



САД-АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НА МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Инновационная трансформация малых машиностроительных предприятий предусматривает их интеграцию в единое поле виртуальных фабрик на основе стратегии Национальной технологической инициативы. В работе показано формирование компетенций на базе производственных технологий САД. Выпуск кастомизированных изделий с новыми качествами и создание наукоемких направлений в промышленности приводят к производству глобально конкурентоспособной продукции. Новые тренды требуют интеллектуализации производственных процессов и соединения материального и цифрового производств. Интеллектуальная модель предполагает быстрое принятие эффективных решений и способность к ускорению процессов адаптации. Все изменения сопровождаются развитием принципиально новых бизнес-процессов на всех уровнях.

3D-прототип, цифровое сопровождение, конструкторское сопровождение производства, информационная среда, малые предприятия.

Цифровое проектирование включает конструкторский и технологический разделы, а также инженеринговое сопровождение по силовым, тепловым, оптимизационным расчетам элементов и узлов изделий [1–5]. В ходе конструкторского сопровождения производства уточняются кинематика и компоновка, состав продукта, а также общая конфигурация конструкции при соблюдении требований унификации и предельного наполнения его стандартными комплектующими. Здесь назначаются физико-химические свойства материалов деталей и прогнозируются энергетические показатели проектируемого механизма.

Процесс автоматизированного проектирования базируется на классификации и кодировании новых элементов и сопровождается поиском их аналогов в

банках данных типовых компонентов либо в выполненных ранее проектах с использованием методов синтеза и адресации. Технологии 3D предполагают оформление электронных моделей изделий (ЭМИ) согласно ГОСТ 2.052-2015, а также цифровых прототипов сборочных единиц и конструкции в целом [1–6]. Выбор методологии проектирования – снизу вверх, сверху вниз, комбинированная и др. – определяется целесообразностью и является прерогативой конструктора. Формирование в 2D-формате рабочих чертежей деталей и спецификаций сборок осуществляется на САД-платформе автоматически. На рисунке 1 представлена ЭМИ «Ось» из состава электронного прибора, выполненного на платформе «Компас-3D».

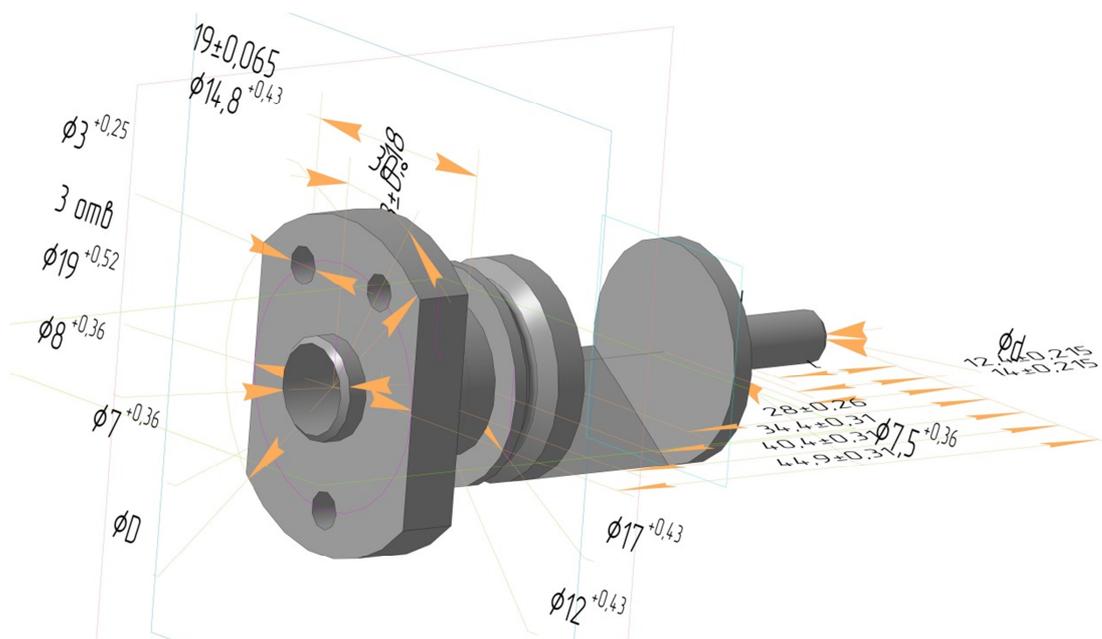


Рис. 1. Электронная модель изделия «Ось»

Опции параметризации определяют возможности быстрого перестроения объекта и управления изменениями, что обеспечивает разнообразие в формообразовании для моделей сходных изделий на основе единой созданной цифровой прототипа. Параметрическое изображение, кроме сведений о характеристиках объекта, содержит информацию о связях и ограничениях, что позволяет задать правила поведения геометрии при ее изменении [3–5, 7].

Работа для детали с исполнениями опирается на технологию параметризации, реализуя принцип «одна модель – много вариантов», поскольку нацелена на применение большого числа переменных (пользовательских, параметров операций, предельных отклонений). У созданных исполнений одинаковая геометрия, но разные размеры, которые устанавливаются с помощью аргументов, причем режим сопровождается оформлением требуемой документации на деталь.

Значительно сокращает трудозатраты и сроки выполнения проектов работа с приложениями в случае, когда проектирование изделий осуществляется с помощью средств объектного моделирования, при разработке конструкции из сходных модулей и средствами зеркального отражения.

Электронные сборки позволяют выявить возможные коллизии и ошибки при соединениях. Средства анимации позволяют через проверку соударений исследовать кинематику механизма с учетом сопряжений в подсборках. На рисунке 2 представлен электронный образ механизма выверки визира из комплекта электронного прибора. Визуализация сборочной единицы или изделия выполняется через цветовые гаммы, с использованием оптических свойств и различных текстур, чем достигается эффект фотореалистичности [3–5, 7].

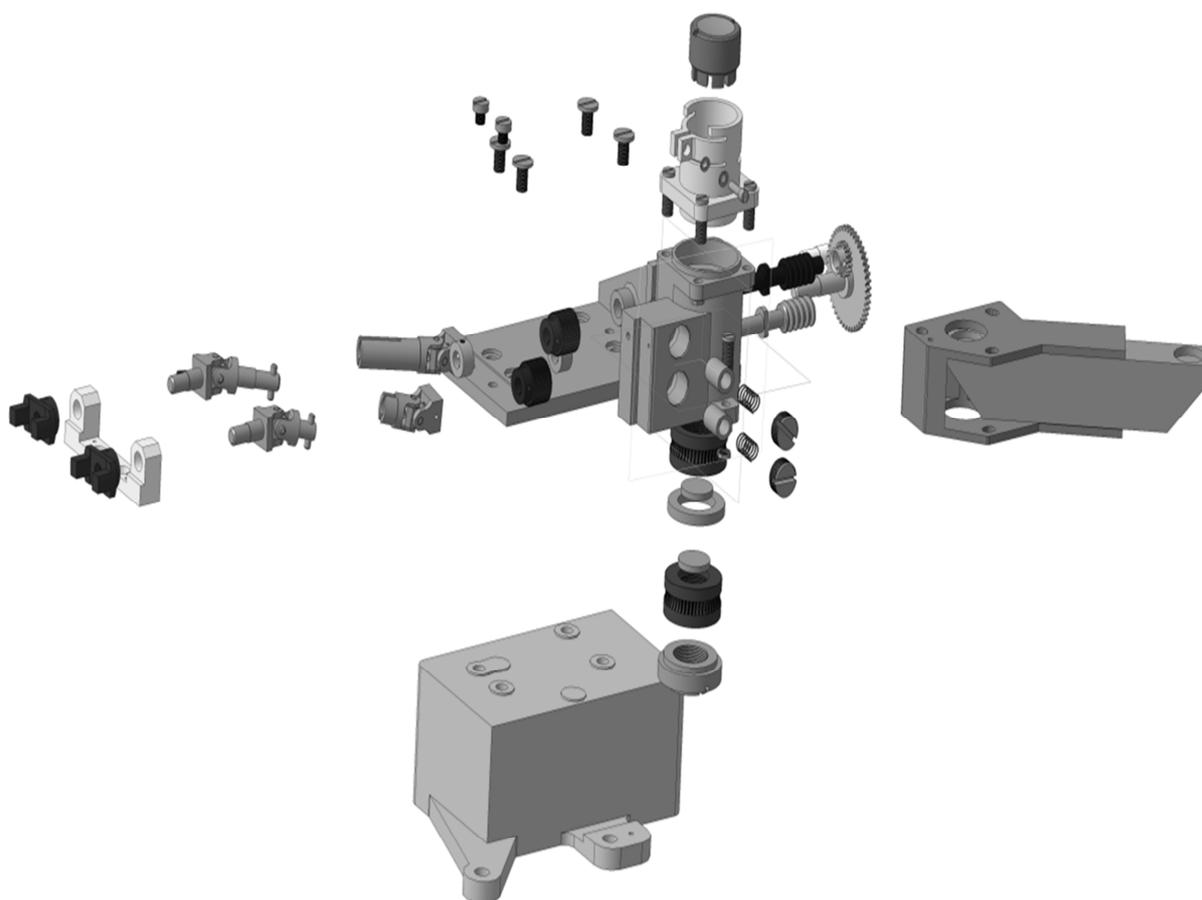


Рис. 2. Разнесенная сборка механизма выверки визира

В функции САД-платформы входит режим разнесения сборочных единиц на детали, а отдельные узлы, входящие в сборку, могут быть вынесены как одним элементом, так и представлены подетально, что иллюстрировано на рисунке 2. Наглядность достигается путем создания сечений и разрезов. Требования к результату – демонстрация последовательности операций при сборке/разборке модулей и возможность быстрого редактирования объекта. Для представления

о конструкции в целом оформляется электронный каталог готового изделия.

При завершении конструкторского этапа проводится контроль документации через экспертное приложение, в функции которого входит поиск коллизий и неточностей в оформлении ЭМИ и 2D-чертежей. Продукт российской фирмы «Аскон» – «Компас-Эксперт» – обеспечивает в настоящий момент около 200 проверок на ошибки в исполнении.

Существующий технологический этап требует интеграции малых машиностроительных предприятий в цифровое поле виртуальных фабрик на основе стратегии перехода к цифровому производству в рамках нацпроектов и инициативы «Технет» [1, 2]. Содержанием цифрового конструкторско-технологического обеспечения подготовки производства являются: проектирование и моделирование в 3D-формате, автоматизированная технологическая поддержка и инжиниринговый анализ отдельных изделий и всей конструкции [3–5, 7].

Новые технологические вызовы определяют направление в развитии производства, отвечают росту конкурентоспособности и качества продукции, приводят к ускоренному выпуску новых видов изделий. Проникновение цифровых технологий в деятельность малых машиностроительных предприятий находит отражение во внедрении и активном использовании CAD/CAM/CAE/CAO-, MES-платформ. Рост компетенций разработчиков позволяет проектировать оборудование и приборы, отличающиеся пониженными значениями энергоемкости и материалоемкости, высокими эргономическими показателями. Использование высокотехнологичных программных платформ характеризует тенденцию появления производств с цифровым сопровождением, что приводит к росту производительности труда и повышению потребительских свойств товаров и услуг.

Литература

1. О дорожной карте «Технет» (передовые производственные технологии) национальной технологической инициативы / А. Боровков, Ю. Рябов // Двигатели для гражданской авиации. – 2017. – № 10, С. 8–11. –

URL: http://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2017/04_april/13/Korporativnyy_jurnal_Tramplin_k_uspehu_10_2017_O_Technet_Nti.pdf (дата обращения: 29.08.2022). – Текст : электронный.

2. Цифровое производство. Методы, экосистемы, технологии // Рабочий доклад Департамента корпоративного обучения Московской школы управления «Сколково», ноябрь 2017. – URL: http://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2017/11_november/17/tsifrovoe_proizvodstvo_112017.pdf (дата обращения: 6.11. 2019). – Текст : электронный.

3. Булавин, В. Ф. Цифровая трансформация технологического сопровождения производства в малых предприятиях / В. Ф. Булавин, Т. Г. Булавина, Д. В. Кошутин [и др.]. – doi: 10.18698/0536-1044-2021-9-15-29 // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2021. – № 9. – С. 15–29.

4. Булавин, В. Ф. Политика цифровых технологий на малых машиностроительных предприятиях / В. Ф. Булавин, В. В. Яхричев, А. С. Степанов. – doi: 10.18698/0536-1044-2019-9-35-45 // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2019. – № 9. – С. 35–45.

5. Цифровой формат подготовки приборостроительного производства. Часть 1. Конструкторский этап / В. Ф. Булавин, Т. Г. Булавина, В. В. Яхричев, А. С. Степанов. – doi: 10.17586/0021-3454-2020-63-3-157-166 // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2020. – № 3. – С. 1–8.

6. Алямовский, А. А. Инженерные расчеты в Solid Works Simulation / А. А. Алямовский. – Москва : ДМК-Пресс, 2010. – 464 с.

7. Digital Support of Production Small Business Preparation in Engineering / V. F. Bulavin, T. G. Bulavina, C. A. Stepanov [et al.] // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – Vol. 1399. – P. 033045.

V.F. Bulavin, T.G. Bulavina
Vologda State University

CAD DESIGN AUTOMATION IN SMALL ENTERPRISES

The innovative transformation of small machine-building enterprises provides for their integration into a single field of virtual factories based on the strategy of the National Technological Initiative. The paper shows the formation of competencies based on CAD production technologies. The production of customized products with new qualities and the creation of knowledge-intensive areas in industry lead to the production of globally competitive products. New trends require the intellectualization of production processes and the connection of material and digital production. The intelligent model assumes rapid adoption of effective decisions and the ability to accelerate adaptation processes. All changes are accompanied by the development of fundamentally new business processes at all levels.

3D-prototype, digital support, design support of production, information environment, small enterprises.