

В статье рассказывается о новых разработках, входящих в программный комплекс T-FLEX PLM компании “Топ Системы”. Кроме того, подробно рассмотрен пример использования готового решения, сформированного из модулей этого комплекса.

Импортозамещение и цифровая трансформация промышленности – с российским программным комплексом T-FLEX PLM

Алексей Плотников, руководитель отдела маркетинга и рекламы ЗАО “Топ Системы”

О новых разработках и решениях комплекса T-FLEX PLM

30 мая 2019 года в Москве состоялся ИТ-форум “Российские решения T-FLEX PLM”, на котором собрались представители различных отраслей промышленности, а компания “Топ Системы” рассказала о своих новых и перспективных разработках.

Основной темой форума стала практика импортозамещения и цифровая трансформация промышленности на основе отечественных программных решений, построенных на платформе T-FLEX PLM.

Компания “Топ Системы” уже сегодня предлагает программный PLM-комплекс, не имеющий аналогов на российском рынке. Абсолютно все системы, входящие в комплекс T-FLEX PLM, построены на единой платформе. Это уникально, так как даже у производителей PLM-систем “тяжелого класса” далеко не все составляющие построены на одной платформе – многие из них пока просто интегрированы (а это большая разница!).

На форуме были представлены новые решения и обновленные версии продуктов:

- T-FLEX Управление требованиями и конфигурациями изделий,

- T-FLEX MDM,

- T-FLEX Управление проектами и программами,

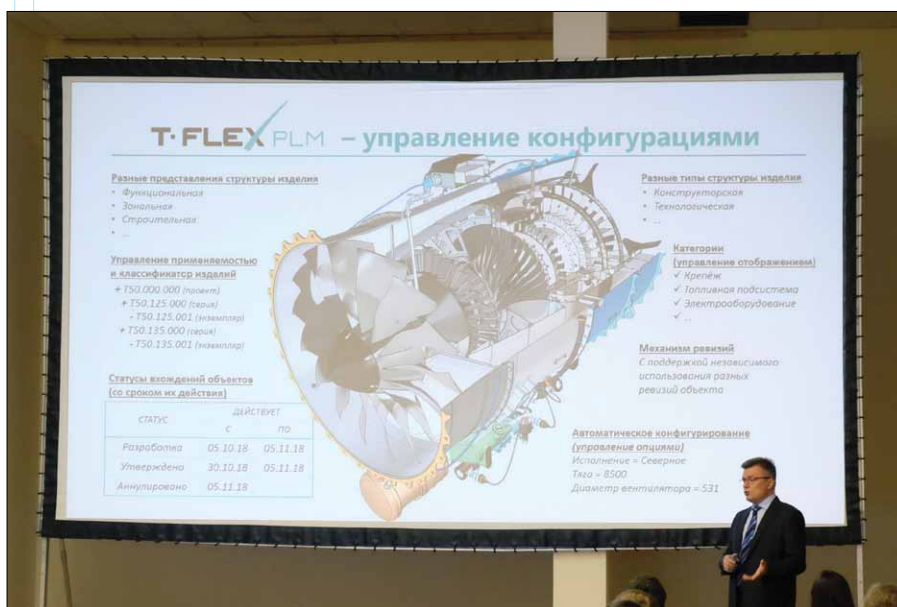
новые возможности систем T-FLEX CAD, T-FLEX Технология, T-FLEX Электротехника.

Заместитель генерального директора ЗАО “Топ Системы” по развитию PLM-технологий **И. Н. Кочан** рассказал о новых разработках, в которых управление конфигурациями



Генеральный директор компании “Топ Системы” С.А. Кураксин рассказывает о комплексе T-FLEX PLM

и требования – лишь некоторые важные аспекты создаваемой системы автоматизации и поддержки процессов проектирования сложных изделий. Параллельно с разработкой требований, на платформе T-FLEX PLM можно будет проектировать функциональную архитектуру будущего изделия.



Заместитель генерального директора ЗАО “Топ Системы” по развитию PLM-технологий И.Н. Кочан выступает с докладом “Управление требованиями и конфигурирование изделий”

Система позволяет описать функциональную схему взаимодействия компонентов будущего изделия, спроектировать его логическую структуру и определить физическую архитектуру. В дальнейшем эта модель станет основной для описания процессов, проходящих в изделии.

Совместно с ФГУП «Организация «Агат» была проведена презентация проекта по практическому внедрению на этом предприятии информационной системы управления проектами корпорации Роскосмос, построенной на основе модуля *T-FLEX Управление проектами и программами*.

Об успешном внедрении системы на предприятиях корпорации и о перспективах этой работы рассказал содокладчик от ФГУП «Организация «Агат» **Ю. В. Беликов**.

«Если год назад мы только говорили о возможности применения модуля управления проектами не только для планирования внутри предприятий, но и для целей оперативного управления и контроля исполнения контрактно-договорной работы на уровне государственных программ, то сегодня это свершившийся факт!», – подчеркнул он.

Система представляет собой комплекс взаимосвязанных многоуровневых проектов различной тематики и специфики, в совокупности формирующих целостное представление о состоянии и перспективах финансирования проектов корпорации. Это позволяет планировать и анализировать денежные потоки и сроки исполнения проектов – как в разрезе исполнения государственных программ, так и в разрезе жизненного цикла космического комплекса.

Опыт показал, что комплекс *T-FLEX PLM* полностью готов к внедрению в российских корпорациях: системы, входящие в состав *T-FLEX PLM*, демонстрируют корректную работу в рамках любой существующей инфраструктуры предприятия, успешно взаимодействуют с другими информационными системами. Комплекс может использоваться в самых разных отраслях – как на уровне отдельных предприятий, так и в качестве корпоративного решения.

T-FLEX VR

Отдельно стоит отметить работу стенда виртуальной реальности, на котором мы показали свою последнюю разработку – *T-FLEX VR*. В частности, был продемонстрирован новый механизм измерений внутри VR-модуля и другие новшества.



T-FLEX Управление проектами. Об успешном внедрении системы на предприятиях корпорации и о перспективах этой работы рассказал содокладчик от ФГУП «Организация «Агат» Ю. В. Беликов

Практический пример использования компонентов комплекса T-FLEX PLM

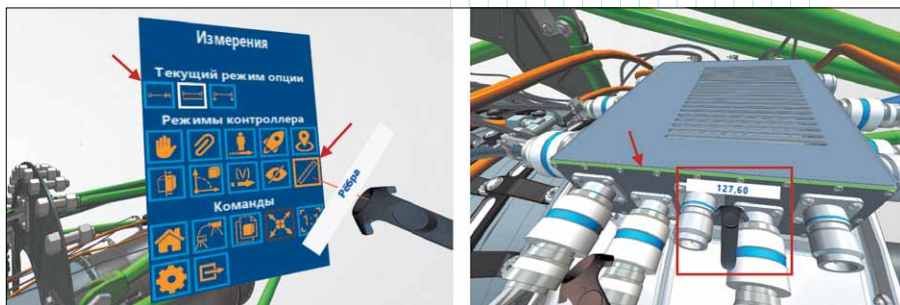
Чтобы показать, как работают некоторые из описанных выше продуктов и решений, рассмотрим практическую задачу, для решения которой будут использованы компоненты комплекса *T-FLEX PLM*.

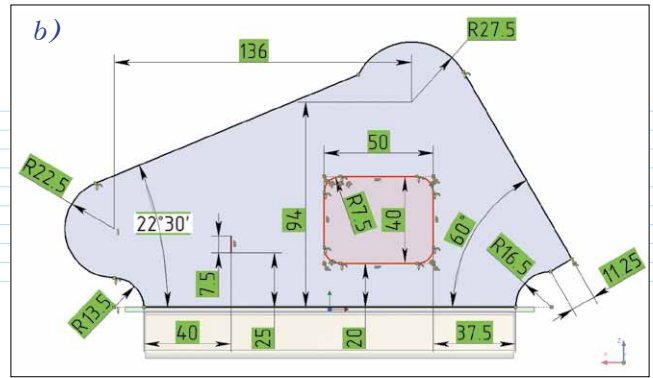
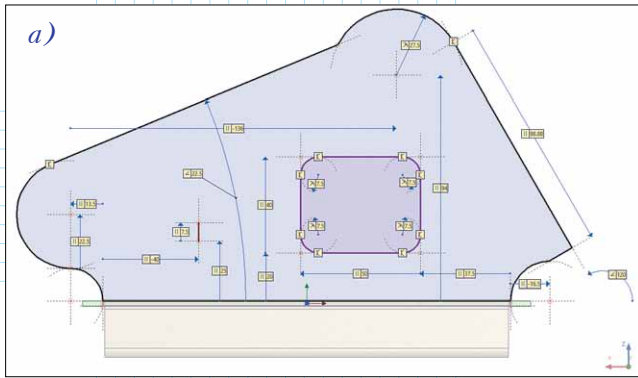
Нужно отметить, что описываемое сочетание продуктов является только одним из готовых решений, построенных на базе *T-FLEX PLM*. Компоненты комплекса могут применяться на предприятиях в различных комбинациях, что делает решение гибким и адаптируемым под изменяющиеся производственные задачи.

1. Проектирование в среде T-FLEX CAD

После выпуска версии *T-FLEX CAD 16* была опубликована серия статей об её новых возможностях, включая новый механизм параметризации, работу с большими сборками, листовым металлом и многое другое. Пришла пора собрать описанную функциональность в одном материале и показать её совместное применение.

Начнем с проектирования листовых деталей. Модуль претерпел существенные изменения, в результате чего появилась возможность решать более





Варианты параметризации в T-FLEX CAD: а) линии построения; б) эскиз с ограничениями

сложные задачи. Приведем полный перечень его основных команд и операций на текущий момент:

- Создание заготовки;
- Фланец, Контурный фланец, Отбортовка;
- Гибка, Отгиб;
- Перемычка, Подсечка;
- Преобразование твердого тела в листовую металл;
- Гибка по сечениям;
- Угол, Ребро жесткости, Вырез по нормали;
- Выштамповка;
- Разгибание, Повторная гибка;
- Развертка листовой детали;
- Таблица сгибов, обозначение линий сгиба.

Кроме того, операции из группы листового металла получили новую возможность редактирования и подбора геометрических параметров путем прозрачного редактирования с помощью манипуляторов. Такой режим позволяет визуально оценить изменения в детали, сохраняя возможность ввода точных значений параметров без входа в режим редактирования операций (вызов окна “Параметры операции”).

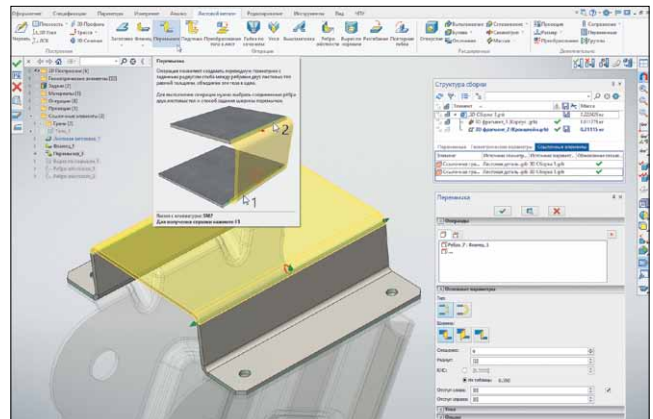
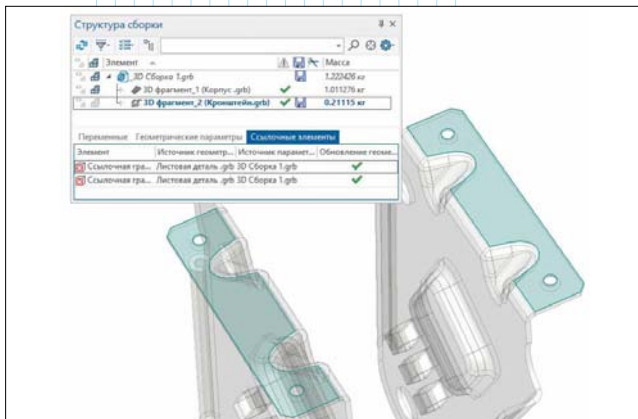
С помощью описанных операций в нашем примере были построены две листовые детали, из которых создана сборочная единица. Более сложная деталь была построена в режиме сборки “снизу-вверх”, поскольку она является базовой.

Отдельно следует сказать про операцию “Фланец по 3D-профилю”. В 16-й версии пользователь получил возможность выбирать способ

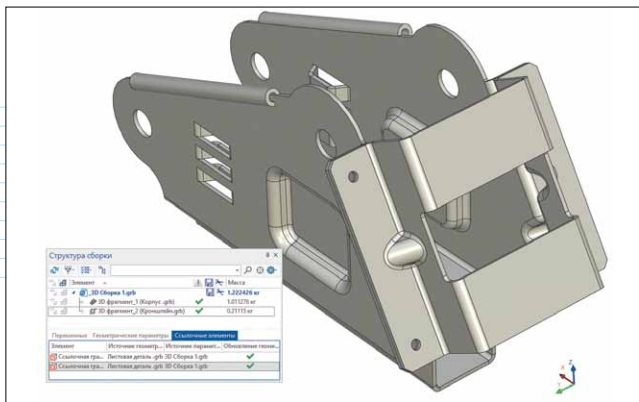
параметризации – соответственно, 3D-профиль может быть построен или по линиям построения, или по эскизу с ограничениями и управляющими размерами. Способ построения выбирается пользователем, исходя из задачи и его навыков.

В статьях о новых возможностях 16-й версии T-FLEX CAD мы много рассказывали об окне структуры сборки, ссылочных элементах, обновленной методике работы “сверху-вниз”. Теперь, на примере моделирования листовой детали покажем, как можно пользоваться перечисленными перспективными технологиями. В дополнении к этим функциям, в группе операций по работе с листовым металлом появилась операция “Перемычка”. Так вот, такую операцию очень удобно применять в режиме работы в контексте сборки (проектирование сверху-вниз), используя ссылочную геометрию в качестве опорной.

Как это работает? Сначала создаются ссылочные элементы на основе граней уже спроектированной листовой детали (деталь №1), а по ним уже строятся фланцы и перемычка между ними, объединяя два тела в одно. Геометрия построенной листовой детали (деталь №2) зависит от геометрии детали №1. Конструктор может управлять способом обновления ссылочной геометрии – вручную (по умолчанию) или автоматически при изменении родительской геометрии. Такой подход позволяет отслеживать и контролировать изменения модели через специальный объект “Ссылка” (в окне структуры сборки и окне 3D-модели).



Работа со ссылочной геометрией. Создание перемычки

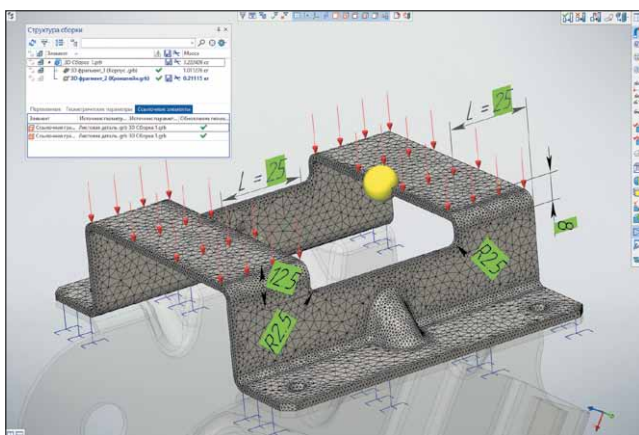


Сборка и её структура со ссылочными элементами

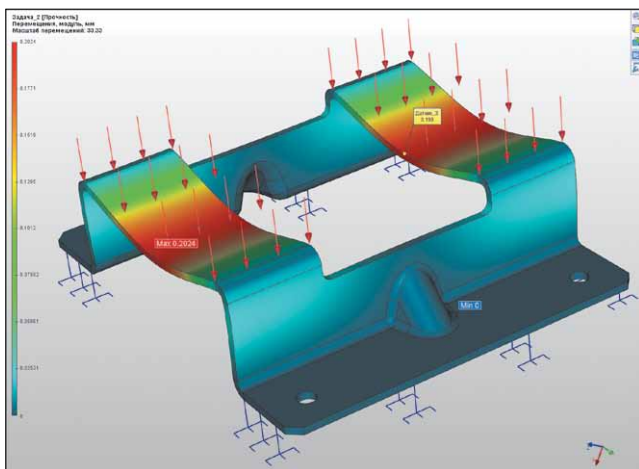
В результате построений получается вторая листовая деталь – кронштейн, – которая сопрягается с листовой деталью №1.

2. Прочностной расчет спроектированной листовой детали средствами T-FLEX Анализ

При конструировании отдельных узлов и деталей необходимо выполнять прочностные расчеты – для проверки соответствия детали



Расчет на прочность исходной листовой детали в контексте сборки. Сетка и граничные условия



Результаты расчета. Перемещения

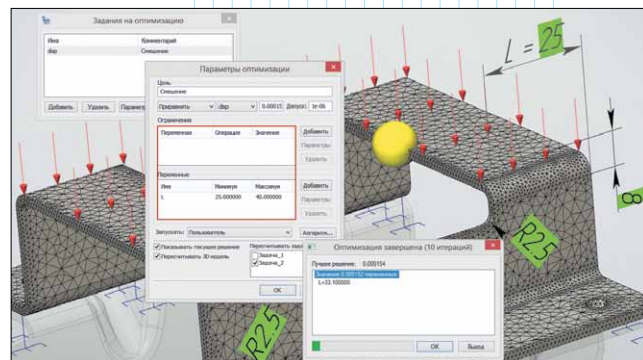
своему функциональному назначению под заданными нагрузками. С этой задачей справляется модуль *T-FLEX Анализ*, позволяющий выполнять не просто статический расчет (в данном случае), но и подвергнуть деталь циклическим нагружениям.

3. Оптимизация конструкции и повторный расчет

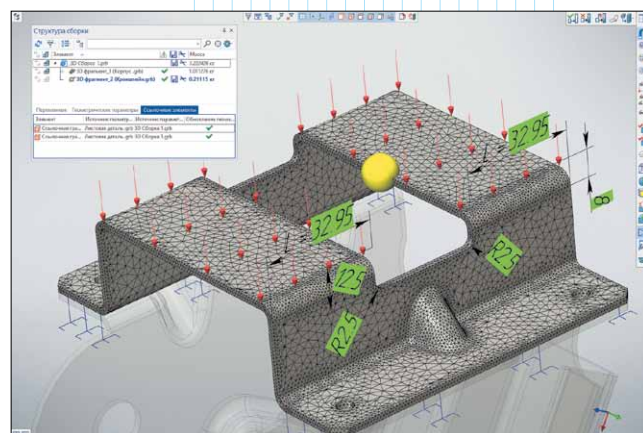
При проектировании изделия конечный результат получается далеко не сразу. В рассмотренном примере первый прочностной расчет показал чрезмерные перемещения в месте установки датчика. Чтобы перемещения соответствовали требуемому значению, был задействован встроенный в *T-FLEX CAD* модуль **оптимизации**, который позволяет автоматизировать процесс оптимизации конструкции и сократить затраты времени на подбор нужного решения.

Работает это довольно просто. В качестве исходных данных для оптимизации берутся геометрические параметры детали, которые связаны с переменными. В описываемой задаче вырез в листовой детали имеет переменную длину, и от нее зависят деформации, которые деталь испытывает под нагрузкой: чем больше вырез, тем больше деформации.

Датчик, который был создан в составе конечно-элементной задачи, показывает перемещение в указанной точке детали. Оптимизируем деталь так, чтобы перемещение в датчике соответствовало



Процесс оптимизации детали по параметру L с помощью модуля T-FLEX Анализ



Результатом оптимизации стало уменьшение выреза в детали, что повысило её прочность

заданному в оптимизационной задаче значению. То сеть, программа автоматически подберет размеры выреза в листовой детали таким образом, чтобы перемещение было равно заданному значению. Конечно, такую процедуру может выполнить и сам конструктор, вручную подбирая значения длины и запуская расчет снова и снова. Оптимизация же позволяет автоматизировать этот процесс, предоставив пользователю возможность в это время заниматься другими задачами.

Кстати, все расчеты можно выполнять в режиме контекста сборки рассчитываемой детали – это нагляднее и удобнее.

В результате оптимизации вырез на листовой детали был уменьшен. Значение перемещения, рассчитанное в датчике было уменьшено до требуемого, и, как следствие, повышена прочность детали при требуемой нагрузке. В целом полученное значение оптимизируемого параметра является расчетным, и конструктор может его изменять (например, в большую сторону – для округления значения) или принимать в качестве минимально допустимого.

4. Построение чертежа листовой детали и её развертки с таблицей сгибов

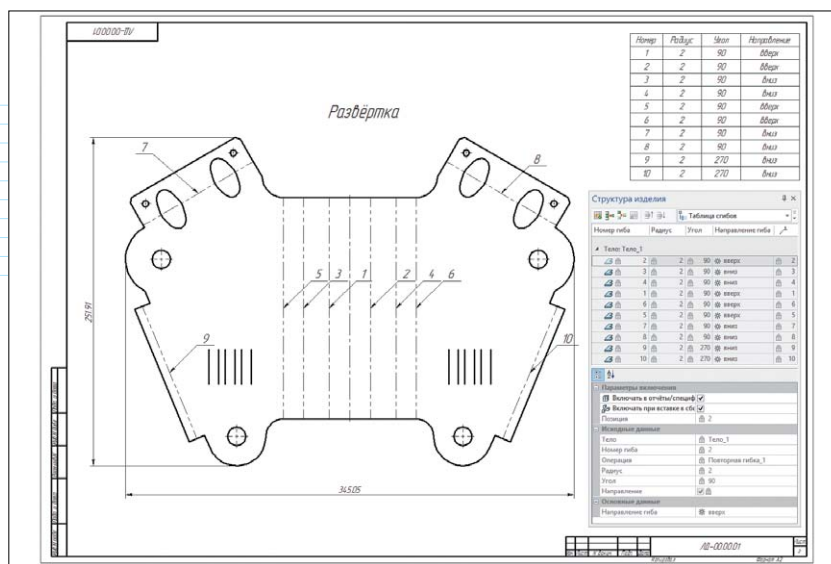
По результатам оптимизации геометрические размеры листовой детали №2 изменились; деталь №1 не оптимизировалась. Теперь можно переходить к оформлению конструкторской документации – чертежей деталей и их разверток.

Чертежи деталей строятся с помощью стандартного механизма 2D-проекции. Стоит обратить внимание на построение чертежей разверток – для этого используется специальная команда “Проекция развертки”, которая позволяет в два клика построить проекцию развертки выбранной листовой детали. А завершают оформление такого чертежа специальные команды создания таблицы сгибов и обозначения линий сгибов.

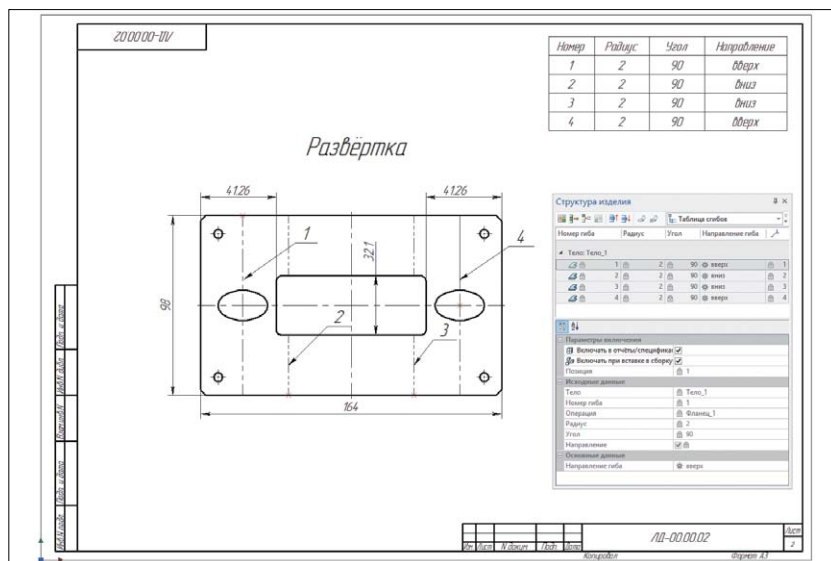
В результате мы получаем данные для выполнения раскроя, технологической подготовки и создания управляющей программы для станка с ЧПУ.

5. Раскрой листового металла – модуль T-FLEX Раскрой

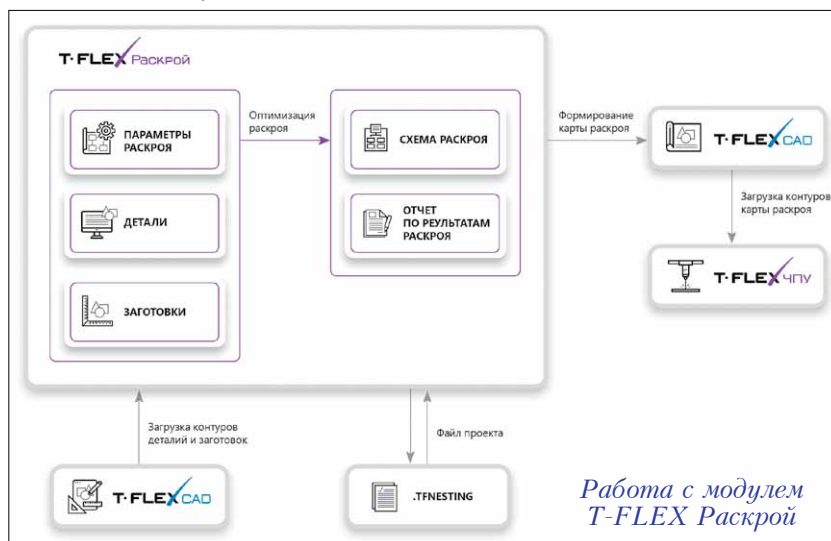
Про модуль T-FLEX Раскрой уже была написана серия статей, в



Развертка листовой детали с таблицей сгибов



Развертка листовой детали с таблицей сгибов



Работа с модулем T-FLEX Раскрой

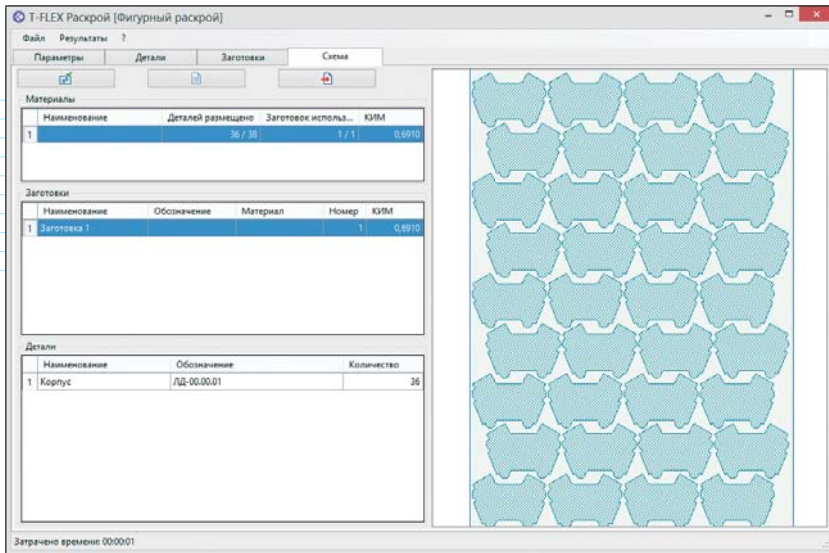
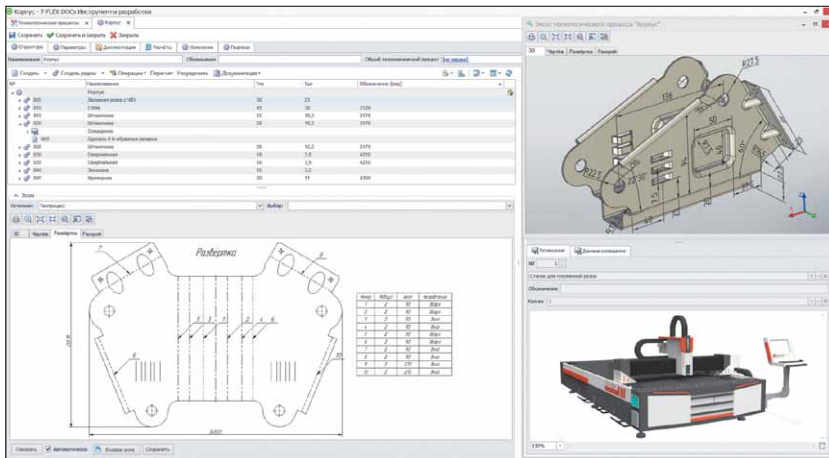


Схема раскрой листовой детали



Технологический процесс на изготовление листовой детали

которых подробно описано назначение программы и её функциональные особенности, поэтому здесь отметим лишь то, что модуль необходим для подготовки листовых деталей к производству.

Типовая схема работы вкратце такова. Создается проект раскрой. Устанавливаются параметры раскрой, выбирается деталь (рассмотрим на примере детали №1) и заготовка, после чего запускается процесс оптимизации раскрой. В приведенном примере был получен коэффициент использования материала (КИМ) = 0.691.

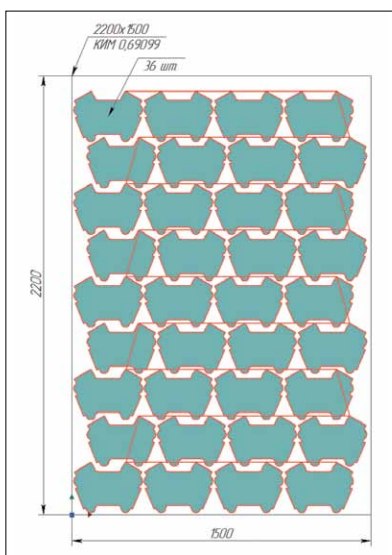
По полученной схеме раскрой в дальнейшем можно подготовить управляющую программу для станка с ЧПУ.

6. Технологическая подготовка – модуль T-FLEX Технология

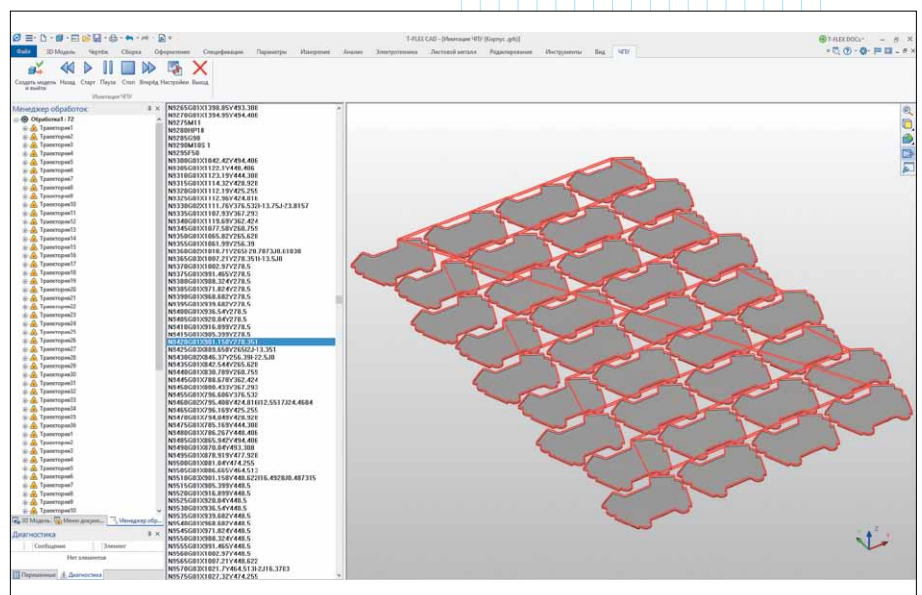
Для создания техпроцесса мы воспользовались возможностями модуля T-FLEX Технология.

В справочнике “Технологические процессы” был создан техпроцесс на листовую деталь №1 (Корпус). В этот техпроцесс добавлены технологические операции, которые отражают последовательность действий, необходимых для того, чтобы получить готовую деталь.

Для каждой технологической операции указывается оборудование, на котором производится операция, и необходимые параметры (время;



Траектории лазерной обработки, созданные средствами модуля T-FLEX ЧПУ



Имитация лазерной обработки в T-FLEX ЧПУ



T-FLEX CAD

Профессиональная конструкторская система, объединяющая в себе мощные параметрические возможности 2D и 3D-моделирования со средствами создания и оформления чертежей и конструкторской документации по ЕСКД.



T-FLEX Анализ

Интегрированная с T-FLEX CAD среда конечно-элементных расчётов для выполнения математического моделирования распространённых физических явлений и решения важных практических задач, возникающих в повседневной практике проектирования.



T-FLEX Раскрой

Программа предназначена для автоматизации раскроя листовых материалов для различных видов резки. Программа точно и быстро рассчитывает схему раскроя деталей таким образом, чтобы отходы раскраиваемого материала были минимальны.



T-FLEX ТЕХНОЛОГИЯ

Программа для технологической подготовки производства, позволяет организовать единое информационно-справочное пространство для технологов и конструкторов – состав изделия и разрабатываемые технологии сохраняются в общей базе данных.



T-FLEX ЧПУ

Программа, предназначенная для создания управляющих программ (УП) на оборудование с числовым программным управлением (ЧПУ). Программа поддерживает различные типы систем управления 2D, 2,5D, 3D и 5D, и разделена на две независимые системы T-FLEX ЧПУ 2D и T-FLEX ЧПУ 3D.

Список модулей, задействованных для реализации проекта

подразделение, в котором выполняется операция; данные об исполнителе). Для описания выполняемых действий для каждой операции создаются технологические переходы с указанием необходимого оснащения: режущий, мерительный инструмент.

7. Подготовка управляющей программы в T-FLEX ЧПУ в среде T-FLEX CAD

Итак, всё готово для подготовки производства детали.

Воспользуемся интегрированным в T-FLEX CAD приложением T-FLEX ЧПУ для получения УП, позволяющей вырезать из листа заготовки, которые в дальнейшем будут подвергнуты гибке. Для этого на основе полученной карты раскроя строим траектории лазерной обработки.

Чтобы их этих траекторий получить УП для выбранного оборудования, нам потребуется соответствующий постпроцессор (он берется из библиотеки постпроцессоров или готовится под указанную модель оборудования). Перед тем как передавать УП в цех, её следует проверить. Имитация обработки представлена на иллюстрации.

Таким образом, мы закончили проект, для реализации которого потребовались модули T-FLEX CAD, T-FLEX Анализ (Статический анализ), T-FLEX Раскрой, T-FLEX Технология и T-FLEX ЧПУ (2D-версия).

8. Импорт/экспорт данных

Следует отметить, что на любом этапе выполнения описанного проекта мы имели возможность пользоваться функциями импорта/экспорта – чтобы “забрать” данные в систему T-FLEX CAD (например, чертеж или 3D-модель/сборку вместе со структурой изделия и др.) или же чтобы передать данные в другую САПР (для расчета, раскроя, подготовки УП и пр.); последнее необходимо в случае, если на предприятии уже установлена и функционирует другая система. Такой подход демонстрирует гибкость решения T-FLEX PLM и его способность встраиваться в существующую ИТ-структуру предприятия.

Конференция “Созвездие САПР”

В период со 2-го по 4-е октября компания “Топ Системы” будет проводить ежегодную конференцию “Созвездие САПР”.

Приезжайте и познакомьтесь с комплексом программных решений T-FLEX PLM!

Мы продемонстрируем новые версии систем комплекса T-FLEX PLM и расскажем, какие задачи они решают. Поделитесь реальным опытом и примерами внедрения T-FLEX PLM на российских предприятиях.

Подробнее о конференции и условиях участия см. на сайте www.tfex.ru