



К.С. Кульга, А.В. Половинкин

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СТРУКТУРНЫЙ СИНТЕЗ КОНСТРУКЦИЙ СПЕЦИАЛЬНЫХ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

(ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический
университет»)

Актуальность проблемы. Специальные станочные приспособления (ССП) авиационных двигателей и машиностроения предназначены для обеспечения высокой точности изготовления сложных и разнообразных конструкций деталей и сборочных единиц (ДСЕ) авиационных двигателей и машиностроения. Анализ существующих бизнес-процессов (БП) проектирования и изготовления ССП выявил преобладание рутинных функций при проектировании ССП, осуществляемых с помощью базовых возможностей локального программного обеспечения (ПО) *CAD(Computer-Aided Design)*-систем, что приводит к увеличению себестоимости изготовления ССП для ДСЕ изделий [1].

Таким образом, актуальной является задача создания и экспериментальной апробации на предприятиях ПО *CAFD(Computer-Aided Fixture Design)*-системы, предназначенной для автоматизации структурного синтеза конструкций ССП для механической обработки ДСЕ изделий.

Цель: разработка моделей и методов создания ПО *CAFD*-системы, предназначенной для автоматизации структурного синтеза конструкций ССП для механической обработки ДСЕ изделий.

Теоретическая часть. Разработка ПО *CAFD*-системы для проектирования ССП осуществлялась на основе методологии, подробно описанной в монографии [2].

Функциональная модель (ФМ) *CAFD*-системы. Объектно-ориентированная ФМ предназначена для формализованного описания результатов реинжиниринга существующих БП проектирования и изготовления ССП, функциональных и нефункциональных требований, предъявляемых к ПО *CAFD*-системы, прямой и обратной задач структурного синтеза конструкции ССП, а также структуры и этапов создания ПО *CAFD*-системы.

Постановка прямой задачи: на основе чертежа ДСЕ и технологических данных изделия синтезировать *3D*-геометрическую модель, сборочный чертеж и спецификацию ССП. **Постановка обратной задачи:** на основе чертежа ДСЕ и технологических данных изделия, а также *3D*-геометрической модели, сборочного чертежа и спецификации ССП, синтезировать *3D*-геометрические модели и конструкторскую документацию (КД) для ДСЕ ССП, обеспечивающих требования сборочного чертежа ССП.

Математическая модель *CAFD*-системы. Математическое обеспечение *CAFD*-системы отличается реализацией предложенных математических моделей и методов для автоматизации решения прямой и обратной задач структурного синтеза конструкций ССП.



Совокупность свойств конструкций ССП в минимальной форме можно представить в следующем виде:

$$S = \{U_i, \overline{G}_i, M_i\}_{i=1}^n, \quad (1)$$

где U_i , \overline{G}_i , M_i – соответственно, подмножество конструктивных элементов (КЭ) ССП, вектор пространственных характеристик ССП, подмножество размерных и расчётных характеристик ССП, n – число КЭ в ССП.

Математическая модель решения *обратной задачи* автоматизированного структурного синтеза конструкции ССП заключается в нахождении множества C технических характеристик ДСЕ ССП, обеспечивающих требования сборочного чертежа ССП:

$$C = \{D, T, Ra, Td, M\} \quad (2)$$

где D – множество размерных характеристик ДСЕ ССП; T – множество допусков формы и расположения поверхностей ДСЕ ССП; Ra – множество шероховатостей поверхностей ДСЕ ССП; Td – множество технических требований ДСЕ ССП, M – множество материалов ДСЕ ССП.

К требованиям сборочного чертежа ССП относятся: 1) значения и допуски на размеры посадочных и крепежных размеров ССП; 2) допуски формы и расположения базовых поверхностей и крепежных размеров ССП; 3) технические требования.

Информационная модель САFD-системы. При автоматизированном проектировании ССП ПО системы *САFD Stalker MTA* реализует запросы, как к разработанной базе данных (БД) (рисунок 1), так и БД стандартных изделий и конструктивных элементов САD-системы *КОМПАС-3D* с использованием методов технологии *ADO(ActiveX Data Objects)*.

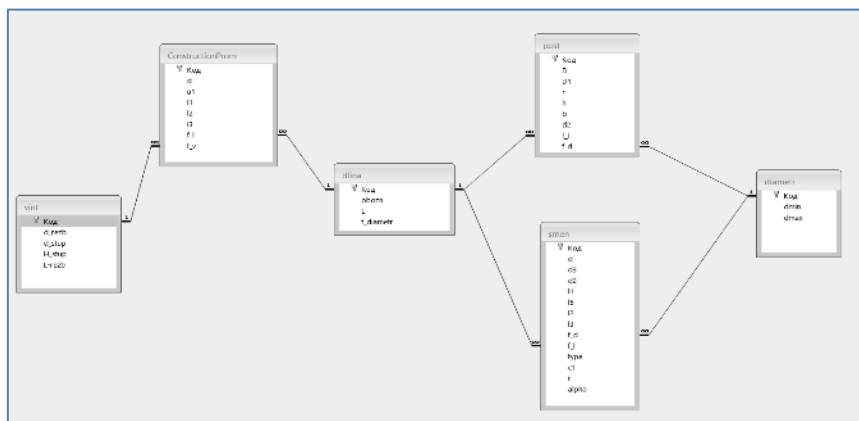


Рисунок 1 – Фрагмент схемы данных БД системы *САFD Stalker MTA*

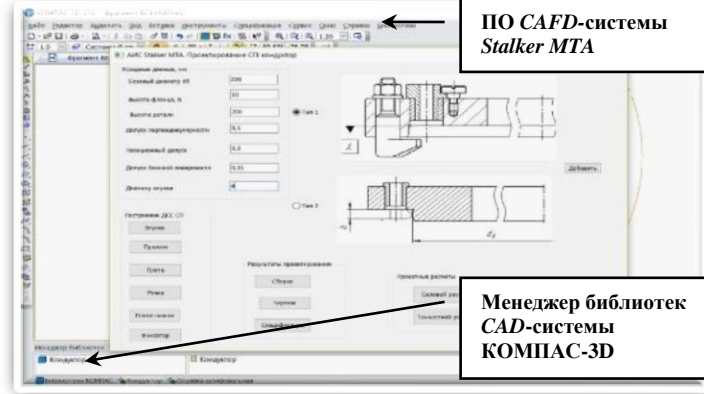
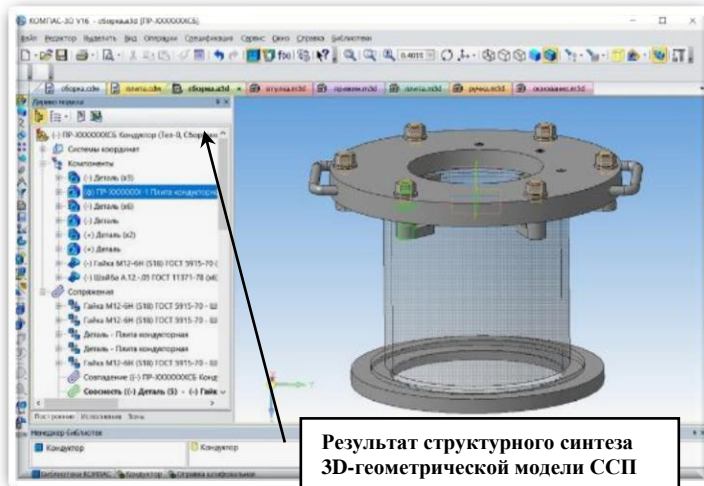
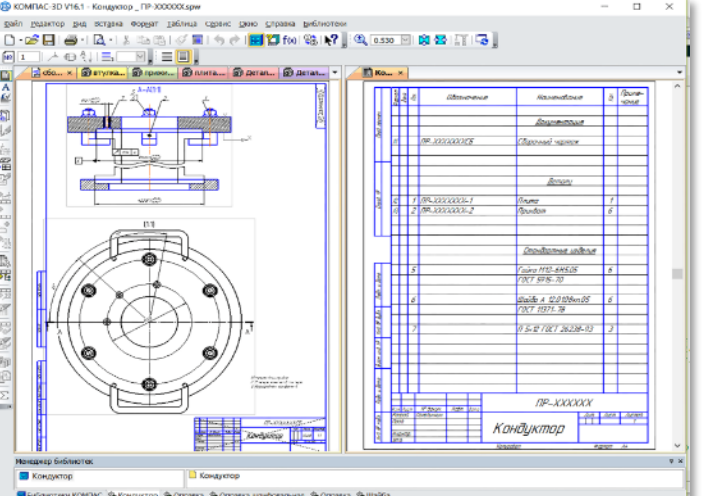
Предложенные модели и методы использовались при создании ПО *САFD-системы Stalker MTA*.

Базовые информационные технологии САFD-системы. На этом этапе методологии [1] разработано ПО системы *САFD Stalker MTA*, включая использование возможностей менеджера библиотек и *API(Application Programming Interface)*-функций САD-системы *КОМПАС-3D* [3].



Рассмотрим пример синтеза конструкции ССП «Кондуктор», предназначенного для механической обработки детали тина «Корпус» на вертикально-сверлильном станке с помощью ПО системы *CAFD Stalker MTA* (таблица 1).

Таблица 1 – Базовые информационные технологии ПО *CAFD Stalker MTA*

№ п.п.	Описание базовой информационной технологии	Реализация базовой информационной технологии
1.	<p>Препроцессор. Интеграция системы <i>CAFD Stalker MTA</i> и <i>CAD</i>-системы КОМПАС-3D на уровне управления и наборов данных.</p>	
2.	<p>Процессор. Автоматизированный структурный синтез конструкции ССП на основе разработанного программно-математического обеспечения:</p> <ul style="list-style-type: none"> 2.1. Размерных, точностных, силовых, и жесткостных расчётов ССП; 2.2. Автоматического построения параметрических 3D-геометрических моделей ДСЕ ССП. 	
3.	<p>Постпроцессор. Автоматическое формирование в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации (ЕСКД):</p> <ul style="list-style-type: none"> 3.1. Сборочного чертежа ССП и спецификации; 3.2. Чертежи деталей ССП (деталировки). 	



ПО системы *CAFD Stalker MTA* взаимодействует на уровне управления и наборов данных с интегрированной автоматизированной информационной системой предприятия, в которой хранятся исходные и результирующие наборы данных технической подготовки и управления производством.

Практическая апробация ПО *CAFD Stalker MTA*. Эффективность применения ПО системы *CAFD Stalker MTA* оценивалась с помощью критерия затрат времени для решения прямой и обратной задач структурного синтеза конструкций различных видов ССП, включая проектирование, согласование и формирование комплекта конструкторской документации (КД) для ССП в соответствии с требованиями ЕСКД [4]. Результаты экспериментальных исследований ПО системы *CAFD Stalker MTA* приведены на рисунке 2.

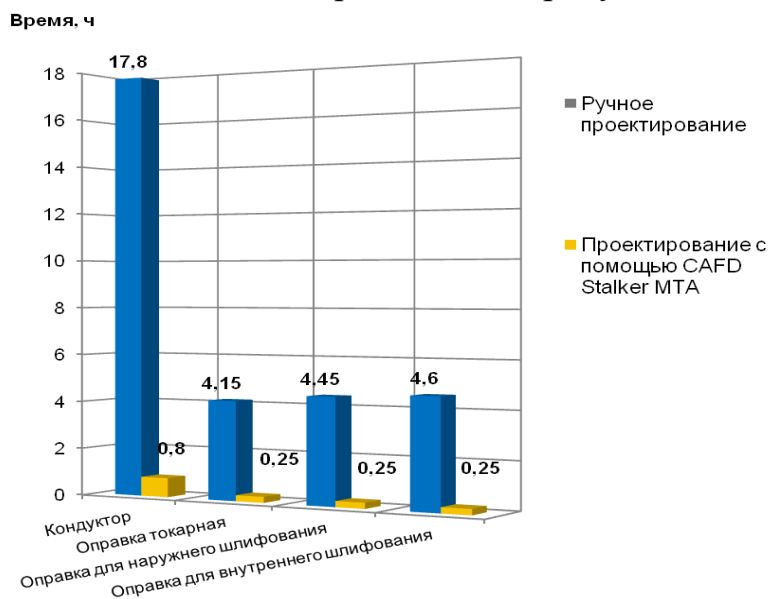


Рисунок 2 – Затраты времени на ручное проектирование ССП и с помощью ПО системы *CAFD Stalker MTA*

Заключение. На основе предложенных моделей и методов разработано ПО системы *CAFD Stalker MTA*, отличающиеся реализацией автоматизированного структурного синтеза конструкций ССП. Экспериментальные исследования и практическая апробация *CAFD*-системы *Stalker MTA* позволили получить следующие результаты: а) снижение времени на решение задач проектирования и формирования комплекта КД на величину до 96%; б) снижение времени на проведение проектных расчетов (размерных, силовых, точностных и жесткостных) на величину до 81% .

Литература

1. Половинкин, А.В. Совершенствование методов проектирования специальных станочных приспособлений / К.С. Кульга, А.В. Половинкин // СТИН. – 2017. – №2, с. 2-8;
2. Модели и методы создания интегрированной информационной системы для автоматизации технической подготовки и управления авиационным и машиностроительным производством / Кульга К. С., Кривошеев И. А. – М.:



Машиностроение. – 2011. – 377 с.;

3. Компания АСКОН [Электронный ресурс] // Комплексные решения для машиностроения. – Режим доступа: <http://www.ascon.ru> – Проверено 23.02.2018;

4. Типовых нормативов времени на разработку конструкторской документации. ШИФР 13.01.01 (утв. Минтрудом России 07.03.2014 N 003).

И.Л. Ловчий

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ LABVIEW ДЛЯ АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ ПОЛЯРИЗАЦИИ СВЕТА ВДОЛЬ ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО КОНТУРА МАГНИТООПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

(АО «Научно-исследовательский институт
оптико-электронного приборостроения», г. Сосновый Бор)

Внедрение цифровых информационных технологий в процесс производства, преобразования и распределения электроэнергии сопровождается все более широким применением оптических методов и средств ее регистрации. При этом общей тенденцией развития оптико-электронной аппаратуры измерения электрического тока является использование оптоволоконных датчиков (ОВД) на основе магнитооптического эффекта Фарадея.

В типичной схеме поляризационного ОВД чувствительный элемент – одномодовое стекловолокно - образует замкнутый контур вокруг проводника с электрическим током. Линейно поляризованное излучение, прошедшее через светопровод, вследствие эффекта Фарадея меняет азимут своей поляризации на угол, равный произведению константы Верде материала стекловолокна на число волоконных витков и на величину протекающего через проводник тока. К сожалению, искривления светопровода в пространстве приводят к сложной поляризационной анизотропии стекловолокна вследствие многообразия возникающих упругих напряжений как по величине и направлению, так и по месту их расположения вдоль волокна. В результате проявление эффекта Фарадея в обычном одномодовом стекловолокне становится расплывчатым и малоинформативным для использования в измерительных целях. Поэтому в ОВД используются специальные световоды типа *twist* [1] или *spin* [2], отличающиеся как технологиями изготовления, так и поляризационными параметрами.

подавляющее большинство современных ОВД тока используют волокно типа *spin*, изготавливаемое из заготовки с сильным встроенным линейным двулучепреломлением (ДЛП), которую вращают в процессе термической вытяжки волокна. В таком волокне упорядоченное внутреннее линейное ДЛП нивелирует влияние внешних упруго-оптических эффектов, возникающих при изгибах волокна в контуре, на состояние поляризации (СП) света на выходе световода и стабилизирует реакцию датчика. При этом параметры датчика (чувствительность, линейность характеристики, стабильность отклика) зависят от величины встроенного ДЛП, величины продольной закрутки осей ДЛП, величины тока,