

**КОЛЛАБОРАТИВНАЯ РАБОТА «КОНСТРУКТОР–ТЕХНОЛОГ–
ПРОИЗВОДСТВО» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ 3D-МОДЕЛЕЙ
В КОНЦЕПЦИИ ИНДУСТРИЯ 4.0**

Н. В. Грудина

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

И. А. Кольцова

*Научно-технический центр комбайностроения ОАО «Гомсельмаш»,
г. Гомель, Республика Беларусь;*

Научный руководитель А. С. Шантыко

В соответствии с государственной политикой цифровизации в Республике Беларусь и концепцией Индустрия 4.0, требованиями постоянного повышения качества выпускаемой продукции приоритетность использования 3D-моделей в жизненном цикле изделия приобретает первостепенную значимость.

Сегодня в ОАО «Гомсельмаш» 3D-модели с заполненными атрибутами востребованы на этапах всех жизненного цикла изделия (ЖЦИ), которые взаимосвязаны между собой: маркетинг, проектирование, технологическая подготовка производства, производство, реализация, эксплуатация, ремонт и обслуживание, утилизация.

Сегодня 3D-модель необходима всем специалистам ОАО «Гомсельмаш», задействованным в жизненном цикле изделия. В соответствии с требованиями современных ТНПА ГОСТ 2.052–2015 «ЕСКД. Электронная модель изделия», ГОСТ 2.102–2013 «ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов» – документы, содержащие электронную геометрическую модель детали и требования к ее изготовлению и контролю [1], [2]. В настоящее время в НТЦК уже 100 % проектируемых изделий разрабатываются с использованием 3D-моделей. Все конструкторские подразделения работают с единым программным средством – Creo Parametric версии 4. Данные сохраняются в едином информационном пространстве в системе управления жизненным циклом изделия PDM Windchill.

3D-модель создается (модифицируется) проектировщиками (конструкторами) Научно-технического центра (далее – НТЦК) ОАО «Гомсельмаш» на этапе проектирования. Проектировщики определяют геометрию, размеры, профили, поперечные сечения, материалы, типы соединения 3D-модели. Конструктор выполняет разработку, модификацию 3D-моделей и чертежей; выполняет инженерные расчеты на базе 3D-моделей, проводит виртуальные и натурных испытаний с использованием 3D-моделей; выполняет конструкторские изменения с учетом версий 3D-моделей; проводит бизнес процессы электронного согласования 3D-моделей, чертежей; согласование извещений на изменение.

3D-модель является единым источником информации для ассоциативно связанных чертежей и конструкторской документации, конструкторских спецификаций и для станков с ЧПУ, нужна именно актуальная 3D-модель.

Проектирование сельскохозяйственной техники состоит до 45 % из деталей (3D-моделей), изготовленных из листового материала (лист, полоса). На предприятии реализована программа для автоматизированного проектирования 3D-моделей из листового металла в Creo (модуль Sheet Metal). Работа конструктора и технолога связаны. 3D-модели, разработанные конструктором, технологи используют для технологической проработки, для построения развертки и составления программ для ЧПУ. Для взаимодействия конструктора и технологов подписано, согласовано

распоряжение «Об организации совместной работы с листовыми деталями в системе Windchill во взаимодействии с Creo». Данное распоряжение регламентирует действия подразделений для ускорения технологической подготовки производства, улучшения качества и технологичности изделий на этапе проектирования и производства, совершенствования информационного обмена электронными моделями деталей и сборочных единиц (далее – ДСЕ) между НТЦК и технологическими службами ОАО «Гомсельмаш» на базе средств, предоставляемых системой управления данными об изделии PDM Windchill с учетом имеющихся в наличии для проектирования и производства листовых деталей современных программных средств и технологического оборудования с числовым программным управлением, дальнейшего эффективного использования Windchill во взаимодействии с Creo, продвижения стратегии Индустрии 4.0 в ОАО «Гомсельмаш», повышения качества через снижение количества несоответствий.

Согласно данному документу, конструкторы (проектировщики) выполняют проектирование 3D-моделей деталей из листовых материалов с использованием модуля Sheet Metal в Creo и таблицы гибки, согласованной с управлением главного технолога (далее-УГТ). Сохраняют 3D-модели в Windchill.

Для модели важны правильно заполненные атрибуты (параметры). В НТЦК для работы с моделями разработаны СТП 325-683–2017 «Требования к электронной структуре изделия. Описание процессов разработки электронного изделия», ИН 325-2111–2017 «Инструкция. Методика трехмерного проектирования с использованием программных средств Creo, Windchill» [3]–[6].

Конструктор при создании 3D-модели вводит атрибуты: обозначение (уникальное); наименование; первичная применяемость; материал; таблицы допусков в Creo; таблицу гибки (гиба) в Creo, назначает материал. Наименование материала выбирают из библиотеки в Windchill, созданной и поддерживаемой в актуальном состоянии «Администраторами библиотеки» в соответствии с ТНПА (СТП 325-683–2017 «Требования к электронной структуре изделия. Описание процессов разработки электронного изделия», ГОСТ 2.056-2014 «Единая система конструкторской документации. Электронная модель детали», СТП 310-036–2014 «Сортамент металлопроката»). Конструкторы проверяют плотность на 3D-моделях для правильного расчета массы ДСЕ.

Для определения геометрии детали конструкторы проставляют на 3D-модели или на чертеже (рис. 1), ассоциативно связанном с 3D-моделью [3]–[6]:

- размеры, в том числе – все размеры с несимметричными допусками;
- данные о предельных отклонениях (допуски, посадки);
- геометрические допуски; базы; шероховатость поверхности;
- вырезы (выкуски), влияющие на конструкцию (должны быть указаны в чертеже с размерами);
- технические требования и текстовые атрибуты (аннотации) и т. п.

Конструктор выполняет проверку 3D-модели модулем Model Check в Creo. При работе с моделью, автоматически при ее сохранении, модуль Model Check в Creo проверяет модель на соответствие установленных требований и, при наличии несоответствий, выдает об этом сообщение. Разработчик перед сохранением модели должен устранить все выявленные данным модулем несоответствия.

Конструкторы выполняют валидацию 3D-модели командами Creo «Модель» «Разгиб»/«Повторный гиб», за исключением плоских деталей. И располагают команды Creo «модель» «Разгиб»/«Повторный гиб» последними в «Дереве моделей». При правильном построении 3D-модели развертка получается автоматически [6].

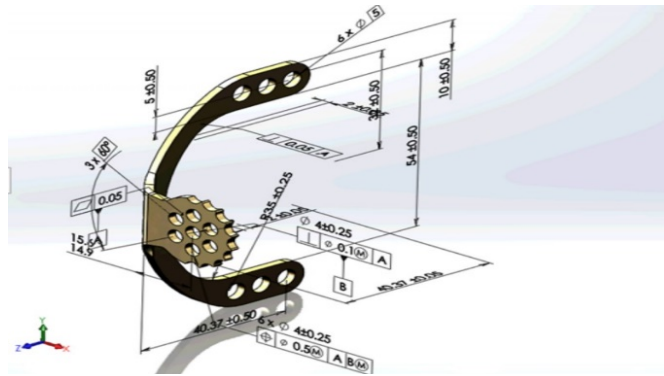


Рис. 1. Пример выполнения 3D-модели

Конструктор проверяет листовые модели командой Creo «Контроль геометрии» – это метод, которым Creo информирует о потенциальных проблемах регенерации или геометрии в 3D-модели.

В соответствии со стадией проектирования конструкторы выполняют «Бизнес-процесс электронного согласования (утверждения)» в Windchill для перевода 3D-моделей, составных частей, чертежей в состояние «Выпущено». Результатом согласования является 3D-модель, составная часть, чертеж в состоянии «Выпущено». Версия, итерация чертежа учитываются.

Согласно использованию актуальных 3D-моделей и взаимодействию конструктор-технолог уменьшает время на технологическую подготовку производства. Предоставлена возможность технологам анализировать 3D-модели еще при стадии проектирования.

Технологи УГТ получают доступ на контекст в Windchill и выполняют технологическую подготовку производства для 3D-моделей, переведенных в состояние «Выпущено».

Раньше, по старым технологиям, технологи УГТ перечерчивали заново модели. Часто еще встречается для использования моделей для инженерного анализа, технологической подготовки, обработки ЧПУ выполняется повторное моделирование по чертежам для загрузки информации в цифровую систему у станка.

Работа в смежных подразделениях может сократиться за счет исключения двойного ввода информации (перечерчивания чертежей). Таким образом, эффект от внедрения PDM может прослеживаться не в отдельном подразделении, а заключаться в сокращении всей цепочки конструкторско-технологической подготовки производства в единой информационной среде.

3D-модель, ее качество, актуальность данных остается на ответственности, компетенции конструктора, а для производства, для станков с ЧПУ нужна именно актуальная 3D-модель.

Технологи самостоятельно реализуют имеющуюся в 3D-модели операцию развертки модулем Sheet Metal и используют ее при технологической проработке листовых деталей. Технологи получили развертку, далее происходит разработка программы для лазера с ЧПУ.

В подразделении «207-Экспериментальное производство» ОАО «Гомсельмаш» технологи и мастера, начальники участков, могут находить по «Обозначению» 3D-модели в браузере в Windchill и визуализировать 3D-модели на мониторе персонального компьютера. Персональные компьютеры в корпоративной, внутриводской сети, расположены в «кабинах мастеров».

Вместе с тем на данный момент 3D-модели еще не являются главным источником информации об изделии в ОАО «Гомсельмаш». Несмотря на то что конструкторы проектируют свои изделия в виде 3D, в итоге на их основе выпускают конструкторскую документацию – традиционно бумажные чертежи, которые в дальнейшем и являются основным источником информации, в том числе и в производстве.

В настоящий момент нельзя отказаться от чертежей (бумажных носителей) в рамках ОАО «Гомсельмаш». На базе 3D-модели конструктор генерирует ассоциативный чертеж листовых детали. Сохраняет чертежи в Windchill.

Современный ГОСТ 2.052–2015 «Единая система конструкторской документации. Электронная модель изделия. Общие положения» допускает в технических требованиях чертежа и (или) в атрибуте модели приводить запись по типу «неуказанные размеры согласно 3D-модели АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ» [2], т. е. на чертеже получается ссылка на 3D-модель.

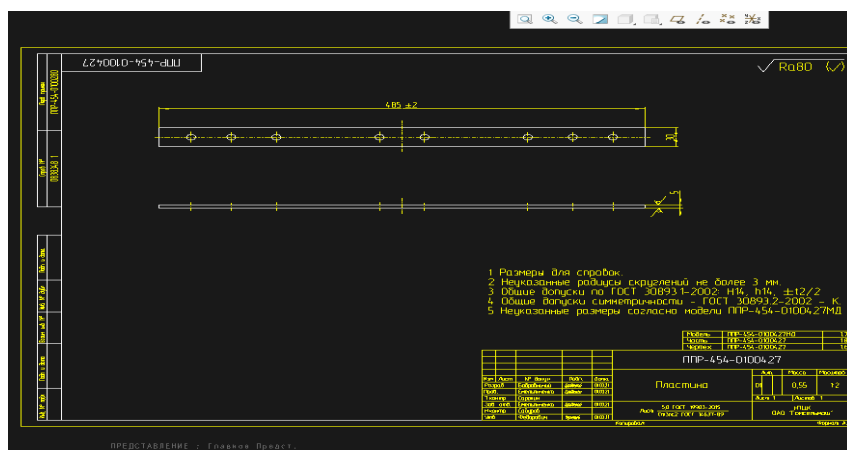


Рис. 2. Чертеж, выполненный в Creo, с указанием ссылки на 3D-модель в технических требованиях чертежа

Сейчас никто не отрицает важность и необходимость применения трехмерного моделирования. Когда же речь заходит о придании трехмерным 3D-моделям легитимного (законного) статуса, выясняется, что внедрение 3D-моделирования совместно с чертежами значительно увеличивает объем документооборота (это и согласование, и необходимость учета документов, необходимость внесения изменений и в чертеж, и в модель и т. д.). Поэтому данная методология проходила бы легче при упрощении чертежей, с возможным переходом на бесчертежную технологию, по крайней мере, на некоторых этапах жизненного цикла изделия [9].

Литература

1. Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов : ГОСТ 2.102–2013.
2. Единая система конструкторской документации. Электронная модель изделия : ГОСТ 2.052–2015.
3. Единая система конструкторской документации. Электронная модель детали : ГОСТ 2.056–2014.
4. Требования к электронной структуре изделия. Описание процессов разработки электронного изделия : СПП 325-683–2017.
5. Инструкция. Методика трехмерного проектирования с использованием программных средств Creo, Windchill : ИН 325-2111–2017.

6. Об организации совместной работы с листовыми деталями в системе Windchill во взаимодействии с Creo Parametric и регламент по организации совместной работы НТЦК и УГТ по листовым деталям : Распоряжение от 14.11.2018. – № 295.
7. Режим доступа: <https://pavel-samuta.livejournal.com>.
8. 3D-модель как основной источник данных при организации совместной работы при проектировании, технологической подготовке производства, изготовлении, эксплуатации / И. А. Кольцова [и др.].

ОСОБЕННОСТИ ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ АНАТОМИЧЕСКИХ СТРУКТУР ЧЕЛОВЕКА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ В ОРТОПЕДИИ И НЕЙРОХИРУРГИИ

Е. В. Ковалев

Учреждение «Гомельская областная клиническая больница»

Д. А. Довгало, А. В. Ковалевич, С. В. Стельмашонок

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научные руководители: С. И. Кириленко, И. Н. Степанкин

Использование современных информационных технологий в сферах деятельности человека является неотъемлемой частью прогрессивного развития сегодняшней техносферы. Конструкторское сопровождение медицинских технологий – залог успешного внедрения 3D-моделирования в хирургическое лечение пациентов, в области ортопедии и нейрохирургии.

Применение компьютерной графики и последующей процедуры 3D-прототипирования костных структур позволяет существенно детализировать объекты планируемого оперативного вмешательства и на стадии предоперационной подготовки тщательно проработать стратегию хирургических манипуляций, и при необходимости подготовить имплантируемые элементы.

Предоперационное планирование заключается в том, что перед каждым хирургическим вмешательством операционная бригада планирует ход операции и готовится к возможным осложнениям, которые могут возникнуть в ходе нее. В этом им помогают напечатанные 3D-модели. Трехмерные модели позволяют выполнить симуляционный тренинг, подобрать размер имплантата и различных удерживающих устройств.

Печать трехмерных моделей является достаточно тривиальной задачей, которая технически реализуется термоэкструзионными принтерами на основе соответствующих компьютерных файлов. Основной задачей при получении модели ортопедического объекта является точное воспроизведение костных и других анатомических структур на основании преобразования файлов DICOM, полученных в процессе компьютерной томографии (КТ) [1].

В статье приведены примеры быстрой конверсии КТ-сканов в готовые модели для трехмерной печати. Для преобразования использована программа «3D Slicer», которая находится в свободном доступе для всех пользователей [слисер]. Программа графического редактора «Meshmixer» обеспечивает оптимизацию модели за счет уменьшения полигонов и «скульптинга», т. е. удаление неровностей, сглаживание поверхностей [миксер].