



Проектирование элементов подвески спортивного автомобиля в среде T-FLEX CAD

Владимир Вагранский

В настоящее время существует много технических видов спорта, один из них — автомобильный. Для того чтобы подготовить автомобиль к участию в различных видах соревнований, требуется серьезная инженерная проработка практически каждого узла. Зачастую детали, которые установлены на автомобиле заводом-изготовителем, не удовлетворяют требованиям, предъявляемым к автомобилю на гоночном треке.

В данной публикации будут рассмотрены приемы, применяемые при разработке задней подвески спортивного автомобиля для дисциплины «Дрифт». Для данного вида автоспорта характерен специфический набор геометрических параметров положения элементов задней подвески (далее — рычагов), который позволяет выставить угол развала задних колес равным нулю, чтобы обеспечить максимальную площадь контакта покрышки с полотном (рис. 1). Кроме того, необходимо уменьшить клиренс автомобиля для смещения его центра тяжести. Регулировок подвески, предусмотренных

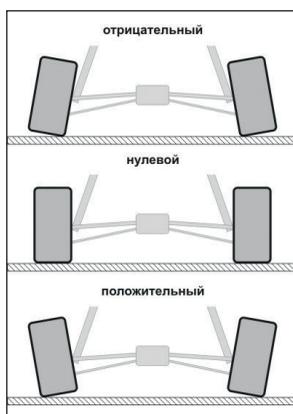


Рис. 1. Набор типов геометрических параметров положения элементов задней подвески

заводом-изготовителем, явно недостаточно, чтобы удовлетворить все вышеперечисленные требования. В связи с этим появляется необходимость в разработке и изготовлении набора элементов задней подвески с большими ходами регулировки. Помимо всего

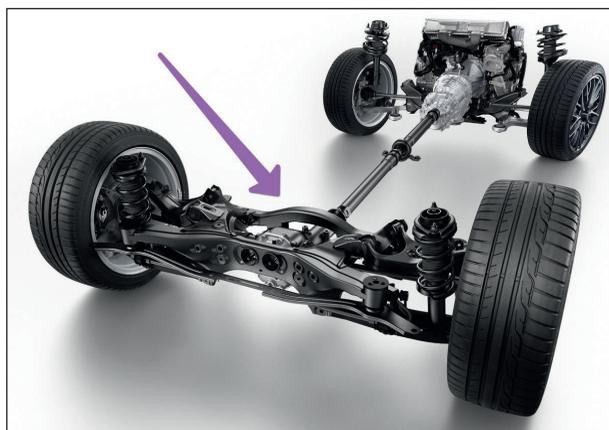


Рис. 2. Схема конструкции задней подвески (источник: www.subaru.com/engineering/design/awd-benefits.html)

прочего, появляется возможность увеличить прочность и уменьшить массу рычагов, что значительно улучшает характеристики автомобиля.

Автомобиль, для которого будут разрабатываться рычаги, — Subaru Impreza WRX GH. На схеме, приведенной на рис. 2, представлена конструкция подвески автомобиля. Основой задней подвески является подрамник, к которому крепятся четыре пары рычагов.

Первая задача для разработки — получение опорной геометрии подрамника

Поскольку получить оригинальные 3D-модели от



Владимир Вагранский, ведущий специалист отдела внедрения компании «Топ Системы»

производителя невозможно, остается несколько вариантов:

- ручной обмер подрамника и его 3D-моделирование;
- 3D-сканирование подрамника;

получение модели подрамника с помощью КИМ. Самым быстрым и простым методом является 3D-сканирование, поэтому он и был выбран для реализации текущего этапа. Данный метод не является самым точным, но поскольку конструкция подразумевает полностью регулируемые элементы, то все погрешности измерения и изготовления будут компенсированы при сборке и настройке. Результатом 3D-сканирования является STL-файл, представляющий собой набор

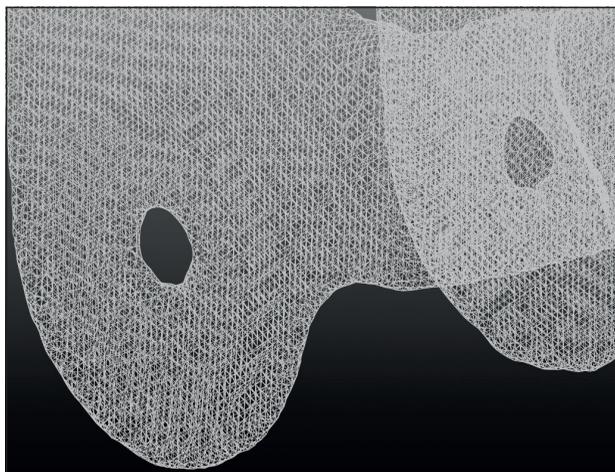


Рис. 3. Сканированная сетка

треугольников и их нормалей (рис. 3). Чем меньше размер треугольников, тем выше точность полученной 3D-геометрии. Далее сетка открывается с помощью T-FLEX CAD, в котором можно провести анализ полученного 3D-скана, наложить текстуры (рис. 4), измерить опорные точки и сравнить их с исходной деталью. Расхождение с реальным подрамником оказалось в пределах 0,7 мм. В дальнейшем полученный 3D-скан будет использоваться как опорная геометрия для 3D-моделирования рычагов и их сборки в подрамнике.

Вторая задача — получение опорной геометрии заднего кулака

Геометрия была получена с помощью ручных средств измерения и 3D-моделирования в T-FLEX CAD, так как нужна высокая точность для последующего моделирования переходных кронштейнов для тормоз-

ной системы и колесных ступиц (рис. 5).

После получения опорной геометрии кулака его можно разместить в 3D-сцене T-FLEX CAD. Геометрия положения колеса в пространстве определяется кулаком, который устанавливается в нужное положение относительно подрамника, а именно — с нулевым углом развала (рис. 6).

В результате проводится замер необходимой длины всех проектируемых рычагов. Погрешности в измерениях снова компенсируются



Рис. 4. Скан с наложенной текстурой (фотореализм в T-FLEX CAD)

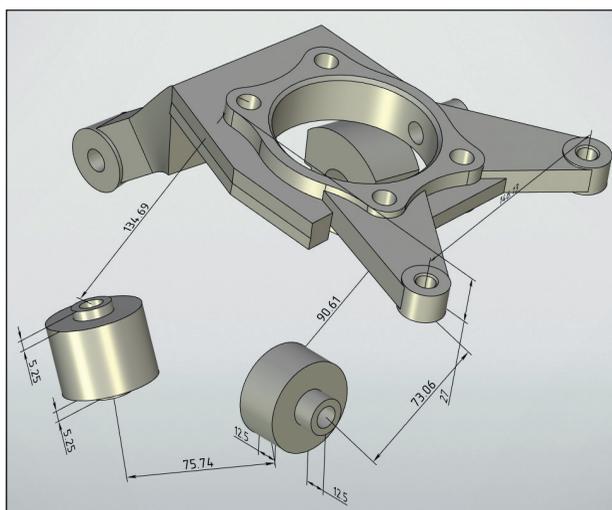


Рис. 5. Опорная геометрия кулака в T-FLEX CAD

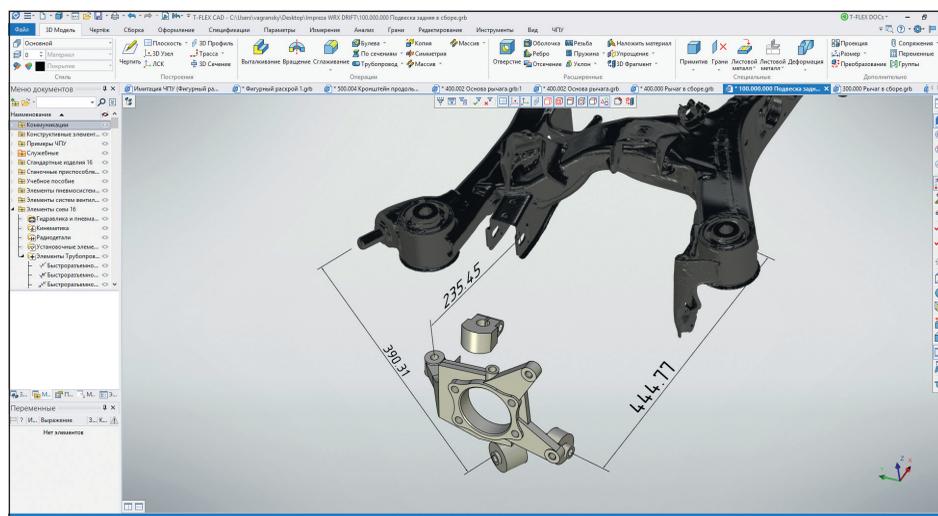


Рис. 6. Размещение кулака относительно подрамника

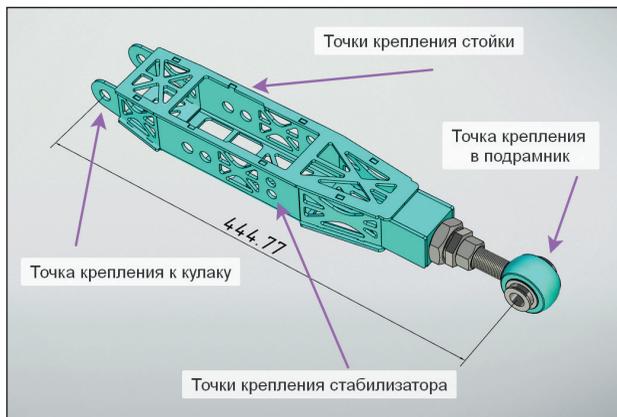


Рис. 7. Точки крепления продольного рычага

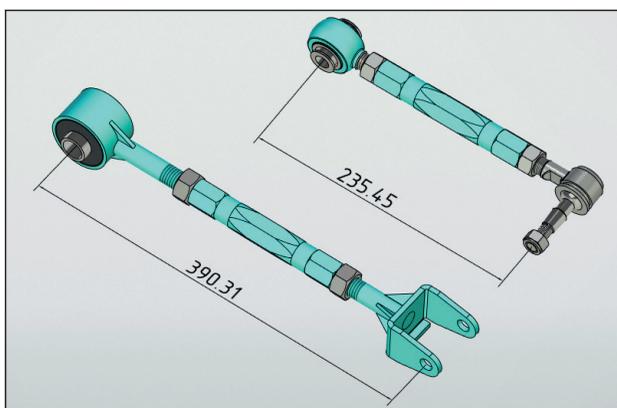


Рис. 8. Продольный рычаг и реактивная тяга

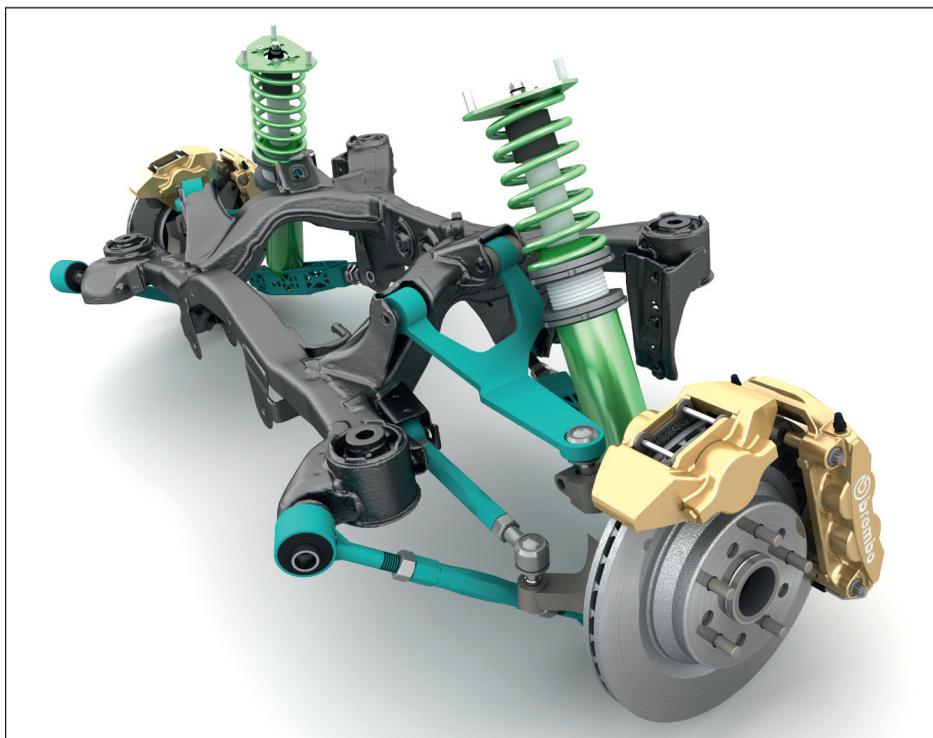


Рис. 9. Подвеска в сборе (фотореализм в T-FLEX CAD)

закладываемыми возможностями регулировки длин рычагов.

Для данной компоновки задней подвески необходимы три регулируемых рычага из четырех. Верхний треугольный рычаг остается заводским, поскольку изменение ширины колеи автомобиля не планируется.

Соответственно, в разработку идут: продольные и поперечные рычаги, реактивные тяги.

Для комфортной езды по неровным дорогам завод-изготовитель предусматривает шарнирные соединения, представляющие собой сайлентблоки. В спортивных подвесках большую роль играет жесткость конструкции, поэтому вместо сайлентблоков применяются жесткие шарнир-

ные подшипники (ШС). Но в некоторых случаях можно использовать заводские шарниры, чтобы сохранить мягкость в одном из направлений.

Поперечный рычаг

При разработке поперечного рычага учитывается расстояние между точками крепления к кулаку и подрамнику. Расположение точек крепления стойки стабилизатора поперечной устойчивости берется с заводского рычага, а кроме того, добавляются дополнительные точки крепления для тонких регулировок подвески (рис. 7).

Конструкция рычага представляет собой гнутое основание из листового металла, сваренное со связывающими пластинами. Для сборки предусмотрено соединение типа «шип — паз».

Использование листового металла позволяет значительно упростить конструкцию для единичного или мелкосерийного изготовления. Для решения этой задачи использовался модуль листового металла T-FLEX CAD. Кроме того, удалось получить конструкцию на 25% легче и жестче по сравнению с заводскими характеристиками. Регулировка длины рычага осуществляется через промежуточную втулку между телом рычага и шарнирным наконечником. Это дает возможность регулировать рычаг непосредственно на автомобиле.

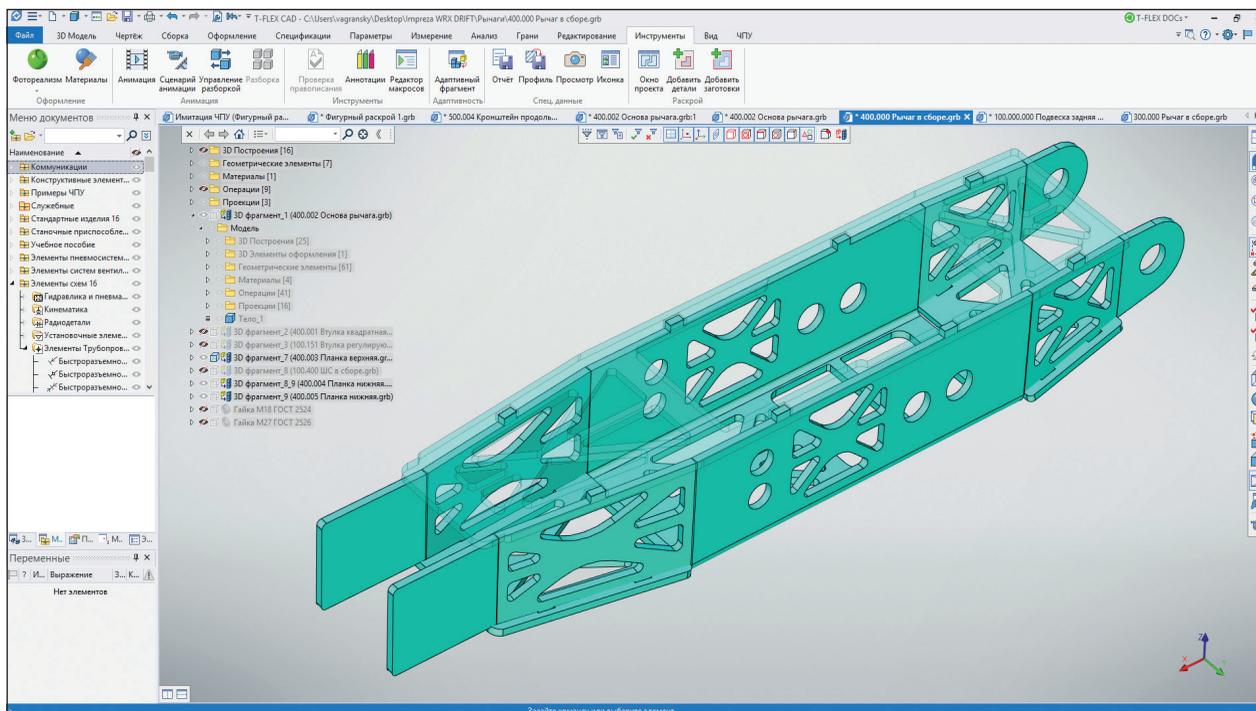


Рис. 10. Конструктивные элементы рычага

Продольный рычаг и реактивная тяга

Разработка реактивной тяги и продольного рычага осуществляется аналогично поперечному рычагу. Их конструкция очень проста (рис. 8). Регулировка выполняется вращением основной втулки, в которой нарезана резьба с разными направлениями. Вращение по часовой стрелке увеличивает длину, против часовой — уменьшает. Гайки фиксируют положение резьбы. Данная схема также позволяет регулировать длину без снятия их с автомобиля.

Следующим этапом разработки является 3D-сборка узла подвески (рис. 9). Тормозные суппорты, стойки амортизаторов и тормозные диски являются покупными изделиями. После формиро-

вания сборочной единицы проходит анализ конструкции на возможные пересечения и правильность выбранных размеров.

После анализа всех элементов в сборе можно приступить к изготовлению опытного образца. Для этого необходимо подготовить

технологические модели и чертежи. Рассмотрим, например, технологическую подготовку поперечного рычага. Поскольку основой

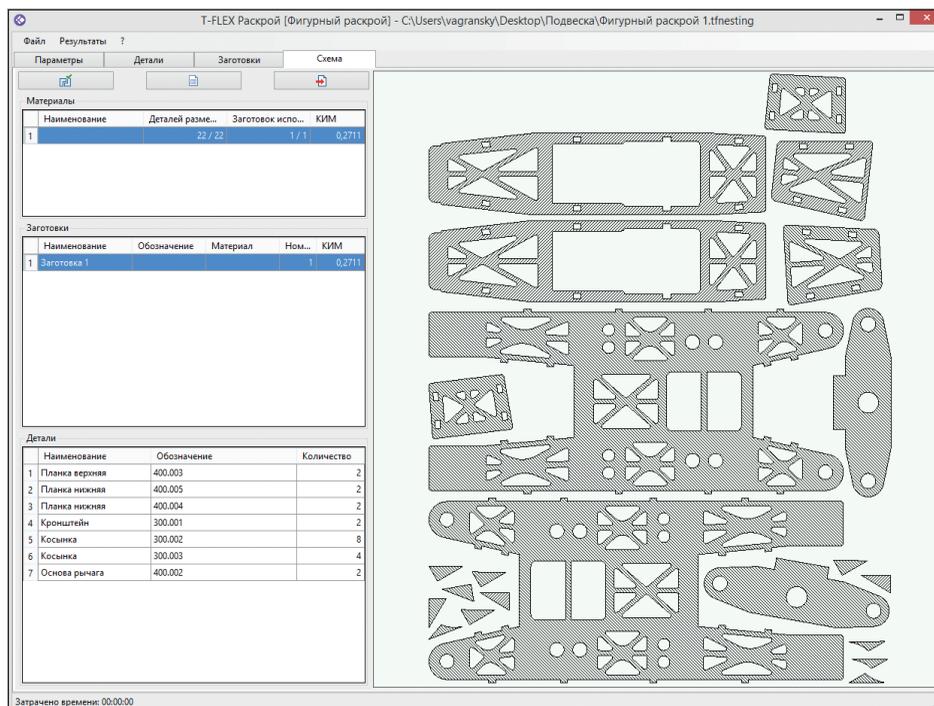


Рис. 11. Схема раскрой в T-FLEX Раскрой

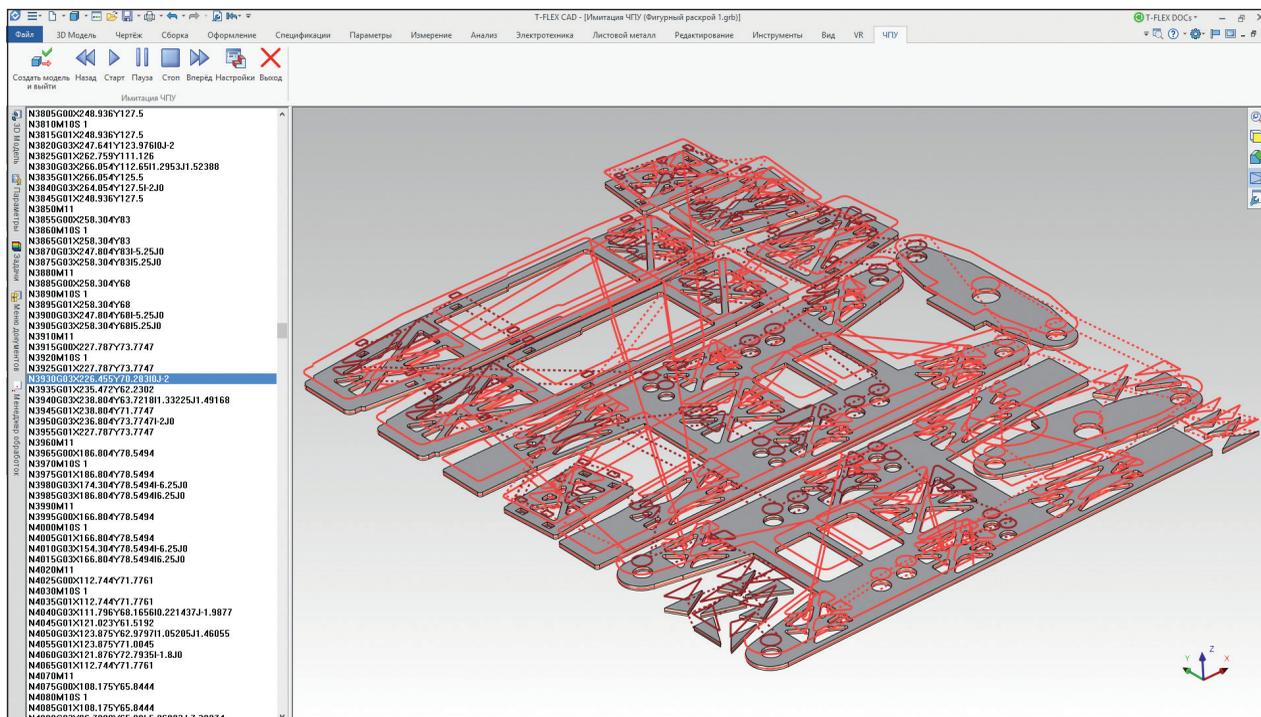


Рис. 12. Имитатор обработки T-FLEX ЧПУ

являются детали из листового металла, то их целесообразнее изготовить на оборудовании для раскроя с последующей гибкой (рис. 10).

Такую задачу с легкостью решает T-FLEX CAD!

Функциональные возможности системы позволяют оформить чертежи, эскизы и подготовить

технологические модели для дальнейшего изготовления. Непосредственно для подготовки и самого изготовления подобного типа деталей используют

модули T-FLEX Раскрой и T-FLEX ЧПУ. Для того чтобы решить задачу оптимизации раскроя заготовок, необходимо выгрузить контуры деталей

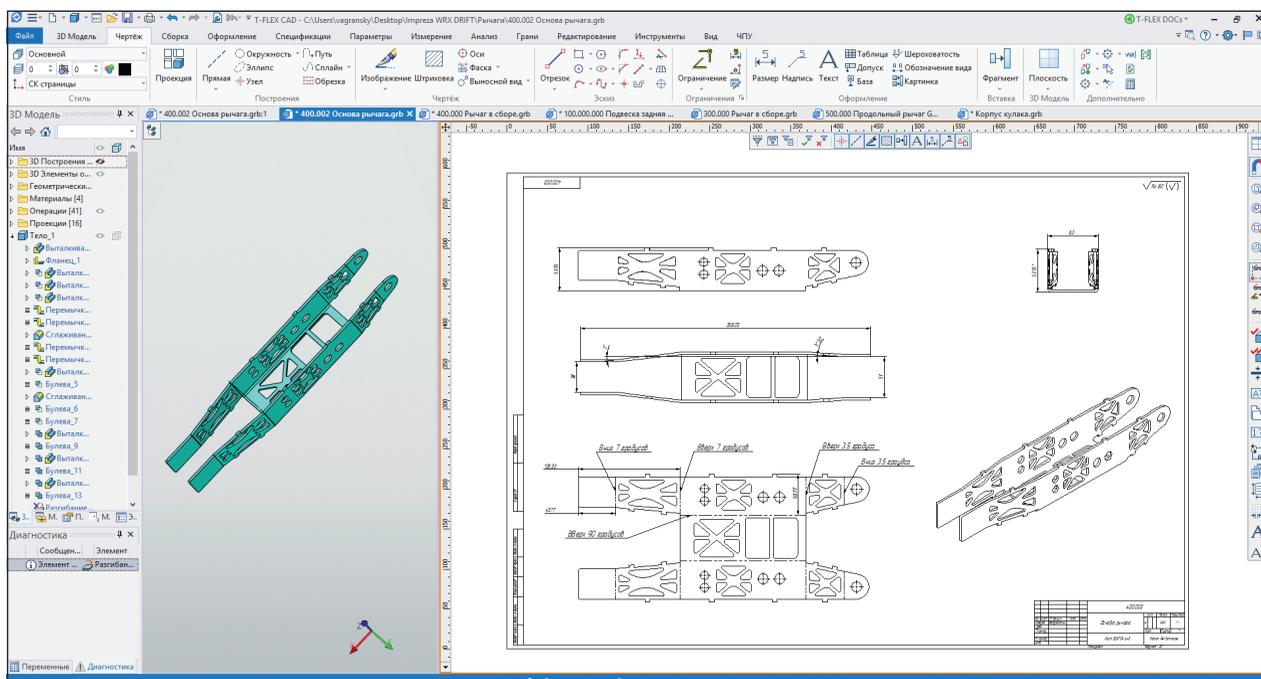


Рис. 13. 3D-модели и эскиз для гибки



Рис. 14. Процесс сварки рычага



Рис. 15. Готовый комплект рычагов

в модуль T-FLEX Раскрой. Данные о наименовании и обозначении деталей передаются автоматически — остается только задать параметры края и количество деталей.

Далее полученная схема раскроя (рис. 11) передается в систему T-FLEX ЧПУ, с помощью которой можно сгенерировать управляющую программу для раскройного оборудования. Система позволяет получать программы для лазерного, фрезерного, электроэрозионного оборудования и пр. (рис. 12).

После получения плоских заготовок их необходимо

передать на гибку — для этого оформляется чертеж листовой детали и ее развертки с размерами и радиусами сгибов (рис. 13).

Конструкция «шип — паз» позволяет собирать изделия с помощью универсальной оснастки без вспомогательных кондукторов (рис. 14). Это весьма существенно влияет на время и стоимость изготовления опытных образцов.

На последнем этапе детали передаются на окраску, после чего устанавливаются на автомобиль.

О развитии проекта автор расскажет в очередном материале. ➔

T-FLEX PLM

Приглашаем принять участие в конференции

СОЗВЕЗДИЕ САПР

РОССИЙСКИЙ КОМПЛЕКС T-FLEX PLM:
ЛУЧШИЕ ПРАКТИКИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

ОТЕЛЬ «АРТУРС», ПОДМОСКОВЬЕ
2 – 4 ОКТЯБРЯ

В программе:

Реклама

- + Применение открытой отечественной PLM-платформы – снижение рисков импортозамещения;
- + Успешный опыт применения PLM решений на базе комплекса T-FLEX PLM от представителей ведущих отечественных предприятий;
- + Методики, технологии и инструменты комплекса T-FLEX PLM для построения единого информационного пространства;
- + Единая среда проектного управления от уровня корпорации до отдельного исполнителя;
- + Управление требованиями и контроль соответствия на этапах разработки, производства и эксплуатации изделия;
- + Гибкое конфигурирование изделий с учётом применимости, опций и статусов. Параллельная разработка разных вариантов конструкции.



Дополнительная информация и регистрация:
на сайте www.tflex.ru по телефону +7 (499) 973-2034/35