



УДК 621.313.3

ОБЪЕДИНЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ И ПРОЕКТИРУЮЩЕЙ ПОДСИСТЕМЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБОРУДОВАНИЯ ПАРОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК

ASSOCIATION OF CALCULATION AND DESIGNING SUBSYSTEMS FOR ENGINEERING OF STEAM TURBINE EQUIPMENT

Гаврилов Павел Яковлевич, магистрант каф. «Турбины и двигатели», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: gavrik1394@gmail.com, Тел.: +7(932)605-98-16

Брезгин Виталий Иванович, д-р. техн. наук., с.н.с, профессор каф. «Турбины и двигатели», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: v.i.brezgin@urfu.ru. Тел.: (343)375-48-51

Pavel Ya. Gavrilov, Postgraduate student, Department «Turbines and engines», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira street,19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: gavrik1394@gmail.com.: +7(932)605-98-16

Vitaly I. Brezgin, Doctor Sc., senior researcher, Prof., Department «Turbines and engines», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira str., 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: v.i.brezgin@urfu.ru. Ph.: (343)375-48-51

Аннотация: Статья представляет описание интеграции расчетной подсистемы, реализованной в PTC Mathcad Prime 3.0 и проектирующей подсистемы, реализованной в среде PTC Creo Parametric 3.0 при создании конструкторской документации на уплотнения паровой турбины.

Abstract: The article describes the integration of the calculation subsystem implemented in PTC Mathcad Prime 3.0 and the design subsystem implemented in the PTC Creo Parametric 3.0 environment when creating design documentation for steam turbine seals.

Ключевые слова: Расчет; проектирование; турбина; промышленность.

Key words: Calculation; design; turbine; industry.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из актуальнейших методов повышения эффективности и качества проектных работ при разработке конструкторской документации на оборудование паротурбинных установок является методология проектирования, основанная на объединении проектирующей и расчетной подсистем. Интеграция расчетной и проектирующей подсистем позволяет сократить количество ошибок при передаче данных из одной подсистемы в другую, адекватно интерпретировать результаты работ каждой из подсистем и в целом сократить время на разработку конструкторской документации

РАЗРАБОТКА РАСЧЕТНОЙ ПОДСИСТЕМЫ В СРЕДЕ PTC MATHCAD PRIME

При разработке расчетной подсистем использована методика по расчету утечки [1] через щелевой зазор. РТМ [1] распространяется на концевые и диафрагменные лабиринтные уплотнения стационарных паровых и газовых турбин и компрессоров, на уплотнения их

лопаточного аппарата, а в части расчета протечек и на щелевые уплотнения штоков клапанов. Рекомендуется к использованию при проектировании и расчетах/

На рис. 1. Приведен расчет величины утечки пара через уплотнительное кольцо, выполненный в среде PTC Mathcad Prime в соответствии с [1].

Далее в листинге решения задачи назначаются параметры ввода данных (в представленном примере это D_1) и вывода данных ((в представленном примере это δ_2). При этом отмечается, что при назначении параметра ввода должен использоваться исключительно оператор *определение* (\equiv) или *глобальное определение* (\equiv). При назначении параметра вывода необходимо учитывать, что он может назначаться только на *вычисление* ($=$) (*локальное вычисление*). Параметр одновременно может быть как входным, так и выходным, для чего необходимо последовательно внести определение и вычисление.

Расчёт_величины_утечки_через_уплотнительное_кольцо.

Исходные_данные	Расчёт
$D_y \equiv 480$ $\delta_z \equiv 0.33 \text{ mm}$ $z \equiv 5$ $P_1 \equiv 122.2 \text{ atm}$ $P_2 \equiv 72.49 \text{ atm}$ $v_1 \equiv 0.03 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$	$D_1 := D_y = 480$ $F_z := D_1 \cdot \delta_z$ $\Delta := \frac{0.85}{\sqrt{z+1.5}}$ $\varepsilon := \frac{P_2}{P_1}$
$\delta_z = 0.33 \text{ mm}$	$k := \begin{cases} \text{if } \varepsilon > \Delta \\ \sqrt{\frac{(P_1)^2 - (P_2)^2}{P_1 \cdot v_1}} \\ \text{else} \\ \sqrt{\frac{P_1}{v_1}} \end{cases}$
	$n := \begin{cases} \text{if } \varepsilon > \Delta \\ 0.036 \cdot F_z \cdot \sqrt{\frac{9.80665}{z}} \\ \text{else} \\ 0.036 \cdot F_z \cdot \sqrt{\frac{9.80665}{z+1.5}} \end{cases}$
Ответ	$G_y := k \cdot n = 130.614 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}}$

Рис. 1. Методика расчета величины утечек

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТИРУЮЩЕЙ ПОДСИСТЕМЫ В СРЕДЕ PTC CREO PARAMETRIC

Твердотельная модель фрагмента уплотнения (сегмент 90°) создана и помощью операции вращения. Сначала создан эскиз уплотнительного кольца и ротора, находящиеся на расстоянии зазора в соответствии с чертежами элементов оборудования турбины. Эскиз уплотнительного усика, габаритные размеры которого выбраны с учетом рекомендации [1], также создан для

условий использования операции вращения. Предварительно задавшись количеством уплотняющих усиков, с помощью команды Массив создается сборка (Рис. 2), представляющая собой фрагмент твердотельной модели уплотнения.

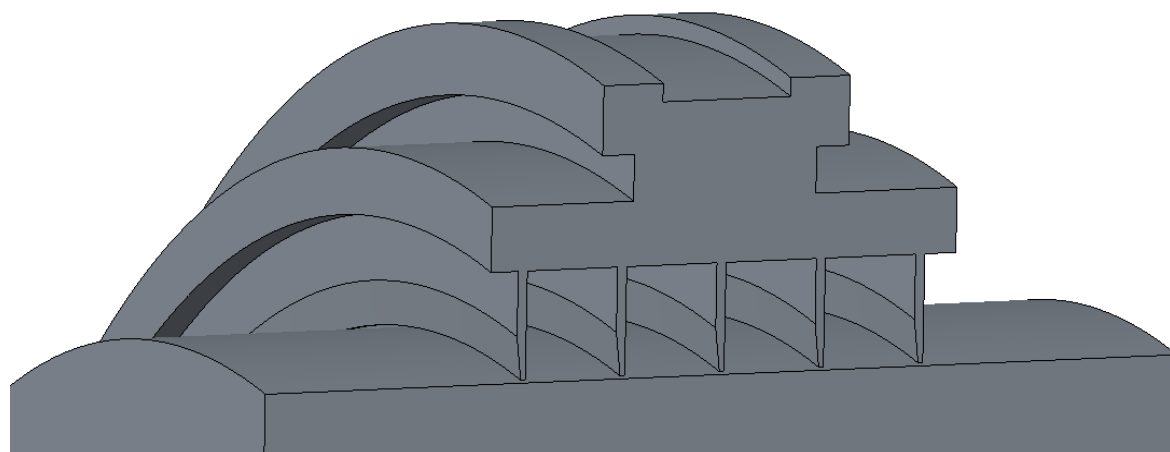


Рис. 2. Фрагмент твердотельной модели уплотнения

СОЗДАНИЕ ПРЯМОЙ И ОБРАТНОЙ СВЯЗЕЙ
PTC CREO PARAMETRIC

Следующим этапом работы является настройка прямой и обратной связей между PTC Mathcad Prime и PTC Creo Parametric.

Используя команду «Замысел модели» создается необходимый перечень элементов, присваивается им соответствующие наименования и заменяются численные значения параметра в твердотельной модели на буквенные обозначения.

Следующим этапом работы является создание анализа. Особенностью рассматриваемого примера является то, что для входных данных и

для входных и выходных параметров необходимо создать свой анализ.

Следующим этапом является загрузка ранее созданного в Mathcad Prime файла в среду Creo Parametric, выбор в области Prime заданных параметров и формирование окончательного варианта настройки анализа входных данных (Рис. 3). Для вывода параметра в PTC MathCAD Prime необходимо нажать «Вычислить», при этом откроется окно MathCAD с изменёнными параметрами ввода, и пересчитанной методикой.

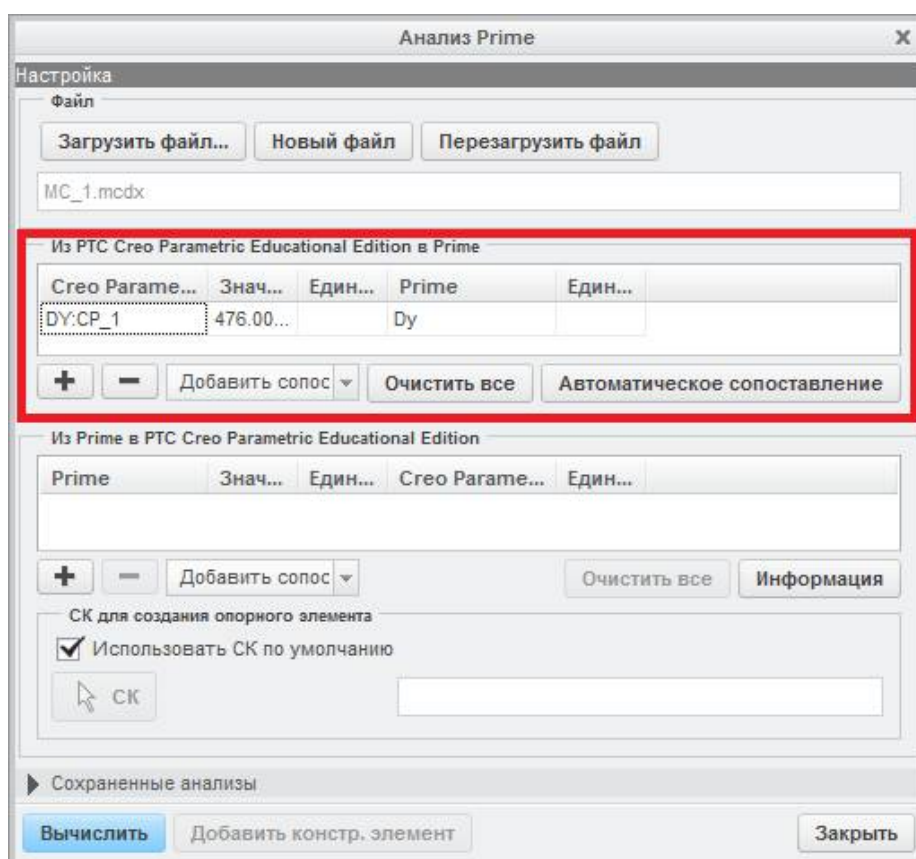


Рис. 3. Настройка анализа входных данных

Аналогичным образом создается анализ для передачи данных из PTC MathCAD Prime в PTC Creo Parametric. Для его создание требуется открыть второе окно «Анализ Prime», а далее – Вычислить > Закрыть.

Для связи двух параметров необходимо создать уравнение. В основном меню нажимаем «Замысел модели» > «Уравнения». Во вкладке «Локальные параметры» выбираем «Фильтр по: Текущий и все подуровни». Во вкладке уравнения пишем «Dz=», далее находим параметр «MCP_DZ» (у вас может быть другое название) > ПКМ > «Вставить в уравнение» > ОК. Последней операцией будет регенерация новой геометрии. В основном меню «Модель» > «Регенерировать» > «Регенерировать»

ВЫВОДЫ

Интеграция расчетной и проектирующей подсистем позволяет сократить количество ошибок при передаче данных из одной подсистемы в другую и в целом сократить время на разработку конструкторской документации

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. РТМ 108.020.33-86. Уплотнения лабиринтные стационарных паровых турбин, 1986. 73 с.