

## **«Обследование оборотного цикла БОВ 47**

**ООО «Тольяттикаучук»**

### **Отчет после обследования**

Дата проведения замеров июль 2024г.

Нижний Новгород 2024г.

Исх. № 0827/1 От « 27 » августа 2024 года.  
Клиент: ООО «Тольяттикаучук»  
Кому: Мевлютову В.А.  
Адрес: г. Тольятти  
Тел.: +7 8482 369000 (д. 9150) E-mail: MevlyutovVA@tatneft.tatar

## 1. Введение.

Целью данной работы является обследование работы существующих градирен БОВ-47, поз. 1,2,3,4,5,6,7,8,9 расположенной на территории ООО «Тольяттикаучук», определение эффективности работы градирен и системы трубопроводов, а также выдача рекомендаций для технического перевооружения градирен БОВ-47. Анализ проводится на основании данных, собранных при посещении БОВ-47 на площадке предприятия. Мероприятия, проводимые на территории предприятия:

- замеры расходов оборотной воды в трубопроводах переносным расходомером;
- замеры температуры оборотной воды (в доступных режимах);
- замеры атмосферных параметров воздуха;
- замеры геометрических параметров градирен;
- опросы технических специалистов;
- получение дополнительных данных от специализированных служб.

На основании соглашения о проведении обследования градирен БОВ-47 и исходных данных полученных от специалистов предприятия были проведены замеры гидравлической и тепловой нагрузок на градирнях БОВ-47, произведены замеры геометрических размеров градирен, произведены замеры параметров атмосферного воздуха в день проведения замеров. На основании собранных исходных данных построена 3-х мерная модель системы трубопроводов БОВ-47 и произведён поверочный гидравлический расчёт системы трубопроводов. Выполнены тепловые расчёты возможности охлаждения существующих градирен при текущей гидравлической нагрузке. Проведены тепловые расчёты градирен с учётом реконструкции градирен в будущем периоде.

При проведении анализа данных определены основные проблемы БОВ-47:

1. Недостаточное охлаждение оборотной воды градирнями БОВ-47.
2. Низкое значение потребляемой электроэнергии на всех градирнях.
3. Заниженные высоты воздухозаборных окон на всех градирнях.
4. Неравномерная работа систем ВРС на 5 градирнях из 9ти.
5. Отсутствие на большинстве градирен ветровых перегородок.
6. Недостаточная высота теплообменной насадки (оросителя) в градирнях. Та что установлена – имеет низкие показатели по площади испарения.
7. Заниженные мощности приводов на 3х градирнях (200кВт вместо 250кВт).
8. Плохое распределение гидравлической нагрузки между градирнями водоблока.

## Исходные данные

Исходные данные для выполнения обследования и подготовки отчета приняты на основании данных собранных при посещении площадки завода, замеров расходов оборотной воды, замеров температур нагретой и охлажденной воды, замеров параметров атмосферного воздуха в день проведения замеров, технической документации на эксплуатируемое оборудование.

Перечень исходных данных для БОВ-47:

- 2.1. Схема водооборотного блока. Приложение 7.
- 2.2. Чертежи систем водораспределения. Приложение 8.
- 2.3. Схема обвязки градирен. Приложение 9.

Таблицы замеров параметров градирен СК-400 в составе БОВ-47.

На 02 июля 2024 года в работе находились градирни № 1,3,4,5,6,8,9.



Градирня СК-400 № 2

Замеры произведены 02 июля 2024г.

Исполнитель работ: ООО «ИК АКВАНН»

<b>Геометрические параметры градирни</b>		
Площадь орошения	м <sup>2</sup>	386.4
Марка оросителя, установленного в градирню		БОП 25MP-500
Высота слоя оросителя	мм	1500
Водоуловитель		Полуволна h=145мм
Высота воздухозаборного окна	мм	2200
Длина воздухозаборных окон по периметру	м	72.8
Высота подъёма системы водораспределения	мм	7500
Диаметр рабочего колеса вентилятора	мм	10363
Количество лопастей	шт.	6
Производитель РК		нет данных
Полная высота корпуса вентилятора	мм	2400
Высота диффузорной части корпуса вентилятора	мм	0.0
Наличие жалюзи (ДА/НЕТ)		ДА
Наличие ветровых перегородок (ДА/НЕТ)		ДА
Давление воды в коллекторе перед градирнями	кг/см <sup>2</sup>	3.6
<b>Характеристики нагрузки на градирню</b>		
Гидравлическая нагрузка на градирню	м <sup>3</sup> /ч	1111.1
Длина воздухозаборных окон	м	72.8
Площадь воздухозаборных окон	м <sup>2</sup>	160.16
Скорость воздуха в воздухозаборных окнах	м/с	замеры не проводились
<b>Технологические характеристики процесса охлаждения</b>		
Температура атмосферного воздуха по сухому термометру	°С	+30.9
Барометрическое давление в момент замеров	гПа	999.9
Влажность атмосферного воздуха	%	35.7
Температура атмосферного воздуха по влажному	°С	+20.62
Температура нагретой воды	°С	+43.2
Температура охлажденной воды в чаше (верх)	°С	+25.1
Температура воды в чаше (низ)	°С	+24.9
Температура воды в чаше на выходе из градирни	°С	+24.9
Потери воды на испарение	м <sup>3</sup> /ч	24.65
<b>Характеристики привода градирни</b>		
Тип привода (горизонтальный/вертикальный)		горизонтальный
Редукторная схема или тихоходный ЭД		редукторная схема
Установленная (номинальная) мощность ЭД	кВт	200
Потребляемая (номинальная) мощность ЭД (с учётом редуктора)	кВт	184
Потребляемая мощность ЭД при работе вентилятора	кВт	125
Реальная потребляемая мощность ЭД от номинальной потребляемой	%	69,0
Значение номинального тока ЭД по паспорту	А	23.00
Значение номинального тока ЭД (минус 5%)	А	21.85
Значение тока при работающем вентиляторе	А	13.50
Токовая нагрузка на ЭД в настоящее время (от рабочей)	%	62.0
КПД ЭД по паспорту	%	93.9
КПД ЭД по загрузке вентилятора	%	62,9
Рабочее напряжение ЭД	В	6000
Скорость вращения ЭД	об/мин	1477
Передаточное число редуктора	об/мин	14.0
Скорость вращения вентилятора	об/мин	105.5

Градирия СК-400 № 2

Замеры произведены 02 июля 2024г.

Исполнитель работ: ООО «ИК АКВАНН»

**ГРАДИРНЯ В РЕМОНТЕ**

<b>Геометрические параметры градирни</b>		
Площадь орошения	м <sup>2</sup>	386.4
Марка оросителя, установленного в градирню		
Высота слоя оросителя	мм	
Водоуловитель		отсутствует
Высота воздухозаборного окна	мм	2200
Длина воздухозаборных окон по периметру	м	72.8
Высота подъёма системы водораспределения	мм	7500
Диаметр рабочего колеса вентилятора	мм	
Количество лопастей	шт.	
Производитель РК		
Полная высота корпуса вентилятора	мм	5000
Высота диффузорной части корпуса вентилятора	мм	4000
Наличие жалюзи (ДА/НЕТ)		НЕТ
Наличие ветровых перегородок (ДА/НЕТ)		НЕТ
Давление воды в коллекторе перед градирнями	кг/см <sup>2</sup>	3.6
<b>Характеристики нагрузки на градирню</b>		
Гидравлическая нагрузка на градирню (утечка через байпас)	м <sup>3</sup> /ч	724.0
Длина воздухозаборных окон	м	72.8
Площадь воздухозаборных окон	м <sup>2</sup>	160.16
Скорость воздуха в воздухозаборных окнах	м/с	замеры не проводились
<b>Технологические характеристики процесса охлаждения</b>		
Температура атмосферного воздуха по сухому термометру	°C	+30.9
Барометрическое давление в момент замеров	гПа	999.9
Влажность атмосферного воздуха	%	35.7
Температура атмосферного воздуха по влажному	°C	+20.62
Температура нагретой воды	°C	+38.5
Температура охлажденной воды в чаше (верх)	°C	+38.6
Температура воды в чаше (низ)	°C	+38.7
Температура воды в чаше на выходе из градирни	°C	+38.7
Потери воды на испарение	м <sup>3</sup> /ч	0
<b>Характеристики привода градирни</b>		
Тип привода (горизонтальный/вертикальный)		горизонтальный
Редукторная схема или тихоходный ЭД		редукторная схема
Установленная (номинальная) мощность ЭД	кВт	250
Потребляемая (номинальная) мощность ЭД (с учётом редуктора)	кВт	212
Потребляемая мощность ЭД при работе вентилятора	кВт	отключен
Реальная потребляемая мощность ЭД от номинальной потребляемой	%	отключен
Значение номинального тока ЭД по паспорту	А	30
Значение номинального тока ЭД (минус 5%)	А	28.5
Значение тока при работающем вентиляторе	А	отключен
Токовая нагрузка на ЭД в настоящее время (от рабочей)	%	отключен
КПД ЭД по паспорту	%	90.0
КПД ЭД по загрузке вентилятора	%	отключен
Рабочее напряжение ЭД	В	6000
Скорость вращения ЭД	об/мин	1475
Передаточное число редуктора	об/мин	15
Скорость вращения вентилятора	об/мин	98.33



Градирня СК-400 № 3

Замеры произведены 02 июля 2024г.

Исполнитель работ: ООО «ИК АКВАНН»

<b>Геометрические параметры градирни</b>		
Площадь орошения	м <sup>2</sup>	386.4
Марка оросителя, установленного в градирню		<b>БО-65Н (БО-45Н)</b>
Высота слоя оросителя	мм	1500
Водоуловитель		Полуволна h=145мм
Высота воздухозаборного окна	мм	2200
Длина воздухозаборных окон по периметру	м	72.8
Высота подъёма системы водораспределения	мм	7500
Диаметр рабочего колеса вентилятора	мм	1036.3
Количество лопастей	шт.	5
Производитель РК		Wentech
Полная высота корпуса вентилятора	мм	2400
Высота диффузорной части корпуса вентилятора	мм	0.0
Наличие жалюзи (ДА/НЕТ)		НЕТ
Наличие ветровых перегородок (ДА/НЕТ)		НЕТ
Давление воды в коллекторе перед градирнями	кг/см <sup>2</sup>	3.6
<b>Характеристики нагрузки на градирню</b>		
Гидравлическая нагрузка на градирню	м <sup>3</sup> /ч	1116.6
Длина воздухозаборных окон	м	72.8
Площадь воздухозаборных окон	м <sup>2</sup>	160.16
Скорость воздуха в воздухозаборных окнах	м/с	замеры не проводились
<b>Технологические характеристики процесса охлаждения</b>		
Температура атмосферного воздуха по сухому термометру	°C	+30.9
Барометрическое давление в момент замеров	гПа	999.9
Влажность атмосферного воздуха	%	35.7
Температура атмосферного воздуха по влажному	°C	+20.62
Температура нагретой воды	°C	+38.5
Температура охлажденной воды в чаше (верх)	°C	+23.0
Температура воды в чаше (низ)	°C	+23.0
Температура воды в чаше на выходе из градирни	°C	+23.3
Потери воды на испарение	м <sup>3</sup> /ч	26.12
<b>Характеристики привода градирни</b>		
Тип привода (горизонтальный/вертикальный)		горизонтальный
Редукторная схема или тихоходный ЭД		редукторная схема
Установленная (номинальная) мощность ЭД	кВт	200
Потребляемая (номинальная) мощность ЭД (с учётом редуктора)	кВт	184
Потребляемая мощность ЭД при работе вентилятора	кВт	184
Реальная потребляемая мощность ЭД от номинальной потребляемой	%	<b>100.0</b>
Значение номинального тока ЭД по паспорту	А	25.5
Значение номинального тока ЭД (минус 5%)	А	24.2
Значение тока при работающем вентиляторе	А	20
Токовая нагрузка на ЭД в настоящее время (от рабочей)	%	<b>82.0</b>
КПД ЭД по паспорту	%	93.9
КПД ЭД по загрузке вентилятора	%	<b>100.0</b>
Рабочее напряжение ЭД	В	6000
Скорость вращения ЭД	об/мин	1477
Передаточное число редуктора	об/мин	14.0
Скорость вращения вентилятора	об/мин	105.5

Градирня СК-400 № 4

Замеры произведены 02 июля 2024г.

Исполнитель работ: ООО «ИК АКВАНН»

<b>Геометрические параметры градирни</b>		
Площадь орошения	м <sup>2</sup>	386.4
Марка оросителя, установленного в градирню		MF 22
Высота слоя оросителя	мм	1200
Водоуловитель		Сотового типа ПП
Высота воздухозаборного окна	мм	2700
Длина воздухозаборных окон по периметру	м	72.8
Высота подъёма системы водораспределения	мм	9500
Диаметр рабочего колеса вентилятора	мм	9754
Количество лопастей	шт.	6
Производитель РК		HOWDEN
Полная высота корпуса вентилятора	мм	2400
Высота диффузорной части корпуса вентилятора	мм	0.0
Наличие жалюзи (ДА/НЕТ)		ДА
Наличие ветровых перегородок (ДА/НЕТ)		ДА
Давление воды в коллекторе перед градирнями	кг/см <sup>2</sup>	3.6
<b>Характеристики нагрузки на градирню</b>		
Гидравлическая нагрузка на градирню	м <sup>3</sup> /ч	1924.2
Длина воздухозаборных окон	м	72.8
Площадь воздухозаборных окон	м <sup>2</sup>	196.56
Скорость воздуха в воздухозаборных окнах	м/с	замеры не проводились
<b>Технологические характеристики процесса охлаждения</b>		
Температура атмосферного воздуха по сухому термометру	°C	+30.9
Барометрическое давление в момент замеров	гПа	999.9
Влажность атмосферного воздуха	%	35.7
Температура атмосферного воздуха по влажному	°C	+20.62
Температура нагретой воды	°C	+39.4
Температура охлажденной воды в чаше (верх)	°C	+25.9
Температура воды в чаше (низ)	°C	+26.1
Температура воды в чаше на выходе из градирни	°C	+26.6
Потери воды на испарение	м <sup>3</sup> /ч	31.17
<b>Характеристики привода градирни</b>		
Тип привода (горизонтальный/вертикальный)		горизонтальный
Редукторная схема или тихоходный ЭД		редукторная схема
Установленная (номинальная) мощность ЭД	кВт	250
Потребляемая (номинальная) мощность ЭД (с учётом редуктора)	кВт	230
Потребляемая мощность ЭД при работе вентилятора	кВт	194
Реальная потребляемая мощность ЭД от номинальной потребляемой	%	84,0
Значение номинального тока ЭД по паспорту	А	442
Значение номинального тока ЭД (минус 5%)	А	419.9
Значение тока при работающем вентиляторе	А	354.2
Токовая нагрузка на ЭД в настоящее время (от рабочей)	%	86.0
КПД ЭД по паспорту	%	93.0
КПД ЭД по загрузке вентилятора	%	84.0
Рабочее напряжение ЭД	В	6000
Скорость вращения ЭД	об/мин	1488
Передаточное число редуктора	об/мин	13.13
Скорость вращения вентилятора	об/мин	113.33



Градирня СК-400 № 5

Замеры произведены 02 июля 2024г.

Исполнитель работ: ООО «ИК АКВАНН»

<b>Геометрические параметры градирни</b>		
Площадь орошения	м <sup>2</sup>	386.4
Марка оросителя, установленного в градирню		БО-65Н
Высота слоя оросителя	мм	1500
Водоуловитель		Полуволна h=145мм
Высота воздухозаборного окна	мм	2200
Длина воздухозаборных окон по периметру	м	72.8
Высота подъёма системы водораспределения	мм	9500
Диаметр рабочего колеса вентилятора	мм	10400
Количество лопастей	шт.	6
Производитель РК		Агростройсервис
Полная высота корпуса вентилятора	мм	5000
Высота диффузорной части корпуса вентилятора	мм	4000
Наличие жалюзи (ДА/НЕТ)		НЕТ
Наличие ветровых перегородок (ДА/НЕТ)		НЕТ
Давление воды в коллекторе перед градирнями	кг/см <sup>2</sup>	3.6
<b>Характеристики нагрузки на градирню</b>		
Гидравлическая нагрузка на градирню	м <sup>3</sup> /ч	874.7
Длина воздухозаборных окон	м	72.8
Площадь воздухозаборных окон	м <sup>2</sup>	160.16
Скорость воздуха в воздухозаборных окнах	м/с	замеры не проводились
<b>Технологические характеристики процесса охлаждения</b>		
Температура атмосферного воздуха по сухому термометру	°C	+30.9
Барометрическое давление в момент замеров	гПа	999.9
Влажность атмосферного воздуха	%	35.7
Температура атмосферного воздуха по влажному	°C	+20.62
Температура нагретой воды	°C	+39.4
Температура охлажденной воды в чаше (верх)	°C	+24.1
Температура воды в чаше (низ)	°C	+23.9
Температура воды в чаше на выходе из градирни	°C	+23.9
Потери воды на испарение	м <sup>3</sup> /ч	20.46
<b>Характеристики привода градирни</b>		
Тип привода (горизонтальный/вертикальный)		горизонтальный
Редукторная схема или тихоходный ЭД		редукторная схема
Установленная (номинальная) мощность ЭД	кВт	250
Потребляемая (номинальная) мощность ЭД (с учётом редуктора)	кВт	212
Потребляемая мощность ЭД при работе вентилятора	кВт	171
Реальная потребляемая мощность ЭД от номинальной потребляемой	%	81.0
Значение номинального тока ЭД по паспорту	А	30.00
Значение номинального тока ЭД (минус 5%)	А	28.5
Значение тока при работающем вентиляторе	А	18.9
Токовая нагрузка на ЭД в настоящее время (от рабочей)	%	66.0
КПД ЭД по паспорту	%	90.0
КПД ЭД по загрузке вентилятора	%	81.0
Рабочее напряжение ЭД	В	6000
Скорость вращения ЭД	об/мин	1475
Передаточное число редуктора	об/мин	15.0
Скорость вращения вентилятора	об/мин	98.33

Градирня СК-400 №6

Замеры произведены 02 июля 2024г.

Исполнитель работ: ООО «ИК АКВАНН»

<b>Геометрические параметры градирни</b>		
Площадь орошения	м <sup>2</sup>	386.4
Марка оросителя, установленного в градирню		БОП 25MP-500
Высота слоя оросителя	мм	1500
Водоуловитель		Полуволна h=145мм
Высота воздухозаборного окна	мм	2200
Длина воздухозаборных окон по периметру	м	72.8
Высота подъёма системы водораспределения	мм	9500
Диаметр рабочего колеса вентилятора	мм	10400
Количество лопастей	шт.	6
Производитель РК		Агростройсервис
Полная высота корпуса вентилятора	мм	5000
Высота диффузорной части корпуса вентилятора	мм	4000
Наличие жалюзи (ДА/НЕТ)		НЕТ
Наличие ветровых перегородок (ДА/НЕТ)		НЕТ
Давление воды в коллекторе перед градирнями	кг/см <sup>2</sup>	3.6
<b>Характеристики нагрузки на градирню</b>		
Гидравлическая нагрузка на градирню	м <sup>3</sup> /ч	779.6
Длина воздухозаборных окон	м	72.8
Площадь воздухозаборных окон	м <sup>2</sup>	160.16
Скорость воздуха в воздухозаборных окнах	м/с	замеры не проводились
<b>Технологические характеристики процесса охлаждения</b>		
Температура атмосферного воздуха по сухому термометру	°С	+30.9
Барометрическое давление в момент замеров	гПа	999.9
Влажность атмосферного воздуха	%	35.7
Температура атмосферного воздуха по влажному	°С	+20.62
Температура нагретой воды	°С	+39.6
Температура охлажденной воды в чаше (верх)	°С	+24.2
Температура воды в чаше (низ)	°С	+23.9
Температура воды в чаше на выходе из градирни	°С	+23.7
Потери воды на испарение	м <sup>3</sup> /ч	18.7
<b>Характеристики привода градирни</b>		
Тип привода (горизонтальный/вертикальный)		горизонтальный
Редукторная схема или тихоходный ЭД		редукторная схема
Установленная (номинальная) мощность ЭД	кВт	250
Потребляемая (номинальная) мощность ЭД (с учётом редуктора)	кВт	212
Потребляемая мощность ЭД при работе вентилятора	кВт	166
Реальная потребляемая мощность ЭД от номинальной потребляемой	%	78.0
Значение номинального тока ЭД по паспорту	А	30.00
Значение номинального тока ЭД (минус 5%)	А	28.5
Значение тока при работающем вентиляторе	А	18.0
Токовая нагрузка на ЭД в настоящее время (от рабочей)	%	66.0
КПД ЭД по паспорту	%	90.0
КПД ЭД по загрузке вентилятора	%	63.0
Рабочее напряжение ЭД	В	6000
Скорость вращения ЭД	об/мин	1475
Передаточное число редуктора	об/мин	15.0
Скорость вращения вентилятора	об/мин	98.33



Градирня СК-400 № 7

Замеры произведены 02 июля 2024г.

Исполнитель работ: ООО «ИК АКВАНН»

ГРАДИРНЯ ОТКЛЮЧЕНА

<b>Геометрические параметры градирни</b>		
Площадь орошения	м <sup>2</sup>	386.4
Марка оросителя, установленного в градирню		БО-65Н (БО-45Н)
Высота слоя оросителя	мм	1500
Водоуловитель		Полуволна h=145мм
Высота воздухозаборного окна	мм	2200
Длина воздухозаборных окон по периметру	м	72.8
Высота подъёма системы водораспределения	мм	9500
Диаметр рабочего колеса вентилятора	мм	10400
Количество лопастей	шт.	6
Производитель РК		Агростройсервис
Полная высота корпуса вентилятора	мм	5000
Высота диффузорной части корпуса вентилятора	мм	4000
Наличие жалюзи (ДА/НЕТ)		НЕТ
Наличие ветровых перегородок (ДА/НЕТ)		НЕТ
Давление воды в коллекторе перед градирнями	кг/см <sup>2</sup>	3.6
<b>Характеристики нагрузки на градирню</b>		
Гидравлическая нагрузка на градирню	м <sup>3</sup> /ч	0.0
Длина воздухозаборных окон	м	72.8
Площадь воздухозаборных окон	м <sup>2</sup>	160.16
Скорость воздуха в воздухозаборных окнах	м/с	замеры не проводились
<b>Технологические характеристики процесса охлаждения</b>		
Температура атмосферного воздуха по сухому термометру	°C	+30.9
Барометрическое давление в момент замеров	гПа	999.9
Влажность атмосферного воздуха	%	35.7
Температура атмосферного воздуха по влажному	°C	+20.62
Температура нагретой воды	°C	-----
Температура охлаждённой воды в чаше (верх)	°C	+23.5
Температура воды в чаше (низ)	°C	+23.0
Температура воды в чаше на выходе из градирни	°C	-----
Потери воды на испарение	м <sup>3</sup> /ч	0.0
<b>Характеристики привода градирни</b>		
Тип привода (горизонтальный/вертикальный)		горизонтальный
Редукторная схема или тихоходный ЭД		редукторная схема
Установленная (номинальная) мощность ЭД	кВт	250
Потребляемая (номинальная) мощность ЭД (с учётом редуктора)	кВт	212
Потребляемая мощность ЭД при работе вентилятора	кВт	0.0
Реальная потребляемая мощность ЭД от номинальной потребляемой	%	-----
Значение номинального тока ЭД по паспорту	А	30.00
Значение номинального тока ЭД (минус 5%)	А	28.5
Значение тока при работающем вентиляторе	А	-----
Токовая нагрузка на ЭД в настоящее время (от рабочей)	%	-----
КПД ЭД по паспорту	%	90.0
КПД ЭД по нагрузке вентилятора	%	-----
Рабочее напряжение ЭД	В	6000
Скорость вращения ЭД	об/мин	1475
Передаточное число редуктора	об/мин	15.0
Скорость вращения вентилятора	об/мин	98.33

Градирня СК-400 №8

Замеры произведены 02 июля 2024г.

Исполнитель работ: ООО «ИК АКВАНН»

<b>Геометрические параметры градирни</b>		
Площадь орошения	м <sup>2</sup>	386.4
Марка оросителя, установленного в градирню		БОП 25MP-500 1 ряд БО-65Н (БО-45Н) 2 ряда
Высота слоя оросителя	мм	1500
Водоуловитель		Полуволна h=145мм
Высота воздухозаборного окна	мм	2200
Длина воздухозаборных окон по периметру	м	72.8
Высота подъёма системы водораспределения	мм	9500
Диаметр рабочего колеса вентилятора	мм	10363
Количество лопастей	шт.	5
Производитель РК		Wentech
Полная высота корпуса вентилятора	мм	5000
Высота диффузорной части корпуса вентилятора	мм	4000
Наличие жалюзи (ДА/НЕТ)		НЕТ
Наличие ветровых перегородок (ДА/НЕТ)		НЕТ
Давление воды в коллекторе перед градирнями	кг/см <sup>2</sup>	3.6
<b>Характеристики нагрузки на градирню</b>		
Гидравлическая нагрузка на градирню	м <sup>3</sup> /ч	708.0
Длина воздухозаборных окон	м	72.8
Площадь воздухозаборных окон	м <sup>2</sup>	160.16
Скорость воздуха в воздухозаборных окнах	м/с	замеры не проводились
<b>Технологические характеристики процесса охлаждения</b>		
Температура атмосферного воздуха по сухому термометру	°С	+30.9
Барометрическое давление в момент замеров	гПа	999.9
Влажность атмосферного воздуха	%	35.7
Температура атмосферного воздуха по влажному	°С	+20.62
Температура нагретой воды	°С	+34.6
Температура охлажденной воды в чаше (верх)	°С	+27.5
Температура воды в чаше (низ)	°С	+27.7
Температура воды в чаше на выходе из градирни	°С	+28.3
Потери воды на испарение	м <sup>3</sup> /ч	6.73
<b>Характеристики привода градирни</b>		
Тип привода (горизонтальный/вертикальный)		горизонтальный
Редукторная схема или тихоходный ЭД		редукторная схема
Установленная (номинальная) мощность ЭД	кВт	250
Потребляемая (номинальная) мощность ЭД (с учётом редуктора)	кВт	212
Потребляемая мощность ЭД при работе вентилятора	кВт	-----
Реальная потребляемая мощность ЭД от номинальной потребляемой	%	-----
Значение номинального тока ЭД по паспорту	А	30.00
Значение номинального тока ЭД (минус 5%)	А	28.5
Значение тока при работающем вентиляторе	А	-----
Токовая нагрузка на ЭД в настоящее время (от рабочей)	%	-----
КПД ЭД по паспорту	%	90.0
КПД ЭД по загрузке вентилятора	%	-----
Рабочее напряжение ЭД	В	6000
Скорость вращения ЭД	об/мин	1475
Передаточное число редуктора	об/мин	15.0
Скорость вращения вентилятора	об/мин	98.33



Градирня СК-400 №9

Замеры произведены 02 июля 2024г.

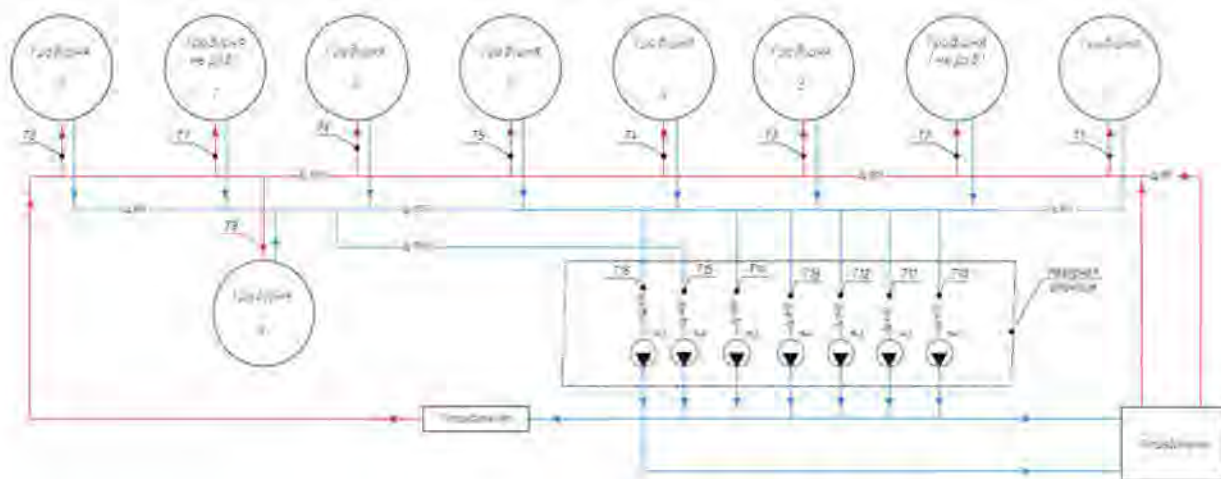
Исполнитель работ: ООО «ИК АКВАНН»

<b>Геометрические параметры градирни</b>		
Площадь орошения	м <sup>2</sup>	386.4
Марка оросителя, установленного в градирню		БОП 25MP-500
Высота слоя оросителя	мм	1500
Водоуловитель		Полуволна h=145мм
Высота воздухозаборного окна	мм	1900
Длина воздухозаборных окон по периметру	м	72.8
Высота подъёма системы водораспределения	мм	7500
Диаметр рабочего колеса вентилятора	мм	10363
Количество лопастей	шт.	5
Производитель РК		Wentech
Полная высота корпуса вентилятора	мм	2400
Высота диффузорной части корпуса вентилятора	мм	0.0
Наличие жалюзи (ДА/НЕТ)		НЕТ
Наличие ветровых перегородок (ДА/НЕТ)		Частично ДА
Давление воды в коллекторе перед градирнями	кг/см <sup>2</sup>	3.6
<b>Характеристики нагрузки на градирню</b>		
Гидравлическая нагрузка на градирню	м <sup>3</sup> /ч	2930.2
Длина воздухозаборных окон	м	72.8
Площадь воздухозаборных окон	м <sup>2</sup>	138.32
Скорость воздуха в воздухозаборных окнах	м/с	замеры не проводились
<b>Технологические характеристики процесса охлаждения</b>		
Температура атмосферного воздуха по сухому термометру	°С	+30.9
Барометрическое давление в момент замеров	гПа	999.9
Влажность атмосферного воздуха	%	35.7
Температура атмосферного воздуха по влажному	°С	+20.62
Температура нагретой воды	°С	+34.2
Температура охлаждённой воды в чаше (верх)	°С	+25.7
Температура воды в чаше (низ)	°С	+25.55
Температура воды в чаше на выходе из градирни	°С	+25.5
Потери воды на испарение	м <sup>3</sup> /ч	36.47
<b>Характеристики привода градирни</b>		
Тип привода (горизонтальный/вертикальный)		горизонтальный
Редукторная схема или тихоходный ЭД		редукторная схема
Установленная (номинальная) мощность ЭД	кВт	200
Потребляемая (номинальная) мощность ЭД (с учётом редуктора)	кВт	184
Потребляемая мощность ЭД при работе вентилятора	кВт	158
Реальная потребляемая мощность ЭД от номинальной потребляемой	%	86.0
Значение номинального тока ЭД по паспорту	А	25.5
Значение номинального тока ЭД (минус 5%)	А	24.2
Значение тока при работающем вентиляторе	А	19
Токовая нагрузка на ЭД в настоящее время (от рабочей)	%	79.0
КПД ЭД по паспорту	%	93.9
КПД ЭД по загрузке вентилятора	%	86.0
Рабочее напряжение ЭД	В	6000
Скорость вращения ЭД	об/мин	1477
Передаточное число редуктора	об/мин	14.0
Скорость вращения вентилятора	об/мин	105.5

Описание существующего БОВ-47 и градирен №1,2,3,4,5,6,7,8,9.

Нагретая оборотная вода от потребителей поступает под остаточным давлением кг/см<sup>2</sup> на блок градирен по трубопроводу Ду 1000. На градирнях БОВ-47 «горячая» оборотная охлаждается до возможно низкой температуры и поступает в коллектор охлажденной воды. Далее по самотечным трубопроводам охлажденная вода поступает на всас насосов в здание насосной станции. Насосами охлажденная вода перекачивается потребителям.

На этом цикл замыкается. Упрощенная схема БОВ-47 с точками замеров представлена на схеме 1.



Специалистами ООО «ИК АКВАНН» произведено обследование градирен № 1,2,3,4,5,6,7,8,9. Произведены замеры расходов оборотной воды на подающем трубопроводе в каждую градирню. Произведены замеры производительности на трубопроводах подачи в насосной станции. Произведены геометрические замеры конструкции градирен, участвующих в работе БОВ-47.

Согласно замеров, фактические расходы на водоблок представлены в таблице 1 БОВ-47. Существующее состояние на 02 июля 2024 года.

Таблица 1. Фактические расходы на водоблок.

Производительность по насосной станции		
Гидравлическая нагрузка (прямая) Н1	м <sup>3</sup> /ч	0.00
Гидравлическая нагрузка (прямая) Н2	м <sup>3</sup> /ч	2963.32
Гидравлическая нагрузка (прямая) Н3	м <sup>3</sup> /ч	0.00
Гидравлическая нагрузка (прямая) Н4	м <sup>3</sup> /ч	0.00
Гидравлическая нагрузка (прямая) Н5	м <sup>3</sup> /ч	3440.33
Гидравлическая нагрузка (прямая) Н6	м <sup>3</sup> /ч	0.00
Гидравлическая нагрузка (прямая) Н7	м <sup>3</sup> /ч	3944.75
<b>Гидравлическая нагрузка БОВ-47 (прямая)</b>	<b>м<sup>3</sup>/ч</b>	<b>10348.40</b>
Потери в системе		
Потери на испарение	м <sup>3</sup> /ч	164.3
Потери на капельный унос	м <sup>3</sup> /ч	20.34
Прочие потери	м <sup>3</sup> /ч	100.00
<b>Общие потери</b>	<b>м<sup>3</sup>/ч</b>	<b>284.64</b>
Характеристики потребляемой энергии		
Номинальная мощность ЭД работающих градирен	кВт	1600
Потребляемая мощность ЭД при работе всех вентиляторов	кВт	998

Описание градирен, в составе оборотного цикла.

Каркас градирни.

- Металлоконструкции. Окрашенные. Видны следы коррозии.
- Корпус вентилятора. Конфузорная часть старого каркаса. На верх конфузорной части установлен стеклопластиковый цилиндрический корпус вентилятора. (ГР1, ГР3, ГР9) (высота 2400 мм) Заниженная высота диффузорной части.
- Корпус вентилятора новый, но с заниженным диаметров рабочего колеса (ГР4). На верх конфузорной части установлен стеклопластиковый цилиндрический корпус вентилятора. (высота 2400 мм) Заниженная высота диффузорной части.
- Корпус вентилятора. Конфузорная часть старого каркаса. Диффузорная часть старого каркаса. Высота 4500 мм. Изношенный металл корпуса вентилятора. Сквозные отверстия. (ГР2, ГР5, ГР6, ГР7, ГР8.)



- Металлоконструкции. Кроме градирни №4, металлоконструкции со следами коррозии.  
- Система водораспределения – стальные трубы переменного сечения. Сопла различной конфигурации. Ороситель разного типа. Стандартная высота слоя 1500мм, кроме ГР 4 (1200мм). Водоуловитель типа «полуволна»;  
- Рабочие колёса вентиляторов  
Присутствуют модели разных производителей. Производительность рабочих колёс не полная.  
- Приводы вентиляторов.  
Присутствуют модели разных производителей. Рабочая нагрузка по мощности приводов ниже чем номинальная.  
Замеры расходов оборотной воды (прибор Ramametrics Pt 878) по каждой градирне и в целом по оборотному циклу.

БОВ-47

Замеры произведены 02 июля 2024 года.

Исполнитель работ: ООО «ИК АКВАНН»

Таблица 2

Градирни в оборотном цикле		
Тип градирен		СК-400
<b>Производительность градирни № 1</b>	<b>м³/ч</b>	<b>1111.1</b>
Температура воды на входе в градирню	°C	+43.2
Температура воды на выходе из градирни	°C	+24.9
Перепад температур	Δt °C	18.3
<b>Производительность градирни № 2 (переток через трубу)</b>	<b>м³/ч</b>	<b>724.0</b>
Температура воды на входе в градирню	°C	+38.5
Температура воды на выходе из градирни	°C	+38.7
Перепад температур	Δt °C	0.2
<b>Производительность градирни № 3</b>	<b>м³/ч</b>	<b>1116.6</b>
Температура воды на входе в градирню	°C	+38.5
Температура воды на выходе из градирни	°C	+23.0
Перепад температур	Δt °C	15.5
<b>Производительность градирни № 4</b>	<b>м³/ч</b>	<b>1924.2</b>
Температура воды на входе в градирню	°C	+39.4
Температура воды на выходе из градирни	°C	+26.6
Перепад температур	Δt °C	12.8
<b>Производительность градирни № 5</b>	<b>м³/ч</b>	<b>874.7</b>
Температура воды на входе в градирню	°C	+39.4
Температура воды на выходе из градирни	°C	+23.9
Перепад температур	Δt °C	15.5
<b>Производительность градирни № 6</b>	<b>м³/ч</b>	<b>779.6</b>
Температура воды на входе в градирню	°C	+39.6
Температура воды на выходе из градирни	°C	+23.7
Перепад температур	Δt °C	15.9
<b>Производительность градирни № 7</b>	<b>м³/ч</b>	<b>0.0</b>
Температура воды на входе в градирню	°C	0.0
Температура воды на выходе из градирни	°C	23.5
Перепад температур	Δt °C	0.0
<b>Производительность градирни № 8 без вентилятора</b>	<b>м³/ч</b>	<b>708.0</b>
Температура воды на входе в градирню	°C	+34.6
Температура воды на выходе из градирни	°C	+28.3
Перепад температур	Δt °C	6.3
<b>Производительность градирни № 9</b>	<b>м³/ч</b>	<b>2930.2</b>
Температура воды на входе в градирню	°C	+34.2
Температура воды на выходе из градирни	°C	+25.5
Перепад температур	Δt °C	8.7
<b>Общая производительность по воде на градирнях</b>	<b>м³/ч</b>	<b>10186.4</b>
Подпитка на водоблок	м³/ч	284.64
Потери по водоблоку на испарение	м³/ч	160.25
Потери по СНиП как капельный унос	м³/ч	20.49
Температура нагретой воды (усреднённая)	°C	+37.83
Температура охлаждённой воды (усреднённая)	°C	+26.23
Тепловая мощность	МВт	137.376
Потребляемая мощность ЭД при работе всех вентиляторов	кВт	998



## 2. Выводы по БОВ-47:

### В целом по гидравлической нагрузке БОВ-47:

#### 2.1 Расчет гидравлической нагрузки БОВ-47.

Расчет гидравлической нагрузки производился в программе SolidWorks Flow Simulation на основании выполнения анализа 3-х мерной модели трубопроводов системы оборотного водоснабжения.

Целью исследования существующей системы оборотного водоснабжения является выявления «проблемных» участков линии технологических трубопроводов на расчетном участке, а также выдача рекомендаций для технического перевооружения водооборотного цикла.

По результатам расчета составлен отчет об обследовании – см. Приложение 6.

2.2. На коллекторе нагретой оборотной воды имеются зоны участки, где скорости ниже рекомендуемых. Пониженные скорости движения воды приводят к нарастанию нежелательных отложений на стенках трубопроводов. Распределение расходов воды по системам ВРС происходит неравномерно, что обусловлено конструктивными особенностями систем водораспределения. Коллекторы и раздающие трубы завышены по диаметрам. Расход на градирни 5,6,8 значительно ниже проектного.

Скорости на всасывающих коллекторах насосов более, чем в два раза превышают рекомендуемые. Это может создавать повышенный шум и вибрации в насосах. Для устранения таких недостатков, если они имеются, рекомендуется работать по схеме 5 раб + 2 рез. Или произвести подбор диаметра всасывающих трубопроводов перед насосами в соответствии с рекомендуемыми скоростями.

### По каждой градирне оборотного цикла:

#### **Градирня СК-400 № 1**

##### *Каркас градирни*

- Минимальная высота воздухозаборного окна (2200мм). Минимальная высота воздухозаборного окна градирни СК-400 2200 мм (желательно 2500 мм). Недостаточная высота воздухозаборных окон не позволяет входу в створ градирни необходимого количества атмосферного воздуха, создавая дополнительное сопротивление воздуху;

##### *Ороситель и система водораспределения*

- Плотность орошения  $2.88 \text{ м}^3/\text{м}^2\cdot\text{ч}$ . Это низкое значение плотности орошения градирни (минимальное значение по СНиП =  $4 \text{ м}^3/\text{м}^2\cdot\text{ч}$ ). Соответственно система водораспределения неравномерно распределяет воду по площади орошения градирни;

- Расход через некоторые форсунки низкий, тем самым не обеспечивается факел разбрызгивания.

- Высота слоя оросителя 1500 мм. Ороситель выбран низко производительный. Площадь испарения – минимальная. Есть возможность увеличить высоту оросителя.

##### *Рабочее колесо вентилятора*

- Рабочее колесо вентилятора не работает в рабочей точке, не обеспечивая тем самым необходимое количество воздуха в створе градирни. Есть возможность увеличить угол атаки лопасти.

##### *Привод вентилятора*

- загрузка электродвигателя по току 13.5А при номинальной, возможной загрузке 21.85А. Это показатель того, что угол атаки лопастей занижен. Следует проконсультироваться у поставщика рабочего колеса о возможности увеличения угла атаки без потери прочности лопастей.

#### **Градирня СК-400 № 2**

##### *Каркас градирни*

- Минимальная высота воздухозаборного окна (2200мм). Минимальная высота воздухозаборного окна градирни СК-400 2200 мм (желательно 2500 мм). Недостаточная высота воздухозаборных окон не позволяет входу в створ градирни необходимого количества атмосферного воздуха, создавая дополнительное сопротивление воздуху;

##### *Жалюзи и ветровые перегородки*

- Смонтировать ветровые перегородки и жалюзи.

#### **Градирня СК-400 № 3**

##### *Каркас градирни*

- Минимальная высота воздухозаборного окна (2200мм). Минимальная высота воздухозаборного окна градирни СК-400 2200 мм (желательно 2500 мм). Недостаточная высота воздухозаборных окон не позволяет входу в створ градирни необходимого количества атмосферного воздуха, создавая дополнительное сопротивление воздуху;

##### *Ороситель и система водораспределения*

- Плотность орошения  $3.47 \text{ м}^3/\text{м}^2\cdot\text{ч}$ . Это близкое к низкому значение плотности орошения градирни (минимальное значение по СНиП =  $4 \text{ м}^3/\text{м}^2\cdot\text{ч}$ ). Соответственно система водораспределения неравномерно распределяет воду по площади орошения градирни;

- Расход через некоторые форсунки низкий, тем самым не обеспечивается факел разбрызгивания.

- Высота слоя оросителя 1500 мм. Ороситель выбран низко производительный. Площадь испарения – минимальная. Есть возможность увеличить высоту оросителя.

##### *Рабочее колесо вентилятора*



- Рабочее колесо вентилятора работает почти в рабочей точке. Есть возможность увеличить угол атаки лопасти.

*Привод вентилятора*

- загрузка электродвигателя по току 20.0А при номинальной, возможной загрузке 24.2А. Это показатель того, что угол атаки лопастей можно увеличить. Следует проконсультироваться у поставщика рабочего колеса о возможности увеличения угла атаки без потери прочности лопастей.

*Жалюзи и ветровые перегородки*

- Смонтировать ветровые перегородки и жалюзи

**Градирня СК-400 № 4**

*Ороситель и система водораспределения*

- Высота слоя оросителя 1200 мм. Есть возможность увеличить высоту оросителя.

*Рабочее колесо вентилятора*

- Рабочее колесо вентилятора работает почти в рабочей точке. Есть возможность увеличить угол атаки лопасти.

*Привод вентилятора*

- загрузка электродвигателя по току 354.3А при номинальной, возможной загрузке 419.9А. Это показатель того, что угол атаки лопастей можно увеличить. Следует проконсультироваться у поставщика рабочего колеса о возможности увеличения угла атаки без потери прочности лопастей.

**Градирня СК-400 № 5**

*Каркас градирни*

- Минимальная высота воздухозаборного окна (2200мм). Минимальная высота воздухозаборного окна градирни СК-400 2200 мм (желательно 2500 мм). Недостаточная высота воздухозаборных окон не позволяет входу в створ градирни необходимого количества атмосферного воздуха, создавая дополнительное сопротивление воздуху;

*Ороситель и система водораспределения*

- Плотность орошения  $2.26 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$ . Это низкое значение плотности орошения градирни (минимальное значение по СНиП =  $4 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$ ). Соответственно система водораспределения неравномерно распределяет воду по площади орошения градирни;

- Расход через некоторые форсунки низкий, тем самым не обеспечивается факел разбрызгивания.

- Высота слоя оросителя 1500 мм. Ороситель выбран низко производительный. Площадь испарения – минимальная. Есть возможность увеличить высоту оросителя.

*Рабочее колесо вентилятора*

- Рабочее колесо вентилятора не работает в рабочей точке, не обеспечивая тем самым необходимое количество воздуха в створе градирни. Если есть возможность увеличить угол атаки лопасти, нужно увеличить.

*Привод вентилятора*

- загрузка электродвигателя по току 18.9А при номинальной, возможной загрузке 28.5А. Это показатель того, что угол атаки лопастей занижен. Следует проконсультироваться у поставщика рабочего колеса о возможности увеличения угла атаки без потери прочности лопастей. Возможно рабочее колесо не выдаёт расчётные параметры по воздуху и статическому давлению.

*Жалюзи и ветровые перегородки*

- Смонтировать ветровые перегородки и жалюзи.

**Градирня СК-400 № 6**

*Каркас градирни*

- Минимальная высота воздухозаборного окна (2200мм). Минимальная высота воздухозаборного окна градирни СК-400 2200 мм (желательно 2500 мм). Недостаточная высота воздухозаборных окон не позволяет входу в створ градирни необходимого количества атмосферного воздуха, создавая дополнительное сопротивление воздуху;

*Ороситель и система водораспределения*

- Плотность орошения  $2.02 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$ . Это низкое значение плотности орошения градирни (минимальное значение по СНиП =  $4 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$ ). Соответственно система водораспределения неравномерно распределяет воду по площади орошения градирни;

- Расход через некоторые форсунки низкий, тем самым не обеспечивается факел разбрызгивания.

- Высота слоя оросителя 1500 мм. Ороситель выбран низко производительный. Площадь испарения – минимальная. Есть возможность увеличить высоту оросителя.

*Рабочее колесо вентилятора*

- Рабочее колесо вентилятора не работает в рабочей точке, не обеспечивая тем самым необходимое количество воздуха в створе градирни. Если есть возможность увеличить угол атаки лопасти, нужно увеличить.

*Привод вентилятора*

- загрузка электродвигателя по току 18.0А при номинальной, возможной загрузке 28.5А. Это показатель того, что угол атаки лопастей занижен. Следует проконсультироваться у поставщика рабочего колеса о возможности увеличения угла атаки без потери прочности лопастей. Возможно рабочее колесо не выдаёт расчётные параметры по воздуху и статическому давлению.



*Жалюзи и ветровые перегородки*

- Смонтировать ветровые перегородки и жалюзи.

**Градирия СК-400 № 7**

*Каркас градирии*

- Минимальная высота воздухозаборного окна (2200мм). Минимальная высота воздухозаборного окна градирии СК-400 2200 мм (желательно 2500 мм). Недостаточная высота воздухозаборных окон не позволяет входу в створ градирии необходимого количества атмосферного воздуха, создавая дополнительное сопротивление воздуху;

*Ороситель и система водораспределения*

- Высота слоя оросителя 1500 мм. Ороситель выбран низко производительный. Площадь испарения – минимальная. Есть возможность увеличить высоту оросителя.

*Рабочее колесо вентилятора*

- Рабочее колесо вентилятора не работает в рабочей точке, не обеспечивая тем самым необходимое количество воздуха в створе градирии. Если есть возможность увеличить угол атаки лопасти, нужно увеличить.

*Жалюзи и ветровые перегородки*

- Смонтировать ветровые перегородки и жалюзи.

**Градирия СК-400 № 8**

*Каркас градирии*

- Минимальная высота воздухозаборного окна (2200мм). Минимальная высота воздухозаборного окна градирии СК-400 2200 мм (желательно 2500 мм). Недостаточная высота воздухозаборных окон не позволяет входу в створ градирии необходимого количества атмосферного воздуха, создавая дополнительное сопротивление воздуху;

*Ороситель и система водораспределения*

- Плотность орошения  $1.83 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$ . Это низкое значение плотности орошения градирии (минимальное значение по СНиП =  $4 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$ ). Соответственно система водораспределения неравномерно распределяет воду по площади орошения градирии;
- Расход через некоторые форсунки низкий, тем самым не обеспечивается факел разбрызгивания.
- Высота слоя оросителя 1500 мм. Ороситель выбран низко производительный. Площадь испарения – минимальная. Есть возможность увеличить высоту оросителя.

*Рабочее колесо вентилятора*

- Рабочее колесо вентилятора не работает в рабочей точке, не обеспечивая тем самым необходимое количество воздуха в створе градирии. Если есть возможность увеличить угол атаки лопасти, нужно увеличить.

*Жалюзи и ветровые перегородки*

- Смонтировать ветровые перегородки и жалюзи.

**Градирия СК-400 № 9**

*Каркас градирии*

- Недостаточная высота воздухозаборного окна (1900мм). Минимальная высота воздухозаборного окна градирии СК-400 2200 мм (желательно 2500 мм). Недостаточная высота воздухозаборных окон не позволяет входу в створ градирии необходимого количества атмосферного воздуха, создавая дополнительное сопротивление воздуху;

*Ороситель и система водораспределения*

- Плотность орошения  $7.58 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$ .
- Высота слоя оросителя 1500 мм. Ороситель выбран низко производительный. Площадь испарения – минимальная. Есть возможность увеличить высоту оросителя.

*Рабочее колесо вентилятора*

- Рабочее колесо вентилятора работает почти в рабочей точке. Если есть возможность увеличить угол атаки лопасти, нужно увеличить.

*Привод вентилятора*

- загрузка электродвигателя по току 19.0А при номинальной, возможной нагрузке 24.2А. Это показатель того, что угол атаки лопастей занижен. Следует проконсультироваться у поставщика рабочего колеса о возможности увеличения угла атаки без потери прочности лопастей. Возможно рабочее колесо не выдаёт расчётные параметры по воздуху и статическому давлению.

*Жалюзи и ветровые перегородки*

- Отремонтировать ветровые перегородки.

**Все выше описанные недостатки не позволяют градириям достигнуть максимальных значений охлаждения воды в летний период.**



**Рекомендации по текущим мероприятиям, которые позволят улучшить работу БОВ-47.**

На градирнях № 1,2,3,4,5,7,9 следует произвести следующие мероприятия:

Произвести ревизию приводов градирен с целью выявления отслужившего или сломанного оборудования;

Произвести мероприятия с целью увеличения угла атаки лопастей на вентиляторах градирен;

Произвести мероприятия с целью увеличения слоя оросителя, демонтированного с других градирен;

Произвести перерасчёт систем водораспределения с целью выявления неработающих участков трубопроводов и форсунок;

Произвести регулировку гидравлической нагрузки градирен, согласно расчёта.

Все расчёты смотреть в таблицах архива Приложения №1.

**Рекомендации по мероприятиям, которые позволят улучшить работу БОВ-47 на горизонт планирования 2-3 года.**

На градирнях № 1,3,4,5,6,9 следует произвести следующие мероприятия:

Произвести ремонт или замену приводов градирен с целью номинальной работы привода;

Произвести замену рабочих колёс на вентиляторах градирен (по необходимости);

Произвести мероприятия с целью увеличения слоя оросителя, демонтированного с других градирен;

Произвести мероприятия с целью увеличения высоты воздухозаборных окон до 2500 мм;

Произвести ремонт систем водораспределения с целью оптимизации равномерной работы орошения;

Произвести регулировку гидравлической нагрузки градирен, согласно расчёта;

Восстановить ветровые перегородки в градирнях;

Произвести реконструкцию градирен №5 и №6 с учётом замены каркаса, систем ВРС, оросителя, водоуловителя, привода (с сохранением мощности привода 250кВт) с возможностью работы от ПЧ. Установить новый корпус вентилятора (полный с диффузорной частью L=4500мм).

В перспективе при модернизации всего водооборотного цикла можно изменить расход на градирни СК-400 №1,3,4,5,6,9 до 1694,73 м<sup>3</sup>/ч, при этом будет возможность вывести часть градирен в резерв.

Все расчёты смотреть в таблицах архива Приложения №2.

**Рекомендации по мероприятиям, которые позволят улучшить работу БОВ-47 на горизонт планирования 5 лет.**

На градирнях № 1,3,4,5,9 следует произвести следующие мероприятия:

Произвести ремонт или замену приводов градирен с целью номинальной работы привода;

Произвести замену рабочих колёс на вентиляторах градирен (по необходимости);

Произвести мероприятия с целью увеличения слоя оросителя, демонтированного с других градирен;

Произвести мероприятия с целью увеличения высоты воздухозаборных окон до 2500 мм;

Произвести ремонт систем водораспределения с целью оптимизации равномерной работы орошения;

Произвести регулировку гидравлической нагрузки градирен, согласно расчёта;

Восстановить ветровые перегородки в градирнях;

Произвести реконструкцию градирен №5 с учётом замены каркаса, систем ВРС, оросителя, водоуловителя, привода (с сохранением мощности привода 250кВт) с возможностью работы от ПЧ. Установить новый корпус вентилятора (полный с диффузорной частью L=4500мм).

В перспективе при модернизации всего водооборотного цикла можно изменить расход на градирни СК-400 №1,3,4,6,9 до 2033,68 м<sup>3</sup>/ч, при этом будет возможность вывести часть градирен в резерв.

Все расчёты смотреть в таблицах архива Приложения №3.

**По системе трубопроводов БОВ-47 следует произвести следующие мероприятия:**

Предусмотреть мероприятия, позволяющие равномерно распределять гидравлическую нагрузку по всем градирням, работающим в составе ВОЦ.

Приложение №6 (полный гидравлический отчёт)

**Приложения:**

**Приложение №1.** Наладка гидравлической нагрузки БОВ-47 и дополнительные работы для оптимизации работы каждой градирни.

**Приложение №2.** Наладка гидравлической нагрузки БОВ-47 при работе 6ти градирен в составе БОВ-47. Дополнительные работы для оптимизации работы каждой градирни и в целом БОВ-47 в перспективе 2-3 года.

**Приложение №3** Наладка гидравлической нагрузки БОВ-47 при работе 5ти градирен в составе БОВ-47. Дополнительные работы для оптимизации работы каждой градирни и в целом БОВ-47 в перспективе 5 лет.

**Приложение №4.** Результаты замеров по каждой градирне. Дата проведения замеров 02 июля 2024 года.

**Приложение №5** Результаты замеров на градирнях БОВ-47 и насосной станции. Обобщённая информация. Дата проведения замеров 02 июля 2024 года.

**Приложение №6.** Отчет БОВ-47 гидравлическая нагрузка.

**Приложение №7.** Схема водооборотного цикла БОВ-47.

**Приложение №8.** Водораспределительная система Градирен БОВ-47.

**Приложение №9.** Схема БОВ-47 схема обвязки градирен.

По всем вопросам Вы можете связаться с нами по телефонам или электронной почте

Рабочие телефоны:

(831) 283-21-14

(831) 283-21-15

Факс:

(831) 274-64-69

E-mail:

a.kiparin@akvann.ru

Http:

www.akvann.ru

С уважением и надеждой на взаимовыгодное сотрудничество,  
директор

Александр Павлович Кипарин



ООО «ИК АКВАНН»

ООО «Тольяттикаучук»

**«Обследование системы трубопроводов обратного  
водоснабжения  
в программе Solidworks FlowSimulation»**

*Отчет о проведенном обследовании*

## Содержание

1. Введение .....	3
2. Исходные данные.....	3
3. Описание и анализ существующей системы оборотного водоснабжения.....	5
4. Расчет 3-мерной модели.....	5
5. Анализ полученных результатов.....	11
6. Рекомендации: .....	12



## 1. Введение

Целью данной работы является исследование существующей системы оборотного водоснабжения на основании выполнения анализа 3-х мерной модели трубопроводов системы оборотного водоснабжения, выявления «проблемных» участков линии технологических трубопроводов на расчетном участке, а также выдача рекомендаций для технического перевооружения водооборотного цикла.

В 1 части отчета проведен анализ существующей схемы работы градирен. Во 2 части – представлены схемы работы градирен в 2-х вариантах при возможной их дальнейшей реконструкции.

## 2. Исходные данные

Исходными данными являются показания ультразвукового расходомера Panametrics на различных участках трубопроводной сети

Упрощенная схема ВОВ-47 представлена на рис. 1

Показания ультразвукового расходомера приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Точка замеров	Показание, м <sup>3</sup> /ч	Примечание
T1	1111,10	Градирня 1
T2	724,0	Градирня 2, расход по байпасу, остановлена
T3	1116,6	Градирня 3
T4	1924,2	Градирня 4
T5	874,7	Градирня 5
T6	779,6	Градирня 6
T7	0,00	Градирня 7, остановлена
T8	708,0	Градирня 8, В работе без вентилятора
T9	2930,2	Градирня 9
T10	0,0	Н-1 остановлен
T11	2963,32	Н-2
T12	0,0	Н-3 остановлен
T13	0,0	Н-4 остановлен
T14	3440,33	Н-5
T15	0,0	Н-6 остановлен
T16	3944,75	Н-7

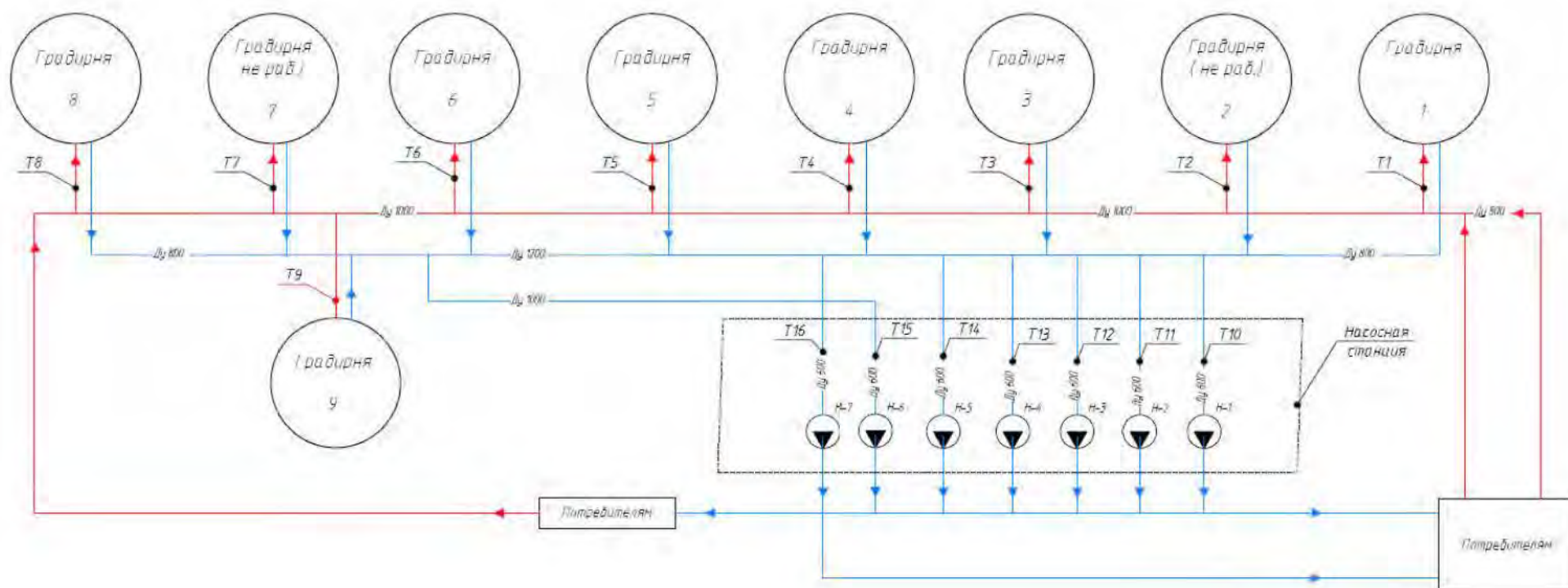


Рис. 1 Упрощенная схема ВОБ-47 ООО «Тольяттикаучук»



Построение 3-хмерных моделей выполнено по предоставленному чертежу обвязки градирен (рис.2) и схемам ВРС (Приложение 8).

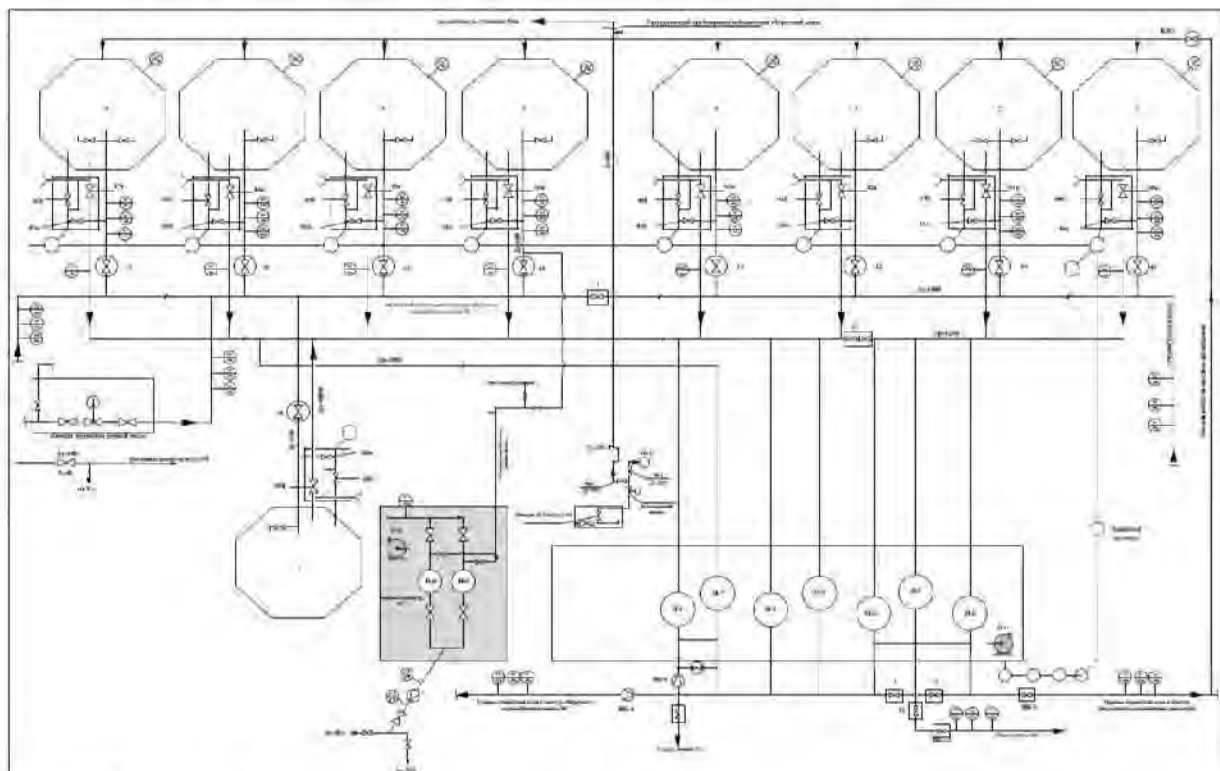


Рис. 2 Схема обвязки градирен.

### **3. Описание существующей системы оборотного водоснабжения**

На момент обследования в работе водооборотного цикла АО «Казаньоргсинтез» находились 7 градирен: 1,3,4,5,6,8,9. Остановлены градирни №2 и №7. В чашу градирни №2 расход идет по байпасу.

#### **Часть 1. Существующая схема работы.**

### **4. Расчет 3-мерной модели**

Расчет 3-мерной модели производился в программе SolidWorks Flow Simulation.

Общий вид распределения скоростей движения воды по трубопроводам ВОБ в соответствии с показаниями расходомера:

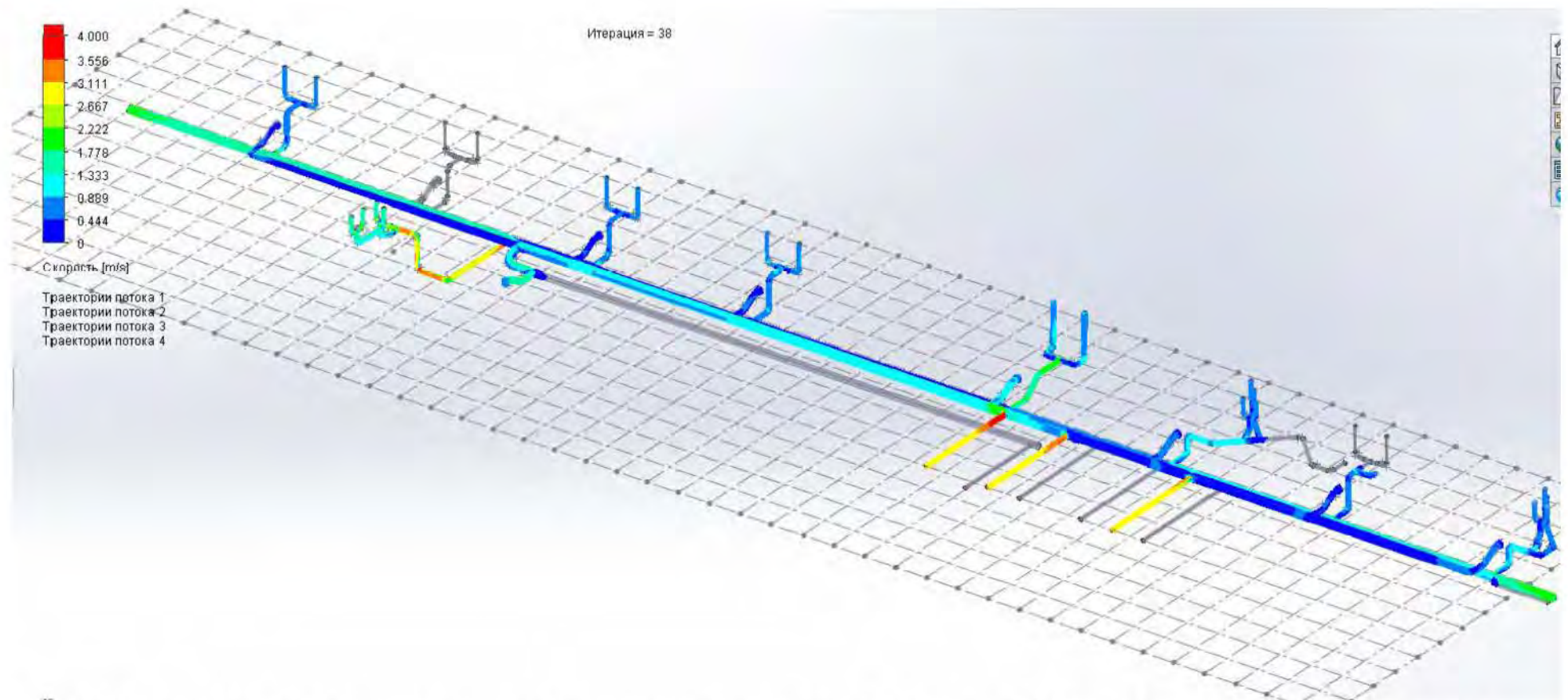


Рис. 3 Общий вид распределения скоростей движения воды по трубопроводам ВОБ – по показаниям расходомеров.



Таблица 2.

Скорости на участках напорного коллектора вблизи подающих трубопроводов градирен

Точка замеров	Скорость, м <sup>3</sup> /ч	Примечание
T1	1,84	Градирня 1
T2	1,43	Градирня 2, расход по байпасу, остановлена
T3	1,13	Градирня 3
T4	0,64	Градирня 4
T5	0,12	Градирня 5
T6	0,36	Градирня 6
T7	1,55	Градирня 7, остановлена
T8	1,73	Градирня 8, В работе без вентильатора
T9	2,92	Градирня 9

Таблица 3

Скорости во всасывающих патрубках насосов

Точка замеров	Скорость, м <sup>3</sup> /ч	Примечание
T10	0	Н-1 остановлен
T11	3,42	Н-2
T12	0	Н-3 остановлен
T13	0	Н-4 остановлен
T14	3,40	Н-5
T15	0	Н-6 остановлен
T16	3,26	Н-7

Распределение скоростей по водораспределительным система градирен представлены ниже.

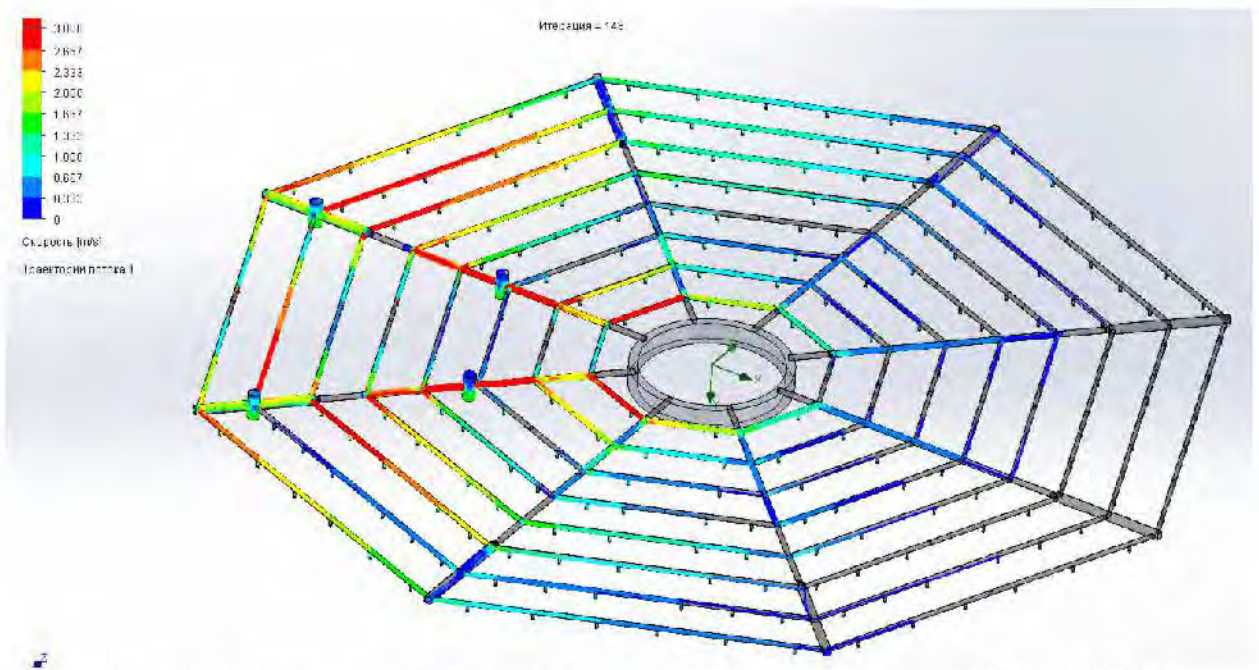


Рис. 4. Распределение скоростей по ВРС гр.1 (расход 1111,1 м<sup>3</sup>/ч)

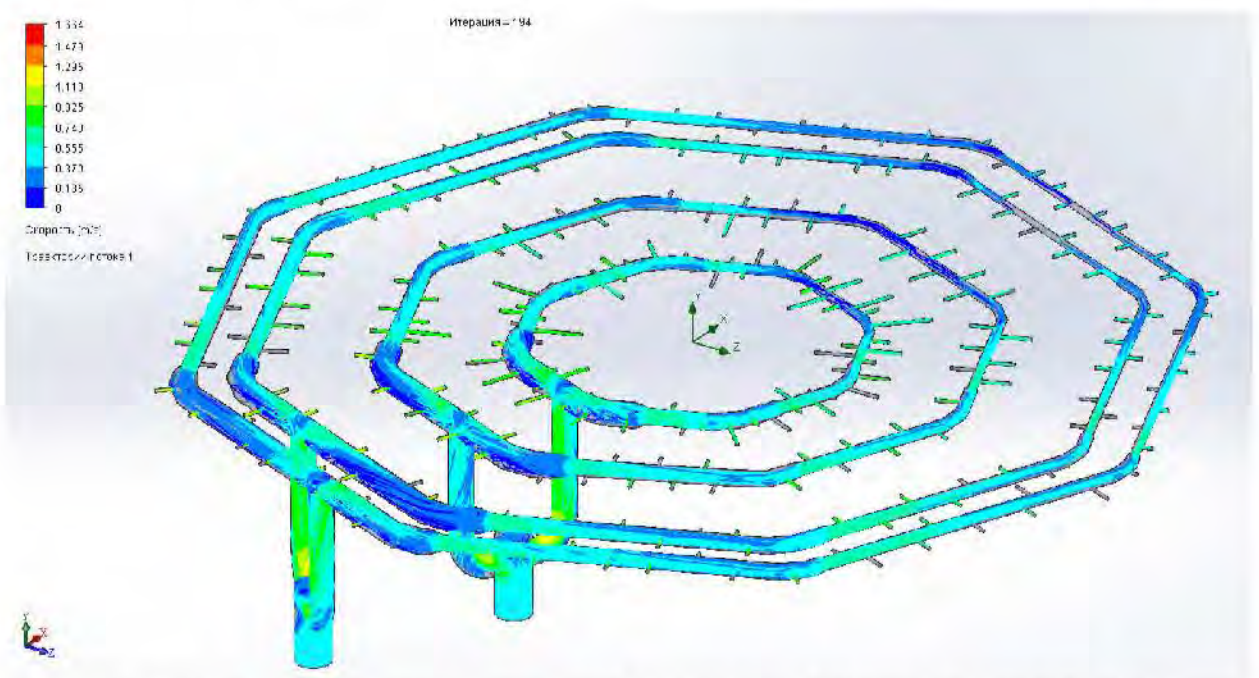


Рис. 5. Распределение скоростей по ВРС гр.3 (расход 1116,6 м<sup>3</sup>/ч)



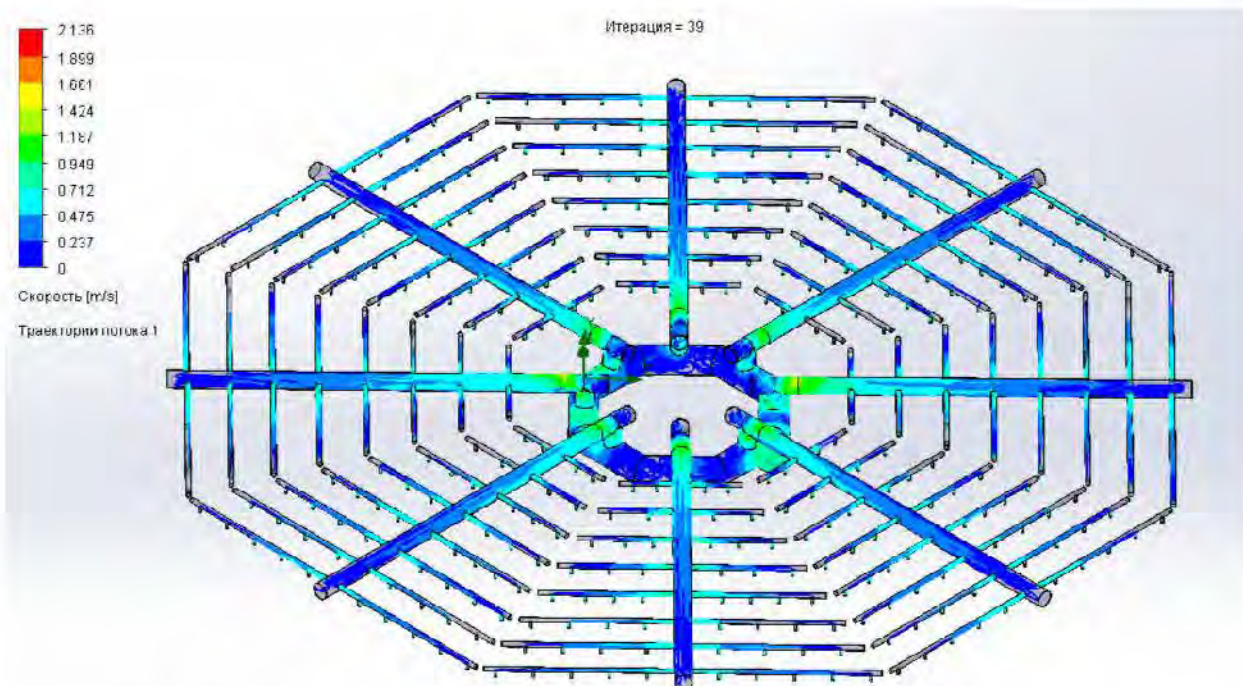


Рис.6. Распределение скоростей по ВРС гр.4 (расход 1924,2 м<sup>3</sup>/ч)

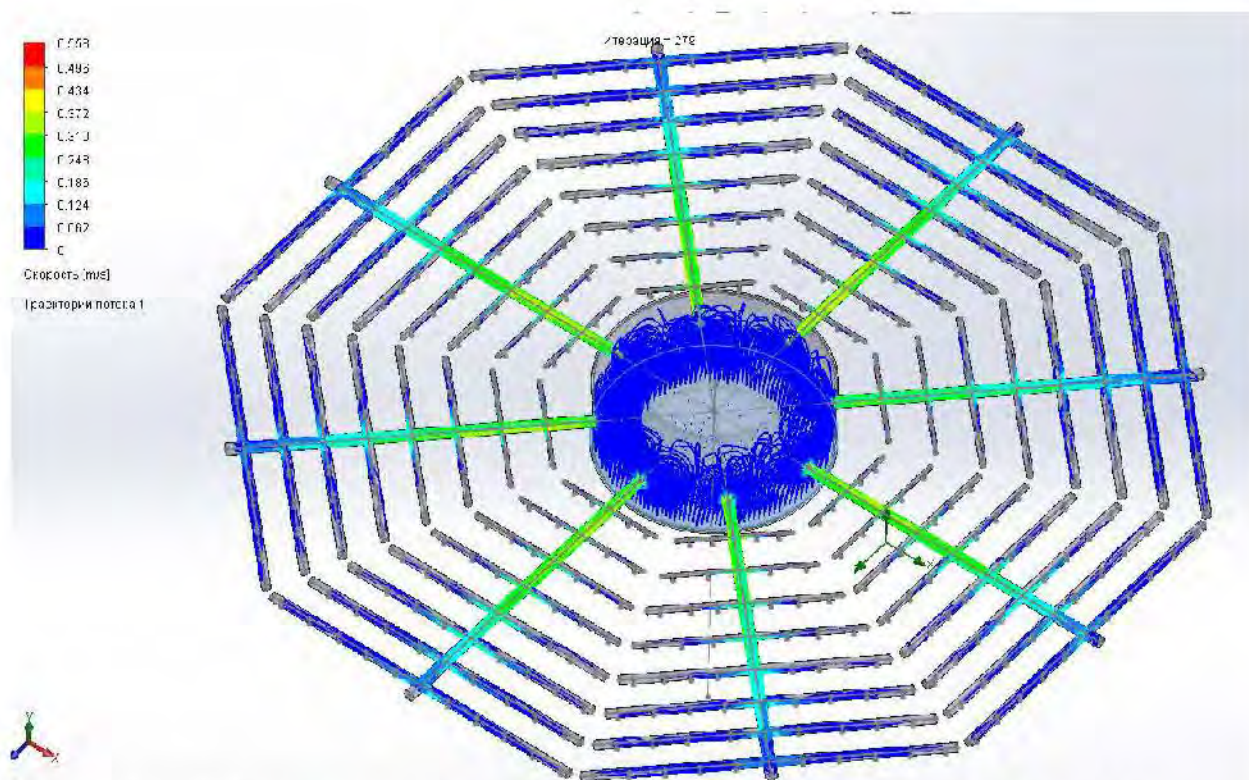


Рис.7. Распределение скоростей по ВРС гр.5 (расход 874,7 м<sup>3</sup>/ч)



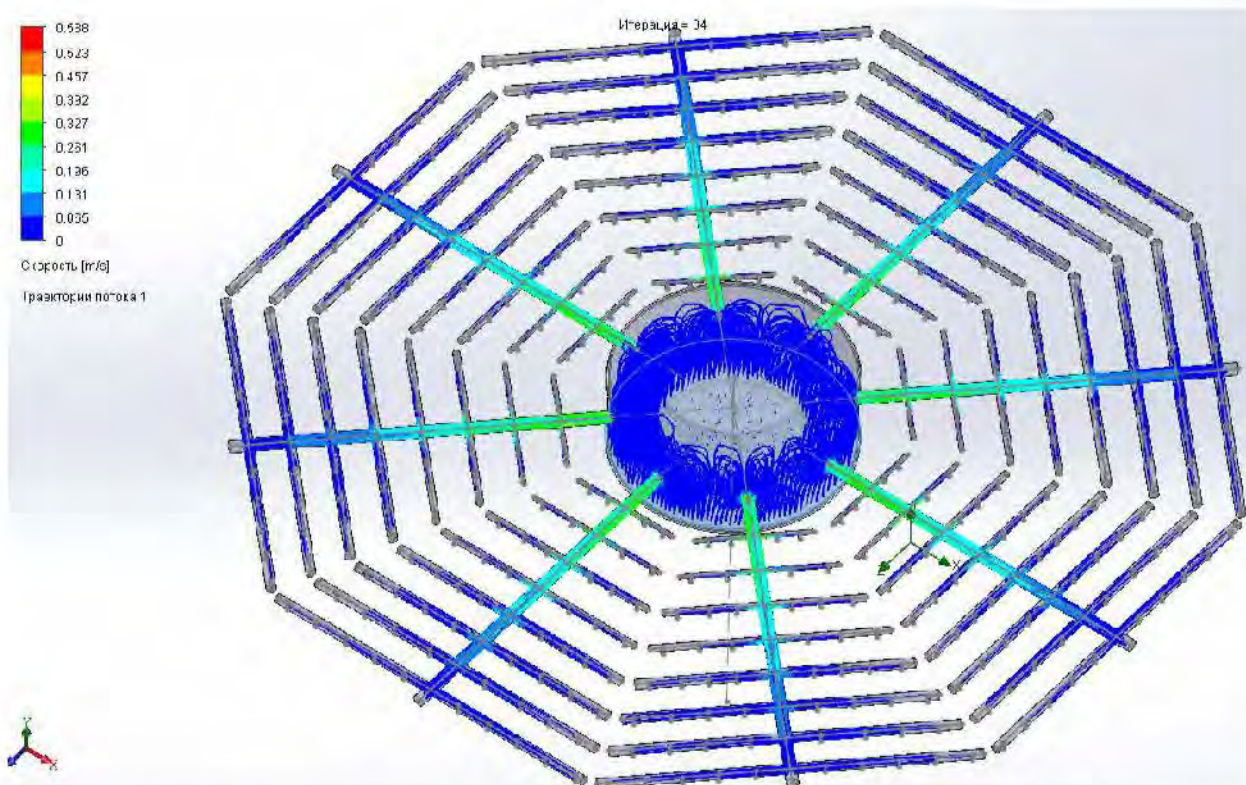


Рис.8. Распределение скоростей по ВРС гр.6 (расход 779,6 м<sup>3</sup>/ч)

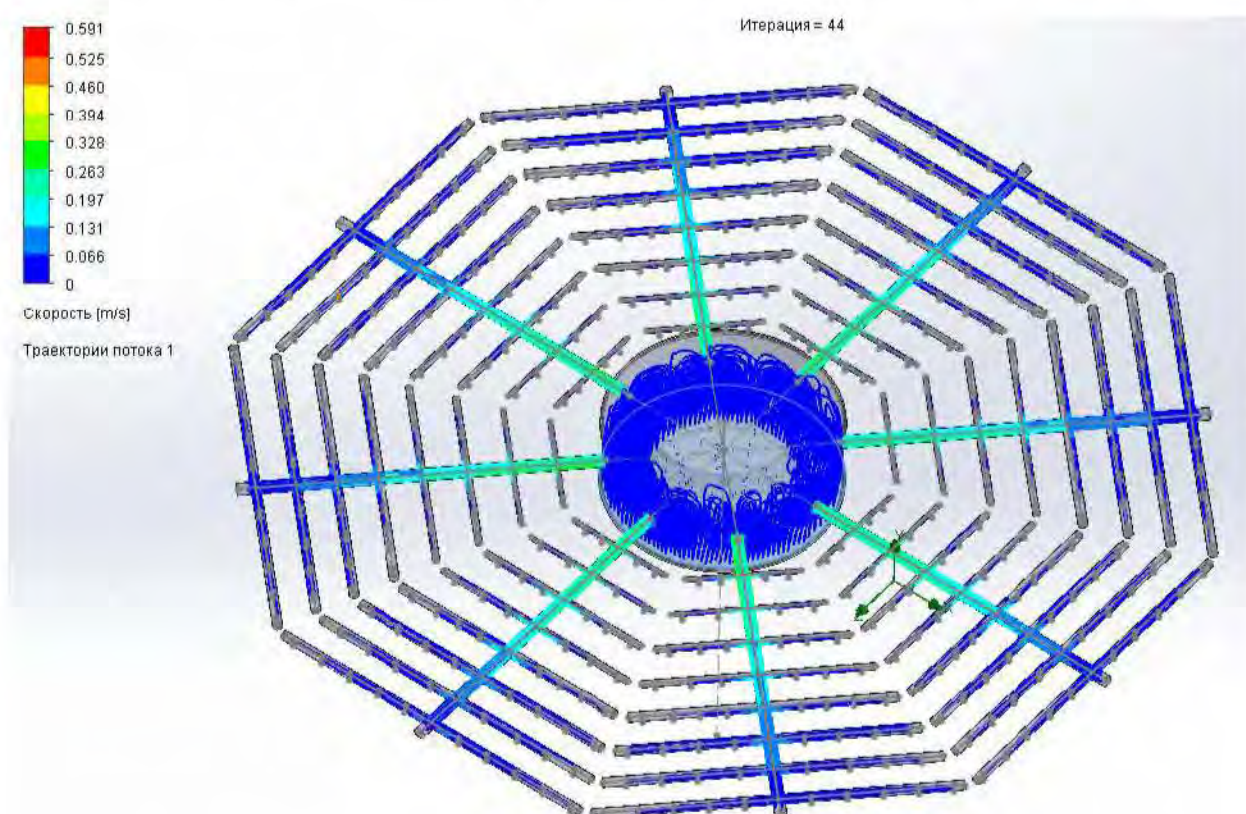


Рис.9. Распределение скоростей по ВРС гр.8 (расход 708,0 м<sup>3</sup>/ч)



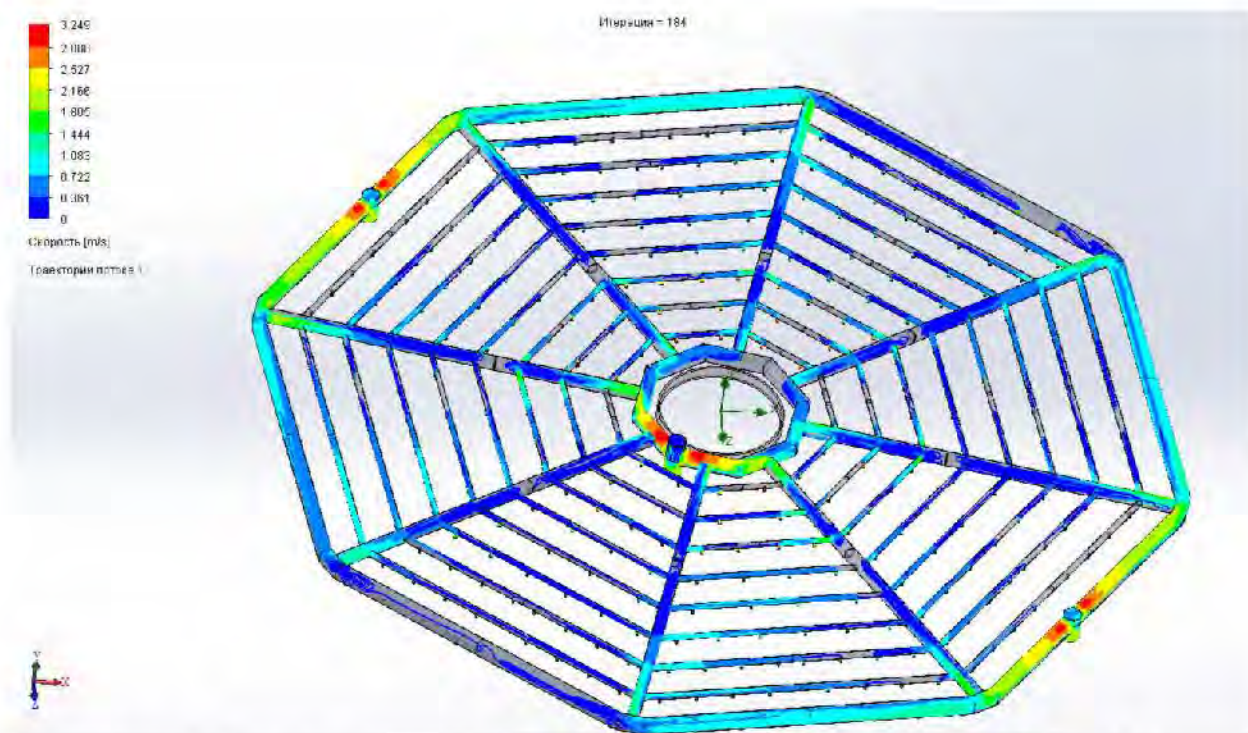


Рис.10. Распределение скоростей по ВРС гр.9 (расход 2930,2 м³/ч)

## 5. Анализ полученных результатов.

### 5.1 Анализ гидравлической нагрузки на коллекторы.

Проанализируем скорость движения воды в коллекторах в существующей схеме.

Рекомендуемые скорости движения воды в напорных линиях насосных станций для трубопроводов представлены в таблице ниже (СП 31.13330.2021 п.10.10 таблица 25)

Диаметр водоводов, мм	Скорость движения воды в трубопроводах на- сосных станций, м/с	
	Всасывающие трубопроводы	Напорные трубопроводы
До 250	0,6–1,0	0,8–2,0
Св. 250 до 800 включ.	0,8–1,5	1,0–3,0
Свыше 800	1,2–2,0	1,5–4,0

Распределение скоростей в коллекторах видно на рисунке ниже:

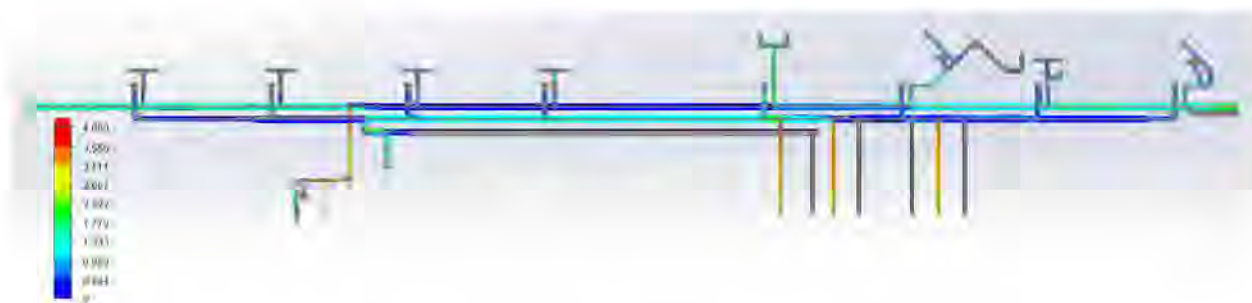


Рис. 11 Распределение скоростей воды в коллекторах.

Можно отметить, что по ходу движения воды в коллекторах имеются «синие» участки, где скорости ниже рекомендуемых. Пониженные скорости движения воды приводят к нарастанию нежелательных отложений на стенках трубопроводов.

Скорости на всасывающих коллекторах насосов более, чем в два раза превышают рекомендуемые. Это может создавать повышенный шум и вибрации в насосах. Для устранения таких недостатков, если они имеются, рекомендуется работать по схеме 5 раб + 2 рез. Или произвести подбор диаметра всасывающих трубопроводов перед насосами в соответствии с рекомендуемыми скоростями.

### 5.2 Анализ гидравлической нагрузки на ВРС градирен.

Гр.1: Превышение скоростей на «красных» участках вблизи коллекторов, большое количество «синих» участков с минимальными скоростями движения воды. Общая неравномерность распределения расхода по ВРС.

Гр.3: Снижение скоростей и расхода на форсунки происходит по ходу движения по кольцевым трубам. Вдали от коллекторов расход на форсунки и скорости минимальны (близки к 0). Расположение сопел и раздаточных труб неравномерное, «факелы» от форсунок могут перекрывать друг друга.

Гр. 4: Распределение воды по ВРС достаточно равномерное, скорости снижены из-за завышенных диаметров раздающих коллекторов Ду 350.

Гр. 5, 6, 8: Для данных расходов воды, диаметры трубопроводов ВРС завышены. Скорости менее  $0,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Гр.9: Большое количество «синих» участков, диаметры на некоторых участках завышены.

Общие: ВРС с двухконтурной системой кольцевых трубопроводов (гр. 1,3,9) менее равномерно распределяет скорости по площади градирни в



сравнении с ВРС, где общий коллектор и отходящие от него «лучи». Коллектора «лучей» необходимо делать с понижением диаметра по длине коллектора для равномерного распределения скоростей.

## **6. Рекомендации**

1) Провести перерасчет трубопроводов систем ВРС градирен с подбором диаметров коллекторов и раздаточных труб исходя из скоростей движения воды по ним.

2) Произвести замену ВРС на конструктивно более равномерно распределяющие расход по трубопроводам.

3) Произвести обследование состояния градирен для выявления возможности равномерного распределения расходов на градирни. Произвести замену неработающих задвижек, установка регулирующих расход задвижек.

4) Очевидно, что скорости на всасывающих коллекторах насосов более, чем в два раза превышают рекомендуемые. Это может создавать повышенный шум и вибрации в насосах. Для устранения таких недостатков, если они имеются, рекомендуется работать по схеме 4 раб + 2 рез.

## Часть 2. Схема работы распределения гидравлической нагрузки на градирни с учётом работы 5х градирен и бти градирен

### 7. Расчет 3-мерной модели

На рис. 12 Представлено распределение скоростей воды в трубопроводах с учётом работы 5-ти градирен.

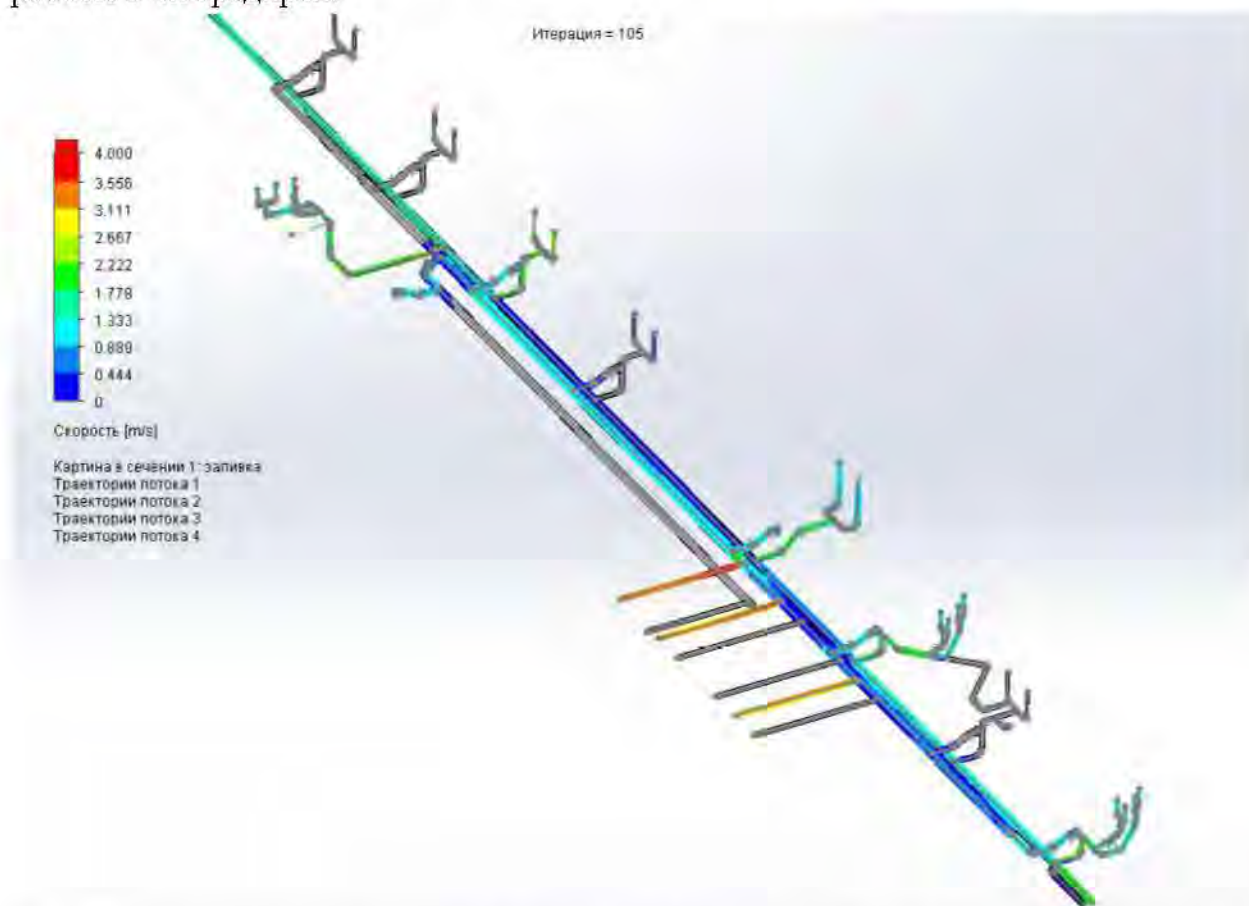


Рис. 12 Распределение скоростей воды в трубопроводах при работе 5-ти градирен

Таблица 5.

Расходы при реконструкции 5-х градирен

Градирня.№	Показание, м <sup>3</sup> /ч	Примечание
1	2033,68	В работе
2	0,00	В резерв
3	2033,68	В работе
4	2033,68	В работе
5	0,00	В резерв
6	2033,68	В работе
7	0,00	В резерв
8	0,00	В резерв
9	2033,68	В работе



На рис. 13 Представлено распределение скоростей в трубопроводах при работе 6-ти градирен

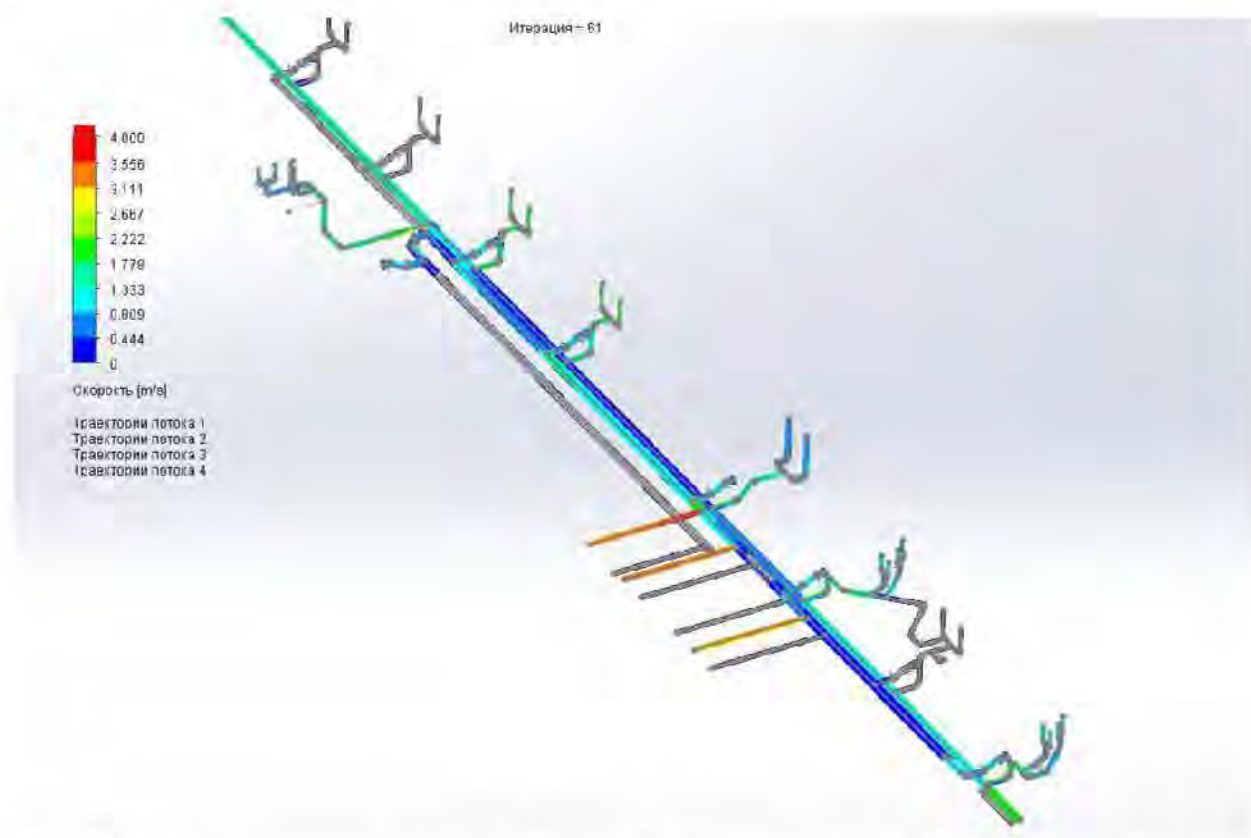


Рис. 13 Распределение скоростей в трубопроводах при работе 6-ти градирен

Таблица 6.

Расходы при работе 6-ти градирен

Градирня №	Показание, м³/ч	Примечание
1	1694,73	В работе
2	0,00	В резерв
3	1694,73	В работе
4	1694,73	В работе
5	1694,73	В работе
6	1694,73	В работе
7	0,00	В резерв
8	0,00	В резерв
9	1694,73	В работе

## 8. Анализ полученных результатов.

Сравним значения скоростей на различных участках напорного и сливного трубопровода градирен.

Расположение точек измерения на схеме:

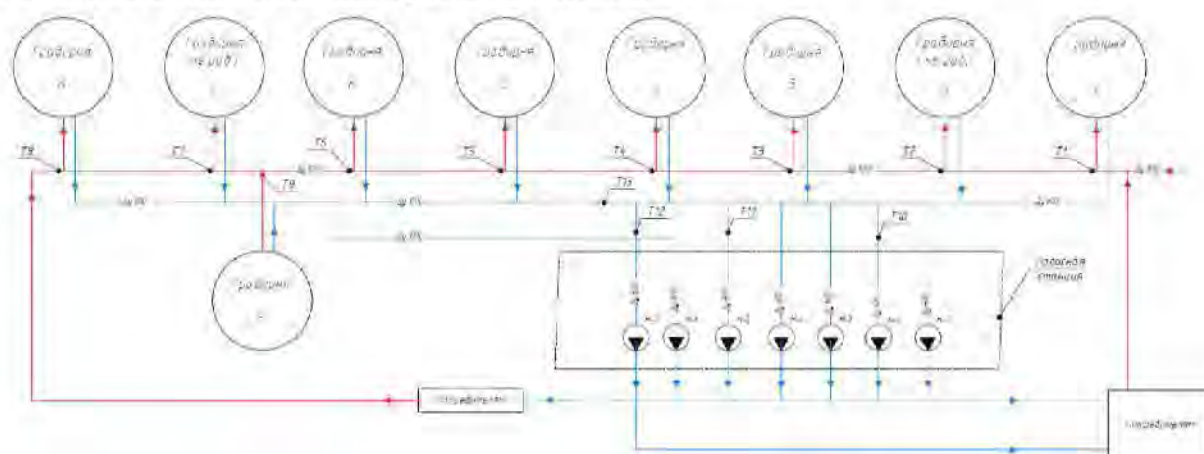


Рис. 14. Расположение точек измерений на схеме ВОБ-47

Таблица 7. Сравнение скоростей движения воды в трубопроводах

Анализируемая точка	Скорости при работе 5-ти градирен	Скорости при работе 6-ти градирен	Рекомендуемая скорость, м/с
т.1	1,96	1,93	1,5-4,0
т.2	1,36	1,49	1,5-4,0
т.3	1,18	1,29	1,5-4,0
т.4	0,38	0,64	1,5-4,0
т.5	0,17	0,30	1,5-4,0
т.6	0,73	0,89	1,5-4,0
т.7	1,69	1,74	1,5-4,0
т.8	1,76	1,75	1,5-4,0
т.9	2,03	1,70	1,5-4,0
т.10	3,49	3,47	0,8-1,5
т.11	3,44	3,47	0,8-1,5
т.12	3,36	3,34	0,8-1,5
т.13	1,32	1,56	1,2-2,0

При сравнении скоростей движения воды видим, что распределение гидравлической нагрузки зависит не только от количества работающих градирен, но и от того, какие именно градири будут в работе. Участок с минимальными скоростями находится посередине коллектора, между градирями 4 и 6. Если эти градири находятся в работе, то скорости на данном участке повышаются.



