

“Ласточка” спешит

©2019 Siemens PLM Software

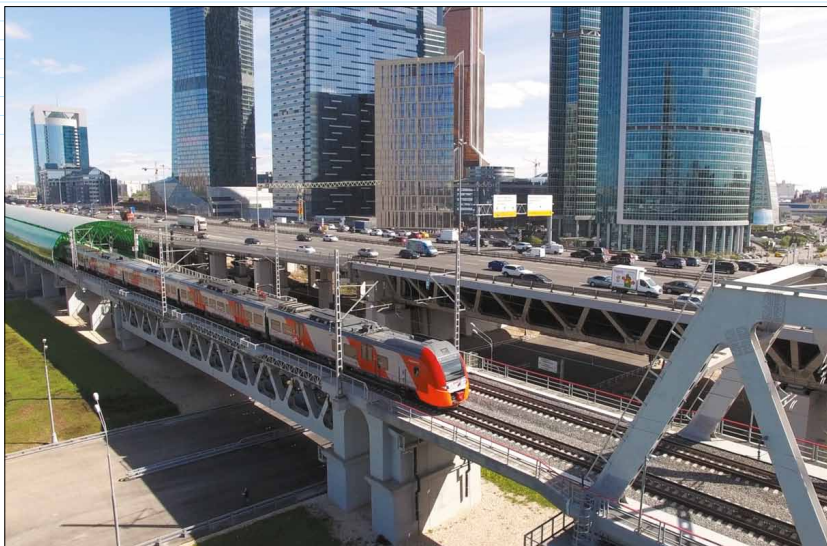
Начало пути

Скоростные электропоезда сокращают расстояния между регионами, уменьшая время в пути, что особенно важно для такой большой страны, как Россия, и обеспечивают максимальный комфорт в поездке. Первым подобным поездом российской сборки стала “Ласточка” (серия ЭС2Г). Её скорость достигает 160 километров в час, а стандартный пятивагонный состав способен вместить до полутора тысяч человек. Важно, что “Ласточка” приспособлена к российским условиям: электропоезд может работать в условиях и морского тропического климата, и северных широт, при температуре от минус 40 до плюс 40 градусов. Зоны входа и выхода в вагонах поезда учитывают различную высоту российских посадочных платформ.

История создания “Ласточки” началась в 2009 году, когда компания “Российские железные дороги” заказала у *Siemens* разработку пригородного двухсистемного электропоезда, адаптированного к условиям России. Новые поезда планировалось использовать в Сочи для обеспечения пригородных пассажирских перевозок во время Зимних Олимпийских игр 2014 года, а затем распространить и на другие линии для беспересадочного обслуживания маршрутов, имеющих участки как с переменным, так и постоянным током.

При проектировании нового электропоезда для России за основу была взята модель пятивагонных электропоездов *Siemens Desiro ML*, изначально разработанная с помощью стороннего программного обеспечения. Первые 54 электропоезда серии ЭС1 строились с 2011 по 2014 год на заводе *Siemens* в городе Крефельд (Германия).

Для локализации производства скоростных электропоездов в России компании *Siemens AG* и Группа Синара создали в 2010 году совместное предприятие “Уральские локомотивы” (город Верхняя Пышма, Свердловская область). Сегодня предприятие также выпускает



грузовые электровозы постоянного тока (2ЭС6), переменного тока (2ЭС7) и грузовые магистральные электровозы постоянного тока (2ЭС10).

“Перед “Уральскими локомотивами” стояла задача в достаточно короткие сроки не просто собрать в России электропоезд по оригинальным немецким чертежам, а полностью подготовить комплект конструкторской документации для сборки по российским стандартам с участием российских поставщиков. Стояла задача по углубленной локализации поезда, и это требовало наличия оригинальных 3D-моделей”, – рассказывает **Виталий Брексон**, заместитель генерального директора по технической политике, ООО “Уральские локомотивы”.

На рельсах дигитализации

Решение об использовании программных решений от *Siemens PLM Software* для локализации “Ласточки” было принято в результате тщательного анализа. Важными факторами, повлиявшими на выбор *PLM*-системы на “Уральских локомотивах”, стали соответствие программных продуктов *Siemens* российским стандартам ЕСКД и наличие наиболее компетентной команды внедрения *PLM*-решений в РФ. Определяющим фактором для выбора послужило то, что продукты *Siemens* охватывают наиболее перспективные направления развития в области дигитализации – системно-ориентированный подход к разработке изделий, проектирование изделия под заданную стоимость, технологии инженерного анализа и валидации требований к изделию в цифровом виде.

Благодаря слаженной работе по внедрению технологий *Siemens PLM Software*, на предприятии в кратчайшие сроки была проведена полная цифровизация производства. Менее чем за три года удалось наладить серийный выпуск электропоездов “Ласточка”, достигнув локализации производства на уровне 80%.

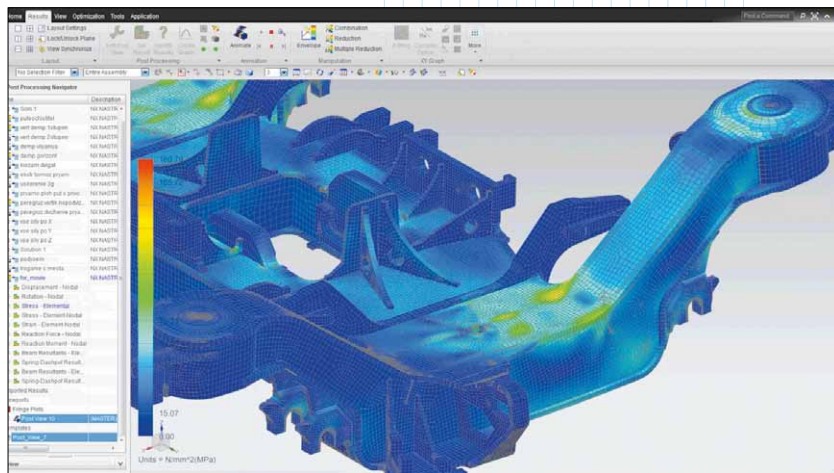
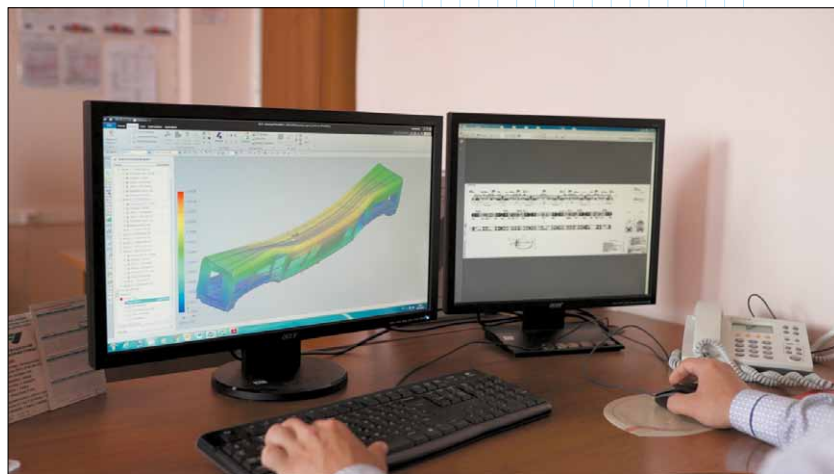
Цифровизация на предприятии началась с внедрения системы управления конструкторской документацией *Teamcenter* и системы автоматизированного проектирования *NX*. Параллельно персонал конструкторской службы предприятия должен был пройти обучение работе с этим ПО – для последующей самостоятельной разработки электропоезда “Ласточка” (на платформе *Desiro RUS*).

Внедрение информационных систем на предприятии проходило комплексно. Советом директоров было принято решение о создании корпоративной интегрированной

информационной системы “Уральских локомотивов”. В рамках интеграции ставилась задача обеспечить передачу между системой управления предприятием и *Teamcenter* электронного состава изделия с учетом изменений. Интеграция, осуществленная с помощью штатных механизмов *Teamcenter*, позволила создать единое информационное пространство для работы всех подразделений “Уральских локомотивов”, что повысило оперативность и слаженность производственных и вспомогательных служб.

Применение программных решений *Siemens PLM Software* в процессе проектирования позволило реализовать на предприятии единое управление всей конструкторской документацией, составом изделия и справочниками, осуществлять хранение документации, электронное согласование конструкторской документации с подразделениями завода, выполнять автоматизированное 3D-проектирование с созданием 2D-чертежей и спецификаций, работать с большими сборками, проводить инженерные расчеты и разработку на основе 3D-моделей управляющих программ для станков с ЧПУ.

Параллельная работа в *NX* под управлением *Teamcenter* помогла эффективно и качественно спроектировать сложные конструкции электропоезда “Ласточка” и его модификаций, избежать



ошибок на этапе подготовки конструкторской документации, выстроить автоматизированный процесс нормоконтроля.

Станция “Точный расчет”

Благодаря тесному сотрудничеству с российской командой *Siemens PLM Software*, за короткое время специалистами предприятия были освоены методики оценки прочностных и жесткостных характеристик несущих элементов конструкции, а также динамических качеств поезда на соответствие требованиям по плавности хода и комфорта пассажиров. С целью соблюдения требований по пассивной безопасности и ударопрочности проводилось виртуальное моделирование аварийных режимов столкновения электропоезда с препятствием на пути.

Система инженерных расчетов *Simcenter* позволила разработать эффективную конструкцию электропоезда “Ласточка” и локомотива в виртуальной среде, не прибегая к большому количеству испытаний.

“Благодаря системам инженерного анализа, таким как *Simcenter*, мы существенно ускорим работу инженеров, расчетчиков, инженеров-конструкторов, сокращаем работу испытателей. За максимально короткие сроки мы реализуем множество различных конструктивных вариантов, просчитываем их в виртуальной среде, не прибегая к изготовлению опытных образцов и значительно сокращая сроки проектирования, что позволяет нам оперативно разрабатывать современный подвижной состав и шагать в ногу со временем, конкурируя с достаточно сильными производителями не только у нас в государстве, но и на мировом уровне”, – поясняет **Петр Ваулин**, начальник управления проектирования механических систем департамента конструкторских разработок и исследований, “Уральские локомотивы”.

На основе цифровых подходов, реализованных в решениях *Siemens PLM Software*, в настоящее время на “Уральских локомотивах” выполняются все требования нормативов, сертификации и регламентов Таможенного союза.

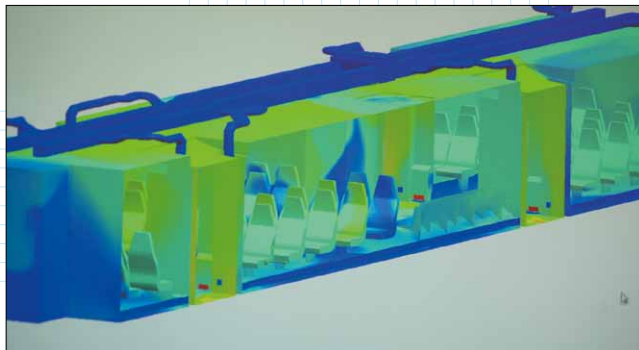
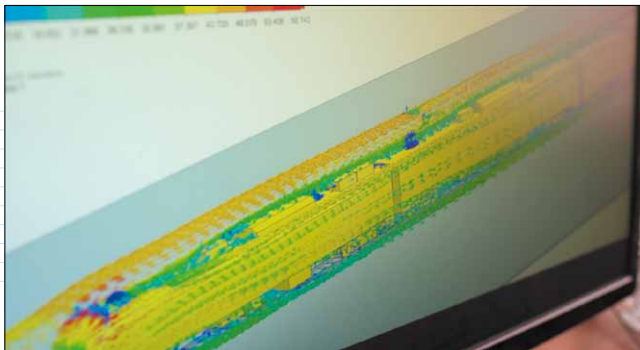
Станция “Безопасность и комфорт”

Конструкция “Ласточки” соответствует стандартам безопасности и эргономики. Детали кузова электропоезда изготавливаются из экструдированного алюминиевого профиля. Металл не подвержен коррозии, а особая конструкция панелей

обеспечивает жесткость и легкость вагона, что позволяет развивать высокую скорость. Производство деталей кузова подобного рода является инновационным для российского предприятия. Аналогично можно провести с авиационной промышленностью, но кроме как на “Уральских локомотивах” изготовление изделий такой высокой сложности из длинномерного экструдированного тянутого профиля больше в России не встречается.

Разработка технологии обработки деталей кузова на станках с ЧПУ началась с нуля. Первоначально стояла задача обработать панель стены вагона длиной 23.9 метра. Высота базирования частей стены на станке различалась на 2÷3 мм; более того, детали стены также отличались по длине на 3÷4 мм. Поскольку к панели крепятся важные компоненты салона, устанавливаются электроприборы и системы отопления, то уравнивать все части между собой, не затронув плоскую часть панели, оказалось очень важной и непростой задачей. Перед специалистами *Siemens PLM Software* и их коллегами из “Уральских локомотивов” встала необходимость адаптировать процесс фрезерования, скорректировав управляющую программу для каждого участка панели.





После измерения контрольных точек на панели и получения массива значений все данные были обработаны в модуле *NX CAM*, который сформировал УП, абсолютно адаптируемую под любые неровности поверхности. Технология адаптивной обработки модуля *NX CAM* позволяет учитывать изменившиеся условия изготовления детали относительно первоначального расчета.

Достигнув хороших результатов в обработке стены вагона, специалисты адаптировали процесс обработки для крыши и нижней части вагона, детали которых также имеют разную длину и особенности.

Изначально в Крефельде, где производились поезда модели *Desiro*, обработка деталей подобного рода осуществлялась с помощью дорогой оснастки. На «Уральских локомотивах» и по сей день используется недорогая оснастка и метод базирования, поддержанный возможностями *NX CAM*. Деталь поезда помещается на станок, и её не нужно вытягивать с высокой точностью. Вся работа по обработке выполняет станок с ЧПУ, управляющая программа для которого генерируется в модуле *NX CAM*.

Комплекс решений *Siemens PLM Software* обеспечил качественное изготовление дорогостоящих деталей электропоезда «Ласточка» с минимальными затратами на подготовку производства и полностью исключил брак. Решения на базе *NX CAM* позволили уменьшить время переналадки за счет автоматического определения

положения заготовки на станке, а симуляция работы управляющей программы в виртуальной среде сократила продолжительность внедрения на 10÷15%.

Опыт, полученный при проектировании «Ласточки», в дальнейшем был применен специалистами «Уральских локомотивов» для проектирования магистрального грузового электровоза «Гранит» (2ЭС10) с асинхронным тяговым приводом – одного из самых мощных электровозов постоянного тока для колеи 1520. Этот электровоз может тянуть составы суммарным весом свыше 9 тысяч тонн, что вдвое превышает грузоподъемность распространенных локомотивов серии ВЛ.

Следующая станция

Высокий потенциал «Уральских локомотивов», сформированная команда профессионалов и современные технологии *Siemens PLM Software* позволили создать первый российский скоростной электропоезд «Ласточка». В настоящее время он изготавливается по российским стандартам с участием российских поставщиков, а уровень локализации производства достигает 80%.

В ближайшее время на предприятии запланировано внедрение модуля системы *Teamcenter* «Управление требованиями», который поможет объединять и учитывать требования к конструкции поезда, его безопасности, экономичности, уровню шума – и оперативно менять (или создавать новую) конфигурацию изделия с учетом всех вводных. Также запланировано внедрение модуля «Управление САЕ-данными», который обеспечит эффективную координацию данных инженерного анализа, удобство поиска и повторного использования результатов, создание и управление сложной сборкой изделий.

Применение современных цифровых технологий позволяет предприятию «Уральские локомотивы» развиваться и следовать лучшим мировым практикам железнодорожного машиностроения. 