

Моделирование сухой градирни АСММ

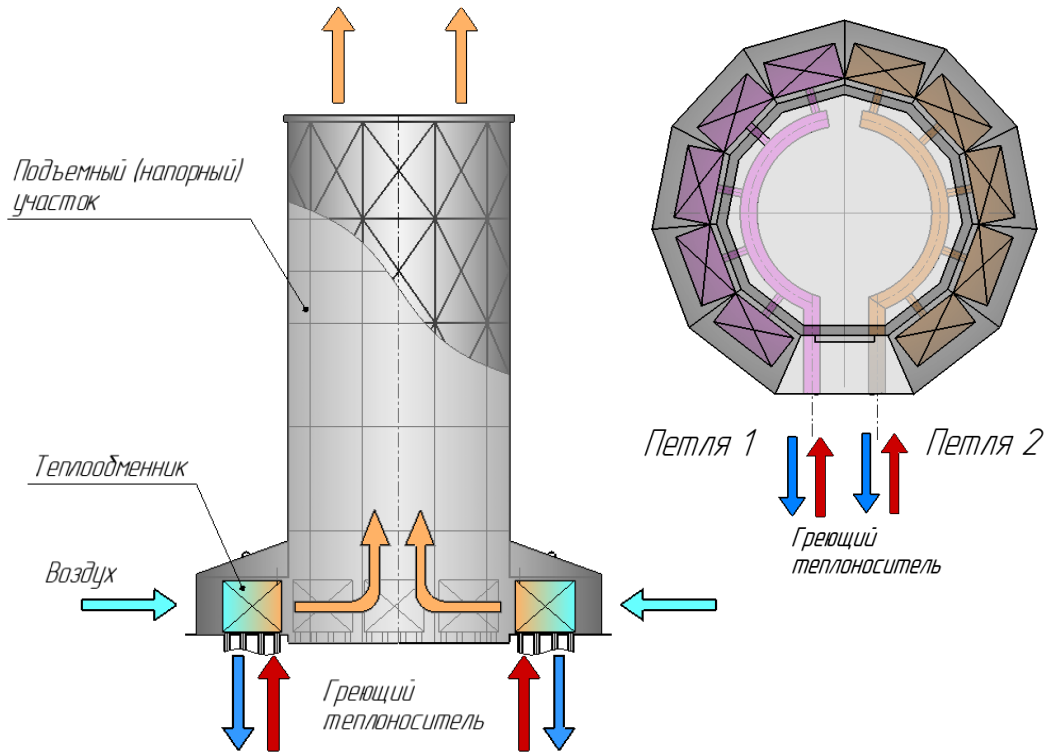
Авторы:

Спиридонов Александр, ведущий инженер

Колесник Сергей, ведущий инженер

Теплякова Наталия, инженер-исследователь - докладчик

Сухая градирня на естественной тяге



- Не требует постоянного подвода охлаждающей воды для орошения теплообменной поверхности и позволяет минимизировать оледенение при отрицательных температурах окружающей среды;
- Отказ от вентиляторов в пользу естественной тяги воздуха позволяет снизить потребление электричества на собственные нужды станции и минимизирует требуемое техническое обслуживание градирни.

Подготовительный этап

- Моделирование небольшой ячейки области теплообменников с целью определения параметров пористого тела.



Расчет расхода ЕЦ и снимаемой тепловой мощности в условиях безветрия

- Моделирование сектора градирни, включающего одну секцию теплообменника, с воздухом вокруг.



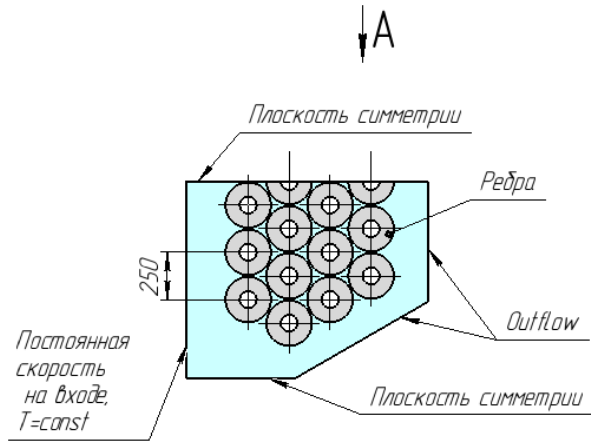
Оценка влияния ветра

- Моделирование половины градирни с окружающим воздухом при температуре -60°C и скоростях ветра 1, 5 и 10 м/с.

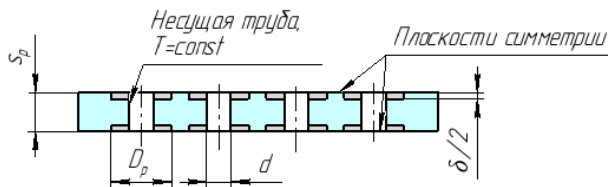


Выбрана
конструкция
градирни

Подготовительный этап



A (Увеличено)



Моделирование небольшой ячейки области теплообменников с целью определения параметров пористого тела.

Гидравлические потери в i -м направлении в зависимости от скорости v_i :

$$\Delta p_i = \underbrace{\frac{\mu}{\alpha_i} \cdot v_i \cdot \Delta n_i}_{\text{вязкостная составляющая}} + \underbrace{C_{2i} \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot |v| \cdot v_i \cdot \Delta n_i}_{\text{инерционная составляющая}}$$

По результатам серии CFD-расчетов ячейки получена зависимость:

$$\Delta p_x = 0,9933 \cdot v_x + 4,0933 \cdot v_x^2.$$

Отсюда коэффициенты пористого тела:

$$\frac{1}{\alpha_x} = 43806, \quad C_{2x} = 5,4351,$$

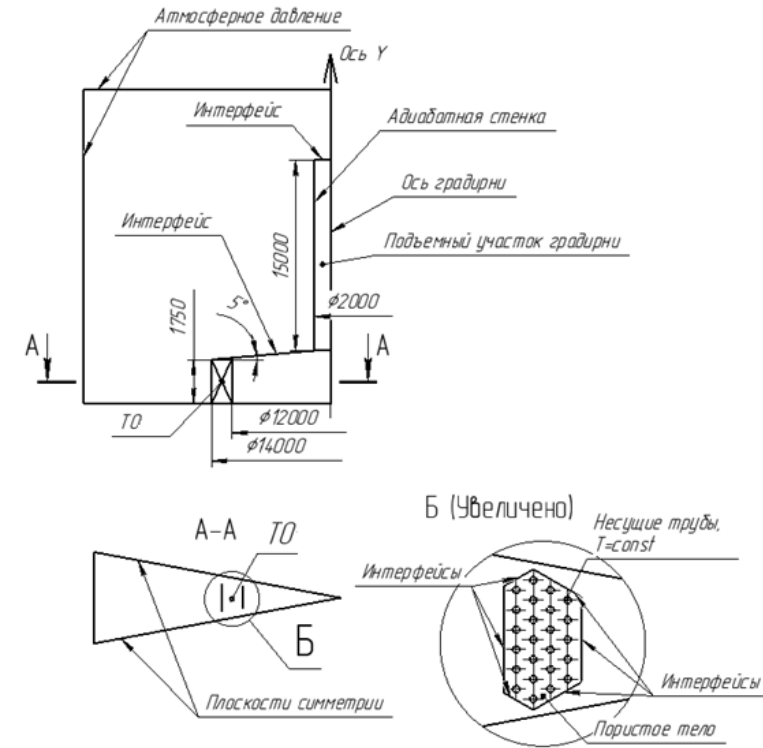
$$\frac{1}{\alpha_y} = \frac{1}{\alpha_z} = 1, \quad C_{2y} = C_{2z} = 10000.$$

Моделирование градирни в условиях безветрия

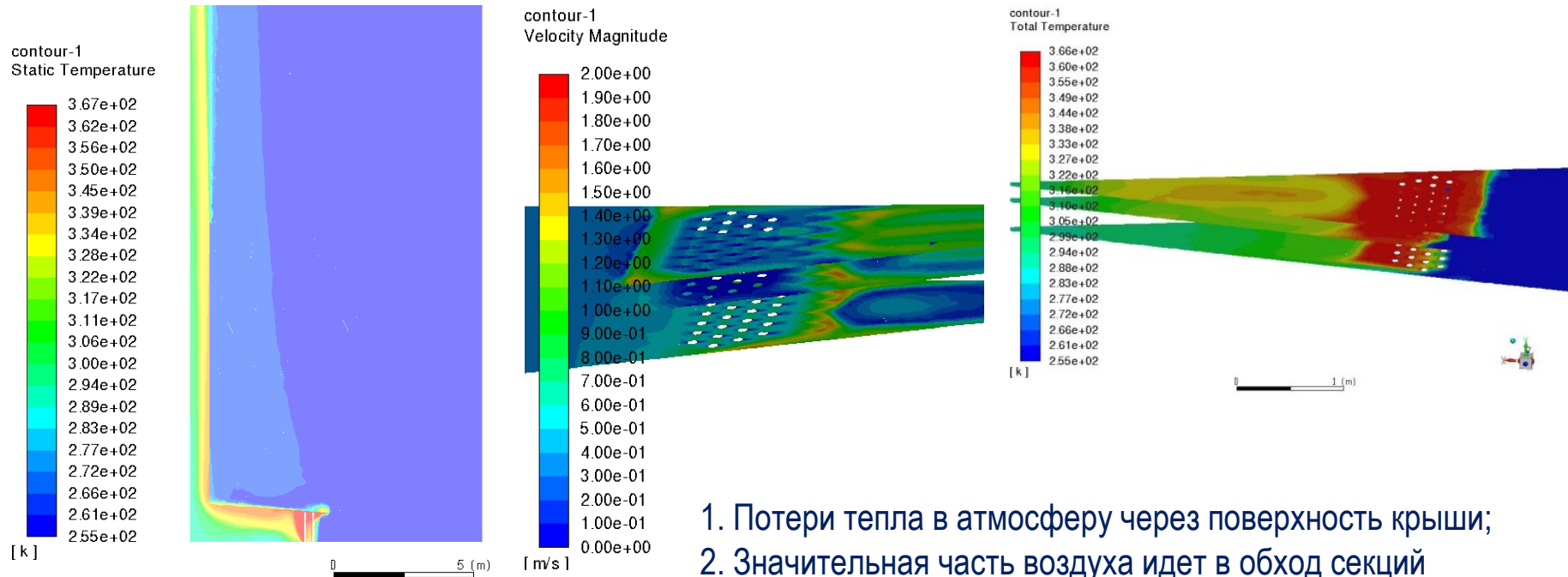
Цель расчетов - определение установившихся расходов естественной циркуляции воздуха и снимаемой тепловой мощности.

Рассмотренные варианты конструкции:

1. Угол наклона крыши градирни 5° относительно горизонтали. Крыша без теплоизоляции;
2. Угол наклона крыши градирни 10° относительно горизонтали. Крыша теплоизолирована. Между секциями теплообменника установлены вытеснители (щиты).



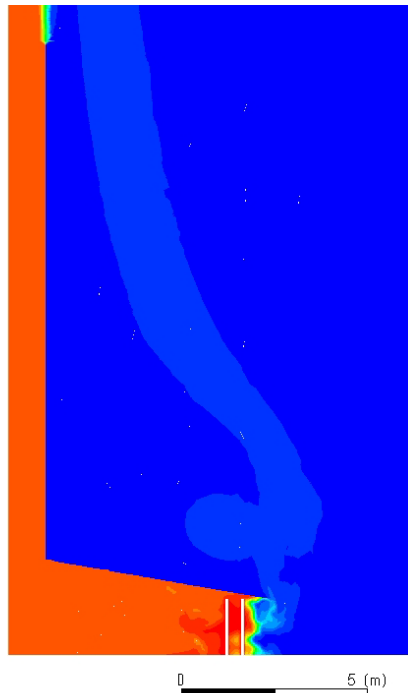
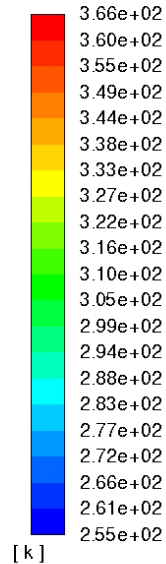
Моделирование градирни в условиях безветрия. Первый вариант конструкции



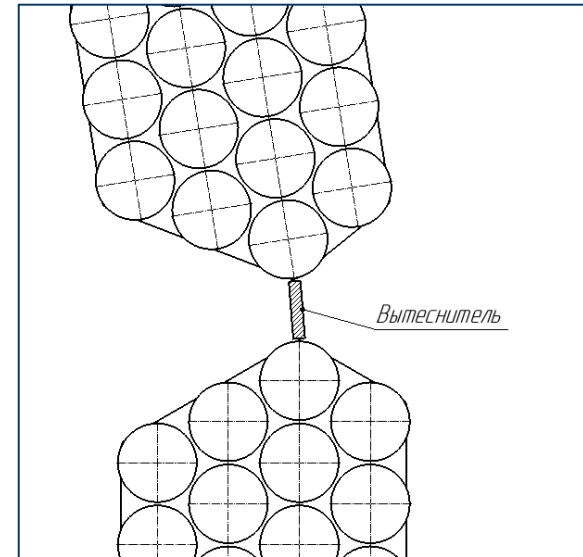
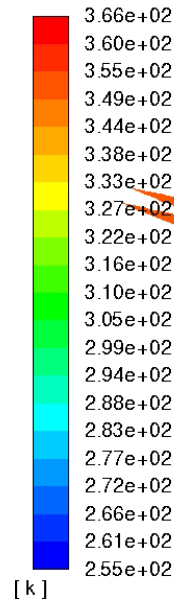
1. Потери тепла в атмосферу через поверхность крыши;
2. Значительная часть воздуха идет в обход секций теплообменника и не нагревается.

Моделирование градирни в условиях безветрия. Второй вариант конструкции

contour-1
Total Temperature



contour-1
Total Temperature



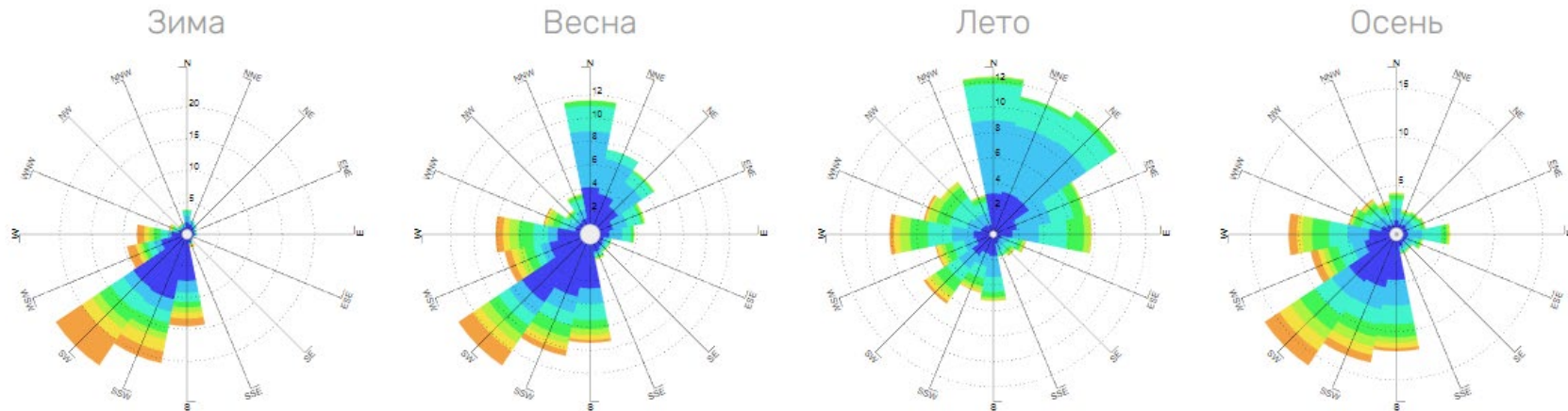
Второй вариант конструкции позволяет повысить установившийся расход воздуха на 18 %, тепловую мощность на 54,4 % по сравнению с первым вариантом

Оценка влияния ветра на работу градирни

1. Скорость ветра в планируемом районе размещения может достигать 24 м/с;
2. Направление ветра в течение года не постоянно;
3. На одну градирню выходит 2 петли второго контура АСММ.



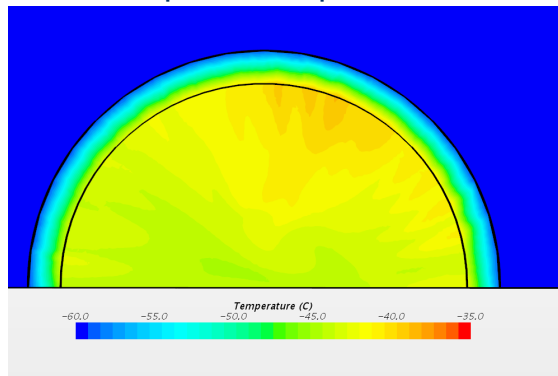
Необходимо обеспечить минимальную неравномерность теплосъема для обеспечения симметричности работы реакторной установки при любых атмосферных условиях



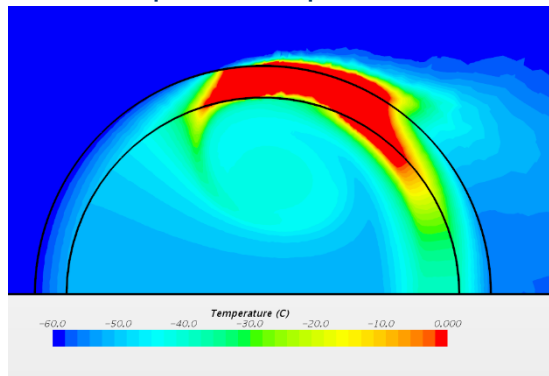
Роза ветров в предполагаемом районе размещения за 2008-2018 года

Оценка влияния ветра на работу градирни

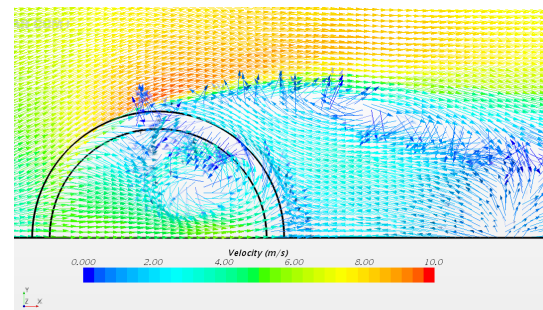
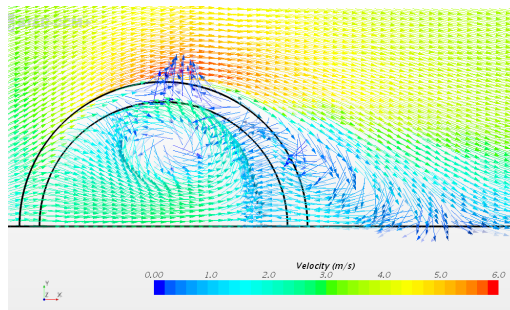
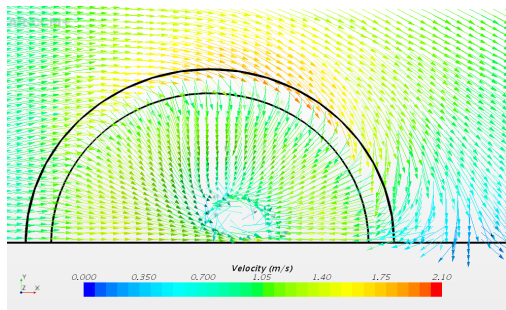
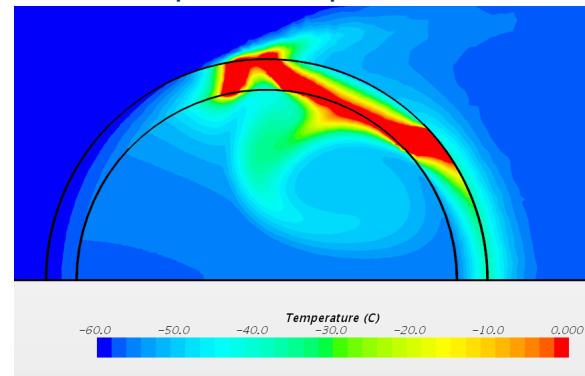
Скорость ветра 1 м/с



Скорость ветра 5 м/с



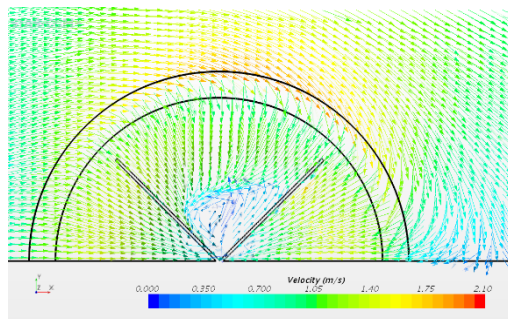
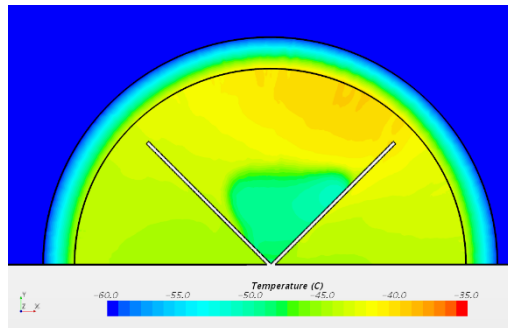
Скорость ветра 10 м/с



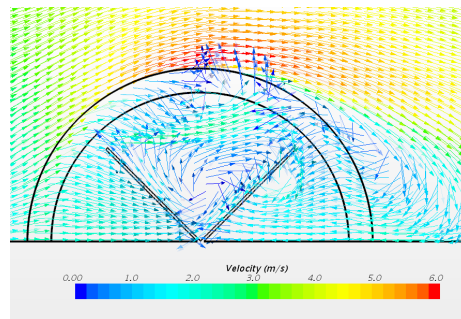
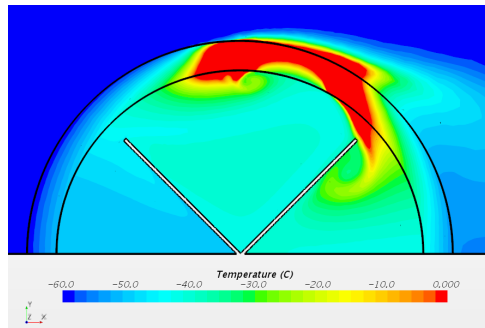
Значительная неравномерность при больших скоростях ветра!

Оценка влияния ветра на работу градирни. Установка центральной перегородки

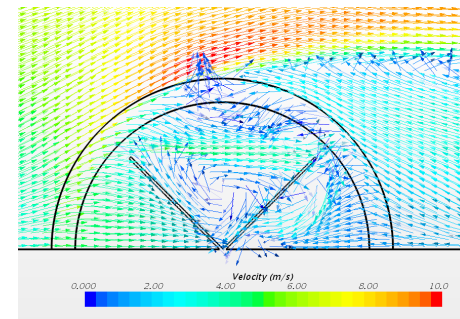
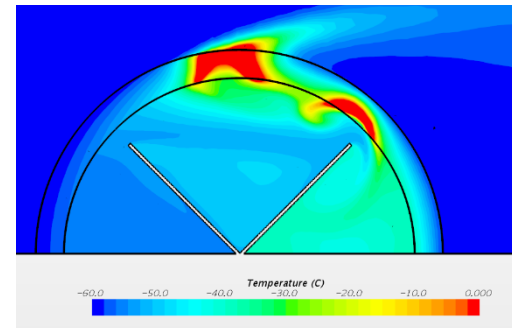
Скорость ветра 1 м/с



Скорость ветра 5 м/с



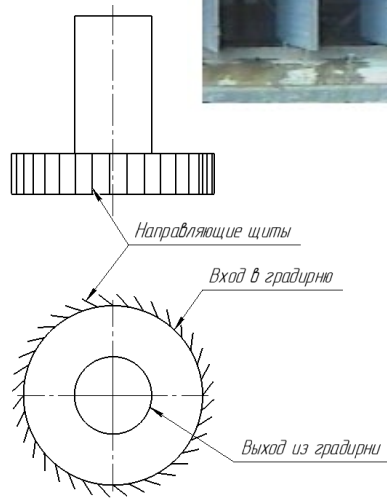
Скорость ветра 10 м/с



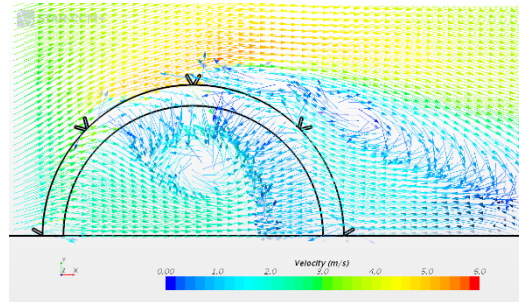
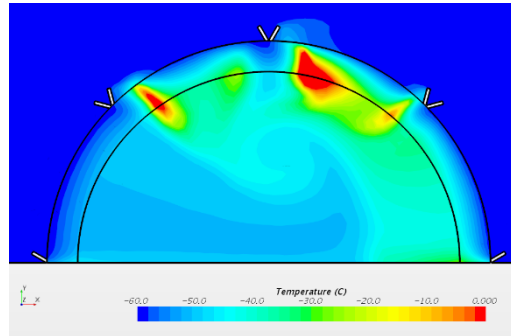
Нет стабильного положительного эффекта!

Оценка влияния ветра на работу градирни. Установка внешних завихрителей воздуха

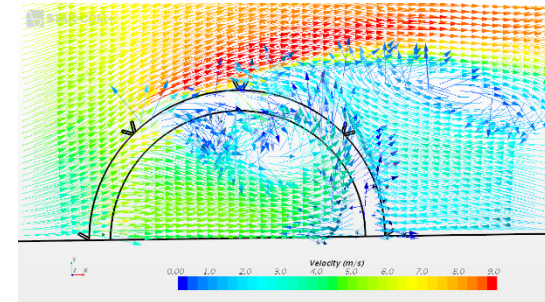
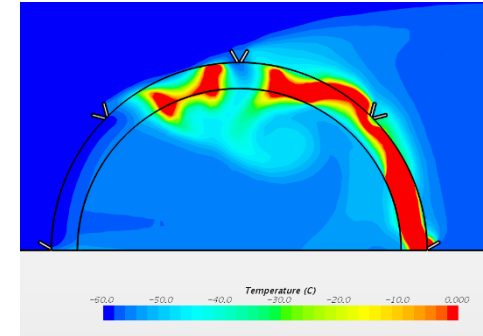
Внешний вид аэродинамического завихрителя
модернизированной градирни №1 Гродненской ТЭЦ-2



Скорость ветра 5 м/с



Скорость ветра 10 м/с



Нет стабильного положительного эффекта без изменения угла наклона щитов!

Заключение

В результате проведенных исследований была получена конструкция сухой градирни на естественной тяге сбросной мощностью 1,2 МВт.

Выбранные технические решения:

- использование сплошной стенки с дефлекторами на входе в градирню;
- угол наклона крыши градирни 10° относительно горизонтали;
- теплоизоляция крыши;
- использование вытеснителей (щитов) между секциями теплообменника.

Конструкция градирни позволяет осуществлять работу АСММ полностью в пассивном режиме как на энергетическом уровне мощности, так и при расхолаживании станции.

Спасибо за внимание!