

# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ИЗГОТОВЛЕНИИ ПРИБОРОВ ТОЧНОЙ МЕХАНИКИ

С. Г. Митясов, К. В. Есавкин

ФГУП ФНПЦ «ПО «Старт» им. М. В. Проценко», г. Заречный Пензенской обл.

В условиях острой конкуренции на рынках товаров и услуг на первый план выходят задачи по сокращению, той части жизненного цикла изделия, которая связана с изготовлением и испытанием опытного образца. Для решения этих задач на ФГУП ФНПЦ «ПО «СТАРТ» им. М. В. Проценко» применяются различные CAD/CAM/CAE программное обеспечение. Проектирование изделия с помощью CAD/CAM/CAE технологий дает возможность сократить затраты времени на разработку и корректировку, как конструкции изделия, так и управляющих программ. Наличие 3D модели изделия, позволяет использовать ее при проектировании специализированных приспособлений и инструмента, что в свою очередь позволяет использовать весь комплект разработанных электронных моделей при технологической подготовке производства для верификации управляющих программ и проверки инструмента на столкновение с рабочими органами станка, приспособлениями и деталью.

По поступившей от разработчика в бумажном и электронном виде конструкторской документации было решено провести комплекс работ по подготовке производства с максимальным использованием возможностей электронного моделирования.

Функционально ШВП (шарико-винтовая передача) служит для преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное.

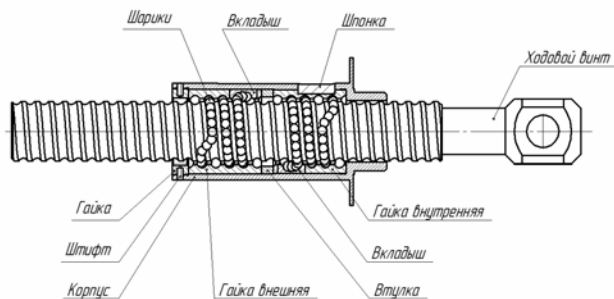


Рис. 1. Шарико-винтовая передача

Конструктивно ШВП состоит из винта и гайки с винтовыми канавками криволинейного профиля. Канавки служат дорожками качения для размещенных между витками винта и гайки шариков. Пере-

мещение шариков происходит по замкнутой траектории – при вращении винта шарики вовлекаются в движение по винтовым канавкам, поступательно перемещают гайку и через перепускной канал (канал возврата) возвращаются в исходное положение. Каналы возврата выполняются в специальных вкладышах, которые вставляются в соответствующее окно гайки, по числу рабочих витков.

Благодаря компактным размерам и простоте конструкции ШВП могут быть легко интегрированы в различные машины и механизмы, в том числе с гидравлическим и пневматическим приводом [1].

В качестве инструментов для конструкторской проработки был выбран программные продукты компаний «Dassault Systemes SolidWorks Corp.», «Deltcam» и другие.

При создании 3D сборки из присланных моделей деталей по конструкторской документации сразу выявились недостаточная проработка конструкции некоторых элементов, в частности детали «Вкладыш» (рис. 2 и 3), являющейся одной из наиболее ответственных деталей и служащей для возврата шариков в рабочий виток. Величина уступов в канале достигала 0,2 мм, что могло привести к заклиниванию шарико-винтовой пары в худшем случае или к значительному увеличению времени прикатки в лучшем случае.

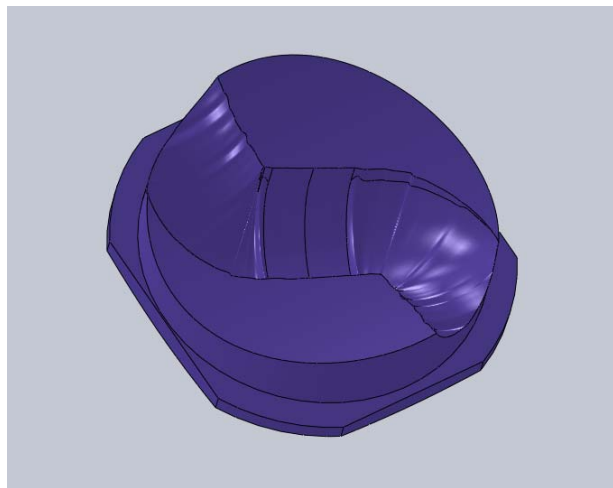


Рис. 2. 3D модель детали «Вкладыш» по конструкторской документации

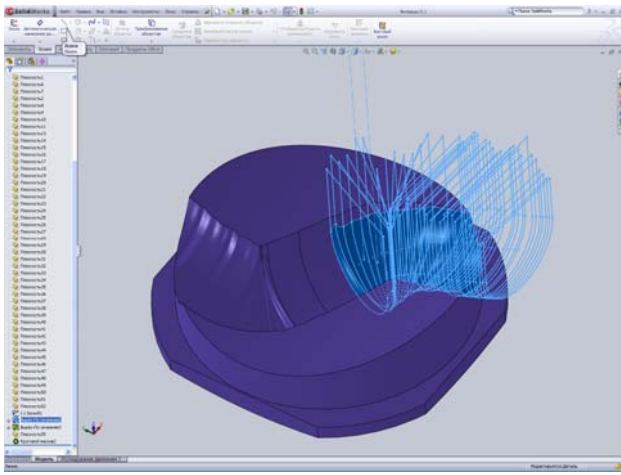


Рис. 3. Траектория движения шарика в канале детали «Вкладыш» по конструкторской документации

Специалистами предприятия было принято решение откорректировать конструкцию перепускного канала в детали «Вкладыш» (рис. 4). Для этого была просчитана траектория движения шарика в канале вкладыша. Так как конструкция детали симметрична, то траектория рассчитывалась только для правой половины детали, с последующим симметричным копированием.

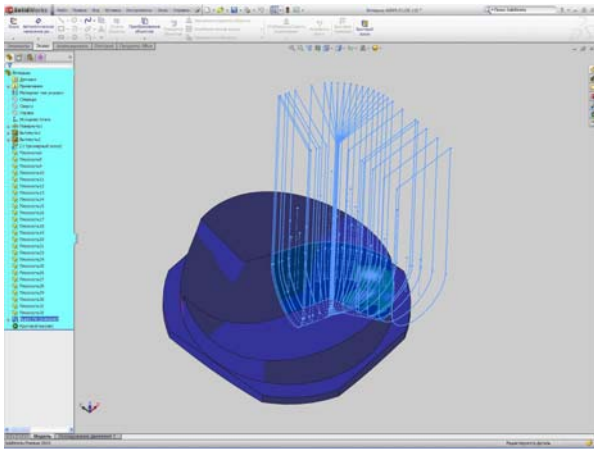


Рис. 4. Траектория движения шарика в детали «Вкладыш», разработанная специалистами предприятия

Полученная в результате расчетов и построения конструкция канала вкладыша обеспечила максимальные уступы в пределах 0,005 мм. Полученная конструкция канала (рис. 5) значительно облегчает сборку и особенно прикатку шарико-винтовой пары, до требуемых значений момента торможения и начала движения.

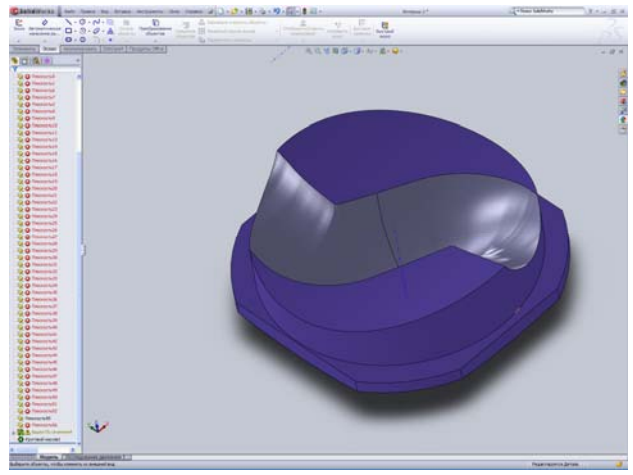


Рис. 5. 3D модель детали «Вкладыш», разработанная специалистами предприятия

Окончательно, конструкция детали вкладыш была проверена на работоспособность с определением конфликтов с другими компонентами (шарик) при перемещении или вращении компонента (рис. 6). Модуль позволил определить наличие конфликтов в собранном состоянии или с выбранной группой компонентов. Можно найти конфликты или для выбранного компонента, или для всех компонентов, которые перемещаются в результате сопряжений с выбранными компонентами. Кроме этого использовался параметр «физическая динамика», который позволяет увидеть реалистичное движение компонентов сборки. Если физическая динамика включена, во время перетаскивания компонент сообщает некоторое усилие всем смежным компонентам и перемещает компоненты, если их перемещение невозможно.

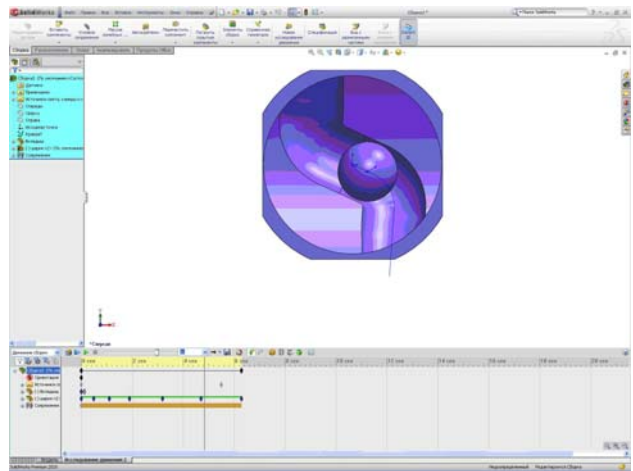


Рис. 6. Исследование движения шарика в канале детали «Вкладыш»

Следующим этапом проверки детали «Вкладыш» на правильность конструкции стала проверка в сборе с деталью «Гайка» (рис. 7). Эта сборка также была проверена на работоспособность с определением

ем конфликтов при перемещении или вращении компонента. Проверка производилась по одному витку, так как описание траектории движения шарика достаточно трудоемкий и сложный процесс.

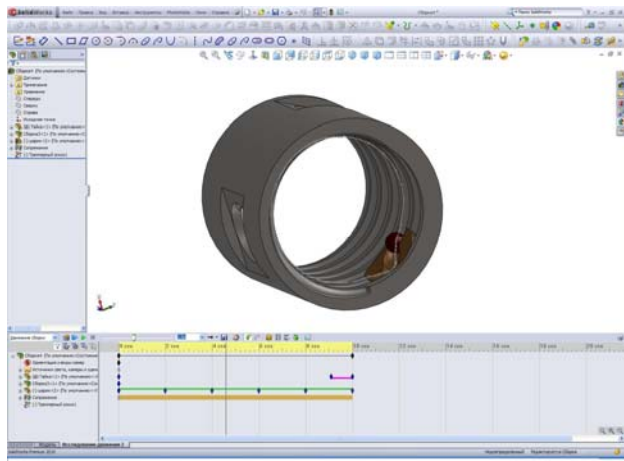


Рис. 7. Исследование движения шарика в сборке деталей «Вкладыш» и «Гайка»

Последним этапом проверки шарико-винтовой пары на работоспособность была сборка винта, двух гаек, шести вкладышей, втулки и комплекта шариков (рис. 8). Эта сборка также была проверена на работоспособность с определением конфликтов с другими компонентами при перемещении или вращении компонента.

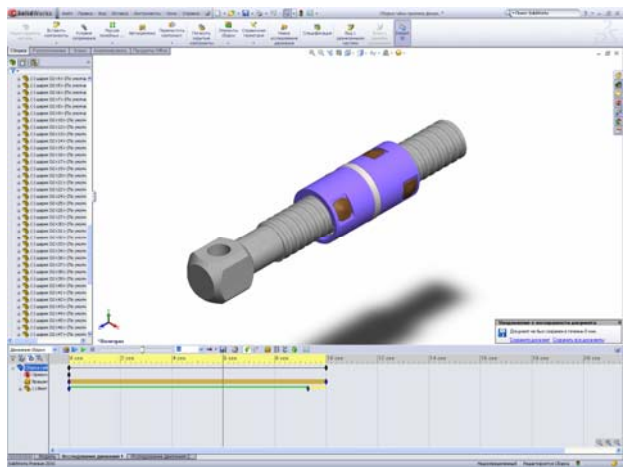


Рис. 8. Исследование движения шарико-винтовой пары

Результаты компьютерной проработки конструкции шарико-винтовой передачи позволили изготовить работоспособную конструкцию в сжатые сроки. Затраченные при этом ресурсы оказались незначительными по сравнению с возможными затратами на повторное изготовление опытных образцов шарико-винтовых пар.

После уточнения конструкторской документации началась технологическая подготовка производства, включающая в себя разработку технологиче-

ской документации, конструкторской документации на приспособления и управляющих программ для станков с ЧПУ.

Прохождение конструкторско-технологической документации осуществлялось в системе документооборота «Т-Flex DOCs» компании «Топ Системы» (примеры представлены на рис. 9–11). Использование системы документооборота позволило сократить время на прохождение конструкторско-технологической документации с нескольких дней до нескольких часов.

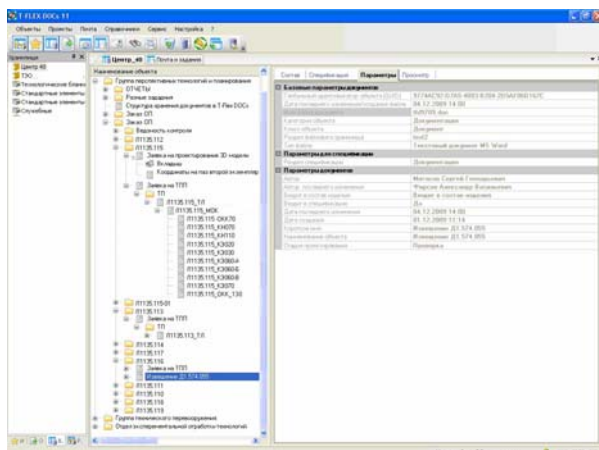


Рис. 9. Структура хранения документации по изготовлению шарико-винтовой пары

Как видно из рис. 9, система «Т-Flex DOCs 11» компании «Топ Системы», вполне совместима с подавляющим большинством используемых форматов.

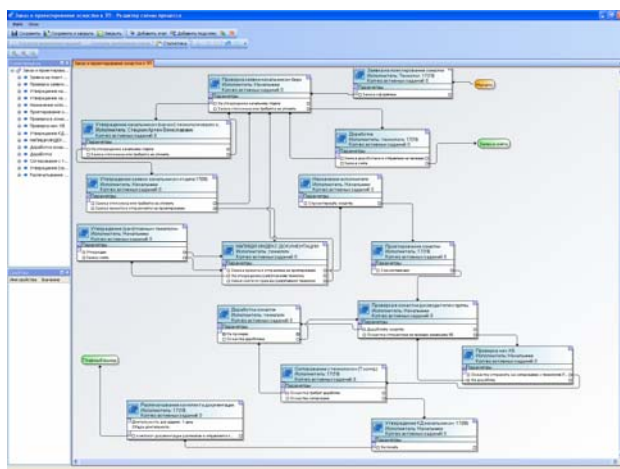


Рис. 10. Структура прохождения одного из документов по изготовлению шарико-винтовой пары



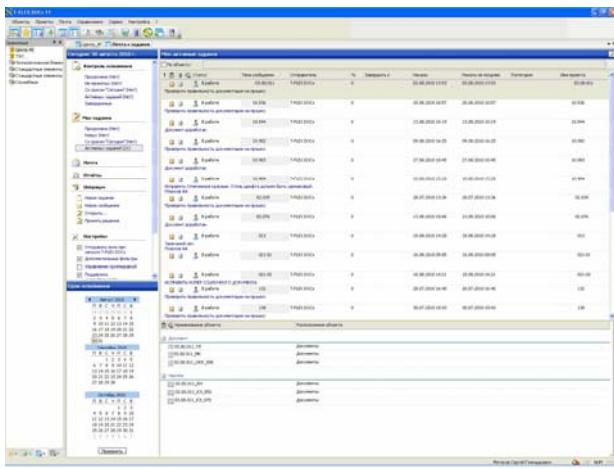


Рис. 11. Окно заданий на выполнение

Разработка управляющих программ осуществлялась с использованием разработанных ранее 3D моделей в программе «PowerMill» (рис. 12–13).

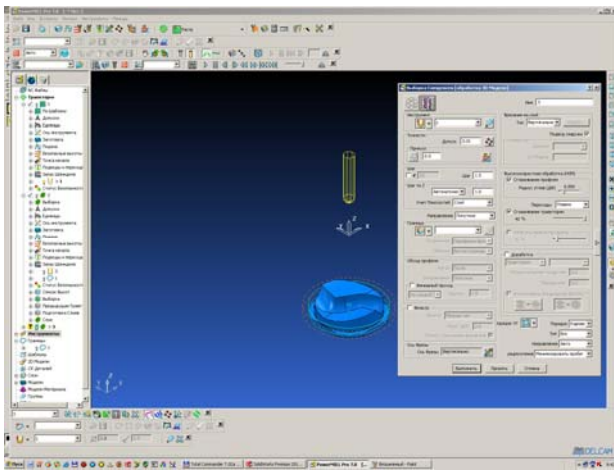


Рис. 12 . Разработка управляющей программы

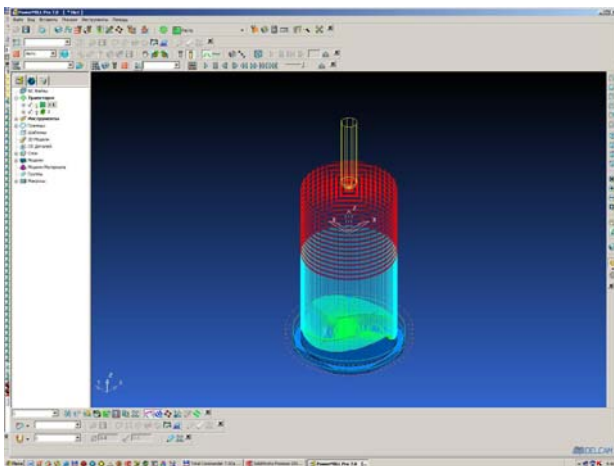


Рис. 13. Траектория движения фрезы

Контроль изготовления деталей так же осуществлялся с использованием 3D моделей на координатно-измерительной машине «Global» (рис. 14).

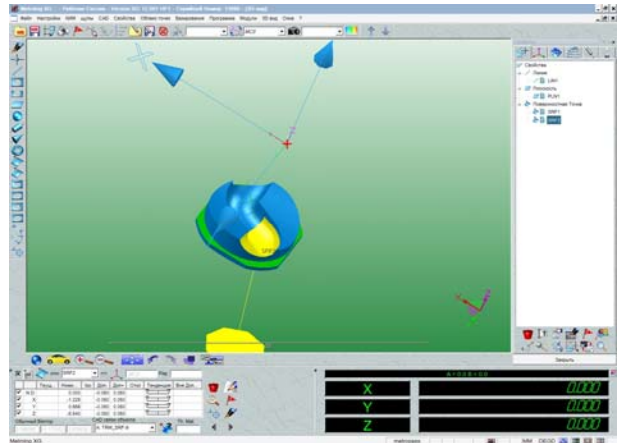


Рис. 14. Контроль параметров детали «Вкладыш»

Результаты изготовления опытной партии шарико-винтовой передачи показали, что:

1. Доработка, конструкторской документации не понадобилась.
2. Достигнута 100 % взаимозаменяемость деталей.
3. Доработка при сборке не требуется.
4. Время прикатки уменьшилось в 2,5–3 раза, по сравнению с предыдущей версией шарико-винтовой пары.
5. 3D модели использовались при разработке управляющих программ для станков с ЧПУ.
6. 3D модели использовались при проверке управляющих программ станков с ЧПУ на столкновения.
7. 3D модели использовались при контроле на координатно-измерительной машине.

По результатам технологической подготовки производства и изготовления опытной партии изделия можно сделать вывод, что время затраченное на проработку конструкции и технологии изготовления с помощью современного программного обеспечения сэкономило материальные ресурсы более чем в 4 раза. Время затраченное, от получения конструкторской документации до выхода готового изделия, уменьшилось более чем в 2 раза, при тех же затратах человеческих ресурсов.

## Литература

1. Расчет и конструирование передач винт-гайка качения / Руководящие материалы под ред. Г. А. Левитом. М. 1964.
2. Анурьев В. И. Справочник конструктора машиностроителя: в 3 т. М.: Машиностроение, 2003.