

По материалам F1Racing Немногим менее сорока лет назад команда Tyrrell выиграла чемпионат мира с машиной, собранной в скромном гараже за домом Кена Тиррелла.

В те времена над аэродинамикой машины при помощи простейших инструментов работала горстка специалистов. Сегодня на совершенствование аэродинамики тратятся десятки миллионов долларов, однако и в этой области технологии постепенно меняются.

Если раньше основное внимание уделялось работе в аэродинамических трубах, то в последнее время все больше средств вкладывается в лаборатории вычислительной гидродинамики (CFD). Эти технологии используются в Формуле 1 около 15 лет, за это время суперкомпьютеры стали меньше и прибавили в производительности.

Два с половиной года назад BMW Sauber подняла планку, запустив в Хинвиле один из самых быстрых суперкомпьютеров в Европе – Albert 2, стоимостью около 20 миллионов долларов и производительностью более 12 Терафлопс. После перехода Sauber под контроль BMW число сотрудников, занятых в отделе CFD, возросло вчетверо.

Многие считают, что успех BMW Sauber в 2007-м и 2008-м был обусловлен, в том числе, и работой с Albert 2. Он позволил просчитать решения, которые невозможно имитировать в аэродинамической трубе, вроде изменения характеристик потока при боковой нагрузке на шины в поворотах.



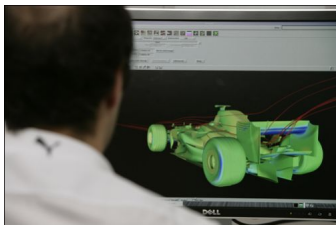
Суперкомпьютер Williams несколько скромнее, но и он производит внушительное

впечатление. Производительность этого комплекса ценой в 15 миллионов долларов, по слухам, составляет около 8 триллионов операций в секунду.

Этот монстр работает 24 часа в сутки и 365 дней в году – логично, учитывая, что на его запуск уходит около часа... Натан Игл, глава отдела CFD команды Williams: "По сравнению с тем, что было десять лет назад, наша техника позволяет совершать примерно в 100 раз больше операций за единицу времени".

Натан Игл рассказывал о возможностях компьютерного моделирования, сидя в своем офисе на базе Williams перед обычным компьютером, на экране модель машины Формулы 1, выполненная со 100%-й точностью. Это не просто графическая копия реального объекта, в этой модели учтена каждая деталь.

Можно рассмотреть все до мельчайших подробностей, например, убрать кожух двигателя и увидеть переплетение выхлопных труб. В доказательство Натан усердно вертит модель, позволяя ознакомиться с ней со всех сторон, и в конце концов снимает переднюю левую шину, чтобы рассмотреть тормозной механизм.



Однако зачем все это? Как работает CFD и в чем смысл этой технологии?

Цель использования вычислительной гидродинамики – просчитать аэродинамическую эффективность каждого отдельного элемента и всей конструкции в целом без изготовления реальных образцов деталей и работы в настоящей аэродинамической трубе. Грубо говоря – это та же труба, только виртуальная, и «продуваются» в ней виртуальные машины.

К сожалению, технологии еще не настолько развиты, чтобы решать подобные задачи парой кликов, процесс достаточно сложный и трудоемкий. С точки зрения

аэродинамики, машина Формулы 1 – это набор поверхностей, обладающих различными характеристиками.

Для работы с вычислительной гидродинамикой необходимо представить все эти данные так, чтобы они были понятны для компьютера, перевести информацию о реальном физическом объекте на компьютерный язык. Представьте себе огромную сеть, с тысячами крошечных сегментов, которая обволакивает машину Формулы 1.

Каждый из квадратиков сети делится по диагонали пополам, образуя плоские треугольники, максимально совпадающие с поверхностью машины. Таким образом машина представляется совокупностью маленьких треугольников - полигонов.

Идеального совпадения реальной поверхности и виртуальной добиться невозможно, но в целом результат получается приемлемый.



Далее суперкомпьютер производит расчёты.

Программа позволяет оценить поведение воздушного потока при столкновении с тысячами плоских треугольников, понять, какова будет скорость, давление, температура. Следующий этап – интерпретация полученных данных, и это самый важный момент всего процесса.

Вычисления всегда содержат неточности, поэтому повторяются до тех пор, пока уровнем погрешности можно будет пренебречь. Предположим, нужно проверить эффективность нового переднего антикрыла и ваша модель состоит из миллиона треугольников.

По итогам вычислений вы получите информацию о давлении, скорости потока, завихрениях для каждого из них – примерно 800 миллионов единиц информации о том, как будет вести себя переднее антикрыло и как оно будет взаимодействовать с другими

элементами конструкции машины. 800 миллионов – не мало ли?

Натан Игл: "Это приемлемая цифра. Конечно, чем больше информации, тем лучше. Однако нам приходится делать большие допущения, главным образом в области изучения турбулентности.

Чтобы с достаточной точностью просчитать все аспекты турбулентности, нам бы понадобился примерно в сто раз более мощный компьютер. В принципе, такие машины существуют, их используют в метеорологии, но встает вопрос об экономической целесообразности – в нашей ситуации цель не оправдывает средства.

Сейчас наши компьютеры в разы производительнее тех, что использовались пять лет назад. Но я бы не стал покупать компьютер еще в сто раз более мощный – потратив уйму денег мы бы получили совсем небольшой эффект".

В современной Формуле 1 вычислительная гидродинамика совершенно незаменима – и как инструмент развития машины, и как технология, позволяющая экономить время. Натан Игл: "Несколько лет назад мы использовали одну удачную, как нам казалось, деталь.

Но мы проверили ее с помощью CFD, и выяснилось, что есть небольшая зона, в которой воздушный поток ведет себя не лучшим образом. Докопаться до такой мелочи в аэродинамической трубе было бы очень сложно и дорого".



А что насчет настоящих аэродинамических труб? Их век подходит к концу? Нет. Возможности CFD растут с каждым годом, совершенствуются технологии и средства моделирования, но пока рано говорить об отказе от привычных инструментов – аэродинамические трубы еще долго будут служить Формуле 1.

Натан Игл: "В принципе, можно построить машину, работая только в аэродинамической трубе. Можно обойтись и без неё, используя только CFD. Но, лучше сочетать эти два инструмента.

Именно так и поступают в большинстве команд". Для некоторых задач лучше использовать трубу, для некоторых – суперкомпьютер.

Преимущество CFD в том, что можно проверить, как себя будет вести та или иная деталь ещё до её изготовления. Ведь для продувки детали в аэродинамической трубе необходимо подготовить точную модель, которую каждый раз необходимо делать заново, если вносятся какие-то коррективы. Кроме того, с помощью CFD выгодно рассматривать детали в их взаимодействии, получать представления о самых мелких подробностях и обнаруживать проблемы на ранней стадии.

Натан Игл утверждает, что проверка переднего антикрыла занимает у суперкомпьютера Williams немногим менее суток. Много, но если запустить такой процесс на обычном персональном компьютере, то он бы занял около полугода.

Натан Игл: "Время вычислений зависит от сложности задачи. Мелкие проблемы решаются за пару часов, если необходимо просчитать нечто серьезное и объемное, то мы запускаем процесс на ночь, а с утра ответ готов".

В аэродинамической трубе многие вещи становятся понятны буквально за пару минут, поэтому даже когда компьютеры станут на порядок мощнее, для привычных инструментов всегда найдётся работа... текст: Олег Тодуа