

Программный модуль для построения тигельной печи сопротивления в среде SolidWorks на базе API

06, июнь 2015

Завизин А. В.^{1,*}, Пискажова Т. В.¹,

Линейцев А. В.¹

УДК: 004.942.001.57

¹Россия, Сибирский Федеральный Университет
Институт цветных металлов и материаловедения

[*avizin.anton@yandex.ru](mailto:avizin.anton@yandex.ru)

В настоящее время интенсификация процессов создания новых конкурентоспособных изделий требует сокращения сроков и повышения качества проектно-конструкторских работ. Эти требования можно обеспечить, применяя новые технологии проектирования, основанные на использовании методов математического моделирования и вычислительной техники.

SolidWorks – программный комплекс САПР для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической подготовки производства. Обеспечивает разработку изделий любой степени сложности и назначения.

SolidWorks API (Application Programming Interface) – это интерфейс, позволяющий разрабатывать пользовательские приложения для системы SolidWorks. API – интерфейс содержит множество функций, которые можно вызывать из программ Microsoft Visual Basic, Microsoft Visual C++, Microsoft Visual Studio или из файлов-макросов SolidWorks. Эти функции предоставляют программисту прямой доступ к дополнительным функциональным возможностям SolidWorks[1], скрытым от рядового пользователя.

С помощью API-приложений можно решать множество различных задач, например такие как: интеграция SolidWorks с другими программными пакетами, разработка специализированных модулей, добавляющих к базовым возможностям SolidWorks дополнительную функциональность и различные другие задачи. API-приложения позволяют получить множество параметрических конфигураций одной детали или сборки в зависимости от технического задания. Авторы работы [2] подчеркивают актуальность разработки приложений к существующим САПР системам для расширения их функционала и для использования их современной эффективной конструкторской платформы. В работе [3] авторами представлен программно-математический комплекс для проектирования зубчатых передач измельчителей. Входными (задаваемыми) данными для проектирования являются произ-

водительность проектируемого аппарата и размера измельчаемых кусков. Далее по задаваемым математическим формулам во внешних приложениях рассчитывается геометрические размеры и профили рабочего инструмента измельчителя. Затем эти рассчитанные параметры передаются в SolidWorks, и там автоматически производится построение трехмерной модели рассчитанной зубчатой передачи. На последнем этапе производится анализ качественных характеристик спроектированной передачи (собираемость конструкции, плавность работы, прочность и т.п.) с помощью модулей SolidWorks. Работа [4] посвящена моделированию и анализу элементов механических передач в среде SolidWorks с помощью созданного API-приложения. Авторы разработали приложение библиотеки ToolBox в котором реализовали собственные методы расчета прочностных характеристик механических передач методом конечных элементов.

Характерной особенностью современных САПР является также то, что они позволяют формировать в своих средах параметрические модели проектируемых объектов. В этом случае модель определяется набором переменных, подлежащих варьированию в процессе проектирования, а некоторые изначально заданные свойства модели при этом остаются неизменными. Данное обстоятельство предполагает реализацию процесса проектирования, связанного с определением такого набора значений переменных, которые отвечают оптимальному (наилучшему) проектному решению. Все современные САПР в той или иной форме включают в себя функционал, связанный с решением задач оптимального проектирования [5].

Разработка API-приложения может осуществляться на уровне создания макроса в SolidWorks, либо на уровне отдельного приложения, написанного на языке C# или Visual Basic. Как правило, если необходимо разработать полноценное приложение, для геометрических построений удобнее использовать программный код, записанный в макрос SolidWorks.

При проектировании металлургических аппаратов актуальной является проблема автоматизации процесса создания типовых деталей и установок. Под типовыми понимаются такие детали и установки, которые в ходе проектирования не меняют принципиально свою конструкцию, а изменяются некоторые размеры, например, высота тигля в печи или толщина слоя теплоизоляции.

Рассмотрим задачу создания приложения для построения тигельной печи сопротивления с условием, что масса расплавляемого металла будет задаваться пользователем, то есть размеры печи будут подбираться исходя из массы металла в тигле.

Было разработано приложение SolidWorks_ПЕЧН, которое позволяет по заданным основным размерам, в автоматическом режиме построить модель тигельной печи сопротивления с выбором материалов конструктивных элементов. Главное окно программы приведено на рис. 1.

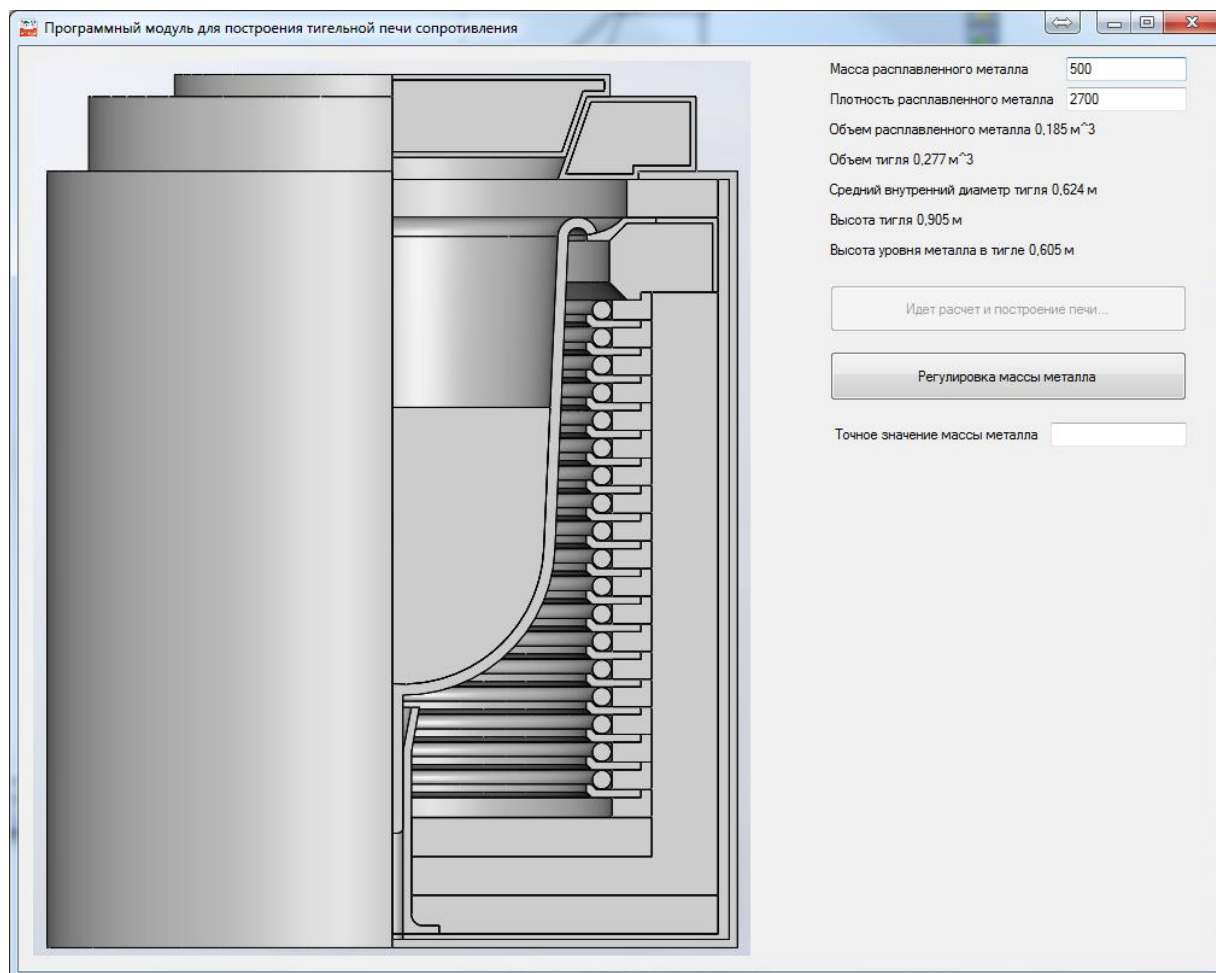


Рис. 1. Главное окно программы (Пользовательский интерфейс)

При запуске программы сначала появляется окно с выбором материалов (рис. 2) и только потом после его закрытия появляется главное окно программы.

Разработка этого multifunctional application was produced in the Visual Studio environment. The basis was taken a three-dimensional model of a resistance furnace, built by the authors in the work [6].

In the process of developing the application, the computer model of a resistance furnace was improved by introducing constructive changes, which bring the developed model of the furnace closer to the real equipment for metal melting.

It was also added the possibility to select materials of constructive elements directly from the SolidWorks_PECH module. The user can select the material needed before the furnace is built, then these materials will be automatically applied to the needed constructive elements of the furnace. Basic thermotechnical characteristics of the materials of constructive elements of the furnace were selected: density, thermal conductivity and specific heat capacity, which play the most significant role in the calculation of the thermal balance of a resistance furnace. In fig. 2 is shown the window for assigning materials to the elements of the furnace. At

нажатию в дереве «База материалов SolidWorks» на название материала, он будет применяться к нужному элементу, также появятся его теплотехнические характеристики.

База материалов SolidWorks					
Название конструктивного элемента	Имя материала	Плотность материала	Тепроводность материала	Удельная теплоемкость материала	
Расплавленный металл	AISI 1015 Сталь, холоднотянутая (SS)	7870.000000	52.000000	486.000000	
Тигель печи	AISI 316 Нержавеющая сталь, лист (SS)	8000.000133	16.300000	499.999993	
Ножка для фиксации тигля	AISI 4340 Сталь, отожженная	7850	44.5	475	
Верхняя часть крышки	AISI 347 Отожженная нержавеющая сталь (SS)	8000.000133	16.300000	499.999993	
Нижняя часть крышки	AISI 304	0.80E+04	16.	0.50E+03	
Внутренняя часть верхней крышки	AISI 1015 Сталь, холоднотянутая (SS)	7870.000000	52.000000	486.000000	
Внутренняя часть нижней части крышки	A286 Суперсплав на основе железа	7920	15.1	420	
Теплоизоляция между держателем и крышкой	AISI 4130 Сталь, отожженная при 865C	7850	42.7	477	
Накладка	Легированная сталь (SS)	7700.000118	38.	0.44E+03	
Держатель тигля	Оцинкованная сталь	0.787E+04	19.	0.50E+03	
Кирпич под держателем	Легированная сталь (SS)	7700.000118	38.	0.44E+03	
Нагреватель	AISI 4340 Сталь, отожженная	7850	44.5	475	
Полочка под нагреватель	AISI 316 Нержавеющая сталь, лист (SS)	8000.000133	16.300000	499.999993	
Огнеупор	AISI 1020 Сталь, холоднотянутая	7870	51.9	486	
Нижний слой теплоизоляции	AISI 1010 Сталь, горячекатанная полоса	7870	51.9	448	
Теплоизоляция вокруг ножки	201 Отожженная нержавеющая сталь (SS)	7859.999900	16.300000	501.999980	
Третий слой теплоизоляции	1023 Листовая углеродистая сталь (SS)	7858.000032	52.000000	486.000000	
Второй слой теплоизоляции	AISI 4130 Сталь, отожженная при 865C	7850	42.7	477	
* Кожух	Легированная сталь (SS)	7700.000118	38.	0.44E+03	

Рис. 2. Характеристики материалов

На рис. 3 представлена структура разработанного программного обеспечения.

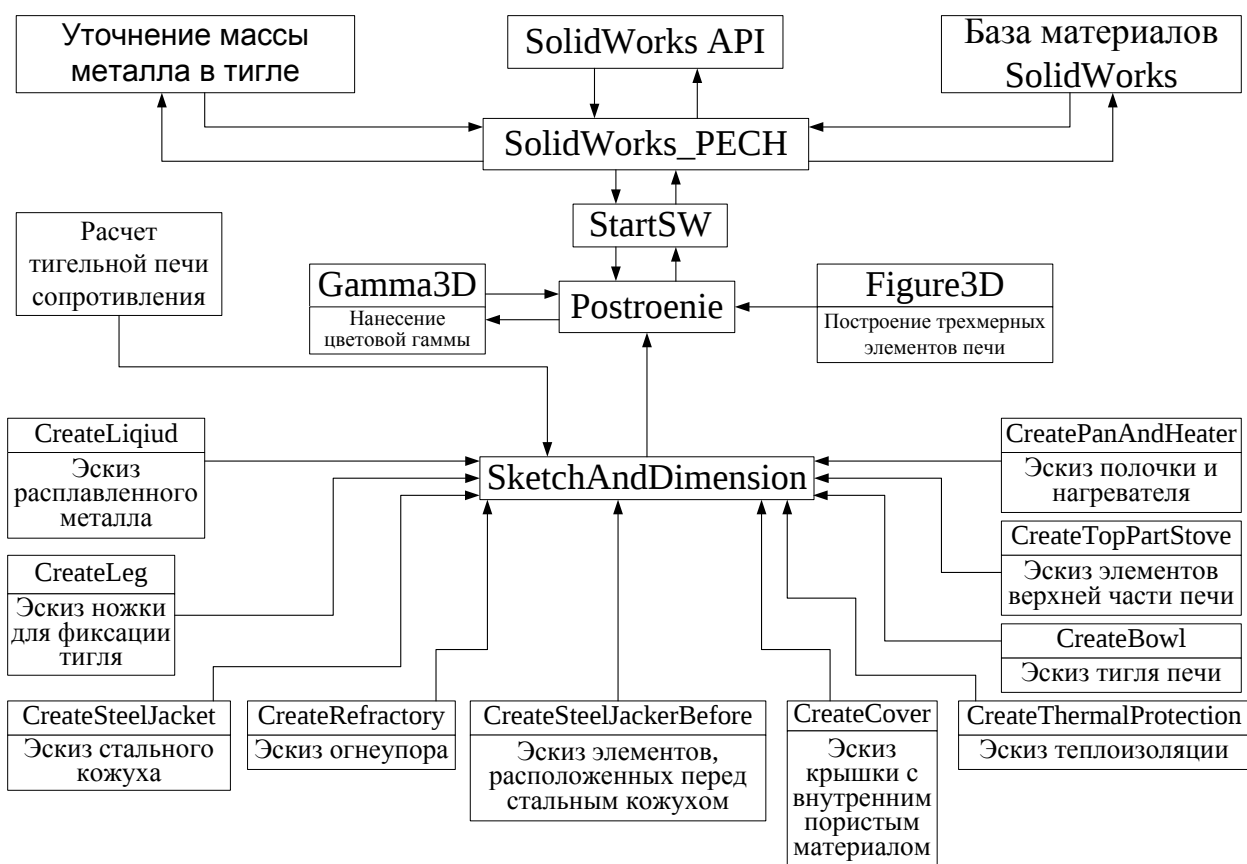


Рис. 3. Структура программного обеспечения.

Работа приложения начинается с StartSW – запуск SolidWorks, используется активный запуск по GUID, то есть пользователь в режиме реального времени наблюдает за построением тигельной печи сопротивления.

Postroenie – главный блок, в состав которого входят блоки SketchAndDimension, Gamma3D и Figure3D. Этот блок отвечает за построение тигельной печи сопротивления.

SketchAndDimension – блок, отвечающий за построение параметрического эскиза. Он подразделен на несколько подблоков, каждый из которых отвечает за построение параметрического эскиза отдельного элемента, добавление его размеров и взаимосвязей, все для того чтобы эскиз стал определенным.

Блок «Расчет тигельной печи сопротивления» включает в себя расчет размеров печи, тепловой баланс печи (расчет тепловых потерь через футеровку печи, определение количества теплоты, переносимого теплопроводностью через крышку, тепловые потери излучением, потери на тепловое замыкание, расход энергии на расплавление и перегрев) и расчет электронагревателей.

«Уточнение массы металла в тигле» данный блок нужен для того, чтобы масса металла в моделируемом тигле была близка к значению, введенному пользователем с клавиатуры. Для тигля сложной формы высота металла не определяется теплотехническими расчетами, а подбирается итеративно. Данная процедура работает на основе знаочередующийся геометрической прогрессии по подбору высоты металла в тигле. После каждой итерации происходит перестроение модели и пересчет массы металла, как только масса станет удовлетворять заданной ошибке, программа сама остановит процедуру.

«База материалов» позволяет выбрать материалы из существующей базы материалов SolidWorks, а так же добавить свои материалы. Остановимся на этом блоке подробнее.

В связи с тем что, база материалов SolidWorks имеет внутренний формат расширения SLDMAT, ни один из известных текстовых редактор не откроет базу для её просмотра и редактирования. Для снятия этих ограничений авторами были использованы XML - процессы.

XML (eXtensible Markup Language) – расширяемый язык разметки. XML разрабатывался как язык с простым формальным синтаксисом, удобный для создания и обработки документов программами и одновременно удобный для чтения и создания документов человеком. Язык называется расширяемым, поскольку он не фиксирует разметку, используемую в документах, разработчик волен создать разметку в соответствии с потребностями.

Для приложения SolidWorks_PЕCH мы используем три базовых свойства материала: плотность, теплопроводность и удельную теплоемкость, но этими свойствами база не ограничивается, при необходимости можно получить такие свойства материалов, как модуль упругости, коэффициент Пуассона, предел текучести и много других свойств. Или вообще создать свое свойство, например, температура применения материала.

Так же приложение позволяет в уже существующую базу материалов, добавлять уникальные материалы, используемые на предприятии заказчика, которые он может ис-

пользовать в конструкции оборудования, тем самым расширять список материалов встроенных в программу SolidWorks.

Такой подход подключения базы материалов является весьма необычным и достаточно эффективным. Преимущество в том, что не приходится создавать отдельную базу данных SQL, а к программе просто подключается два файла: база материалов SolidWorks и база материалов, в которую пользователь может добавлять свои материалы.

Выводы

Разработано приложение SolidWorks_PЕCH, позволяющее инженерам, введя массу металла, получить в автоматическом режиме готовую трехмерную модель тигельной печи сопротивления необходимых габаритов. Приложение содержит блоки, отвечающие за построение параметрического эскиза элементов печи, блок получения трехмерных элементов, теплотехнический блок для расчетов размеров печи, числа электронагревателей. Также была добавлена возможность непосредственно из программного модуля SolidWorks_PЕCH выбирать материалы конструктивных элементов из встроенной базы SolidWorks. Приложение позволяет в уже существующую базу материалов SolidWorks добавлять уникальные материалы, используемые на предприятии заказчика и создавать специальные свойства материалов дополнительно к имеющемуся стандартному набору.

Разработанное приложение авторы рассматривают как базу для дальнейшей работы над созданием программных сред автоматической оптимизации металлургических конструкций для увеличения их срока службы, удешевления, снижения расхода электроэнергии.

Список литературы

1. Luke Malpass. SolidWorks 2009 API Series 1: Advanced Product Development. p. 268.
2. Аведьян А. Б., Викентьев Е.Е. SolidWorks API – универсальная платформа для интеграции инженерных и бизнес-приложений // САПР и графика. 2011. №6. С. 32–40.
3. Титов В.А., Колбасина Н.А., Мерзликина Н.В., Пикалов Ю.А., Секацкий В.С. Программно-математический комплекс для создания специальных зубчатых передач из мельчителей // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Т. 13. №6. С. 246-251.
4. Чугунов М. В., Щекин А.В. Моделирование и анализ элементов механических передач в среде SolidWorks на базе API // Вестник Мордовского университета. – 2014. №1. С. 148–153.
5. Чугунов М.В., Небайкина Ю.А. Программный модуль для решения задач оптимального проектирования в среде SolidWorks на базе API // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электронный журнал 2011. №9. Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/doc/206217.html> (дата обращения 14.01.2015).

6. Пискажова Т.В, Завизин А.В., Линейцев А.В., Тинькова С.М. Моделирование тепловой работы тигельной печи сопротивления // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева. 2014. Выпуск 2(54). С. 140-144.