G''_{\text{ср. ч.}} = 100 \cdot 2376622 = 237662200 \frac{\text{мг}}{\text{ч}} = \\ &= 237,6622, \end{aligned} \quad (3)$$

где  $C_{в. в.}$  – концентрация взвешенных веществ, мг/дм<sup>3</sup>.

Учитывая селективность многоуровневой решетки, рассчитаем концентрацию взвешенных веществ в стоках по формуле, мг/дм<sup>3</sup>:

$$C'_{в. в.} = C_{в. в.} \cdot \eta = 100 \cdot 0,333 = 33,3, \quad (4)$$

где  $C'_{в. в.}$  – концентрация взвешенных веществ в стоках после зернистого фильтра;

$\eta$  – селективность фильтра.

Значение, полученное из концентрации взвешенных веществ, не превышает максимально разрешенную концентрацию (ПДК  $_{в. в.} = 90$  мг/дм<sup>3</sup>).

Исходя из предыдущего действия, найдем массу взвешенных веществ после ступенчатой решетки за час по формуле, кг/ч

$$\begin{aligned} m'_{в. в.} &= C'_{в. в.} \cdot G''_{ср. ч.} = 33,3 \cdot 2376622 = 79141512,6 \frac{\text{мг}}{\text{ч}} = \\ &= 79,1415, \end{aligned} \quad (5)$$

где  $m'_{в. в.}$  – масса взвешенных частиц после ступенчатой решетки за час, кг/ч.

Найдем массу воды после ступенчатой решетки по формуле, кг/ч:

$$\begin{aligned} m_{\text{воды}} &= G''_{ср. ч.} + m_{в. в.} = 2376622 + 237,6622 = \\ &= 2376859,6622, \end{aligned} \quad (6)$$

На основании полученных данных, находим массу влажного осадка по формуле, кг/ч:

$$m_{в. о.} = m_{\text{воды}} \cdot \omega = 2376859,6622 \cdot 0,22 = 475371,93 \quad (7)$$

где  $m_{в. о.}$  – масса влажного осадка, кг/ч;

$\omega$  – влажность осадка, %.

Найдем сточную воду после ступенчатой решетки по формуле, кг/ч:

$$\begin{aligned} m_{с. в.} &= m_{воды} - m_{в. о.} - m_{в. в.} = \\ &= 2376859,6622 - 475371,93 - 79,1415 = 1901408,5907 \end{aligned} \quad (8)$$

где  $m_{с. в.}$  – масса сточной воды после решетки, кг/ч.

Полученные значения занесены в таблицу 13.

Таблица 13 – Приход - Расход

Приход вещества	Единица измерения, кг/ч	Расход вещества	Единица измерения, кг/ч
вода	2376622	вода	1901408,5907
взвешенные вещества	237,6622	взвешенные вещества	79,1415
-	-	осадок	475371,93
итого	2376859,6622	итого	2376859,6622

Сравнивая данные, полученные с ПДК, можно сделать вывод, что данная реализация технологических решений для повышения качества механической очистки сточных вод с помощью ступенчатой решетки и моечного пресса позволяет проводить очистку стоков от загрязняющих веществ в разрешенных пределах. Представлены результаты в сравнительной таблице 14.

Таблица 14 – Сравнительная таблица

Загрязнитель	Концентрация С до очистки, мг/дм <sup>3</sup>	Концентрация С' после очистки, мг/дм <sup>3</sup>	Норматив ПДК, мг/дм <sup>3</sup>
взвешенные вещества	100	33,3	90

## 4.2 Расчет конструктивных параметров оборудования

Выполнение технологических расчётов решеток и сооружений механической очистки сточных вод [1].

В результате этих расчетов определяются основные габаритные и технологические размеры сооружений:

- расход сточных вод  $q$ ;
- общее число прозоров  $n$ ;
- количество сооружений (с учетом резервных)  $N_1$ ;
- ширина решетки  $B_p$ ;
- «площадь живого сечения  $\omega$ , определяется по расходу сточных вод и заданной скорости движения сточной жидкости через решетку. Эта скорость должна быть такой, чтобы задержанные на решетке включения под влиянием кинетической энергии струи не продавливались через прозоры. Исходя из этого условия,  $V_p$  принимают равной  $0,8 - 1$  м/с» [20];
- скорость движения воды в камере решетки  $v$ ;
- потери напора, которые возникают при прохождении сточной жидкости через решетку  $h_p$ ;
- коэффициент местного сопротивления решетки  $\zeta$ ;
- приведенное число жителей,  $N_{пр}$ ;
- объем задерживаемых решетками примесей  $V_{пр}$ ;
- масса задерживаемых примесей  $M_{пр}$ .

Исходя из расчета, расход на БОС «Тольяттиазот» получился  $1,2$  м<sup>3</sup>/сек, при расчетном населении 200000 жителей.

Сточные воды подходят к решеткам по каналу шириной 800 мм, при наполнении  $h = 1,2$  м. Решетка установлена под углом  $46^\circ$  к дну канала.

Принимаем решетку с прозорами  $b = 0,008$  м, стержнями из полосовой стали толщиной  $S = 3$  мм. Скорость движения воды  $V_p = 0,9$  м/с. Глубину воды у решетки принимаем равной  $h_1 = h_k = 1,2$  м.

Определим максимальный общий расход сточных вод, м<sup>3</sup>/с:

$$q = \omega V_p = bnhV_p = 0,008 \cdot 146 \cdot 1,2 \cdot 0,9 = 1,2, \quad (1)$$

Определим число необходимых единиц оборудования по формуле, единица:

$$n = \frac{G}{qa} \cdot (1 + Z) = 1,3, \quad (2)$$

где  $n$  – число необходимых единиц технологического сооружения и оборудования;

$G$  – мощность производства;

$qa$  – производительность одного агрегата;

$Z$  – коэффициент запаса: 0,15-0,2 – для ответственных аппаратов и машин.

Расход сточных вод, приходящийся на одну решетку, м<sup>3</sup>/с:

$$q = \frac{Q}{N_1} = \frac{1,2}{2} = 0,6, \quad (3)$$

где  $Q$  – максимальный суммарный расход сточных вод,  $Q = 104000$  м<sup>3</sup>/ч = 1,2 м<sup>3</sup>/с;

$N_1$  – число рабочих решеток,  $N_1 = 2$  единицы.

Находим общее число прозоров в решетках, единица:

$$n = \frac{qK_{ст}}{bhV_p} = K \frac{1,2 \cdot 1,05}{0,008 \cdot 1,2 \cdot 0,9} = 146, \quad (4)$$

где  $b$  – ширина прозоров решетки,  $b = 8$  мм = 0,008 м;

$h$  – глубина воды перед решеткой,  $h = 1,2$  м;

$v_p$  – средняя скорость движения воды в прозорах решетки,  $v_p = 0,9$  м/с;

$K$  - коэффициент, учитывающий стеснение прозоров решетки и задержанными примесями,  $K = 1,05$ .

Принимаем две решетки с числом прозоров 73 в каждой. Следовательно, ширину решетки определим по формуле [18]:

$$B_p = bn + S(n - 1) = 0,008 \cdot 73 + 0,003(73 - 1) = 0,8, \quad (5)$$

где  $s$  - толщина стержней решетки,  $s = 3 \text{ мм} = 0,003 \text{ м}$ ;

$B_p$  - принимаем  $= 0,8 \text{ м}$ .

Принимаем две рабочие ступенчатые решетки размером  $800 \times 1400 \text{ мм}$  по типовому проекту компании HUBER SE и одну резервную решетку такого же типа.

Общая ширина прозоров одной решетки составляет, м:

$$J = \frac{bn}{N_1} = 0,008 \cdot \frac{146}{2} = 0,58, \quad (6)$$

где  $b$  - ширина прозоров решетки,  $b = 8 \text{ мм} = 0,008 \text{ м}$ ;

$n$  - общее число прозоров в решетках;

$N_1$  - число рабочих решеток.

Общая ширина прозоров решетки составляет  $0,58 \text{ м}$ , что при наполнении канала  $1,2 \text{ м}$  даст площадь живого сечения решетки,  $\omega = 0,69 \text{ м}$ , которую рассчитаем по формуле, м:

$$\omega = J \cdot h = 0,58 \cdot 1,2 = 0,69, \quad (7)$$

где  $J$  - общая ширина прозоров одной решетки, м;

$h$  - глубина воды перед решеткой, м.

Рассчитаем скорость движения воды в камере решетки, м/с:

$$v = \frac{q}{B_p h} = \frac{0,6}{0,8 \cdot 1,2} = 0,62, \quad (8)$$



Определим потерю напора в решетке по формуле, м:

$$h_p = \zeta \frac{V_1^2}{2g^2} K = 0,35 \frac{0,62^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 3 = 0,05, \quad (9)$$

где  $V_1$  – скорость движения воды в канале перед решеткой;

$\zeta$  – коэффициент сопротивления;

$K$  – коэффициент, учитывающий увеличение потери напора за счет засорения решетки, принимается равным 3;

$g$  – ускорение свободного падения,  $g = 9,81$  м/с.

Коэффициент сопротивления определяется по формуле [18]:

$$\zeta = \beta \left(\frac{s}{b}\right)^{4,3} \cdot \sin\varphi = 0,35, \quad (10)$$

где  $\beta$  – коэффициент, зависящий от формы поперечного сечения

стержней решетки, принимается равным: 1,79 – для круглых стержней;

2,42 – для прямоугольных и 1,83 – для прямоугольных с закругленными ребрами;

$\varphi$  – угол наклона решетки к горизонту.

Приведем расчетное число населения, чел:

$$N_{пр} = \frac{1000Q_{ср.сут.}}{N_{в/о}} = \frac{1000 \cdot 80525}{250} = 322100, \quad (11)$$

где  $N_{в/о}$  - усредненная норма водоотведения,  $N_{в/о} = 250$  л/(чел/сутки).

Объем задерживаемых решетками примесей, м<sup>3</sup>/сутки:

$$V_{пр} = \frac{N_{пр}V_n}{1000 \cdot 365} = \frac{322100 \cdot 8}{1000 \cdot 365} = 7,05, \quad (12)$$

где  $V_n$  - удельное количество включений,  $V_n = 8$  л/(чел/год).

Масса задерживаемых примесей, т/сутки:

$$M_{\text{пр}} = \frac{V_{\text{пр}} \rho}{1000} = \frac{7,05 \cdot 750}{1000} = 5,28, \quad (13)$$

где  $\rho$  - средняя плотность задерживаемых примесей,  $\rho = 750 \text{ кг/м}^3$ .

С таким количеством включений предусматривается моечный пресс типа HUBER WAP, производительностью  $1 \text{ м}^3/\text{час}$ . В качестве резервного принимается такого же типа один моечный пресс.

Определяем расход жидкости, подаваемой к прессу из расчёта, что  $40 \text{ м}^3$  воды подаётся на 1 тонну задерживаемых примесей,  $\text{м}^3$ .

$$Q_{\text{сут}} = 40 \cdot M_{\text{пр}} = 40 \cdot 5,28 = 211,2 \quad (14)$$

где  $M_{\text{пр}}$  - масса задерживаемых примесей.

Выполнение расчета концентраций загрязнений бытовых сточных вод: взвешенные вещества =  $65 \text{ г/сутки}$ , (количество загрязняющих веществ на одного жителя).

Концентрация взвешенных веществ промышленных сточных вод  $S_{\text{взв.в.псв}} = 125 \text{ (мг/л)}$ .

Концентрации загрязнений бытовых сточных вод  $C$ , (мг/л):

$$C = \frac{a \cdot N}{Q_{\text{бсв}}} = 65 \cdot 322100 / 104000 = 201,3, \quad (15)$$

где  $a$  - количество загрязняющих веществ на одного жителя, г/сутки;

$N$  – расчетное количество жителей, 322100 человек;

$Q_{\text{бсв}}$  - расчетный расход бытовых сточных вод, 104000 ( $\text{м}^3/\text{сутки}$ ).

Выполнение расчета концентраций смеси сточных вод. Сточная вода поступает как смесь бытовых и промышленных стоков необходимо рассчитать концентрацию смеси сточных вод, (мг/л) [20]:

$$C_{\text{смеси}} = \frac{C_{\text{бсв}} \cdot Q_{\text{бсв}} + C_{\text{псв}} \cdot Q_{\text{псв}}}{Q_{\text{смеси сутки}}} = 201,3 \cdot 55000 + 125 \cdot \frac{25525}{80525} = 177,1, \quad (16)$$

где  $C_{\text{бсв}}$ ,  $C_{\text{псв}}$  - концентрации веществ, (мг/л);

$Q_{\text{бсв}}$ ,  $Q_{\text{псв}}$  - расходы сточных вод, (м<sup>3</sup>/сутки);

$Q$  смеси сутки - среднесуточный расход бытовых и производственных сточных вод, 80525 (м<sup>3</sup>/сутки).

Далее вычислим концентрацию смеси в сточных водах, тн/сутки:

$$177,1 \cdot 1000 \cdot 104000 = 18,4, \quad (17)$$

Узнаем эффективность решеток, %:

$$18,4/100 = 0,184 \quad (18)$$

$$5,28/0,184 = 28,7 \quad (19)$$

Выводы по четвертому разделу

Таким образом, на основе формул проведены конструктивные расчеты, с помощью, которых определили оптимальные параметры оборудования, которые обеспечат высокую надежность работы сооружений и высокую степень механической очистки сточных вод от взвешенных веществ при соблюдении современных требований на сброс как в канализацию, так и в водоем.

Определили две рабочие ступенчатые решетки размером 800 × 1400 мм по типовому проекту компании HUBER SE и одну резервную решетку такого же типа, а также моечный пресс типа HUBER WAP, производительностью 1 м<sup>3</sup>/час. В качестве резервного принимается такого же типа один моечный пресс.

## **5 Изменения в технологической схеме и в конструкции оборудования**

Бакалаврской работой предусматривается разработка технологической схемы очистки смешанного стока от населенного пункта. В состав таких стоков входят хозяйственно - бытовые сточные воды от населения, а также производственные сточные воды от промышленных предприятий. Следовательно, в них присутствуют крупнофракционные включения, такие как бумага, ветошь, фрагменты дерева, некрупные камни и так далее, которые при попадании на очистные сооружения приводят к поломке насосов, засорению труб и каналов, нарушению работы отстойников и поломке движущихся частей оборудования (цепей, колес и т. п.). Для извлечения их из сточных вод необходимо использовать ступенчатые решетки с моечным прессом.

В подобной ситуации применимы решетки:

- по способу установки - подвижные (они более удобны для проведения ремонтных и других регламентных работ, чем неподвижные);

- по способу удаления задержанных примесей - с механическим удалением (ручное удаление задержанных примесей допустимо при их объеме не более 0,1 м<sup>3</sup>/сутки, а в рассматриваемом случае количество таких примесей значительно больше);

- по совмещению - с моечным прессом, благодаря воздействию воды и механической энергии, из отходов вымываются фекальные, суспендированные и органические вещества, существенно уменьшается вес включений. Также вымывание фекальной составляющей из включений становится возможным существенно увеличить степень их обезвоживания.

Оптимизированная технологическая схема материальных потоков с внедрением новых решений представлена на рисунке 11.

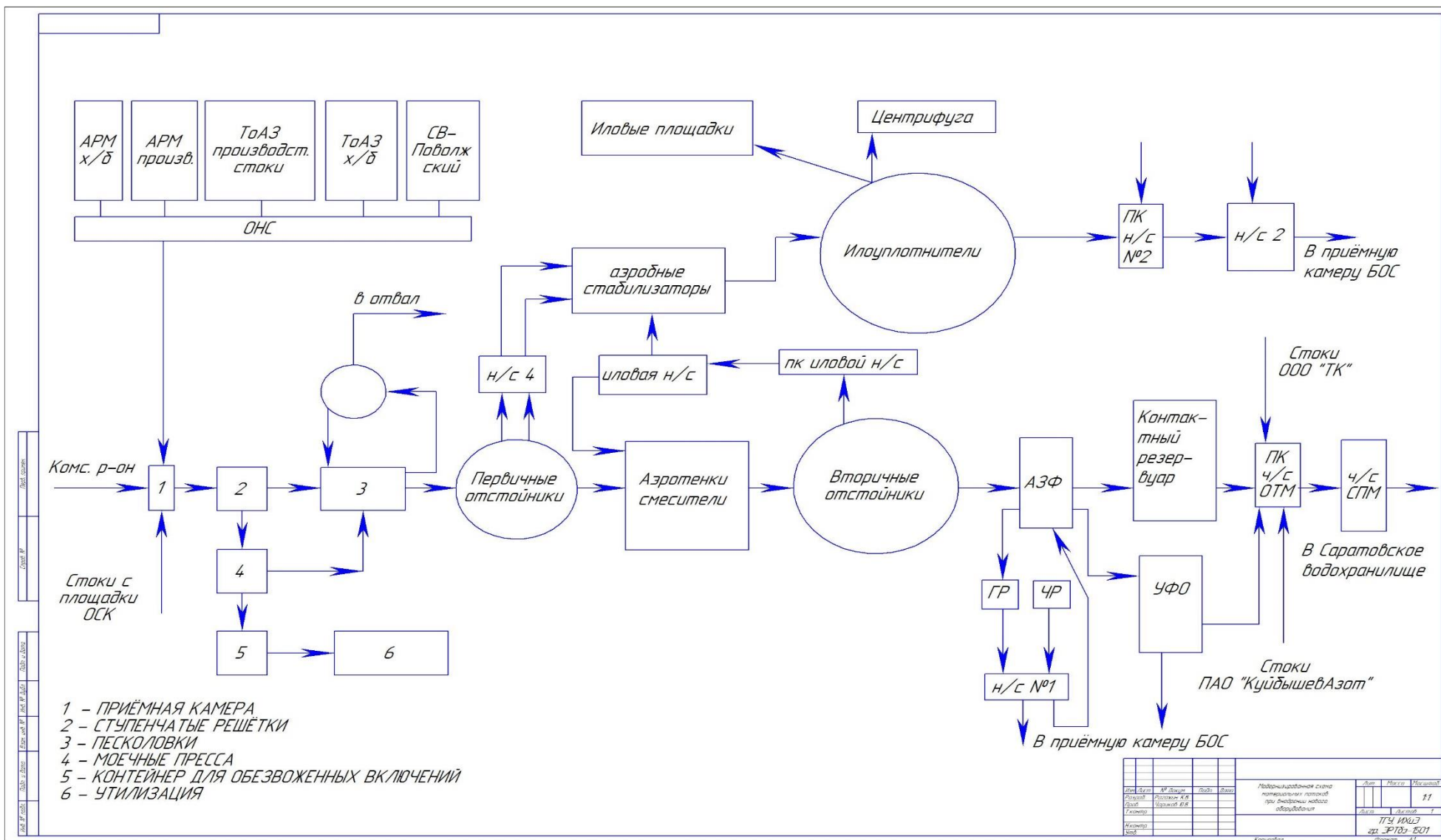


Рисунок 11 - Оптимизированная технологическая схема материальных потоков с внедрением новых решений

Результатами проведенной работы стало выполнение конструктивных расчетов оборудования и определение размеров решетки по расходу сточных вод, по принятой ширине прозоров между стержнями решетки и ширине собственно стержней, а также по средней скорости прохождения воды через решетку.

Выбор оборудования для его реализации с различными видами городских и производственных сточных вод позволяет дополнить методом расчета, заложенного в СНиП 2.04.03-85, формулами и данными для расчета и оптимизации работы решеток с удалением крупнофракционной взвеси в моечный пресс.

Ступенчатые решетки по типовому проекту компании HUBER и моечный пресс, типа HUBER WAP, проверены на большом количестве объектов и используется при расчете и проектировании очистных сооружений.

#### Выводы по пятому разделу

Таким образом, используя результаты расчетов, опираясь на материалы научно-технической литературы, предлагаю внести изменения в технологическую схему и заменить оборудование по механическому блоку очистки, которые нивелируют выявленные недостатки:

- фракционные включения попадают в сточные воды, хоть и в измельченном виде;
- при наличии в сточных водах большого количества полимерных и нетканых материалов приводит к засорению дробилок, к поломке насосов, засорению труб и каналов, нарушению работы отстойников или поломке движущихся частей оборудования (цепей, колес и т. п.), что приводит к дополнительным расходам на обслуживание и ремонт;
- высокая стоимость расходных материалов (фрез);
- установленные двигатели высокой мощности, что так же повышает затраты.

- дополнительная нагрузка на последующие ступени очистки, это приводит к превышению нормативных показателей по сбросам некоторых загрязнителей в Саратовское водохранилище, что противоречит «Ст.35 Водного кодекса РФ, предполагает, что количество сбрасываемых в сточные воды технических веществ и микроорганизмов должно соответствовать установленным нормативам допустимого воздействия на водные объекты» [7].

В оптимизированной схеме, смешанные стоки поступают в приемную камеру. Первым этапом очистки являются ступенчатые решетки. Две в работе, одна в резерве. После того, как решетки извлекли взвешенные вещества с высоким содержанием влаги, взвесь поступает в моечные прессы, где обратной водой вымываются органические вещества, которые уходят на биологическую очистку. Далее происходит обезвоживание включений, что позволяет нам снизить объем и вес. Обезвоженные вещества при помощи шнека сбрасываются в контейнер закрытого типа. Затем загружаются в самосвал и вывозятся на захоронение. В теплое время года отбросы в контейнере посыпаются хлорной известью.

Осуществление проекта приведет к реализации экологической доктрины РФ по снижению загрязнения окружающей среды и ресурсосбережению.

Одними из основных задач, которой являются:

- внедрение ресурсосберегающих и безотходных технологий во всех сферах хозяйственной деятельности;
- технологическое перевооружение и постепенный вывод из эксплуатации предприятий с устаревшим оборудованием;
- оснащение предприятий современным природоохранным оборудованием;
- обеспечение качества воды, почвы и атмосферного воздуха в соответствии с нормативными требованиями.

## Заключение

Подводя итог бакалаврской работы необходимо сделать вывод, что сегодня на очистных сооружениях ПАО«Тольяттиазот», очистка стоков производится с увеличенной нагрузкой на трубопроводы и технологическое оборудование. На механической стадии очистки установлено устаревшее оборудование, не адаптированное для соблюдения современных требований и условий.

Замена круглых решеток – дробилок РД-600 на ступенчатые решетки и моечный пресс поможет разгрузить последующие стадии очистки, а также избавиться от проблем, связанных с засорами оборудования на очистных сооружениях, устранить физический труд операторов механической очистки и слесарей – ремонтников, сократить время простоя оборудования в связи с ремонтом, что приведет к рациональному использованию человеческих ресурсов.

В данной работе на примере ПАО«Тольяттиазот», в цехе №15 «Нейтрализация и очистка промышленных стоков», проведен теоретический анализ существующего принципа очистки сточных вод, выбрано и обосновано оборудование для реализации. На основе формул, проведены конструктивные расчеты, с помощью, которых определили оптимальные параметры оборудования, которое обеспечит высокую надежность работы сооружений и высокую степень механической очистки сточных вод от взвешенных веществ при соблюдении современных требований на сброс как в канализацию, так и в водоем. Внесены изменения в технологическую схему. Это усовершенствование приведет к снижению загрязнения окружающей среды и обеспечению принципов ресурсосбережения, которые являются основными направлениями государственной политики в области охраны окружающей среды. В данной работе были выполнены все поставленные задачи.



## Список используемых источников

1. Асонов А.М. Расчет сооружений очистки городских сточных вод. 2016. 67с.
2. Баширов В.Д., Гамм Т.А., Сагитов Р.Ф. Современные методы обследования различных комплексов очистных сооружений [Электронный ресурс]: монография – Эл. изд. - Электрон. текстовые дан. 2018. 50 с.
3. Благоразумова А.М. Обработка и обезвоживание осадков городских сточных вод. Учебное пособие / Благоразумова А.М. Изд. 2. Санкт – Петербург: Лань, 2015. 203 с.
4. Ветошкин А.Г. Основы инженерной экологии [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Г. Ветошкин. — Электрон дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. 332 с.
5. Ветошкин А.Г. Технические средства инженерной экологии [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Г. Ветошкин. — Электрон дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. 424 с.
6. Ветошкин А.Г. Инженерная защита гидросферы от сбросов сточных вод [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Г. Ветошкин. — Электрон дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. 294 с.
7. Водный кодекс Российской Федерации. №74 - ФЗ. Ред. от 02.08.2019 Статья 35.
8. Гудков А.Г. Механическая очистка сточных вод. 2016. 152 с.
9. Drinan J.E., Spellman F. Fundamentals of Wastewater Treatment and Engineering. 2018. 259 p.
10. Зубишина А.П. Схема водоснабжения и водоотведения городского округа Тольятти на период с 2015 до 2028 года. Том 2, 2015. 253с.
11. Кичигин В.И. Водоотводящие системы промышленных предприятий. 2015. 29 с.
12. Malcolm C. McLaughlin, M.A. Alan S. Zisman, M.D. The Aqueous cleaning handbook. 2017. 186 p.

13. Mackenzie L. Davis. Water and Wastewater Engineering. 2019. 1296 p.
14. Николаенко Е.В., Авдин В.В., Сперанский В.С. Проектирование очистных сооружений канализации. 2015. 41с.
15. Пугачев Е.А. Процессы и аппараты обработки осадков сточных вод. 2016. 207 с.
16. Rao D.G., Senthilkumar R., Feroz S. Wastewater treatment. November 2018. 235 p.
17. Спеллман Ф.Р. Справочник по очистке природных и сточных вод. Водоснабжение и канализация. Санкт – Петербург: Профессия, 2015. 318 с.
18. Строительные нормы и правила. Канализация. Наружные сети и сооружения. М: ЦИТП, 1986. 72 с.
19. Технологический регламент цеха водоснабжения и водоочистки участка БОС на эксплуатацию сооружений по очистке сточных вод. 2006. 11 с.
20. Ткаченко Е.А. Методика определения основных технологических параметров сооружений систем водоснабжения и водоотведения, очистки сточных вод и обработки осадка. Раздел 2. Том 2, 2015. 136с.
21. Федеральный закон «Об охране окружающей среды». №7 – ФЗ. 2002. Статья 23.
22. Frank R. Spellman. Handbook of Water and Wastewater Treatment Plant Operations. 2016. 928 p.
23. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов. - М.: АСВ, 2004. 704 с.