Автоматизация проектирования изделий машиностроения в *nanoCAD Mexaника*

С.В. Комаров, главный конструктор

Практически все предприятия машиностроения — от крупных фирм до малого бизнеса — сегодня пользуются теми или иными программными продуктами категории САПР. Чертежные доски, "кульманы" и другие, до недавнего времени обязательные атрибуты инженера-конструктора, остались в прошлом.

Первые программы для конструкторов позволяли автоматизировать лишь процесс черчения, так как заменяли только "кульман", резинку и чертежные инструменты. Сам процесс проектирования ничем не отличался от проектирования на бумаге: прочерчивались двухмерные изображения деталей, подузлов, сборочных единиц, из которых формировался комплект конструкторской документации (КД) на изделие.

В последнее время САПР, по-настоящему став системой, может поддерживать многие рабочие процессы, начиная с разработки трехмерных моделей, на основании которых затем оформляются комплекты конструкторской, технологической и другой документации, а также организуется документооборот.

Разработчики, проектные организации, использующие программное обеспечение для автоматизации проектирования с момента появления первых подобных программ на рынке, как правило, начинали работать на различных версиях AutoCAD как самого распространенного продукта. Сейчас же ассортимент этого ΠO просто огромен.

У организаций, давно занимающихся проектированием, разработкой и изготовлением изделий, все эти процессы налажены, но, с течением времени, они нуждаются в усовершенствовании. Переходить на новое ПО сложно как с технической и организационной точек зрения, так и с финансовой.

Перед руководством организаций, только планирующих заниматься этой деятельностью, одним из первых встает вопрос: как определиться и оптимально организовать работы своих подразделений в этом направлении? Здесь нет и не может быть однозначного ответа.

Всё зависит, в первую очередь, от финансовых возможностей на старте. Кроме того, следует предусмотреть возможность последующего усовершенствования принятой и уже действующей в организации системы. Немаловажное значение имеет и возможность

обмена документами, файлами с заказчиками, существующими и потенциальными подрядчиками, субподрядчиками.

Необходимо учесть и то, что если предполагается работать, например, с госучреждениями, то здесь следует выполнять требования Постановления Правительства РФ от 16 ноября 2015 г. № 1236 "Об установлении запрета на допуск иностранного программного обеспечения при закупках для государственных и муниципальных нужд".

К сожалению, о полном импортозамещении говорить пока еще рано. По крайней мере, до тех пор, пока не будет разработана российская операционная система.

А вот успехи в разработке отечественных CAD-программ у наших разработчиков есть. Примером могут служить такие системы, как КОМПАС и nanoCAD.

Рассмотрим процесс проектирования с помощью *папоСAD Механика* и разработки КД на примере транспортера для пищевой или медицинской промышленности.

Как известно, проектирование начинается с технического задания **(ТЗ)**, пример которого приведен в табл. 1.

Обозначение КД на транспортер (обозначение спецификации как основного КД) присваивается, например, в соответствии с Общероссийским классификатором изделий и конструкторских документов ЕСКД (ОК 012-93):

АБВГ.102415.001,

где **АБВГ** – четырехзначный буквенный код организации-разработчика КД;

- **10** класс "Оборудование упаковочное и продовольственное";
- **2** подкласс "Оборудование механической обработки, сортирования, тепловой, химической, химико-биологической обработки, ..., увлажнения, санитарной обработки";
- **4** группа "Оборудование и устройства подачи, перемещения, ориентирования, разделения и соединения потоков разделки, ...";

Табл. 1. Фрагмент ТЗ на разработку транспортера

– Транспортер предназначен для перемещения пустой и наполненной тары		
в пищевом производстве или медицинской промышленности.		
– Регулирование скорости цепи транспортера – частотным преобразователем		
– Высота загрузки и выгрузки продукта, Н, мм	1200±50	
– Длина транспортера, L, мм		
 Скорость транспортировки продукта, v, м/мин 		
 Ширина транспортерной цепи, Вц, мм 	82.5	
– Максимальная распределенная нагрузка, <i>Ртах</i> , кг, не более	85	

Намософт УТВЕРЖДАЮ Гламнай конструктор ———————————————————————————————————	Содержаване 1 Исходиле даниме 2 Расчет	Расчет основных параметров транспортера АБВГ.102415.001 для транспортировки пустой и каполяенной тары в пишеном производстве. 1 Исходизые данные Высота загругам и выпуркам продукта, <i>H</i> , мм 1200450 Дливи транспортера, <i>L</i> , мм 1200
	2.6.1 Предворительный подбор мотор-редуктора	7,000
	2.6.2 Проверка возможности регулировки диапазона скорости транспортировки продукта 7	Скорость транспортировки продукта, v, м/мин 20#5
ТРАНСПОРТЕР		Ширина транспортерной цепи, B ₄ , мм 82,5
Pacчet		Максимальная распределенная нагрузка, P _{nat} , кг, не более 85
AБBΓ.102415.001 PP		
-		2 Расчет
		2 Tactel
Ведуший изваемер-конструктор		2.1 Подбор цени и профили направляющих цени транспортера Учитывая условия эксплуатации транспортера, должна быть применения цень из материалов, повъющих соответствующие разрешения для применения в пишевом производстве. Привовления: День SSB315-3.25IN (10068958) Rexmerd, повезощую следующие параметры: — Материал (SSB315) — Аустепитика промовинелевая неразвезощия сталь со свойствами, заизнотичными эметриалу 1876, облазающия хорошей химической стойкостью. Рекомендовам для использования в химической провышенности; — Шпривы вения – 82,5 вы; — Шат – 36,1 выс. — Максимальная нагрумка — 2900 Н; — Вес (поговного метра) — 2,61 кг/м.
	2	3

Рис. 1. Пример оформления расчета

1 – подгруппа "Оборудование и устройства подачи, перемещения";

5 – вид "Створчатые, ременные, цепные";

001 – порядковый регистрационный номер изделия в пределах кода организации-разработчика.

Далее производится расчет основных параметров транспортера для последующего подбора и заказа покупных комплектующих изделий.

Это подбор цепи и её направляющих, ведущей звездочки, холостого барабана, поддерживающих роликов, определение межосевого расстояния и длины цепи, номинальной частоты вращения

ведущего вала и определение минимального значения крутящего момента на нём.

На основании полученных данных подбираются элементы привода, в том числе мотор-редуктор, и производится проверка обеспечения регулировки частоты вращения ведущего вала с помощью частотного регулятора.

Выполненный расчет оформляется с помощью текстового редактора (например, *Microsoft Word*) в соответствии с требованиями ЕСКД и включается в комплект документации под тем же обозначением, что и транспортер с добавлением кода "PP" – Расчеты (рис. 1).

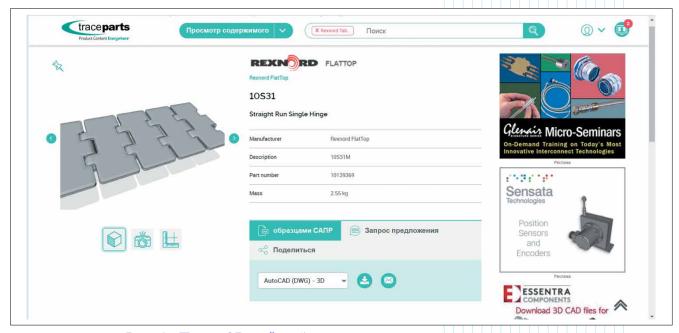


Рис. 2. Поиск 3D-моделей основных элементов транспортера

Функционально транспортер можно разделить на три секции:

- ведущую, включающую в себя привод (мотор-редуктор), ведущий вал с установленной на нём звездочкой;
- промежуточную, за счет которой обеспечивается необходимая длина транспортера;
- направляющую с холостым (направляющим) барабаном.

Здесь следует отметить, что цепи типа SSB815-3.25IN (10068058) Rexnord и аналогичные не нуждаются в натяжных устройствах. Это, в свою очередь, значительно упрощает конструкцию транспортера и повышает его надежность.

Для ускорения процесса 3D-моделирования следует иметь в виду, что у многих поставщиков приводной техники, фурнитуры и т.п., есть готовые геометрические модели их изделий, размещаемые на сайтах (рис. 2) либо предоставляемые по запросу. Это стоит учитывать как при подборе изделий, так и выборе поставщиков.

Так, можно попробовать найти аналог нужной модели, отличающийся, например, только материалом. Если же найти готовую 3D-модель не удается, можно попробовать найти необходимую информацию в каталоге поставщика (рис. 3) или запросить у него чертеж с указанием габаритных и присоединительных размеров, по которым с помощью имеющихся программных инструментов можно будет создать модель.

Кроме того, у системы папоСАD Механика имеется собственная библиотека, доступ к которой осуществляется на вкладке "База элементов". Это не только стандартные крепежные изделия и профили, но и всевозможные материалы, электродвигатели, элементы химического машиностроения и многое другое.

В соответствии с данными, полученными при расчете основных параметров,

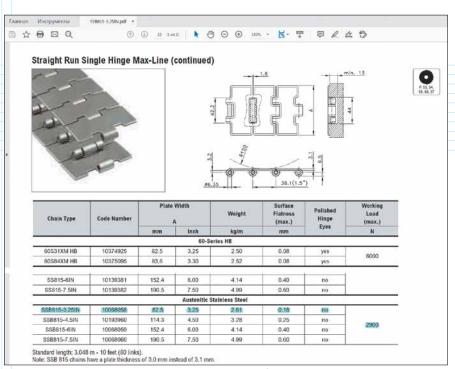
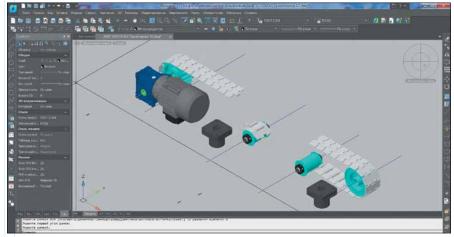


Рис. 3. Пример информации о покупном изделии в каталоге поставщика



Puc. 4. Размещение 3D-моделей основных элементов транспортера

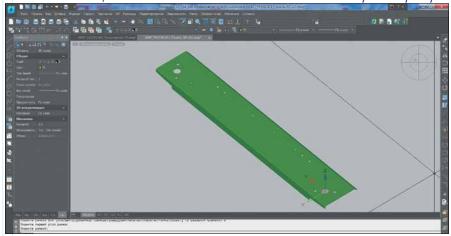


Рис. 5. 3D-модель панели АБВГ. 745346.001 транспортера

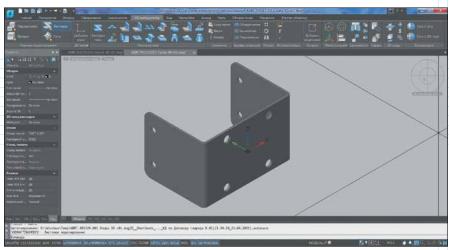


Рис. 6. 3D-модель скобы АБВГ.745312.001

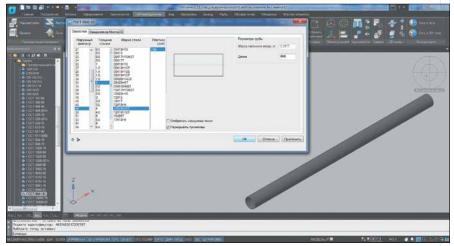
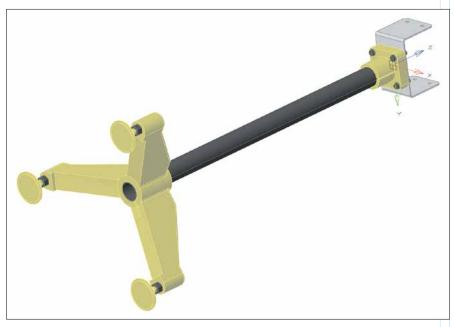


Рис. 7. 3D-модель стойки АБВГ. 723111.002



Puc. 8. 3D-модель опоры АБВГ.301329.001

3D-модели комплектующих транспортера располагаются в пространстве модели, как по-казано на рис. 4.

Согласно ТЗ, длина транспортера составляет менее двух метров, поэтому в данном случае каждую его панель (боковину) можно изготовить по длине из одного листа металла, не разбивая на отдельные секции. Для обеспечения унификации обе панели можно выполнить симметричными (рис. 5).

Создавать 3D-модели деталей из листового материала в nanoCAD Механика можно несколькими способами:

- создав параметрический 2D-эскиз (3D-\2D-Эскиз\Добавить плоский эскиз) с последующим "выдавливанием" полученного сечения на нужную длину;
- предварительно создав параметрический 2*D*-эскиз, из которого создать листовое тело (3*D* Листовые тела).

Аналогично создаются и модели других деталей из листа— например, скобы АБВГ.745312.001 для крепления опоры транспортера (рис. 6).

Для получения 3D-моделей деталей "БЧ" — например, стойки АБВГ.723111.002 опоры транспортера, представляющей собой отрезок трубы по ГОСТ 9941 из стали 12X18H10T диаметром 48 мм с толщиной стенки 2 мм и длиной 860 мм — можно воспользоваться библиотекой образцов папоСАD Механика (вкладка "База элементов"), как показано на рис. 7.

Эта деталь не имеет чертежа, но 3D-модель её сохраняется в виде отдельного файла.

Используя 3D-модели покупных изделий, полученных от поставщиков, и оригинальных деталей, как было описано выше, легко собрать 3D-модель сборочной единицы, например, опоры АБВГ.301329.001 (рис. 8), и оформить сборочный чертеж со спецификацией (рис. 9).

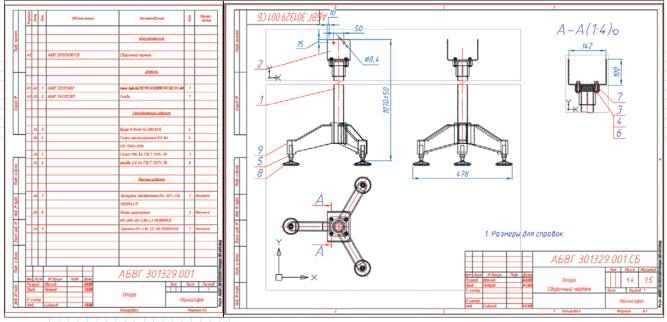


Рис. 9. Сборочный чертеж опоры АБВГ.301329.001 со спецификацией

Для облегчения стыковки транспортеров боковыми сторонами между собой и/или с другим оборудованием при эксплуатации, подшипниковый узел с противоположной от привода стороны можно расположить внутри корпуса, как показано на рис. 10.

Выбранный направляющий (холостой) барабан позволяет установку не на валу, а на оси, жестко закрепленной между панелями транспортера. Это дает возможность исключить два подшипниковых узла на входе транспортера. Одновременно ось выполняет функцию распорки, обеспечивая заданное расстояние между панелями.

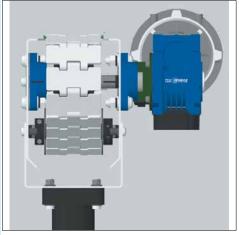
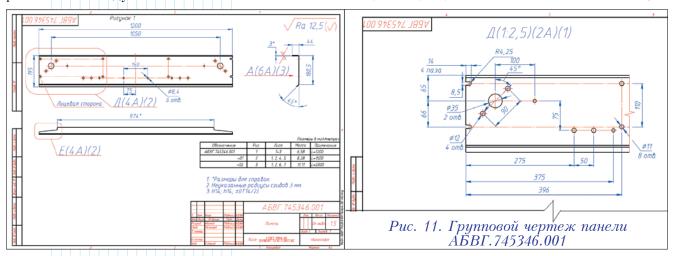


Рис. 10. Расположение подшипниковых узлов и панелей АБВГ.745346.001 транспортера

Жесткость панелей обеспечивается отбортовками сверху (под прямым углом) и снизу (под углом 45° для обеспечения стока воды в процессе мойки и после нее при эксплуатации).

Для создания в дальнейшем на базе проектируемого изделия линейки транспортеров по длине (например, длиной 1200, 1500 и 2000 мм) чертеж панели АБВГ.745346.001 можно выполнить групповым, как показано на рис. 11.

Проектирование 3D-моделей ведущего вала и оси направляющего барабана выполняется с помощью



имеющихся инструментов на вкладке меню "Валы" (рис. 12).

Оформление чертежей с помощью инструментов на вкладке "Форматы" производится в том же файле, что и *3D*-модель, в пространстве листа. Пример оформления чертежа вала АБВГ.715433.001 показан на рис. 13.

После создания 3D-моделей оригинальных составляющих частей и покупных комплектующих изделий, оформляется непосредственно 3D-модель транспортера (рис. 14).

Используя инструменты на панели "Форматы" и "Спецификация", оформляется конструкторская документация на транспортер (рис. 15).

nanoCAD Meханика + TechnologiCS

Еще более расширить возможности системы автоматизированного проектирования можно с помощью совместного использования рассмотренного выше программного обеспечения nanoCAD Mexanuka в комплексе со специализированной информационной системой TechnologiCS. Это тоже российский программный продукт, позволяющий обеспечить непрерывную информационную поддержку основных

бизнес-процессов предприятия, таких как документооборот, конструкторско-технологическая

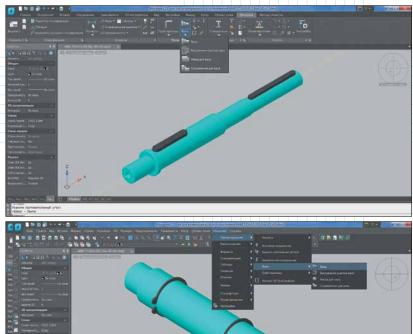


Рис. 12. 3D-модели вала АБВГ.715433.001 и оси АБВГ.715633.001

подготовка, планирование производства и др. в течение жизненного цикла изделий.

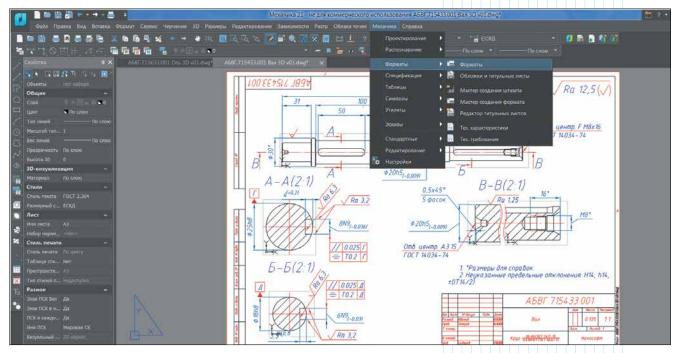


Рис. 13. Оформление чертежа вала АБВГ.715433.001



Рис. 14. 3D-модель транспортера АБВГ.102415.001

Приэтоминформация об изделиях, материалах, в том числе и покупных, может быть занесена в базу данных *TechnologiCS* – как вручную, так и автоматически при импорте состава изделия

(спецификации) из CAD-программ, в том числе и из $nanoCAD\ Mexahuku$.

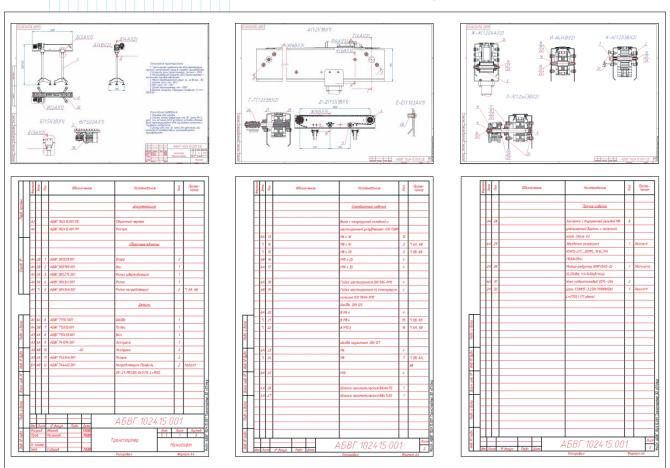
Использование *TechnologiCS* значительно облегчает и упрощает, к примеру, такие операции, как:

- разузлование изделия или его составных частей;
- получение информации о том, в каких изделиях применяются те или иные детали или сборочные единицы;
- получение сведений (например, о материалах, покупных изделиях и их количестве), необходимых для изготовления требуемой номенклатуры.

Система TechnologiCS имеет модульную структуру и может быть адаптирована под конкретное предприятие, организацию, производство на любой

стадии их развития.

Например, на начальном этапе организации производства достаточно будет модуля *TechnologiCS-DOC* (электронный архив



Puc. 15

и документооборот) или *TechnologiCS-PDM* (работа с электронным архивом документов, электронными справочниками, со спецификациями, управление данными об изделии). Для небольших организаций этого может быть вполне достаточно.

При необходимости в дальнейшем модернизировать управление существующей организацией работ, бизнес-процессов, все имеющиеся в базе данных *TechnologiCS* наработки сохраняются. Необходимо будет лишь приобрести дополнительные модули (например, для конструкторско-технологической подготовки производства — модуль *TechnologiCS-TPP*, для складского учета — модуль *TechnologiCS-INV* и т.д.).

Таким образом, САПР nanoCAD Механика позволяет автоматизировать процессы проектирования и разработки КД, начиная с создания и компоновки в трехмерном пространстве моделей изделий машиностроения, для оформления по ним чертежей и спецификаций. Разработанная в этой системе документация полностью соответствует не только требованиям ЕСКД, но и требованиям вышеупомянутого Постановления Правительства РФ

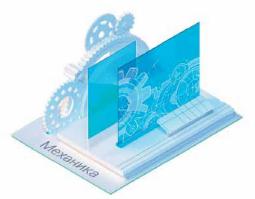
от 16 ноября 2015 г. № 1236, что необходимо, например, при участии в тендерах по закупкам для государственных и муниципальных нужд.

Использование связки российских систем nanoCAD Механика и TechnologiCS позволяет также разработать оптимальные бизнес-процессы автоматизации проектирования, модернизации, расширения ассортимента изделий и их изготовления, как для крупных предприятий, так и для предприятий и организаций, только планирующих создать собственные КБ и производства.

Об авторе:

Сергей Владимирович Комаров — главный конструктор ООО "БЕСТЕК-Инжиниринг" (с 2017 г. по 2020 г.), ООО "Акватрат" (с 2012 г. по 2016 г.)

Платформа nanoCAD



Механика

проектирование машиностроительных изделий

- Конструкторская документация в соответствии с ЕСКД
- База параметрических элементов
- Автоматическое создание спецификаций
- Проектирование зубчатых передач



3D

объемное моделирование для машиностроения и судостроения

- Параметрическое и прямое объемное моделирование
- Ассоциативность 3D-моделей и чертежей
- Работа с листовыми телами
- Конвертация в 3D-форматы (СЗD, IGS, SAT, STEP и др.)



nanodev.ru