

2.14. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №14. МОДЕЛИ ИДЕАЛИЗИРОВАННЫХ КОМПОНЕНТОВ: ПРИНУДИТЕЛЬНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ ВЕНТИЛЯТОРОВ

Цель работы: научиться применять идеализированные модели вентиляторов при моделировании тепловых режимов электронной аппаратуры.

Задание по практической работе

Задача: создать идеализированную модель принудительного охлаждения с помощью вентиляторов.

Порядок выполнения практической работы

Охлаждение с помощью вентиляторов – это самый распространенный способ активного охлаждения устройства. Они позволяют проектировать устройства с гораздо большим тепловыделением при меньших габаритах, которые не будут перегреваться. Такие устройства не способны самостоятельно отводить тепло от источников нагрева в достаточном объеме, поэтому правильный расчет работы вентиляторов критичен для стабильности работы разрабатываемого устройства.

Задача расчета системы охлаждения с использованием вентиляторов сопряжена с некоторыми трудностями решения. Во-первых, моделирование воздушных потоков внутри вращающихся областей вентилятора с учетом геометрии лопастей характеризуется высокой вычислительной сложностью. Во-вторых, найти или спроектировать качественную 3D-модель вентилятора с детальной прорисовкой геометрии лопастей, соответствующей реальному изделию, зачастую бывает крайне сложно или вовсе невозможно.

В то же время, в документации к большинству вентиляторов присутствует график аэродинамических характеристик. Это график зависимости объема прокачиваемого воздуха от перепада давления.

Современные CFD-системы позволяют моделировать работу вентилятора, основываясь на заданной кривой графика. Это избавляет от необходимости использования детальной 3D-модели вентилятора и сокращает вычислительное время расчета при сохранении точности результатов.

Для демонстрации эффективности такого подхода проведем два эксперимента. В первом расчете промоделируем обдув радиатора с помощью реалистичной модели вентилятора с лопастями. Во втором расчете воспользуемся созданием модели вентилятора с помощью кривой и применим ее к упрощенной 3D-модели вентилятора без прорисованной геометрии лопастей.

Для проведения первого эксперимента в готовой сборке создадим проект теплового расчета (рис. 2.79). Укажем тип задачи (в данном случае – внеш-

няя), активируем физические модели теплопроводности в твердых телах для моделирования теплопередачи теплопроводностью, модуль гравитации для учета конвективных потоков воздуха, а также модуль вращения, поскольку в данном эксперименте моделируется вращающееся тело (лопасти вентилятора).

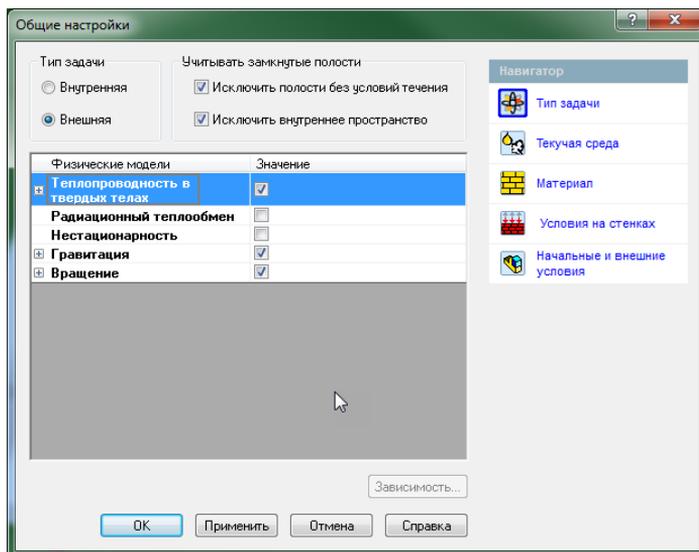


Рис. 2.79. Назначение типа задачи и выбор физических моделей

Зададим predetermined параметры теплопроводящей среды (в данном случае это воздух, рис. 2.80).

Определим также материал «по умолчанию» и шероховатость поверхности (рис. 2.81).

После создания проекта необходимо определить источник нагрева. В данной экспериментальной модели назначим источником нагрева нижнюю грань радиатора с помощью элемента «Поверхностный тепловой источник» (рис. 2.82).

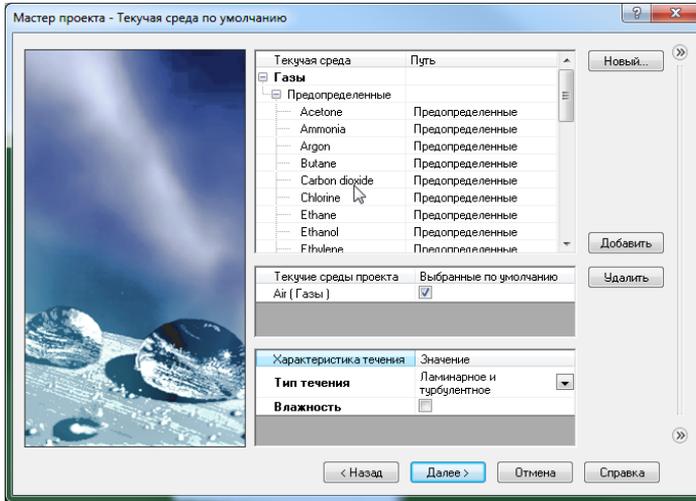


Рис. 2.80. Выбор текучей среды по умолчанию

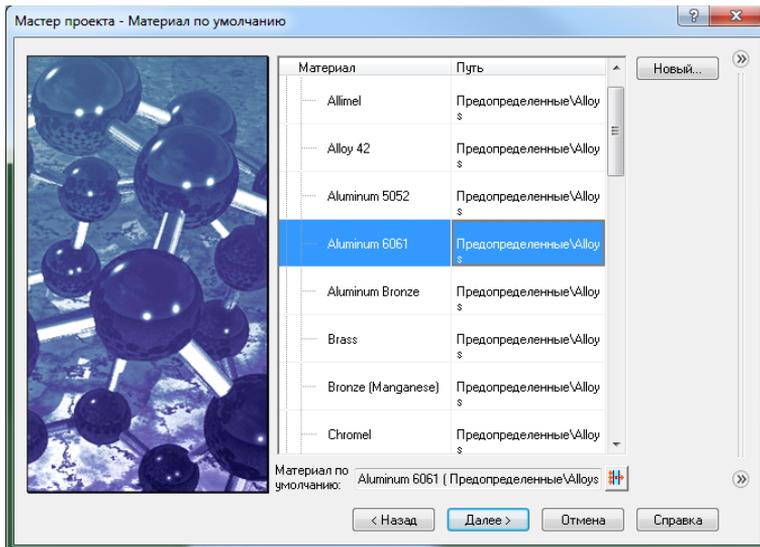


Рис. 2.81. Выбор материала твердого тела по умолчанию

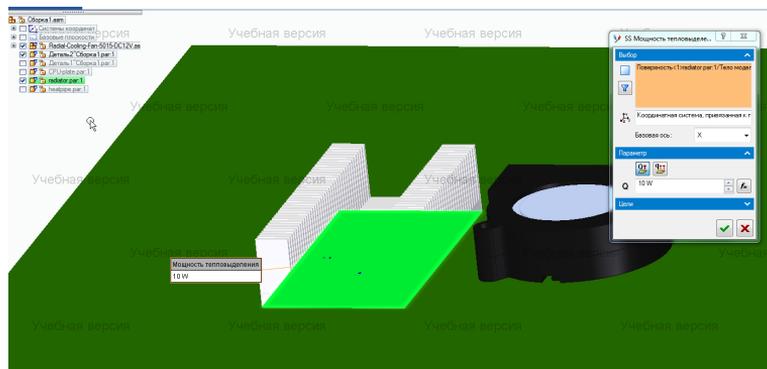


Рис. 2.82. Назначение поверхностного источника тепловыделения

После того, как был задан источник нагрева, зададим область вращения с помощью специального элемента «Область вращения» (рис. 2.83). В качестве тела, к которому применяется данный элемент, необходимо назначить специально созданное тело вращения, которое целиком «покрывает» вращающиеся части вентилятора. Таким образом, объем вспомогательного тела будет характеризовать область, в пределах которой будет действовать модель вращения.

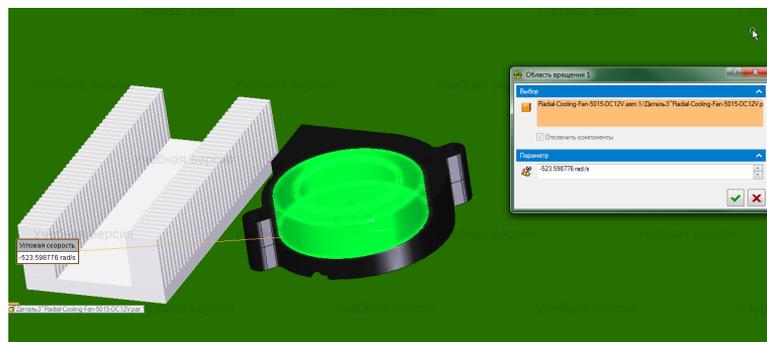


Рис. 2.83. Назначение области вращения

Для контроля сходимости расчета и определения критериев завершения расчета, зададим цели (рис. 2.84). Первой целью назначим среднюю температуру грани радиатора, второй целью назначим средний перепад давления на вентиляторе.

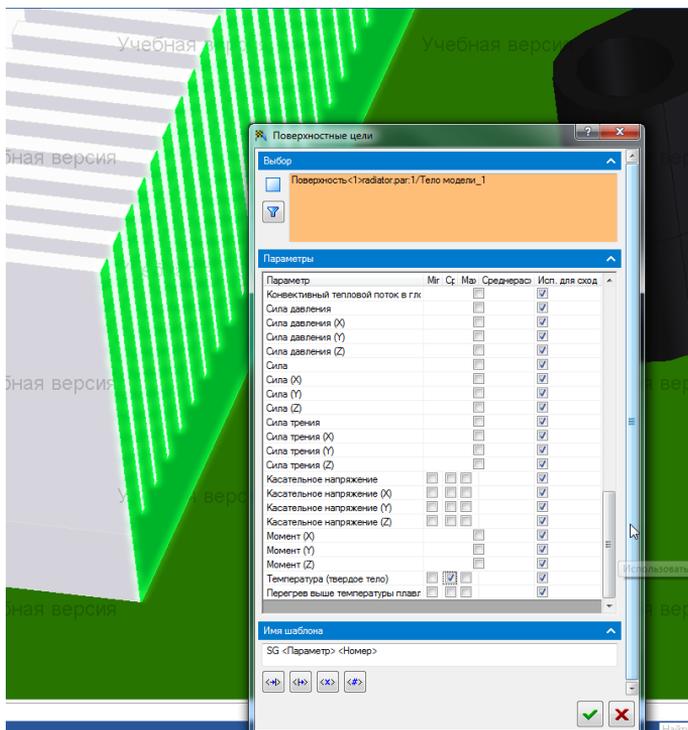


Рис. 2.84. Назначение целей расчета

Запустим расчет (рис. 2.85) и дождемся его завершения (рис. 2.86).

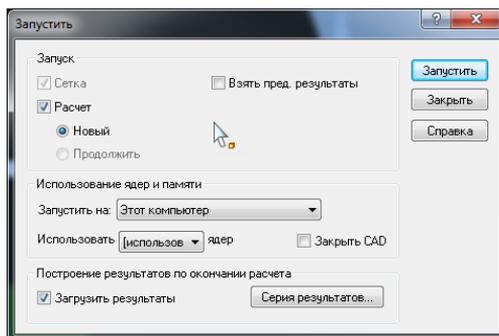


Рис. 2.85. Окно запуска расчета.

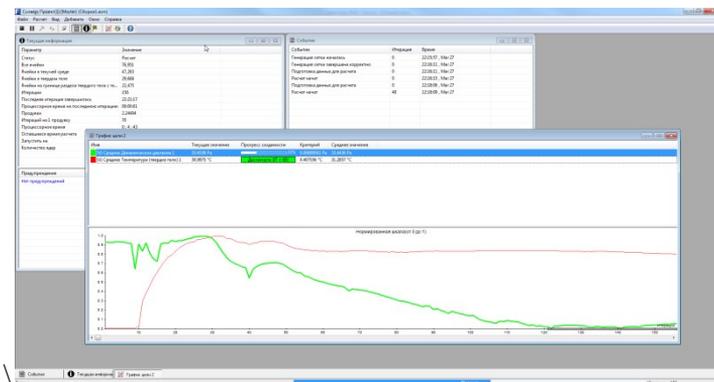


Рис. 2.86. Прогресс решения задачи

Отобразим температуру нагрева всех элементов сборки с помощью инструмента «цветовая картина на поверхности» (рис. 2.87).

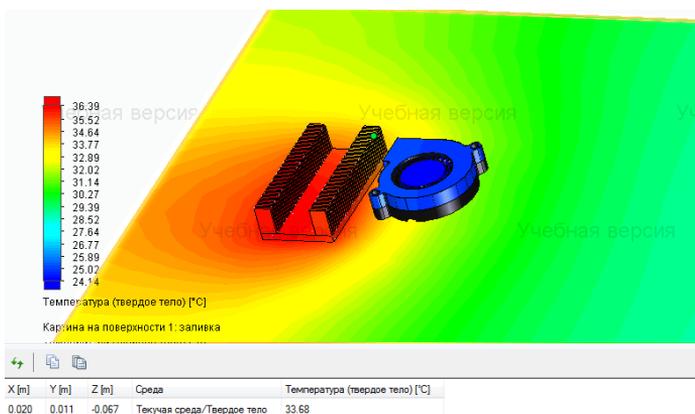


Рис. 2.87. Тепловая картина на поверхности

Температура радиатора в точке контроля равна 34°C.

Проведем второй эксперимент. В данном эксперименте будет использоваться идеализированная модель вентилятора, поэтому детализированная 3D-модель не требуется.

Произведем упрощение 3D-модели вентилятора (рис. 2.88).

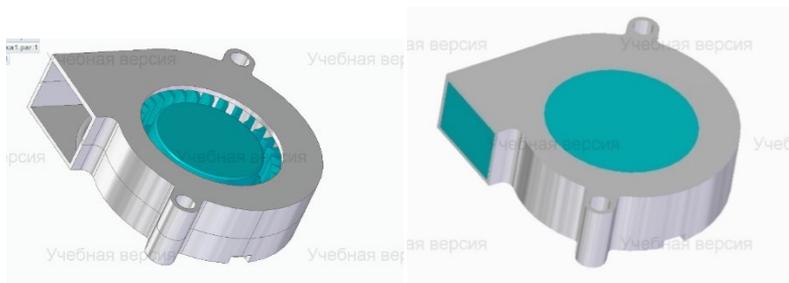


Рис. 2.88. Сравнение полной (слева) и упрощенной (справа) модели вентилятора

Упрощенная модель не содержит геометрии крыльчаток и не требовательна к общей точности геометрии, поскольку при ее использовании не будет моделироваться движение внутренних воздушных потоков вентилятора.

Создадим новый проект с помощью мастера проектов (рис. 2.89). Активируем модели теплопроводности и гравитации. Модель вращения оставим неактивной, поскольку в данном эксперименте вместо моделирования вращения лопастей вентилятора будет использоваться специальный элемент «Вентилятор».

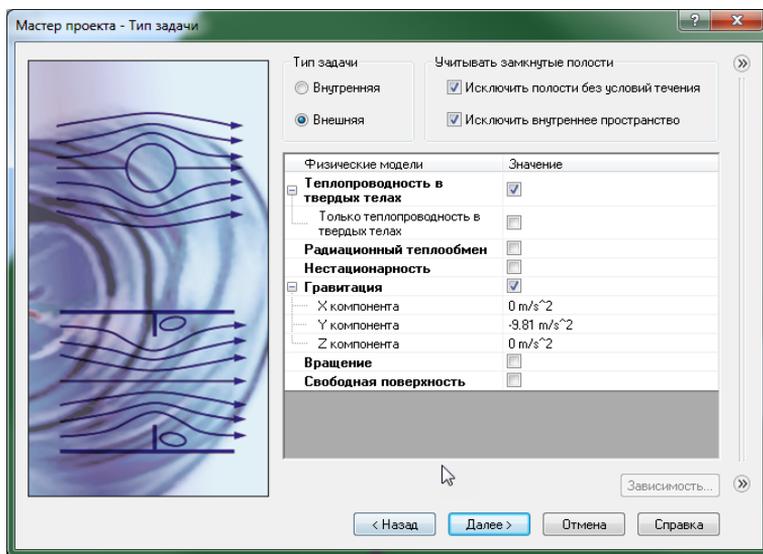


Рис. 2.89. Выбор типа задачи и физических моделей

Аналогично предыдущему эксперименту назначим воздух в качестве базовой среды и зададим базовый материал элементов.

Далее, необходимо открыть инженерную базу данных (рис. 2.90) и в разделе «Вентиляторы» создать пользовательскую модель вентилятора по кривой из документации на изделие.

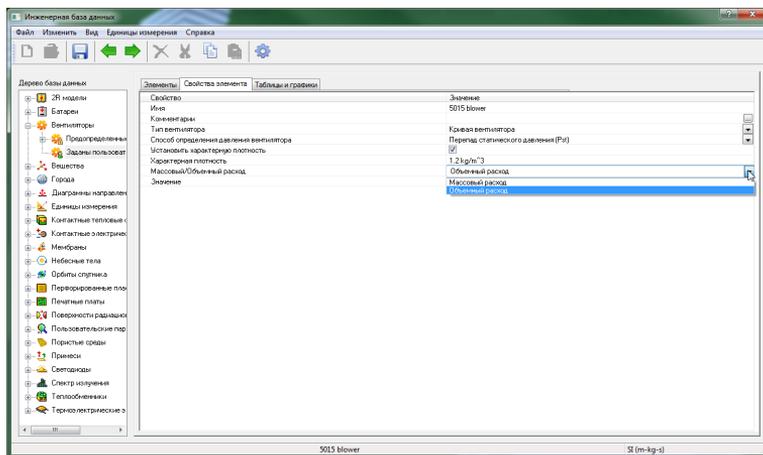


Рис. 2.90. Инженерная база данных: назначение свойств элемента

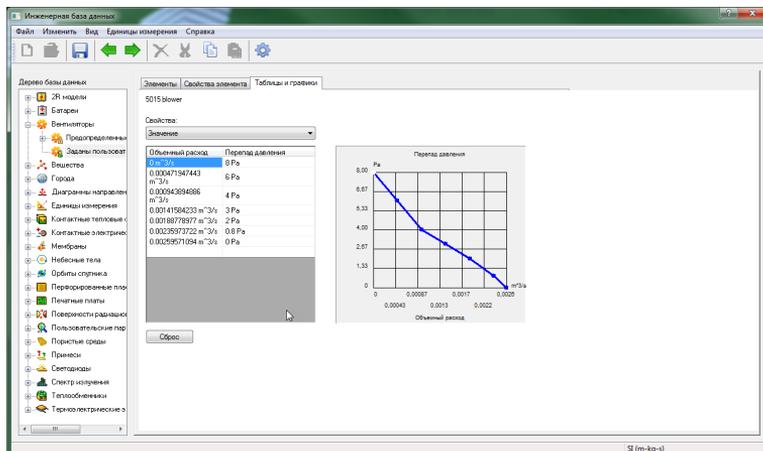


Рис. 2.91. Инженерная база данных: построение графика аэродинамических характеристик вентилятора по точкам

После того, как модель вентилятора определена и занесена в инженерную базу (рис. 2.91), необходимо применить к упрощенной 3D-модели вентилятора граничное условие «Вентилятор», задать входные и выходные поверхности для воздушного потока и выбрать созданную ранее пользовательскую модель вентилятора (рис. 2.92). В инженерной базе присутствует большое количество заранее определенных моделей.

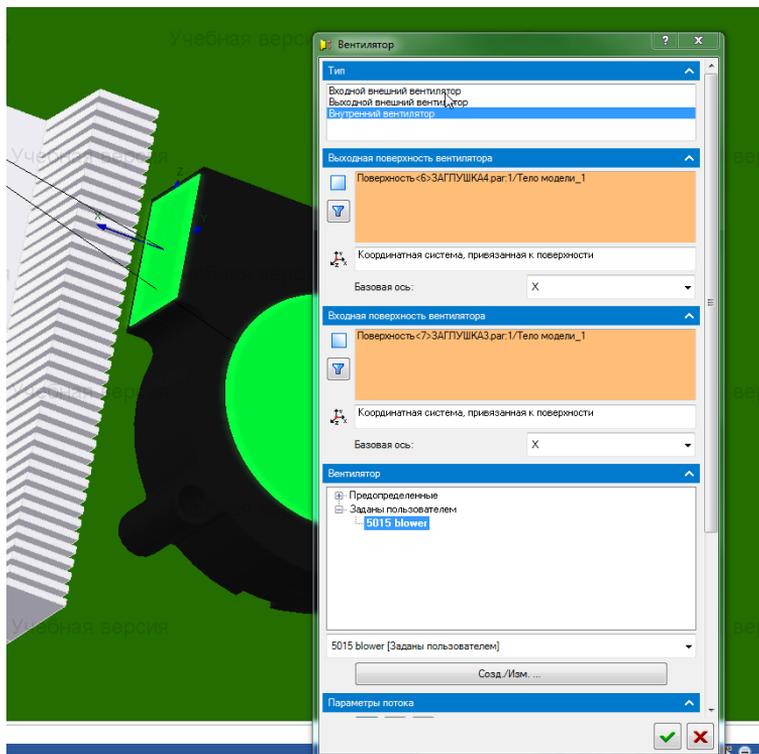


Рис. 2.92. Создание условия «Вентилятор» на упрощенной 3D-модели вентилятора

Аналогично предыдущему эксперименту зададим источник нагрева с той же мощностью нагрева и определим цели расчета (рис. 2.82 и 2.84).

После проведения расчета выведем результаты моделирования с помощью элемента «Картина на поверхности» (рис. 2.93).

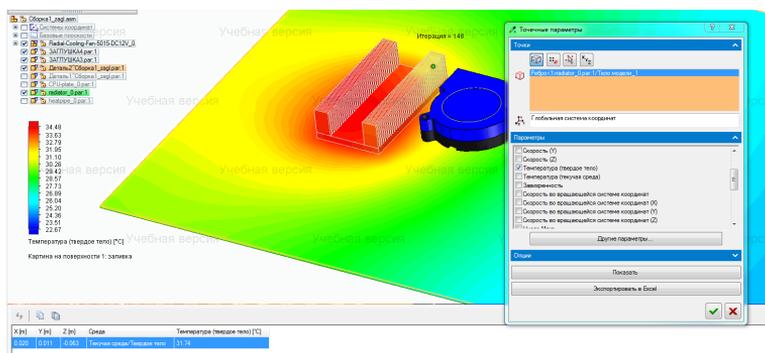


Рис. 2.93. Тепловая картина на поверхности.

Температура нагрева радиатора в контрольной точке составила почти 32°C , что повторяет результаты моделирования в первом эксперименте с моделированием вращения лопастей вентилятора.

Таким образом, инструмент «Вентилятор» позволяет качественно моделировать работу вентилятора при отсутствии точной его трехмерной модели с меньшими затратами вычислительных ресурсов без потери точности расчета.

Содержание отчета

1. Краткий конспект теоретической части.
2. Скриншоты финальных моделей и результирующие файлы моделей в электронном виде.
3. Исходные данные и результаты анализов в печатном и электронном виде.
4. Выводы по работе.
5. Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Опишите характеристическую кривую вентилятора.
2. Как задать граничное условие-вентилятор?
3. Какие виды вентиляторов можно задать с точки зрения их расположения в модели?
4. Как создать пользовательскую модель вентилятора?