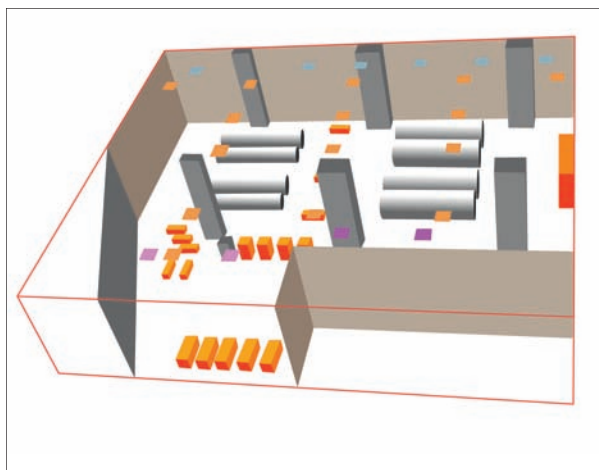


Применение средств CFD-моделирования для расчета воздухораспределения различных помещений

А. А. Арбатский, канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры ТМПУ НИУ «МЭИ», директор департамента разработки новых продуктов ТПХ «Русклимат»

Введение

На сегодняшний день существует множество задач, требующих точного расчета распределения температурных и аэродинамических полей в различных помещениях. Действующие российские нормативы не дают методик, с помощью которых можно было бы решать подобные задачи. В то же время непосредственное применение



■ Рис. 1 Общий вид холодильного центра

CFD-моделирования при проектировании весьма трудоемкое и, как правило, затратное по времени.

Среди помещений, требующих точного расчета температурных и аэродинамических полей в помещениях, можно выделить:

- **тип 1:** чистые помещения и помещения с контролируемыми средами;
- **тип 2:** производственные помещения с аппаратурой, требующей точного поддержания климатических параметров;
- **тип 3:** помещения небольших объемов, концентрирующие высокую тепловую нагрузку;
- **тип 4:** дата-центры с высокой плотностью загрузки.

Таким образом, возможно поставить задачу выработки рекомендаций для расчета распределения температурных и аэродинамических полей для перечисленных выше типов помещений с помощью средств CFD-моделирования для дальнейшего применения при проектировании.

Помещения типов 1 и 2 рассматривались в работах [1, 2]. Помещения типа 4 будут приведены в следующих публикациях. В данной работе проанализируем достаточно редкий тип помещений – 3.

Таблица 1

Тепловые характеристики оборудования в первом приближении

Оборудование	Электрическая мощность, кВт	Тепловая мощность, кВт	Коэффициент теплоотдачи, Вт/(м ² ·К)	Значение температуры поверхности в первом приближении, °С
Насос IL_E_150_270_22_4	22,4	4,48	21,3	72,58
Насос NL_80_160_18.5_2	18,5	2,664	19	53,70
Насос NL_100_160_5.5_4	5,5	1,012	16	38,82
Насос NL_100_160_30_2	30	5,04	20	69,84
Насос NL_125_200_90_2	90	13,68	21	79,87
Электрический шкаф	–	3,2	18	55,27
Светильники	–	0,028	10	29,78

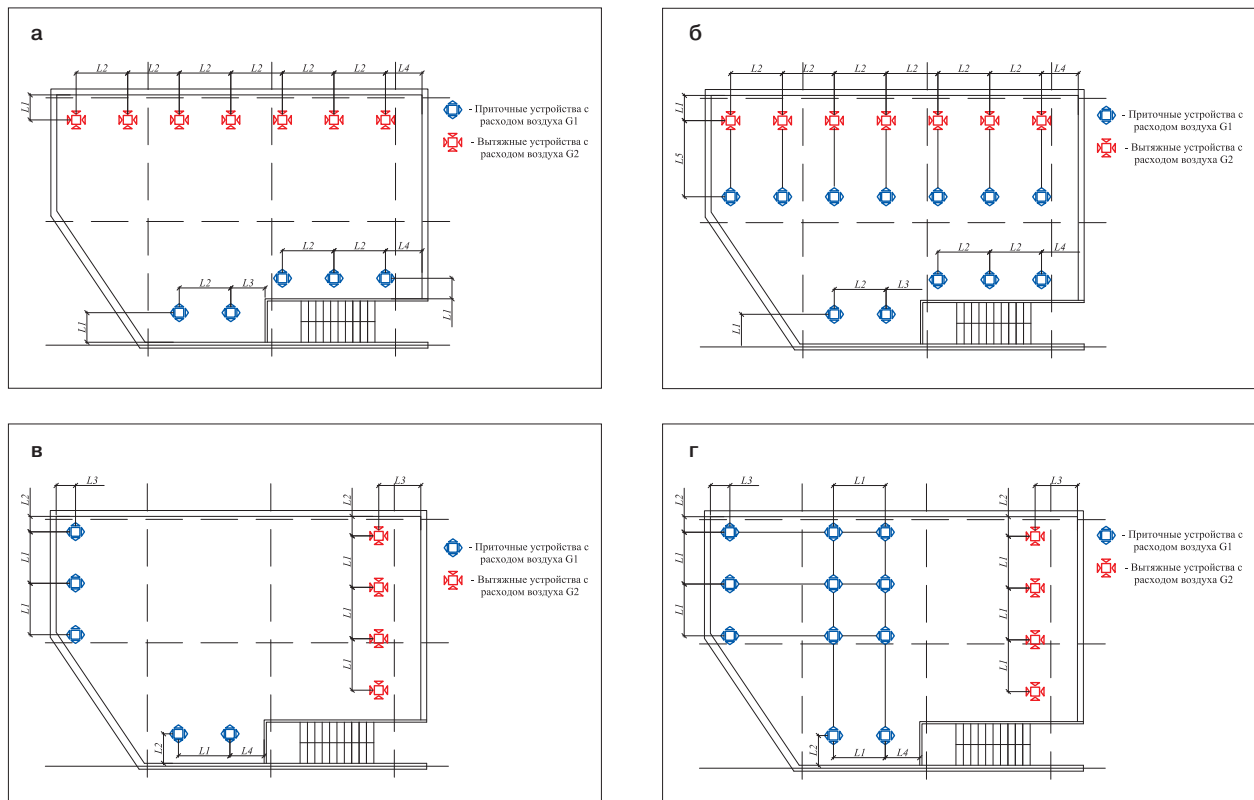
Моделирование распределения температурных и аэродинамических полей для холодильного центра высокой загрузки

Объект моделирования представляет собой холодильный центр, расположенный в подвале здания на отметке –5,700 см (рис. 1), с суммарной электрической мощностью тепловыделяющего

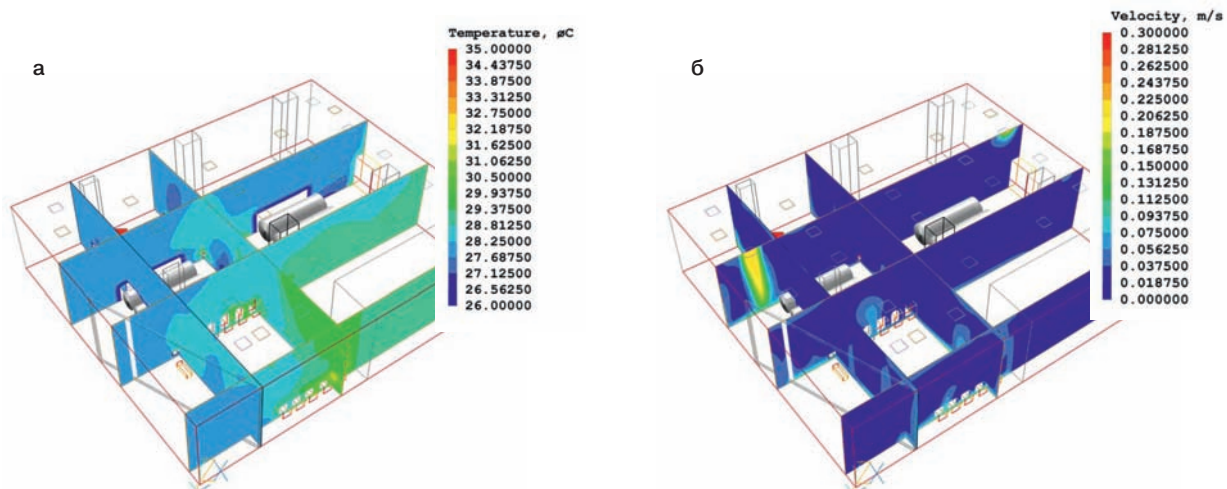
оборудования порядка 800 кВт (имеется в виду оборудование, выделяющее тепло непосредственно в помещение).

На рис. 1 цветом выделены тепловыделяющие элементы, приведенные в табл. 1.

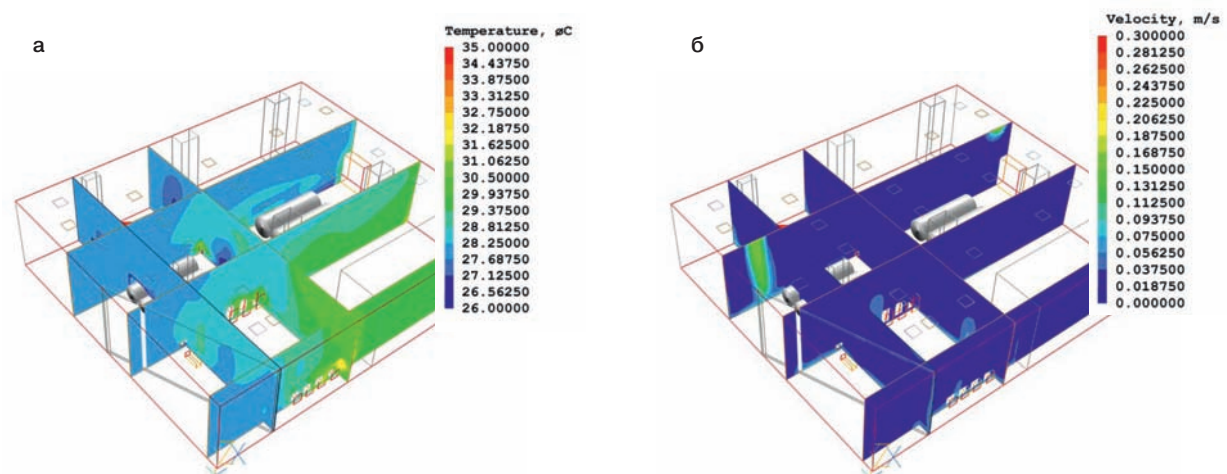
Проанализированные схемы размещения воздухораспределительных устройств приведены на рис. 2.



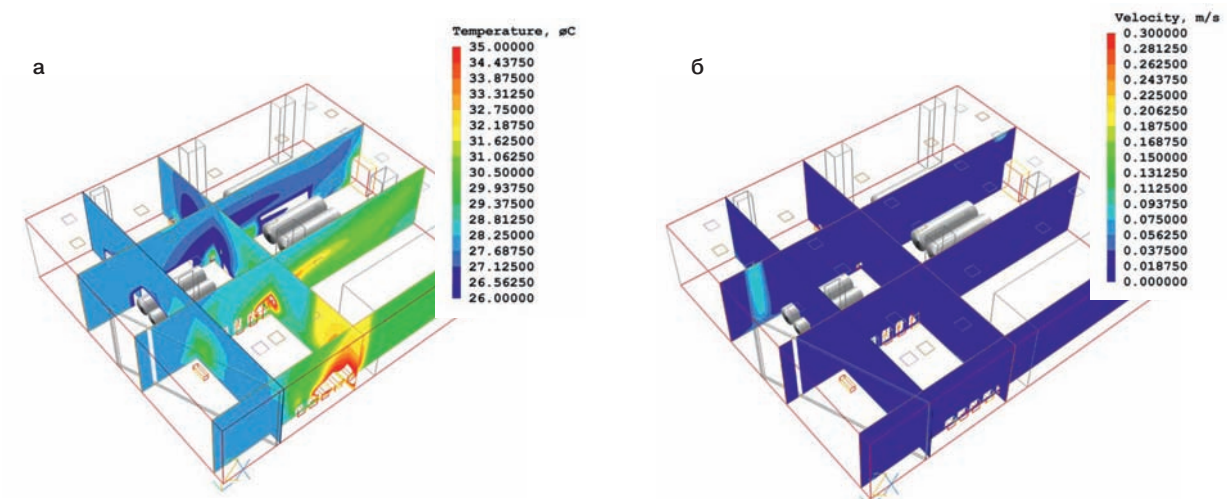
■ Рис. 2. Варианты размещения приточных и вытяжных устройств в хладоцентре: а – продольное размещение с подачей воздуха на границу помещения, б – продольное размещение с распределенной подачей воздуха, в – поперечное размещение с подачей воздуха на границу помещения, г – поперечное размещение с распределенной подачей воздуха



■ Рис. 3. Поля температур (а), скоростей (б) при расходе воздуха 3300 м³/ч



■ Рис. 4. Поля температур (а), скоростей (б) при расходе воздуха 2300 м³/ч



■ Рис. 5. Поля температур (а), скоростей (б) при расходе воздуха 1300 м³/ч

Таблица 2

Значение параметров для принятой схемы воздухораспределения согласно рис. 2, в при расходе воздуха 2300 м³/ч

Параметр	Значение
L1, м	3–4
L2, м	1–2
L3, м	1–2
L4, м	1–3
G1, м ³ /ч	460
G2, м ³ /ч	575
Рекомендуемые типы воздухораспределителей	4АПН 600×600, 4АПН 450×450, любые другие аналогичные по размерам

Для обработки результатов моделирования применялась методика [3]. Были получены следующие результаты при температуре подаваемого воздуха 28 °С (наиболее высокая температура воздуха для принятого региона – Москва согласно [4]) и следующих расходах: 3300, 2300, 1300 м³/ч (1 крат, 1,5 крат, 2 крат). Схема размещения приточных и вытяжных устройств была принята (рис. 2, в) как оптимальная по результатам предварительного моделирования.

На рис. 3–5 видно, что наилучшая картина распределения температур и скоростей получается при расходе воздуха 3300 м³/ч (рис. 3). Однако при расходе воздуха 2300 м³/ч (рис. 4) также имеет место приемлемая картина распределения температур и скоростей внутри холодильного центра. Максимальная температура не превышает 33–34 °С, и при этом в рабочей зоне практически нет зон застоя воздуха, несмотря на общую низкую скорость перемещения воздуха.

Расход 1300 м³/ч неприемлем, так как образуется большое количество зон локального перегрева (выше 35 °С) и практически нет движения воздуха в помещении.

Таким образом, оптимальным является расход воздуха 2300 м³/ч при схеме распределения воздуха согласно рис. 2, в. При этом значения расстояний между воздухораспределителями и расходы воздуха необходимо принимать по табл. 2.

Заключение

Произведено моделирование распределения температурных и аэродинамических полей для хладоцентра высокой загрузки. Выработаны рекомендации по воздухообмену, из которых можно

предварительно вывести величину воздухообмена для хладоцентров: 1,5 крат при электрической мощности установленных агрегатов до 800 кВт. При электрической мощности 800–1000 кВт необходимо увеличить воздухообмен до двух крат. Данные действительны для хладоцентров с коэффициентом загрузки 0,4–0,6 кВт/м³.

Объединив все подобные исследования, возможно выработать устойчивые рекомендации для инженерных расчетов помещений всех типов.

Литература

1. Арбатский А. А., Глазов В. С. Расчет систем вентиляции производственных и общественных зданий с применением средств CFD-моделирования : сб. научн. тр. VI Междунар. науч.-техн. симпоз. «Современные энерго- и ресурсосберегающие технологии СЭТТ – 2017» Междунар. науч.-техн. фор. «Первые международные Косыгинские чтения (11, 12 октября 2017 года). М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2017. Т. 1. С. 176–180.
2. Арбатский А. А., Глазов В. С. Оптимизация расчета воздухообмена в производственных цехах : сб. тр. XI Междунар. науч.-технич. симпоз. «Теоретические и экспериментальные основы создания энерго- и ресурсосберегающих процессов и оборудования» (ЭРПО-2014). М., 2014. Т. 2. С. 170–175.
3. Сергиевский Э. Д., Хомченко Н. В., Овчинников Е. В. Расчет локальных параметров течения и теплообмена в каналах : метод. пос. по курсу «Математическое моделирование процессов тепломассообмена». М.: Изд-во МЭИ, 2001.
4. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология». М., 2012. ○

www.rusklimat.com