



## ➤ МОЩНЫЕ СУПЕРКАРЫ И ГЕНИАЛЬНЫЕ АВТОИНЖЕНЕРЫ SOLIDWORKS

**Продолжая серию интервью с интересными людьми, беседуем с генеральным директором LEVEL.Performance Егором Захаровым о специфике работы при тюнинге автомобилей, используемом программном обеспечении, достижениях и рекордах.**

### *Чем занимается LEVEL.Performance?*

LEVEL.Performance — центр доработки и обслуживания спортивных автомобилей. Мы помогаем автовладельцам превратить их машины в средство самовыражения или в спортивную технику специального назначения. Технический центр и собственное инженерное бюро позволяют реализовывать нестандартные проекты в согласованные сроки, с выгодным соотношением цены, качества и результата. При реализации тюнинг-проектов компания стремится к балансу мощности, надежности и безопасности в каждом автомобиле, который выпускает на дороги.

Главная наша задача — адаптация автомобиля под нужды владельца. Мы стараемся, не испортив изначальных характеристик машины, не повредив ее целостности и не сделав машину разбалансированной, улучшить какие-то характери-

стики с минимальным ущербом для других. Конечно, совсем без ущерба не обойтись: когда что-то улучшаешь, чем-то другим приходится жертвовать.

### *Какое программное обеспечение использует ваша компания?*

В области программного обеспечения выбор сделан в пользу пакета SOLIDWORKS. Он заслуженно признан отраслевым стандартом и позволяет решать подавляющее большинство задач, которые стоят перед автоспортивными инженерами.

### *Как вы познакомились с SOLIDWORKS?*

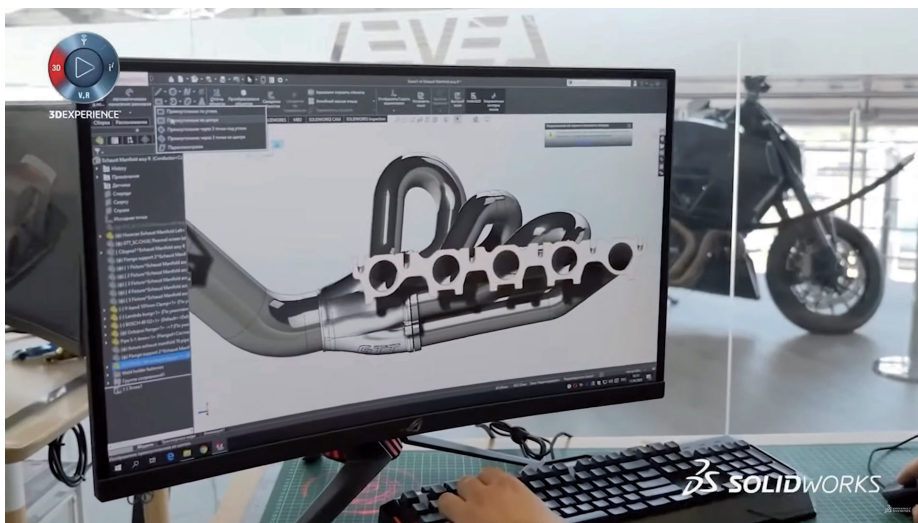
В 2005 или 2006 году, когда я еще учился в Горном институте, который теперь стал частью МИСиС. Не помню, какой тогда был релиз, но в то время учебных версий SOLIDWORKS еще не было, и программу нам показывали в порядке ознаком-

ления. Даже компьютеры на кафедре не были способны ее "переварить". Программа показалась нам чем-то космическим, заоблачным. Спустя годы я, по образованию технолог-машиностроитель, столкнулся с SOLIDWORKS в своей производственной деятельности. Работать с этим ПО было круто. Что ни говори, SOLIDWORKS — профессиональный инструмент, который требует хорошей сноровки. И что-то в нем сделать без основательных навыков нельзя.

### *Расскажите о некоторых ваших проектах...*

Если говорить об автомобилях как о спортивной технике, то у нас есть несколько достаточно разноплановых машин. Во-первых, мы работаем над кольцевым GT-R<sup>1</sup>. Заднеприводный Nissan GT-R с категорически перестроенной конструкцией будет оснащен секвен-

<sup>1</sup> Nissan GT-R для кольцевых автогонок.



тальной коробкой без робота, мотор размещается ниже и глубже в базу, машина будет шире. А для того чтобы получить выдающиеся аэродинамические характеристики именно на кольце, европейские инженеры серьезно помогают нам при проектировании подвески. Но большую часть конструктива автомобиля мы делаем сами. Уже есть завершённый первый этап этой модели.

Готов силовой агрегат. Мы проверили, как машина работает, и хозяин подтвердил, что его устраивают характеристика отдачи силового агрегата, крутящий момент, мощность, насколько это доступно по педали газа. После этого мы разбираем автомобиль и строим его заново. Мы занимаемся этой машиной уже на протяжении целого года. Ни одного изменения в "железе" не будет.

Работу мы начали с определения пятна контакта<sup>2</sup> – тех усилий, которые машина должна передать на асфальт. Гонимая машина всегда строится от колеса, от максимального бокового (продольного) ускорения, которое она должна иметь на трассе. Владелец определил, на каких шинах должна быть машина, и какую он хочет получить колею. От этого строится всё, начиная от ступиц (машина будет с центрогайкой, как настоящий гоночный автомобиль) до эргономики (доступность всех переключателей). Все было спроектировано в SOLIDWORKS.

Еще один пример. Представительский седан Audi S8, оснащенный четырехлитровым двигателем с двойным турбонаддувом, получил оптимизированную систему подачи воздуха в двигатель.

С завода этот автомобиль комплектуется системой охлаждения наддувного воздуха через промежуточный теплоноситель-

**SOLIDWORKS – программное обеспечение, позволяющее решить целый комплекс задач, возникающих на производстве. Обширный инструментарий предоставляет возможность не только разработать общий дизайн модели, но и провести тестирование в виртуальной среде, доработать отдельные узлы, после чего конвертировать модель в чертежи для создания реального прототипа. Таким образом, вся работа с проектом – от идеи до готового продукта – осуществляется в рамках одного программного пакета**

антифриз, так называемые водяные интеркулеры. Это помогает сделать серий-

ный автомобиль стабильным во всех режимах, которые могут встретиться ему за годы эксплуатации. Удобно при компоновке травмобезопасной для пешеходов фронтальной секции, но при этом не обеспечивает возможность охлаждения увеличенного объема перегретого воздуха, создаваемого турбинами при повышении нагрузки на двигатель. При тюнинге для обеспечения необходимого уровня охлаждения впускного воздуха (а от температуры заряда напрямую зависит детонационная стойкость смеси) необходима замена на интеркулер типа "воздух-воздух". Проектирование системы подачи воздуха было произведено с учетом нескольких требований:

- забор как можно более холодного воздуха с улицы, а не из-под капота;
- минимальное падение давления в наддувной магистрали;
- максимально возможная термоизоляция впускного воздуха;
- монтаж интеркулера с сохранением заводской системы кондиционирования салона.

Первым шагом стало 3D-сканирование автомобиля. Далее были определены габаритные размеры и взаиморасположение всех необходимых узлов для полноценного проектирования системы охлаждения и подачи воздуха. После предварительной проработки мы приняли решение создать с нуля уникальную систему подачи воздуха к фильтрам, оптимизировать с помощью программного пакета форму бачков интеркулеров и изготовить оптимизированный патрубок подачи воздуха на дроссельную заслонку. С помощью инструментов Flow Simulation произвели расчеты для оптимизации потока воздуха на каждом участке с целью минимизировать падение давления и увеличить расход воздуха.

Чтобы проверить размеры изделия, его напечатали из бытового пластика на 3D-принтере, позже производилась промышленная печать высокопрочным термостойким пластиком. Алюминиевые бачки изготовлены из листового алюминия методом лазерной раскройки, ручной гибки по заданным формам и TIG-сварки. Использование CAD CFD и тех-



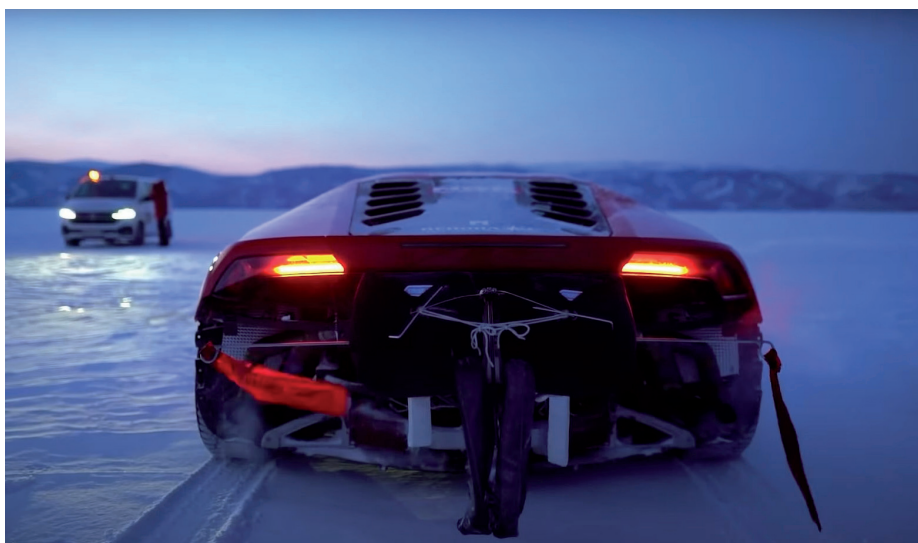
<sup>2</sup> Пятно контакта – площадь соприкосновения шины с асфальтом. При большой мощности и маленьком пятне контакта автомобиль будет буксовать при трогании, теряя при этом время на разгон. При маленьком пятне контакта в приложении к массе авто будет плохое сцепление с дорогой в поворотах и при торможении. При чрезмерно большом пятне контакта будут излишние потери на преодоление трения покоя и качения, что тоже негативно скажется на времени разгона.



нологий FDM-печати помогает произвести умный тюнинг, увеличивая отдачу автомобиля с наименьшей нагрузкой на элементы и позволяя не использовать принцип "против лома нет приема". А еще это по-заводскому смотрится и отлично работает. Произведенные детали стали важнейшей частью оптимизированного силового агрегата, позволив представителю седану получить мощность 950 лошадиных сил.

Расскажу о машине самого последнего поколения — Porsche 911 Turbo S. По ней стояла задача всё сделать комфортно, надежно, без ущерба повседневному ресурсу. И при этом максимально быстро. Начали тестировать характеристики машины, чтобы определить, чего ей не хватает. Поняли, что не справляется с повышенной нагрузкой интеркулера. Температура воздуха на входе в мотор выше, чем та, которая даст мотору оптимальный КПД. Ее требовалось снизить.

Посмотрели на форму выпускного коллектора. Он оптимизирован под литье cost effective (дешевое и при этом прочное), но его форма не идеальна. Поняли, что можно уменьшить противодавление. Когда сняли задний бампер, увидели, что упаковано там все сверхплотно — ни одного свободного квадратного дециметра пространства. Начали послойно разбирать машину. Отсканировали деталь, сняли — и так много раз. Почти 80 итераций. Всё собрали в скан, и инженеры начали думать, как сюда вставить максимально возможное ядро интеркулера. Стали оптимизировать месторасположение этого ядра. От ядра, которое снимет нужное количество теплоты, начали строить бачки. К ним кронштейны, адаптеры, весь необходимый набор монтажных узлов. Всё делали в SOLIDWORKS, так как сборка должна быть и точной, и технически функциональной. Используем оптимизацию потоков,



так как важно убрать завихрения, ведь каждый стык, ступенька — это потеря скорости воздуха, увеличение противодавления. Из-за маленьких ошибок спроектированный вариант может оказаться хуже заводского. Для себя в момент создания компании мы сразу определили вектор работы — хотим делать комплексные решения для автомобилей надежных, быстрых и удобных.

Для других машин точно так же. Находим узкое место. Понимаем, что препятствует максимальной надежности и производительности, пытаемся придумать решение. Делаем прототип, обкатываем. Если работает, формируем итоговый результат.

#### *Какую поддержку оказывает SOLIDWORKS?*

Мы очень благодарны компании за все технические консультации. Ведь в наших огромных сборках по 600 деталей постоянно возникают какие-то сложности, нам нужны советы. Особенно при проектировании потоков как в воздушных, так и в водяных магистралях. Поддержка компании позволяет сделать вещь не только качественной и красивой, но и эффективной.

#### *Что за рекорд скорости на Байкале?*

299 километров в час по льду.. Спустя год эта история кажется нереальной. Если бы я там не был, не поверил, что так бывает. Сама поездка была фантастической. Там абсолютно дикие места, ближайшая заправка с бензином АИ100 находится в трехстах километрах. И вдруг Lamborghini в окружении узиков — очень впечатляюще! Организатор Дней скорости на льду Байкала, которые проходят уже двенадцатый год для установления национальных рекордов скорости, предложил нам попробовать свои силы в этом мероприятии. Для Lamborghini, над которой мы тогда работали, это была испытательная поездка. Машина, очень сильно переделанная, нуждалась в настройке коробки передач. Она запустилась и начала работать поздней осенью, а терять всю зиму было обидно. С другой стороны, такую технику нельзя отлаживать на дороге, тем более зимой в городе. Для настройки коробки мы использовали 17 км прямой трассы, сожгли полтонны бензина. Выполнили лабораторную часть, настроили ланч-контроль, переключение передач вверх-вниз на секвентальной коробке, которая полностью автоматизирована. Коробка при этом механическая, но у водителя нет



ни сцепления, ни механического переключения передач. Компьютер все делает сам. В итоге мы поняли, что в заднеприводном варианте даже такой аэродинамически идеальный автомобиль упирается в воздух на скорости 250 км/ч и будет буксовать задними колесами. После чего его ветром сносит в сторону...

**У вас много и других наград. Вы участвуете в соревнованиях?**

Участвуем. У нас есть флагманская машина для демонстрации и продвижения компетенций, которая действует по принципу "быстрее, выше, сильнее". Для нее мы разработали интеркулеры, так как машина сильно перегревалась. Чем жарче, тем хуже ехала. Заводской интеркулер использует практически все доступное пространство. Мы придумали ядро не плоское, а в форме ступеньки. Для этого пришлось фрезеровать сложные бачки, которые без SOLIDWORKS построить невозможно.

**Как вы испытываете машины?**

Нагрузочное устройство на династенде<sup>3</sup> позволяет нагрузить машину максимально близко к дорожным условиям. Колеса крутятся по валикам, которые останавливаются электромоторами, раскручиваются до нужной скорости. Именно здесь мы обкатываем все решения, которые связаны с силовыми агрегатами, — за исключением коробки передач, потому что в динамике на дороге машина нагружается иначе. Но 80% отладки производится тут. Бывают ситуации, когда нужно получить технологически сложную деталь, которую невозможно изготовить привычной фрезеровкой (чтобы не было дополни-

тельных швов, стыковок). В Москве начали появляться компании, которые выполняют такие работы с абсолютно адекватным подходом и по разумным ценам. Они напечатают деталь намного лучше, чем если бы ты ее отфрезеровал или сварил "на глазок".

Чтобы улучшить современный автомобиль, нужно обладать технологиями, превосходящими заводские.

**Вы делаете уникальные разработки для каждого автомобиля или их можно применять для других марок?**

На Porsche у нас готов целый турбоkit. Мы первыми в мире разработали для этой машины так много "железа" — от впускного до выпускного клапана. Всё новое: впускной и выпускной коллектор, интеркулер. Хотим и можем продавать плоды российского интеллекта за границу — кстати, наше "железо" уже покупают американцы.

А вот компрессоры заказываем в Германии, так как никто из наших подрядчиков не готов заниматься высокоскоростной балансировкой.

В серийном производстве любой производитель вынужден экономить. Иногда мы воплощаем то, что придумали инженеры, но не позволили маркетологи, так как машина не должна была выйти за определенные ценовые рамки. Мы добиваем резервы, которые нам оставили. Поэтому все должно быть спроектировано на том же уровне, что и машина. Огромное количество элементов — патрубki, шланги — нужно уместить в маленькие объемы. Детали мы сначала упаковываем в сверхплотное пространство методом design space, и только потом выбираем метод изготовления.

Одна из деталей у нас реализуется серийно, уже продано несколько десятков единиц. На этих компонентах строят рекордные машины в США, Европе. Можем с гордостью сказать, что за такие деньги никто не смог добиться подобного результата. Это впускной коллектор на Porsche 911. Деталь достаточно крупная, делается на сложном пятиосевом станке. Ее разработка с доведением до серии заняла у нас почти год. Первичная модель была готова за полтора месяца. Производственные детали показали, насколько это интересно, сложно.

**С какими сложностями вы сталкиваетесь в своей работе?**

Работа во многом для нас новая. Нетрудно спроектировать рычаг: нужно рассчитать характеристики методом конечных элементов, необходимую прочность. Вот сделать так, чтобы в комплексе работала кинематика целого подвесочного узла для одного колеса, — на порядок сложнее. А еще нужно, чтобы машина хорошо охлаждалась, не перегревались воздух и топливо. Чтобы было хорошее сцепление с дорогой. Над этими задачами у нас работают три инженера; один из них занимается кузовом, делает упрощенные обводы. Единственная часть, которую мы не сможем сделать сами, — это аэродинамическая продувка. Ее будет делать подрядная компания, которая в Европе занимается Формулой-3, потому что у нас нет вычислительных мощностей такого уровня.

Я 15 лет занимаюсь доработкой автомобилей в автоспорте и в дорожном тюнинге. Это нескончаемый поток денег наружу и "железа" внутрь. Хочется развернуть этот поток, причем сделать это на товарах с высокой добавленной стоимостью. Себестоимость механической обработки у нас очень высока — здесь мы не можем сравниться ни с китайцами, ни с американцами. У них дешевый лизинг на станки. Прекрасно оптимизированная система подачи инструмента. Простота покупки всех элементов. У нас же нет культуры розничного производства: зависишь от друзей-подрядчиков, которые могут посодействовать тебе с фрезеровкой.

Нам хочется делать и продавать уникальные продукты, ведь это лучший стимул для того чтобы делать что-то новое.

*Интервью вела Ольга Казначеева*

<sup>3</sup> **Династенд** (dynostand, динамометрический стенд) — набор инструментов, датчиков и механизмов для замера мощности и крутящего момента, передаваемого автомобилем на дорогу. Используется для оценки изменений, внесенных в конструкцию автомобиля при тюнинге.