

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Институт «Архитектурно-строительный»
Кафедра «Градостроительство, инженерные сети и системы»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент

Технический директор

АО «ЭнСер»

_____ К.В. Бартош

_____ 20__ г

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____ Д.В. Ульрих

_____ 20__ г.

Совершенствование водного хозяйства машзавода

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ
КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 08.04.01.2021.305-04.003 ПЗ ВКР

Руководитель ВКР магистра
Профессор кафедры ГИСиС
доцент, к.т.н.

_____ И.А. Арканова

_____ 20__ г.

Автор ВКР

студент группы АС-391

_____ А.С. Жаворонков

_____ 20__ г.

Нормоконтролер

_____ Е.В. Николаенко

_____ 20__ г.

РЕФЕРАТ

Жаворонков А.С. Совершенствование водного хозяйства машзавода: Выпускная квалификационная работа. – Челябинск: ЮУрГУ, АСИ, ГИСиС, 2021. – 106 с., 16 ил., 20 табл., библиогр. список – 35 наим., 4 прил.

В выпускной квалификационной работе на основании материалов производственной и преддипломной практик, выполненных НИР, технических и экономических данных машиностроительного предприятия в г.Миассе, а также изучения литературных источников, был предложен вариант совершенствования системы водного хозяйства выбранного предприятия машиностроительной отрасли.

ВКР состоит из 5 глав:

- в первой главе описывается характеристика водного хозяйства всей машиностроительной отрасли производства, а также характеристика водного хозяйства рассматриваемого предприятия;
- во второй главе находится литературный обзор приемов и методов подготовки воды на технические нужды предприятий машиностроительной отрасли;
- в третьей главе произведено определение объемов и качественных показателей поверхностного стока машиностроительного предприятия в г.Миассе;
- в четвертой главе описывается проведенное исследование по разработке технологической подготовки воды;
- в заключительной главе приведены рекомендации для совершенствования водного хозяйства машиностроительной отрасли.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	10
1.1 Производственный процесс и количественно-качественные показатели машиностроительных предприятий.....	10
1.1.1 Общие сведения о машиностроении.....	10
1.1.2 Основные показатели сточных вод, и воды, требуемой на осуществление технологического процесса на предприятиях машиностроения.....	13
1.1.3 Перечень перспективных предприятий.....	20
1.2 Характеристика исследуемого предприятия для совершенствования водного хозяйства.....	21
Выводы по разделу один.....	24
2 СПОСОБЫ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ И ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД.....	27
2.1 Виды источников воды, используемые для обеспечения производства.....	27
2.1.1 Атмосферные воды.....	27
2.1.2 Поверхностные воды.....	30
2.1.3 Подземные воды.....	32
2.2 Методы усреднения и накопления промышленных и поверхностных стоков.....	32
2.3 Способы подготовки воды для технологических нужд.....	34
2.3.1 Методы очистки сточных вод.....	34
2.3.2 Выбор технологической схемы очистки сточных вод.....	35
2.3.3 Обезвоживание осадков сточных вод и утилизация отходов.....	39
Выводы по разделу два.....	48

3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ И КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	49
3.1 Определение объема поверхностного стока машиностроительного предприятия в г.Миассе с учетом климатических условий.....	49
3.1.1 Определение количественных показателей поверхностного стока.....	50
3.2 Определение качественных показателей.Способы отбора проб.....	56
3.2.1 Техника пробоотбора. Пробоотборные устройства	56
3.2.2 Типы отбираемых проб.....	58
3.2.3 Методика отбора проб снега.....	61
3.2.4 Методика определения органолептических показателей талого снега и воды	61
3.3 Математическая обработка данных исследований по определению качественных показателей.....	64
Выводы по разделу три.....	67
4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИЕМОВ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА ИССЛЕДУЕМОГО МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	68
4.1Расчет резервуара для накопления поверхностного стока	68
4.2 Выбор оптимальных методов для подготовки воды	72
Выводы по разделу четыре.....	78
5 РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ МОДЕРНИЗАЦИИ И ОПТИМИЗАЦИИ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	79
5.1 Экономическая эффективность	79
5.2 Технологические критерии	81
5.3 Рекомендуемое техническое оформление	83
Выводы по разделу пять	85

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	86
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	88
ПРИЛОЖЕНИЕ А Данные по области полученные у гидрометеоцентра г. Челябинска	91
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Математическая обработка данных исследований по определению качественных показателей талого стока	95
ПРИЛОЖЕНИЕ В Графики качественных показателей дождевого стока	102
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Карта территории машиностроительного предприятия в г. Миассе с отметками мест отбора проб.....	106

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы: в связи с необходимостью совершенствования систем водного хозяйства существующих, строительства новых машиностроительных предприятий, дефицитом водных ресурсов возникает вероятность изучения новых источников промышленного водоснабжения, а так же более эффективное использование уже используемых источников за счет применения оборотных систем водоснабжения.

Объектом исследования является машиностроительное предприятие в г.Миассе.

Предметом исследования является водное хозяйство предприятия.

Целью работы является разработка рекомендаций по усовершенствованию водного хозяйства машиностроительных предприятий.

Задачами исследования является:

- Поиск перечня перспективных предприятий;
- Определение качественных и количественных показателей поверхностного стока на примере машиностроительного предприятия в г.Миассе.
- Поиск наиболее актуальных потребителей (цехов), для которых подготовка поверхностного стока будет наиболее оптимальной.
- Разработка рекомендаций по совершенствованию систем водного хозяйства существующих и создаваемых машиностроительных предприятий.
- Анализ современных систем водоснабжения машиностроительных предприятий.

Методы исследования: обзор современных методов очистки поверхностных сточных вод, полевые и лабораторные исследования показателей качества дождевой и талой воды, математическая обработка данных, расчет объема поверхностного стока и резервуара-накопителя.

Основными источниками информация для выполнения данной работы были: СТО 37.165.155-2014, а также техническая и экономическая документация машиностроительного предприятия в г.Миассе.

Предметом защиты является разработанные рекомендации промышленного водопользования для машиностроительных предприятий.

Практическая значимость работы заключается в том, чтобы с учетом климатических условий, для промышленных предприятий со значительным водопотреблением предложить найти дополнительный гарантированный источник технического водоснабжения.

Новизна: На основании определенных количественных и качественных показателей предложен новый гарантированный источник промышленного водоснабжения.

ВКР состоит из 5 глав:

- в первой главе описывается характеристика водного хозяйства всей машиностроительной отрасли производства, а также характеристика водного хозяйства рассматриваемого предприятия;
- во второй главе находится литературный обзор способов подготовки воды на производственные нужды предприятий машиностроительной отрасли;
- в третьей главе произведено определение объемов и качественных показателей поверхностного стока машиностроительного предприятия в г.Миассе;
- в четвертой главе описывается проведенное исследование по разработке технологической подготовки воды;
- в заключительной главе приведены рекомендации для модернизации водного хозяйства машиностроительной отрасли.

Объем ПЗ данной ВКР составляет 106 с, 16 иллюстраций, 20 таблиц, 35 наименований списка использованных источников и литературы, 4 приложения.

1 ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

1.1 Производственный процесс и количественно-качественные показатели машиностроительных предприятий

1.1.1 Общие сведения о машиностроении

Водное хозяйство – это отрасль народного хозяйства, занимающаяся изучением, планированием, учетом комплексного использования водных ресурсов, а так же вопросами водоотведения.

Водное хозяйство промышленного предприятия имеет территориальную и отраслевую основы. Технический уровень водного хозяйства промышленных предприятий непрерывно повышается в соответствии с развитием техники основного производства. Система водоснабжения цехов и агрегатов должна быть достаточно надежной, расход воды и количество сбрасываемых на предприятиях сточных вод должны быть уменьшены до показателей, достигнутых на передовых предприятиях. [1]

Машиностроительные предприятия представляют отрасль тяжёлой промышленности. Предприятия этой группы производят различные типы оборудования, вооружения, машин специального назначения. Автомобильная промышленность (автомобилестроение) - отрасль промышленности, осуществляющая производство безрельсовых транспортных средств (легковых и грузовых автомобилей, автобусов, мопедов), как правило, с двигателями внутреннего сгорания (ДВС).

Производственный процесс изготовления машин представляет собой совокупность технологических и экономических процессов, в результате которых исходные материалы, в результате технологической обработки преобразуются в детали машин. Из сборочных единиц и деталей машин путем сборки получают средства производства.

Производственный процесс на машиностроительном предприятии можно разделить на основное, вспомогательное и обслуживающее производство.

Основное производство включает технологические процессы, используемые для преобразования сырья и компонентов в готовую продукцию.

Эти процессы основаны на механических, термических и в меньшей степени химических воздействиях на сырье.

Вспомогательное производство может гарантировать нормальную работу основного производства, изготовление различного технологического оборудования, приспособлений, режущего, штампового и измерительного инструментов; ремонт оборудования; эксплуатацию подъемно-погрузочного оборудования, работу компрессорных установок по подаче сжатого воздуха; работу энергетических и других вспомогательных служб производства.

Обслуживающее производство включает внутризаводское (межцеховое) транспортирование материалов, полуфабрикатов, деталей, сборочных единиц и других изделий; складские операции, технический контроль, учет продукции и другие службы.

В свою очередь, основное производство состоит из трех основных этапов: заготовки, обработки и сборки. Технологическая структура производственного процесса на типовом машиностроительном предприятии показана на рисунке 1.

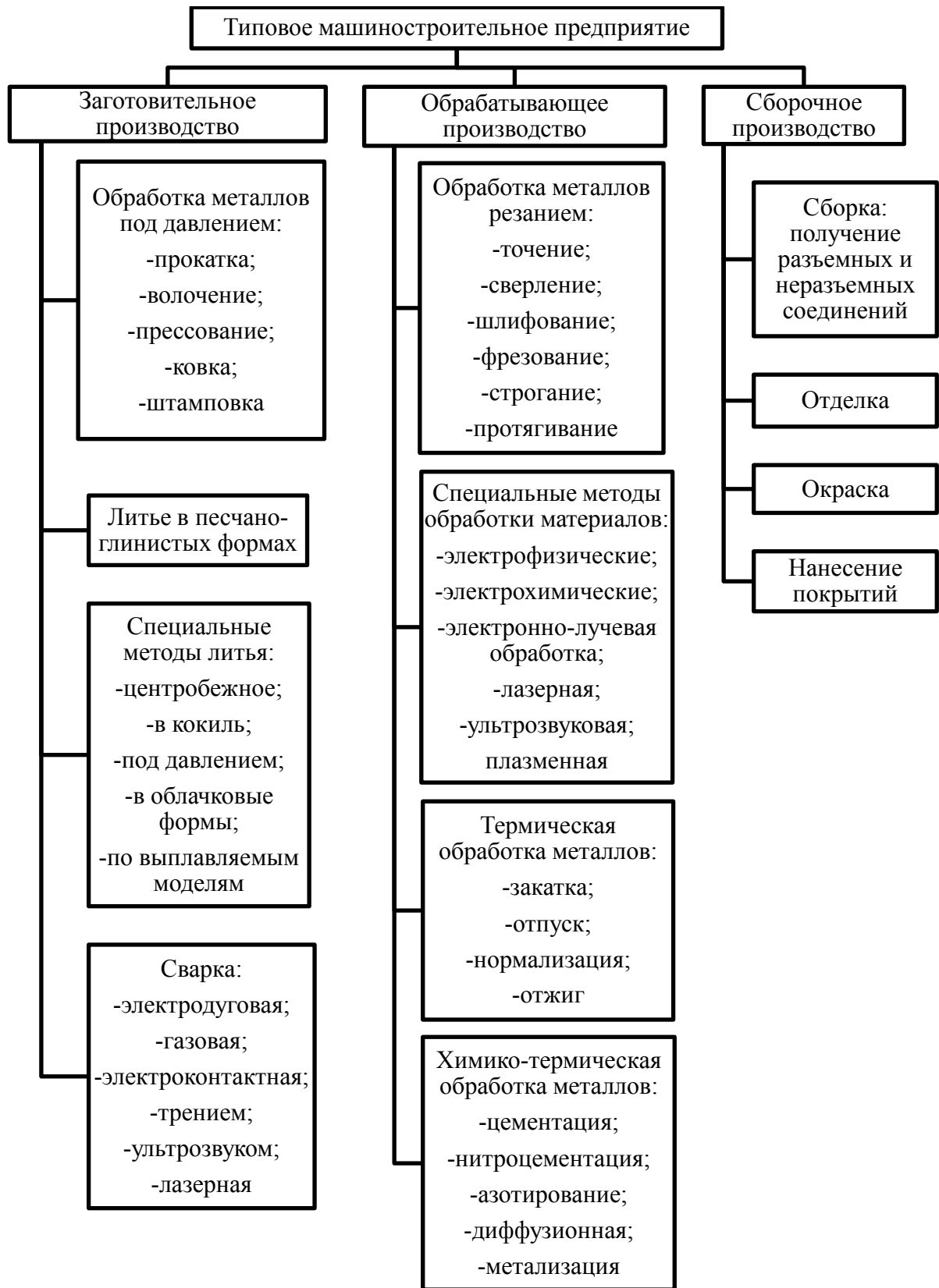


Рисунок 1- Технологическая структура производственного процесса на предприятии машиностроения [2]

1.1.2 Основные показатели сточных вод, и воды, требуемой на осуществление технологического процесса на предприятиях машиностроения

Сточные воды большинства заводов машиностроительной промышленности можно разделить на следующие категории:

I – чистые от охлаждения технологического оборудования (50-80% общего количества);

II – загрязненные механическими примесями и маслами (10-15%);

III – загрязненные кислотами, щелочами, солями, соединениями хрома, циана и другими химическими веществами (5-10%);

IV – отработавшие смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ) или эмульсии (до 1%);

V – загрязненные пылью вентиляционных систем и горелой землей литейных цехов (10-20%);

VI – поверхностные (дождевые, талые, поливомоечные).

В таблице 1.1 приведена характеристика сточных вод заводов машиностроительной промышленности.

Таблица 1.1 – Характеристика сточных вод заводов машиностроительной промышленности

Показатели	Значение показателей сточных вод категории						
	I	II	III		IV	V	VI
			Промывные воды	Отработавшие растворы*			
рН	7-8	8,5-9,5	4-11	2-12	9,5-11	6,5-8	7-8,5
Механические примеси, г/л	До 0,02	0,1-0,3	До 0,05	До 0,3	0,05-0,2	$\frac{0,5 - 15}{15 - 100}$ ****	0,15-2
Масла, нефтепродукты, г/л	>0,01	0,05-0,4	>0,002	>0,05	10-60***	–	0,05-0,3
Общее солесодержание, г/л	>1	0,3-0,4**	0,5-1	10-300	До 1	0,3-1**	До 0,5
Железо, г/л			0,02-0,2	40-60	–	–	–

Показатели	Значение показателей сточных вод категории						
	I	II	III		IV	V	VI
			Промывные воды	Отработавшие растворы*			
Хром 6-валентный, г/л	–	–	0,01-0,06	50-250	–	–	–
Циан, г/л	–	–	0,01-0,06	10-150	–	–	–
Медь, г/л	–	–	0,01-0,05	10-150	–	–	–
Никель, г/л	–	–	0,01-0,05	50-200	–	–	–
Цинк, г/л	–	–	0,01-0,06	10-100	–	–	–
Кадмий, г/л	–	–	0,005-0,03	5-50	–	–	–

* Сбрасывается не чаще 1 раза в 1-2 недели.

** В зависимости от качества исходной воды.

*** В зависимости от марки и состава применяемого эмульсола.

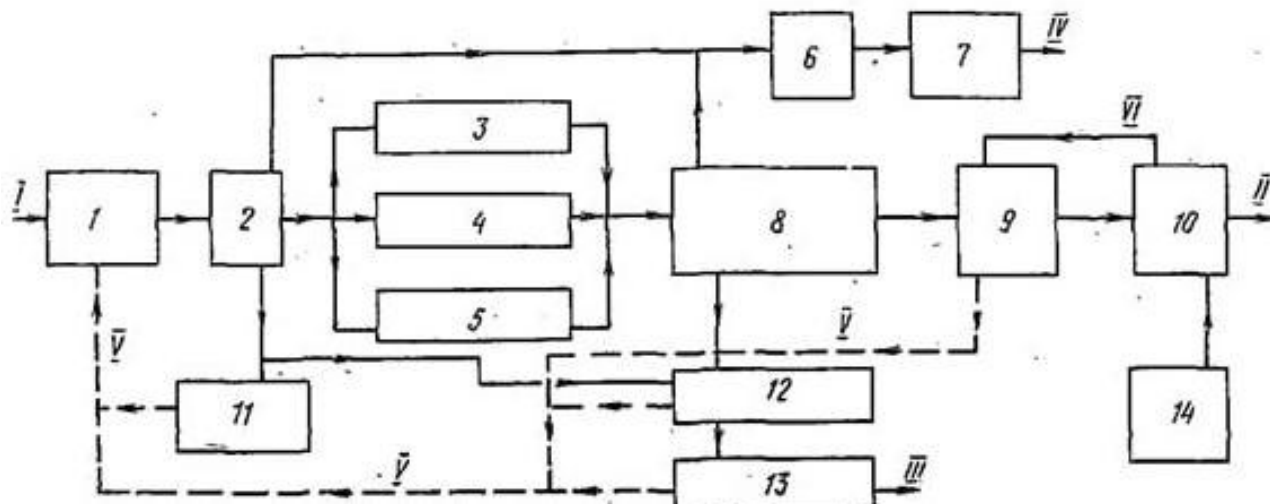
**** Над чертой даны механические примеси от пыли вентиляционных систем, под чертой – от горелой земли.

Основная схема очистки сточных вод, загрязнённых механическими примесями и маслами представлена на рисунке 2.

Для отстаивания сточных вод могут применяться горизонтальные и вертикальные отстойники, нефтеловушки с продолжительностью отстаивания не менее 2 часов.

Для доочистки воды целесообразно использовать встроенные в отстойники фильтры с загрузкой синтетическими волокнистыми материалами и пр. Направление движения воды в фильтрах – снизу вверх, высота загрузки 0,8-1 м, скорость фильтрования 8-10 м/ч. Отмывка загрузки проводится в течение 20-30 минут пря-

мым током жидкости с подачей под загрузку сжатого воздуха интенсивностью 80-100 м³/(ч*м²). Кроме того, применяются каркасно-засыпные фильтры, а также фильтры с загрузкой из пенополиуретана, регенерируемой механическим отжимом.



1 – усреднитель; 2 – песколовки; 3 – установка электрокоагуляции; 4 – установка реагентной напорной флотации; 5 – установка реагентной коагуляции; 6 – маслоборник; 7 – установка обезвоживания масел; 8 – отстойники; 9 – фильтры доочистки; 10 – резервуары очищенной воды; 11 – песколовые площадки; 12 – уплотнители осадка; 13 – установка обезвоживания осадка; 14 – установка стабилизационной обработки воды. I – сточные воды; II – очищенная вода; III – осадок; IV – масла; V – фильтрат; VI – регенерация фильтров

Рисунок 2 – Схема очистки сточных вод, загрязненных механическими примесями и маслами

Количество осадка, выпадающего в отстойниках, составляет 1-3% объема сточных вод; влажность выпадающего осадка 98-99%. Осадок обезвоживают на подсушивающих площадках или вакуум-фильтрах, фильтр-прессах, центрифугах. Перед подачей на аппараты обезвоживания осадок предварительно уплотняют не менее суток до влажности 95-96%. Удельная производительность обезвоживающих аппаратов 15-20 кг/(ч*м²). Влажность обезвоженного осадка при применении вакуум-фильтров составляет 70-75%, фильтр-прессов – 55-65%, центрифуг – 80-85%. В некоторых случаях перед механическим обезвоживанием применяется

предварительная коагуляция осадка хлорным или сернокислым железом и известью.

Сточные воды окрасочных камер, особенно при их больших объемах, необходимо выделять в отдельный поток с очисткой на локальных сооружениях. Применяется коагуляция при помощи реагентов, электрокоагуляция (алюминиевые электроды), фильтрование.

Сточные воды III категории требуется обрабатывать реагентами в камерах-реакторах. предварительно необходимо усреднение воды не менее 1-2 ч.

Для обезвреживания хромсодержащих сточных вод используют серную кислоту и бисульфит или сульфат натрия. Количество серной кислоты должно обеспечивать поддержание pH сточных вод в пределах 2,5-3. Затем в хромсодержащие воды для осаждения гидроокисей перед отстойниками подают известковое молоко до достижения стоками pH=8,5-9. Для очистки сточных вод от шестивалентного хрома возможно применение железосодержащих реагентов (железного купороса, отработавших травильных растворов, железной стружки).

Для обезвреживания цианосодержащих сточных вод используется щелочь (известковое молоко) и хлорсодержащие компоненты (жидкий хлор, гипохлорит натрия и пр. Необходимо такое количество щелочи, которое будет обеспечивать pH сточной воды в диапазоне от 10,5 до 11. Затем цианосодержащие воды перед отстойниками подкисляют до pH=7-4-8,5. Для очистки от цианидов возможно также применение марганцевокислого калия и перекиси водорода. При значительных концентрациях циана в сточных водах (например, сточные воды от участков цианирования термических цехов) целесообразно применение электрохимической очистки.

Количество реагентов при этом следует определять по стехеометрическим отношениям с учетом необходимого их количества для выделения соединений тяжелых металлов в виде гидроокисей в осадок. После реагентной обработки, отстаивания и в некоторых случаях фильтрования сточные воды обычно сбрасывают в бытовую канализацию или в водоем. Возврат очищенных реагентным мето-

дом и доочищенных на фильтрах сточных вод возможен лишь на ответственные операции процессов гальванических покрытий, гидрошламоудаление и т.п.

Перед отстойниками целесообразна подача 0,1%-ного раствора полнакриламида, что сокращает продолжительность отстаивания до 45 мин. При периодической схеме очистки отстаивание может быть предусмотрено непосредственно в реакторах.

Количество осадка с влажностью 98—99%, выпадающего в отстойниках, составляет 5—12% объема сточных вод. Сооружения по уплотнению и обезвоживанию осадка принимаются те же, что и при очистке сточных вод II категории.

Для очистки сточных вод от шестивалентного хрома возможно применение биохимического метода, заключающегося в переводе шестивалентного хрома в трехвалентный и далее в легко осаждаемую гидроокись под действием микроорганизмов, находящихся в бытовых сточных водах. Процесс очистки происходит в специальных сооружениях — биовосстановителях при отсутствии кислорода и при смешении в определенных пропорциях сточных вод, загрязненных шестивалентным хромом, и бытовых сточных вод. Концентрация шестивалентного хрома в стоке не ограничивается, pH стока должен быть в пределах 6, эмульсию можно направить для дальнейшей очистки и доочистки в поток сточных вод II категории.

Электрокоагуляционный метод применим для разрушения отработавших эмульсий, содержащих эмульсолы. Электрокоагуляционную очистку целесообразно производить в электролизерах с применением алюминиевых электродов по следующей схеме: предварительное отстаивание и усреднение стока; удаление осадка, свободных масел; подкисление до pH=5-6; обработка в электролизере с удалением пены; отстаивание; фильтрование.

Сточные воды V категории целесообразно выделять в самостоятельный поток с устройством оборотной системы, подпитываемой из промышленного водопровода или очищенными водами II категории. На предприятиях, имеющих крупные литейные цеха, предусматривается централизованная оборотная система гидрошламоудаления. При мелких цехах возможно строительство локальных очист-

ных установок с возвратом воды в производство. Сточные воды, загрязненные пылью и горелой землей, направляют на шламовые площадки или в отстойники, сгустители, а также осветляют на гидроциклонах с предварительной подачей реагентов.

Очистка сточных вод VI категории производится в накопителях дождевого стока и на пенополиуретановых фильтрах.

Сточные воды литейного производства содержат в своем составе мелкие фракции песка, глину, зольные остатки, следы органических веществ. Особенно велика концентрация взвешенных веществ, достигающая 9 г/л. В сточных водах механообрабатывающих производств содержатся масла, окалина, абразивно-металлическая пыль. Количество взвешенных веществ в стоках до очистки составляет 100-500 мг/л, после очистки – 30-50 мг/л.

Сточные воды гальванических цехов от промывки изделий после обезжиривания, травления защитных покрытий содержат до очистки: кислот 40-50 мг/л, щелочей 20-32 мг/л, хрома 30-40 мг/л; цианатов 20-30 мг/л. [3]

Требование к качеству оборотной воды для машиностроительных предприятий показано в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Требования к качеству оборотной воды для машиностроительных предприятий [4]

Показатель	Вода I категории, используемая для охлаждения в теплообменных аппаратах		Вода, используемая в качестве транспортирующей, поглощающей, экстрагирующей и др. сред	
	охлаждение без огневого нагрева поверхности аппарата	охлаждение с огневым нагревом поверхности аппарата	II категории без нагрева (гидрозолоудаление, обогащение и др.)	III категории с нагревом (улавливание и очистка газов, гашение кокса и др.)
Температура, °С	Определяется в зависимости технологического процесса			
Взвешенные вещества, мг/л	До 50	До 20	При гравитации – до 10000 При флотации – до 200	
Эфирорастворимые, мг/л	До 20	До 10	Не нормируется	
Запах, баллы	До 3	До 3	До 3	До 4
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	Не нормируется	

Показатель	Вода I категории, используемая для охлаждения в теплообменных аппаратах		Вода, используемая в качестве транспортирующей, поглощающей, экстрагирующей и др. сред	
	охлаждение без огневого нагрева поверхности аппарата	охлаждение с огневым нагревом поверхности аппарата	II категории без нагрева (гидрозолоудаление, обогащение и др.)	III категории с нагревом (улавливание и очистка газов, гашение кокса и др.)
Жесткость, мг-экв/л - общая - карбонатная	50 До 3,5	- До 2,5	- Не нормируется	- При очистке газов необходима обработка воды
Щелочность общая, мг-экв/л	Не более 4	Не более 3	То же	Необходима обработка воды
Общее солесодержание, мг/л	До 2000	До 800	- « -	Не нормируется
Содержание, мг/л Cl ⁻ SO ₄ ²⁻ Fe _{общ}	До 350 До 500 1-4	До 150 До 25 0,5-1	-«- -«- -«-	То же -«- -«-
Окисляемость перманганатная мгО ₂ /л	До 20	До 20	При отстаивании не нормируется При флотации -10	-«-
ХПК, мгО ₂ /л	До 200	-	Не нормируется	-«-
БПК ₅ , мгО ₂ /л	15-20	-	то же	-«-
Биогенные вещества в подпитывающей воде, мг/л: Азот общий Фосфор (в пересчете на P ₂ O ₅)	150 5	150 -	-«- -«-	-«- -«-

Вода на машиностроительных предприятиях расходуется в следующих основных производствах и цехах: литейном, гальваническом, арматурном, механо-сборочном, прессово-кузнечном, металлопокрытия и окраски, холодной листовой штамповки, холодной обработки деталей, сварочном, термическом. В зависимости от специфики производства используется вода различного качества:

- хозяйственно-питьевая;

- техническая - для охлаждения и обслуживания оборудования: температура 20-30 °С, жесткость до 7 ммоль/л, содержание взвешенных веществ до 50 мг/л, рН = 7-8,5;

- техническая - для охлаждения высокочастотных установок, индукционных печей и др.: температура 18-25 °С, жесткость до 2,5 ммоль/л, рН = 7-7,5, присутствие масла не допускается;

- деминерализованная - для отделений металлопокрытий и окраски: общее солесодержание до 5 мг/л, жесткость общая до 0,01 ммоль/л, щелочность до 0,02 мг/л, присутствие масла не допускается. [5-6]

1.1.3 Перечень перспективных предприятий

Рекомендации, разработанные в ВКР (глава 5), применимы к машиностроительным предприятиям, находящимся в континентальном климате:

Предприятия группы ГАЗ — российская автомобилестроительная компания. Штаб-квартира — в Нижнем Новгороде. «Группа ГАЗ» объединяет 13 производственных предприятий в восьми регионах России, а также сбытовые и сервисные организации. «Группа ГАЗ» выпускает лёгкие и среднетоннажные коммерческие автомобили, тяжёлые грузовики, автобусы, легковые автомобили, силовые агрегаты и автокомпоненты.

Челябинский тракторный завод - УРАЛТРАК (ЧТЗ) - промышленное объединение по производству и продаже широкой гаммы колесной и гусеничной дорожно-строительной техники (бульдозеров, трубоукладчиков, фронтальных погрузчиков), запасных частей и прочей высокотехнологичной машиностроительной продукции.

ПАО «Уралмашзавод» — машиностроительное предприятие в городе Екатеринбурге, одно из крупнейших в России. Производитель высококлассного оборудования для металлургии, горнодобывающей промышленности, промышленности строительных материалов и энергетики.

1.2 Характеристика исследуемого предприятия для совершенствования водного хозяйства

Рассматриваемый машиностроительный завод расположен на территории города Миасса Челябинской области. Площадь территории завода составляет около 200 га.

Завод выпускает различную продукцию, в том числе для Вооружённых сил РФ, и является оборонным комплексом. На территории предприятия находятся 14 крупных цехов. Для работы каждому цеху требуется промышленная вода в количестве, планируемом на каждый год.

В таблице 1.3 и 1.4 показаны общий, минимальный, максимальный и средний объем потребленной промышленной воды и промстоков за последние 10 лет.

Таблица 1.3 – Объем потребленной промышленной воды и промстоков за последние 10 лет

год	Потребление промышленной воды, м ³ /год		Объем промстоков, м ³ /год	
	План	Факт	План	Факт
2011	4 903 969	4 715 711	2 903 982	2 738 838
2012	4 723 665	4 250 834	2 678 666	2 634 785
2013	4 717 266	4 025 024	2 717 278	2 637 265
2014	4 366 719	3 448 772	1 606 731	2 100 654
2015	3 962 861	3 149 493	2 062 861	2 243 789
2016	3 815 946	3 238 059	2 365 946	2 205 424
2017	3 299 081	2 795 838	2 469 546	1 934 412
2018	3 100 978	3 058 438	2 230 979	2 375 227
2019	2 997 530	2 901 096	2 185 570	2 140 159
2020	2 926 780	2 915 800	2 164 450	2 050 748

График выработки промышленной воды представлен на рисунке 3.

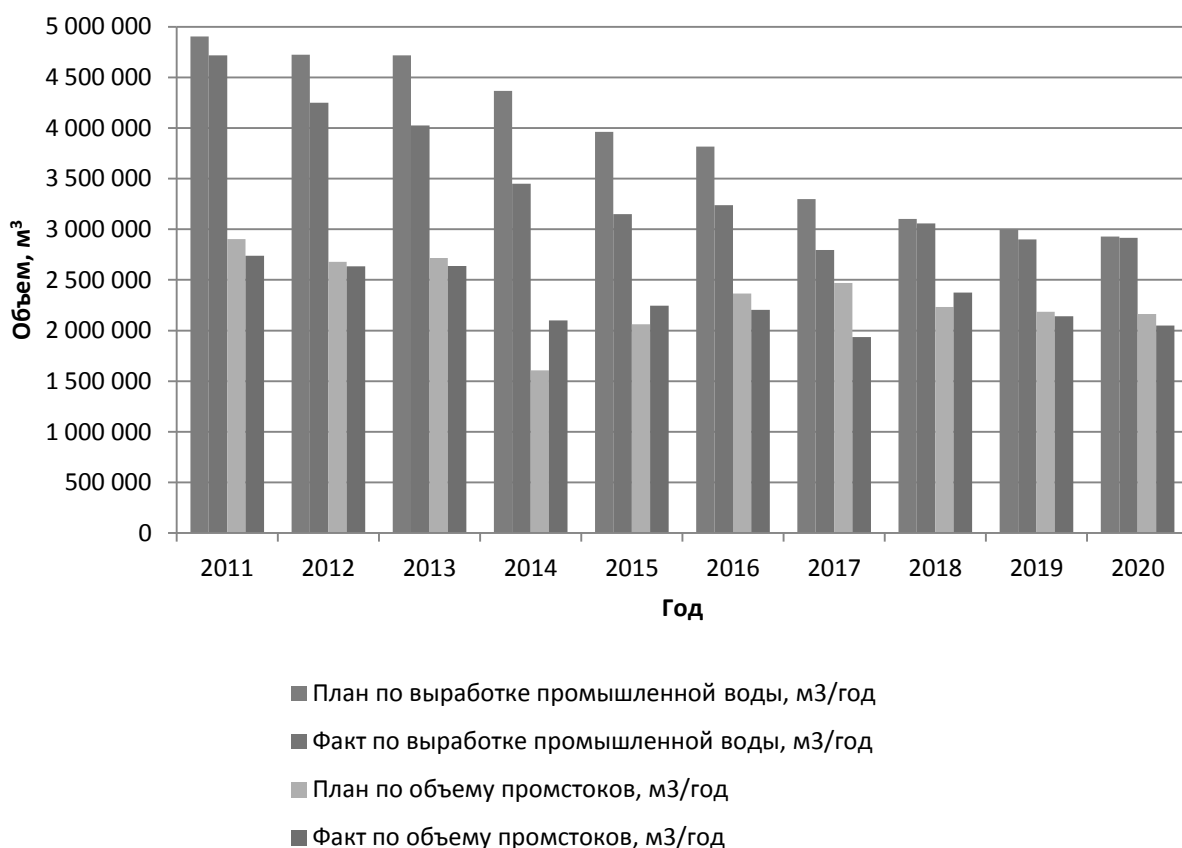


Рисунок 3 – Объем потребленной промышленной воды и промстоков за последние 10 лет

Таблица 1.4 – Минимальный, максимальный и средний объем потребленной промышленной воды и промстоков за последние 10 лет

год	Потребление промышленной воды м ³ /сут			Объем промстока м ³ /сут		
	Мини-мальная	Макси-мальная	Средняя	Мини-мальная	Макси-мальная	Средняя
2011	1801	22217	12098	1508	13041	7504
2012	1080	24181	10648	1080	13444	7480
2013	1427	19455	11027	1427	12148	7225
2014	2399	18136	9449	2399	12621	8005
2015	2350	15704	8629	2350	11096	7661
2016	1755	14735	8837	1755	10864	7109
2017	1388	14944	7646	1388	10897	5530
2018	2246	13470	8379	2246	9830	6507
2019	2761	14014	7948	2761	11201	5863
2020	2571	13980	7842	2689	10970	5790

График минимального, максимального и среднего объема потребленной промышленной воды и промстоков за последние 10 лет представлен на рисунке 4.

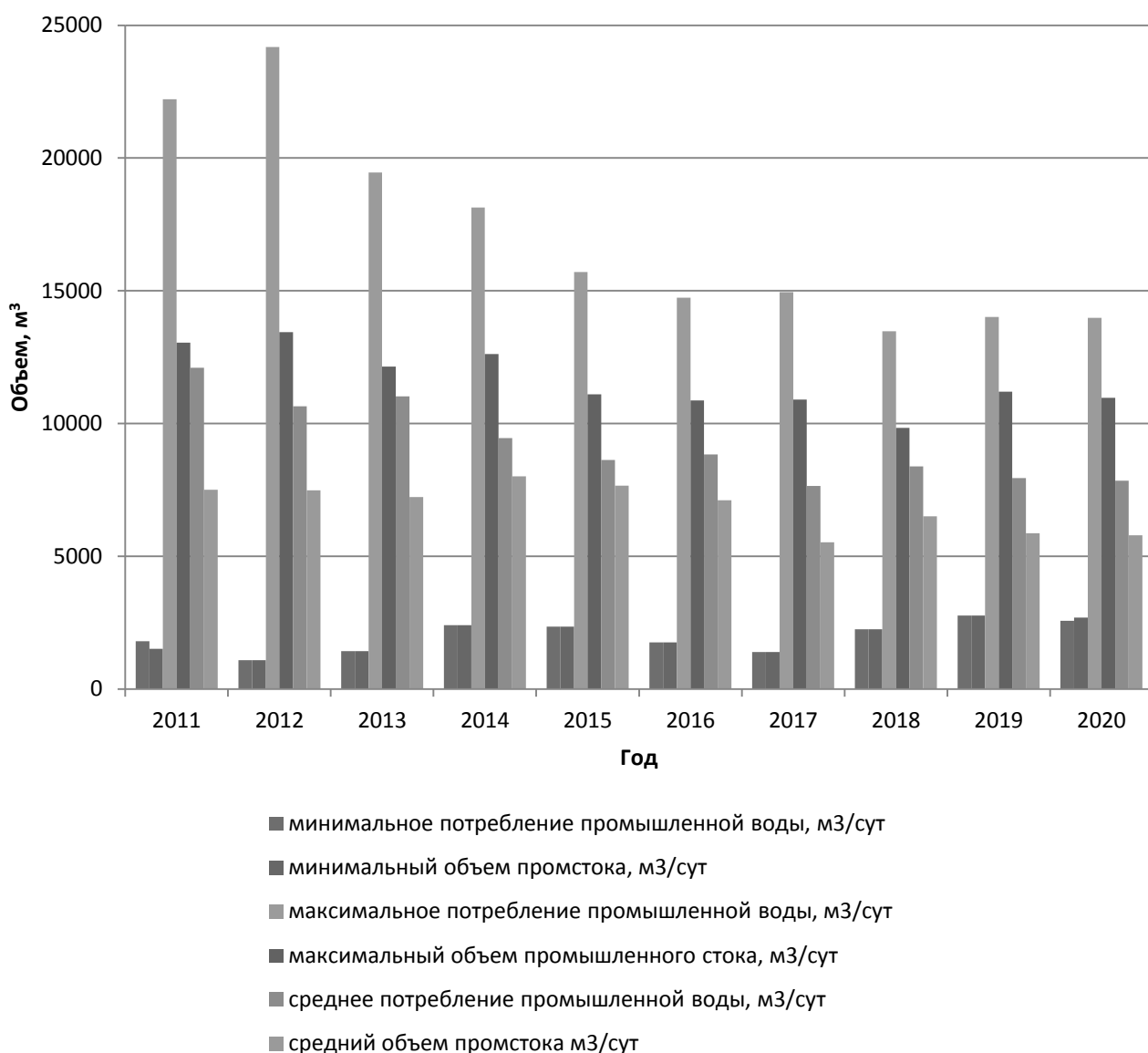


Рисунок 4 – Минимальный, максимальный и средний объем потребленной промышленной воды и промстоков за последние 10 лет.

Источником промышленного водоснабжения рассматриваемого машиностроительного предприятия является Поликарповский пруд, находящийся на реке Миасс, график использования воды на подпитку за последние 10 лет показан на рисунке 5.

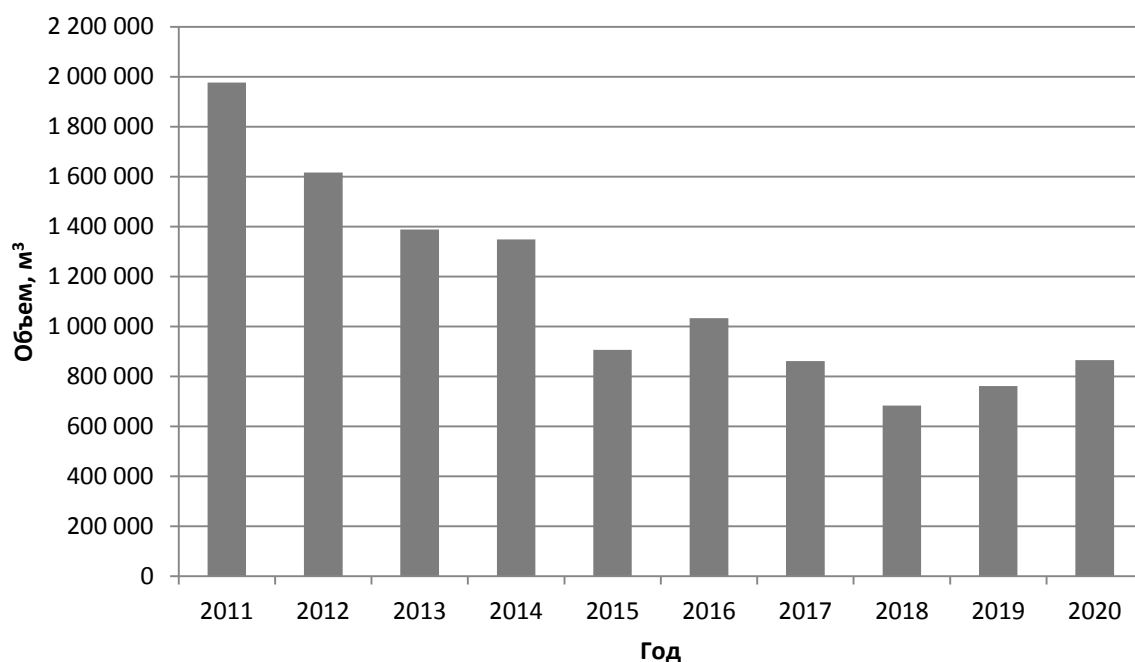


Рисунок 5 – График использования воды на подпитку за последние 10 лет.

Анализируя данные таблиц 1.3 и 1.4, а также рисунков 3,4,5 можно сделать выводы:

- Данное машиностроительное предприятие имеет значительное водопотребление;
- Потребление промводы за последние 10 лет значительно снизилось, однако объем промстоков снизился не значительно.

Источником промышленного водоснабжения является Поликарповский пруд, находящийся на реке Миасс. Цена технической воды для предприятия на второе полугодие 2020 года и первое полугодие 2021 года составляет 6,59 руб/м³.

В таблице 1.5 приведено сравнение качества промышленной воды, необходимой машиностроительному предприятию в г.Миассе, и качества хозяйственно-питьевой воды

Таблица 1.5 – Сравнение качества промышленной воды, необходимое машиностроительному предприятию в г.Миасс, и качества хозяйственно-питьевой воды [7-8]

№ п/п	Определяемый компонент	Единица измерения	Требования предприятия к промводе	ПДК в хозяйственно-питьевой воде
1.	Взвешенные вещества	мг/дм ³	27,35	1,5 (2,0)
2.	Водородный показатель	Ед рН	6,0-8,0	6,0-9,0
3.	Жесткость	°Ж	5,0-7,0	7,0 (10,0)
4.	Солесодержание	мг/л	795	1000(1500)
5.	Щелочность	мг-экв./л	4	0,5

Анализируя данные таблицы 1.5 и сравнивая с требованиями хозяйственно-питьевой воды, можно сделать вывод о том, что по водородному показателю, показателю жесткости и солесодержания требования к качеству промышленной воды, предъявляемые машиностроительным предприятием более высокие, чем к качеству хозяйственно-питьевой воды, а по показателям взвешенных веществ и щелочности менее высокие, чем к показателям хозяйственно-питьевой воды.

По данным машиностроительного предприятия в г.Миассе рассмотренное качество промышленной воды требуется литейным, термическому, агрегатному цехам. Их потребление составляет 70% от общего потребления технической воды.

В литейном производстве вода в основном расходуется на охлаждение дуговых сталеплавильных печей и печных трансформаторов с водяным охлаждением, которые используются для расплавления металла, увлажнение формовочной смеси и гидравлическую очистку литья от пригара, также вода используется при термообработке изделий в термических цехах и для охлаждения ВЧ – установок, предназначенных для закалки, нагрева, сварки, плавки изделий и заготовок из металла.

Выводы по разделу один

1) Для промышленного предприятия со значительным водопотреблением необходимо иметь дополнительный гарантированный источник технического водопотребления.

2) С целью снижения расхода природной воды на технические нужды необходимо использовать дополнительный источник водоснабжения, в качестве которого можно использовать поверхностный сток, что является наиболее экономичным из всех возможных источников технического водоснабжения.

3) На примере рассматриваемого машиностроительного предприятия можно разработать рекомендации для машиностроительных предприятий находящихся в умеренном климате.

2 СПОСОБЫ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ И ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

2.1 Виды источников воды, используемые для обеспечения производства

2.1.1 Атмосферные воды

Природная пресная вода является главным источником воды для промышленного использования. По происхождению они подразделяются на поверхностные (реки, озера), атмосферные (атмосферные осадки) и подземные (ключевые, артезианские, минеральные). Все воды содержат большое количество примесей.

Поверхностные водоемы и увлажненная почва служат главными источниками атмосферной влаги; кроме того, влага поступает в атмосферу в результате испарения воды растениями, а также в результате дыхания животных и людей. Вода в атмосфере находится во всех трех агрегатных состояниях - газообразном (водяной пар), жидком (капли дождя) и твердом (кристаллики снега и льда). Влага, содержащаяся в облаках содержит в своем составе определенное количество солей. За счет мощной циркуляции облачных масс, вода и частицы солей, почвы, пыли, взаимодействуя, образуют растворы разнообразнейшего состава. По исследованиям академика В.И. Вернадского [9], в среднем в облаке содержится около 34 мг/л солей. Дождевая влага, при взаимодействии с атмосферным воздухом, вбирает в себя новые порции солей и пыли. Капля дождя весом 50 мг при падении с высоты 1 км "промывает" 16 л воздуха, а 1 л дождевой воды захватывает с собой примеси, содержащиеся в 300 тыс. л воздуха. В итоге в 1 литре дождевой воды, поступившей на землю содержится 100 мг примесей. Также в атмосферной влаге присутствует аэропланктон.

Кислотные дожди (а в это понятие также входят и кислотные град, и такой же снег) с относительной регулярностью выпадают в Европе, в России и в США. Такое атмосферное явления происходит из-за загрязнения атмосферы и воды различными техногенными загрязнениями. [10]

Кислотные дожди – общее название осадков, содержащих кислотные оксиды (обычно серы или азота). Причем это может быть не обязательно жидкость, но также туман, снег, град, пыль или газы – в последнем случае используют термин «сухое осаждение». Осадки считаются кислотными при уровне рН около 5,2 и ниже.

Нормальный рН дождя считается около 5,6. Если с водой взаимодействуют газы, то показатель снижается что становится причиной гибели микроорганизмов. Погибают и клетки более сложных организмов.

При этом, чем выше концентрация в осадках каких-либо примесей, тем больший вред они наносят.

Присутствие в осадках слабой угольной кислоты является нормой. Это обусловлено тем, что в воздухе присутствует углекислый газ, и данная кислота образуется при его взаимодействии с влагой. Так же появляются и кислые осадки, но влага в данном случае осуществляет взаимодействие с другими летучими соединениями. В итоге происходит насыщение облаков серной или азотной кислотой, и чем больше её содержится в облаках, тем больше концентрация кислот в осадке.

Естественными причинами появления таких осадков можно выделить:

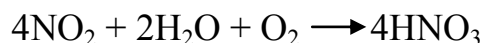
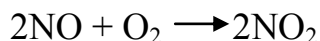
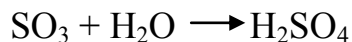
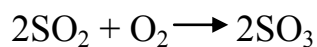
- извержения вулканов с выбросом пепла и газов в атмосферу.
- разложение останков животных и растений.
- разряд молнии.

Человеческая деятельность в наше время приводит к существенному загрязнению атмосферы, научным сообществом признана доля в 89-92% от общего объема веществ загрязняющих атмосферу. Загрязнение атмосферы при этом происходит из-за:

- выбросов металлургических предприятий, работы ТЭЦ;
- при использовании транспорта;
- за счет пыли растений, лесных пожаров;
- за счет распыления удобрений на полях;
- при добыче полезных ископаемых;

- при переработке бытовых отходов;

Основные реакции, которые показывают, как образуются кислотные осадки можно выразить формулами:



Большая часть кислотных дождей, являются азотными. При выпадении такого дождя на поверхность земли, в почве начинается химическая реакция с образованием нитратов и нитритов. В почве и воде токсичные соединения разлагаются на протяжении 15 лет. [11]

Последствиями выпадения кислотных дождей являются:

При попадании кислотных соединений в грунт, происходит высвобождение солей различных металлов(свинец, ртуть).Существование растений на такой почве невозможно. При этом часть соединений испаряется, отравляя воздух. Так же снижается качество воды за счет повышения её жесткости и наличия в ней различных токсичных веществ и кислот. Содержание тяжелых металлов в воде после выпадения кислотных дождей достигает превышения ПДК в 8 раз. Травоядные животные, в следствии гибели растений, которые являются пищей для них, погибают, тем самым заставляя хищников искать другие места для проживания. Происходит нарушение пищевой цепи.

На человека кислотные дожди так же оказывают негативное воздействие.. Попадая на различные строительные материалы и взаимодействуя с ними они высвобождают из них ряд вредных веществ. Эти вещества при взаимодействии с влагой начинают окислять металлы, используемые в строительстве сооружений. Из-за появляющейся коррозии постройки быстро теряют прочность и разрушаются. В связи с выпадением кислотных дождей страдают сельское и рыбное хозяйства. Кислотные дожди способствуют развитию таких заболеваний у человека как: бронхит, пневмония, трахеит, бронхиальная астма, химические ожоги. Мясо,

рыба, продукты, изготовленные из растений попавших под кислотные дожди, оказываются насыщенными соединениями таких элементов как: ртуть, свинец, сера, мышьяк, селен, которые наносят вред здоровью человека. [12]

Во всем мире активно занимаются разработкой мер, направленных на снижение вреда от кислотных дождей.

Борьба с экологическими проблемами в локальных масштабах невозможна. Для снижения последствий от кислотных дождей, в первую очередь требуется комплексный подход по снижению выброса в атмосферу, почву и воду вредных кислотообразующих веществ, который возможен только при сотрудничестве государств в данном вопросе. Использование альтернативных источников энергии, таких как солнечная энергия, ветроэнергетика и др. приведет к сокращению кислотных осадков. Переход на использование низкосернистого угля так же способствует уменьшению вредных выбросов.

Однако, не смотря на усилия конструкторов по созданию высокопроизводительных воздушных фильтров и очистных систем, такие проблемы не решить в короткие сроки. Негативное воздействие на атмосферу с каждым годом продолжает расти, и ответственность за это лежит на большом количестве крупных промышленных предприятий. [13]

2.1.2 Поверхностные воды

К поверхностным источникам водоснабжения относятся реки, водохранилища и озера. Для промышленных целей может использоваться и морская вода. При отсутствии в приморских районах пресной воды морская вода после опреснения может использоваться и для хозяйственно-питьевых целей. Однако это должно быть обосновано технико-экономическими соображениями.

На качество воды влияет сочетание климатических и геологических факторов. Экологическая ситуация в регионе, частота выпадения осадков, а также их количество являются наиболее важными климатическими факторами. Выпадающие осадки содержат определенное количество нерастворенных частиц, таких как

пыль, вулканический пепел, пыльца растений, бактерии, грибковые споры, а иногда и более крупные микроорганизмы. Океан является источником разных солей, растворенных в дождевой воде. В ней можно обнаружить ионы хлорида, сульфата, натрия, магния, кальция и калия. Выбросы в атмосферу с промышленных предприятий также способствуют повышению уровня химической загрязненности воздуха в основном за счет органических растворителей и оксидов азота и серы, которые являются причиной выпадения "кислотных дождей". Химикаты, применяемые в сельском хозяйстве для удобрения, так же вносят свой вклад.

К числу геологических факторов относится структура русла рек. Если русло образовано известняковыми породами, то вода в реке, как правило, прозрачная и жесткая. Если же русло из непроницаемых пород, например гранита, то вода будет мягкой, но мутной за счет большого количества взвешенных частиц органического и неорганического происхождения. [14]

В воде рек содержится очень много взвешенных веществ, так же эти воды отличаются низкой прозрачностью и большой микробной обсемененностью.

Озера и пруды являются естественными или искусственными котлованами, пополняющимися водой как правило за счет атмосферных осадков и подземных вод. Эти водоисточники значительно подвержены загрязнению и имеют низкую способность к самоочищению.

К искусственным открытым водоисточникам относятся водохранилища, которые создаются путем сооружения плотин, задерживающих водоток. Качество воды в водохранилищах зависит от состава речных, талых и грунтовых вод, а также от состояния дна (ложа) водохранилища, которое является затопленной территорией, использовавшейся ранее в хозяйственном обороте.

В целом поверхностные воды характеризуются большим количеством взвешенных частиц; пониженной прозрачностью; повышенной цветностью, высокой минерализацией, сезонными колебаниями содержания химических веществ; возможностью загрязнения токсическими веществами (сточными водами); значи-

тельным органическим и бактериальным загрязнением. Подлежат очистке и обеззараживанию. [15]

2.1.3 Подземные воды

Подземные водоисточники подразделяются на: почвенные, грунтовые, межпластовые (напорные и не напорные).

Гигиеническим требованиям отвечают подземные межпластовые напорные (артезианские) воды: вода из артезианского источника характеризуется такими факторами, как прозрачность, бесцветность, лишена запаха и вкуса, органических веществ, содержит минимальное количество микроорганизмов и пригодна для употребления без предварительной очистки. В особых случаях эта вода имеет высокую минерализацию.

На втором месте по соответствию гигиеническим требованиям стоят межпластовые не напорные воды - они залегают между двумя водоупорными пластами, изолированы от атмосферных осадков и поверхностных вод. Имеют постоянный химический состав, низкое бактериальное загрязнение, часто высокоминерализованные. [16]

2.2 Методы усреднения и накопления промышленных и поверхностных стоков

Усреднители применяют для регулирования состава или расхода сточных вод, поступающих на очистные сооружения. Иногда усреднение осуществляют по двум показателям одновременно. Это позволяет повысить эффективность и надежность работы устройств механической, биологической и физико-химической очистки. Усреднители выравнивают пиковые расходы и концентрации сточных вод, что позволяет разработать более экономичные очистные сооружения, так как при этом для расчета принимаются усредненные данные. Изменение концентрации в сточной воде может произойти в результате ее залпового сброса или вследствие циклических колебаний состава вод.

Усреднение проводят в контактных и проточных усреднителях. Контактные усреднители используют при небольших расходах сточной воды, в периодических процессах и для обеспечения высоких степеней выравнивания концентраций. В большинстве случаев применяют проточные усреднители, которые представляют собой многокоридорные резервуары или емкости, снабженные перемешивающими устройствами.

Резервуары для сбора ливневых стоков – это емкостное сооружение весьма широкого профиля. Использование данного вида оборудования необходимо на любом предприятии, где проблема покрытия расхода воды стоит остро. Иными словами, резервуар для дождевых и талых стоков является альтернативным источником воды и может использоваться как для покрытия расходов водных ресурсов на заводе (как резервуар для технической воды), так и в качестве противопожарного водного запаса.

Резервуар (накопитель) для ливневых стоков представляет собой стальное сооружение цилиндрической формы. Он оснащен люком и выходным штуцером для подключения отводной трубы. Данное устройство должно быть изготовлено из материала с повышенной устойчивостью к коррозии, так как, во-первых, чаще всего устанавливается на открытом воздухе, а во-вторых, служит для сбора воды. Поэтому при производстве накопителей для ливневых стоков используется нержавеющая сталь, а также другие устойчивые к коррозии материалы. Стенки сооружения также могут быть покрыты специальным антикоррозийным составом.

Установка резервуаров, может быть выполнена как надземным, так и подземным способом, так же возможна доукомплектация лестницами, площадками и другими вспомогательными модулями.

Накопитель, как правило устанавливается на открытом участке предприятия. К нему подключают систему для отвода воды, через которую вода поступает на предварительную очистку либо напрямую на производство (в зависимости от поставленных задач). Для эффективной работы данный резервуар не требует подключения никаких дополнительных устройств, но при этом позволяет более эф-

эффективно использовать природные ресурсы, экономить на водоснабжении и выполняет функцию дополнительного источника воды на любом предприятии. [17]

2.3 Способы подготовки воды для технологических нужд

2.3.1 Методы очистки сточных вод

Промышленная водоподготовка представляет собой комплекс мероприятий и технологических процессов получения воды требуемого качества: обеззараживание, отстаивание, фильтрование, умягчение, обессоливание, дегазация воды и стабилизация.

Под воздействием сточных вод изменяется цвет, прозрачность, запах воды и другие её качественные показатели.

Процесс самоочищения очень медленно протекает в реках и водоемах естественным путем. В настоящее время в связи с ростом отходов, попадающих в водоемы, они не справляются с таким объемом загрязняющих веществ. Поэтому нужно очищать сточные воды, до попадания их в водоем и утилизировать загрязнения.

Очистка сточных вод – процесс обработки воды, для удаления из неё загрязняющих веществ.

Существуют такие способы очистки сточных вод как: механические, химические, физико-химические и биологические и комбинированные. Выбор способа зависит в каждом конкретном случае от характера и степени загрязнения воды.

При использовании механического метода примеси из воды удаляются путем её отстаивания и фильтрации. Для улавливания частиц, в зависимости от их размера, применяются такие типы оборудования, как решетки, сита, песколовки, септики, а для удаления поверхностных загрязнений – нефтеловушки, бензомаслоуловители, отстойники и др. При механической обработке из воды убирается до 95% примесей, наиболее ценные из которых используют в дальнейшем для различных производств. Одной из наиболее доступных технологий для совершенствования систем водоснабжения является использование тонкослойных отстойни-

ков. В данных устройствах при малой глубине отстаивание протекает быстро, что позволяет существенно уменьшить их габариты. Высоту тонкослойного пространства рекомендуется принимать 1-2 м, расстояние между пластинами 25-200 мм, длину 0,6-1 м. Тонкослойные блоки могут устанавливаться в корпуса обычных отстойников. Продолжительность очистки в таких отстойниках составляет 4-10 мин. Тонкослойные отстойники позволяют значительно интенсифицировать процесс осаждения взвесей, на 60 % уменьшить площадь застройки и на 25-30 % повысить эффект осветления воды по сравнению с обычно применяемыми отстойниками.

При использовании химического метода загрязняющие вещества из сточных вод, удаляются путем добавления различных химических реагентов, которые при взаимодействии с загрязнителями, вступают с ними в реакцию, образуя при этом нерастворимый осадок. В дальнейшем осадок может быть удален механическим способом. При очистке воды реагентами можно достичь уменьшения нерастворимых примесей до 95% и растворимых до 25%.

При использовании физико-химического метода из воды удаляются такие загрязняющие вещества, как тонко дисперсные и растворенные неорганические примеси, а также подвергаются разрушению органические и плохо окисляемые вещества, наиболее яркими примерами данного метода являются коагуляция, окисление, сорбция, экстракция, электролиз.

Биологический метод, как правило, используется при очистке коммунально-бытовых стоков. Он применяется также и при очистке отходов предприятий нефтеперерабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности. [18]

2.3.2 Выбор технологической схемы очистки сточных вод

При выборе способа очистки воды, учитывают состав примесей, которые содержатся, в сточных водах, а также требования, которым должны соответствовать воды, прошедшие очистку. При сбросе в водоем вода должна соответствовать – ПДС и ПДК, а при использовании очищенных сточных вод в производстве

– те требования, которые необходимы для использования воды на производстве, для применения в определенных производственных процессах.

Используемая схема очистки должны обеспечивать максимальное использование очищенных стоков в основных производственных процессах и минимальный их сброс воды в водоемы. При широком внедрении оборотных систем имеются возможности их совершенствования, основными целями которых является сокращение расхода воды на подпитку из сторонних источников и сокращение сброса использованной воды в водоемы.

Для снижения концентраций вредных примесей, которые содержатся в сточных водах, требуется глубокая очистка. Поэтому важное значение имеет надежный контроль степени очистки сточных вод, так как с ужесточением требований к качеству очищенных вод значение ПДК большинства вредных веществ снижается и, следовательно, возрастают трудности их определения. [19]

Эффективным решением по совершенствованию схемы очистки воды, является использование коагулянтов и флокулянтов. Повышение эффективности реагентного метода очистки воды можно добиться, установлением контроля расхода реагентов в зависимости от объема загрязнений, которые содержатся в воде, и физико-химических характеристик этих загрязнений. При использовании систем автоматизации контроля расхода коагулянтов и флокулянтов – САР(системы автоматического регулирования), снижается расход реагентов и повышается качество очистки воды.

Реагентный способ очистки воды можно разделить на несколько этапов: приготовление и дозирование реагентов, смешение реагентов с водой, хлопьеобразование, отделение хлопьевидных примесей от воды.

Правильно подобранное количество и контроль дозирования реагентов, при их минимальном их использовании, позволяет получить максимальный эффект очистки воды. Чаще всего в качестве коагулянтов используют сульфат алюминия, гидроксохлорид алюминия и хлорид железа(III). Сульфаты железа, смешанные коагулянты в виде солей алюминия и железа используются намного реже. Коагу-

лянты железа и алюминия, полученные электрохимическим способом, используются чаще, так как их свойства улучшаются.

Реагенты, как в твердом состоянии, так и в виде концентрированных растворов, необходимо доводить до рабочей концентрации (5-15%). Оптимальный режим растворения реагентов и выбор оборудования следует осуществлять, основываясь на основных закономерностях процесса растворения реагентов в воде. От того насколько точно соблюдаются основные параметры, зависит эффективность очистки сточных вод с использованием коагулянтов и флокулянтов. Основными показателями воды являются рН обработанных сточных вод, электропроводность, мутность, окислительно-восстановительный потенциал. [20]

На практике очень сложно определить оптимальную дозу реагентов, так как состав и количество примесей в воде может меняться. Так же коагуляция в объеме воды и в слое зернистой загрузки различна, так как кинетические условия на поверхности загрузки намного лучше, чем просто в объеме воды.

В воду готовый раствор вводят, через дозирующее устройство. Перемешивание воды с реагентами осуществляется в две стадии: первая – это распределение реагента по всему объему воды, вторая – создание условий, исключающих распад образованных объединений частиц загрязнений. Первый режим можно осуществить, например, в аппарате с интенсивно вращающейся мешалкой, а второй – в слое взвешенного осадка.

На основании результатов исследований, было выявлено, что процесс смешения воды с коагулянтами следует производить с максимальной скоростью.

Эффективность мгновенного перемешивания заключается в изменении степени дисперсности продуктов гидролиза коагулянтов, абсорбирующихся на поверхности частиц загрязнений. При увеличении скорости перемешивания увеличивается вероятность сорбции на поверхности частиц загрязнений мелких частиц продуктов гидролиза коагулянтов, что способствует экономии коагулянта при увеличении прочности связи частиц в образуемых хлопьях.

Для совершенствования реагентного метода, так же совершенствуется и оборудование, применяемое для перемешивания реагентов с водой – смесители. При выборе смесителя, необходимо учитывать закономерности коагуляционного структурообразования, определяющие начальные значения скоростного градиента, необходимость постепенного перемешивания и концентрации твердой и жидкой фаз на поверхности раздела.

Использование перемешивающих устройств псевдооживленной насадкой и предварительной электрообработкой смеси, позволяет ускорить процесс перемешивания.

При контакте воды с электролитами, целесообразно использовать электромагнитные смесители. Однако возможно перемешивание неэлектропроводимых реагентов, например полиакриламида с водой, в электромагнитных смесителях с псевдооживленной или магнитооживленной насадкой.

Наиболее простой конструкцией отличаются смесители, с установленными в камере электрообработки несколькими электродами. Под действием электрического поля происходит более эффективное перемешивание реагента с водой, что уменьшает расход реагента и время перемешивания. Проводить электролиз следует без заметного выделения кислорода и водорода. Еще одним вариантом перемешивания под действием электромагнитного излучения, являются генераторы магнитного поля, которые ставятся непосредственно на участок трубопровода в который одновременно подается вода и раствор коагулянта. Такой вид смесителей отличается наиболее простой конструкцией и может быть использован на любом участке линии.

Если загрязнение воды примесями железа недопустимо, применяют электромагнитные смесители типа статора асинхронного двигателя с использованием в качестве насадки многоосевого ротора с подвижными элементами.

В последнее время для очистки сточных вод все чаще используют флотацию. Преимущество ее – достаточно высокая эффективность извлечения примесей из воды. Процесс флотации зависит как от свойств частиц, так и от их размера, а

также от ряда физико-химических свойств осветляемых токсидисперсных суспензий, включая и сточные воды. Все это приводит к определенным трудностям внедрения флотационного способа очистки вод.

Использование реагентов при флотации позволяет в ряде случаев добиться высоких показателей очистки. В практике флотационного разделения суспензий известно достаточно много способов насыщения жидкости пузырьками газов (воздуха). Однако для очистки сточных вод наибольший интерес представляет способ напорной флотации с образованием пузырьков газа в жидкости при снижении давления, электронный способ аэрирования сточных вод, способ подачи сжатого воздуха через фильтры (пневматический), электролитический способ.

В последние годы для электролитической очистки жидкостей применяют электрофлотаторы и электрокоагуляторы. Действие электрофлотационных аппаратов основано на принципе аэрации жидкости и пузырьками газов, образующимися при электролизе воды. Высокая интенсивность метода электрофлотации обусловлена получением тонкодисперсных пузырьков электролизных газов и незначительным перемешиванием в камере электрофлотационного аппарата. За рубежом известны аппараты для одновременного проведения электрокоагуляции и электрофлотации. Известны аппараты в которых совмещены электрохимическая обработка и электрофлотация, а также аппараты, совмещающие электрохимическую обработку и напорную флотацию.[21]

2.3.3 Обезвоживание осадков сточных вод и утилизация отходов

Обработка осадков сточных вод является важным аспектом водного хозяйства промышленного предприятия. Эта проблема требует изучения состава, структуры и свойств различных осадков, выявление возможности изменения их исходных свойств и определения оптимальных параметров обработки для последующей утилизации.

На металлообрабатывающих предприятиях образуются в технологических процессах маслоэмульсионные сточные воды (МЭС), при обработке поверхностей изделий смазывающе-охлаждающими жидкостями и моющими растворами.

В процессе очистки сточных вод металлообрабатывающих предприятий различными методами, образуется осадок - шлам, который в виде обезвоженных отходов вывозится на площадки, оказывая негативное влияние на окружающую среду.

С отвалов, в которые складывается шлам, загрязнения просачиваются с поверхности под землю, в водоносные горизонты. Так же ценные элементы, которые содержит в себе обезвоженный осадок, безвозвратно уносятся из него.

В настоящее время требуется разработка специальных методов обработки и утилизации осадков, способствующих уменьшению вредного воздействия на окружающую среду. Наиболее доступными технологиями является применение одного из нижеперечисленных подходов: анаэробная стабилизация жидких осадков, включая обработку и утилизацию биогаза. Применяется при образовании более 20 т органического вещества в сутки (осадки сооружений первичного отстаивания и биологической очистки), термическая сушка осадка, сжигание осадка, аэробная стабилизация обезвоженных осадков (компостирование). Данные приемы целесообразно применять как на вновь вводимых объектах, так и для совершенствования водного хозяйства уже существующих машиностроительных предприятий.

На рисунке 6 представлены основные методы обезвоживания и утилизации осадков промышленных сточных вод.



Рисунок 6 – Основные методы обезвоживания и утилизации осадков промышленных сточных вод

Для того чтобы произвести механическое обезвоживание, сначала необходимо произвести кондиционирование. Цель кондиционирования – изменение структуры и форм связи осадка для лучшей водоотдачи. От условий кондиционирования зависит производительность обезвоживающих аппаратов, влажность обезвоженных осадков и чистота отделяемой воды.

Кондиционирование может осуществляться несколькими способами, различными по своему физико-химическому воздействию на структуру обрабатываемо-

го осадка. Наиболее распространенные из них: реагентная обработка, тепловая обработка, жидкофазное окисление, криогенез.

Применение реагентов изменяет структуру осадка, за счет укрупнения и объединения в хлопья частиц, что повышает способность осадка отдать влагу при механическом обезвоживании на фильтр-прессах и вакуум-фильтрах. Наиболее часто используют соли железа, алюминия, известь, сочетания хлорного железа, сернокислого окисного железа, хлорированного железного купороса с известью.

Так же широкое применение нашел полиакриламид(ПАА), он способствует активному слипанию частиц. Скорость осаждения в этом случае может возрасти более чем в десятки раз.

Для обработки осадков могут также применяться окиси, гидроокиси, карбонат кальция, доменный шлак, могут быть использованы цемент и сульфаталюминат кальция, весовое соотношение алюмината и гипса $1 \div 0,2 \div 4$. Применение извести позволяет снизить влажность кека, она нейтрализует кислоты, образованные при гидролизе коагулянтов. Это способствует сокращению расхода основного реагента и предотвращению гниения. Одновременно известь играет роль присадочного материала, который изменяет и повышает жесткость структуры осадка.

Интенсифицировать технологию обработки осадка при помощи реагентов можно использованием ультрафильтрации и обратного осмоса.

Преимуществами ультрафильтрации по сравнению с традиционными методами обработки являются: универсальность процесса; практическое, отсутствие химических реагентов, компактность установок; малые энергозатраты.

Однако, ультрафильтрат после переработки не подлежит повторному использованию ввиду сложности корректировки состава. В то же время он не может быть направлен на сброс в канализацию из-за превышения содержания различных примесей, в первую очередь нефтепродуктов.

Применение минеральной кислоты или ангидрида кислоты также способствует удалению части воды из осадка. Вермикулит, введенный перед обезвоживанием, обладает большой сорбционной способностью. Затем смесь обезвоживают с

применением гидроксида кальция и хлорида железа(III). Содержание воды в осадке после данной обработки составляет около 50%.

В области синтетических органических флокулянтов на основе полиакриламидов применяют полиэлектролиты со смежными или частично смежными молекулами, полимерные цепи которых имеют поперечные связи. Преимущество их использования заключается в увеличении плотности осадка. При обработке на центрифугах их применение наиболее целесообразно. Известно также комбинированное применение минеральных коагулянтов и синтетических флокулянтов перед подачей осадка на фильтр-пресс с дозой по сухому веществу: флокулянта 0,001 – 0,5%; коагулянта (FeCl_3 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) 0,5-10,0%. Для обработки осадков, содержащих значительное количество органических веществ (зольность 25 – 30%), целесообразно применять катионные флокулянты: ВА-2, ВА-3, ВА-102.

Термическая обработка является одним из самых эффективных способов обезвоживания. Сжигание – это процесс окисления органической части осадков при повышенной температуре до нетоксичных газов и выделения минеральной части в виде расплава или золы. С технологической точки зрения сжигание представляет собой метод обезвоживания осадков с одновременным использованием их в качестве топлива и утилизацией выделившейся теплоты, а иногда и образовавшейся золы, расходуемой в качестве присадочного материала в технологической схеме обработки осадков сточных вод. В настоящее время для сжигания осадка может применяться различное оборудование, например: многоподовые печи, печи с кипящим слоем, циклонные или барабанные печи.

В Челябинском филиале НИИ ВОДГЕО использован способ сушки путем продувки нагретого воздуха через неподвижный слой осадка и разработан ряд конструкций для осуществления этого способа. Во всех случаях основной элемент сушки представляет собой емкость с расположенной в нижней части воздухораспределительной системой. Подогретый до 120–180 °С воздух поступает в слой осадка, продувает его и отсасывается вытяжной вентиляцией.

Основными недостатками метода тепловой обработки осадка являются большой расход электроэнергии и высокие концентрации загрязнений в отделяемой воде, образование газов и запахов.

Известно применение метода криогенной обработки, т.е. замораживания и оттаивания осадка, что приводит к изменению структуры, переходу части связанной влаги в свободную и к значительному улучшению водоотдачи осадка. При замораживании происходит коагуляция твердых частиц осадка, при оттаивании они образуют зернистую структуру и хорошо отдают воду, а так же не содержат загрязнений появляющихся при использовании реагентов. Для обезвоживания осадка путем замораживания в искусственных условиях используют аммиачные холодильники трубчатого, капельного, барабанного типа, аппараты непрерывного действия поверхностного типа. После замораживания осадок уплотняется и далее подсушивается на иловых площадках.

Учитывая региональные условия Урала при обезвоживании осадка наиболее перспективно использовать метод замораживания в естественных условиях. К недостаткам реализации этого способа относится то, что требуются большие по площади хранилища, так как на большую глубину осадок сточных вод не промерзает, кроме того, невозможно регулировать процесс обезвоживания. Установлено, что на водоотдающие свойства осадков при замораживании значительно влияет температура и скорость ветра. Реализация метода криогенной обработки на локальных установках зависит прежде всего от возможности регулирования процесса замораживания осадка в естественных условиях.

Для осадков, имеющих сравнительно небольшие объемы, низкие концентрации масел, целесообразным методом обработки является электрохимическая коагуляция. Из литературных источников известно использование метода электрокоагуляции для обработки осадка. Сущность процесса электрокоагуляции заключается в том, что под влиянием электрического тока заданной плотности, пропускаемого через осадок, происходит растворение анодов (чаще всего алюминиевых или железных) и переход ионов металлов в обрабатываемый осадок. Выделяю-

щиеся на катоде газы (водород) флотируют осадок и способствуют изменению его свойств. Простота аппаратного оформления, ограниченный расход реагентов, возможность автоматического управления процессами, являются преимуществами электрообработки и выдвигают её в число наиболее перспективных. К недостаткам электрохимического метода относятся затраты электроэнергии и металла.

В настоящее время все больше внимания уделяется физическому воздействию на свойства осадков сточных вод.

Ультразвуковая обработка (озвучивание) является одним из перспективных методов интенсификации некоторых физико-химических процессов.

Ультразвук оказывает влияние на всю коллоидно-химическую систему, дробятся частицы твердой фазы и возрастает количество активных центров контакта, что способствует учащению контактов активированных частиц твердой фазы между собой, слипанию и укрупнению конгломератов, приводящих к ускорению процессов осаждения, при этом снижается объем и влажность осадков.

Проблема утилизации осадков производственных сточных вод уже давно привлекает внимание ученых и специалистов, но никогда она не была столь актуальной, как теперь, в связи с крупными мероприятиями, проводимыми в государственном масштабе по охране окружающей среды. В настоящее время в области очистки сточных вод разработаны соответствующие нормы и правила выпуска в водоемы, принимаются интенсивные меры по очистке стоков, отвечающие все более возрастающим требованиям к охране водоемов от загрязнений. Промышленные предприятия постоянно испытывают большие затруднения в ликвидации осадков промышленных сточных вод, стоимость обработки и удаления которых достигает 50 – 100% стоимости очистки стоков. Эти концентрированные отходы в жидком или обезвоженном виде зачастую сбрасываются в карьеры, овраги, моря, загрязняя водные источники. Известны два основных пути утилизации осадков: ликвидация шламов путем незаконного сброса и засыпки или отвердения цементом, асфальтом, стеклом, пластмассами и отвердения спеканием; применение для

приготовления керамических красок, огнеупорного материала и сплавов как искусственных заполнителей и рифов.

В последние годы биотермическая обработка осадков сточных вод получает все большее применение, благодаря невысоким затратам энергии и обеспечению производства гумусосодержащего продукта. Биотермическая обработка представляет собой биохимический метаболизм осадков сточных вод, сопровождаемый тепловыделением. Биотермическая обработка применяется с добавлением наполнителей к обрабатываемому осадку, который восполняет недостаток углерода осадков сточных вод, обеспечивает процесс дополнительной энергией и способствует достижению высоких температур. Однако в наполнителях углерод находится в высокорезистивном состоянии к микроорганизмам и поэтому мало используется. Известно, что добавку осадков сточных вод металлообрабатывающих предприятий в количестве 3 – 10 % в качестве добавки в керамическую массу при производстве красного глинистого кирпича. Это не влияет на технологические и эксплуатационные свойства керамических изделий. Осадок сточных вод может быть с успехом использован для производства стеновых керамических изделий, выполняя роль плавня в сочетании с органикой. Он способствует более раннему накоплению жидкой фазы и интенсификации процессов спекания и вспучивания. Введение 3 – 6 % осадка при производстве изделий дает возможность повысить предел прочности при сжатии изделий на 40 – 60 %.

В МХТИ им. Д. И. Менделеева была исследована возможность использования осадков с большим содержанием гидроксида железа для получения гексаферрита бария, который применяется при изготовлении строительной керамики (черепицы, кирпича, облицовочных плиток). Также осадок сточных вод металлургических производств можно использовать для изготовления керамзита, который может применяться в качестве теплоизолирующего и конструктивного материала в строительстве. Экономический эффект при этом достигается путем сокращения расходов на добычу и транспортировку глины, исключением затрат на строительство и эксплуатацию полигона для складирования осадка. Такие осадки могут

быть использованы в производстве красителей-пигментов. Однако, осадки не отличаются постоянством состава, поэтому краски, изготовленные на их основе, целесообразно использовать для создания декоративных глазурованных покрытий для изделий художественно-декоративной керамики.

Для производства стекломозаики, стеклорамора, стеклоблоков в качестве красителя могут использоваться осадки сточных вод и гальванических производств. При этом получены прозрачные ударопрочные, термостойкие и морозостойкие стекла. Осадки хромсодержащих сточных вод могут быть использованы для производства декоративно-облицовочного материала стеклохромзита. Практическое использование осадков сточных вод металлообрабатывающих производств в качестве красителей стекол сдерживается из-за неоднородности их состава, однако для декоративных целей они уже находят применение.

В Ростовском инженерно-строительном институте была изучена возможность использования осадка в качестве добавок в строительную керамику, цементные растворы, асфальтобетон, гипсомраморные блоки. Установлено, что введение осадка в качестве добавки улучшает структурно-механические характеристики асфальтобетона. Асфальтобетон на искусственном заполнителе применяется для верхнего слоя дорожных покрытий, особенно на наиболее нагруженных участках, а также в гидротехнических сооружениях, гидроизоляционных и кровельных покрытиях, изолирующих прокладках.

Шламы из сточных вод металлургических производств, выделенные оксикарбонатным способом, также могут быть использованы в качестве наполнителя бетоносмесей в количестве до 1 % массы цемента, при этом технологические и физико-химические качества бетона не ухудшаются.

От процесса обработки сточных вод гальванических цехов можно получать достаточно прочные отвердевшие материалы, пригодные как для захоронения, так и для практического применения. Установлено, что утилизация осадка в бетон без существенных нарушений прочностных характеристик возможна при его добавке не более 5 %, так как такая добавка осадка не вызывает коррозию арматурной

стали в образцах железобетона. Образцы асфальта с добавками осадка до 5 % отвечают требованиям ГОСТ, и осадок может быть рекомендован для использования при изготовлении дорожных покрытий в качестве заменителя минерального порошка. Осадок в асфальте удерживается прочно, вымывание тяжелых металлов при двухмесячной экспозиции в природной воде аналитически не обнаруживается, токсичность воды не установлена ни по одному из биотестов. Следовательно, только прочное связывание осадка в битумоминеральную смесь обеспечивает его экологическую безопасность. Таким образом, утилизация образующихся осадков при очистке сточных вод, позволит более рационально использовать природные ресурсы. [22]

Выводы по разделу два

1) Для машиностроительных предприятий и объекта исследования требуется большой объем технической воды, для этих целей можно использовать наземные, подземные воды, а также поверхностный сток. В каждом варианте необходима различная водоподготовка.

2) Особый интерес представляет поверхностный сток, так как он дает достаточной большой объем воды, и для ее сбора и накопления необходим резервуар-накопитель, который в этом случае будет выполнять роль сбора, накопления и усреднения.

3) На основании изученных современных приемов очистки воды, были обнаружены приемы, которые одновременно совмещают в себе подготовку воды и утилизацию отходов, что является необходимым условием для совершенствования системы водного хозяйства предприятия.

4) При выборе технологии подготовки воды необходимо использовать наиболее доступные технологии, которые дают возможность быстро и надежно подобрать технологию и ее аппаратное оформление.

5) Исследуемый машиностроительный завод в г.Миассе является классическим объектом для разработки рекомендаций по совершенствованию водного хозяйства.

3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ И КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

3.1 Определение объема поверхностного стока машиностроительного предприятия в г.Миассе с учетом климатических условий

Полные данные по Челябинской области получены у гидрометеоцентра г. Челябинск и приведены в приложении Б настоящей работы.

Среднее количество осадков за каждый месяц для города Миасс представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Количество осадков за каждый месяц для города Миасс.

Месяц	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
Количество осадков, мм	18	16	19	20	44	62

Окончание таблицы 3.1

Месяц	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Количество осадков, мм	92	57	45	32	23	21

Анализируя данные таблицы 3.1, можно сделать вывод:

- В теплый период года:
 - максимальное количество осадков выпадает за июль (92 мм);
 - минимальное количество осадков выпадает за май (44 мм).
- В холодный период года:
 - максимальное количество осадков выпадает за октябрь (32 мм);
 - минимальное количество осадков выпадает за февраль (16 мм).

В многоводные годы осадков наблюдается на 38% больше по сравнению с нормой, а в маловодные количество осадков сокращается на 27%. Причем увели-

чение происходит в большей степени благодаря дождевым осадкам, а уменьшение происходит за счет снижения в большей степени снежных осадков.

3.1.1 Определение количественных характеристик поверхностного стока

Определение количественных характеристик поверхностного стока с территории водосбора заключается в определении:

- среднегодовых и максимальных суточных объемов поверхностного стока (дождевого, талого и поливомоечного), используемых при расчете нормативов ПДС и аккумулирующих резервуаров;
- расчетных расходов дождевых и талых вод в коллекторах дождевой канализации;
- расчетных расходов поверхностных сточных вод при отведении на очистку и в водные объекты.

Расчет ведется согласно [23].

Годовой объем поверхностных сточных вод, образующихся на территории водосбора, определяется как сумма поверхностного стока за теплый (май-сентябрь) и холодный (ноябрь-март) периоды года с общей площади водосбора объекта по формуле

$$W_{\Gamma} = W_{\text{Д}} + W_{\text{T}} + W_{\text{М}}, \quad (3.1)$$

где $W_{\text{Д}}$, W_{T} и $W_{\text{М}}$ - среднегодовой объем дождевых, талых и поливомоечных вод соответственно, м^3 .

Среднегодовой объем дождевых ($W_{\text{Д}}$) и талых (W_{T}) вод, м^3 , определяется по формулам

$$W_{\text{Д}} = 10 \times h_{\text{Д}} \times \text{Д} \times F, \quad (3.2)$$

$$W_{\text{T}} = 10 \times h_{\text{T}} \times \text{T} \times F, \quad (3.3)$$

где F – расчетная площадь стока, в га;

$h_{\text{Д}}$ – слой осадков за теплый период года;

h_{T} – слой осадков за холодный период года;

Д и T – общий коэффициент стока дождевых и талых вод соответственно

Расчет общего коэффициента стока дождевых вод (D) приведено в таблице 3.2. Данные площадей покрытий, указанные в таблице 3.2 взяты с генерального плана предприятия.

Таблица 3.2 – Расчет общего коэффициента стока дождевых вод (D)

Вид поверхности или площади водосбора	Площадь, F_i , га	Доля покрытия от общей площади стока, F_i / F	Коэффициент стока, Ψ_i	$F_i \Psi_i / F$
Кровли зданий и сооружений	75	0,369	0,8	0,2952
Асфальтовые покрытия и дороги	110	0,5418	0,6	0,3250
Открытые грунтовые площадки	8	0,0394	0,2	0,0079
Зеленые насаждения и газоны	10	0,0492	0,1	0,0049
$\Sigma F_i = 203$ га		$\Sigma = 1,00$	$D = 0,633$	

$$W_D = 10 \times 300 \times 0,633 \times 203 = 385497 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$W_T = 10 \times 149 \times 0,600 \times 203 = 181482 \text{ м}^3/\text{год}.$$

В качестве одного из направлений в рекомендациях (глава 5) предлагается: снег, после уборки его с территории в зимний период, транспортировать не за территорию машиностроительного предприятия, а складировать его в резервуаре накопителе, в котором он будет таять в зимний период.

С учетом этого формула (3.1) примет вид

$$W_{\Gamma} = W_D + W_T + W_M + W_T^{убор} \quad (3.1.1)$$

$$W_T^{убор} = 10 \times 149 \times 0,300 \times 203 = 90741 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Период снеготаяния на Урале от 8 до 20 дней.

Общий годовой объем поливомоечных вод W_M , м^3 , стекающих с площади водосбора, определяется по формуле

$$W_M = 10 \times m \times k \times F_M \times \Psi_M \quad (3.4)$$

где 10 – переводной коэффициент

- m – удельный расход воды на мойку дорожных покрытий; при механизированной уборке принимается 1,2–1,5 л/м² на одну мойку;
- k – среднее количество моек дорожных покрытий в году, для средней полосы РФ составляет 100-150;
- F_m – площадь твёрдых покрытий, подвергающихся влажной уборке, га;
- Ψ_m – коэффициент стока для поливомоечных вод (принимается 0,5).

По данным увеличения объема поверхностных сточных вод различают многоводные, маловодные и расчетные года с нормальным годовым объемом воды, который собирается на территории водосбора.

$$W_m = 10 \times 1,3 \times 130 \times 110 \times 0,5 = 92950 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$W_{\Gamma}^{\text{норм}} = 385497 + 181482 + 92950 + 90741 = 750900 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$W_{\Gamma}^{\text{малов}} = 281412 + 132481 + 92950 + 66240 = 573083 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$W_{\Gamma}^{\text{многов}} = 531986 + 250446 + 92950 + 125223 = 1000605 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Определение расчетных объемов поверхностных сточных вод при отведении их на очистку произведено в соответствии с учетом климатических данных.

Объем дождевого стока от расчетного дождя $W_{\text{оч}}, \text{ м}^3$, отводимого на очистные сооружения с площадок предприятий, определяется по формуле:

$$W_{\text{оч}} = 10h_a F \Psi_{\text{mid}}, \quad (3.5)$$

где h_a – максимальный слой осадков за дождь, мм, сток от которого подвергается очистке в полном объеме;

Ψ_{mid} – средний коэффициент стока для расчетного дождя;

Среднее число дней с различным количеством осадков для города Миасс приведено в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Среднее число дней с различным количеством осадков для города Миасс

Месяц	Количество осадков						
	$\geq 0,1$	$\geq 0,5$	≥ 1	≥ 5	≥ 10	≥ 20	≥ 30
Апрель	11,7	9,7	7,7	2,4	0,6	0,1	0
Май	13,9	11,8	10	4,3	1,6	0,3	0,1
Июнь	15,4	13,5	11,7	5,1	2,4	0,5	0,2
Июль	16,8	14,9	13,3	6,8	3,4	1,2	0,5
Август	15,8	13,4	11,4	5,1	2,3	0,7	0,3
Сентябрь	15,5	13,3	11,4	4,7	1,6	0,3	0,1
Октябрь	18,7	15,7	13	4	1,1	0,2	0

График для расчета максимального суточного слоя дождевых осадков представлен на рисунке 7.

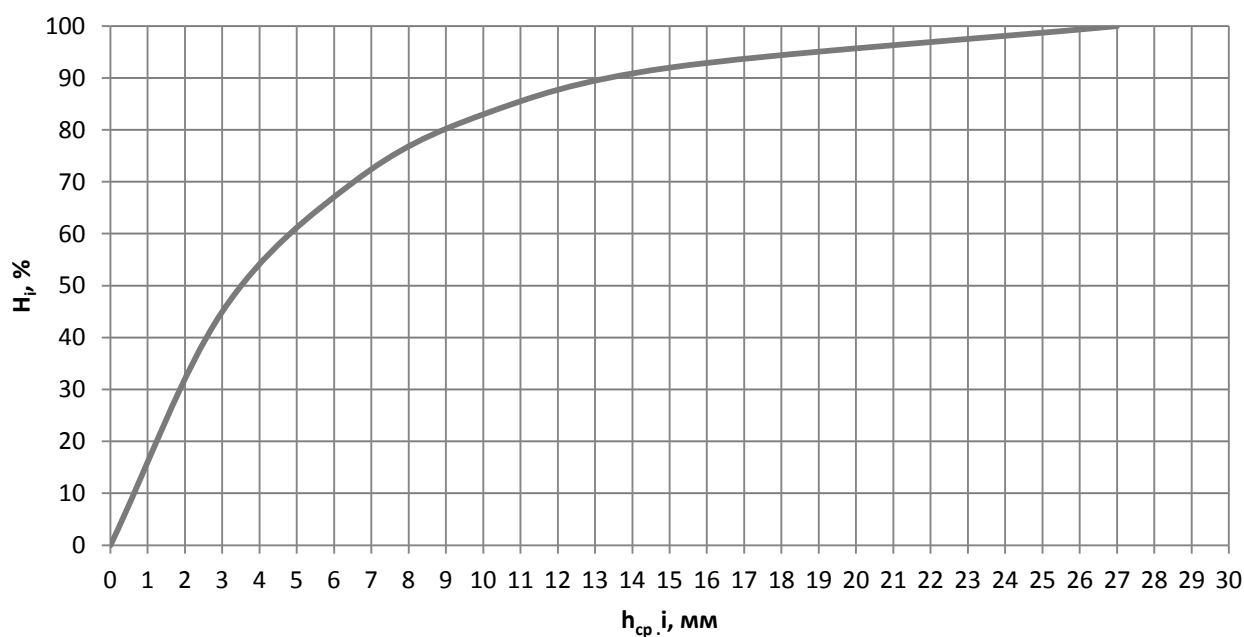


Рисунок 7 – График для расчета максимального суточного слоя дождевых осадков

H_i – суммарный слой дождевых осадков за тёплый период года (%); $h_{ср. i}$ – величина 78- суточный слой дождевых осадков, при котором обеспечивается приём на очистные сооружения 70% суммарного количества осадков $h_a = 6,53$ мм.

Средний коэффициент стока для расчетного дождя (определяется как средневзвешенная величина в зависимости от постоянных значений коэффициента стока Ψ_i для разного вида поверхностей по [23; табл. 11])

$$\Psi_{mid} = z_{mid} \times A^{0,2} \times t_r^{0,2n-0,1} \quad (3.6)$$

где A, n – параметры, характеризующие интенсивность и продолжительность дождя для конкретной местности, $n=0,71$, A по формуле 3.8;

z_{mid} – средний коэффициент стока для расчетного дождя;

t_r – расчетная продолжительность дождя, равная продолжительности протекания дождевых вод по поверхности и трубам до расчетного участка

$$t_r = t_{con} + t_{can} + t_p, \quad (3.7)$$

где t_{con} – продолжительность протекания дождевых вод до уличного лотка или при наличии дождеприемников в пределах квартала до уличного коллектора, $t_{con} = 4$ минуты;

t_{can} – то же, по уличным лоткам до дождеприемника, $t_{can} = 0$ минут;

t_p – расчетная продолжительность дождя, равная продолжительности протекания дождевых вод по поверхности и трубам до расчетного участка, мин. Она рассчитывается по формуле

$$t_p = 0,017 \times \sum \frac{l_p}{v_p}, \quad (3.8)$$

где l_p – длина расчетных участков коллектора, м;

v_p – расчетная скорость течения на участке, м/с

$$t_p = 0,017 \times 1200 = 20 \text{ мин.}$$

Тогда расчетная продолжительность дождя равна

$$t_r = 4 + 20 = 24 \text{ мин.}$$

Параметр А рассчитывается по формуле

$$A = q_{20} \times 20^n \times (1 + \lg P / \lg m_r)^y. \quad (3.9)$$

$$A = 80 \times 8,4 \times (1 + \lg 1,0 / \lg 150)^{1,54} = 696$$

Среднее значение коэффициента стока приведено в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Среднее значение коэффициента стока

Поверхность бассейна стока	Площадь, F, га	Доля покрытия от общей площади стока, а	Коэффициент покрытия, i	a × Z i
Кровли зданий и асфальтовые покрытия	185	0,9113	0,297	0,271
Открытые грунтовые площадки	8	0,0394	0,064	0,0025
Зеленые насаждения и газоны	10	0,0493	0,038	0,0019
Итого:	190	1,00	-	Z mid = 0,276

$$\psi_{mid} = 0,276 \times 696^{0,2} \times 1,14 = 1,16.$$

$$W_{оч} = 10 \times 1,16 \times 203 \times 6,53 = 15376 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Максимальный суточный объём талых вод ($Q_{m \text{ сут}}^{max}$), отводимых на очистные сооружения предприятия в середине периода снеготаяния, определяется по формуле

$$Q_{T}^{max} = 10 \times T \times K_U \times F \times h_c, \quad (3.10)$$

где T – общий коэффициент стока талых вод, принимается 0,7;
 F – общая площадь стока;
 $KУ$ – коэффициент, учитывающий частичный вывоз и уборку снега, определяется по формуле;
 h_c – слой талых вод за 10 дневных часов, мм, принимается в зависимости от расположения объекта.

$$KУ = 1 - F_y/F, \quad (3.11)$$

где F_y – площадь, очищаемая от снега.

$$KУ = 1 - 90/203 = 0,557.$$

$$Q_{Т}^{\max} = 10 \times 0,7 \times 0,557 \times 203 \times 25 = 19787 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

3.2 Определение качественных показателей. Методы отбора проб

3.2.1 Техника пробоотбора. Пробоотборные устройства.

Отбор проб может производиться ручными или автоматическими пробоотборными устройствами. Основные требования к пробоотборным устройствам – по [24-26].

Для изготовления контейнеров пробоотборных устройств или для покрытия их внутренних поверхностей могут быть использованы: полиэтилен, фторопласт, поликарбонатные полимеры, стекло, фарфор и другие химически инертные материалы, что позволит исключить возможность изменения состава отобранной пробы. Допускается применение одноразовых ёмкостей для отбора проб.

К материалам (или внутренним покрытиям) сосудов, из которых на месте отбора проба переливается в сосуд для хранения, предъявляются менее жесткие требования, чем к сосудам для хранения и транспортировки проб. В частности, допускается применение стальных и эмалированных ёмкостей.

В качестве ручных пробоотборников могут применяться черпаки, ведра, широкогорлые склянки, ручные батометры (типа батометров Руттнера или Каммерера – трубки объемом 1 - 3 дм³ с крышками с обоих концов), специальные пробоотборники для поверхностной пленки.

Конструктивные особенности полуавтоматических и автоматических устройств для отбора проб сточных вод определяются условиями их эксплуатации при выполнении обязательных требований:

- пробоотборник должен обеспечивать отбор проб при максимальных скоростях потоков на контролируемых объектах, в т.ч. при аварийном сбросе;

- пробоотборник должен обеспечивать отбор разовых и усредненных проб по заданной программе;

- пробоотборник должен обеспечивать необходимую герметизацию пробы, хранение ее в условиях, предотвращающих изменение состава пробы и содержания веществ. Конструкция пробоотборника должна защищать от избыточной влажности (атмосферной и испарений исследуемой воды) и от обледенения в холодный период года;

- пробоотборник должен быть устойчив к внешним воздействиям, характерным для места его размещения (вибрация, температура, влажность и пр.);

- материалы смазки механических частей пробоотборника или герметизации контейнеров для проб не должны оказывать влияния на состав отбираемой пробы.

Пробоотборники, предназначенные для отбора заданного объема воды или сопряженные с расходомерами, должны быть снабжены инструкцией по эксплуатации, ремонту и свидетельствами о поверке.

Объем пробы сточных вод определяется исходя из количества, необходимого для проведения всех необходимых исследований, зависит от вида и числа определяемых показателей, их концентрации в водном объекте, применяемой методики определения.

Объем взятой пробы для определения конкретного показателя должен соответствовать объему, установленному в нормативном документе, и возможности проведения повторного исследования.

При этом для получения одной пробы, отражающей состав и свойства воды в данной точке отбора, допускается неоднократно отбирать воду в этой точке отбора за максимально короткий период времени.

Надежность и устойчивость пробоотборников к внешним воздействиям должны удовлетворять требованиям [27-28] и иным действующим нормативным документам, учитывающим условия эксплуатации устройств.

Требования к подготовке контейнеров и сосудов для хранения проб, способы отбора аналитической пробы и другие особенности техники отбора проб должны соответствовать [28] и документу, регламентирующему методику анализа.

Для целей оценки массы и соблюдения нормативов сброса веществ, присутствующих в сточной воде в виде поверхностной пленки или входящих в ее состав, при визуальном обнаружении пленки на поверхности воды в водоотводящем устройстве применяются специальные пробоотборники для поверхностной пленки.

Перед отбором проб посуду, в которую ее набирают, надо 2 - 3 раза ополоснуть анализируемой водой. Пробу воды для определения нефтепродуктов надо отбирать в отдельную посуду, не ополаскивая ее исследуемой водой.

Отбор проб для определения взвешенных веществ производят только после перемешивания потока, а если это невозможно, то отбирают серию проб по всему сечению потока.

3.2.2 Типы отбираемых проб

Типы проб, методы отбора и их преимущественное использование приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Типы проб, методы отбора и их использование [29]

Тип пробы	Область применения
1 Точечные пробы	Отбор точечных проб применяют, когда поток воды не однороден; значения определяемых показателей не постоянны; использование составной пробы делает неясными различия между отдельными пробами; при исследовании возможного наличия загрязнения или для определения времени (в случае автоматического отбора проб) его появления, а также при

Тип пробы	Область применения
	<p>проведении обширной программы отбора проб.</p> <p>Точечные пробы предпочтительнее, если цель программы отбора проб - оценить качество воды по отношению к нормативам содержания (предельно допустимых концентраций) показателей в воде, установленных в НД, а также рекомендуются для определения неустойчивых показателей (концентрация растворенных газов, остаточного хлора и др.)</p>
<p>2 Периодический отбор</p> <ul style="list-style-type: none"> - периодические пробы времязависящие - периодические пробы потокозависящие - периодические пробы объемозависящие 	<p>Пробы отбирают в одну или более емкостей. За фиксированное время в каждую емкость для отбора проб отбирается один и тот же установленный объем.</p> <p>Примечание - Время отбора может зависеть от определяемого показателя</p> <p>Пробы различных объемов берутся за постоянные интервалы времени, объем зависит от потока. Метод отбора применяют, если изменения в составе воды и скорость потока не взаимосвязаны</p> <p>Для каждой единицы объема потока воды проба берется независимо от времени. Метод отбора применяют, если изменения в составе воды и скорость потока не взаимосвязаны</p>
<p>3 Непрерывный отбор:</p> <ul style="list-style-type: none"> - непрерывные пробы, отобранные при постоянной скорости потока 	<p>Пробы позволяют получить все сведения о показателях воды за период отбора проб, но, во многих случаях, не обеспечивают информацией о различиях в концентрациях определяемых показателей</p>

- непрерывные пробы, отобранные при непостоянной скорости потока	Это наиболее точный метод отбора проб проточной воды, если скорость потока и концентрация определяемых показателей изменяются значительно.
Тип пробы	Область применения
4 Отбор проб сериями: - пробы глубинного профиля - пробы профиля площади	Серия проб воды, отобранных на различных глубинах исследуемой воды в конкретном месте Серия проб воды, отобранных на определенной глубине исследуемой воды в различных местах
5 Составная проба	Составная проба может быть получена вручную или автоматически независимо от метода отбора проб. Составные пробы применяют в случаях, когда требуются усредненные данные о составе воды.
6 Пробы большого объема	Пробы объемом от 50 дм ³ до нескольких кубических метров. Пробу отбирают в емкость (цистерну) пропусканием измеренного объема через фильтр в зависимости от определяемого показателя. При подаче воды под давлением для контроля потока применяют регулирующий клапан. Насос располагают после фильтра и после измерителя; если пробу отбирают для определения легколетучего показателя, то насос располагают ближе к месту отбора пробы, измеритель - после фильтра. При отборе пробы воды, содержащей взвешенные твердые частицы, которые могут загрязнять фильтр, применяют дополнительные фильтры, расположенные параллельно. При использовании более одного фильтра пробу рассматривают как составную пробу.

3.2.3 Методика отбора проб снега

Отбор проб снега рекомендуется производить в направлении господствующих ветров (подветренно) и в контрольных точках, указанных в приложении В. Пробы снега отбираются на участках, где сохранился нетронутым снеговой покров. Отбор снега производится при помощи бура или инструмента, заменяющего его. Для получения усредненного образца следует отбирать снеговые пробы в 5-ти точках "конвертом" (на участке площадью 1 кв. м отбирают пробы снега по углам квадрата и в его центре).

Пробы снега помещаются в чистые полиэтиленовые пакеты, во избежание возможного выщелачивания из стекла гидрокарбонатов, карбонатов и других анионов слабых кислот. Пробы снегового покрова отбираются согласно [30]. В лабораторных условиях во избежание таяния снега его сразу же перекладывают в эмалированную посуду для последующей обработки.

3.2.4 Методика определения органолептических показателей талого снега и воды

Для определения прозрачности проб талой воды в стеклянный цилиндр диаметром 3 см высотой 30 см наливается определенное количество воды, через которую просматривается шрифт (печатный текст). Сравнить каждую пробу с контрольным образцом – дистиллированной водой. Вода может быть прозрачной, слабо мутной, сильно мутной. Перед замером воду необходимо взболтать. Прозрачность зависит от количества взвешенных частиц органического и неорганического происхождения и определяется высотой столба воды в цилиндре, сквозь который начинают читаться буквы.

Для определения запаха в чистую широкогорлую колбу объемом 100 мл наливают исследуемую воду на 2/3 объема, прикрывают стеклышком, осторожно взбалтывают. Затем, сдвинув с колбы стеклышко, определяют запах воды. Интенсивность запаха воды (при 20° С не должна превышать двух баллов) определяем по пятибалльной системе.

Содержание взвешенных частиц определяется фильтрованием воды через бумажный фильтр и последующим высушиванием осадка в сушильном шкафу до постоянной массы.

Содержание взвешенных частиц (в мг/л) в испытуемой воде определяется по формуле

$$W_{\text{взв}} = (M_1 - M_2) \times 1000 / V, \quad (3.12)$$

где M_1 – масса бумажного фильтра с осадком взвешенных частиц, г;

M_2 – масса бумажного фильтра, г;

V – объем воды для анализа, л.

Пробы снега взяты по методике, описанной в п. 3.2.3 данной работы в местах, расположенных в непосредственной близости от загрязненных цехов. Места отбора проб указаны на карте, в приложении Д. Пробы снега взяты 20.12.2019 г. и повторно в тех же точках для отслеживания статистики 15.01.2020 г., 20.02.2020 г. и 25.11.2020 г. Пробы дождевой воды взяты 25.05.2020 г., 14.07.2020 г., 08.08.2020 г., 08.09.2020 г. Результаты исследования проб воды представлены в таблицах 3.6.1-3.6.6 – Основные показатели качества воды.

Таблица 3.6.1 – Основные показатели качества дождевой воды

Показатель качества воды	25.05.2020	14.07.2020	08.08.2020	08.09.2020
рН	6,2	6,1	6,7	6,6
Взвешенные вещества, мг/л	1187	1160	1112	1125
Солесодержание, мг/л	168	177	141	134
Общ. жесткость, мг-экв/л	2,5	2,7	2,0	2,4
Цветность, °	691	704	689	671
Мутность, мг/л	213	185	209	201
Щелочность, мг-экв/л	3,3	3,1	3,2	3,3
Окисляемость, мг/л	76,5	81,2	79,1	78,8

Таблица 3.6.2 – Основные показатели качества талой воды пробы от 20.12.2019 г

Показатель качества воды	Точки отбора проб							
	1	2	3	4	5	6	7	8
рН	7,3	7,0	7,1	7,5	7,4	7,2	7,1	6,6
Взвешенные вещества, мг/л	37	1640	451	732	997	420	298	21
Солесодержание, мг/л	59	130	60	69	113	137	92	38
Общ. жесткость, мг-экв/л	1,1	1,9	1	1,6	2,1	2,8	2,0	1,1
Цветность, °	65,1	844,4	169,2	80,0	165,0	688,0	233,0	20,1
Мутность, мг/л	33,4	111,2	99,3	24,2	198,1	43,8	66,4	7,9
Щелочность, мг-экв/л	1,1	2,4	1,2	1,1	1,9	2,1	1,9	0,8
Окисляемость, мг/л	20,1	87,8	11,6	19,6	18,5	59,8	46,1	2,5

Таблица 3.6.3 – Основные показатели качества талой воды пробы от 15.01.2020 г

Показатель качества воды	Точки отбора проб							
	1	2	3	4	5	6	7	8
рН	7,4	7,1	7,2	7,6	7,4	7,2	7,1	6,3
Взвешенные вещества, мг/л	36	1685	560	597	1260	398	341	25
Солесодержание, мг/л	66	121	42	68	93	139	81	42
Общ. жесткость, мг-экв/л	1,2	2,1	0,9	1,3	1,8	2,9	1,7	1,0
Цветность, °	65,4	841	138,6	87,9	181,1	598,0	198,2	29,1
Мутность, мг/л	31,6	131	109,5	41,3	193,3	39,4	58,1	11,9
Щелочность, мг-экв/л	1,2	2,3	1,1	1,2	2,2	2,2	1,8	0,9
Окисляемость, мг/л	21,3	93,7	17,8	25,7	24,6	69,4	49,9	2,3

Таблица 3.6.4 – Основные показатели качества талой воды пробы от 20.02.2020 г

Показатель качества воды	Точки отбора проб							
	1	2	3	4	5	6	7	8
рН	7,3	7,2	7,4	7,4	7,6	7,4	7,2	6,7
Взвешенные вещества, мг/л	41	1730	569	655	1332	501	334	24
Солесодержание, мг/л	67	134	55	69	111	162	87	34
Общ. жесткость, мг-экв/л	1,3	2,0	0,9	1,6	2,1	2,8	2,0	1,0
Цветность, °	68,4	865	150	93,3	194,4	646,2	211	22
Мутность, мг/л	42,4	125	99,3	38,6	201	45,2	63,1	17,4
Щелочность, мг-экв/л	1,2	2,4	1,4	1,2	2,6	1,9	1,7	0,8
Окисляемость, мг/л	31,1	92,4	25,6	23,9	28,5	68,5	49,1	2,4

Таблица 3.6.5 – Основные показатели качества талой воды пробы от 25.11.2020 г

Показатель качества воды	Точки отбора проб							
	1	2	3	4	5	6	7	8
рН	7,1	7,1	7,2	7,0	7,5	7,3	7,6	6,5
Взвешенные вещества, мг/л	44	1660	510	570	1224	440	220	23
Солесодержание, мг/л	55	120	48	67	99	119	77	32
Общ. жесткость, мг-экв/л	1,2	1,9	0,9	1,8	2,0	2,8	1,9	0,9
Цветность, °	64	811	121	77	161	590	201	30
Мутность, мг/л	29	85	79,9	28	184	38,3	66,1	12,1
Щелочность, мг-экв/л	1,4	2,2	1,1	1	2,3	2,1	1,6	0,7
Окисляемость, мг/л	29,1	84,6	11,3	19,2	22,4	55,3	52	1,9

3.3 Математическая обработка данных исследований по определению качественных показателей

Математическую обработку данных проводим согласно [31, прил. Б]

Для статистической обработки результатов сначала отбрасывают возможные грубые промахи, затем вычисляют стандартное отклонение и доверительный интервал.

Выявление грубых промахов. При многократном повторении некоторого измерения какое-нибудь одно значение может особенно сильно отличаться от остальных. В этом случае важно решить, идет ли речь о случайном отклонении или о грубой ошибке (грубом промахе), которая должна быть исключена из повторяющихся результатов измерений. Для исключения грубых промахов все полученные результаты ранжируют по возрастанию или убыванию.

Очевидно, что при этом на предмет грубых промахов следует рассматривать только крайние члены ряда. Q-критерий вычисляется

$$\text{для } n = 3 - 7 \quad Q = \left| \frac{x_1 - x_2}{x_1 - x_n} \right| \quad (3.13)$$

$$\text{для } n = 8 - 10 \quad Q = \left| \frac{x_1 - x_2}{x_1 - x_{n-1}} \right|$$

где x_1 – значение, которое рассматривается как возможный грубый промах;

x_2 – ближайшее к x_1 значение в ряду ранжированных результатов;

$x_1 - x_n$ – размах варьирования результатов.

Найденное значение Q-критерия сопоставляют с табличным [31; табл. Б.1) при данной доверительной вероятности и числе измерений $Q(P, n)$. Величину x_1 можно считать грубой ошибкой, если выполняется условие: $Q > Q(P, n)$.

Стандартное отклонение служит наиболее распространенной мерой разброса и характеризуют случайную ошибку метода анализа. Стандартное отклонение S определяют по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}, \quad (3.14)$$

где x_i – отдельное значение;

\bar{x} – среднее значение;

n – общее число измерений.

Чтобы избежать недоразумений при оценке полученного результата, следует указать погрешность результата. Для характеристики погрешности может слу-

жить доверительный интервал. Результат следует представлять в виде: $\bar{x} \pm \Delta\bar{x}$ с указанием P, n

Для расчета доверительного интервала используют формулу

$$\Delta\bar{x} = \frac{t(P, f) \cdot s}{\sqrt{n}}, \quad (3.15)$$

где $t(P, f)$ – t-критерий или критерий Стьюдента, который выбирается для данных доверительной вероятности P и числа степеней свободы $f=n-1$

При расчёте доверительного интервала следует предварительно выбрать доверительную вероятность P, определяющую результат вычислений. При переходе от двух к трем или четырем параллельным определениям точность данных значительно увеличивается, т.к. величина критерия Стьюдента существенно уменьшается. Однако с дальнейшим ростом числа параллельных определений это преимущество перестает оправдывать трудозатраты на определение.

Данные расчета и графики для талого стока приведены в приложении Г, а графики для дождевого стока – в приложении Д.

Основные показатели качества стока на территории машиностроительного предприятия представлены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Основные показатели качества воды на территории машиностроительного предприятия в городе Миассе.

Показатель качества воды	Показатели качества воды в Поликарповском пруду	Показатели качества дождевого стока на территории предприятия	Показатели качества талого стока на территории предприятия	Показатели, требуемые предприятию
рН	7,0-8,8	6,1-6,7	6,3-7,6	6,0-8,0
Взвешенные вещества, мг/л	56	1146	605	27,35
Солесодержание, мг/л	473	155	84	795,0
Общ. жесткость, мг-экв/л	5,1	2	1,68	5,0-7,0

Выводы по разделу три

1) Машиностроительный завод в г.Миассе рассматривается как передовое предприятие для разработки рекомендаций совершенствованию водного хозяйства.

2) Анализируя данные, были сделаны выводы, что в среднем за 10 лет: рассматриваемым цехам необходима техническая вода в объеме 2 414 934 м³/год, количество оборотной воды 1 614 291 м³/год. Оставшаяся разница 800 643 м³/год, подпитка, производится из Поликарповского пруда.

3) Годовой объем поверхностного стока сточных вод, образующихся на территории водосбора ($W_{mid} = 750900$ м³/год, $W_{min} = 573083$ м³/год, $W_{max} = 1000605$ м³/год), что вполне создает возможность восполнения потерь цехов и сохранения воды в природном источнике, за счет сбора, накопления и очищения поверхностного стока с территории предприятия для его дальнейшего использования на технические нужды.

4) При сравнении качественных показателей воды из Поликарповского пруда с требованиями к воде на предприятии видно, что по взвешенным веществам вода не подходит.

5) Исследованием установлено, что показатели качества дождевого стока ниже других предложенных вариантов, а значит необходимо опираться именно на них при подготовке воды для технологических нужд.

4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИЕМОВ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА ИССЛЕДУЕМОГО МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

4.1 Расчет резервуара для накопления поверхностного стока

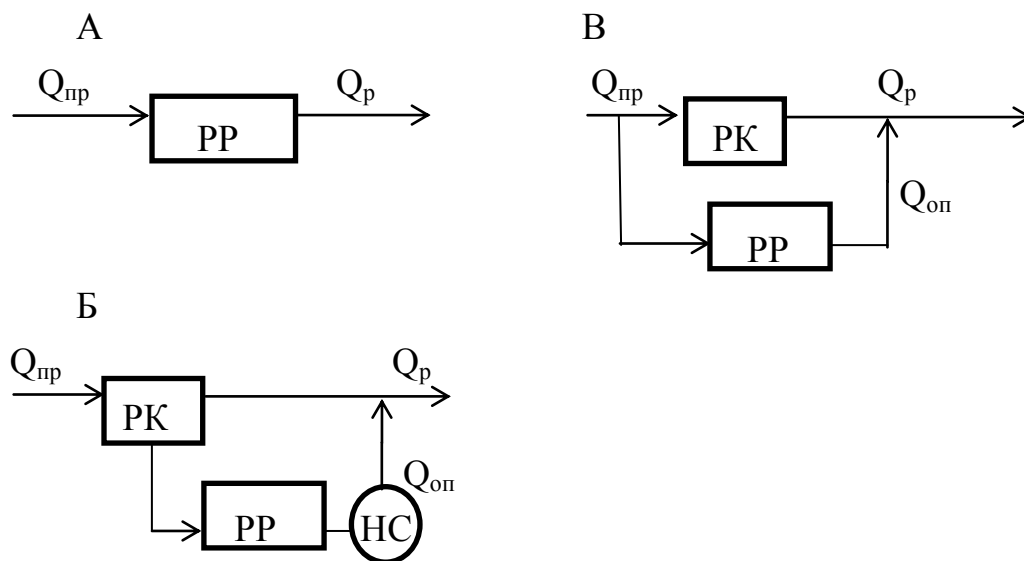
При подборе схемы очистки и производительности очистных сооружений необходимо учитывать, что дожди характеризуются неравномерностью расхода и концентраций. Расходы дождевого стока в сетях водоотведения обычно быстро нарастают, достигают максимума в моменты концентрации стока со всего бассейна, затем снижаются до полного прекращения стока.

Закладывать производительность очистных сооружений равной максимальным расходам нерационально, т.к. продолжительность их невелика. Стоимость же возведения таких сооружений превысит границы разумных пределов, поставив вопрос об экономической целесообразности данного предприятия.

В данных случаях целесообразен временный сброс пиковых расходов дождевого стока в емкости-резервуары, которые будут опорожняться после прекращения поступления стока.

Так может быть уменьшена необходимая пропускная способность, а, следовательно, размеры коллекторов и других сооружений, расположенных за резервуарами, включая насосные станции и очистные сооружения. Данное регулирование повышает эффективность работы очистных сооружений, уменьшает их объем и стоимость.

Возможные несколько схем включения регулирующих емкостей в общую систему водоотведения, представлены на рисунке 8.



А – проточные с поступлением всего расхода к резервуару;

Б – с разделительной камерой (РК) и насосной станцией (НС) для опорожнения;

В – с РК и самотечным трубопроводом для опорожнения

Рисунок 8 – Схемы подключения регулирующих резервуаров (РР) к
дождевой сети

Разделительная камера позволяет отделить загрязненный сток от условно чистого. Разделение возможно за счет использования перегородки. Загрязненный сток от дождей малой интенсивности и стоки после поливомоечных работ характеризуются небольшим расходом стоков поступающих в систему ливневой канализации, одновременно с этим данные стоки характеризуются большим количеством загрязнений. Весь этот загрязненный сток поступает на очистные сооружения поверхностного стока. В тоже время дожди большой интенсивности, характеризующиеся как следствие большим расходом, содержат загрязнения только в первой порции дождя, которая поступает на очистные сооружения; оставшийся сток (условно чистый) содержит незначительные загрязнения и переливаясь через перегородку, сбрасывается по байпасной линии. Понятие условно чистого дождя используется в нормативной документации и подразумевает под собой дождь с

загрязнениями незначительно отличающимися от фоновой концентрации водоемов.

Благодаря точности регулирования потоков и малым глубинам заложения очистных сооружений основной схемой регулирования, как правило, является вариант регулирования с разделительной камерой и насосной станцией.

В условиях Урала рекомендуется планировать работу очистных сооружений поверхностного стока в теплое время года. Работа очистных сооружений начинается с момента снеготаяния. Таким образом к концу дня в резервуаре остается неиспользованным $Q_T - Q_{оч} - \sum q_{п}$.

За время снеготаяния в резервуаре-накопителе аккумулируется определенный объем, который определяется по формуле

$$W_{т.с}^{ак} = (Q_T - Q_{оч} - \sum q_{п}) \times t, \quad (4.1)$$

где Q_T – приток талых вод за день снеготаяния;

$Q_{оч}$ – расход воды, подаваемой на очистные сооружения, тыс.м³/сут;

$\sum q_{п}$ – потери на фильтрацию и испарение с зеркала воды, тыс.м³/сут;

t – время снеготаяния (для Урала 8-20 дней).

Расход подпиточной воды можно вычислить с учетом таблицы 1.4.

Потери на испарение для Урала равны 14 мм за все время снеготаяния [32].

Окончательно объем резервуара накопителя определяется по формуле

$$W_{р.н.} = W_T - (Q_{оч} + \sum q_{п}) \times t. \quad (4.2)$$

$$W_{р.н.} = 181480 - (2000 + 0,44) \times 20 = 133\,000 \text{ м}^3.$$

Изменение объема воды в резервуаре во время снеготаяния представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Изменение объема воды в резервуаре во время снеготаяния

День	Объем талого стока, тыс.м ³	Расход воды на подпитку и потери, тыс.м ³	Оставшееся количество воды в резервуаре, тыс.м ³
1	9,07	2,44	6,63
2	18,15	4,88	13,27
3	27,22	7,32	19,90
4	36,30	9,76	26,54
5	45,37	12,20	33,17
6	54,44	14,64	39,80
7	63,52	17,08	46,44
8	72,59	19,52	53,07
9	81,67	21,96	59,71
10	90,74	24,40	66,34
11	99,81	26,84	72,97
12	108,89	29,28	79,61
13	117,96	31,72	86,24
14	127,04	34,16	92,88
15	136,11	36,60	99,51
16	145,18	39,04	106,14
17	154,26	41,48	112,78
18	163,33	43,92	119,41
19	172,41	46,36	126,05
20	181,48	48,80	132,68
21	181,48	50,80	130,68
22	181,48	52,80	128,68
23	181,48	54,80	126,68
24	181,48	56,80	124,68
25	181,48	58,80	122,68
26	181,48	60,80	120,68
27	181,48	62,80	118,68
28	181,48	64,80	116,68
29	181,48	66,80	114,68
30	181,48	68,80	112,68

График изменения объема воды в резервуаре во время снеготаяния представлен на рисунке 9.

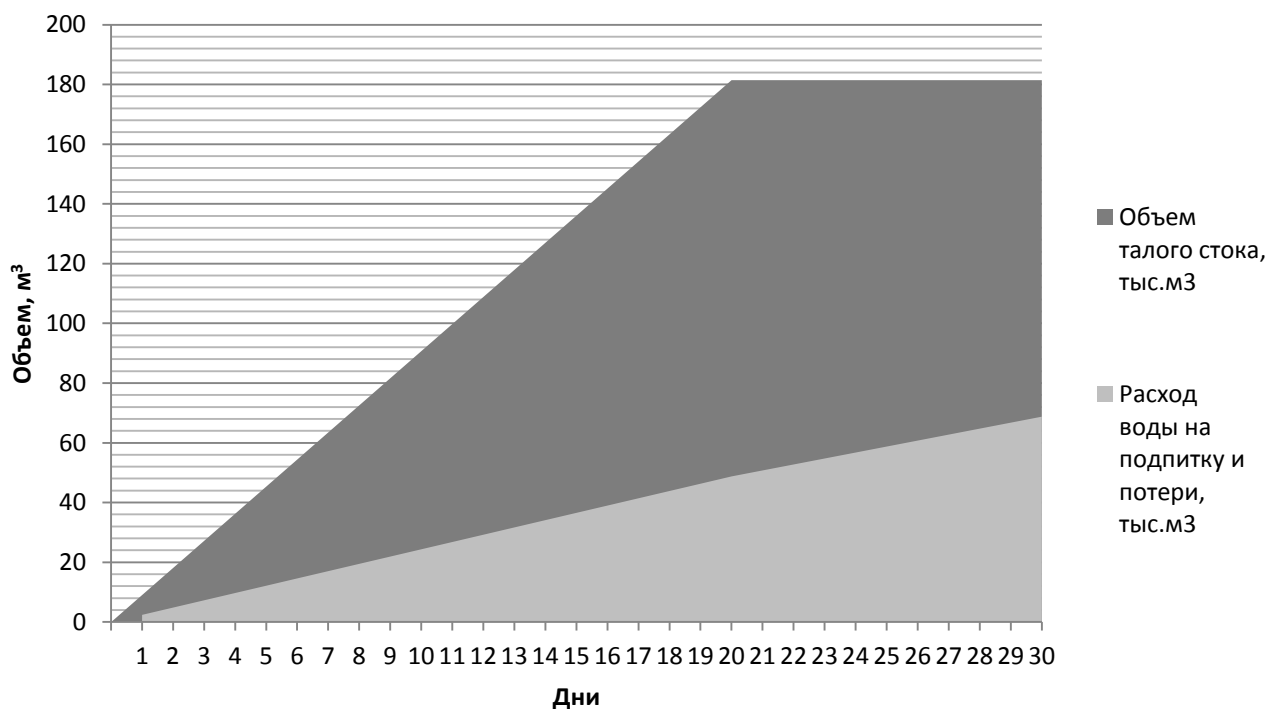


Рисунок 9 – График изменения объема воды в резервуаре во время снеготаяния

Резервуар-накопитель представляет собой прямоугольный железобетонный резервуар, состоящий из 4 карт с отверстиями, расположенными в продольной стенке на разных глубинах и перекрытыми шиберами. Для выпуска иловой воды, выделяющейся при отстаивании осадка, по высоте продольных стен карт-резервуаров устраивают отверстия, перекрываемые шиберами. Иловую воду направляют для очистки в голову сооружений по аналогии с иловыми площадками с отстаиванием и поверхностным удалением воды. Расстояние между выпусками иловой воды устанавливается не более 18 м. Для механизированной уборки высушенного осадка устраивают пандусы с уклоном до 12%.

4.2 Выбор оптимальных методов подготовки воды

Отстаивание - простейший метод, не требующий сложных сооружений и дополнительных энергетических затрат.

Отстаивание воды - процесс выделения из нее под действием гравитационных сил взвешенных веществ; при этом частицы с плотностью, большей плотности воды, движутся вниз, с меньшей — вверх.

На рисунке 10 представлен процесс отстаивания талой воды.



Рисунок 10 – Процесс отстаивания талой воды ($t=0$ и $t=24$ часа)

На рисунке 11 представлен график процесса отстаивания талой воды.

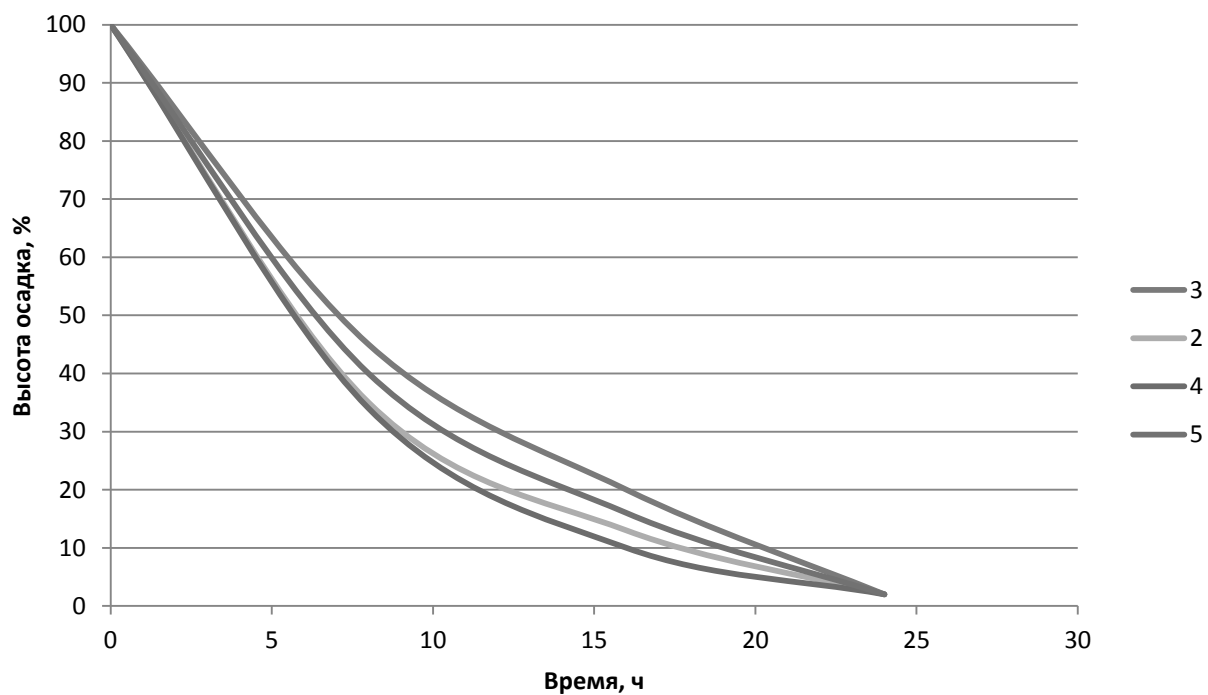


Рисунок 11 – График процесса отстаивания талой воды
 На рисунке 12 представлен процесс отстаивания дождевой воды.

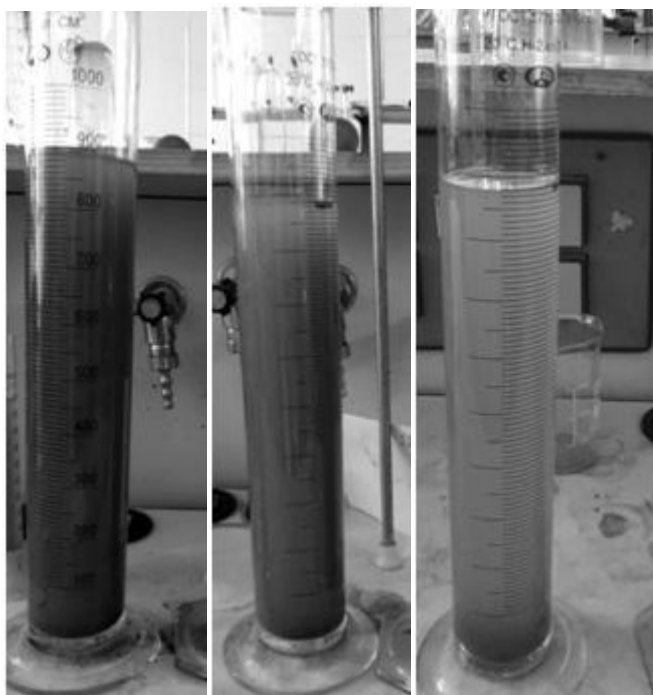


Рисунок 12 – процесс отстаивания дождевой воды (t=0, t=2 и 24 часа)
 На рисунке 13 представлен график процесса отстаивания дождевой воды.

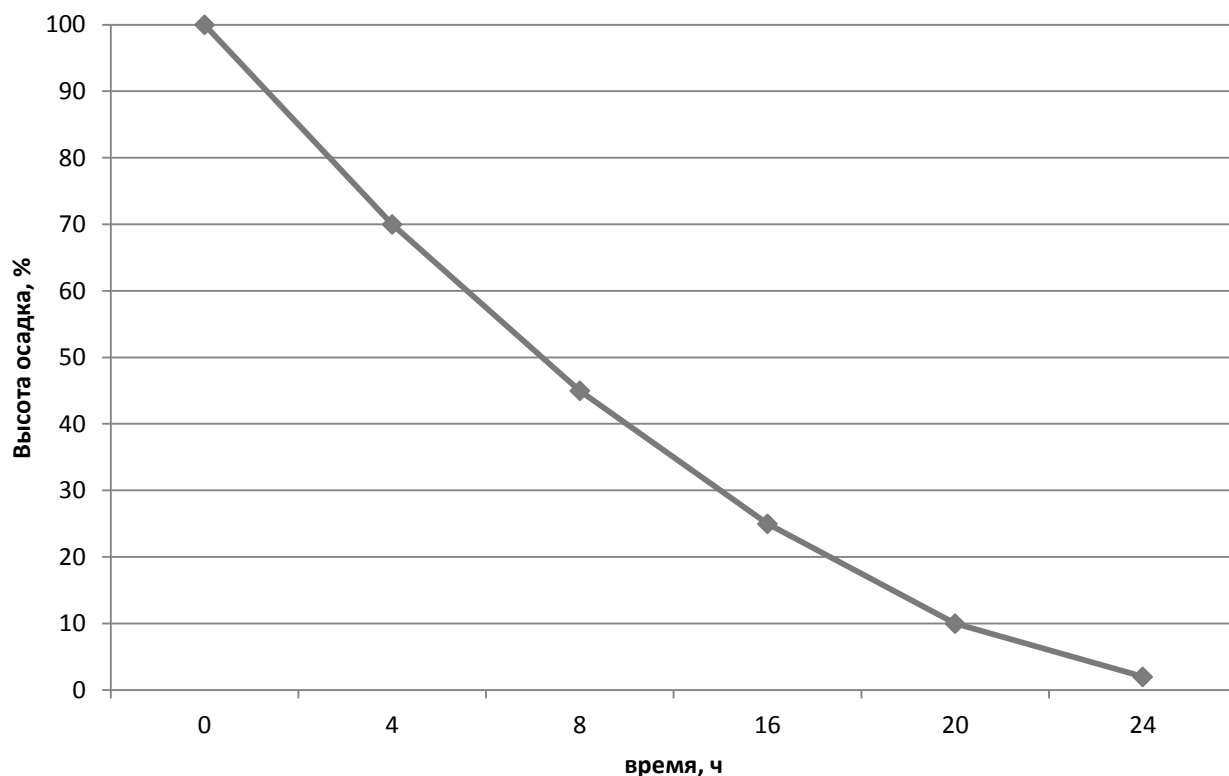


Рисунок 13 – График процесса оттаивания дождевой воды

Таблица 4.1 – Определение количества взвешенных веществ до и после оттаивания в течении 24 часов

Показатель качества воды	Показатели качества дождевого стока на территории предприятия				Показатели качества талого стока на территории предприятия
	2	3	4	5	
Номер пробы					
Количество взвешенных веществ, мг/л, до оттаивания	1730	569	655	1332	604
Количество взвешенных веществ, мг/л, после оттаивания	276	79	102	210	65

Эффект очистки от взвешенных веществ для стока рассчитывается по формуле

$$\mathcal{E} = \frac{C_{\text{ВЗВ}}^{\text{до оч}} - C_{\text{ВЗВ}}^{\text{после оч}}}{C_{\text{ВЗВ}}^{\text{до оч}}} \times 100\%, \quad (4.3)$$

где $C_{\text{ВЗВ}}^{\text{до оч}}$ – количество взвешенных веществ до очистки, мг/л;

$C_{\text{ВЗВ}}^{\text{после оч}}$ – количество взвешенных веществ после очистки, мг/л.

$$\mathcal{E}_T = \frac{604 - 65}{604} \times 100\% = 89\%$$

$$\mathcal{E}_D = \frac{1072 - 167}{1072} \times 100\% = 84\%$$

После отстаивания количество взвешенных веществ, все еще не удовлетворяет требованиям предприятия, поэтому рекомендуется использование процесса фильтрования на механических фильтрах, что позволит произвести очистку воды до 95%.

В результате отстаивания образовался осадок, объем которого составил 1,6% от первоначального объема воды для дождевого стока, и 3% - для талого.

С учетом условий Урала был поставлен эксперимент на промораживание осадка, в результате этого осадок был обезвожен и отдал еще 70% воды у талого стока и 50% у дождевого стока.

Наилучшими доступными технологиями для сокращения массы осадка, образующегося на очистных сооружениях являются:

- а) механическое обезвоживание в центрифугах, на ленточных и камерных фильтр-прессах, шнековых прессах, дегидрататорах;
- б) обезвоживание в геоконтейнерах (геотубах).
- в) использование площадок складирования для промораживания в естественных условиях

Данные приемы подлежат применению на модернизируемых объектах, так же должны быть учтены при проектировании новых сооружений

Эффект очистки от взвешенных веществ для стока рассчитывается по формуле

$$\mathcal{E} = \frac{C_{\text{ВЗВ}}^{\text{до оч}} - C_{\text{ВЗВ}}^{\text{после оч}}}{C_{\text{ВЗВ}}^{\text{до оч}}} \times 100\%, \quad (4.3)$$

где $C_{\text{ВЗВ}}^{\text{до оч}}$ – количество взвешенных веществ до очистки, мг/л;

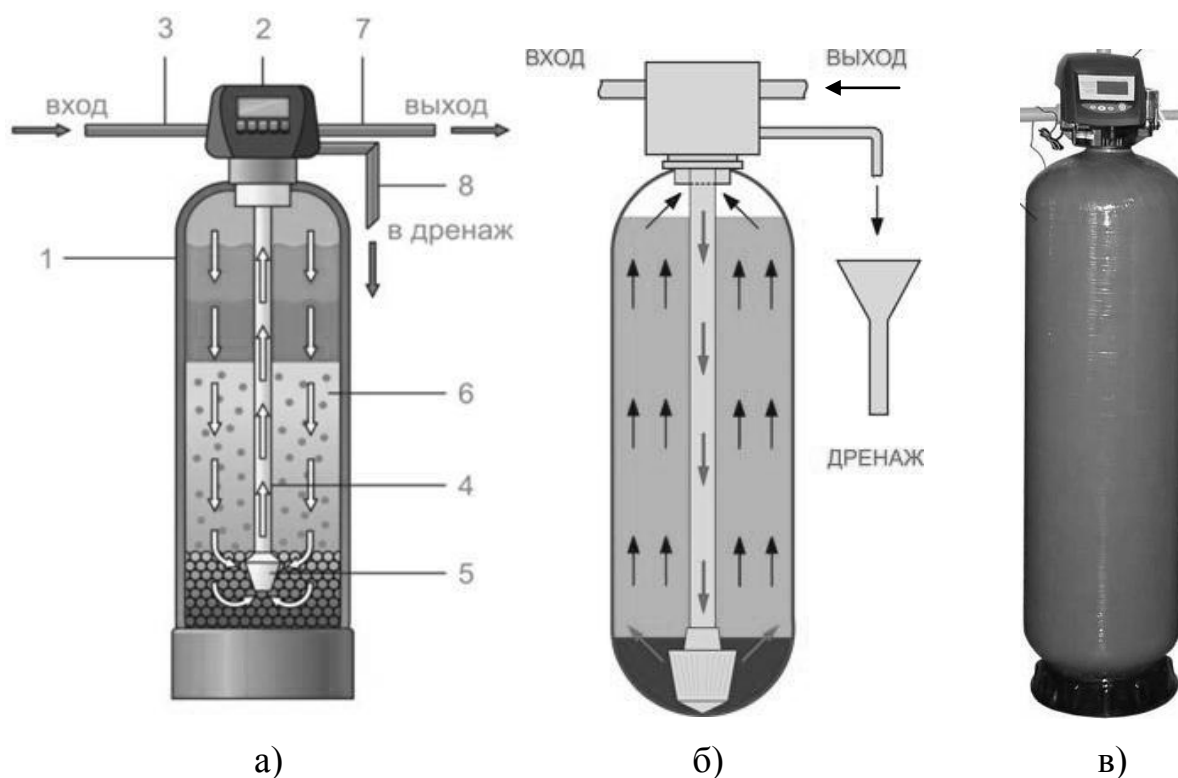
$C_{\text{ВЗВ}}^{\text{после оч}}$ – количество взвешенных веществ после очистки, мг/л.

$$\mathcal{E}_T = \frac{604 - 65}{604} \times 100\% = 89\%$$

$$\mathcal{E}_D = \frac{1120 - 182}{1120} \times 100\% = 84\%$$

После отстаивания количество взвешенных веществ вода все еще не удовлетворяет требованиям предприятия, поэтому рекомендуется использование процесса фильтрования на скорых механических фильтрах по рекомендациям НДТ, что позволит произвести очистку воды до 95%.

На рисунке 14 представлена схема работы скорого напорного фильтра.



а) режим очистки воды, б) режим промывки фильтра, в) внешний вид скорого напорного фильтра

1 – корпус фильтра, 2 – блок управления, 3 – подача воды, 4 – забор воды после очистки, 5 – водораспределительное устройство, 6 – фильтрующая загрузка, 7 – очищенная вода, 8 – промывные воды.

Рисунок 14 – Скорый напорный фильтр

Выводы по разделу четыре

- 1) Объем резервуара-накопителя поверхностного стока для исследуемого объекта – 133 тыс.м³, который выполняет роль усреднителя, накопителя и обеспечивает надежность подпитки оборотных циклов рассматриваемых цехов вместо воды из Поликарповского пруда.
- 2) Проведены исследования по отбору проб талого и дождевого стоков, в отобранных пробах были определены основные показатели качества воды, было установлено, что требуется удаление взвешенных веществ.
- 3) Проведен эксперимент по изучению кинетики отстаивания поверхностного стока, в ходе которого было определено, что процесс отстаивания снижает содержание взвешенных веществ в дождевом стоке на 84%, а в талом стоке – 89%, при этом образуются объемы осадка 1,6% для дождевого стока от первоначального объема и 3% для талого стока.
- 4) На основе НДТ выбран метод естественного промораживания. После проморозки осадок был обезвожен и отдал еще 70% воды у талого стока и 50% у дождевого стока.
- 5) Были получены данные для разработки рекомендаций по модернизации системы водного хозяйства машиностроительного предприятия.

5 РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ МОДЕРНИЗАЦИИ И ОПТИМИЗАЦИИ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

5.1 Экономическая эффективность

Расчет ведется согласно [33].

Исчисление размера вреда, причиненного водному объекту сбросом вредных (загрязняющих) веществ в составе сточных вод и (или) дренажных вод, производится по формуле

$$Y = K_{\text{вг}} \times K_{\text{в}} \times K_{\text{ин}} \times \sum_{i=1}^n H_i \times M_i \times K_{\text{из}} \quad (5.1)$$

где Y – размер вреда, тыс. руб.;

$K_{\text{вг}}$ – коэффициент, учитывающий природно-климатические условия в зависимости от времени года, $K_{\text{вг}} = 1,25$;

$K_{\text{в}}$ – коэффициент, учитывающий экологические факторы (состояние водных объектов), $K_{\text{в}} = 1,22$;

$K_{\text{ин}}$ – коэффициент индексации, учитывающий инфляционную составляющую экономического развития, $K_{\text{ин}} = 1,044$;

H_i – таксы для исчисления размера вреда от сброса i -го вредного (загрязняющего) вещества в водные объекты, 30 тыс. руб./т;

M_i – масса сброшенного i -го вредного (загрязняющего) вещества определяется по каждому загрязняющему веществу, т, рассчитывается по формуле (5.2);

$K_{\text{из}}$ – коэффициент, учитывающий интенсивность негативного воздействия вредных (загрязняющих) веществ на водный объект, $K_{\text{из}} = 2$.

Масса сброшенного вредного (загрязняющего) вещества в составе сточных вод и (или) загрязненных дренажных вод определяется по формуле

$$M_i = Q \times (C_{\text{фi}} - C_{\text{н}}) \times T \times 10^{-6} \quad (5.2)$$

- где Q – расход сточных вод и (или) загрязненных дренажных вод, с превышением содержания i -го загрязняющего вещества определяется по приборам учета, а при их отсутствии - расчетным путем в соответствии с методами расчета объема сброса сточных вод и их характеристик, м³/ч;
- $C_{\text{фi}}$ – средняя фактическая за период сброса концентрация i -го загрязняющего вещества в сточных водах и (или) загрязненных дренажных водах, определяемая по результатам анализов аккредитованной лаборатории как средняя арифметическая из общего количества результатов анализов (не менее 3-х) за период времени T , мг/дм³;
- $C_{\text{н}}$ – допустимая концентрация i -го вредного (загрязняющего) вещества в пределах норматива допустимого (предельно допустимого) сброса или лимита сброса при его наличии на период проведения мероприятий по снижению сбросов вредных (загрязняющих) веществ в водные объекты, мг/дм³;
- T – и загрязненных дренажных (в том числе шахтных, рудничных) вод с повышенным содержанием вредных (загрязняющих) веществ, определяемая с момента обнаружения сброса и до его прекращения, час;
- 10^{-6} – коэффициент перевода массы вредного (загрязняющего) вещества, т.

Масса сброшенного вредного (загрязняющего) вещества в составе сточных вод и (или) загрязненных дренажных вод за один день снеготаяния определяется по формуле (5.2)

$$M_i = 9074 \times (605 - 80) \times 8 \times 10^{-6} = 38,1 \text{ т}$$

Исчисление размера вреда, причиненного водному объекту сбросом вредных (загрязняющих) веществ в составе сточных вод и (или) дренажных вод за один день снеготаяния, производится по формуле (5.1)

$$У_T = 1,25 \times 1,22 \times 1,044 \times 30000 \times 38,1 \times 2 = 3,65 \text{ млн. руб.}$$

За весь период снеготаяния $U_T = 73$ млн. руб.

Аналогично считается для дождевого стока, в итоге получаем $U_D = 314$ млн. руб.

5.2 Технологические критерии

Анализируя данные за 10 лет: рассматриваемым цехам нужна промышленная вода в объеме 2 414 843 м³/год, количество оборотной воды – 1 614 291 м³/год. Оставшуюся разницу (800 643 м³/год) предприятие берет из Поликарповского пруда, находящегося на р. Миасс.

Годовой объем поверхностных сточных вод, образующихся на территории водосбора, с учетом отстоянного и промороженного осадка варьируется от 567 350 м³/год до 992670 м³/год, объем поверхностных сточных вод в расчетный год с нормальным годовым объемом поверхностного стока составляет 758 500 м³/год.

Если использовать поверхностный сток, как дополнительный источник водоснабжения, то есть возможность: сбор воды из Поликарповского пруда сократить на 67% в период снеготаяния и дождей. Что, при стоимости воды из Поликарповского пруда 6,59 руб/м³, позволит снизить расходы предприятия на 3 517 491 руб/год.

Также при использовании поверхностного стока размер вреда, причиненного водному объекту сбросом вредных (загрязняющих) веществ в составе сточных вод и (или) дренажных вод сократиться на 387 млн. руб/год.

Было проведено технологическое сравнение существующей ситуации и рекомендуемой, для этого были рассчитаны коэффициенты подпитки по формуле (5.3) и коэффициента сброса по формуле (5.4)

$$K_{\text{подп}} = \frac{Q_{\text{подп}}}{Q_{\text{общ}}}, \quad (5.3)$$

$$K_{\text{сб}} = \frac{Q_{\text{сб}}}{Q_{\text{исп}}}, \quad (5.4)$$

Наглядно коэффициенты посчитаны в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Сравнение существующей ситуации и рекомендаций

	Поликарповский пруд		Поверхностный сток
Существующая ситуация	$K_{\text{подп}} = \frac{800643}{2414843} = 33\%$		$K_{\text{подп}} = 0\%$
Рекомендации	Январь	$K_{\text{подп}} = \frac{800643}{2414843} = 33\%$	$K_{\text{подп}} = 0\%$
	Февраль	$K_{\text{подп}} = \frac{800643}{2414843} = 33\%$	$K_{\text{подп}} = 0\%$
	Март	$K_{\text{подп}} = \frac{800643}{2414843} = 33\%$	$K_{\text{подп}} = 0\%$
	Апрель	$K_{\text{подп}} = \frac{800643 - 758500}{2414843} = 2\%$	$K_{\text{подп}} = \frac{758500}{2414843} = 31\%$
	Май	$K_{\text{подп}} = \frac{800643 - 758500}{2414843} = 2\%$	$K_{\text{подп}} = \frac{758500}{2414843} = 31\%$
	Июнь	$K_{\text{подп}} = \frac{800643 - 758500}{2414843} = 2\%$	$K_{\text{подп}} = \frac{758500}{2414843} = 31\%$
	Июль	$K_{\text{подп}} = \frac{800643 - 758500}{2414843} = 2\%$	$K_{\text{подп}} = \frac{758500}{2414843} = 31\%$
	Август	$K_{\text{подп}} = \frac{800643 - 758500}{2414843} = 2\%$	$K_{\text{подп}} = \frac{758500}{2414843} = 31\%$
	Сентябрь	$K_{\text{подп}} = \frac{800643 - 758500}{2414843} = 2\%$	$K_{\text{подп}} = \frac{758500}{2414843} = 31\%$
	Октябрь	$K_{\text{подп}} = \frac{800643 - 758500}{2414843} = 2\%$	$K_{\text{подп}} = \frac{758500}{2414843} = 31\%$
	Ноябрь	$K_{\text{подп}} = \frac{800643}{2414843} = 33\%$	$K_{\text{подп}} = 0\%$
	Декабрь	$K_{\text{подп}} = \frac{800643}{2414843} = 33\%$	$K_{\text{подп}} = 0\%$

Так же следует рассмотреть возможность использования наилучших доступных технологий по снижению общего водопотребления предприятием таких как:

а) применение безводных технологических подходов, в некоторых случаях — с использованием вакуума;

б) использование замкнутых контуров охлаждения;

в) использование противоточных промывочных систем вместо прямоточных;

г) использование распыления воды вместо водяных струй;

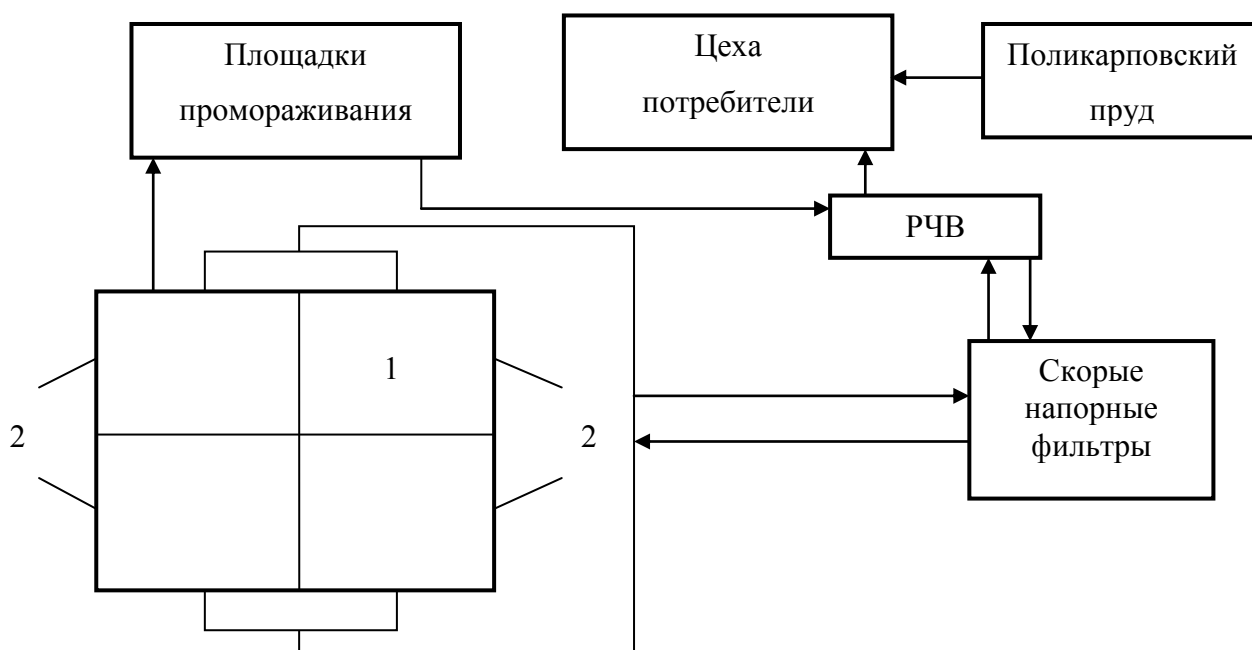
д) использование в технологических процессах условно чистых атмосферных вод, отводимых с крыш и навесов.

5.3 Рекомендуемое техническое оформление

С учетом проведенных исследований были разработаны рекомендации для совершенствования системы водного хозяйства промышленного предприятия, которые базируются на:

- 1) Изучение основной технологии предприятия
- 2) Изучение водного хозяйства предприятия
- 3) Определение количества и качества талых, дождевых и поливочных сточных вод
- 4) Изучение требований к воде на производственные нужды
- 5) Изучение генплана и перспективу развития предприятия с целью размещения системы ливневой канализации и резервуара-накопителя
- 6) Проведение исследований с целью определения оптимальных условий очистки поверхностного стока
- 7) Изучение современного состояния по методам сбора, очистки и уплотнения поверхностного стока с учетом обработки осадков
- 8) Уточнение и согласование исходных данных для проектирования системы ливневой канализации, резервуара-накопителя, насосных станций и узла переработки образовавшихся осадков
- 9) Выполнение проекта, его согласование и экспертиза
- 10) Строительство объекта с монтажом оборудования
- 11) Сервисное обслуживание, разработка мероприятий с целью контроля выполнения проектных решений

На рисунке 15 показана схема подключения резервуара-накопителя к трубопроводам промышленной воды.



1 – резервуар-накопитель поверхностного стока; 2 – поступление сточной воды с территории предприятия

Рисунок 15 – Схема подключения резервуара-накопителя к трубопроводам промышленной воды

На территории машиностроительного предприятия в г.Миассе необходима установка резервуара-накопителя поверхностного стока с разделением его на 4 карты, полным объемом 133 тыс. м³, по рекомендациям [34] его глубина заложения 1 м, длина 370 м, ширина 360 м;

Резервуар-накопитель поверхностного стока выполняет функции сбора, накопления, усреднения и очистки поверхностного стока;

Нахождение стока в резервуаре должно составлять не менее 24 часов;

Также необходимо устройство насосной установки, которая будет обеспечивать поступление осветленного стока из резервуара-накопителя на скорые напорные фильтры, в которых будет происходить доочистка воды, после отстаивания и доведение её до требуемых качественных показателей и дальнейшая подача промышленной воды потребителям.

На рисунке 16 показан цикл обработки поверхностного стока в резервуаре-накопителе.

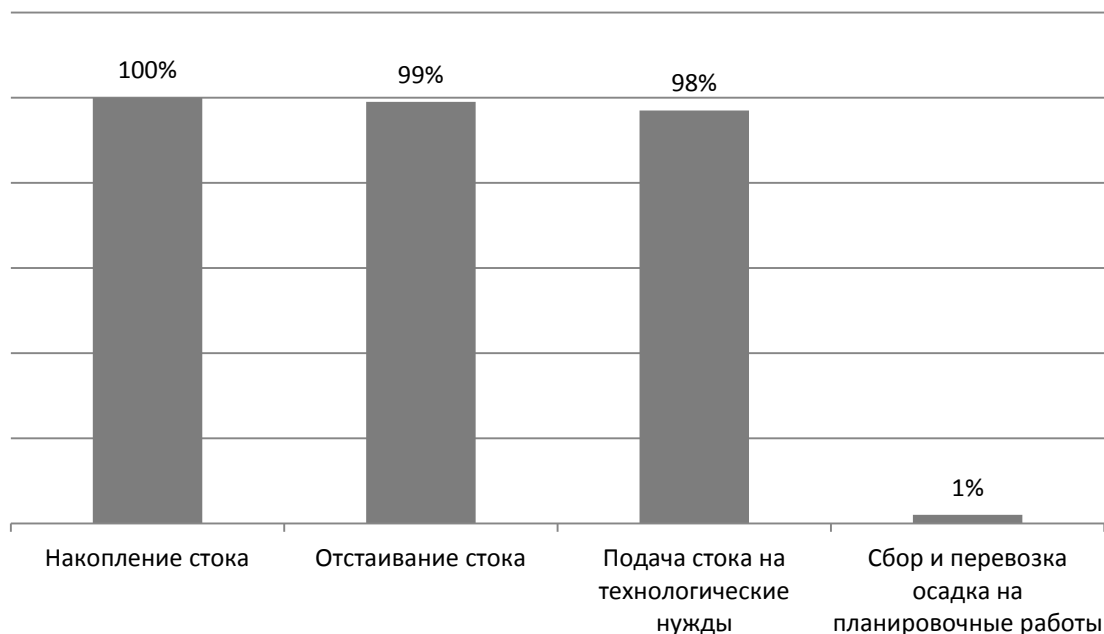


Рисунок 16 – Цикл обработки поверхностного стока в резервуаре-накопителе

Выводы по разделу пять

- 1) Ущерб, причиняемый водному объекту сбросом вредных веществ в составе поверхностных сточных вод, составляет около 387 млн. руб/год.
- 2) Были разработаны рекомендации по сохранению природного источника водоснабжения за счет использования дополнительного источника водоснабжения, позволяющие существенно сократить подпитку из Поликарповского пруда.
- 3) Разработана схема водоснабжения исследуемого предприятия на основе использования поверхностного стока с территории промышленного предприятия, с использованием резервуара – накопителя, сочетающего в себе функции усреднителя и отстойника, оборудования для доочистки дождевой и талой воды после отстаивания в резервуаре, площадок промораживания, для обезвоживания осадка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Был определен перечень перспективных машиностроительных предприятий, находящихся в континентальном климате, к которым могут быть применены рекомендации, рассмотренные в данной работе.

Были определены основные показатели качества поверхностного стока на территории машиностроительного предприятия в г.Миассе. В ходе исследования было установлено, что показатели качества дождевого стока значительно хуже, чем талого.

Годовой объем поверхностных сточных вод, образующихся на территории водосбора меняется в зависимости от количества осадков и составляет объем от 567 350 м³/год до 992 670 м³/год.

При использовании поверхностного стока, как дополнительного источника водоснабжения появляется возможность: сбор воды из Поликарповского пруда сократить на 67%, что способствует сохранению природного источника водоснабжения, а также при стоимости воды из пруда 6,59 руб/м³ на 2020 год, позволит снизить расходы предприятия на 3 517 491 руб/год.

Ущерб, причиняемый водному объекту сбросом вредных веществ в составе сточных вод, составляет 387 млн.руб/год.

Были выбраны перспективные потребители в виде литейных, термического и агрегатного цехов, для которых подготовка поверхностного стока будет рентабельной.

В ВКР были использованы различные методы анализов и расчетов, а именно: обзор современных приемов очистки поверхностных сточных вод, полевые и лабораторные исследования показателей качества дождевой и талой воды, математическая обработка данных, расчет объема поверхностного стока и резервуара-накопителя.

С учетом проведенных исследований были разработаны рекомендации к техническому оформлению:

Установка на территории машиностроительного предприятия в г.Миассе резервуара-накопителя поверхностного стока с разделением его на 4 карты, полным объемом 133 тыс. м³, по рекомендациям [34] его глубина заложения 1 м, длина 370 м, ширина 360 м;

Резервуар-накопитель поверхностного стока выполняет функции сбора, накопления, усреднения и очистки поверхностного стока;

Нахождение стока в резервуаре должно составлять не менее 24 часов;

Необходимо устройство насосной установки, которая будет обеспечивать поступление осветленного стока из резервуара-накопителя на скорые напорные фильтры, в которых будет происходить доочистка воды, после отстаивания и доведение её до требуемых качественных показателей и дальнейшая подача промышленной воды потребителям.

Задачи выпускной квалификационной работы решены. Поставленные цели достигнуты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Шабалин, А.Ф. Эксплуатация промышленных водопроводов. Издание 3. – Москва: Металлургия, 1972. – 503 с.
- 2 Туровец, О. Г. Организация производства и управление предприятием: Учебник / О.Г. Туровец, В.Б. Родионов, М.И. Бухалков и др.; Под ред. О.Г. Туровца. - 2-е изд. - Москва: ИНФРА-М, 2005. - 544 с
- 3 Лихачев, Н.И. Канализация населенных мест и промышленных предприятий: Справочник проектировщика / Н. И. Лихачев, И. И. Ларин, С, А. Хаскин и др.; Под общ. ред. В. Н. Самохина. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1981. — 639 с.
- 4 Дягилева, А.Б. Промышленная экология. Часть 2.: Учебное пособие / А.Б. Дягилева, А.В. Лорензон, Ч.М. Чернобережский - СПб.: СПб ГТУ РП, 2012. — 109 с.
- 5 Иванов, В.Г. Водоснабжение промышленных предприятий.- Санкт-Петербург, 2003.- 537 с.
- 6 Гусаковский, В.Б. и др. Водоснабжение промышленных предприятий.- Санкт-Петербург, 2003.- 155 с.
- 7 СТО 37.165.155-2014 Стандарт организации. Сточные воды, вода промышленная. Требования к качеству. – Миасс, 2014. – 27 с.
- 8 СанПиН 2.1.4.1074-01 Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 7 апреля 2009 г. N 20. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения Введен 01.01.2002 – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2002. – 27 с.
- 9 Вернадский, В.И. История природных вод / В.И. Вернадский; отв.ред. С.Л. Шварцев, Ф.Т. Яншина. – М.: Наука, 2003. – 750 с
- 10 Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Российской Федерации в 1994 году, М.,1995
- 11 <https://econet.ru/articles/62188-kislotnye-dozhdi-ih-prichiny-i-posledstviya>
- 12 <https://promdevelop.ru/kislotnye-dozhdi-prichiny-vozniknoveniya-i-posledstviya-puti-resheniya-problemy/>

- 13 <https://news.myseldon.com/ru/news/index/218007156#i-12>
- 14 Юшман, О.А. Комплексное использование и охрана водных ресурсов.: Учебник / Под ред. О. А. Юшмана. М.: Агропромиздат, 1985г. - 317 с.
- 15 Крымская, И.Г. Гигиена и экология человека: Учебное пособие – Ростов-на-Дону: Феникс, 2012г. - 333 с.
- 16 Безрук, В.М. Геология и грунтоведение: Учебник - М.: Недра, 1984 – 224 с.
- 17 <https://stavropol.pzem.ru/catalog/emkosti-i-rezervuary/rezervuary/dlya-sbora-proizvodstvenno-dozhdevykh-stokov/>
- 18 Гинберг, А.М. Технология важнейших отраслей промышленности: Учебник / А. М. Гинберг, Б. А. Хохлов, И. П. Дрякина и др. – М.: Высшая школа, 1985. – 496 с.
- 19 Загорская, Е.П. Очистка сточных вод на промышленных предприятиях // Вектор науки Тольяттинского государственного университета – 2012г. № 1 (19). – 28-30 с.
- 20 Жуков, А.И. Методы очистки производственных сточных вод / И.Л. Монгайт, И.Д. Родзиллер. М.: Стройиздат, 1977 – 204 с.
- 21 <https://www.waste.ru/modules/section/item.php?itemid=92>
- 22 https://zinref.ru/000_uchebniki/03700_ochistka_vodi/013_00_00_vodootvodashie_sistemi_promishlenih_predpriati_lekcii_2008/023.htm
- 23 Меншутин, Ю.А. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты: Методическое пособие / Ю.А. Меншутин, к.т.н. Л.М. Верещагина, к.т.н. А.С. Керин, Е.В. Фомичёва, А.Ю. Логунова – М.: ВОДГЕО, 2015. – 146 с.
- 24 ГОСТ 31861-2012 Межгосударственный стандарт. Вода. Общие требования к отбору проб. Введен 01.01.2014 – М.: Стандартинформ, 2019 – 31 с
- 25 ИСО 5667-3 ФГУП “Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценки соответствия” Качество воды. Отбор проб. Часть 3. Руководство по хранению и обращению с пробами. Введен 01.01.2003 – М.: Стандартинформ, 2006 – 49 с
- 26 ИСО 5667-10 ФГУП “Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценки соответствия” Качество воды.

Отбор проб. Часть 10. Руководство по отбору проб из сточных вод. Введен 01.11.1992 – М.: Стандартиформ, 2014 – 10 с

27 ГОСТ 17.1.5.04-81 Межгосударственный стандарт. Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Приборы и устройства для отбора, первичной обработки и хранения проб природных вод. Общие технические условия (с Изменением N 1). Введен 01.01.1984 – М.: Стандартиформ, 2018 – 5 с

28 ГОСТ 31861-2012 Межгосударственный стандарт. Вода. Общие требования к отбору проб. Введен 01.01.2014 – М.: Стандартиформ, 2012 – 63 с

29 <http://icolog.ru/probootbor/tipi-otbiraemih-prob-vodi.htm>

30 <https://lektsii.org/5-48698.html>

31 Белканова, М.Ю. Физико-химические основы очистки природных и сточных вод: Учебное пособие / М.Ю. Белканова, В.В. Авдин, Т.Н. Рожкова - Челябинск: ЮУрГУ, 2015 – 144 с.

32 Калюжный, И.Л. Формирование потерь талого стока / И.Л. Калюжный, К.К. Павлова – Ленинград: Гидрометеиздат, 1981 – 158 с.

33 Методика исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства (утв. приказом Минприроды России от 13 апреля 2009 г. N 87) - М.: Минприроды России, 2009. - 32 с.

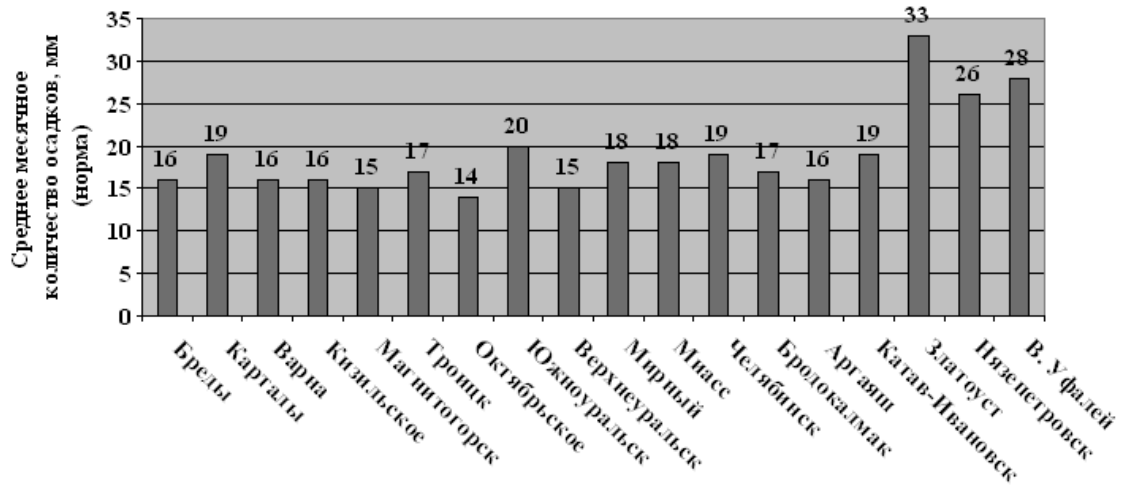
34 Самохин, В.Н. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. Справочник проектировщика – М.: Стройиздат, 1981. - 639с.

35 ИТС 8-2015 Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях – Москва, Бюро НДТ, 2015 – 113 с.

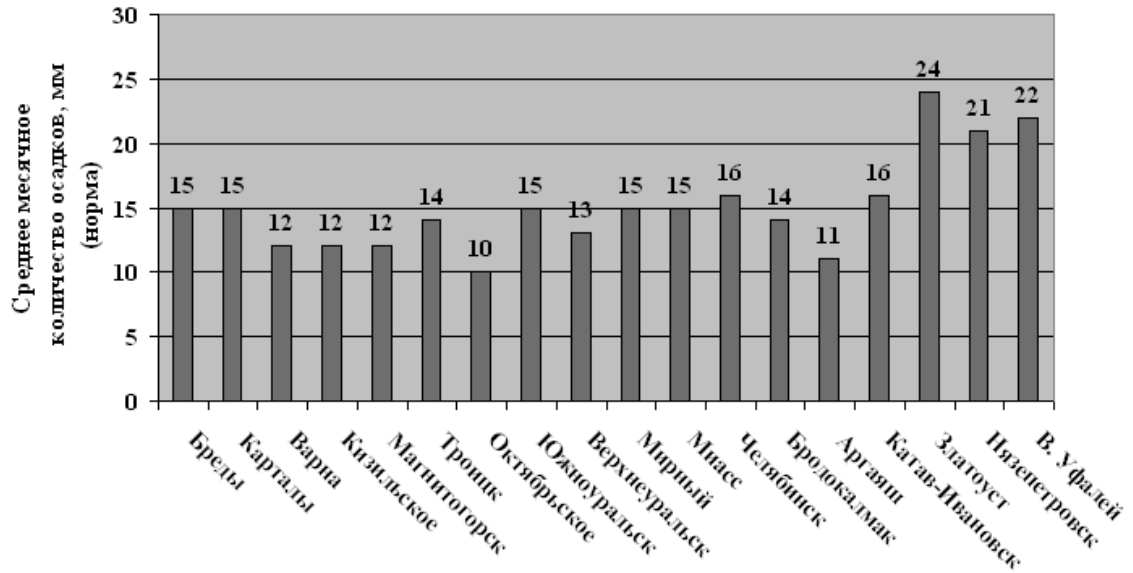
ПРИЛОЖЕНИЕ А

Данные по области полученные у гидрометеоцентра г. Челябинска

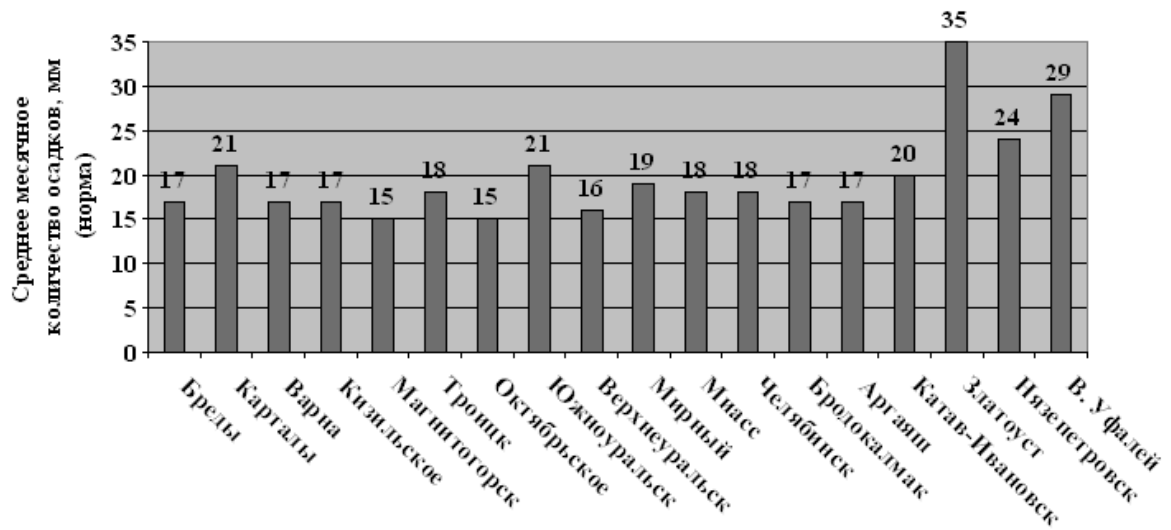
Многолетние данные по осадкам (нормы) за январь



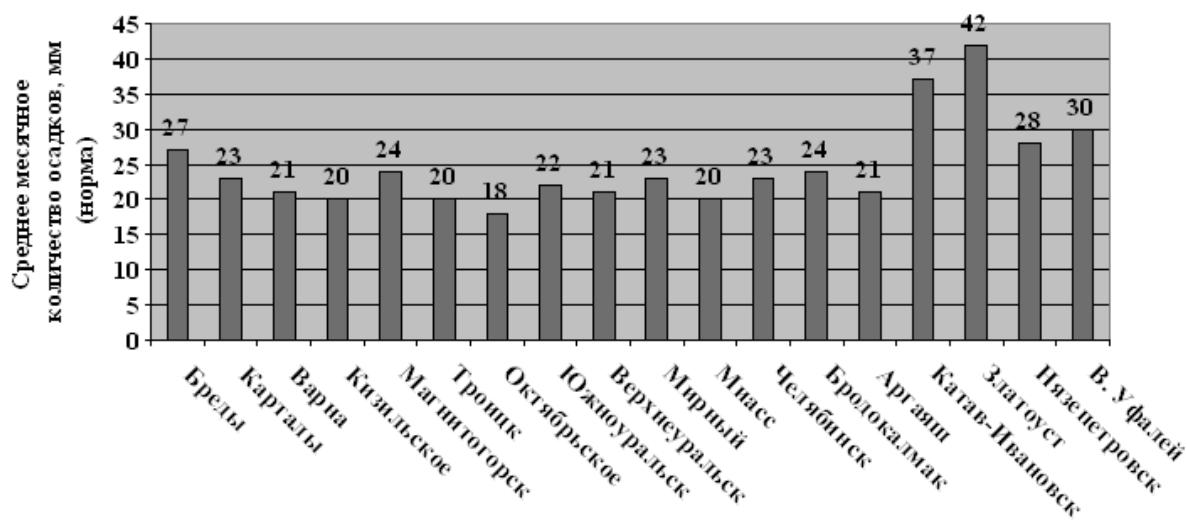
Многолетние данные по осадкам (нормы) за февраль



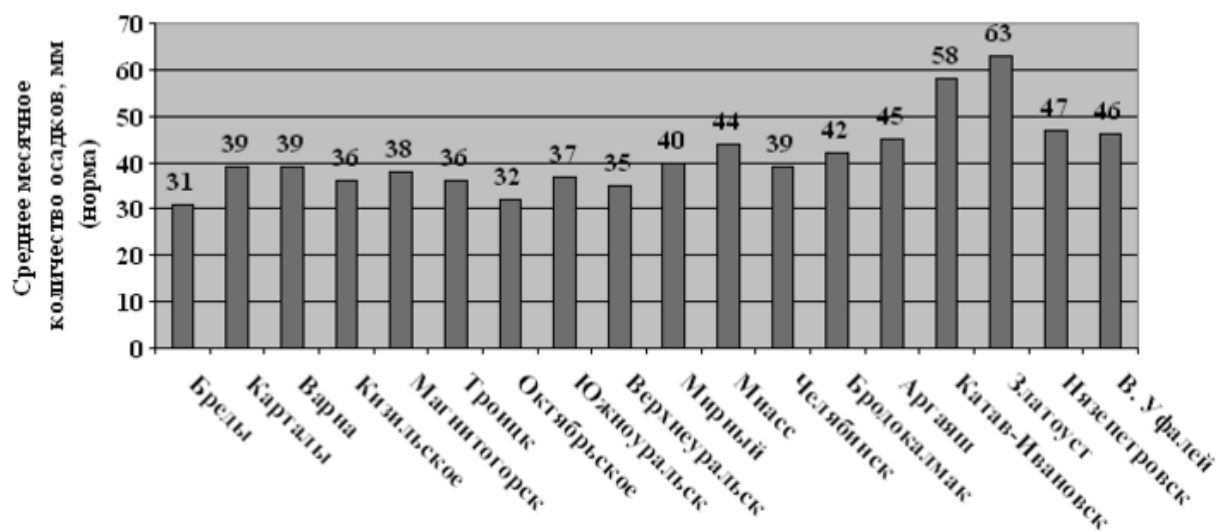
Многолетние данные по осадкам (нормы) за март



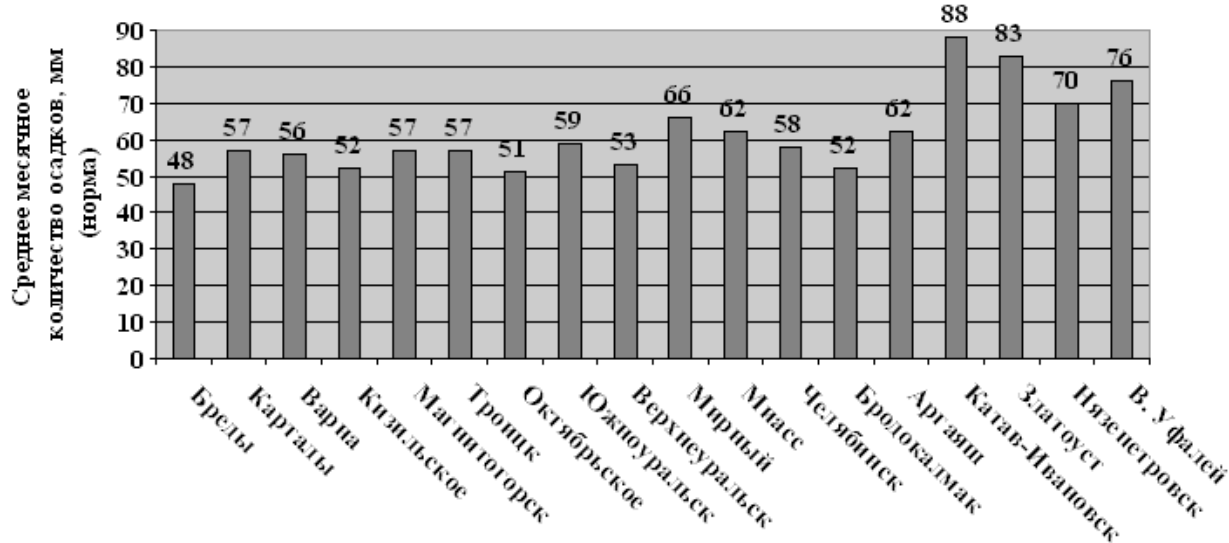
Многолетние данные по осадкам (нормы) за апрель



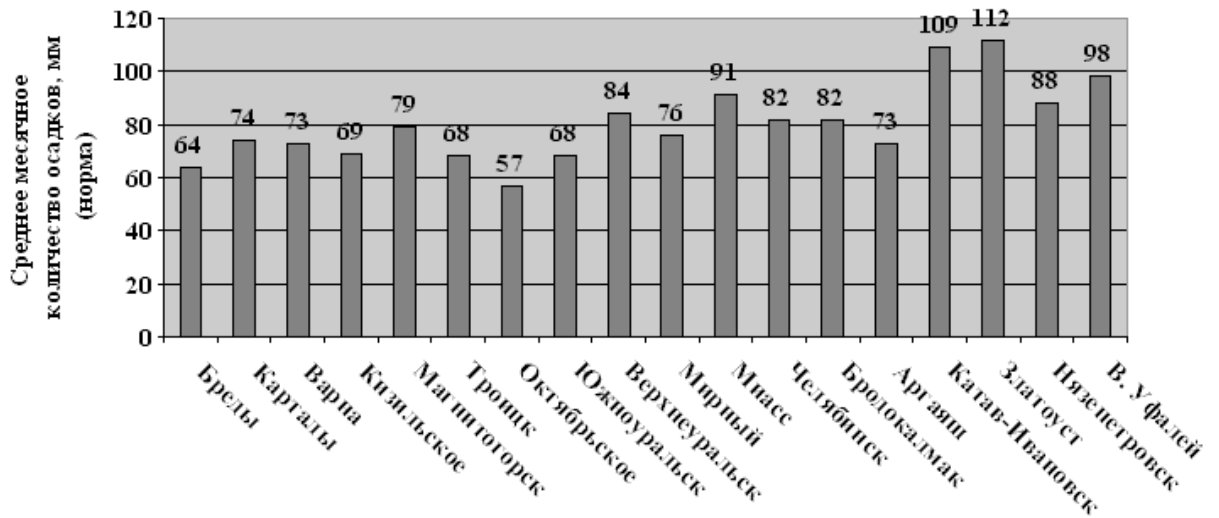
Многолетние данные по осадкам (нормы) за май



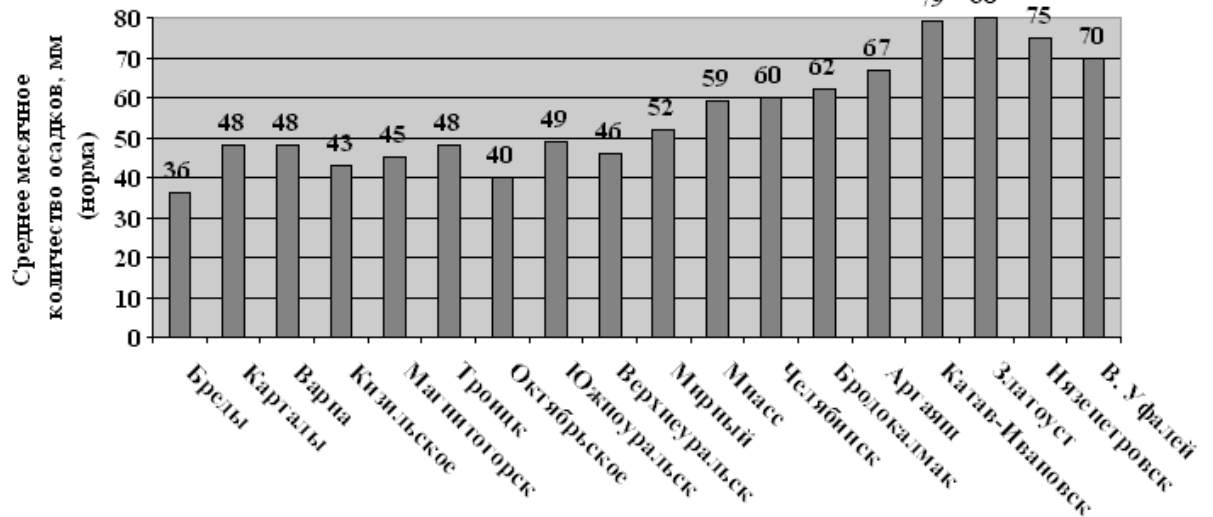
Многолетние данные по осадкам (нормы) за июнь



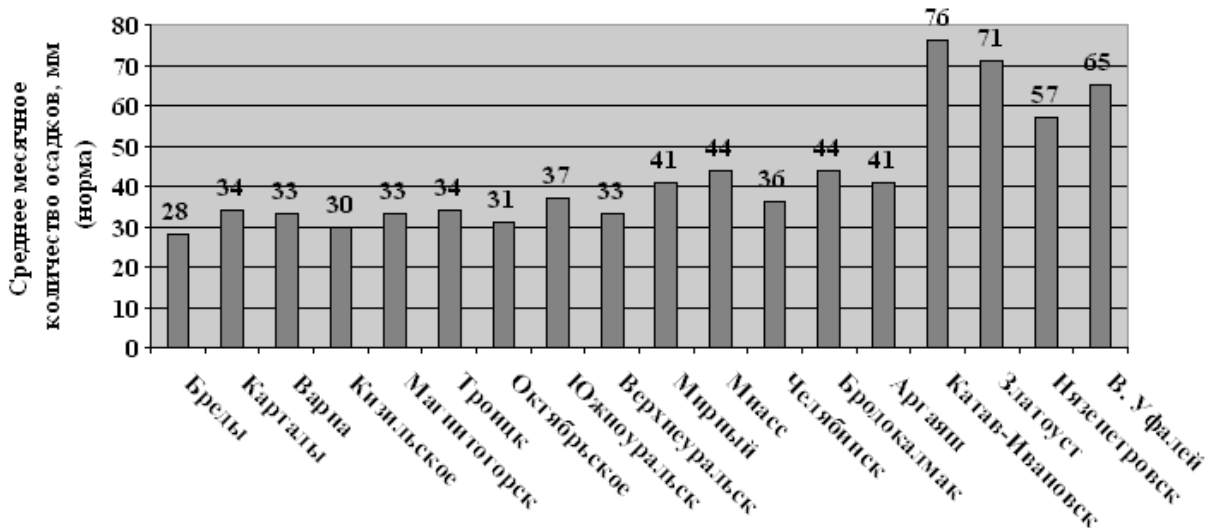
Многолетние данные по осадкам (нормы) за июль



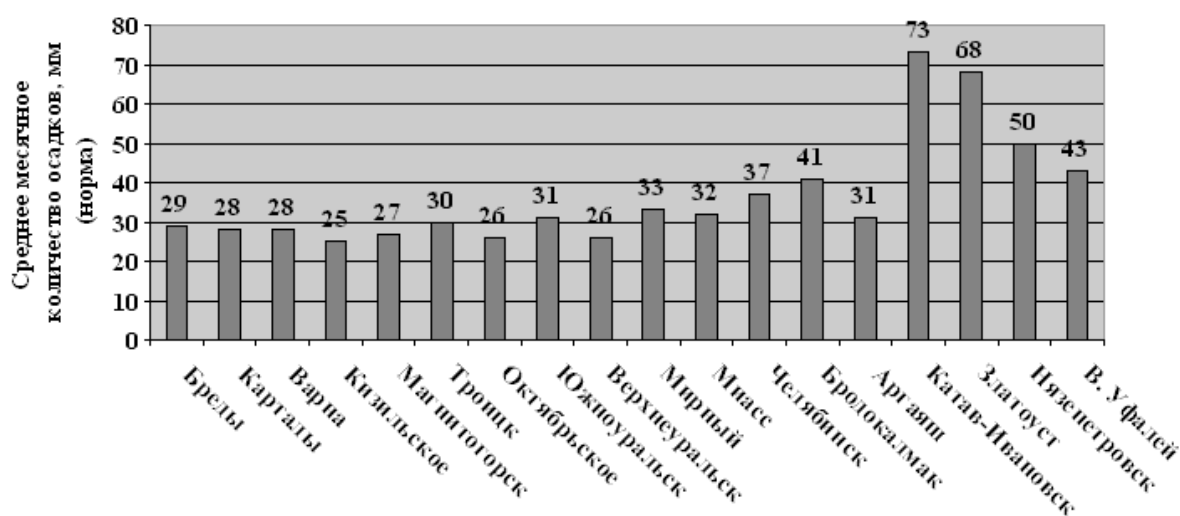
Многолетние данные по осадкам (нормы) за август



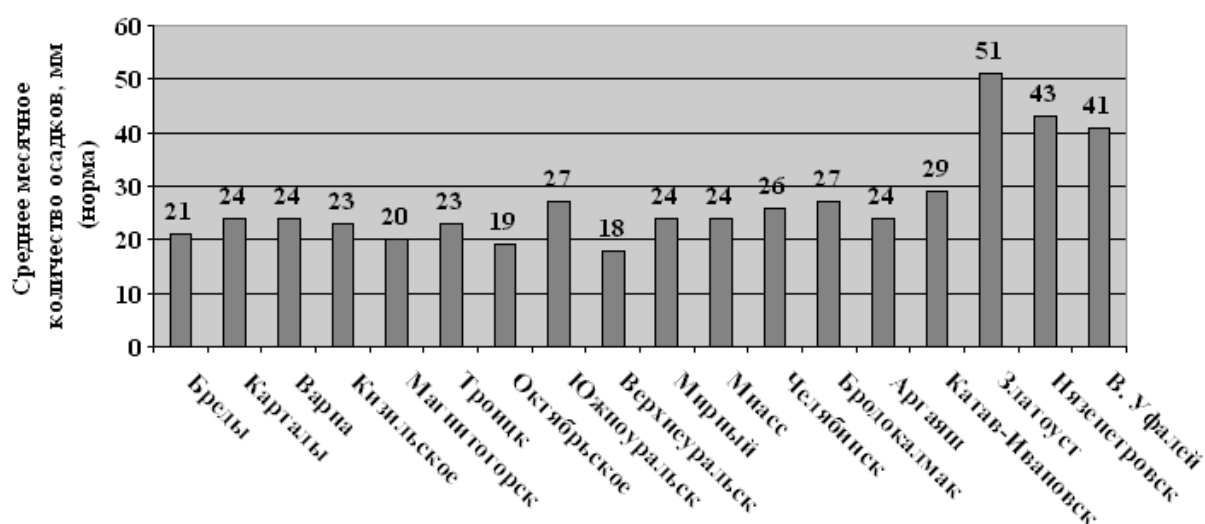
Многолетние данные по осадкам (нормы) за сентябрь



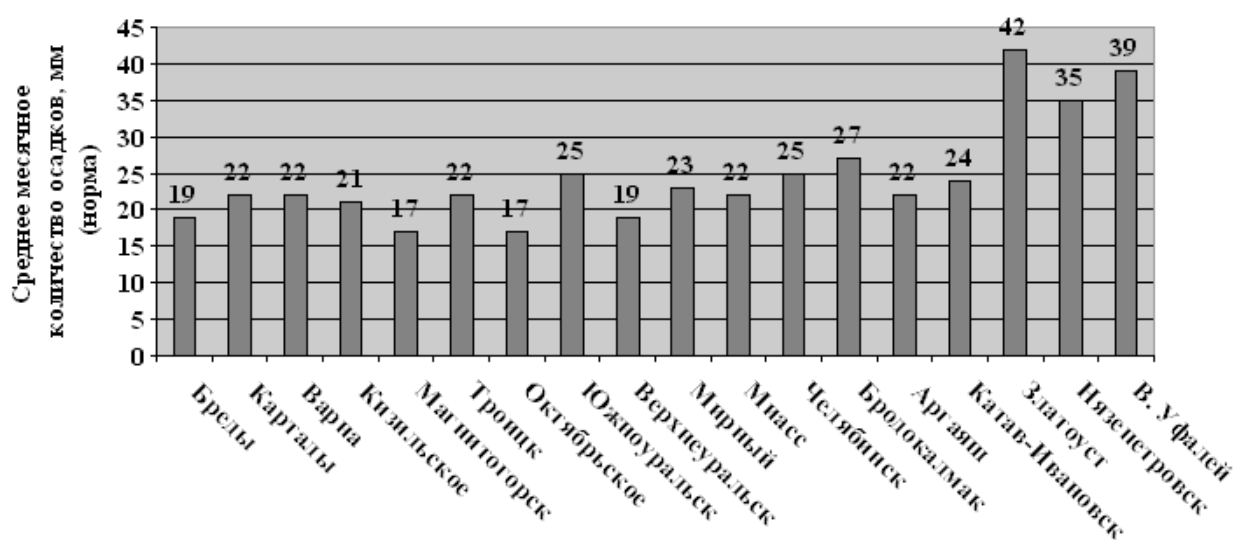
Многолетние данные по осадкам (нормы) за октябрь



Многолетние данные по осадкам (нормы) за ноябрь



Многолетние данные по осадкам (нормы) за декабрь



ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Математическая обработка данных исследований по определению
качественных показателей талого стока

Показатель качества воды	20.12.2019	15.01.2020	20.02.2020	25.11.2020	Q при P=0,9(min)	Q при P=0,9(max)	сред	S	Δx
1									
pH	7,3	7,4	7,3	7,1			7,1-7,4		
Взвешенные вещества, мг/л	37	36	41	44	0,13	0,38	39,5	3,697	4,344
Солесодержание, мг/л	59	66	67	55	0,33	0,08	61,75	5,737	6,741
Общ. жесткость, мг-экв/л	1,1	1,2	1,3	1,2	0,5	0,5	1,2	0,082	0,096
Цветность, °	65,1	65,4	68,4	64	0,25	0,68	65,725	1,882	2,212
Мутность, мг/л	33,4	31,6	42,4	29	0,19	0,67	34,1	5,821	6,839
Щелочность, мг-экв/л	1,1	1,2	1,2	1,4	0,33	0,66	1,225	0,126	0,148
Окисляемость, мг/л	20,1	21,3	31,1	29,1	0,13	0,22	25,4	5,51	6,474
2									
pH	7,0	7,1	7,2	7,1			7,0-7,2		
Взвешенные вещества, мг/л	1640	1685	1730	1660	0,22	0,5	1678,75	38,81	45,602
Солесодержание,	130	121	134	120	0,07	0,29	126,25	6,85	8,048

Продолжение приложения Б

Показатель качества воды	20.12.2019	15.01.2020	20.02.2020	25.11.2020	Q при P=0,9(min)	Q при P=0,9(max)	сред	S	Δ x
МГ/Л									
Общ. жесткость, МГ-ЭКВ/Л	1,9	2,1	2,0	1,9	0,5	0,5	1,975	0,096	0,112
Цветность, °	844,4	841	865	811	0,55	0,38	840,35	22,255	26,15
Мутность, МГ/Л	111,2	131	125	85	0,57	0,13	113,05	20,455	24,035
Щелочность, МГ-ЭКВ/Л	2,4	2,3	2,4	2,2	0,5	0,5	2,325	0,096	0,112
Окисляемость, МГ/Л	87,8	93,7	92,4	84,6	0,35	0,14	89,625	4,199	4,933
3									
рН	7,1	7,2	7,4	7,2			7,2-7,4		
Взвешенные вещества, МГ/Л	451	560	569	510	0,5	0,08	522,5	54,27	63,77
Солесодержание, МГ/Л	60	42	55	48	0,33	0,27	51,25	7,89	9,271
Общ. жесткость, МГ-ЭКВ/Л	1	0,9	0,9	0,9	-	-	0,93	0,05	0,059
Цветность, °	169,2	138,6	150	121	0,37	0,39	144,7	20,22	23,76
Мутность, МГ/Л	99,3	109,5	99,3	79,9	0,65	0,34	97	12,373	14,538
Щелочность, МГ-ЭКВ/Л	1,2	1,1	1,4	1,1	0,33	0,66	1,2	0,141	0,166

Продолжение приложения Б

Показатель качества воды	20.12.2019	15.01.2020	20.02.2020	25.11.2020	Q при P=0,9(min)	Q при P=0,9(max)	сред	S	Δ x
Окисляемость, мг/л	11,6	17,8	25,6	11,3	0,02	0,54	16,58	6,721	7,898
4									
pH	7,5	7,6	7,4	7,0			7,0-7,6		
Взвешенные вещества, мг/л	732	597	655	570	0,16	0,47	638,50	71,715	84,265
Солесодержание, мг/л	69	68	69	67	0,5	0,5	68,75	0,5	0,588
Общ. жесткость, мг-экв/л	1,6	1,3	1,6	1,8	0,6	0,4	1,58	0,206	0,242
Цветность, °	80,0	87,9	93,3	77	0,48	0,33	84,55	7,427	8,727
Мутность, мг/л	24,2	41,3	38,6	28	0,22	0,16	30,78	10,861	12,762
Щелочность, мг-экв/л	1,1	1,2	1,2	1	0,5	0,5	1,13	0,096	0,112
Окисляемость, мг/л	19,6	25,7	23,9	19,2	0,06	0,27	22,1	3,207	3,769
5									
pH	7,4	7,4	7,6	7,5			7,4-7,6		
Взвешенные вещества, мг/л	997	1260	1332	1224	0,67	0,21	1203,25	144,645	169,958
Солесодержание, мг/л	113	93	111	99	0,3	0,1	104	9,592	11,27
Общ. жесткость, мг-экв/л	2,1	1,8	2,1	2,0	0,66	0,33	2	0,141	0,166

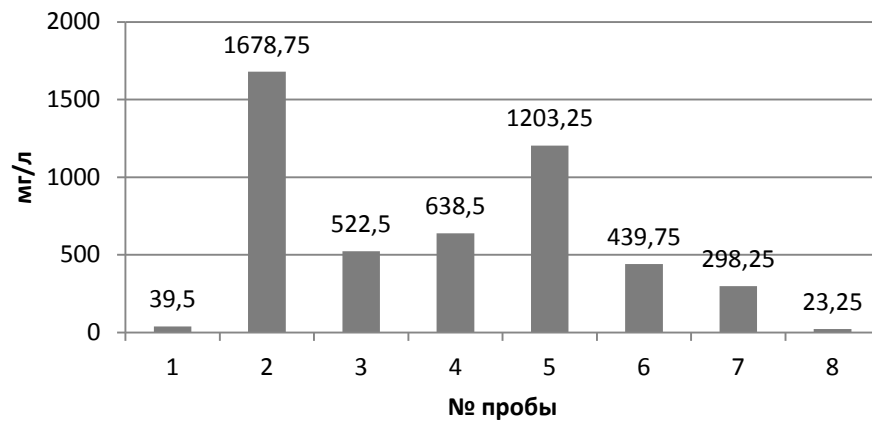
Продолжение приложения Б

Показатель качества воды	20.12.2019	15.01.2020	20.02.2020	25.11.2020	Q при P=0,9(min)	Q при P=0,9(max)	сред	S	Δ x
Цветность, °	165,0	181,1	194,4	161	0,11	0,39	175,38	15,373	18,064
Мутность, мг/л	198,1	193,3	201	184	0,54	0,17	194,1	7,444	8,747
Щелочность, мг-экв/л	1,9	2,2	2,6	2,3	0,42	0,42	2,25	0,289	0,339
Окисляемость, мг/л	18,5	24,6	28,5	22,4	0,39	0,39	23,5	4,18	4,912
6									
pH	7,2	7,2	7,4	7,3			7,2-7,3		
Взвешенные вещества, мг/л	420	398	501	440	0,21	0,59	439,75	44,290	52,04
Солесодержание, мг/л	137	139	162	119	0,42	0,53	139,25	17,633	20,719
Общ. жесткость, мг-экв/л	2,8	2,9	2,8	2,8	-	-	2,83	0,05	0,059
Цветность, °	688,0	598,0	646,2	590	0,08	0,43	630,55	45,641	53,628
Мутность, мг/л	43,8	39,4	45,2	38,3	0,15	0,2	41,68	3,342	3,927
Щелочность, мг-экв/л	2,1	2,2	1,9	2,1	0,66	0,33	2,08	0,126	0,148
Окисляемость, мг/л	59,8	69,4	68,5	55,3	0,31	0,07	63,25	6,843	8,041
7									
pH	7,1	7,1	7,2	7,6			7,1-7,6		
Взвешенные вещества, мг/л	298	341	334	220	0,64	0,05	298,25	55,464	65,17

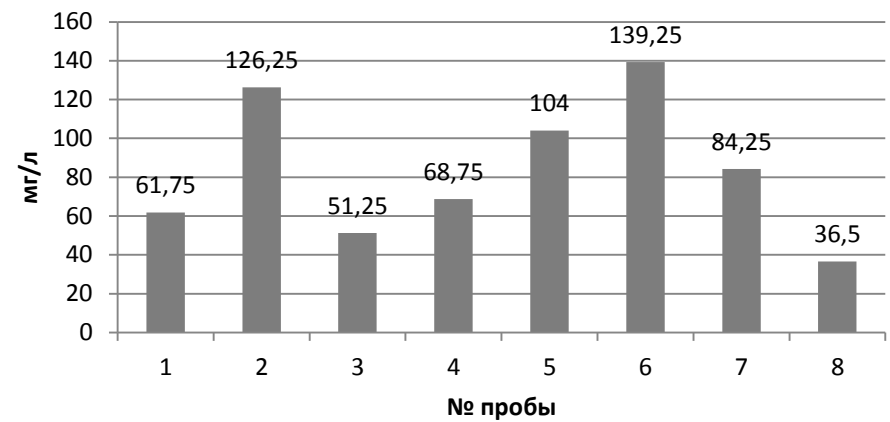
Продолжение приложения Б

Показатель качества воды	20.12.2019	15.01.2020	20.02.2020	25.11.2020	Q при P=0,9(min)	Q при P=0,9(max)	сред	S	Δ x
Солесодержание, мг/л	92	81	87	77	0,26	0,33	84,25	6,602	7,757
Общ. жесткость, мг-экв/л	2,0	1,7	2,0	1,9	0,66	0,33	1,9	0,141	0,166
Цветность, °	233,0	198,2	211	201	0,08	0,68	210,8	15,787	18,55
Мутность, мг/л	66,4	58,1	63,1	66,1	0,62	0,04	63,43	3,85	4,524
Щелочность, мг-экв/л	1,9	1,8	1,7	1,6	0,33	0,33	1,75	0,129	0,152
Окисляемость, мг/л	46,1	49,9	49,1	52	0,5	0,36	49,28	2,445	2,872
8									
pH	6,6	6,3	6,7	6,5			6,3-6,7		
Взвешенные вещества, мг/л	21	23	24	25	0,5	0,25	23,25	1,708	2
Солесодержание, мг/л	38	42	34	32	0,2	0,4	36,5	4,435	5,211
Общ. жесткость, мг-экв/л	1,1	1,0	1,0	0,9	0,5	0,5	1	0,082	0,096
Цветность, °	20,1	29,1	22	30	0,19	0,09	25,3	4,982	5,854
Мутность, мг/л	7,9	11,9	17,4	12,1	0,42	0,56	12,33	3,897	4,579
Щелочность, мг-экв/л	0,8	0,9	0,8	0,7	0,5	0,5	0,8	0,082	0,096
Окисляемость, мг/л	2,5	2,3	2,4	1,9	0,67	0,17	2,28	0,263	0,309

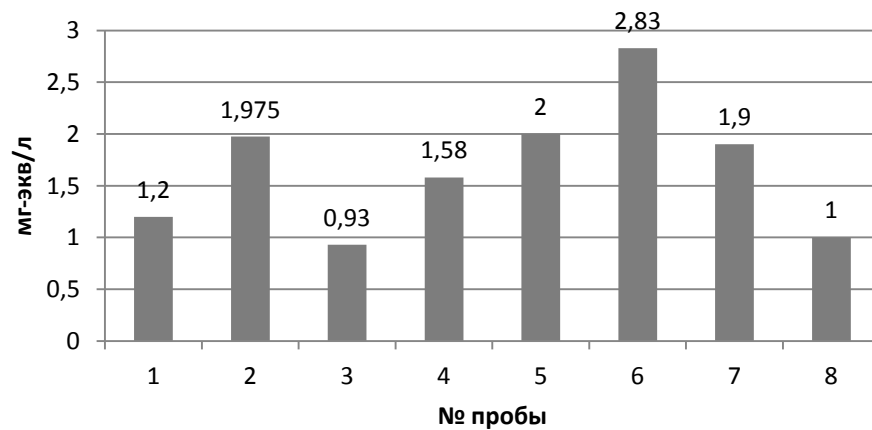
Взвешенные вещества, мг/л



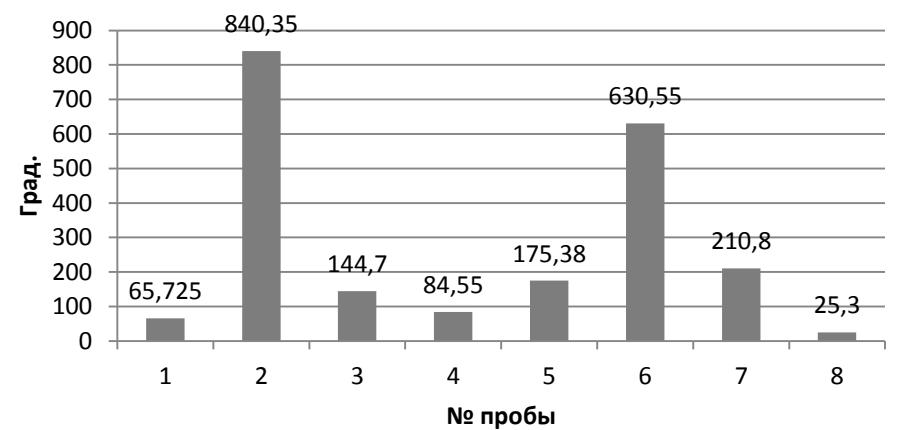
Солесодержание, мг/л



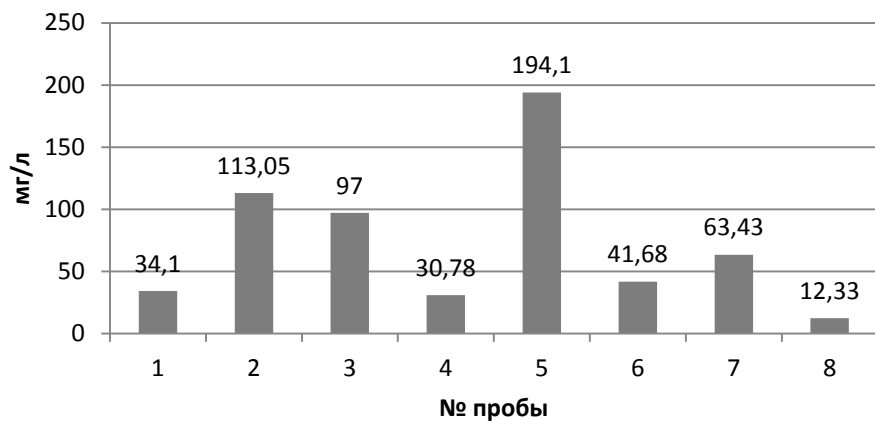
Общая жесткость, мг-экв/л



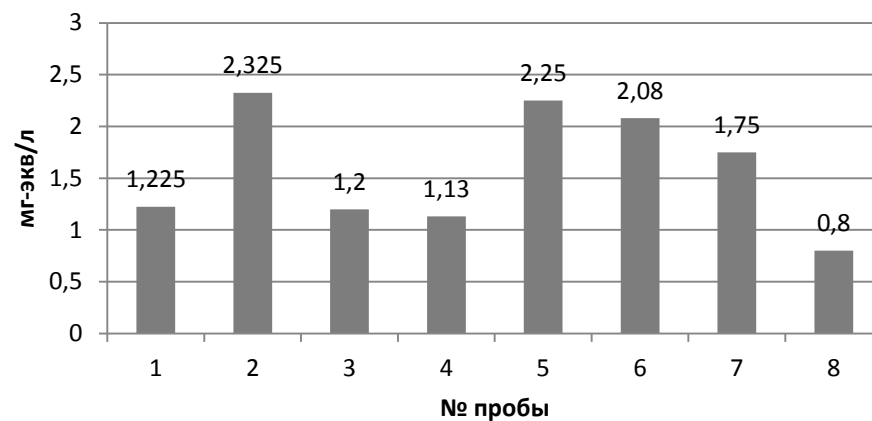
Цветность



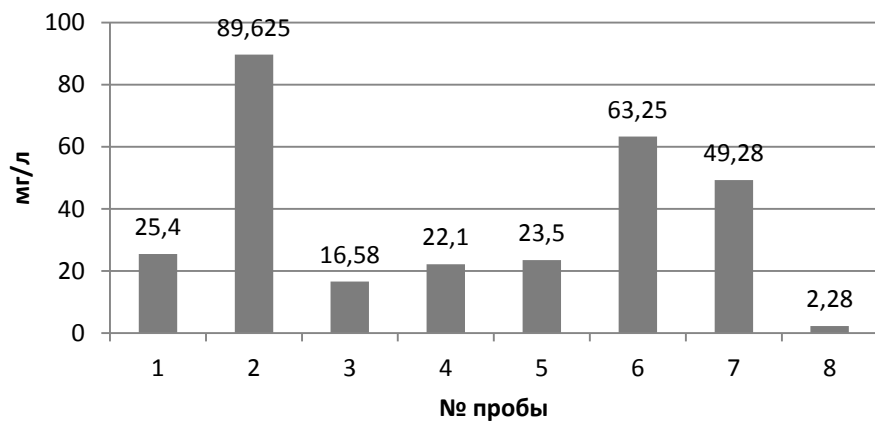
Мутность мг/л



Щелочность мг-экв/л



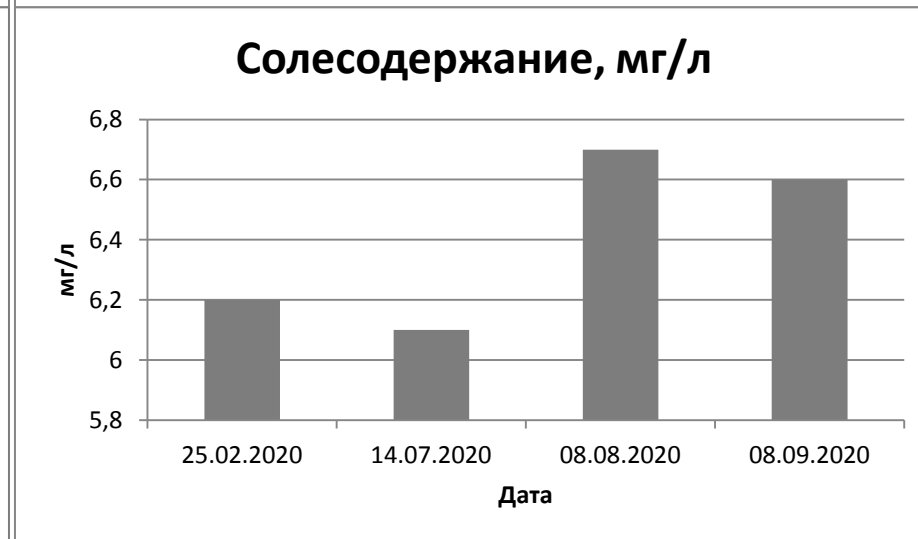
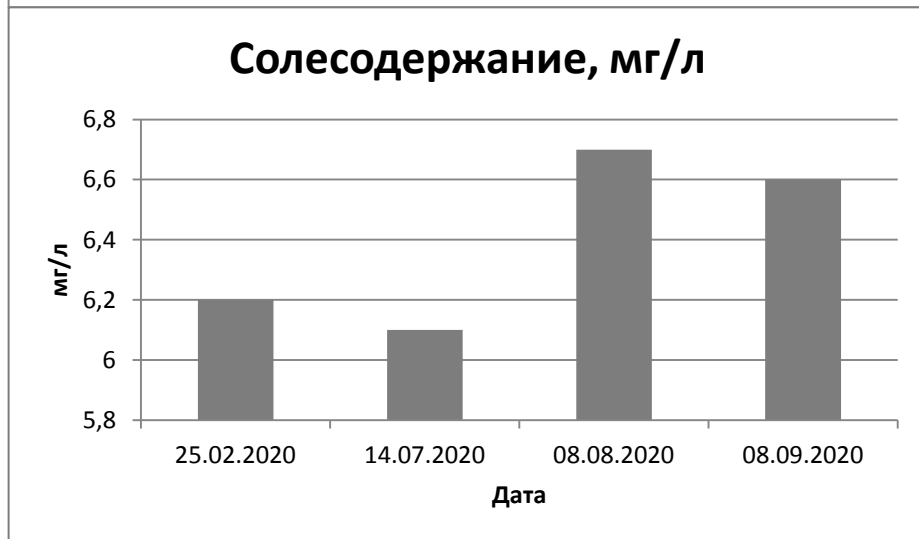
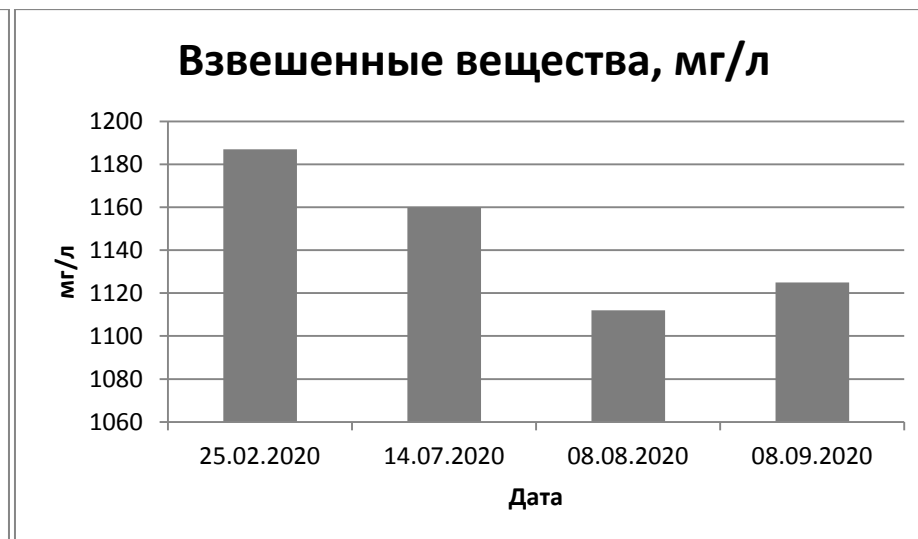
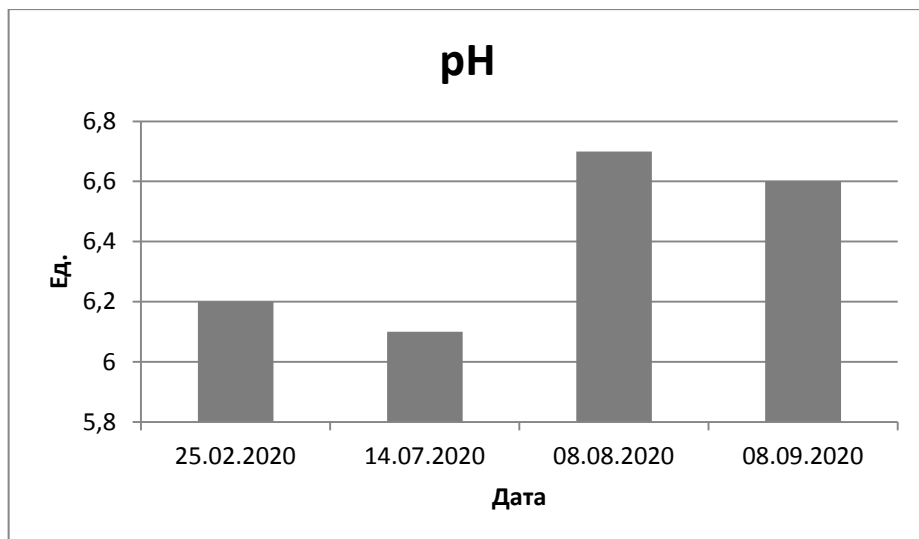
Окисляемость мг/л



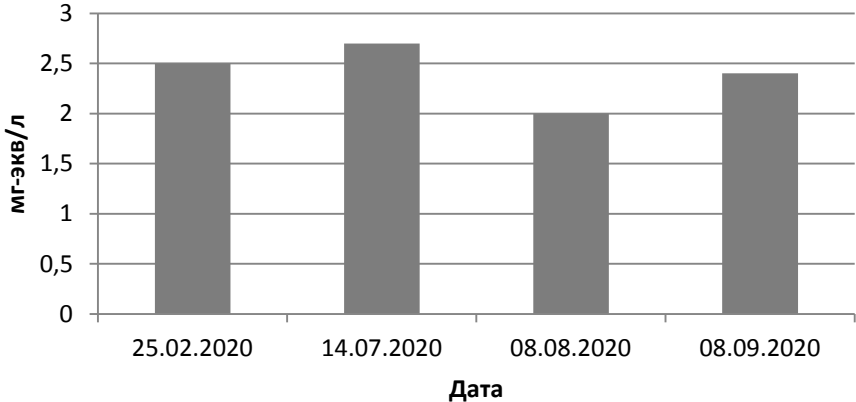
ПРИЛОЖЕНИЕ В

Графики качественных показателей дождевого стока

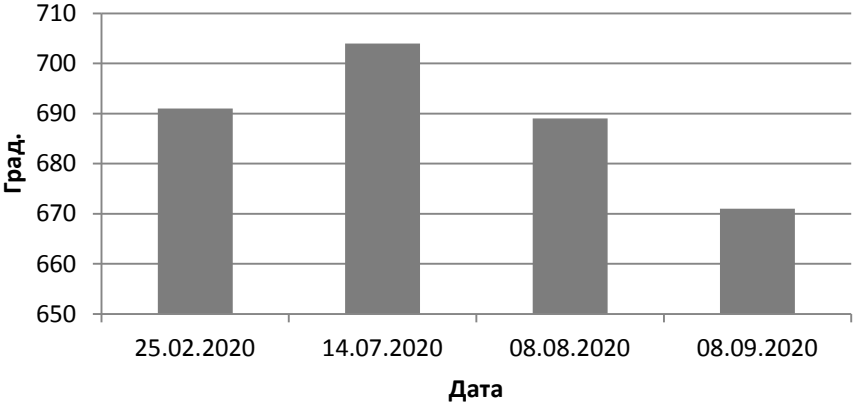
Показатель качества воды	25.05.2020	14.07.2020	08.08.2020	08.09.2020	среднее
рН	6,2	6,1	6,7	6,6	6,1-6,7
Взвешенные вещества, мг/л	1187	1160	1112	1125	1146
Солесодержание, мг/л	168	177	141	134	155
Общ. жесткость, мг-экв/л	2,5	2,7	2,0	2,4	2
Цветность, °	691	704	689	671	689
Мутность, мг/л	213	185	209	201	202
Щелочность, мг-экв/л	3,3	3,1	3,2	3,3	3
Окисляемость, мг/л	76,5	81,2	79,1	78,8	79



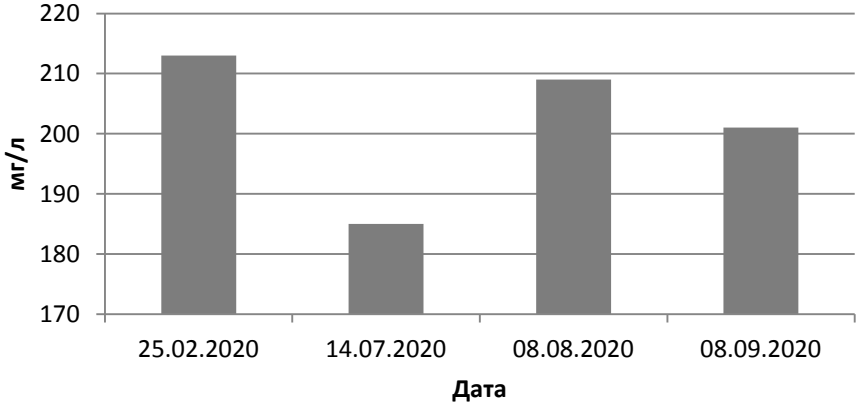
Общая жесткость, мг-экв/л



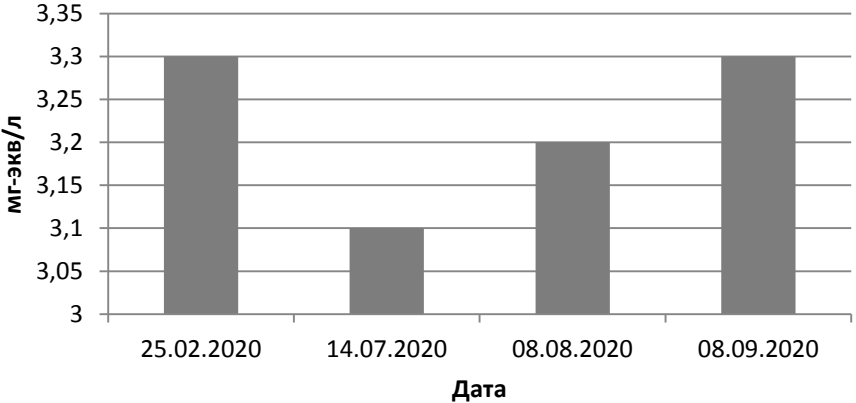
Цветность, °

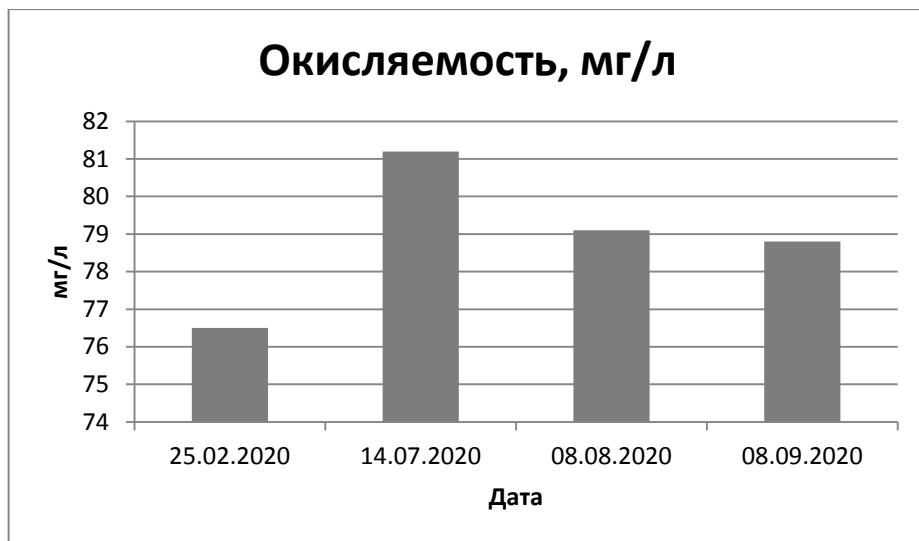


Мутность, мг/л



Щелочность, мг-экв/л





ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Карта территории машиностроительного предприятия в г.Миассе с отметками мест отбора проб

