

УДК 681.5

## Интегрирование моделей данных систем CAD и CAE на основе разработки анализатора форматов STEP, XML, DXF

Мустюков Н.А.

Значительная часть работ в области автоматизированного проектирования посвящена исследованию отдельных компонентов систем автоматизации проектирования (САПР), разработке и совершенствованию математических моделей объектов проектирования, реализации алгоритмов, созданию баз данных, созданию и настройке пользовательских интерфейсов. Однако в гораздо меньшей степени исследованы особенности формирования комплексной архитектуры САПР и пути взаимодействия различных его компонент. Центральное место в данной архитектуре занимают компоненты, реализующие интеграцию, т.е. обмен данными между подсистемами различных групп, как собственных, так и сторонних разработчиков. В данной статье представлено программное решение взаимодействия между системами CAD и CAE на основе анализа форматов данных STEP, XML, DXF. Программная система позволяет производить преобразования CAD-модели в требуемую CAE-модель за счет упрощения и выделения «значимых» показателей чертежа. Данный модуль является основой при построении комплексного САПР.

*Ключевые слова:* CAD-модель, CAE-модель, интеграция, формат данных, программная система, экструдер.

## Integration of CAD and CAE models based on the development of STEP, XML, DXF format analyzer

Mustyukov N.A.

Much of the work in the field of automated design is devoted to the research of individual components of automated design systems (CAD), the development and improvement of mathematical models of design objects, algorithm implementation, creating databases, creating and configuring user interfaces. However, the formation facts of a complex architecture of CAD and interaction of its various components have not been properly studied. Integration components being responsible for data exchange between different groups subsystems, both own and third-party developers, take the central place in the architecture under discussion. The paper presents the software of interaction between CAD and CAE systems based on the analysis of STEP, XML, DXF data formats. The software allows to perform conversion of CAD-model in the desired CAE-model by simplifying and specifying significant layout indicators. This module is the basis for developing an integrated CAD.

*Keywords:* CAD-model, CAE-model, integration, data format, software, extruder.

### Введение

По мнению ведущих мировых аналитиков, основными факторами успеха в современном промышленном производстве являются сокращение срока выхода продукции на рынок, снижение ее себестоимости и повышение качества. Сейчас общепризнанным фактом является невозможность изготовления сложной наукоемкой продукции (кораблей, самолетов, различных видов промышленного оборудования и др.) без применения современных систем автоматизации. К числу наиболее эф-

фективных технологий, позволяющих выполнить эти требования, принадлежат так называемые CAD/CAM/CAE-системы (системы автоматизированного проектирования, технологической подготовки производства и инженерного анализа) [1]. Несмотря на широкое распространение систем CAD для проектирования и систем CAE для анализа, эти системы не так уж хорошо интегрируются. Дело в том, что модели CAD и CAE по сути используют разные типы геометрических моделей, и в настоящее время не существует общей уни-

фицированной модели, которая бы содержала в себе как информацию для проектирования, так и для анализа.

### Постановка задачи

CAD-системы, базирующиеся на трехмерной геометрии, сейчас широко применяются при проектировании широкого спектра изделий. В то же время, инженерный анализ с использованием CAE-систем необходим для проверки соответствия изделия требуемым характеристикам. Поэтому ключевым моментом для улучшения процесса проектирования является тесная «бесшовная» интеграция CAD и CAE. Возможность тесной интеграции зависит от следующих факторов: масштаба, границ и целей CAE-анализа; природы и качественных характеристик CAD-модели; степени детализации, требуемой для CAE.

Для получения специфичной CAE-модели необходим процесс преобразования, который удаляет некоторые элементы, и даже изменяет размеры исходной модели. Удаление элементов заключается в том, что маленькие геометрические элементы, содержащиеся в модели, игнорируются или скрываются. Существуют специальные экспертные системы, в которые загружается CAD-модель и они селективно скрывают геометрические элементы и их свойства, чтобы затем получить модель для анализа. А при изменении размеров происходит некое упрощение твердотельной модели. В результате получается, например, каркасная модель или поверхностная. Пример преобразования моделей приведен на рисунке 1.

Процесс преобразования моделей является значительным препятствием на пути интеграции CAD и CAE, а также довольно нетривиальной задачей, к тому же требующей значительных временных затрат. Для решения этой проблемы существует много разработок, в первую очередь связанных с автоматизацией процесса преобразования одной модели в другую. Однако, возможности всех существующих в данное время методов достаточно ограничены, и степень автоматизации процесса преобразования моделей требует совершенствования.

В данной статье описана разработка модуля интеграции, который необходим для преобразования спроектированной CAD-модели в требуемую CAE-модель на этапе проведения инженерного анализа. Данный программный модуль специализировался на взаимодействии моделей экструзионной техники.

### Результаты исследований

В настоящее время экструзионная техника находит широкое применение в перерабатывающих отраслях АПК, пищевой, химической, резинотехнической, силикатной, бумажной, металлургической, оборонной промышленности, при производстве и переработке пластических масс и др.

Схема прессующего механизма показана на рисунке 2 [2].

Параметры, указанные на рисунке, такие как диаметр шнекового цилиндра ( $D_c$ ), радиальная высота шнекового канала ( $h_{ш}$ ), радиальная высота зазора ( $h_z$ ), осевая протяженность ( $L_i$ ) и другие, необходимо учитывать при

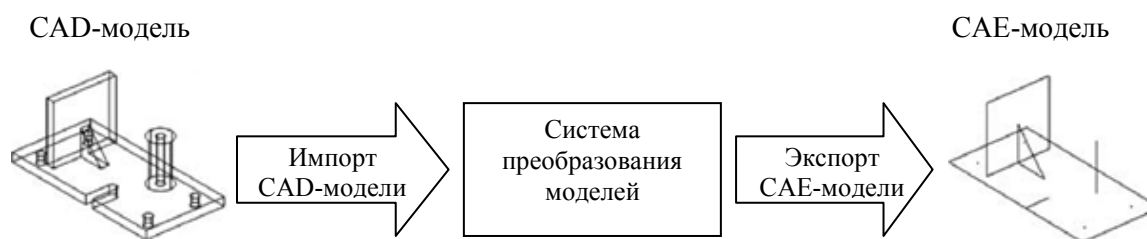


Рис. 1. Пример преобразования CAD-модели в CAE-модель

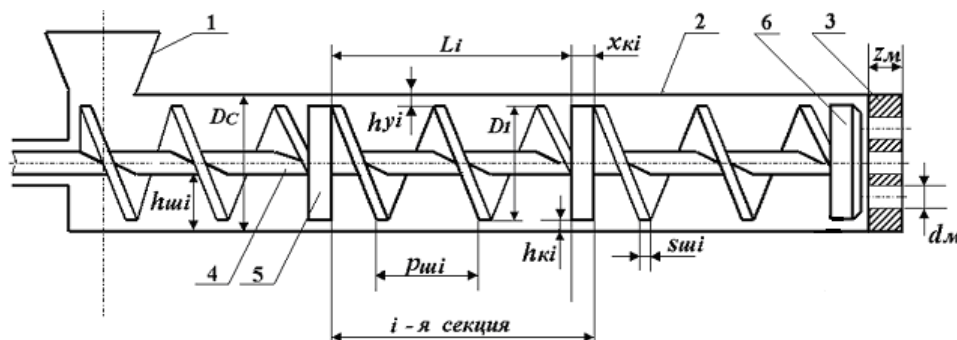


Рис. 2. Схема прессующего механизма: 1- загрузочное устройство; 2- шнековый цилиндр; 3 - матрица; 4 - шнек; 5 -компрессионный затвор; 6- головка экструдера.

Таблица 1

### Представление данных в форматах STEP, XML, DXF

Обменный файл данных на языке Express	Обменный файл данных на языке XML	Формат данных в DXF
ISO-10303-21; HEADER; FILE_DESCRIPTION(,,'2;1'); FILE_NAME('model_1'); FILE_SCHEMA(('DETAIL')); ENDSEC; DATA; #1= POINT(15.,30.); #2= CYCLE(#1,20.); ENDSEC; END-ISO-10303-21;	<pre> &lt;circle&gt; &lt;radius&gt;20&lt;/ radius&gt; &lt;center&gt; &lt;point_x&gt;15&lt;/point_x&gt; &lt;point_y&gt;30&lt;/point_y&gt; &lt;/center&gt; &lt;/ circle &gt;           </pre>	... 0 CIRCLE 8 Links 62 7 10 22.5 20 197.5 40 1.0 0 ...

проведении моделирования процесса экструдирования в системе «Расчет технико-экономических параметров одношнековых экструдеров» [3]. Данные показатели должны быть получены из спроектированной конструкции в САД-системе.

Чтобы достичь должного уровня взаимодействия автоматизированных систем требуется создание унификации как формы, так и содержания информации о конкретных изделиях на различных этапах их жизненного цикла. Унификация формы достигается использованием стандартных форматов и языков представления информации в межпрограммных обменах и при документировании.

Одним из наиболее распространенных форматов данных, применяющихся при интеграции компонентов САПР, являются стан-

дарт STEP (Standard for the Exchange of Product model data), основанный на языке Express, форматы на основе метаязыка XML (Extensible Markup Language), а также формат файла "обмена чертежами" (DXF), созданный фирмой AutoDesk и на данный момент являющийся основным форматом хранения данных для некоторых САПР-систем [4].

В таблице 1 представлены примеры отображения данных в приведенных форматах.

Строгая структурированность и поэлементное описание чертежа объекта в указанных форматах позволит выделить из всей совокупности данных те параметры, которые необходимы для проведения инженерного анализа. А за счет единообразной формы описания имеется возможность импортировать САД-модели с различных программных

комплексов, поддерживающие рассмотренные структуры данных, такие как: SolidWorks, Inventor, Pro/ENGINEER, Catia, AutoCAD и другие.

Таким образом, на основе рассмотренных форматов был разработан анализатор, позволяющий импортировать чертежи экструзионной техники, выделять «значимые» параметры и экспортировать данные в формате XML в систему моделирования процесса экструдирования.

Импортируемая геометрическая модель представлена на рисунке 3.

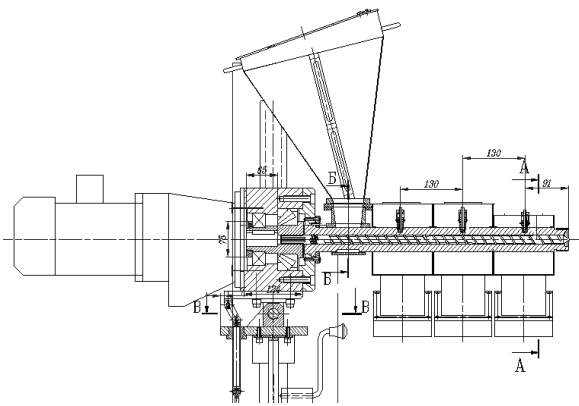


Рис. 3. Импортируемая геометрическая модель.

Главное окно программы представлено на рисунке 4.

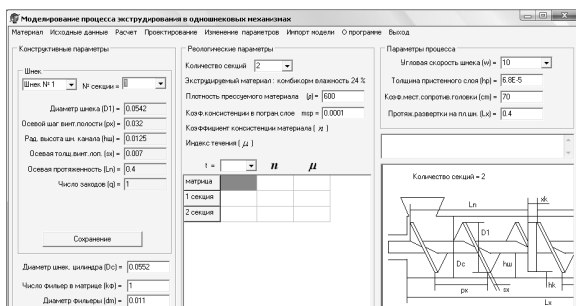


Рис. 4. Главное окно программы «Расчет технико-экономических параметров одношнековых экструдеров».

Для импорта файла необходимо выбрать пункт меню «Импорт модели». В открывшемся окне при нажатии на «Загрузка» производится загрузка файла в формате .step, .stp, .xml, .dxf (рисунок 5).

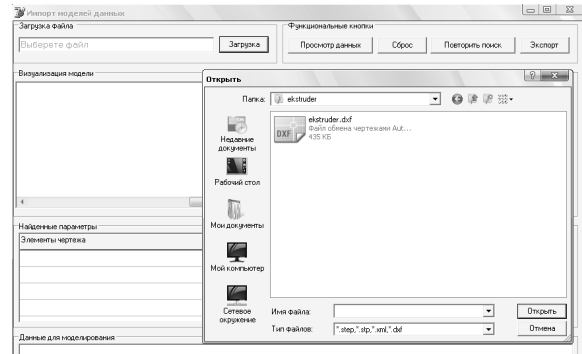


Рис. 5. Импорт файла «обмена чертежами».

После загрузки файла при помощи генетического алгоритма осуществляется поиск необходимых параметров конструкции. При этом пользователь всегда может изменить найденные значения параметров, если результаты поиска не соответствуют экспертному мнению пользователя (рисунок 6).

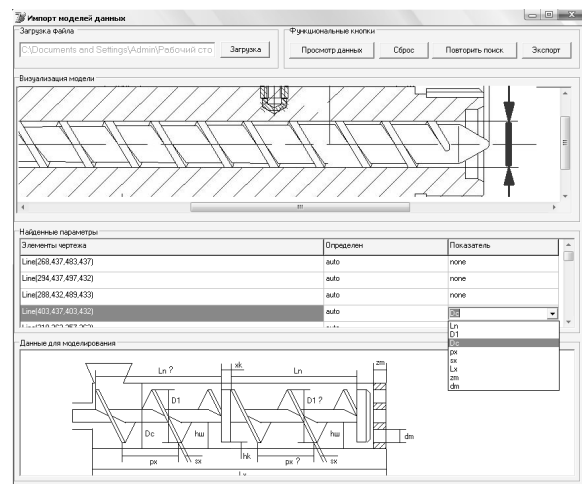


Рис. 6. Корректировка параметров конструкции.

После того, как все требуемые параметры найдены в геометрической модели конструкции, возможно структурирование выделенных данных в xml-формат и дальнейший их экспорт в имитационную модель программной системы «Расчет технико-экономических параметров одношнековых экструдеров».

Результаты моделирования процесса экструдирования приведены на рисунке 7.

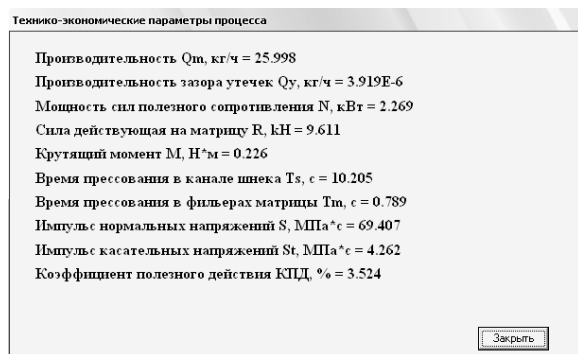


Рис. 7. Результат моделирования

### Заключение

Таким образом, разработанная программная система позволяет на уровне интуитивно-интерфейса производить импорт спроектированной САД-модели экструзионной техники, осуществлять ее преобразование за счет выделения «значимых» характеристик и формировать САЕ-модель в xml-формате для дальнейшего ее использования в системе анализа процесса экструдирования.

Наличие модуля интеграции позволит повысить эффективность использования системы моделирования процесса экструдирования, снизит трудозатраты на проектирование одношнекового экструдера за счет автоматизации взаимодействия процесса анализа и геометрического моделирования, а так же служит основой при построении комплексного САПР и формирования единого информационного пространства.

### Литература

1. *Аникеев Г.Е., Василец А.Н.* Обзор технологий интеграции CAD и CAE, 2006. – Режим доступа: <http://network-journal.mpei.ac.ru/cgi-bin/main.pl?l=ru&n=9 &pa=11&ar=1>

Статья поступила в редакцию 12 августа 2013 г.

*Мустюков Наиль Анварович* – аспирант Оренбургского государственного университета, г. Оренбург, Россия. E-mail: 256nail@mail.ru

*Mustyukov Nail Anvarovich* – Graduate student, Orenburg State University, Orenburg, Russia. E-mail: 256nail@mail.ru

2. *Карташов Л.П., Зубкова Т.М.* Параметрический и структурный синтез технологических объектов на основе системного подхода и математического моделирования. – Екатеринбург: УРО РАН, 2009. – 211 с.

3. *Мустюков Н.А., Зубкова Т.М., Корякина М.А.* Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2011612043 Расчет технико-экономических параметров одношнековых экструдеров / РОСПАТЕНТ – №2010617272 – Заявлено 19.11.2010. – Оpubл. 05.03.2011.

4. *Полещук Н.* AutoCad2004 Разработка и адаптация приложений. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 624 с.

### References

1. *Anikeev G.E., Vasilets A.N.* Overview the technologies of integration CAD and CAE, 2006. <http://network-journal.mpei.ac.ru/cgi-bin/main.pl?l=ru&n=9&pa=11&ar=1>

2. *Kartashov L.P., Zubkova T.M.* Parametrical and structural synthesis of technological objects basis on the system approach and mathematical modeling. – Yekaterinburg: URO Russian Academy of Sciences, 2009. – 211 p.

3. *Mustyukov N.A., Zubkova T.M., Koryakina M.A.* Certificate of official registration the computer program No. 2011612043 Calculation of technical and economic parameters of single-screw extruder / ROСПАТЕНТ – No. 2010617272 – It is declared 19.11.2010. – Publ. 05.03.2011.

4. *Poleschuk N.* AutoCad2004 Development and adaptation of applications. – SPb.: BHV-Petersburg, 2004. – 624 p.