


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Н.П. ОГАРЁВА»

Институт механики и энергетики
Кафедра теплоэнергетических систем

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой
д-р техн. наук, проф.

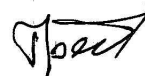
 А. П. Левцев
(подпись)

«15» июня 2020 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА
РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ
ООО «КЗ «ЦВЕТЛИТ»

Автор бакалаврской работы:

04.06.2020



А. А. Трешин

Обозначение бакалаврской работы БР–02069964–13.03.01–17–20

Направление 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Руководитель работы

ст. преподаватель

11.06.2020



А. И. Лысяков

Нормоконтролер

ст. преподаватель

05.06.2020



А. А. Кузнецов


Саранск
2020

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Н.П. ОГАРЁВА»

Институт механики и энергетики
Кафедра теплоэнергетических систем

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой
д-р техн. наук, проф.

 А.П. Левцев
(подпись)

«04» февраля 2020 г.

ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
(в форме бакалаврской работы)

- Студент Трешин Алексей Александрович
- 1 Тема Реконструкция системы охлаждения технологического оборудования ООО «КЗ «Цветлит»
- Утверждена приказом № 651-с от 04.02.2020
- 2 Срок представления работы к защите 04.06.2020
- 3 Исходные данные для научного исследования (проектирования) Техническая документация, технические и экономические показатели работы системы охлаждения
- 4 Содержание выпускной квалификационной работы
- 4.1 Общая часть
- 4.2 Технологическая часть
- 4.3 Конструктивная часть

4.4 Технико-экономический расчет

5 Графические материалы Схема существующей системы оборотного водоснабжения, схема предлагаемой системы оборотного водоснабжения, пьезометрические графики существующей и предлагаемой систем

Руководитель работы

04.02.2020

подпись, дата



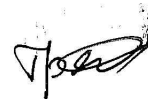
А. И. Лысяков

инициалы, фамилия





Задание принял к исполнению

04.06.2020

подпись, дата



	Формат	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
1					
2			<u>Документация текстовая</u>		
3					
4	A4	БР-02069964-13.03.01-17-20	Пояснительная записка	66	
5					
6			<u>Документация</u>		
7			<u>графическая</u>		
8					
9	A3	БР-02069964-13.03.01-17-20	Схема существующей	1	
10			системы охлаждения		
11	A3	БР-02069964-13.03.01-17-20	Схема предлагаемой	1	
12			системы охлаждения		
13	A3	БР-02069964-13.03.01-17-20	Пьезометрические	1	
14			графики существующей и		
15			предлагаемой систем		
16					
17			<u>Документация прочая</u>		
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					

					БР – 02069964 – 13.03.01 – 17 – 20					
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Реконструкция системы охлаждения технологического оборудования ООО «КЗ «Цветлит»			Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Трешин А. А.			04.06.20						3
Пров.	Лысяков А. И.			11.06.20	Ведомость бакалаврской работы			ИМЭ, каф.ТЭС, з/о,504		
Н. контр.	Кузнецов А. А.			05.06.20						
Утв.	Левцев А. П.			15.06.20						

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа содержит 66 страниц, 23 рисунка, 13 таблиц, 25 формул, 30 использованных источников.

СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ, РАСХОД, ПЬЕЗОМЕТРИЧЕСКИЙ ГРАФИК,
МАГИСТРАЛЬ, ИСТОЧНИК, ПОТРЕБИТЕЛЬ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ.

Объектом разработки является система охлаждения технологического оборудования ООО «КЗ «Цветлит».





Цель работы – разработка мероприятий по увеличению эффективности и системы охлаждения технологического оборудования ООО «КЗ «Цветлит».

В результате проведенной работы предложены мероприятия по реконструкции системы охлаждения технологического оборудования ООО «КЗ «Цветлит».

Степень внедрения – рекомендуется к внедрению.

Область применения – системы охлаждения технологического оборудования.

Эффективность разработки – повышение эффективности системы охлаждения технологического оборудования.

					БР – 02069964 – 13.03.01 – 17 – 20				
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Реконструкция системы охлаждения технологического оборудования ООО «КЗ «Цветлит» Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов	
Разраб.		Трешин А. А.		04.06.20					
Пров.		Лысяков А. И.		11.06.20			4	66	
Н. контр.		Кузнецов А. А.		05.06.20					
Утв.		Левцев А. П.		15.06.20					
						ИМЭ, каф.ТЭС, д/о,504			

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 Анализ системы охлаждения технологического оборудования	7
1.1 Общие сведения о предприятии	7
1.2 Характеристика объектов системы охлаждения технологического оборудования	9
2 Технологическая часть	10
2.1 Анализ затрат на холодное водоснабжение	10
2.2 Баланс системы охлаждения технологического оборудования	13
2.3 Анализ работы охлаждающего устройства оборотного водоснабжения	19
3 Конструктивная часть	27
3.1 Гидравлический расчет существующей системы охлаждения технологического оборудования	27
3.2 Гидравлический расчет предлагаемой системы охлаждения технологического оборудования	32
3.3 Анализ современных методов реализации системы охлаждения технологического оборудования	44
3.4 Автоматизация системы охлаждения технологического оборудования	48
3.4.1 Оборудование системы автоматизации	50
4 Технико-экономический расчет проекта	60
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	62
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	64

ВВЕДЕНИЕ

ООО «Кабельный Завод «Цветлит» — это современное, инновационное, динамично развивающееся предприятие по производству энергетических проводов и кабелей. Предприятие расположено в городе Саранске, Республика Мордовия в 600 км Москвы.

На сегодняшний день ООО «КЗ «Цветлит» - одно из немногих предприятий в кабельной промышленности нашей страны, где имеется полный производственный цикл от переработки алюминия в катанку до изготовления кабельно-проводниковых изделий, часть из которых импортозамещающая. На ООО «КЗ «Цветлит» постоянно внедряются современные технологии производства, идёт освоение новых видов кабельно-проводниковых изделий, особое внимание уделяется безопасности и охране труда персонала.

Недостаточное внимание к мелким аномалиям может приводить к серьезным финансовым потерям. Контроль эффективности работы системы охлаждения технологического оборудования является наилучшим способом предотвращения проблем до того, как они привели к серьезным последствиям.

Вследствие выше перечисленного проведение своевременной модернизации системы охлаждения технологического оборудования позволяет выявить не только источники нерациональных потерь, но и выявить параметры, пагубно влияющие на оборудование. В этой бакалаврской работе приведен анализ потребления энергоресурсов и оценка параметров работы системы охлаждения технологического оборудования ООО «КЗ «Цветлит».

					БР – 02069964 – 13.03.01 – 17 – 20	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		6

1 Анализ системы охлаждения технологического оборудования

1.1 Общие сведения о предприятии

ООО «КЗ «Цветлит» создано в 2004 году и в настоящее время является одним из крупнейших промышленных предприятий Республики Мордовия. В начале 2005 года на предприятии начато производство алюминиевой катанки методом непрерывного литья на автоматической линии фирмы «Continuus-Properti» Италия. Данная линия позволяет производить алюминиевую катанку и катанку из алюминиевых сплавов методом непрерывного литья различных диаметров в диапазоне от 9,5 мм до 19 мм. В ноябре этого же года был освоен выпуск катанки из алюминиевого сплава.

Алюминиевая катанка и катанка из алюминиевого сплава активно используется предприятиями электротехнической промышленности для производства кабельно-проводниковой продукции. Особенно в последнее время вырос спрос на катанку из алюминиевого сплава, которая используется для производства самонесущих изолированных проводов.

Другим направлением деятельности ООО «КЗ «Цветлит» в 2005 году стало строительство завода по производству кабельно-проводниковой продукции. Буквально за 1,5 года был возведен новый завод, в котором было смонтировано уникальное импортное оборудование крупнейших мировых производителей: «Rosendahl» Австрия, «Technocable» и «Caballe» Испания, «Niehoff» и «Sikora» Германия. Таким образом, ООО «КЗ «Цветлит» на сегодняшний день также является производителем различных видов кабелей, часть из которых - импортозамещающие.

Уже в январе 2008 года было налажено производство бескислородной медной катанки на оборудовании фирмы «Urcast» Финляндия. Данное производство позволило не только полностью обеспечить собственное

					БР – 02069964 – 13.03.01 – 17 – 20	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		7

производство кабельно-проводниковой продукции медной катанкой по конкурентоспособным ценам, но и осуществлять поставку в различные регионы страны.

На сегодняшний день ООО «КЗ «Цветлит» имеет полный производственный цикл от переработки алюминия и меди в катанку до изготовления на их основе кабельно-проводниковой продукции. Общие сведения об объекте исследования, производство продукции и потребление энергоресурсов представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Общие сведения о предприятии

Наименование	Единица измерения	2014	2015	2016
Объём производства продукции (работ, услуг):	тыс. руб.	1722510	1917518	2054537
Потребление энергоресурсов	тыс. т у. т.	6,28	8,04	7,4
Объем потребления энергетических ресурсов, всего	тыс. руб.	33645,98	52013,92	54160,55
Потребление воды, всего	тыс. м ³	24,5	27,4	23,6
Потребление природного газа	тыс. м ³	2695,7	2893,8	2764,5
Доля платы за энергоресурсы в стоимости произведенной продукции (работ, услуг)	%	1,95	2,71	2,64
- разрешенная установленная	тыс. кВт	13,5	13,5	13,5
- среднегодовая заявленная	тыс. кВт	2,4	1,5	1,8
Среднегодовая численность работников	чел.	421	747	464

1.2 Характеристика объектов системы охлаждения технологического оборудования

Потребителями системы охлаждения технологического оборудования являются технологические производственные линии, представленные в таблице 1.2, задачей оборотного водоснабжения является их охлаждение.

Таблица 1.2 - Сводные данные об потребителях системы охлаждения технологического оборудования

№ по плану	Наименование оборудования	Общая установленная мощность, кВт	
Производство силовых кабелей типа NYM			
1	Машина грубого волочения медной проволоки М-81	835	835
2	Машина среднего волочения медной проволоки (8-ниточная) ММН-101	345	345
3	Машина литцекрутильная двойной скрутки Д 631	40	40
4	Линия экструзионная с Ø червяка 100/45 мм, RN-K	379	379
5	Линия комбинированная для SZ- скрутки и ошлангования, RN-K	969	969
6	Линия упаковки RN-P	50	50
	Итого	2618	2618
Производство самонесущих изолированных проводов типа СИП			
7	Машина грубого волочения MSM-85	840	840
8	Линия дуговой скрутки токопроводящей жилы с уплотнением, PO-RL-1 6x630-R	180	180
9	Линия скрутки токопроводящей жилы с уплотнением, сигарного типа PO-CT-12x630	362	362
10	Линия экструзионная для наложения изоляции из сшитого ПЭ с Ø экструдера 120/60 мм, RN-A	692	692
11	Линия дуговой скрутки изолированных жил. PO-PL-1600 (1+5)	244	244
12	Линия перемотки готового провода RL-W	55	55
	Итого	2373	2373
Производство кабелей силовых гибких марки КГ			
13	Линия грубого волочения медной проволоки Т40-30/15С	535	535
14	Линия среднего волочения медной проволоки (8-ниточная) Т 8-8/250	290	290
15	Машина литцекрутильная двойной скрутки ТВ-63	30	30
16	Линия экструзионная для наложения изоляции из резины с 0 экструдера 90 мм. АУ2-90/17	338	338
17	Линия двойной скрутки изолированных жил с ТВ-1600	170	170
18	Линия экструзионная для наложения изоляции из резины с 0 экструдера 120 мм АУ2-120/17	279	279
19	Линия перемоточная с отдающим устройством 1400 мм.	25	25
20	Линия перемоточная с отдающим устройством 2000 мм	36,5	36,5
	Итого	1703,5	1703,5
Производство радиочастотных кабелей			
21	Линия сварки и гофрирования RK-W	187	187
	Итого	1239	1239
	Итого по предприятию	8383,5	8383,5

2 Технологическая часть

2.1 Анализ затрат на холодное водоснабжение

В таблице 2.1 и на рисунке 2.1 представлены сведения о потреблении и затратах на холодную воду и водоотведение в 2019 г.

Таблица 2.1 - Сведения о потреблении и затратах на холодную воду и водоотведение

Месяц, год	Тариф: вода/стоки, руб./м ³	Объем, м ³		Затраты, тыс. руб.		
		вода	стоки	вода	стоки	всего
Январь	12,38/6,21	1268	1268	15,698	7,874	23,572
Февраль	12,38/6,21	1328	1328	16,441	8,247	24,688
Март	12,38/6,21	1981	1981	24,525	12,302	36,827
Апрель	12,38/6,21	1679	1679	20,786	10,427	31,213
Май	12,38/6,21	1816	1816	22,482	11,277	33,759
Июнь	12,38/6,21	2354	2354	29,143	14,618	43,761
Июль	12,38/6,21	2333	2333	28,883	14,488	43,370
Август	12,38/6,21	2894	2894	35,828	17,972	53,799
Сентябрь	12,38/6,21	2173	2173	26,902	13,494	40,396
Октябрь	12,38/6,21	2045	2045	25,317	12,699	38,017
Ноябрь	12,38/6,21	2127	2127	26,332	13,209	39,541
Декабрь	12,38/6,21	1578	1578	19,536	9,799	29,335
Всего		23576	23576	291,871	146,407	438,278

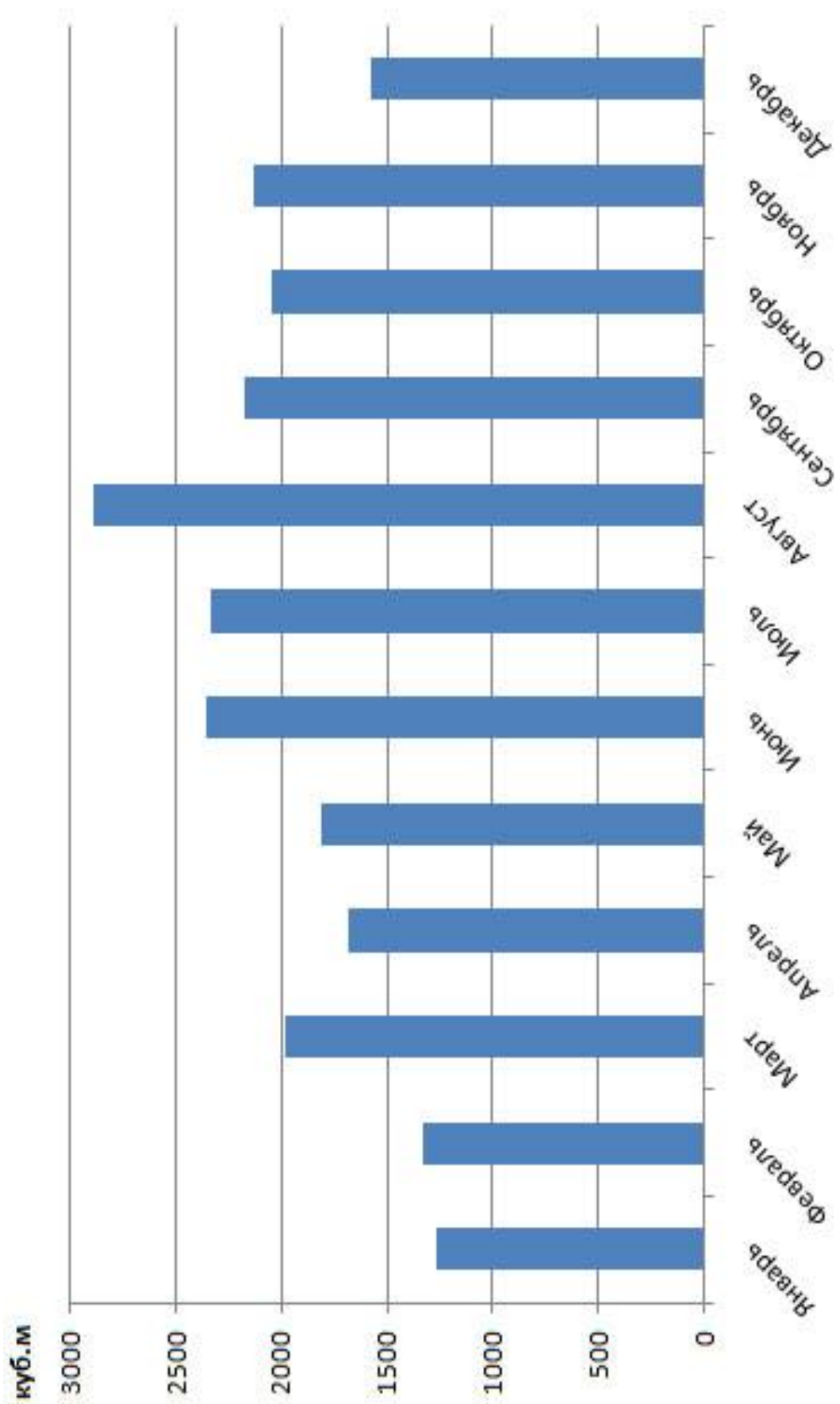


Рисунок 2.1 - График потребления холодной воды за 2016 г

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

В таблице 2.2 и на рисунке 2.2 представлена динамика изменения потребления холодной воды и стоков и затрат по годам.

Таблица 2.2 – Потребление и затраты на воду и стоки за 2014-2016

Наименование	Единица измерения	Анализируемый период		
		2014 г.	2015 г.	2016 г.
Потребление воды	м ³	24505	27363	23576
Объем стоков	м ³	24505	27363	23576
Затраты с НДС	тыс. руб.	537,050	562,657	599,712

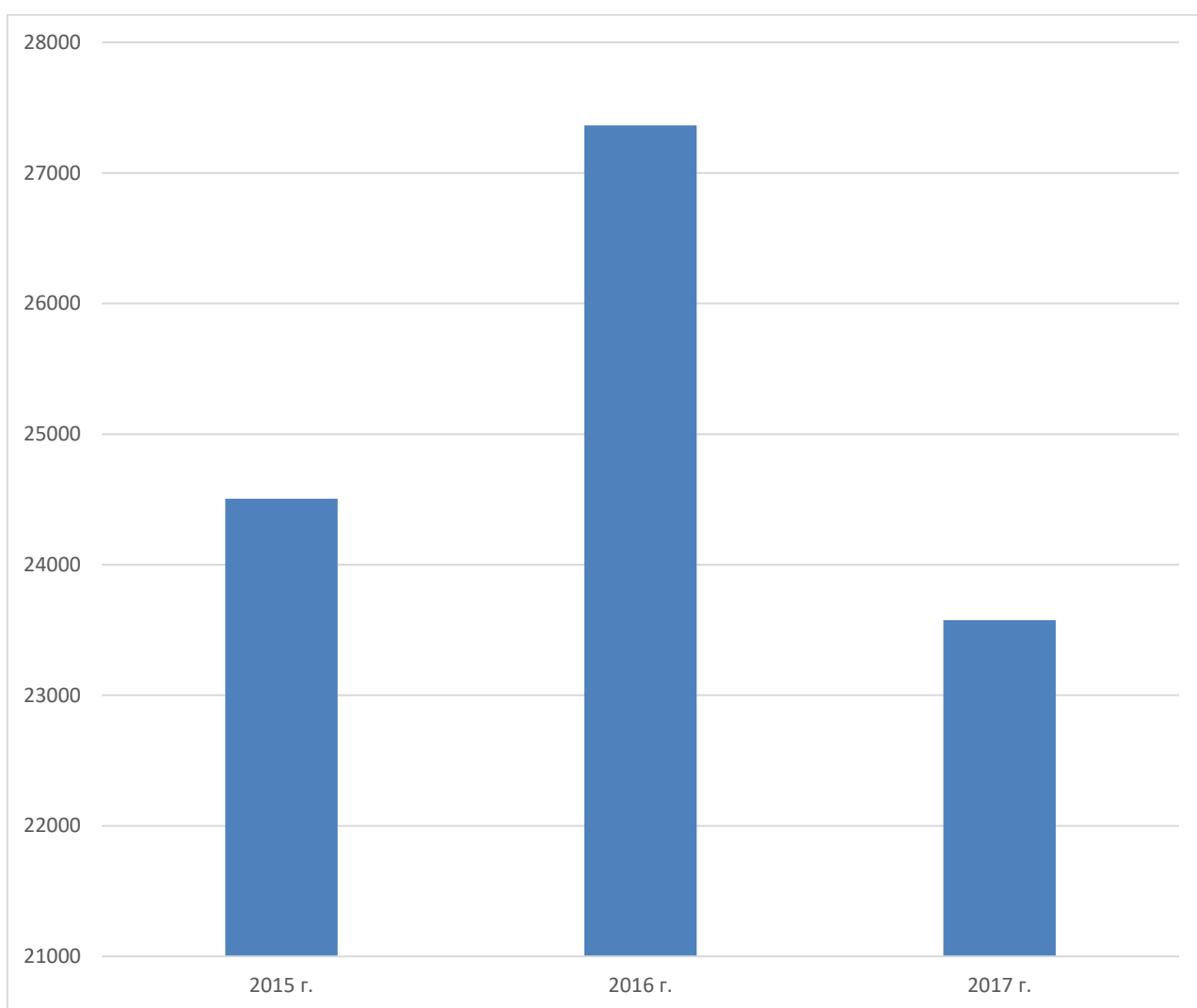


Рисунок 2.2 – Динамика потребления холодной воды за период 2015-2017 гг.

2.2 Баланс системы охлаждения технологического оборудования

Расчет потребления холодной воды выполнен согласно СНиП 2.04.01-85 "Внутренний водопровод и канализация зданий" на основании данных о потребителях воды, представленных в разделе 1.2.

Расчётная потребность конкретного предприятия в технической воде Q_m^p в значительной степени зависит от типа используемого оборудования и принятой схемы технологического процесса и может определяться только по результатам технологических расчётов, водопотребляющих установок.

Режим (график) расходования технической воды определяется режимом работы промышленного предприятия и методами использования воды. Чаще всего встречается достаточно равномерный график технического водопотребления, хотя могут наблюдаться отдельные пики и провалы. Для производственного водоснабжения многих предприятий необходимо учитывать сезонное изменение водопотребления из – за изменений температуры воды в природных источниках в зависимости от времени года. Изменение температуры воды вызывает соответствующее изменение расхода воды, потребляемой на охлаждение материалов и аппаратов [1].

Расчетно – часовой расход оборотной воды, м³/ч

$$Q_{об.}^p = \frac{Q_{об.}^{с.с.}}{K_q^{об.}}, \quad (2.1)$$

где $Q_{об.}^{с.с.}$ - среднесуточный расход оборотной воды, тыс. м³/ч, $K_q^{об.}$ - коэффициент часовой неравномерности, $K_q^{об.} = 1 \div 1,2$.

					БР – 02069964 – 13.03.01 – 17 – 20	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		13

Расчетно-нормативное потребление холодной воды за сутки определяется по формуле, л/сут:

$$Q_{сут.i} = q_{сут.i}^H \cdot m_i, \quad (2.2)$$

где $q_{сут.i}^H$ – удельная норма расхода воды (л/чел·сут), определяется по СНиП 2.04.01-85.

m_i – количество человек находящихся в учреждении.

Расчетно-нормативное годовое потребление воды предприятиями определяется по формуле, л:

$$Q_{г\&e}^H = Q_{сут.i} \cdot n_i, \quad (2.3)$$

где $Q_{сут.i}$ – потребление воды за сутки людьми в учреждении, л/сут;

n_i – количество рабочих дней в году предприятия.

Если предприятия имеет столовую или другие объекты потребляющие воду, то годовое потребление воды можно определить по формуле, л:

$$Q_{г} = Q_{г\&e}^H + \sum_{i=1}^k Q_{сут.i} \cdot n_i, \quad (2.4)$$

где $Q_{сут.i}$ – расчетно-нормативное потребление холодной воды за сутки, i -м потребителем предприятия;

k – количество объектов потребляющих воду внутри предприятия;

n_i – количество рабочих дней в году столовой и других объектов.

					БР – 02069964 – 13.03.01 – 17 – 20	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		14

Принятые при расчете нормы расхода воды потребителями приведены в таблице 2.3, а результаты расчета расходов холодной воды в таблице 2.4.

Таблица 2.3 - Нормы расхода воды потребителями

Наименование потребителя	Ед. измерения	Кол-во по наименованию	Расчетно-нормативные расходы воды					
			Среднесуточные, м ³ /сут			Годовые, м ³ /год		
			Общей	Холодной	Горячей	Общей	Холодной	Горячей
Инженерно-технические работники (служащие)	1 работающий	150	1,8	1,05	0,75	448,2	261,450	186,750
Рабочие	1 чел/см	314	7,85	4,396	3,454	1954,65	1094,6	860,046
Душевые	1 душевая сетка	14	7	3,220	3,78	1743	801,780	941,22
Столовая	1 условное блюдо	325	5,2	1,073	4,128	1294,8	267,053	1027,748
Мойка полов (административные здания)	1 м ²	5915	3,549	3,549	0	883,7	883,701	0
Мойка полов (производственные здания)	1 м ²	13600	8,16	8,16	0	424,32	424,320	0
Мойка машин	0	14	2,8	2,800	0	697,2	697,200	0
Расход воды на поливку травяного покрова	1 м ³	50	0,150	0,150	0	9	9	0
Раковины	0	70	0,011	0,011	0	3,738	1,738	2
Унитазы	0	48	0,005	0,005	0	1,709	1,709	0
Бассейн	м ³	65	65	65	0	65	0	0
Технологическое оборудование (подпитка)*						7429	7429	
Итого:			101,524	89,413	12,112	14954,32	11871,5	3017,764

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

Таблица 2.4 – Результаты расчета расходов холодной воды в системе оборотного водоснабжения

Наименование оборудования	Напор, м	Теоретический расход, м ³ /час		Постоянный расход, м ³ /час	Периодический расход		Годовой расход, м ³
		на одного потреб.	всего		Объем, м ³	Время работы, ч	
Производство силовых кабелей типа NYM							
охлаждение редуктора	1-2 атм	2,8	2,8	2,8			12439
охлаждение волочильной машины, эмульсии	1-2 атм	30,2	30,2	30,2			134160
охлаждение проволоки (при отжиге)	налив	29,97	29,97	0,03			133
подача воды в парогенератор	налив	0,03	0,03	0,03			133
охлаждение эмульсии	1-2 атм	17	17	17			79247
охлаждение проволоки	налив	14,8	14,8	14,8			68992
охлаждение редуктора	1-2 атм	1,2	1,2	1,2			5594
подача воды в парогенератор	налив	0,007	0,007	0,007			38
охлаждение экструдера (100+45)	0,6 мпа	1,2	1,2	1,2			5624
охлаждение кабелей в ванной	0,2	11,6	11,6	11,6			54362
компенсация потерь воды в охлаждающей системе	налив	0,2	0,2	0,2			937
охлаждение экструдера 120 мм.	0,6мпа	1,1	1,1	1,1			5155
охлаждение кабелей в ванной	0,2мпа	9	9	9			42178
охлаждение экструдера 150 мм	0,6мпа	1,5	1,5	1,5			7030
охлаждение кабелей в ванной	0,6мпа	18	18	18			84355
компенсация потерь воды в охлаждающей системе	налив	0,2x2	0,4	0,4			1875
Производство самонесущих изолированных проводов типа СИП							
охлаждение редуктора и выходной тяги	0,2мпа	6	6	6			25190
охлаждение смазки	0,2мпа	40	40	40			167936
охлаждение экструдера	0,6мпа	2	2	2			9373
2 бака для горячей воды	налив				2x0,2	0,5	
охлаждение кабелей в ванной	0,2мпа	19,8	19,8	19,80			92790
компенсация потерь воды в охлаждающей системе	налив	0,2	0,2	0,20			937
Производство кабелей силовых гибких марки							
охлаждение эмульсии машины	0,2мпа	6	6	6			26654
охлаждение эмульсии на отжиге	налив	5,94	5,94	5,94			26388
охлаждение проволоки (про отжиге)	налив	15	15	15			66636
подача воды в парогенератор	налив	0,06	0,06	0,06			267

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

БР – 02069964 – 13.03.01 – 17 – 20

Лист

16

Окончание таблицы 2.4

охлаждение эмульсии машины	0,2мпа	12	12	12			55940
охлаждение проволоки (про отжиге)	налив	14,94	14,94	14,94			69644
подача воды в па	налив	0,06	0,06	0,06			280
охлаждение экструдера	0,4-0,6мпа	1,2	2,4	2,4			10837
охлаждение рубашки вулканизационной трубы	0,4-0,6мпа	2,16	2,16	2,16			9753
охлаждение кабелей в ванной	0,2	2,5	2,5	2,5			11288
охлаждение накопителя	0,2	0,5	0,5	0,5			2258
охлаждение устройства для измерения температуры	0,2	0,5	0,5	0,5			2258
компенсация потерь воды в охлаждающей системе	налив	0,2	0,2	0,2			903
подача воды в парогенератор	налив	0,34	0,34	0,34			1535
охлаждение экструдера	0,4-0,6	1,2	1,2	1,2			5418
охлаждение рубашки вулканизационной трубы	0,4-0,6	0,86	0,86	0,86			3883
охлаждение кабелей в ванной	0,2	1,2	1,2	1,2			5418
охлаждение устройства для измерения температуры	0,2	0,1	0,1	0,1			452
охлаждения накопителя холодильника	0,2	0,2	0,2	0,20			903
компенсация потерь воды в охлаждающей системе	налив	0,2	0,2	0,2			903
подача воды в парогенератор	налив	0,34	0,34	0,34			1535
Производство радиочастотных кабелей							
охлаждение трубки после сварки	0,2	1	1	1			4446
охлаждение трубки после гофрирования	0,2	1	1	1			4446
охлаждение экструдеров:							
30 мм	0,6	0,4	0,4	0,4			1875
80 мм	0,6	0,8	0,8	0,8			3750
100 мм	0,6	1	1	0,4			4686
45 мм	0,6	0,2	0,2	0,2			937
охлаждение кабеля в ванной	0,2	33,4	33,4	33,4			156526
циркуляционный бак с горячей водой	налив	0	0	0	0,45	0,5	
компенсация потерь воды в охлаждающей системе	налив	0,2	0,2	0,2			937
охлаждение экструдера	0,6	1	1	1			4686
охлаждение кабеля в ванной	0,2	8,8	8,8	8,8			41240
циркуляционный бак с горячей водой	налив	0	0	0	0,2	0,25	
компенсация потерь воды в охлаждающей системе	налив	0,2	0,2	0,2			937
Итого оборотная вода				289,127			1459098
потери				1,446			7429

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

На рисунке 2.3 представлено распределение расхода воды между потребителями комплекса зданий.

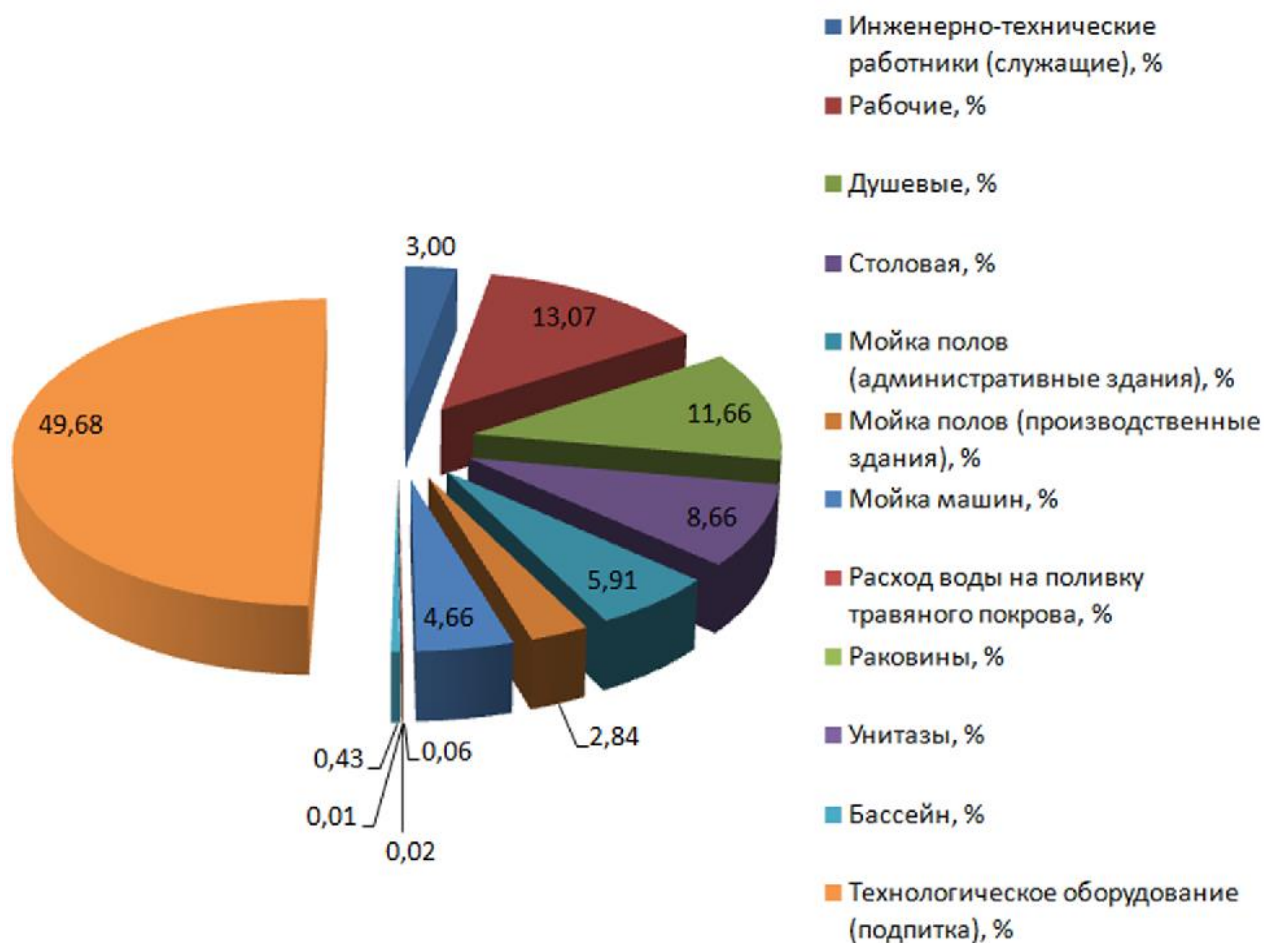


Рисунок 2.3 – Распределение расхода воды между потребителями объекта

Согласно выполненным расчетам, большой объем холодной воды, поступающей в систему водоснабжения предприятия, используется на подпитку системы охлаждения технологического оборудования технологического оборудования (49,68%). Расчетное годовое потребление холодной воды объектами предприятия составляет 14954,32 м³. За 2016 г. фактическое потребление холодной воды составило 23576 м³, что на 57,65 % больше расчетной величины.

2.3 Анализ работы охлаждающего устройства оборотного водоснабжения

Для охлаждения воды применяют разные типы водоохлаждающих сооружений. По способу охлаждения они разделяются на испарительные и поверхностные [2].

В испарительных охладителях охлаждение воды происходит в процессе её частичного испарения и передачи теплоты атмосферному воздуху при его непосредственном контакте с поверхностью воды. В поверхностных охладителях охлаждаемая вода не соприкасается с воздухом, а передача теплоты от воды к воздуху происходит через стенки радиаторов, внутри которых протекает вода.

К испарительным охладителям открытые водоёмы (пруды – охладители, водохранилища, реки, озёра), брызгальные бассейны и градирни (открытые, башенные и вентиляторные), к поверхностным радиаторные (сухие) градирни.

Технологический расчёт необходим как при проектировании новых градирен, так и при привязке существующих проектов этих сооружений к местным метеорологическим условиям с учётом требования температуры охлаждённой воды и гидравлическим нагрузкам.

Перед началом расчёта новых градирен должны быть выбраны основные их размеры: размер входных окон, тип и конструкция оросителя, водоуловители и тип вентиляторной установки. При привязке существующих их проектов все эти параметры являются заданными[3].

Конечной целью технологических расчётов является нахождение числа градирен (или секций, если градирни секционные), обеспечивающего охлаждение заданного количества воды $Q_{об}$, кг/ч (кг/с) от температуры $t_1, ^\circ C$, на входе в градирню до температуры $t_2, ^\circ C$, на выходе из неё при расчётных параметрах атмосферного воздуха: температуре по сухому термометру $\vartheta_1, ^\circ C$,

					БР – 02069964 – 13.03.01 – 17 – 20	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		19

относительной влажности $\varphi_1, \%$ (или температуре по смоченному термометру $\tau_1, ^\circ\text{C}$) и барометрическом давлении $P_\sigma, \text{кгс}/\text{м}^2$.

Гидравлическая нагрузка и температура воды на входе в градирню и выходе из неё обычно задаётся технологами производства исходя из теплотехнических расчётов охлаждаемых водой аппаратов: конденсаторов, холодильников и т.д.

Для технологического расчёта градирен могут быть использованы средние значения ϑ_1, φ_1 в 13 часов для наиболее тёплого месяца и барометрическое давление, приведённые в СНиП 23 – 01 – 99 «Строительная климатология».

Для города Саранск по СНиП 23 – 01 – 99 «Строительная климатология» запишем необходимые параметры для расчёта:

барометрическое давление $P_\sigma = 990 \text{Па} = 1,00952 \text{кгс}/\text{м}^2$;

температура воздуха по сухому термометру $\vartheta = 24,9^\circ\text{C}$;

относительная влажность воздуха $\varphi_1 = 51\%$.

Выбираются противоточные вентиляторные градирни.

На первом этапе технологического расчёта определяется удельный расход воздуха λ , кг/кг (по отношению к расходу воды).

$$\lambda = \frac{U}{x}, \quad (2.5)$$

Для определения λ вычисляются вспомогательные величины Y, U и R по формулам

$$Y = \frac{i_1'' - i_1 - \delta i_1''}{i_2'' - i_1 - \delta i_1''}, \quad (2.6)$$

где i_1'', i_2'', i_1 - удельные энтальпии, кДж/кг, которые вычисляются по формуле

					БР – 02069964 – 13.03.01 – 17 – 20	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		20

$$i = \left[0,24 \cdot t + \frac{\varphi \cdot \gamma_n'' \cdot R_{c.вв} \cdot (t + 273,2)}{P_6 - \varphi \cdot p_n''} \cdot (595 + 0,47 \cdot t) \right] \cdot 4,19, \quad (2.6)$$

$$i_1'' = f \cdot (t_1, \varphi, P_6) - \text{кДж/кг при } \varphi = 100\%;$$

$$i_2'' = f \cdot (t_2, \varphi, P_6) - \text{кДж/кг при } \varphi = 100\%;$$

$$i_1' = f \cdot (g_1, \varphi_1, P_6) - \text{кДж/кг при } \varphi_1 = 57\%.$$

где $R_{c.вв} = 29,27 \text{ кж} \cdot \text{м} / (\text{кг} \cdot \text{К})$ - удельная газовая постоянная сухого воздуха;

γ_n'' - плотность водяных паров, $\text{кг}/\text{м}^3$;

p_n'' - парциальное давление водяных паров, $\text{кгс}/\text{м}^2$.

$$i_1'' = \left[0,24 \cdot 38 + \frac{1 \cdot 46,3 \cdot 10^{-3} \cdot 29,27 \cdot (38 + 273,2)}{1,02 \cdot 10^4 - 1 \cdot 676} \cdot (595 + 0,47 \cdot 38) \right] \cdot 4,19 = 151,93 \text{ кДж/кг};$$

$$i_2'' = \left[0,24 \cdot 25 + \frac{1 \cdot 23 \cdot 10^{-3} \cdot 29,27 \cdot (25 + 273,2)}{1,02 \cdot 10^4 - 1 \cdot 324} \cdot (595 + 0,47 \cdot 25) \right] \cdot 4,19 = 76,81 \text{ кДж/кг};$$

$$i_1' = \left[0,24 \cdot 35 + \frac{0,33 \cdot 39,6 \cdot 10^{-3} \cdot 29,27 \cdot (37 + 273,2)}{1,02 \cdot 10^4 - 0,33 \cdot 573} \cdot (595 + 0,33 \cdot 35) \right] \cdot 4,19 = 14,75 \text{ кДж/кг}.$$

Выражение $\delta i''$ вычисляется по выражению

$$\delta i'' = \frac{(i_1'' + i_2'' - 2 \cdot i_m'')}{4}, \quad (2.8)$$

где i_m'' определяется при $t = \frac{38 + 25}{2} = 31,5^\circ \text{C}$,

					БР – 02069964 – 13.03.01 – 17 – 20	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		21

$$\gamma_n'' = \gamma_1 + (t - t_1) \cdot \frac{\gamma_2 - \gamma_1}{t_2 - t_1} = 33,9 \cdot 10^{-3} + (31,5 - 31) \cdot \frac{32,1 \cdot 10^{-3} - 33,9 \cdot 10^{-3}}{32 - 31} = 0,033 \text{ кг/м}^3,$$

$$p_n'' = p_1 + (t - t_1) \cdot \frac{p_2 - p_1}{t_2 - t_1} = 485 + (31,5 - 31) \cdot \frac{458 - 485}{32 - 31} = 471,5 \text{ кгс/м}^2,$$

$$i_2' = \left[0,24 \cdot 31,5 + \frac{1 \cdot 0,033 \cdot 29,27 \cdot (31,5 + 273,2)}{1,02 \cdot 10^4 - 1 \cdot 471,5} \cdot (595 + 0,47 \cdot 31,5) \right] \cdot 4,19 = 108,98 \text{ кДж/кг}$$

$$\delta i'' = \frac{(151,93 + 76,81 - 2 \cdot 108,98)}{4} = 2,695,$$

$$Y = \frac{151,93 - 14,75 - 2,695}{76,81 - 14,75 - 2,695} = 2,26,$$

$$U = \frac{(t_1 - t_2) \cdot c_{ж}}{k \cdot (i_2'' - i_1 - \delta i'')} \quad (2.9)$$

где $c_{ж} = 4,186 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{K)}$ - удельная теплоёмкость воды;

k – поправочный коэффициент.

$$k = 1 - \frac{c_{ж} \cdot t_2}{r} \quad (2.10)$$

где $r = 2491 \text{ кДж/кг}$ - удельная скрытая теплота преобразования для воды

$$R = \frac{U^{1-m}}{A \cdot h} \quad (2.11)$$

где h – высота оросителя, м;

					БР – 02069964 – 13.03.01 – 17 – 20	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		22

m и A – показатель степени коэффициент, являются постоянными для определённой конструкции оросителя и принимаются в зависимости от выбранной конструкции оросителя.

$$k = 1 - \frac{4,19 \cdot 25}{24,91} = 0,957.$$

$$U = \frac{(35 - 25) \cdot 4,19}{0,957 \cdot (76,81 - 14,75 - 2,695)} = 0,737.$$

$$R = \frac{0,737^{1-0,733}}{0,284 \cdot 4,7} = 0,691.$$

Определяется вспомогательная величина X в зависимости от $Y=2,26$ и $R=0,691$ $X=1,75$.

$$\lambda = \frac{0,737}{1,75} = 0,421 \text{ кг} / \text{кг}.$$

На втором этапе технологического расчёта плотность орошения $q_{ж}, \text{кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{с})$

$$a_6 \cdot q_{ж}^3 + b_6 \cdot q_{ж}^2 - c_6 \cdot q_{ж} - \frac{d_6}{1,2} = 0, \quad (2.12)$$

$$a_6 = \frac{\lambda^2 \cdot \zeta_1}{3600^2 \cdot 2 \cdot g \cdot \gamma_1^2}, \quad (2.13)$$

$$\zeta_1 = k_{оп} \cdot h + 0,000025 \cdot l + 0,0002, \quad (2.14)$$

где ζ_1 - коэффициент аэродинамического сопротивления сухого оросителя;

					БР – 02069964 – 13.03.01 – 17 – 20	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		23

k_{op} - коэффициент, учитывающий дополнительные аэродинамические сопротивления от стекающей по оросителю воды;

l – половина длины воздухораспределителя.

γ_1 - плотность воздуха кг/м³ вычисляется по формуле

$$\gamma_1 = \frac{p_0 - \varphi_1 \cdot p_n''}{R_{с.вв} \cdot (g_1 + 273,2)} + \varphi_1 \cdot \gamma_n'' , \quad (2.15)$$

$$\zeta_1 = 0,086 \cdot 10^{-3} \cdot 3,7 + 0,000025 \cdot 2 + 0,0002 = 5,68 \cdot 10^{-4} ,$$

$$\gamma_1 = \frac{1,02 \cdot 10^4 - 0,33 \cdot 676}{29,27 \cdot (35 + 273,2)} + 0,33 \cdot 46,3 \cdot 10^{-3} = 2,03 ,$$

$$a_6 = \frac{0,421^2 \cdot 5,68 \cdot 10^{-4}}{3600^2 \cdot 2 \cdot 9,81 \cdot 2,03^2} = 7,962 \cdot 10^{-14} ,$$

$$b_b = \frac{\lambda^2 \cdot f_{op}^2}{\gamma_1^2} \cdot \left(\frac{\zeta_2}{f_{op}^2 \cdot 3600^2 \cdot 2 \cdot g} - \frac{\wedge}{1,2} \right) , \quad (2.16)$$

$$\zeta_2 = \zeta_{без.об} + \zeta_{сух.оп} \cdot h + 0,1 \cdot l + \zeta_{водоул} , \quad (2.17)$$

где $\zeta_{без.об}$ - коэффициент аэродинамического сопротивления градирни без оборудования определяется по монограмме в зависимости от отношения площади воздухопроводных окон градирни $f_{ок} = 2 \cdot s \cdot h_{ок}$ к площади градирни (секций) в плане $f_{op} \cdot s$ – ширина градирни в плане, м;

$h_{ок}$ - высота входных окон, м, $h_{ок} = 1,5 \div 2,5$.

$$f_{ок} = 2 \cdot 8 \cdot 2 = 32 м^2 ,$$

					БР – 02069964 – 13.03.01 – 17 – 20	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		24

$$\zeta_2 = 17 + 4,64 \cdot 3,7 + 0,1 \cdot 2 + 7,4 = 41,768,$$

$$b_B = \frac{0,421^2 \cdot 32^2}{2,03^2} \cdot \left(\frac{41,768}{32^2 \cdot 3600^2 \cdot 2 \cdot 9,81} - \frac{-152,75 \cdot 10^{-12}}{1,2} \right) = 1,048 \cdot 10^{-8};$$

$$c_\epsilon = \frac{M}{1,2} \cdot \frac{\lambda \cdot f_{op}}{\gamma_1}, \quad (2.18)$$

$$c_\epsilon = \frac{124,48 \cdot 10^{-6}}{1,2} \cdot \frac{0,421 \cdot 32}{2,03} = 6,266 \cdot 10^{-4},$$

$$7,962 \cdot 10^{-14} q_{жк}^3 + 1,048 \cdot 10^{-8} q_{жк}^2 - 6,266 \cdot 10^{-4} q_{жк} - \frac{-9,049}{1,2} = 0.$$

$$p_1 = \frac{b_B^3}{27 \cdot a_B^3} - \frac{b_B c_\epsilon}{6 a_\epsilon^2} + \frac{d_B}{1,2 \cdot 2 a_B} = \frac{(1,048 \cdot 10^{-8})^3}{27 \cdot (7,962 \cdot 10^{-14})^3} - \frac{1,048 \cdot 10^{-8} \cdot (-6,266 \cdot 10^{-4})}{6 \cdot (7,962 \cdot 10^{-14})^2} + \frac{9,049}{1,2 \cdot 2 \cdot 7,962 \cdot 10^{-14}} = 3,061 \cdot 10^{14},$$

$$p_2 = \frac{3 a_\epsilon c_\epsilon - b_B^2}{9 a_B^2} = \frac{3 \cdot 7,962 \cdot 10^{-14} \cdot (-6,266 \cdot 10^{-4}) - (1,048 \cdot 10^{-8})^2}{9 \cdot (7,962 \cdot 10^{-14})^2} = -4,548 \cdot 10^9,$$

$$D = (3,061 \cdot 10^{14})^2 + (-4,548 \cdot 10^9)^3 = -3,75 \cdot 10^{25} < 0,$$

$$r = \pm \sqrt{|-4,548 \cdot 10^9|} = 6,744 \cdot 10^4,$$

$$\cos \varphi = \frac{3,061 \cdot 10^{14}}{(6,744 \cdot 10^4)^3} = 0,99,$$

					БР – 02069964 – 13.03.01 – 17 – 20	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		25

$$\varphi = 81^{\circ}09'; \quad \frac{\varphi}{3} = \frac{81^{\circ}09'}{3} = 27^{\circ}03',$$

$$z = 2 \cdot r \cdot \cos\left(60^{\circ} - \frac{\varphi}{3}\right) = 2 \cdot 6,744 \cdot 10^4 \cdot \cos\left(60^{\circ} - \frac{81^{\circ}09'}{3}\right) = 1,132 \cdot 10^5,$$

$$q_{\text{ж}} = 1,132 \cdot 10^5 - \frac{1,048 \cdot 10^{-8}}{3 \cdot 7,962 \cdot 10^{-14}} = 6,932 \cdot 10^4 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч}).$$

По величине $q_{\text{ж}} = 6,932 \cdot 10^4 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ вычисляется число градирен

$$N = \frac{Q_{\text{об.}}}{q_{\text{ж}} \cdot f_{\text{ор}}}, \quad (2.19)$$

$$N = \frac{17,745 \cdot 10^6}{6,932 \cdot 10^4 \cdot 32} = 8 (\text{градирен}).$$

Для проверки соответствия аэродинамических сопротивлений градирни напору, развиваемому вентилятором, вычисляется подача вентилятора

$$G_{\text{в}}^{\prime\prime} = \frac{\lambda \cdot q_{\text{ж}} \cdot f_{\text{ор}}}{\gamma_1}, \quad (2.20)$$

$$G_{\text{в}}^{\prime\prime} = \frac{0,421 \cdot 6,932 \cdot 10^4 \cdot 32}{2,03} = 4,645 \cdot 10^5 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

По результатам расчета подтверждается установка 8 градирен

					БР – 02069964 – 13.03.01 – 17 – 20	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		26

3 Конструктивная часть

3.1 Гидравлический расчет существующей системы охлаждения технологического оборудования

Произведем гидравлический расчет системы обратного [4] водоснабжения представленной в приложении. Для примера произведем расчет 1 – го участка.

1) Задаемся для участков так называемый экономической скоростью $g_{\text{ЭК}}$, может быть принята равной 1 м/с [3].

2) Установив скорости для участков, находим диаметры труб, м, по формуле:

$$d' = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot g_{\text{ЭК}}}}, \text{ м} \quad (3.1)$$

где Q - расход воды на участке, $\text{м}^3 / \text{с}$

Полученные значения d' округляем до ближайшего большего или меньшего сортамента значений d ,

$$d' = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0803}{3,14 \cdot 1}} = 0,32, \text{ м}$$

3) Зная для каждого участка диаметр d и расход Q определяем потери напора [5], м, по формуле:

$$\Delta H = S_n Q^2, \text{ м} \quad (3.2)$$

					БР – 02069964 – 13.03.01 – 17 – 20	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		27

$$\Delta H = 174.53 \cdot 0,0803^2 = 1,13 \text{ м}$$

где S_H - сопротивление участка трубопровода, $\text{мс}^2 / \text{м}^6$

$$S_H = A_R \cdot \frac{(l + l_э)}{g \cdot d^{5,25}}, \text{мс}^2 / \text{м}^6 \quad (3.3)$$

$$S_H = 0,0894 \cdot 0,001^{0,25} \cdot \frac{(21 + 2,05)}{9,81 \cdot (0,2)^{5,25}} = 174,53 \text{мс}^2 / \text{м}^6$$

где A_R - постоянный коэффициент, зависящий от эквивалентной шероховатости, $A_R = 0,0894 \cdot K_э^{0,25}$;

$K_э$ - абсолютная эквивалентная шероховатость, м:

l - длина участка, м;

$l_э$ - эквивалентная длина участка, м.

$$l_э = A_l \sum \xi \cdot (d)^{1,25}, \text{ м} \quad (3.4)$$

$$l_э = 51,17 \cdot 1 \cdot (0,2)^{1,25} = 2,05 \text{ м}$$

где A_l - постоянный коэффициент, зависящий от эквивалентной шероховатости, $A_l = 9,1 / K_э^{0,25}$;

$\sum \xi$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений.

4) Действительная скорость воды в трубопроводе, м/с :

					БР – 02069964 – 13.03.01 – 17 – 20	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		28

$$g = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2}, \text{ м/с,} \quad (3.5)$$

$$g = \frac{4 \cdot 0,0803}{3,14 \cdot 0,2^2} = 2,56 \text{ м/с}$$

Результаты гидравлического расчета занесем в таблицу 3.1

Таблица 3.1 - Гидравлический расчет существующей схемы

№ участка	Диаметр трубы $d', \text{ м}$	Диаметр трубы сущ. $d, \text{ м}$	Расход на участке $Q, \text{ м}^3 / \text{ с}$	Потери напора $\Delta H, \text{ м}$	Сопротивление на участке трубопровода $S_n, \text{ мс}^2 / \text{ м}^6$	Длина участка $l, \text{ м}$	Эквивалентная длина участка $l_3, \text{ м}$	Действ. скорость воды $g, \text{ м/с}$
1-2	0,32	0,20	0,0803	1,13	174,53	21,00	2,05	2,56
2-3	0,25	0,20	0,0500	0,34	136,84	15,00	3,07	1,59
3-4	0,20	0,20	0,0311	0,15	152,35	15,00	5,12	0,99
4-5	0,13	0,20	0,0132	0,02	136,84	15,00	3,07	0,42
2-6	0,20	0,15	0,0303	1,63	1773,81	50,00	1,73	1,72
3-6	0,16	0,15	0,0189	0,52	1450,64	40,00	2,30	1,07
4-6	0,15	0,15	0,0180	0,48	1490,12	40,00	3,45	1,02
5-6	0,13	0,15	0,0132	0,31	1793,55	50,00	2,30	0,75
6-7	0,32	0,30	0,0803	0,20	30,47	20,00	13,82	1,14
7-8	0,32	0,20	0,0803	0,45	69,04	4,00	5,12	2,56
8-9	0,32	0,20	0,0803	1,74	270,38	5,00	30,70	2,56
9-10	0,32	0,20	0,0803	0,49	76,26	7,00	3,07	2,56
10-11	0,23	0,20	0,0402	0,11	70,76	5,25	4,09	1,28
11-12	0,20	0,20	0,0301	0,08	86,26	5,25	6,14	0,96
12-13	0,16	0,15	0,0201	0,10	259,00	5,25	2,30	1,14

Продолжение таблицы 3.1

13-14	0,11	0,15	0,0100	0,03	298,48	5,25	3,45	0,57
14-15	0,00	0,15	0,0000	0,00	350,75	7,35	2,88	0,00
15-41	0,00	0,15	0,0000	0,00	275,26	6,30	1,73	0,00
10-16	0,23	0,20	0,0402	0,10	63,01	5,25	3,07	1,28
16-17	0,20	0,20	0,0301	0,06	70,76	5,25	4,09	0,96
17-18	0,16	0,15	0,0201	0,12	298,48	5,25	3,45	1,14
14-19	0,11	0,10	0,0100	0,27	2670,76	8,50	0,77	1,28
13-20	0,11	0,10	0,0100	0,28	2818,24	8,50	1,28	1,28
12-21	0,11	0,10	0,0100	0,27	2670,76	8,50	0,77	1,28
11-22	0,11	0,10	0,0100	0,27	2670,76	8,50	0,77	1,28
16-23	0,11	0,10	0,0100	0,28	2744,50	8,50	1,02	1,28
17-24	0,11	0,10	0,0100	0,29	2891,97	8,50	1,54	1,28
18-25	0,11	0,10	0,0100	0,28	2744,50	8,50	1,02	1,28
18-26	0,11	0,10	0,0100	0,29	2891,97	8,50	1,54	1,28
27-40	0,11	0,20	0,0100	0,01	108,42	9,20	5,12	0,32
28-39	0,11	0,20	0,0100	0,01	116,17	9,20	6,14	0,32
29-38	0,11	0,20	0,0100	0,01	108,42	9,20	5,12	0,32
30-37	0,11	0,20	0,0100	0,01	92,92	9,20	3,07	0,32
31-36	0,11	0,20	0,0100	0,01	92,92	9,20	3,07	0,32
32-35	0,11	0,20	0,0100	0,01	100,67	9,20	4,09	0,32
33-34а	0,11	0,20	0,0100	0,01	116,17	9,20	6,14	0,32
34-34а	0,11	0,20	0,0100	0,01	132,68	14,45	3,07	0,32

Окончание таблицы 3.1

34a-35	0,16	0,30	0,0200	0,01	15,11	5,25	11,51	0,28
35-36	0,20	0,30	0,0300	0,01	10,96	5,25	6,91	0,42
36-37	0,23	0,30	0,0400	0,01	8,88	5,25	4,61	0,57
37-38	0,25	0,30	0,0499	0,04	15,11	5,25	11,51	0,71
38-39	0,28	0,30	0,0599	0,04	10,96	5,25	6,91	0,85
39-40	0,30	0,30	0,0699	0,05	10,96	5,25	6,91	0,99
40-41	0,32	0,30	0,0799	0,10	16,41	9,00	9,21	1,13
41-42	0,32	0,30	0,0803	0,13	20,79	9,25	13,82	1,14

Как видно из таблицы 3.1 действительные скорости существенно превышают нормативную 1 м/с. По результатам расчета построим пьезометрический график системы охлаждения технологического оборудования (см. приложение) по пути прохождения воды приведенном в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Исходные данные для построения пьезометрического графика

Наименование участка	Длина, м	Потери напора, м
1-2	1,13	21,00
2-6	1,63	50,00
6-7	0,20	20,00
7-8	0,45	4,00
8-9	1,74	5,00
9-10	0,49	7,00
10-16	0,10	5,25
16-17	0,06	5,25
17-18	0,12	5,25
18-26	0,29	8,50
34-34a	0,01	14,45
34a-35	0,01	5,25
35-36	0,01	5,25

36-37	0,01	5,25
37-38	0,04	5,25
38-39	0,04	5,25
39-40	0,05	5,25
40-41	0,10	9,00
41-42	0,13	9,25

3.2 Гидравлический расчет предлагаемой системы охлаждения технологического оборудования

Существующая система оборотного водоснабжения является одноконтурной [6,7,8]. Соответственно вода, охладив технологическое оборудование, насосами охлаждающих устройств через фильтры подаётся в градирни. При этом фильтры в такой схеме очень быстро засоряются, снижая, естественно, свою пропускную способность. Вследствие этого приходится включать дополнительные насосы для увеличения расхода оборотной воды.

Ещё одним недостатком схемы ООО «КЗ «Цветлит» является, то что мельчайшие частички материала и пыли, не улавливаемые фильтрами грубой очистки, попадают в форсунки забивая их. При этом вследствие включения дополнительных насосов существенно увеличивается давление на форсунках, которое не должно превышать 30 м. При превышении этого значения автоматика открывает перемычку на контуре рециркуляции 14-15. Соответственно насосы перегоняют в холостую по контуру охлаждения оборотную воду. Для установления величины расходов по контурам системы охлаждения технологического оборудования произвели измерение портативными расходомерами. Результаты контрольных замеров параметров оборотного водоснабжения (расход, температура) привендены в таблице 3.3, 3.4 и рисунке 3.1

Таблица 3.3 - Мгновенные значения расхода оборотной воды на подаче в градирни

Дата измерений	Время измерений	Значение мгновенного расхода, м ³ /ч
06.10.16	14:13:38	151,9
06.10.16	14:30:38	152,8
06.10.16	14:47:38	153,6
06.10.16	15:04:38	149,1
06.10.16	15:21:38	153,4
06.10.16	15:38:38	151,4
06.10.16	15:55:38	151,1
06.10.16	16:12:38	150
06.10.16	16:29:38	152,2
06.10.16	16:46:38	147,6
06.10.16	17:03:38	152,4
06.10.16	17:20:38	150,1
06.10.16	17:37:38	151,6
06.10.16	17:54:38	149,3
06.10.16	18:11:38	149,1
06.10.16	18:28:38	149,5
06.10.16	18:45:38	154,2
06.10.16	19:02:38	150
06.10.16	19:19:38	148,7
06.10.16	19:36:38	152,3
06.10.16	20:10:38	152,4
06.10.16	20:27:38	153,5
06.10.16	20:44:38	150,1
06.10.16	21:01:38	147

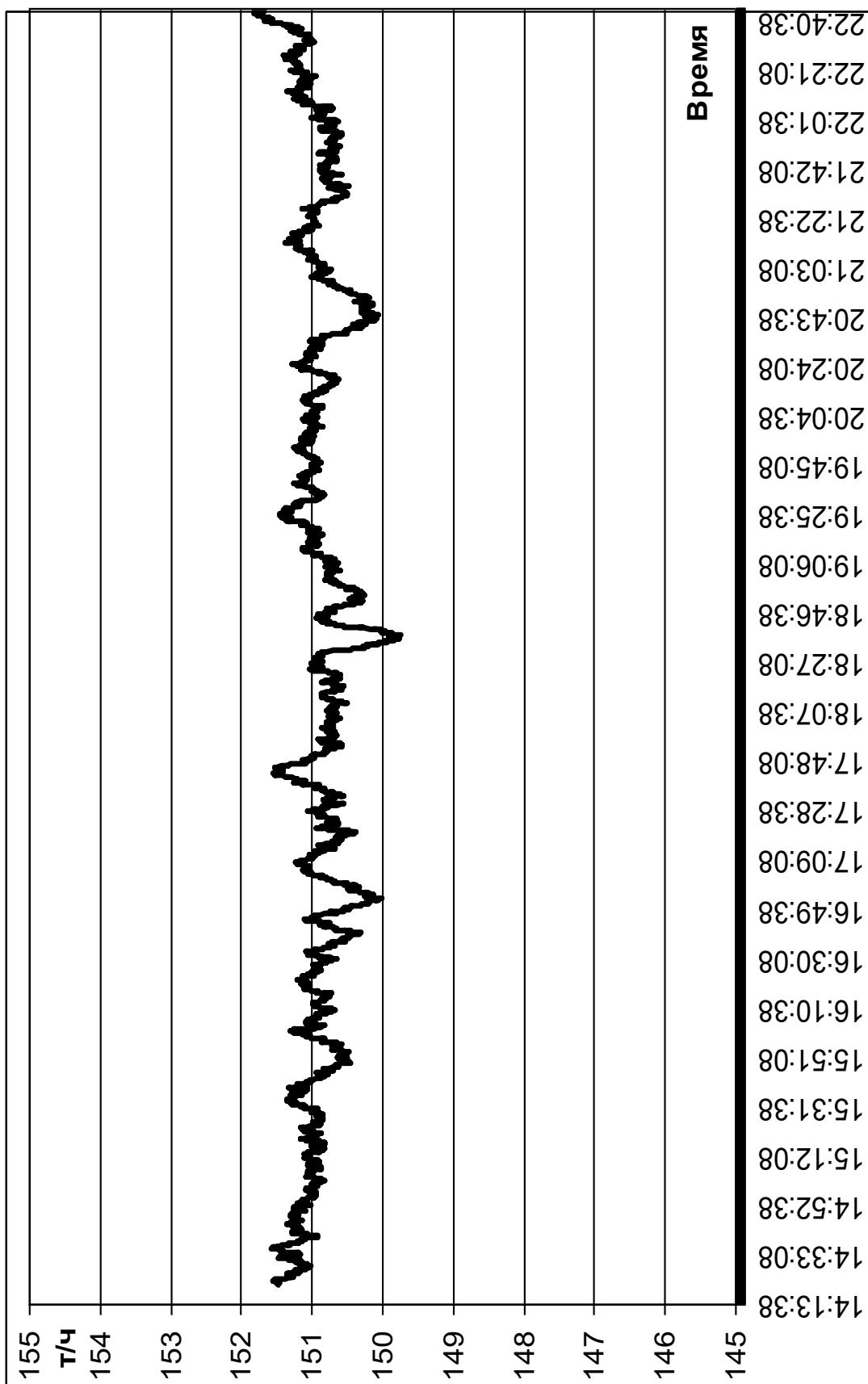


Рисунок 3.1 - График расхода оборотной воды на подаче в градирни

Таблица 3.4 - Среднее значение расхода оборотной воды на подаче в градирни

Место установки	Диаметр трубопровода наружный мм	Толщина стенки трубы, мм	Температура теплоносителя, °С	Дата и время измерений	Значение среднего расхода, м ³ /ч
трубопровод оборотной воды на подаче в градирни	219	6,0	20	с 14:33:38 06.10.2016 по 22:45:33 06.10.2016	150,895

При этом также через байпас в существующей схеме протекает оборотная вода. Результаты измерения приведены в таблице 3.5, 3.6 и рисунке 3.2.

Таблица 3.5 - Мгновенные значения расхода оборотной воды через байпасную линию градирен

Дата измерений	Время измерений	Значение мгновенного расхода, м ³ /ч
06.10.16	14:32:43	87,00
06.10.16	14:53:43	96,20
06.10.16	15:14:43	87,00
06.10.16	15:35:43	104,30
06.10.16	15:56:43	110,70
06.10.16	16:17:43	99,59
06.10.16	16:38:43	117,90
06.10.16	16:59:43	115,80
06.10.16	17:20:43	87,00
06.10.16	17:41:43	115,50
06.10.16	18:02:43	89,65
06.10.16	18:23:43	106,10
06.10.16	18:44:43	115,90
06.10.16	19:05:43	94,62
06.10.16	19:26:43	120,70
06.10.16	19:47:43	112,80
06.10.16	20:08:43	111,70
06.10.16	20:29:43	120,10
06.10.16	20:50:43	119,30
06.10.16	21:11:43	102,50
06.10.16	21:32:43	117,80
06.10.16	21:53:43	111,00
06.10.16	22:14:43	91,83
06.10.16	22:35:43	99,47
06.10.16	22:56:43	113,40
06.10.16	23:17:43	103,20
06.10.16	23:38:43	103,60
06.10.16	23:59:43	108,20
06.10.16	0:20:43	96,07

Окончание таблицы 3.5

06.10.16	0:41:43	103,50
06.10.16	1:02:43	110,90
06.10.16	1:23:43	109,60
06.10.16	1:44:43	112,60
06.10.16	2:05:43	87,00
06.10.16	2:26:43	112,70
06.10.16	2:47:43	107,10
06.10.16	3:08:43	108,40
06.10.16	3:29:43	102,30
06.10.16	3:50:43	105,60
06.10.16	4:11:43	97,65
06.10.16	4:32:43	106,30
06.10.16	4:53:43	110,70
06.10.16	5:14:43	118,50
06.10.16	5:35:43	110,10
06.10.16	5:56:43	109,40
06.10.16	6:17:43	96,44
06.10.16	6:38:43	97,77
06.10.16	6:59:43	105,50
06.10.16	7:20:43	108,90
06.10.16	7:41:43	107,70
06.10.16	8:02:43	108,20
06.10.16	8:23:43	103,80
06.10.16	8:44:43	105,50
06.10.16	9:05:43	107,70
06.10.16	9:26:43	99,95
06.10.16	9:47:43	116,10
06.10.16	10:08:43	100,70
06.10.16	10:29:43	97,77
06.10.16	10:50:43	92,68
06.10.16	11:07:18	101,50

Таблица 3.6 - Среднее значение расхода оборотной воды на подаче в градирни

Место установки	Диаметр трубопровода наружный мм	Толщина стенки трубы, мм	Температура теплоносителя, °С	Дата и время измерений	Значение среднего расхода, м³/ч
Трубопровод оборотной воды на обводной линии градирен	219	6,0	20	с 14:32:43 06.10.2016 по 11:07:18 07.10.2016	104,06

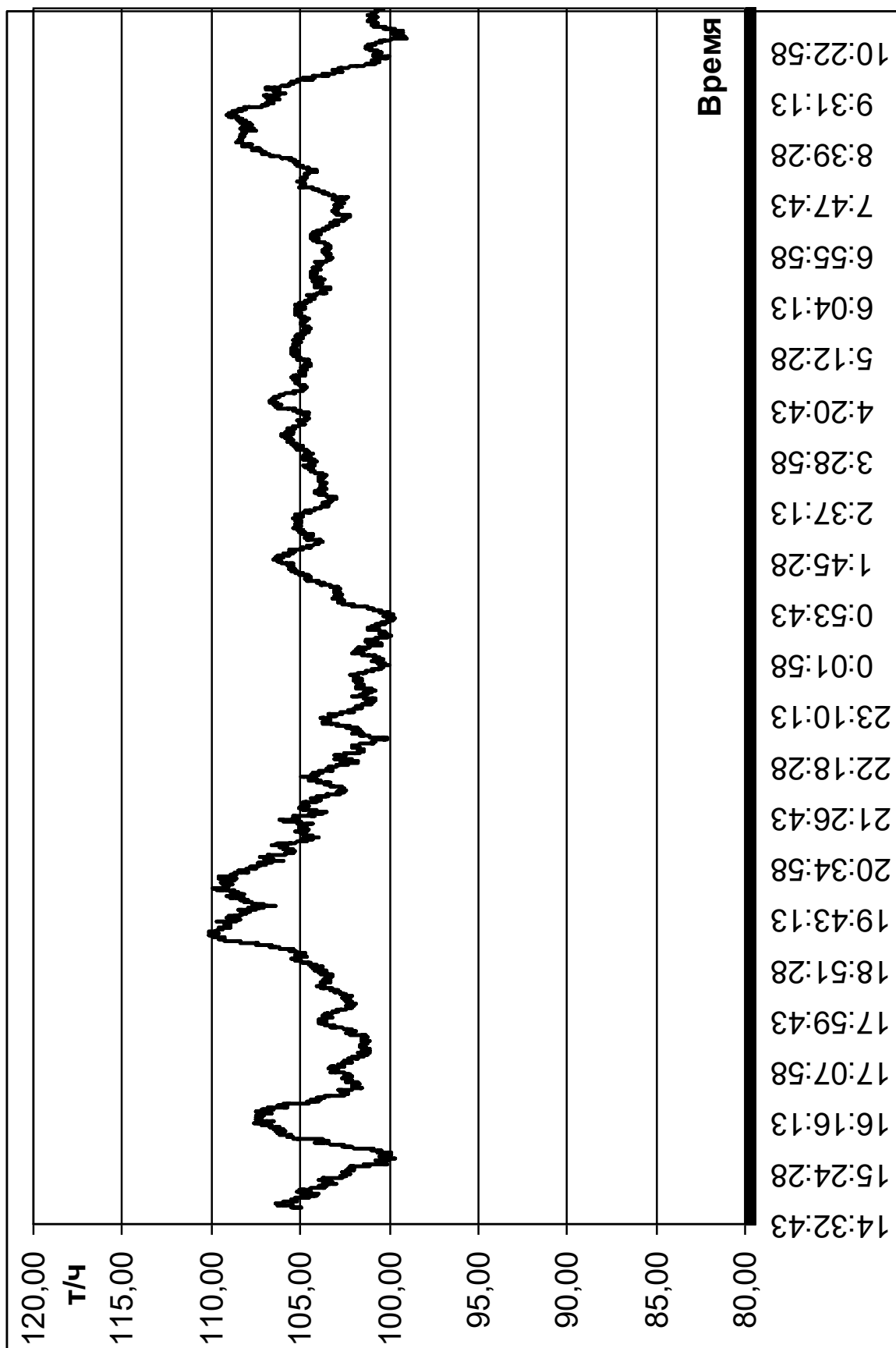


Рисунок 3.2 - График расхода оборотной воды через байпасную линию градирен

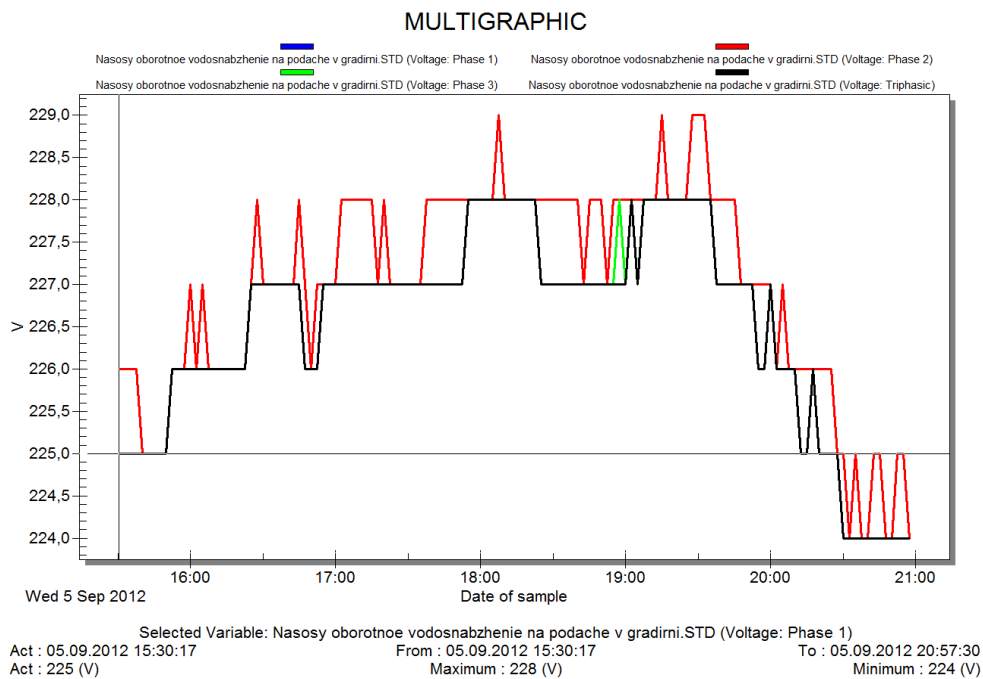
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

БР – 02069964 – 13.03.01 – 17 – 20

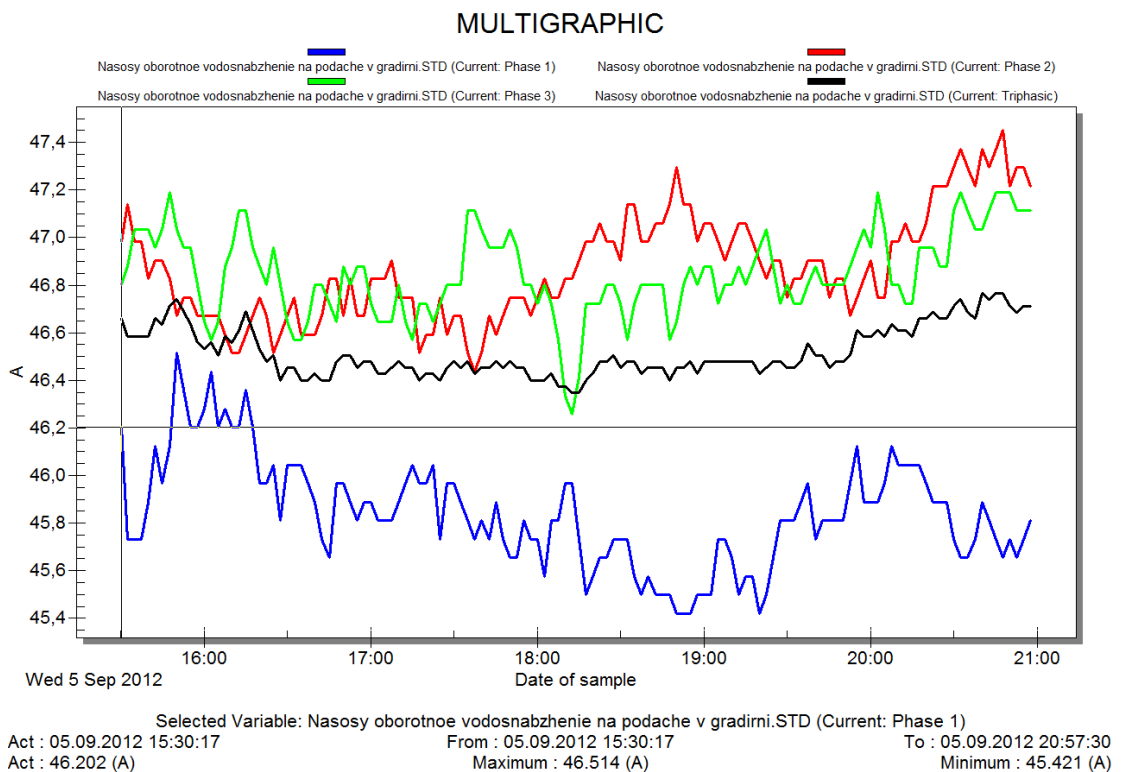
При этом параметры работы насосов на градирни приведены в таблице 3.6 и на рисунках 3.3-3.7

Таблица 3.5 - Параметры электропотребления насосов оборотного водоснабжения на подаче в градирни

Параметр	L1	L2	L3	III
Напряжение, В	226	226	226	226
Сила тока, А	46,202	46,748	46,958	46,636
Активная мощность, кВт	9,076	9,214	9,161	27,421
Реактивная мощность, кВАр	5,083	5,11	5,205	15,398
Коэффициент мощности, cos φ	0,86	0,87	0,86	0,86
Частота напряжения, Гц				50
Полная мощность, кВА				31,646



**Рисунок 3.3 - Напряжения на насосах оборотного водоснабжения,
установленных на подающем трубопроводе к градирням**



**Рисунок 3.4 - Ток в фазах на насосах оборотного водоснабжения,
установленных на подающем трубопроводе к градирням**

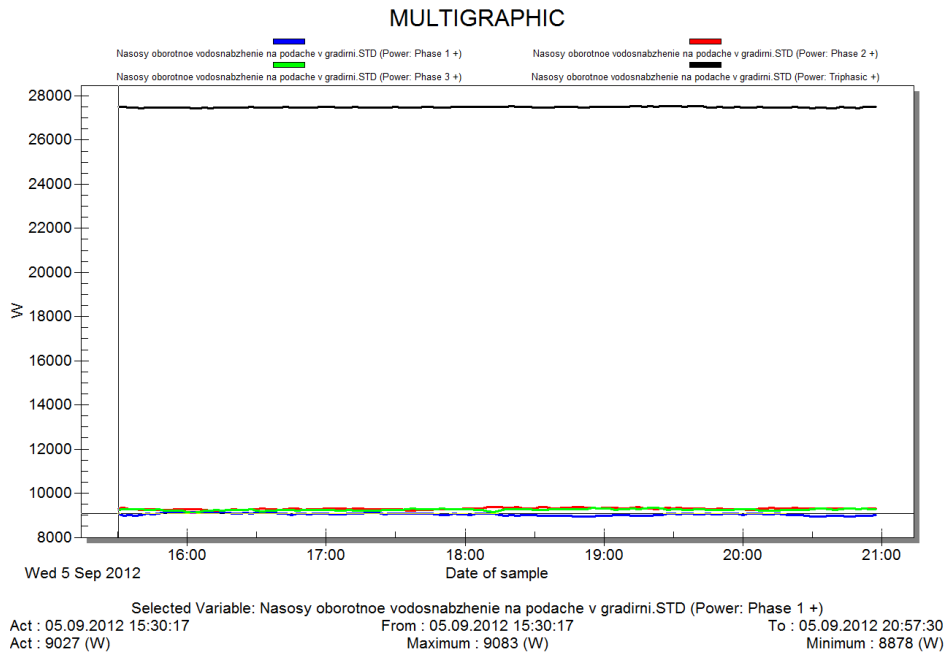


Рисунок 3.5 - Активная мощность, потребляемая насосами оборотного водоснабжения, установленными на подающем трубопроводе к градирням

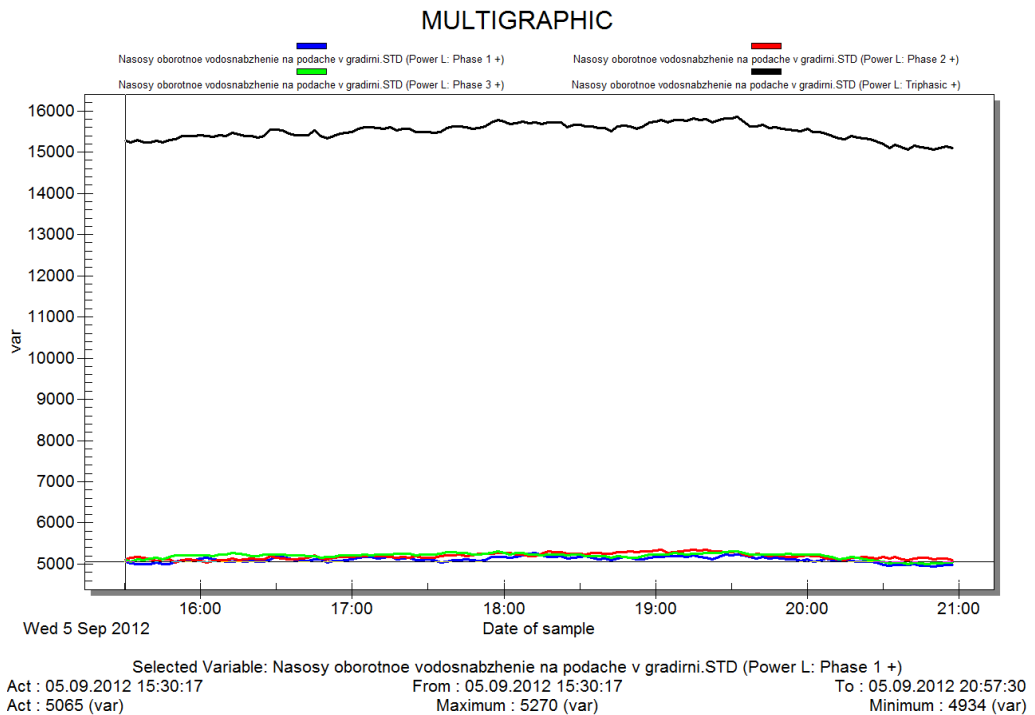


Рисунок 3.6 - Индуктивная мощность, потребляемая насосами оборотного водоснабжения, установленными на подающем трубопроводе к градирням

MULTIGRAPHIC

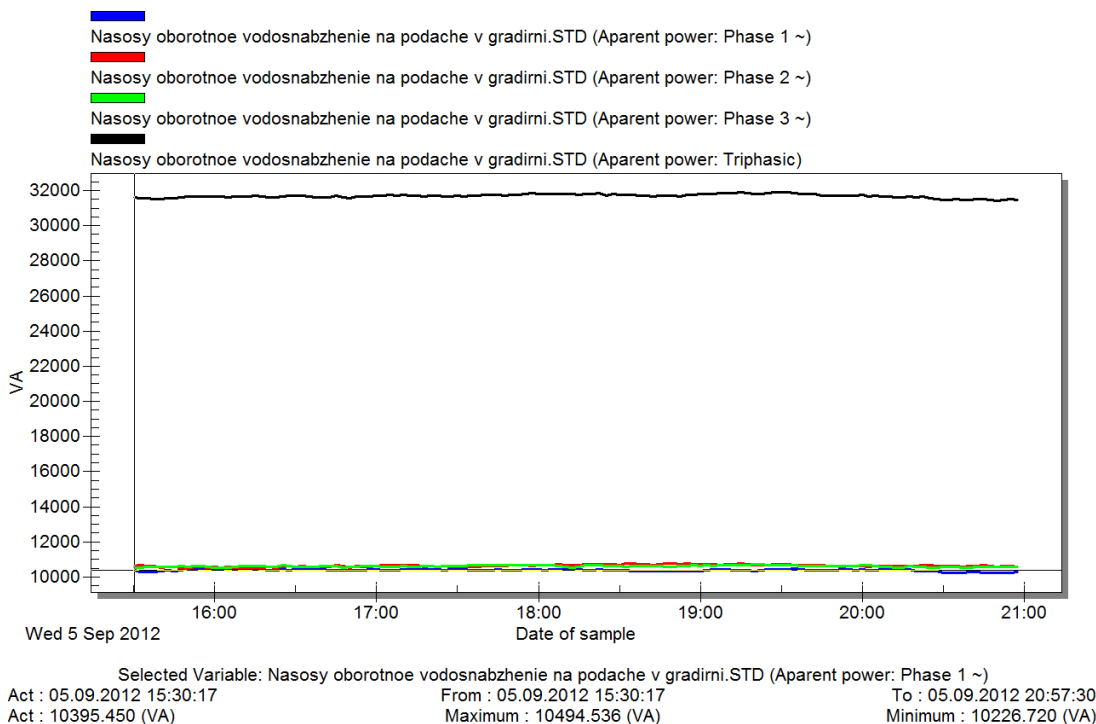


Рисунок 3.7 - Полная мощность, потребляемая насосами оборотного водоснабжения, установленными на подающем трубопроводе к градирням

Для устранения перечисленных причины обычно используют форсунки большого проходного сечения, снижая при этом эффективность градирни, либо устанавливают дополнительные фильтры перед форсунками, что в нашем случае невозможно из-за наличия большого количества производственного материала (изоляции кабелей) в воде. Фильтры очень быстро засоряются [12-15].

Для повышения эффективности системы охлаждения технологического оборудования предлагается перейти от одноконтурной схемы к двухконтурной. Принципиальная схема предлагаемой системы приведена в приложении, а её гидравлический расчет в таблице 3.6, а пьезометрический график в приложении.

Таблица 3.6 - Гидравлический расчет предлагаемой схемы

№ участка	Диаметр трубы $d', м$	Диаметр трубы сущ. $d, м$	Расход на участке $Q, м^3 / с$	Потери напора $\Delta H, м$	Сопротивление на участке трубопровода $S_n, мс^2 / м^6$	Длина участка $l, м$	Эквивалентная длина участка $l_3, м$	Действ. скорость воды $v, м / с$
1-2	0,27	0,20	0,0554	0,54	174,53	21,00	2,05	1,76
2-3	0,21	0,20	0,0345	0,16	136,84	15,00	3,07	1,10
3-4	0,17	0,20	0,0215	0,07	152,35	15,00	5,12	0,68
4-5	0,11	0,20	0,0091	0,01	136,84	15,00	3,07	0,29
2-6	0,16	0,15	0,0209	0,78	1773,81	50,00	1,73	1,18
3-6	0,13	0,15	0,0130	0,25	1450,64	40,00	2,30	0,74
4-6	0,13	0,15	0,0124	0,23	1490,12	40,00	3,45	0,70
5-6	0,11	0,15	0,0091	0,15	1793,55	50,00	2,30	0,51
6-7	0,27	0,30	0,0554	0,09	30,47	20,00	13,82	0,78
7-8	0,27	0,20	0,0554	0,21	69,04	4,00	5,12	1,76
8-9	0,27	0,20	0,0554	0,83	270,38	5,00	30,70	1,76
9-10	0,27	0,20	0,0554	0,23	76,26	7,00	3,07	1,76
10-11	0,19	0,20	0,0277	0,05	70,76	5,25	4,09	0,88
11-12	0,16	0,20	0,0208	0,04	86,26	5,25	6,14	0,66
12-13	0,13	0,15	0,0139	0,05	259,00	5,25	2,30	0,78
13-14	0,09	0,15	0,0069	0,01	298,48	5,25	3,45	0,39

Окончание таблицы 3.6

14-15	0,00	0,15	0,0000	0,00	350,75	7,35	2,88	0,00
15-41	0,00	0,15	0,0000	0,00	275,26	6,30	1,73	0,00
10-16	0,19	0,20	0,0277	0,05	63,01	5,25	3,07	0,88
16-17	0,16	0,20	0,0208	0,03	70,76	5,25	4,09	0,66
17-18	0,13	0,15	0,0139	0,06	298,48	5,25	3,45	0,78
14-19	0,09	0,10	0,0069	0,13	2670,76	8,50	0,77	0,88
13-20	0,09	0,10	0,0069	0,14	2818,24	8,50	1,28	0,88
12-21	0,09	0,10	0,0069	0,13	2670,76	8,50	0,77	0,88
11-22	0,09	0,10	0,0069	0,13	2670,76	8,50	0,77	0,88
16-23	0,09	0,10	0,0069	0,13	2744,50	8,50	1,02	0,88
17-24	0,09	0,10	0,0069	0,14	2891,97	8,50	1,54	0,88
18-25	0,09	0,10	0,0069	0,13	2744,50	8,50	1,02	0,88
18-26	0,09	0,10	0,0069	0,14	2891,97	8,50	1,54	0,88
27-40	0,09	0,20	0,0069	0,01	108,42	9,20	5,12	0,22
28-39	0,09	0,20	0,0069	0,01	116,17	9,20	6,14	0,22
29-38	0,09	0,20	0,0069	0,01	108,42	9,20	5,12	0,22
30-37	0,09	0,20	0,0069	0,00	92,92	9,20	3,07	0,22
31-36	0,09	0,20	0,0069	0,00	92,92	9,20	3,07	0,22
32-35	0,09	0,20	0,0069	0,00	100,67	9,20	4,09	0,22
33-34a	0,09	0,20	0,0069	0,01	116,17	9,20	6,14	0,22
34-34a	0,09	0,20	0,0069	0,01	132,68	14,45	3,07	0,22
34a-35	0,13	0,30	0,0138	0,00	15,11	5,25	11,51	0,20
35-36	0,16	0,30	0,0207	0,00	10,96	5,25	6,91	0,29
36-37	0,19	0,30	0,0276	0,01	8,88	5,25	4,61	0,39
37-38	0,21	0,30	0,0345	0,02	15,11	5,25	11,51	0,49
38-39	0,23	0,30	0,0414	0,02	10,96	5,25	6,91	0,59
39-40	0,25	0,30	0,0482	0,03	10,96	5,25	6,91	0,68
40-41	0,27	0,30	0,0551	0,05	16,41	9,00	9,21	0,78
41-42	0,27	0,30	0,0554	0,06	20,79	9,25	13,82	0,78

3.3 Анализ современных методов реализации системы охлаждения технологического оборудования

Система оборотного водоснабжения на промышленных предприятиях с каждым годом становится все более востребованной [15-18]. Большая часть современных предприятий является активными потребителями водных ресурсов. Чтобы сэкономить чистую воду, владельцы предприятий часто отдают предпочтение прогрессивному способу оборотного водоснабжения, подразумевающему многократное использование этого ресурса.

Воду в зависимости от характера технологического процесса очищают, а затем подогревают или охлаждают, чтобы использовать повторно. В некоторых случаях очистка не требуется, в других вода загрязняется уже после первого использования. Но уровень очистки в современных системах настолько высок, что можно использовать даже сточные воды после их предварительной биологической обработки и фильтрации.

Общая система включает в себя канализационные стоки и трубопровод, по которому подаётся очищенная вода, а также блоки автоматического контроля и очистные элементы. Очистка производится по принципу обратного осмоса, что обеспечивает дезинфекцию и фильтрацию циркулирующей жидкости.

Комплектация системы во многом определяется типом производственного процесса [19-20]. Например, для мойки (промывки) различного сырья или полуфабрикатов используется специальный промыватель - отстойник с системой фильтрации и насос, перекачивающий воду. Принцип работы такой системы показан на схеме (рисунок 3.7)

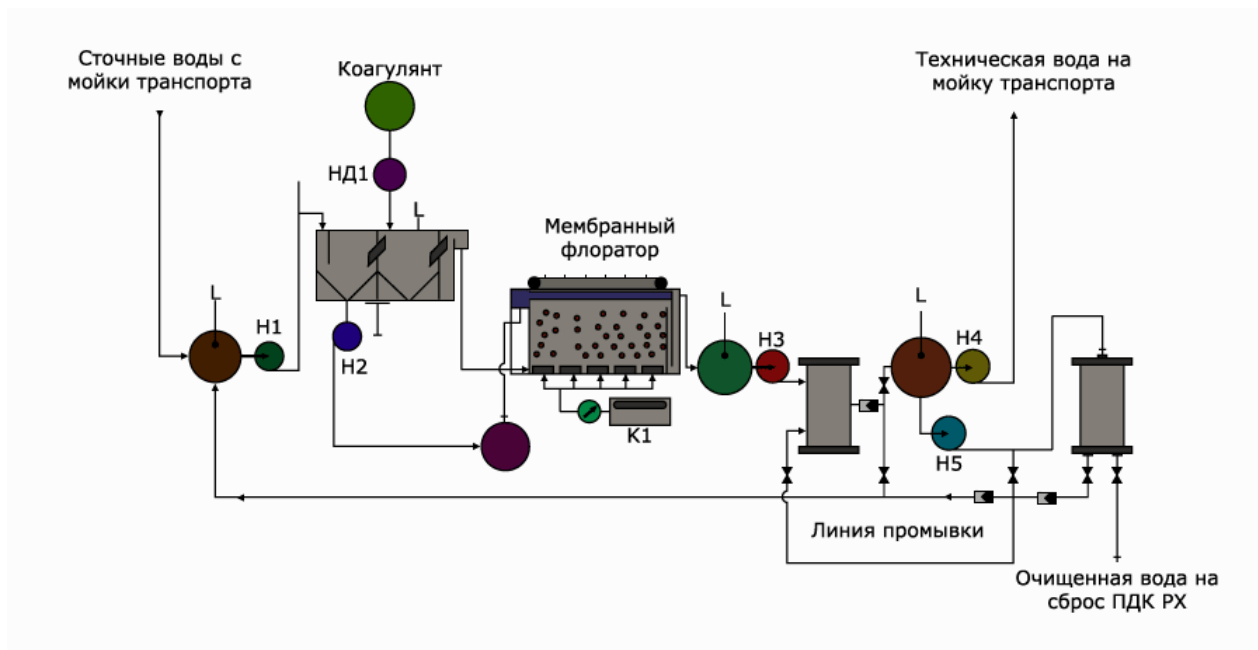


Рисунок 3.7 – Системы охлаждения технологического оборудования на мойках промышленных предприятий

Также система может комбинироваться с обычным водопроводом. Тогда к системе подключается оборудование, использующее как чистую, так и отработанную воду. Для загрязнённых вод устанавливается накопительная ёмкость с фильтрами (механическими, биологической очистки или обратного осмоса — в зависимости от потребностей предприятия) и насос для перекачки. При этом общая система разделена на несколько секций[21-22], включающих:

- трубопровод для транспортировки грязной воды к накопителю;
- трубопровод для доставки очищенной воды к оборудованию;
- трубопровод для сброса избыточных вод и собственно сток, сливающий использованную воду в канализацию (последняя замкнута с системой очистки и повторной подачи воды).

Ещё один яркий пример экономного использования водных ресурсов - это система охлаждения в промышленных холодильных агрегатах. Разогретая в конденсаторах вода откачивается насосами в градирные бассейны, где остывает, а затем вновь подаётся в конденсаторы.

Любая оборотная система достаточно габаритная конструкция, включающая в себя несколько типов трубопроводов, насосов, фильтров, блоков автоматического управления и другого необходимого для работы оборудования.

На схеме, изображенной на рисунке 3.8, наглядно показан принцип работы системы охлаждения технологического оборудования на гальваническом производстве.

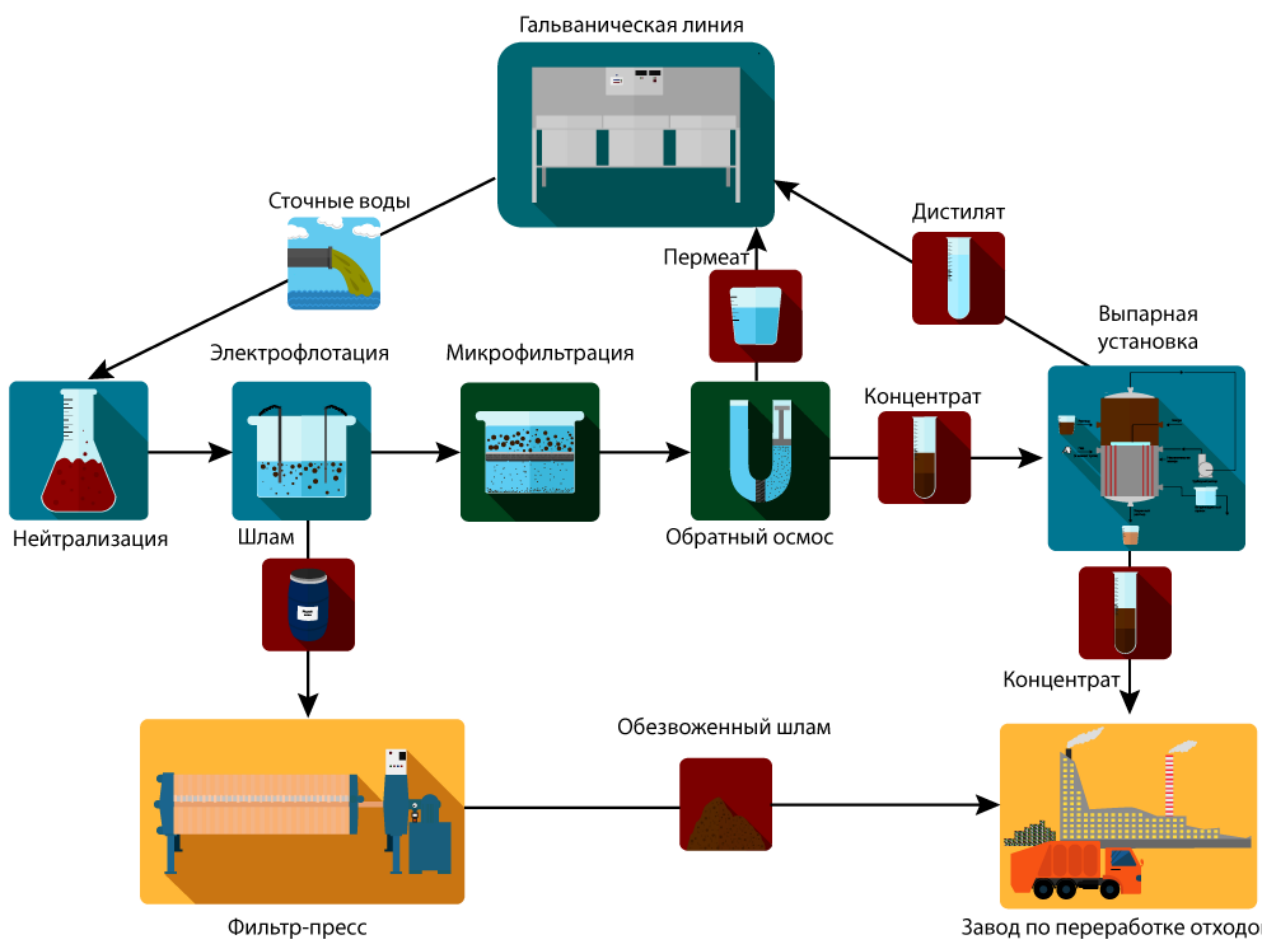


Рисунок 3.8 – Системы охлаждения технологического оборудования на гальванических линиях

Внедрение в производственный процесс системы водоснабжения, основанной на оборотном принципе (на рециркуляции) сокращает потребности в чистой воде примерно в десять раз.

Оборотные системы устанавливаются:

На предприятиях энергетической отрасли — атомных и тепловых электростанциях. Охлаждённая вода, поступившая в виде пара от конденсаторов турбин, используется для снижения температуры подшипников вспомогательных механизмов, а также охлаждения масла генераторов и турбин. Кроме того, часть технической воды служит в качестве добавочной жидкости при организации основного рабочего цикла (восполняет потери)[23-25].

На металлургических заводах система применяется при газоочистке. Использованная вода здесь имеет высокую температуру и множество примесей. После отстаивания, охлаждения и фильтрации она вновь поступает в системы газоочистки.

На машиностроительных предприятиях оборотные воды позволяют сократить расход чистой воды при гальванической обработке металла на 90-95%. Вода используется повторно при промывке деталей и в изготовлении электролитных растворов.

На предприятиях химической, целлюлозно-бумажной и горнопромышленной отрасли — переработанная вода применяется, в том числе, для охлаждения рабочих механизмов.

На нефтеперерабатывающих заводах. По статистике на современных предприятиях этого типа до 98% воды используется повторно, то есть, находится в рециркуляции или обороте[25-27].

В пищевой промышленности оборотные системы применяются для промывки полуфабрикатов и организации охладительных систем. Отработанная охлаждённая вода используется не только в холодильных установках, но и в производстве молочной продукции, газированных напитков, пива и вина.

На автомобильных мойках. Такая система оборудуется целым комплексом очистных сооружений, включающим уловители нефтепродуктов, биокОООгуляторы, отстойники, фильтры доочистки. Для отсеивания крупного мусора применяются турбофильтры, где при вращении водяного потока

					БР – 02069964 – 13.03.01 – 17 – 20	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		47

увеличивается скорость осаждения песка и других крупных частиц. К системе подключается насосная станция и моечные аппараты[15].

3.4 Автоматизация системы охлаждения технологического оборудования

С целью повышения энергетической эффективности разработана система автоматизации оборотного водоснабжения. Системы охлаждения технологического оборудования - замкнутые системы, позволяющие повторно использовать промышленные сточные воды, прошедшие процесс очистки на очистных сооружениях замкнутого цикла. Наличие оборотной системы водного хозяйства является важнейшим показателем технического уровня предприятия.

Функции:

- охлаждение поступающей с технологического оборудования воды до требуемой температуры посредством работы чиллера и включения необходимого числа градирен;
- автоматическое пополнение накопительных ёмкостей водой до заданного уровня;
- поддержание заданного давления на выходе насосных станций;
- контроль и отображение на панели оператора давления воды идущей на градирни;
- контроль и отображение на панели оператора давления воды на отходящих линиях;
- контроль и отображение на панели оператора температуры воды в накопительных ёмкостях;
- контроль и отображение на панели оператора температуры наружного воздуха;

					БР – 02069964 – 13.03.01 – 17 – 20	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		48

- контроль состояния автоматов защиты двигателей вентиляторов и насосов;

- контроль датчиков «на обрыв».

При несоответствии контролируемых параметров требуемым «аварийный» параметр выделяется цветом на панели оператора и включается световая сигнализация. В данной системе оборотного водоснабжения предусмотрена техническая возможность подключения SCADA-системы (системы диспетчеризации рисунок 3.9).

Результат внедрения:

Внедрение системы охлаждения технологического оборудования позволило снизить количество сбрасываемых сточных вод и уменьшить потребности в свежей воде, что дало большой экономический и экологический эффект. Данная система предприятия исключает попадание промышленных сточных вод в водные объекты или системы канализации и решает важнейшие задачи:

- сокращение водопотребления предприятия;
- повышение производительности технологического оборудования за счёт точного поддержания температуры охлаждающей воды;
- уменьшение времени простоя оборудования;
- снижение потерь ценных компонентов со сточными водами;
- снижение платы за водоотведение и превышения предельно допустимых концентраций;
- многократное использование предлагаемые технологической воды за счет наличия системы очистки;
- исключение влияния «человеческого фактора» на процесс поддержания параметров водоснабжения.

					БР – 02069964 – 13.03.01 – 17 – 20	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		49

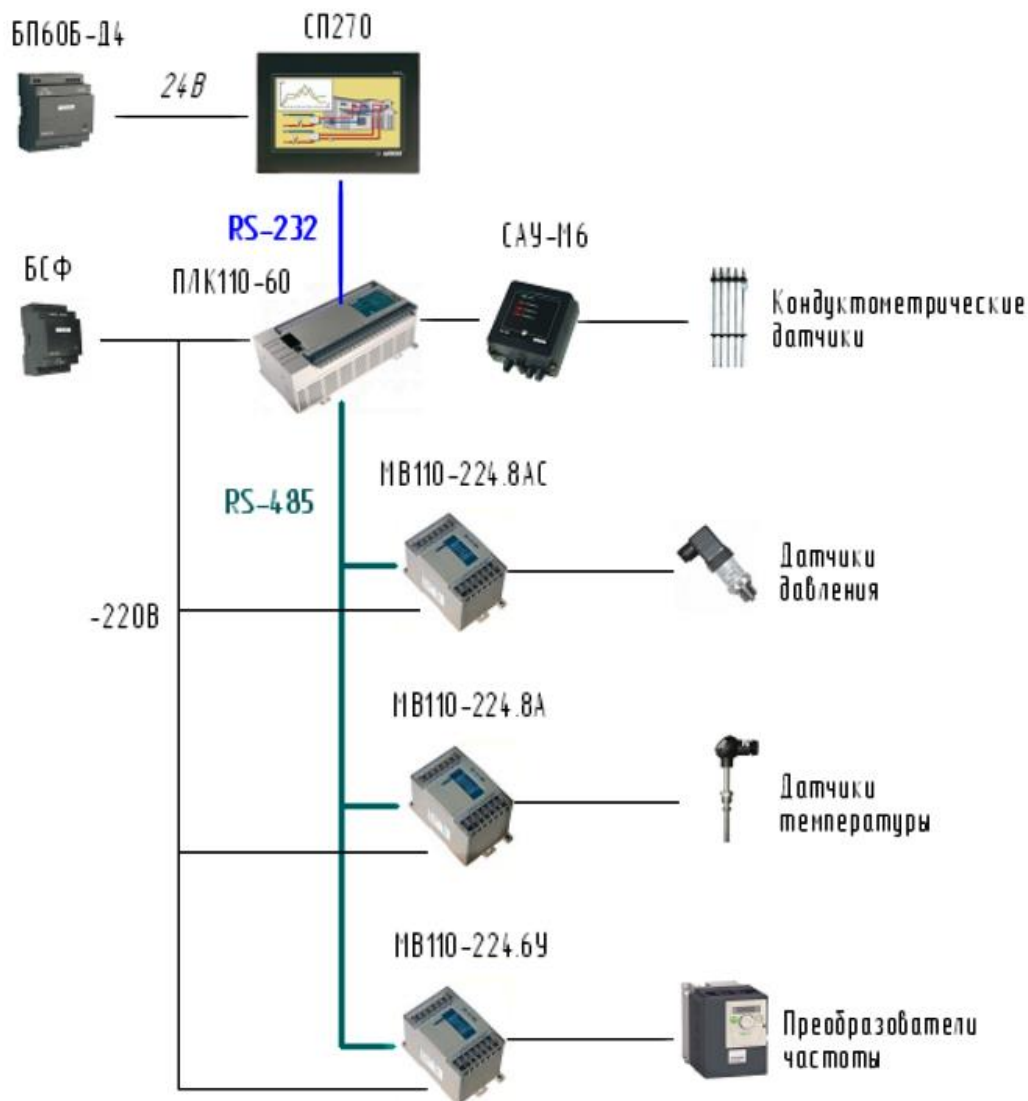


Рисунок 3.9 – Система автоматизированного управления

3.4.1 Оборудование системы автоматизации

К установке рекомендуются следующее оборудование.

1. Модуль скоростного ввода аналоговых сигналов MB110-8AC представлен на рисунке 3.9.



Рисунок 3.10 - Модуль скоростного ввода аналоговых сигналов MB110-8AC

Прибор предназначен для преобразования измеряемых аналоговых сигналов в цифровой код и передачи результатов измерения в сеть RS-485. Предназначается для построения автоматизированных систем сбора данных в различных областях промышленности, сельского и коммунального хозяйства, на транспорте [28].

Аналоговые входы прибора могут работать в следующих режимах:

- измерение тока в диапазоне от 4 до 20 мА;
- измерение тока в диапазоне от 0 до 20 мА;
- измерение тока в диапазоне от 0 до 5 мА;
- измерение напряжения в диапазоне от 0 до 10 В.

Прибор работает в сети RS-485 по протоколам OVEN, ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON. Прибор имеет следующие группы гальванически изолированных цепей:

- цепи питания прибора;
- цепи интерфейса RS-485;
- цепи выхода встроенного источника постоянного напряжения 24 В (для MB110-220.8AC);
- цепи измерительных входов.

Электрическая прочность изоляции всех групп цепей, исключая группу цепей питания, относительно друг друга – 750 В, относительно группы цепей питания – 3000 В. Прибор не является Мастером сети, поэтому сеть RS-485 должна иметь Мастер сети, например, ПК с запущенной на нем SCADA-системой, контроллер или регулятор [16]..

К прибору предоставляется бесплатный OPC-драйвер и библиотека стандарта WIN DLL, которые рекомендуется использовать при подключении прибора к SCADA-системам и контроллерам других производителей. Конфигурирование прибора осуществляется на ПК через адаптер интерфейса RS-485/RS-232 или RS-485/USB (например, ОВЕН АС3-М или АС4) с помощью программы «Конфигуратор М110», входящей в комплект поставки. Прибор отвечает требованиям по устойчивости к воздействию помех в соответствии с ГОСТ Р 51522 для оборудования класса А.

2. ОВЕН ПЛК110[M02] (рисунок 3.10) – линейка программируемых моноблочных контроллеров с дискретными входами/выходами на борту для автоматизации средних систем. Оптимальны для построения систем автоматизации среднего уровня и распределенных систем управления [29].



Рисунок 3.11 - ОВЕН ПЛК110[M02]

ОВЕН ПЛК110[M02] предназначен для построения распределенных систем управления и диспетчеризации с использованием как проводных, так и беспроводных технологий

Преимущества ОВЕН ПЛК110[M02]:

- Наличие встроенных дискретных входов/выходов на борту;
- Скоростные входы для обработки энкодеров;
- Ведение архива работы оборудования или работа по заранее оговоренным сценариям при подключении к контроллеру USB-накопителей;
- Простое и удобное программирование в системе CODESYS v.2 через порты USB Device, Ethernet, RS-232 Debug;
- Передача данных на верхний уровень через Ethernet или GSM-сети (GPRS);
- 4 последовательных порта (RS-232, RS-485) для увеличения количества входов-выходов; управления частотными преобразователями; подключения панелей операторов, GSM-модемов, считывателей штрих-кодов и т.д.
- Наличие двух исполнений по питанию (220 В и 24 В).

3. Основные функциональные возможности панели оператора ОВЕН СП270 (рисунок 3.12):

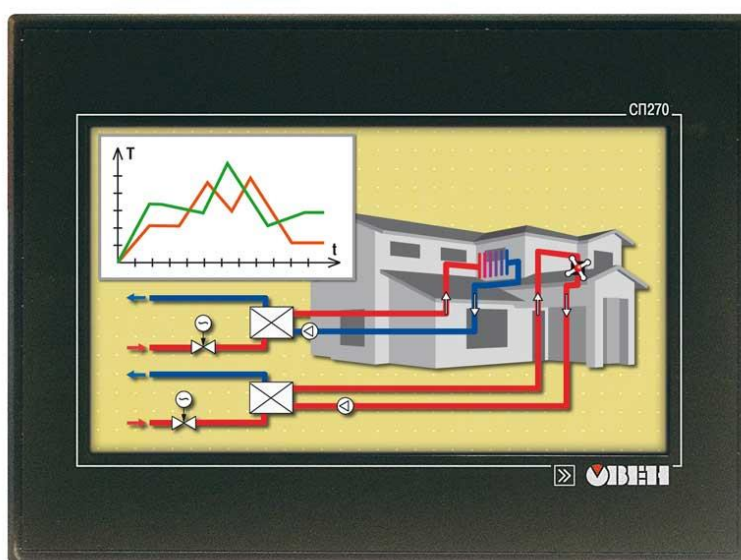


Рисунок 3.12 - панель оператора ОВЕН СП270

- Графический дисплей с диагональю 7 дюймов и разрешением 480x234 пикселя;
- Количество цветов – 256, тип дисплея – TFT;
- Сенсорное управление экраном;
- Два независимых порта RS-232 И RS-485 для связи с внешними устройствами;
- Поддержка распространенных протоколов обмена Modbus RTU, Modbus ASCII;
- Возможность работы одновременно в двух режимах Master и Slave;
- Питание от источника напряжения 24 В;
- Бесплатная программа «Конфигуратор СП200».

Цветная графическая панель с сенсорным экраном, поддерживает совместную работу с ОВЕН ПЛК, модулями ОВЕН МВА8, МВУ8, Мх110, а также с контроллерами и модулями других производителей

4. Промышленные блоки питания ОВЕН БП60 (рисунок 3.13)



Рисунок 3.13 - Промышленный блок питания ОВЕН БП60

Промышленные блоки питания БП60 предназначены для питания стабилизированным напряжением постоянного тока широкого спектра радиоэлектронных устройств – релейной автоматики, контроллеров и т. п. Максимальная выходная мощность 60 Вт. Каждый блок питания имеет модификации 8-ми номиналов выходного напряжения: 5, 9, 12, 15, 24, 36, 48 и 60 В.

Блоки питания БП60 выпускаются в пластиковых корпусах с креплением на DIN-рейку. Применяются для построения систем электропитания различной сложности, в том числе распределенных.

Основные функции:

- Преобразование переменного (постоянного) напряжения в постоянное стабилизированное напряжение;
- Стабильная работа в широком диапазоне входных напряжений без снижения характеристик выходного напряжения;
- Уверенный запуск нагрузки с большими входными емкостями (панели оператора, модемы и т.п.);
- Защита от перенапряжения и импульсных помех на входе;
- Защита от перегрузки, короткого замыкания и перегрева;
- Регулировка выходного напряжения с помощью внутреннего подстроечного резистора в диапазоне $\pm 8\%$ от номинального выходного напряжения с сохранением мощности;
- Индикация о наличии напряжения на выходе.

5. Сигнализатор уровня жидкости трехканальный ОВЕН САУ-М6 рисунок 3.14

					БР – 02069964 – 13.03.01 – 17 – 20	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		55



Рисунок 3.14 - Сигнализатор уровня жидкости трехканальный ОВЕН САУ-М6

Сигнализатор уровня жидкости трехканальный ОВЕН САУ-М6 – предназначен для автоматизации технологических процессов, связанных с контролем и регулированием уровня жидкости.

Прибор выпускается в корпусе настенного крепления типа Н.

Функциональные возможности сигнализатора уровня:

- Три независимых канала контроля уровня жидкости в резервуаре;
- Возможность инверсии режима работы любого канала;
- Подключение различных датчиков уровня – кондуктометрических, поплавковых;
- Работа с различными по электропроводности жидкостями: дистиллированной, водопроводной, загрязненной водой, молоком и пищевыми продуктами (слабокислотными, щелочными и пр.);
- Защита кондуктометрических датчиков от осаждения солей на электродах благодаря питанию их переменным напряжением.

6. Блок сетевых фильтров ОВЕН БСФ (рисунок 3.15)



Рисунок 3.15 - Блок сетевых фильтров ОВЕН БСФ

Блоки сетевых фильтров ОВЕН БСФ предназначены для защиты двухпроводной сети переменного тока, питающей приборы и датчики, от импульсных и высокочастотных помех. Блоки выпускаются в корпусах, предназначенных для крепления на DIN-рейку 35 мм.

Основные функции:

- Защита электрооборудования от действия помех, проникающих из сети;
- Защита сети от эмиссии помех подключенного работающего электрооборудования;
- Ослабление импульсных помех;
- Подавление высокочастотных помех.

7. Компактные преобразователи частоты общепромышленного применения ОВЕН ПЧВ2 (рисунок 3.16)



Рисунок 3.16 - Компактные преобразователи частоты общепромышленного применения ОВЕН ПЧВ2

Универсальная линейка частотных преобразователей используется для управления приводами на базе асинхронных двигателей в промышленности и ЖКХ. Широкий набор функций для решения базовых задач частотного управления.

Основные функциональные возможности:

- Плавный пуск и останов двигателя, в том числе отложенный запуск и пуск под нагрузкой по S-образной характеристике разгона;
- Компенсация нагрузки и скольжения;
- Вольт-частотный или векторный алгоритмы управления;
- Автоматическая адаптация двигателя без вращения;
- Автоматическая оптимизация энергопотребления, обеспечивающая высочайший уровень энергоэффективности;
- Полная функциональная и аппаратная диагностика и защита работы ПЧВ;
- Встроенный сетевой дроссель и дроссель в звене постоянного тока;

					БР – 02069964 – 13.03.01 – 17 – 20	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		58

- Встроенный ПИ-регулятор для управления в замкнутом контуре (поддержание давления, температуры, уровня и т.д.);
- Встроенный ПЛК для решения сложных задач управления и позиционирования привода;
- Возможность работы с внешними инкрементальными энкодерами, в том числе для поддержания малых частот вращения с большой точностью;
- Возможность динамического торможения, в том числе с применением тормозных резисторов;
- Гибкая структура управления с возможностью одновременного управления по физическим входам и по интерфейсу RS-485, что обеспечивает удобную интеграцию в современные системы управления и диспетчеризации;
- Простая настройка в русскоязычном конфигураторе или с использованием локальной панели оператора. Быстрые меню и готовые конфигурации под типовые задачи.

Основные параметры:

- Питание 1×220 В (0,18...2,2 кВт) и 3×380 В (0,37...22 кВт);
- Выходная частота до 400 Гц;
- Диапазон регулирования до 1:1000;
- Точность поддержания скорости до 0,1% от фактической;
- Точность поддержания момента до 0,5% от фактического.

По электромагнитной совместимости ПЧ относятся к оборудованию класса А по ГОСТ Р 51522. ОВЕН ПЧВ2 будут лучшим решением в технологическом оборудовании, где применяется управляемый электропривод: станках, смесителях, производственных линиях, системах водоснабжения, вентиляции, дымососах, подъемно-транспортном и т.п. оборудовании.

					БР – 02069964 – 13.03.01 – 17 – 20	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		59

4 Технико-экономический расчет проекта

В качестве системы охлаждения технологического оборудования на ООО «КЗ «Цветлит» используется одноконтурная система оборотного водоснабжения. Соответственно вода, охладив технологическое оборудование, насосами охлаждающих устройств через фильтры подаётся в градирни. Недостатком схемы ООО «КЗ «Цветлит» является, то что мельчайшие частички материала и пыли, не улавливаемые фильтрами грубой очистки, попадают в форсунки забивая их. При этом вследствие включения дополнительных насосов существенно увеличивается давление на форсунках, которое не должно превышать 25 м. При превышении этого значения автоматика открывает перемычку на контуре рециркуляции 14-15 (см. приложение). Соответственно насосы перегоняют в холостую по контуру охлаждения обратную воду [30].

Для устранения этой проблемы предлагается в насосном отделении системы охлаждения технологического оборудования установить бак для теплой воды. В который будет подаваться вода после технологического оборудования. Забор воды на градирню производится будет на уровне, превышающем уровень дна емкости на 400 мм. Вследствие этого частицы будут оседать на дне емкости. А на форсунки подаваться чистая вода. Емкость предлагается выполнить из стали С20 толщиной 5 мм габаритами 1,5х1,45х6 м. Также предлагается заменить устаревшую систему автоматизации оборотного водоснабжения (Раздел 3.4) [21-22].

Анализ затрат на реализацию данного мероприятия для наглядности приведен в таблице 4.1

					БР – 02069964 – 13.03.01 – 17 – 20	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		60

Таблица 4.1 – Техничко-экономическое обоснование проекта

Наименование параметра	Единицы измерения	Существующее положение	Предлагаемый вариант
Затраты на материал для емкости	тыс. руб	-	245
Затраты на монтаж	тыс. руб	-	200
Затраты на оборудование системы автоматизации	тыс. руб.	-	350
Затраты на монтаж оборудования	тыс. руб	-	120
Сумма затрат	тыс. руб.	-	915
Потребляемая мощность	кВт	27,421	16,45
Затраты на электроэнергию	тыс. руб/год	1210,648	726,389
Экономия	тыс. руб/год	-	484,259
Срок окупаемости	лет	-	1,89

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодняшний день ООО «КЗ «Цветлит» имеет полный производственный цикл от переработки алюминия и меди в катанку до изготовления на их основе кабельно-проводниковой продукции. Потребителями системы охлаждения технологического оборудования являются технологические производственные линии, задачей оборотного водоснабжения является их охлаждение. Суммарная мощность установленного оборудования составляет 8,383 МВт.

Согласно выполненным расчетам, большой объем холодной воды, поступающей в систему водоснабжения предприятия, используется на подпитку системы охлаждения технологического оборудования технологического оборудования (49,68%). Расчетное годовое потребление холодной воды объектами предприятия составляет 14954,32 м³. За 2016 г. фактическое потребление холодной воды составило 23576 м³, что на 57,65 % больше расчетной величины.

Гидравлический расчет показал, что при максимальных расчетных расходах воды - 289,127 м³/ч потери напора во всей сети составят 10,78 м. В ходе анализа был сделан вывод о достаточности восьми водоохлаждающих устройств, установленных на предприятии.

Для определения эффективности текущих значений расходов произвели их измерение портативных ультразвуковым расходомером. В итоге значение расхода на подаче в градирне составило 150,895 м³/ч, по перемычке 104,06 м³/ч.

В ходе анализа выявлены недостатки системы охлаждения технологического оборудования ООО «КЗ «Цветлит» основным является то, что мельчайшие частички материала и пыли, не улавливаемые фильтрами грубой очистки, попадают в форсунки забивая их. При этом вследствие включения дополнительных насосов существенно увеличивается давление на форсунках, которое не должно превышать 25 м. При превышении этого значения автоматика

					БР – 02069964 – 13.03.01 – 17 – 20	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		62

открывает перемычку на контуре рециркуляции 14-15 (см. приложение). Соответственно насосы перегоняют в холостую по контуру охлаждения оборотную воду.

Для устранения этой проблемы предлагается в насосном отделении системы охлаждения технологического оборудования установить бак для теплой воды. В который будет подаваться вода после технологического оборудования. Забор воды на градирню производится будет на уровне, превышающем уровень дна емкости на 400 мм. Вследствие этого частицы будут оседать на дне емкости. А на форсунки подаваться чистая вода. Емкость предлагается выполнить из стали С20 толщиной 5 мм габаритами 1,5х1,45х6 м. Также предлагается заменить устаревшую систему автоматизации оборотного водоснабжения на новую предложенную в разделе 3.4.

В результате технико-экономического расчета установлено, что затраты на реализацию мероприятия составят 915 тыс. руб., потребление электрической энергии снизиться на 10,971 кВт, экономия составит соответственно 484,259 тыс. руб., а срок окупаемости данного мероприятия 1,89 года.

					БР – 02069964 – 13.03.01 – 17 – 20	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		63

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1) Ефимов А. Ю. Проектирование систем воздухообеспечения и водоснабжения промышленных предприятий / А. Ю. Ефимов, А. В. Ениватов, И. Н. Артемов. : МГУ им. Н.П. Огарева, 2014.

2) Назарова В. И. Современные системы водоснабжения: колодцы, скважины и другие водные источники / В. И. Назарова. – М. : Энциклопедия строительства, 2011.

3) СНиП 2.04.02-84*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения/Госстрой России. -М.: ГУП ЦПП, 1998. -128 с.с.

4) Сайриддинов, С.Ш. Гидравлика систем водоснабжения и водоотведения/С.Ш. Сайриддинов. -М.: Изд-во АСВ, 2004. -344 с. 8 СНиП 2.04.02-85. Внутренний водопровод и канализация зданий.

5) Справочник по гидродинамическим сопротивлениям /Под ред. И. Е. Идельчика. -М.: Машиностроение, 1992. - 672 с.

6) Ромашин Е. П. Повышение энергоэффективности станций первого подъема водоподготовки посредством частотного регулирования насосов // Молодой ученый. — 2015. — №11. — С. 421-423.

7) Evett, J.B., Liu, C. (Contributor); 2,500 Solved Problems in Fluid Mechanics and Hydraulics, McGraw-Hill; ISBN: 0070197849

8) Wiggert, J.M. (Contributor), Morris, H.M., John Wiley & Sons; Applied Hydraulics in Engineering, ISBN: 0471066699.

9) Воротнева С. Б. Перспективные конструкции теплообменных аппаратов типа «труба в трубе» / С. Б. Воротнева, А. Б. Голованчиков, Н. А. Дулькина, Ю. В. Аристова // Известия ВолгГТУ: межвуз. сб. науч. ст. № 1 / ВолгГТУ. – Волгоград, 2012. – (Серия «Реология, процессы и аппараты химической технологии»; вып. 5). – С. 25–28.

10) П. м. 114889 Российская Федерация, МПК В 08 В 9/00. Устройство для очистки наружной поверхности труб /А. Б. Голованчиков, Л. С. Рева, Н. А.

					БР – 02069964 – 13.03.01 – 17 – 20	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		64

Дулькина, С. Б. Воротнева, С. Л. Рева, П. С. Васильев; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет». – № 2011146514/05; заявл.16.11.11; опубл. 20.04.12.

11) П. м. 109675 Российская Федерация, МПК В 08 В 9/00. Устройство для очистки наружной поверхности труб / А. Б. Голованчиков, С. Б. Воротнева, Н. А. Дулькина, В. А. Панов, Л. С. Рева, С. Л. Рева; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет». – № 2011124488/05; заявл.16.06.11; опубл. 27.10.11.

12) П. м. 104099 Российская Федерация, МПК В 08В 9/023. Устройство для очистки наружной поверхности труб / А. Б. Голованчиков, Л. С. Рева, Н. А. Дулькина, С. Б. Воротнева, С. Л. Рева, П. С. Васильев; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет». – № 2010144723/05; заявл. 01.11.10; опубл. 10.05.11.

13) Шариковая очистка трубчатых теплообменников: пат. 94017421 Рос. Федерация: Седов А.М.: заявитель и патентообладатель Седов А.М. - 94017421/12; заявл. 11.05.1994; опубл. 20.06.1996.

14) Способ очистки внутренней поверхности труб теплообменника и устройство для его осуществления: пат. 1612200 СССР 683.561.22(088.8) / Г.С. Лежава.: заявитель и патентообладатель Грузинский научно-исследовательский институт энергетики и гидротехнических сооружений. - №1627302; заявл. 29.07.88; опубл. 7.12.1990.

15) Шаповалов В. М. Нестационарный режим работы теплообменника / В. М. Шаповалов // Известия ВолгГТУ: межвуз. сб. науч. ст. № 1 / ВолгГТУ. – Волгоград, 2012. – (Серия «Реология, процессы и аппараты химической технологии»; вып. 5). – С. 5–8.

16) Кульский Л.А. Теоретические основы и технологии кондиционирования воды. -Киев: Наукова думка, 1980.-564 с.

17) Кульский Л.А. Когановский А.М., Грановский И.Т. и др. Физико-химические основы очистки воды коагуляцией.-К.:Изд-во АН УССР, 1950.-с.50.

					БР – 02069964 – 13.03.01 – 17 – 20	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		65

18) Кульский Л.А. и др. Электрохимия в процессах очистки воды.- К.Техника, 1987.-219 с.

19) Ласков Ю.М., Кондратовичус В.И. Удаление синтетических поверхностно-активных веществ методами флотации//Известия высших учебных заведений. «Строительство и архитектура» №4.-1969.-с.141.

20) Ласкорин Б.И. и др. Проблемы развития безотходных про изводств. М.: Стройиздат, 1981. -207 с.

21) Левич В.Г. Физико-химическая гидродинамика.-М.Физмат-гиз 1959.-700 с.62 Лошкарев М.А., Крюкова А.А. О новом виде химической поляризации// Журнал физической химии, №23, 1949.

22) Лукиных Н.А. Очистка сточных вод, содержащих синтетические поверхностно-активные вещества.-М.:Стройиздат, 1972.-94 с.

23) Лукиных Н.А., Липман Б.Л., Криштул В.П. Методы доочист-ки сточных вод.-М.:Стройиздат, 1978.-160 с.

24) Лурье Ю.Ю., Антипова П.С. Методы очистки сточных вод от анионных синтетических поверхностноактивных веществ//Журнал Всесоюзного химического общества им.Д.И.Меищелеева. Т.ХII, №6.-1967.

25) Маркизов В.И. Очистка воды коагулянтами.-М.: Изд-во МКХ РСФСР, 1954.-12с.

26) Мархасин И.Л. Утгешева Л.Х. Физико-химические методы очистки сточных вод//Итоги науки и техники/-М.:ВИНИТЦ, 1988.

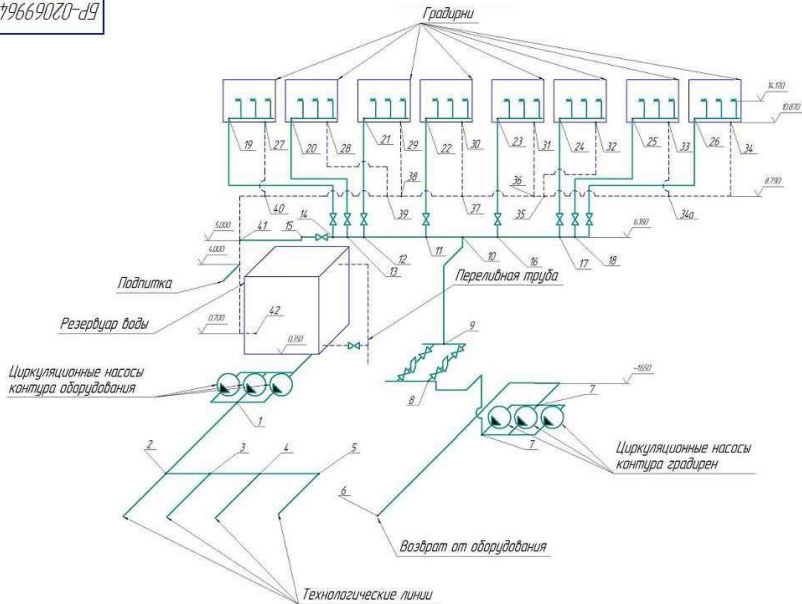
27) Мацнев А.И. Очистка сточных вод флотацией. - К.: Буд., 1976. 131 с.

28) Методические указания к выполнению экономической части //Семеркова Л. К., Хрусталеv Б. Б., Стрелкова Л.В.-Пенза: П Р I СИ, 1993. 40 с.

29) Cochrun W.G., The fliw due to a rotating disk. Proc. Cambr. Phil. Soc 30, 1934.-P. 365-375.

30) Fox C.T., Lekkas T.D. Slow sand filters. / Water Serv. 1978. - Vol.92, №894, P. 113-114.

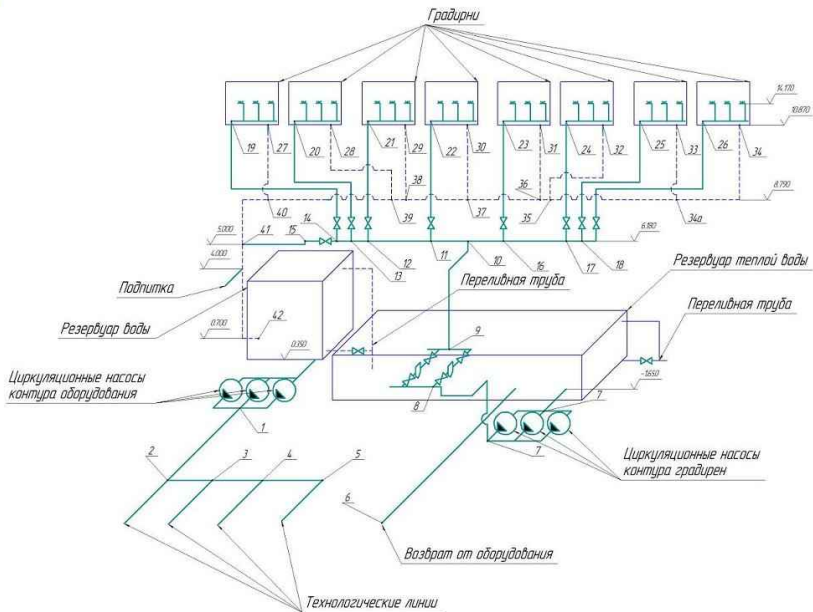
					БР – 02069964 – 13.03.01 – 17 – 20	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		66



Перечень элементов схемы

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
1-42	обозначение характерных точек гидравлического расчета		

БР-02069964-13.03.01-17-20				Лит	Масса	Масштаб
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Реконструкция системы охлаждения технологического оборудования ООО "КЗ "Цветит"	Лист	Листов 1
Разраб.	Гришин А. А.		04.05.13			
Проеб.	Лысков А. И.		13.05.13			
Т.контр.						
Н.контр.	Кузнецов А. А.		05.05.13	Схема существующей системы охлаждения		
Этб.	Левинев А. П.		05.05.13	ИП/З код: ТЭС з/а 504		
Копировал				Формат А3		

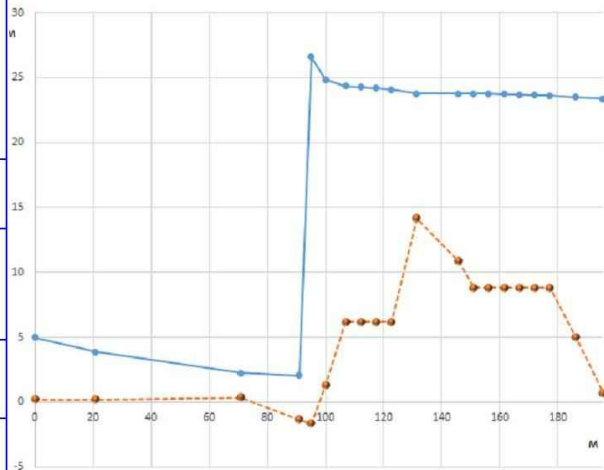


Перечень элементов схемы

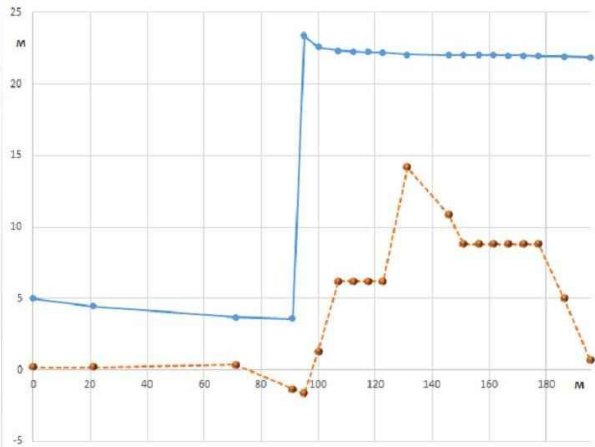
Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
1-42	Обозначение точек гидравлического расчета		

БР-02069964-13.03.01-17-20				Лит	Масса	Масштаб
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Реконструкция системы охлаждения технологического оборудования ООО "КЗ "Цветит"	Лист	Листов 1
Разраб.	Грешин А. А.		04.05.13			
Проект.	Лысков А. И.		11.05.13			
Т.контр.						
И.контр.	Кузнецов А. А.		05.05.13	Схема предлагаемой системы охлаждения		
Этб.	Левинцев А. П.		05.05.13			
Копировал				ИМЗ код. ТЭС з/а 504		
				Формат А3		

Существующая схема



Предлагаемая схема



				БР-02069964-13.03.01-17-20			
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Реконструкция системы охлаждения технологического оборудования ООО "КЗ "Цветит"	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Грешин А. А.		04.05.13				
Проект.	Лысков А. И.		11.05.13		Лист	Листов	1
Т.контр.				Схема предлагаемой системы охлаждения	ИМЗ код. ТЭС з/а 504		
И.контр.	Кузнецов А. А.		05.05.13	Копировал	Формат А3		
Этб.	Левченко А. П.		05.05.13				