


AxSTREAM™

система концептуального проектирования
проточной части осевых и радиальных
турбомашин.

Модули проектирования и анализа проточной
части осевых компрессоров

A detailed 3D rendering of a compressor impeller, showing a complex, curved blade structure with a central hub and a large outer rim, rendered in a light pinkish-grey color.

2008 г.

AxSTREAM™ - торговая марка SoftInWay Inc.

1. База данных AxSTREAM (лицензия Project)

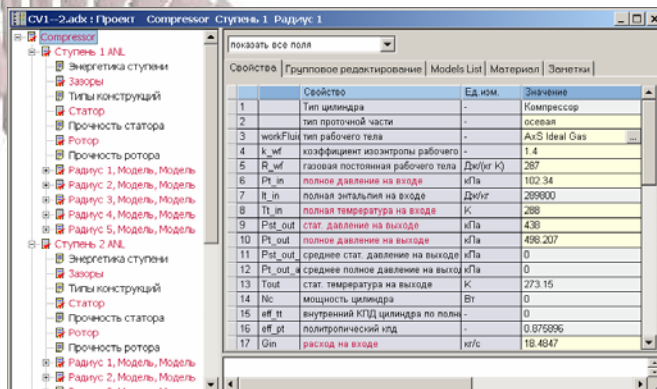


Лицензия **Project** является обязательной для каждого рабочего места. Она обеспечивает эффективное использование имеющегося у пользователя набора сетевых лицензий.

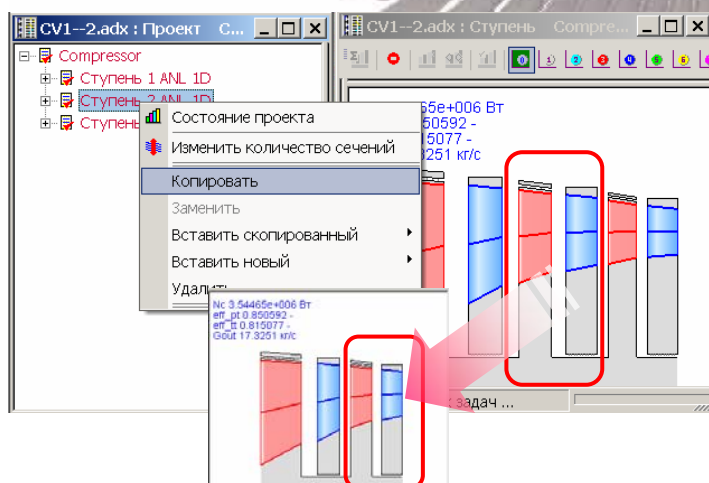
Различные функциональные лицензии могут одновременно использоваться на различных рабочих местах при наличии нескольких лицензий Project.

База данных AxSTREAM обеспечивает интеграцию данных проекта, доступ к данным проекта для просмотра и редактирования, восстановление данных в случае сбоев, загрузку и сохранение проекта.

Пользователь может изменять количество расчетных сечений ступеней, тип представления решеток, свойства конструктивных материалов, используемых в различных элементах компрессора, назначать способы расчета потерь энергии, выбирать систему единиц для отображения данных, язык интерфейса (русский, английский).

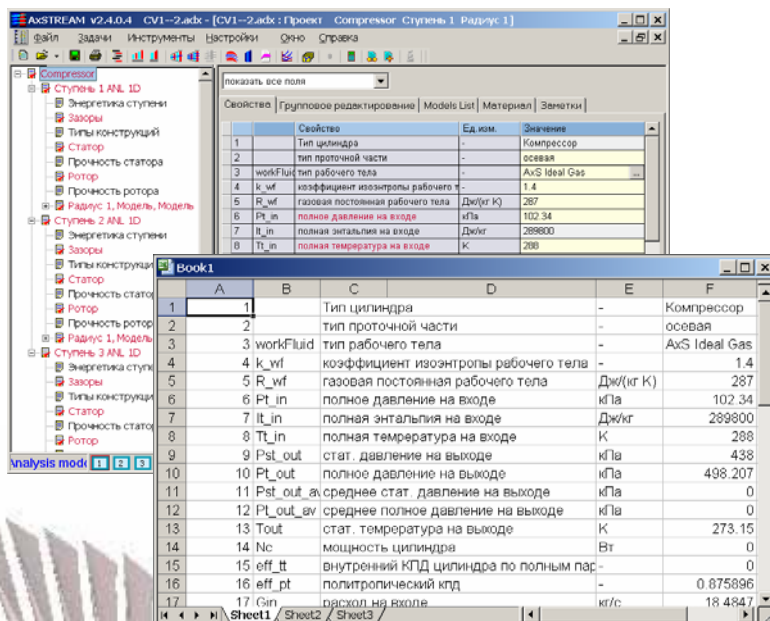


Свойство	Ед. изм.	Значение
1 Тип цилиндра	-	Компрессор
2 тип проточной части	-	осевая
3 workfluid тип рабочего тела	-	AxS Ideal Gas
4 k_wf коэффициент изотропии рабочего	-	1.4
5 R_wf газовая постоянная рабочего тела	Дж/(кг К)	287
6 P_t_in полное давление на входе	кПа	100.34
7 T_t_in полная температура на входе	К	289.00
8 P_t_out стат. давление на выходе	кПа	438
10 P_t_out, полное давление на выходе	кПа	498.207
11 P_t_out, среднее стат. давление на выходе	кПа	0
12 P_t_out, среднее полное давление на выходе	кПа	0
13 Tout стат. температура на выходе	К	273.15
14 Nc мощность цилиндра	Вт	0
15 eff_tl внутренний КПД цилиндра по поли	-	0
16 eff_pt полипроцессный КПД	-	0.875996
17 Qin расход на входе	кг/с	18.4847



AxSTREAM поддерживает перенос цилиндров и/или отдельных ступеней из проекта в проект. Это позволяет накапливать библиотеки отработанных ступеней и быстро компоновать из них новые конструкции.

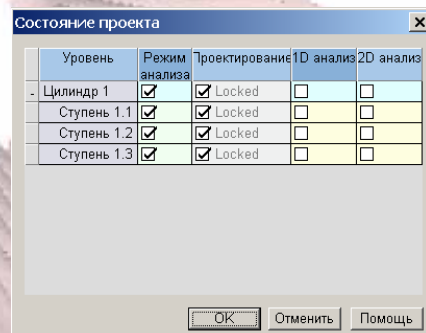
AxSTREAM поддерживает обмен данными с таблицами MS EXCEL. Это позволяет распараллеливать работы по подготовке исходных данных – т.е. готовить исходные данные, не занимая рабочее место AxSTREAM, а затем быстро переносить данные в систему.

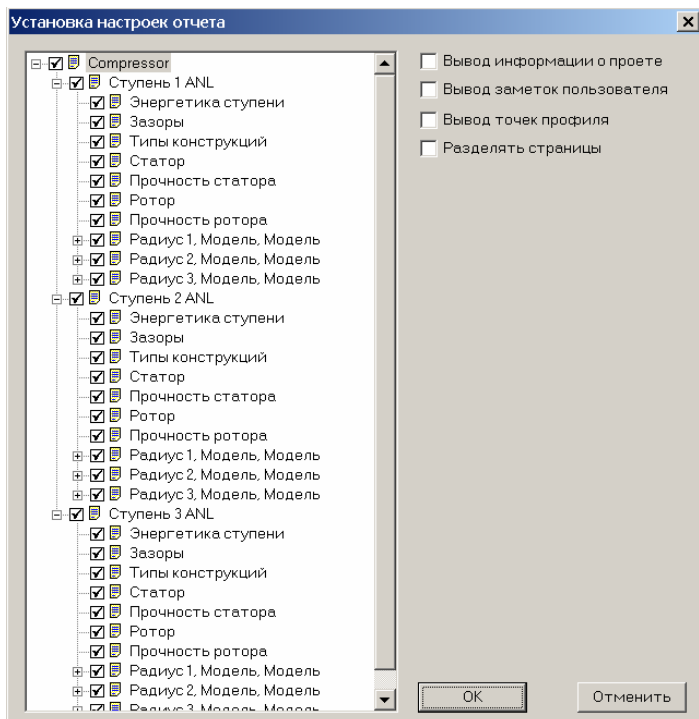


Материал / Температура, К	в проекте	в БД	Плотность, кг/м³	Модуль упругости, Па	Коэф-т лин. расщ-я, 1/К	Предел текучести, Па	Предел длит. прочн., Па	Предел ползучести, Па
15X12ВНМФ	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	7850					
293.15	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		2.12e+011	1e+005	7e+008	1.5e+008	7.5e+007
573.15	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		1.96e+011	1e+010	6e+008	1.5e+008	7.5e+007
673.15	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		1.9e+011	1e+010	5.7e+008	1.5e+008	7.5e+007
773.15	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		1.81e+011	1e+010	5.2e+008	1.5e+008	7.5e+007
873.15	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		1.67e+011	1e+010	3.6e+008	1.5e+008	7.5e+007
20X13	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	7750					
ХХ36ВТ	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	8164					

AxSTREAM контролирует состояние проекта – для каждой ступени фиксируется какие проектные операции были выполнены. Предусмотрен механизм предотвращающий от возможных рассогласований порядка расчетов по отдельным ступеням.

AxSTREAM содержит базу материалов. Механические свойства материалов в системе AxSTREAM определяются в диапазоне температур, что позволяет корректно оценивать напряжения в элементах компрессора. База материалов может пополняться пользователем.





AxSTREAM позволяет формировать управляемые пользователем отчеты, включающие все данные проекта.

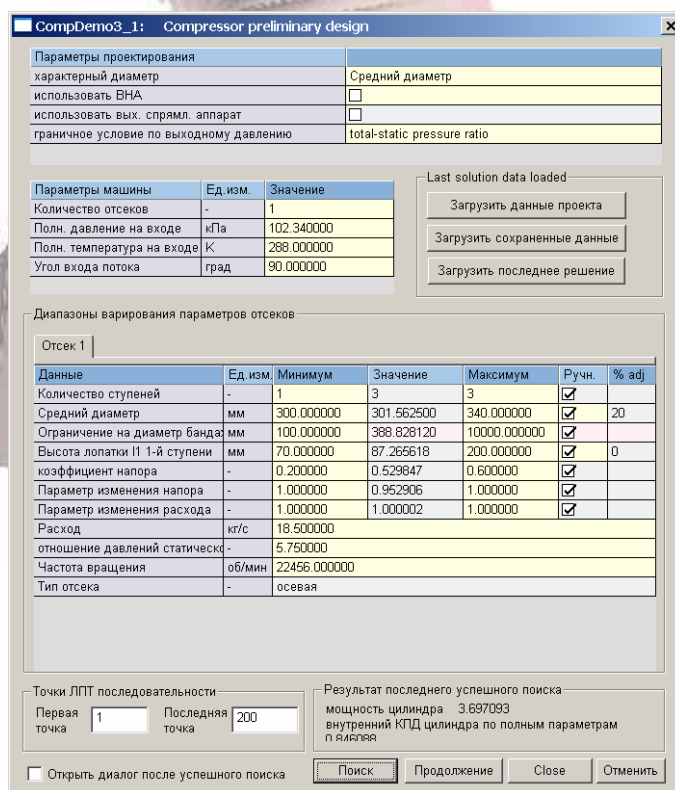
Пользователь может выбирать перечень элементов, отображаемых в отчете.

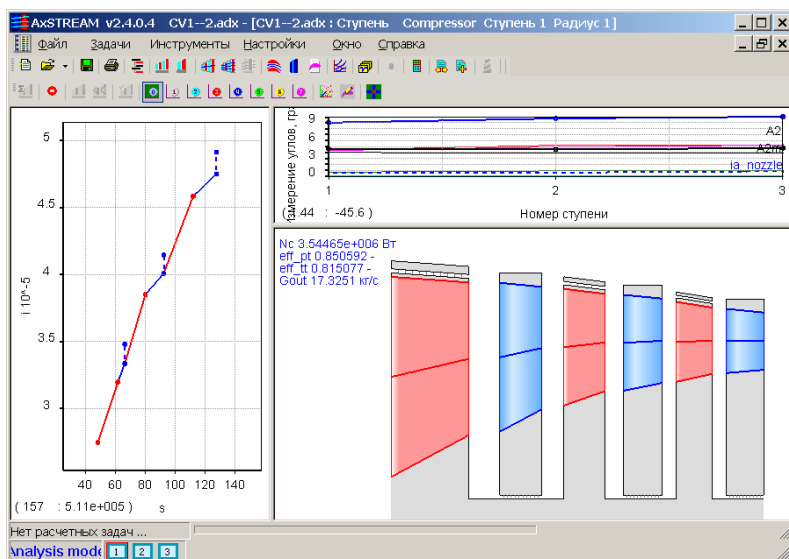
2. Предварительное проектирование цилиндра -(лицензия Axial COMPR Design)

Модуль предварительного проектирования цилиндра позволяет по небольшому количеству исходных параметров при помощи одномерной обратной постановки получить хорошее начальное приближение для геометрических характеристик цилиндра с учетом заданных ограничений.

При проектировании производится поиск варианта конструкции с максимальным КПД в пределах варьирования исходных параметров и ограничений, задаваемых пользователем. Использование обратной задачи позволяет проанализировать большое к-во вариантов за короткое время. (20000 за 1 мин)

Максимальное количество ступеней в цилиндре – 50.

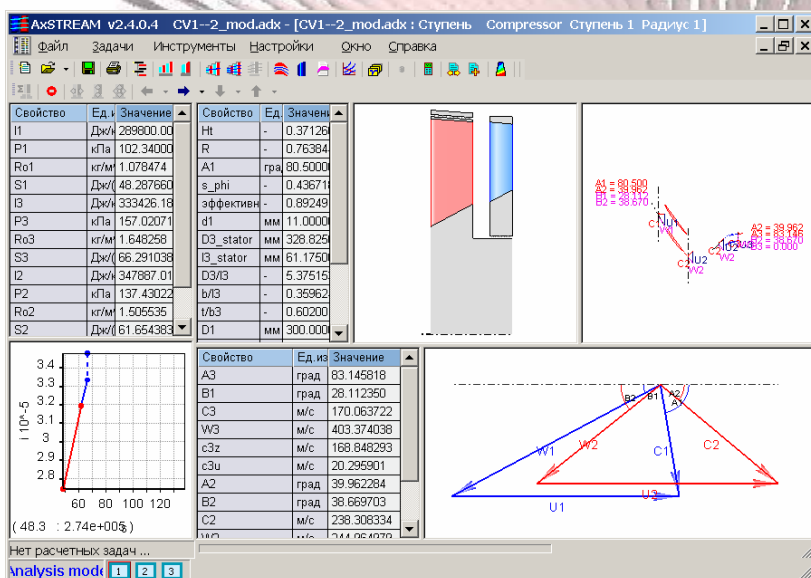




Модуль проектирования цилиндра

- осуществляет быстрое и надежное одномерное моделирование для определения основных геометрических и газодинамических параметров проточной части,
- подбирает к-во лопаток и размеры хорд
- представляет эскиз проточной части и соответствующую is-диаграмму

3. Проектирование отдельной ступени (лицензия Axial COMPR StageDesign)



Модуль ступени StageDesign

осуществляет удобное графическое отображение результатов проектирования в виде эскизов проточной части ступени, эскизов профилей, is-диаграмм, треугольников скоростей.

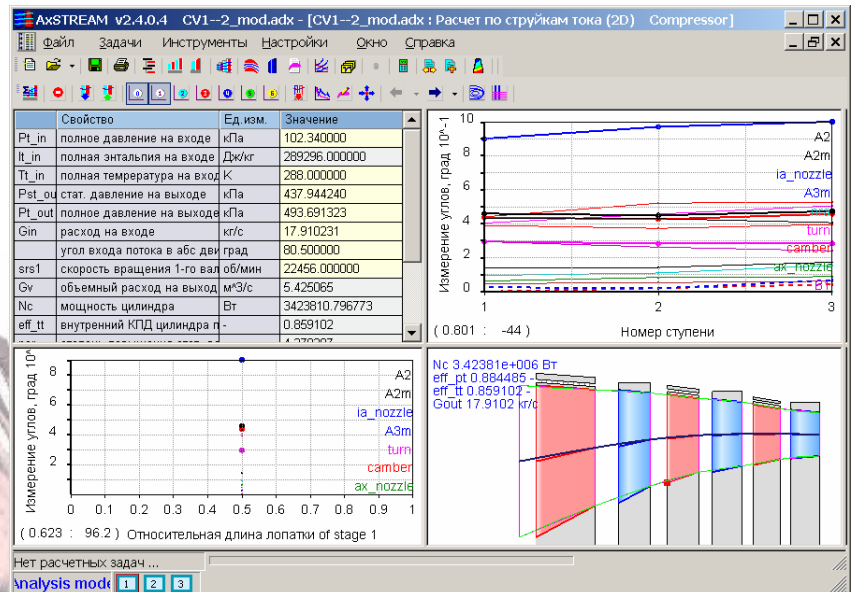
4. Анализ ПЧ в 1D / 2D постановке лицензия Axial COMPR Streamline

Анализ ПЧ в 1D постановке - лицензия Axial COMPR Meanline

Модуль анализа выполняет **проверочный** расчет многоступенчатой проточной части компрессора по среднему сечению и/или по нескольким струйкам тока с учетом реальных свойств рабочего тела в нескольких постановках.

Возможен расчет неполных ступеней (только ротор или только статор), ступеней с противовращением, ПЧ со смешанными типами ступеней – осевыми и радиальными.

Имеется возможность в дополнение к имеющимся моделям потерь и уплотнений добавлять пользовательские модели.



Модуль одномерного расчета решает прямую задачу в постановках ;

- Определение расхода для заданного выходного давления
- Определение выходного давления при заданном расходе
- Определение входного давления для заданного расхода
- Подгонка углов выхода решеток под заданный расход
- Параметризация закона закрутки
- Учет окружного навала
- Минимизация угла натекания

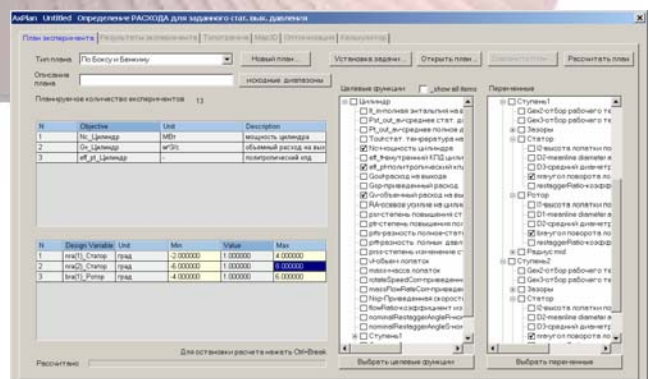
5. Модуль оптимизации по методу планирования эксперимента – лицензия AxPLAN

Модуль AxPLAN используется совместно с задачей одномерного/осесимметричного расчета и является основным инструментом оптимизации на заключающем этапе проектирования ПЧ.

Модуль AxPLAN позволяет решать различные задачи проектирования путем использования методов планирования численного эксперимента.

Планирование эксперимента интегрировано непосредственно в систему AxSTREAM и производится в терминах постановок прямой задачи анализа расчета, что позволяет пользователю формировать план эксперимента в привычных терминах.

Использование планирования эксперимента позволяет визуально оценивать результаты оптимизации, в автоматическом режиме определять характеристики цилиндра на переменных режимах.



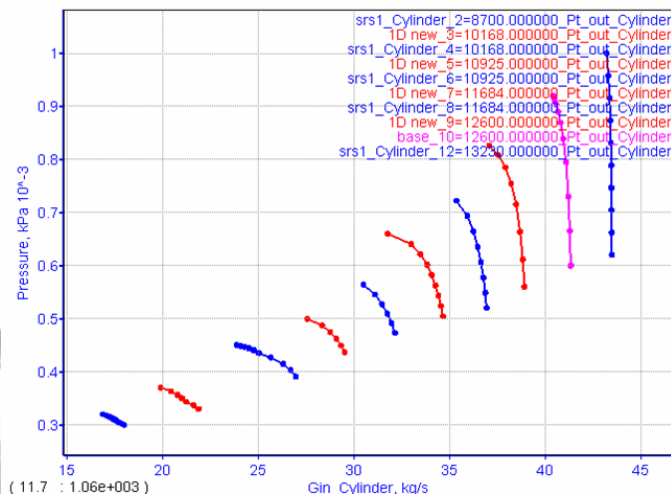
Модуль построения характеристик– лицензия AxMAP

Модуль AxMAP используется совместно с задачей одномерного/осесимметричного расчета и предназначен для автоматического построения характеристик турбомашин.

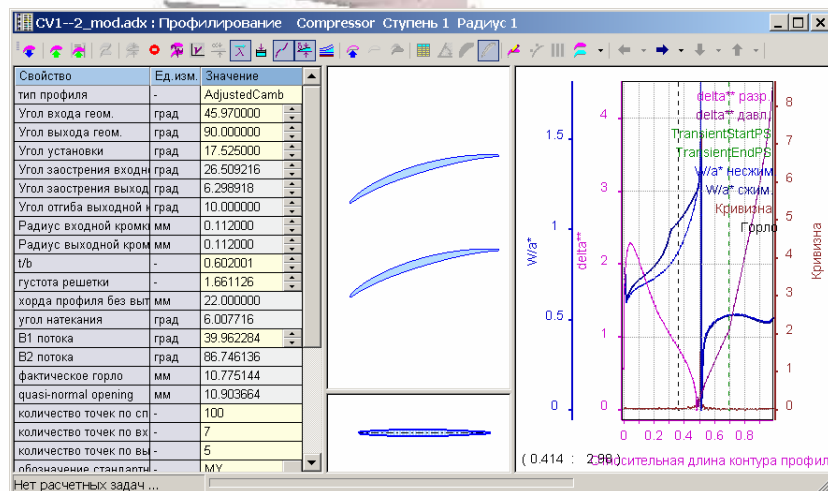
Модуль AxMAP позволяет исследовать влияние режимных и геометрических параметров на работу компрессора.

Расчет характеристик интегрирован в систему AxSTREAM и производится непосредственно в терминах постановок прямой задачи анализа.

Интерфейс AxMAP унифицирован с интерфейсом AxPLAN, что позволяет пользователю легко переходить от одной системы к другой.



6. Профилирование плоских решеток осевых машин – лицензия Axial Profiler



Модуль **Profiler** используется при профилировании плоских сечений лопаток, выполняет расчеты обтекания и расчета пограничного слоя плоских решеток с приближенным учетом сжимаемости рабочего тела и при различных режимах обтекания.

Profiler предоставляет различные способы оптимизации формы профилей.

Оптимизация проводится по геометрическому и аэродинамическому критериям качества – минимуму максимальной кривизны и минимуму профильных потерь.

Profiler рассчитывает распределение скорости, давления, толщины потери импульса и коэффициентов теплоотдачи по внешнему обводу сечения профиля.

Optimization by Curvature criteria

Data	Unit	Min	Max	Manual
Stagger angle	deg	31.754960	47.632441	<input type="checkbox"/>
LE wedge angle	deg	19.436529	29.154794	<input type="checkbox"/>
TE wedge angle	deg	4.291091	6.436637	<input type="checkbox"/>
outlet metal angle	deg	21.744988	32.617482	<input type="checkbox"/>
relative pitch	--	0.628013	0.628013	<input type="checkbox"/>
LE radius	m	0.005979	0.005979	<input type="checkbox"/>
TE deflection angle	deg	15.356788	18.769407	<input type="checkbox"/>
Profile area	m^2	0.001076	0.001184	<input type="checkbox"/>

Criteria weight coefficients:

Random sequence points: First Point: 1, Last point: 51

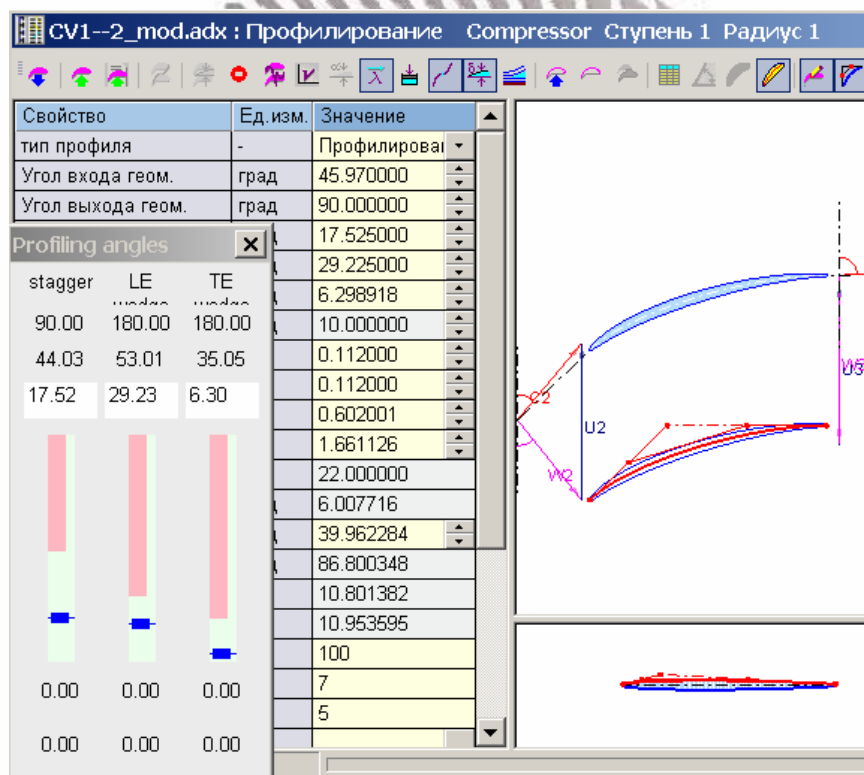
Criteria weight coefficients:

1 Pressure side curvature criterion weight

1 Suction side curvature criterion weight

1 Flow angle criterion weight

Search Continue search Cancel



Profiler предоставляет функцию интерактивного профилирования по конструктивным параметрам – в этом случае пользователь может изменять значения входных, выходных углов, углов заострения, радиусов кромок.

Вторым способом профилирования является управление контрольными точками сплайнов, задающих контур профиля.

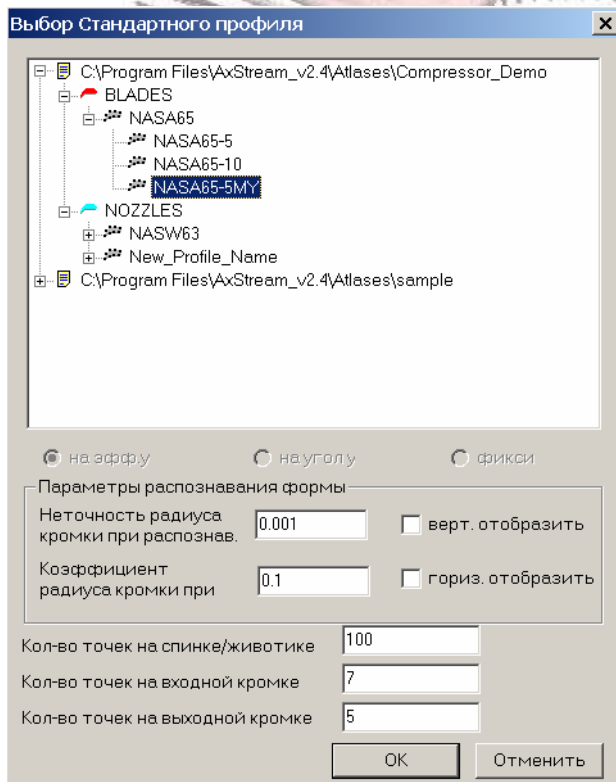
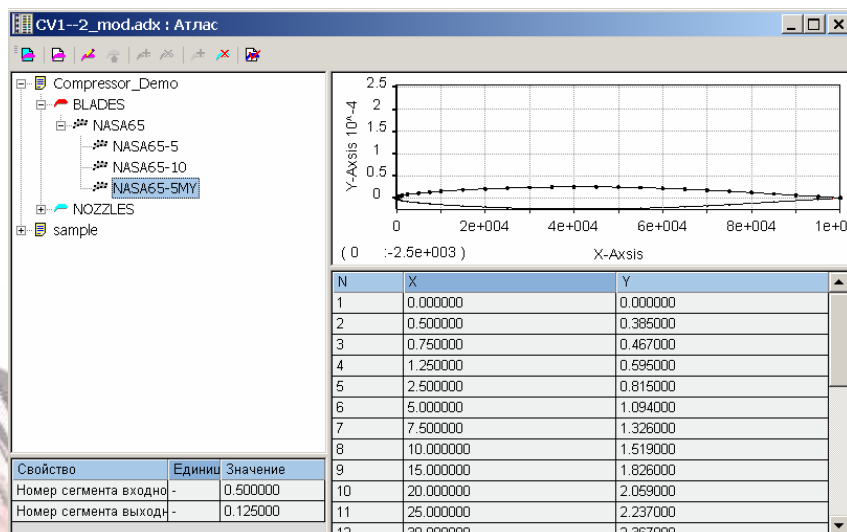
Независимо от выбранного способа профилирования, система поддерживает постоянным эффективный угол выхода.

7. База данных профилей Атлас – лицензия ATLAS

База данных профилей Атлас позволяет сохранять апробированные или рекомендованные корпоративными стандартами профили лопаток.

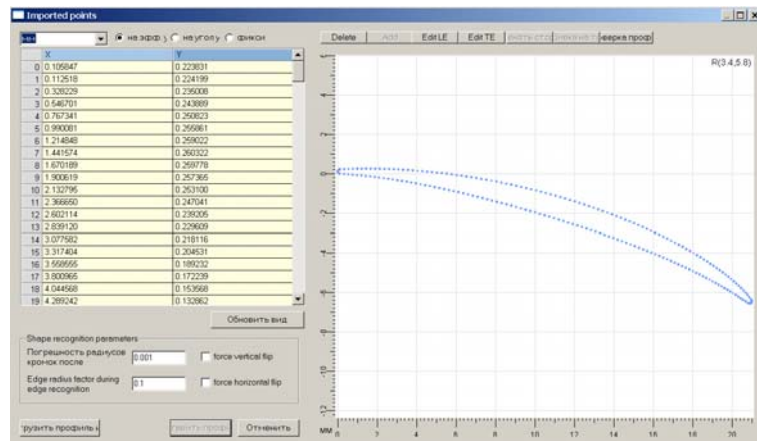
Профили из Атласа могут быть использованы при профилировании лопаток.

AxSTREAM может использовать любое количество Атласов.



Вставка профиля в проект осуществляется путем его выбора из базы данных АТЛАС.

8. Импорт профилей – лицензия Import Profile

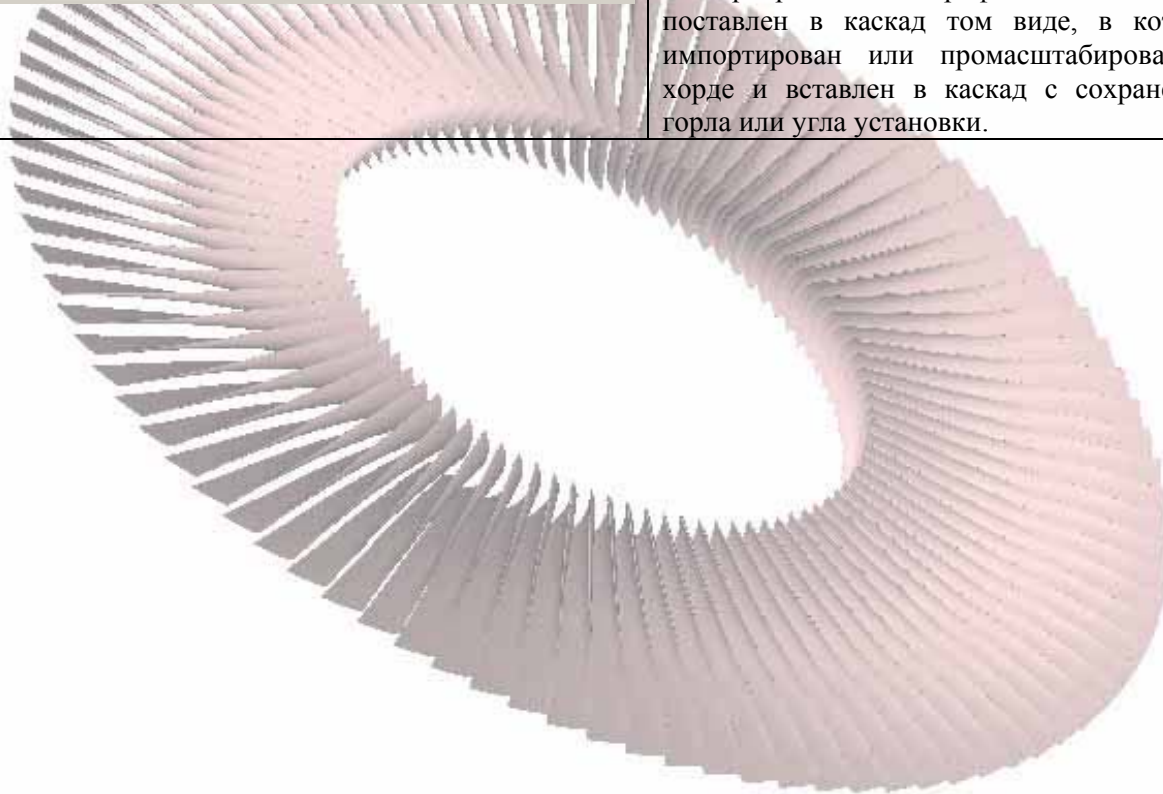


По лицензии Import_Profile AxSTREAM может импортировать точно заданные профили в модуль профилирования.

Возможен импорт как отдельного профиля так и серии профилей образующих перо лопатки. Импорт данных возможен из файла или копированием из таблиц EXCEL.

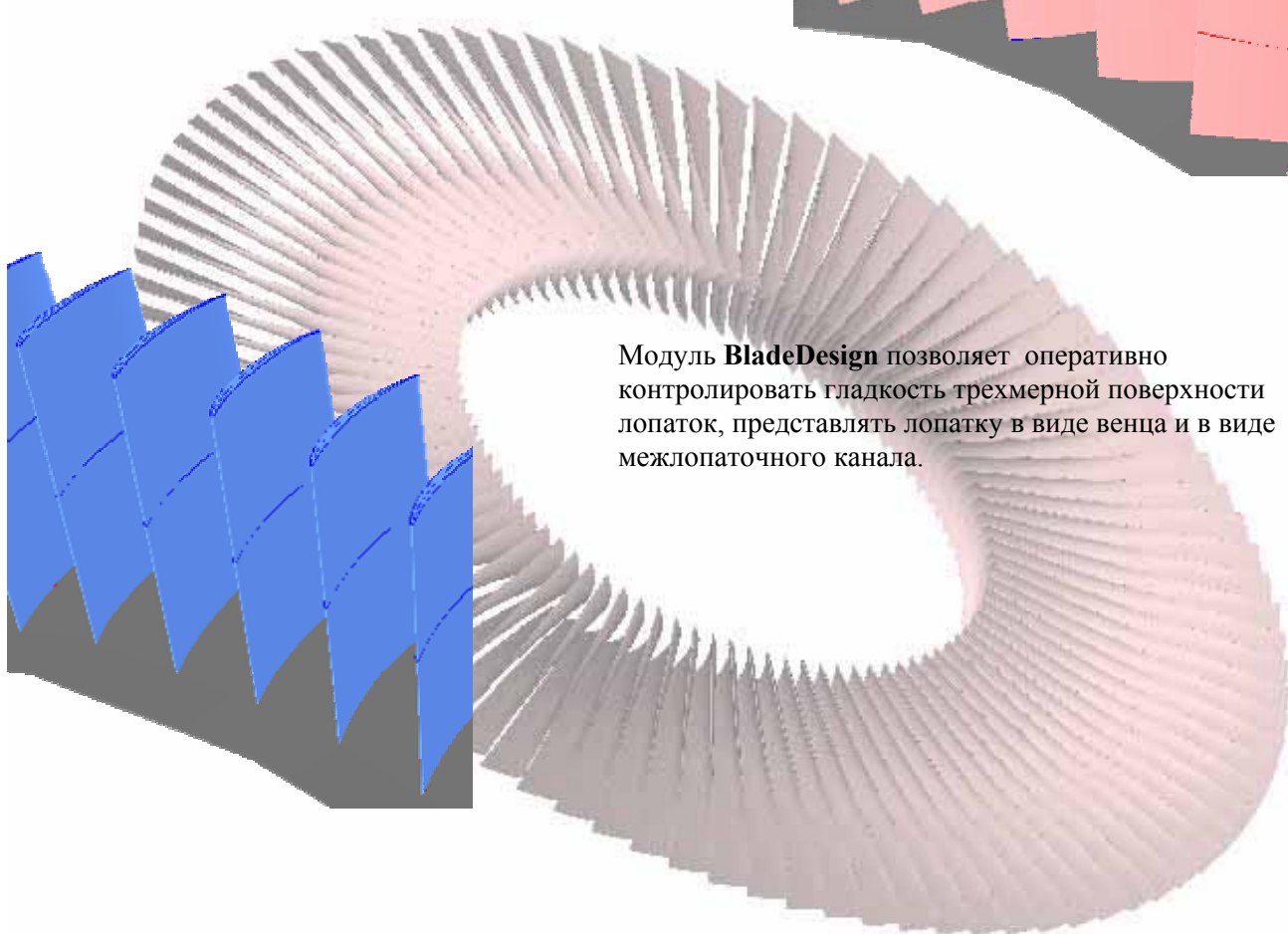
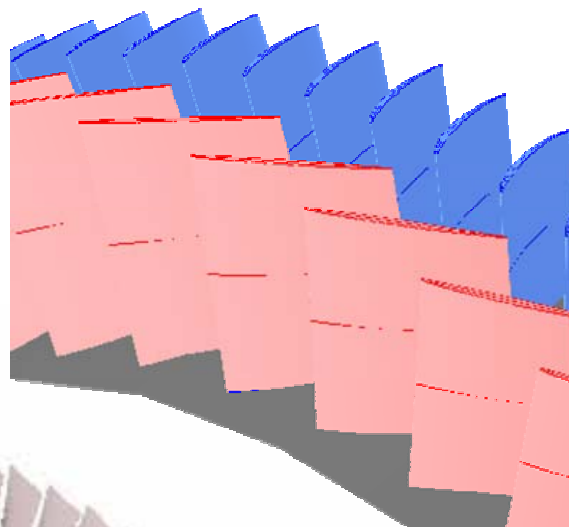
Имеется возможность интерактивной корректировки импортированных точек, полуавтоматическое определение кромок и лопаточных углов

Импортированный профиль может быть поставлен в каскад том виде, в котором импортирован или промасштабирован по хорде и вставлен в каскад с сохранением горла или угла установки.



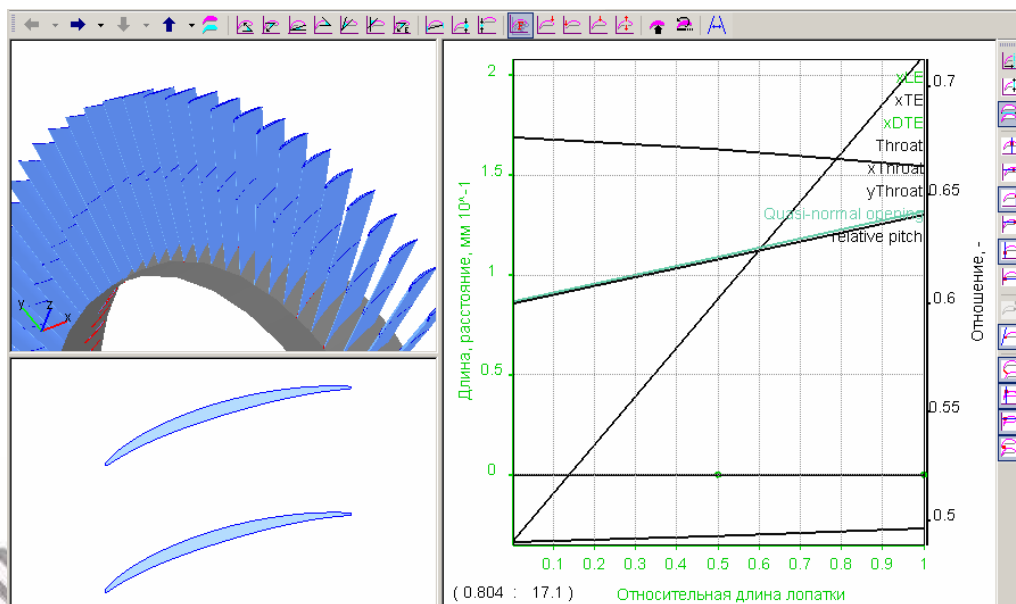
9. Модуль пространственного построения лопатки - лицензия - Axial Blade Designer

Модуль **BladeDesign** предназначен для интерактивного построения пространственного пера лопатки. Модуль снабжен средствами интерактивного графического редактирования геометрических параметров углов закрутки, положения центра масс профилей в отдельных сечениях (управление навалом и саблевидностью).



Модуль **BladeDesign** позволяет оперативно контролировать гладкость трехмерной поверхности лопаток, представлять лопатку в виде венца и в виде межлопаточного канала.

Модуль **BladeDesign** позволяет оценивать в режиме реального времени распределение площадей, уровни напряжений на кромках, стороне давления и стороне разрежения лопатки. для интерактивного построения пространственного пера лопатки.

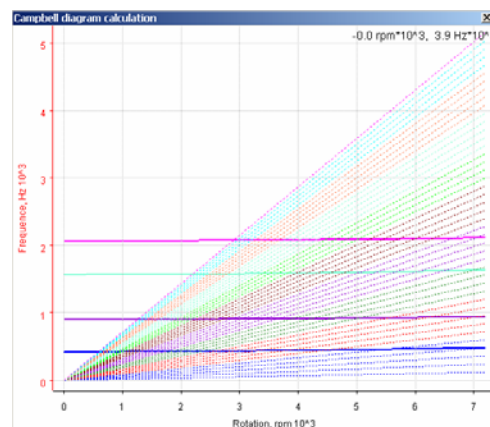
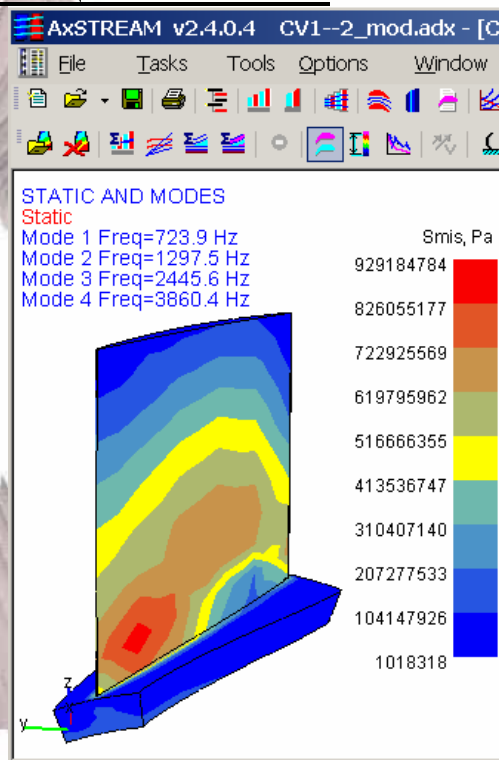


9. Модуль 3-х мерного прочностного и частотного анализа - лицензия AxSTRESS

Модуль **AxSTRESS** предназначен для 3-х мерного прочностного и частотного экспресс-анализа лопатки методом конечных элементов на основе построенного пространственного пера лопатки. Модуль снабжен средствами автоматического построения расчетной сетки.

Модуль **AxSTRESS** выполняет построение Кэмпбелл-диаграммы

AxSTRESS формирует промежуточные файлы в формате cdb совместимом с ANSYS таким образом результаты **AxSTRESS** всегда могут быть верифицированы в ANSYS.



10. Модуль 3-х мерного экспресс-анализа течения потока – лицензия AxFLOW

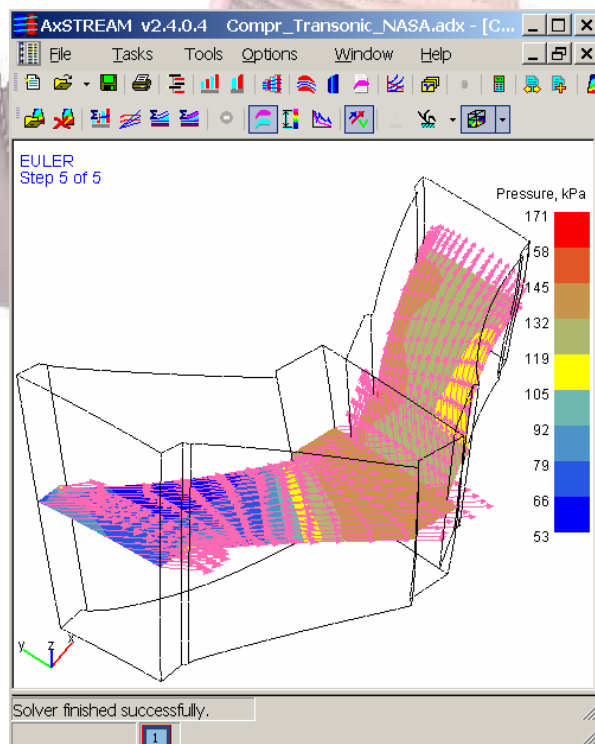
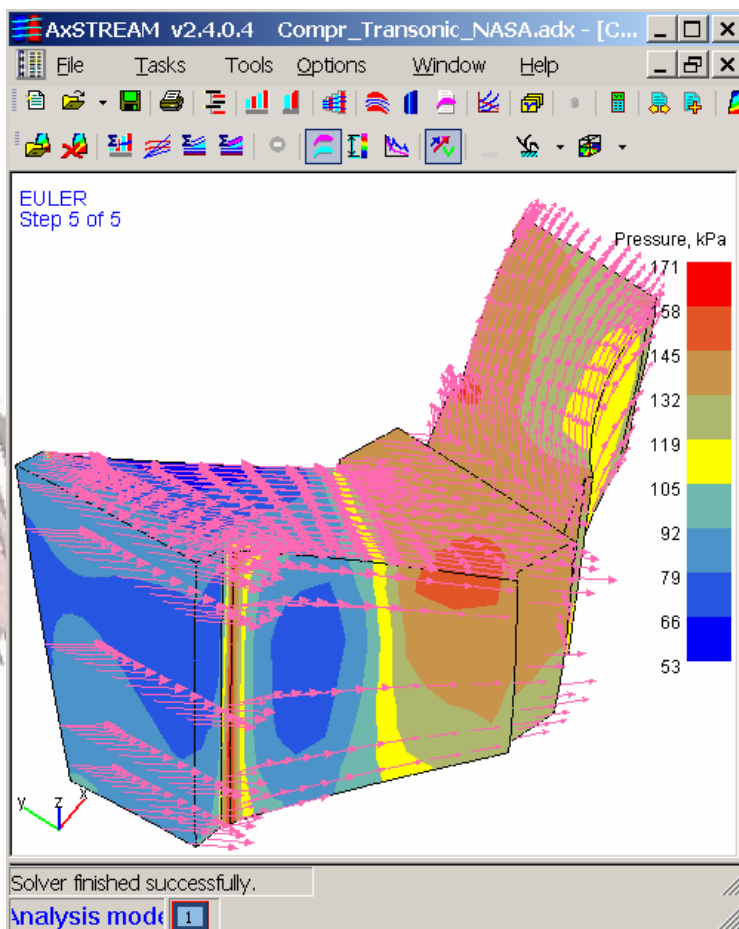
Модуль **AxFLOW** предназначен для 3-х мерного экспресс-анализа течения в межлопаточных каналах.

Анализ может выполняться методом потенциального течения и на основе решения уравнений Эйлера.

Результатом анализа является оценка расхода, оценка интегральных термодинамических параметров на выходе канала, оценка КПД.

Расчет может производиться как для отдельного венца так и для ступени.

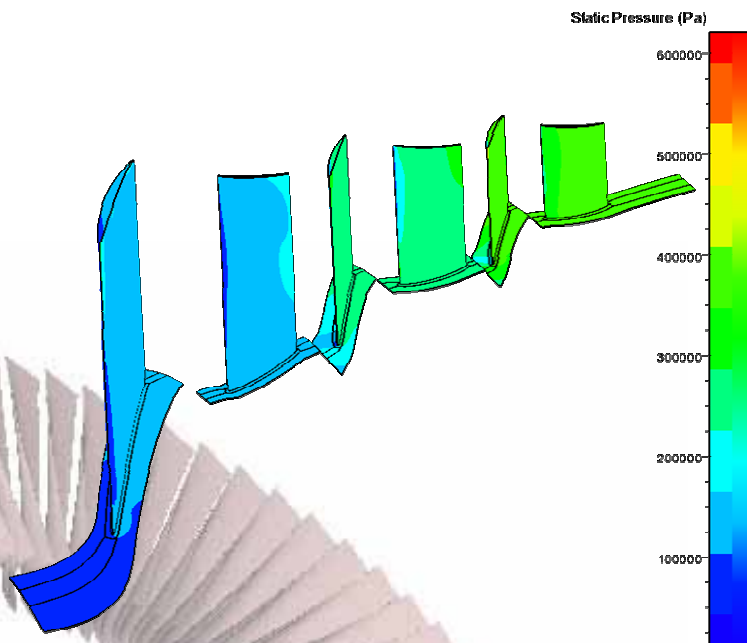
Имеются средства оценки распределения параметров в любом сечении канала с осреднением в окружном направлении и оценка распределения параметров в сечении по обводу профиля (нагруженность лопатки).



11. Модуль экспорта геометрии - лицензия Export

Модуль **Export** позволяет экспортировать 3-х мерную геометрию замкнутой поверхности лопатки в формате IGES для передачи в системы CAD.

3D-геометрия лопатки-ступени проточной части может быть экспортирована в специальных форматах в коммерческие CFD пакеты CFX, FLUENT, NUMECA, ANSYS для трехмерного аэродинамического и прочностного анализа.



Наличие набора **электронных учебников** способствуют быстрому освоению работы с программой. Гибкая система **лицензирования** позволяет заказчику выбрать необходимый ему набор модулей.

AxSTREAM поставляется с **персональными** (привязанными к конкретному компьютеру) и с **сетевыми** лицензиями (при сетевой лицензии использовать систему AxSTREAM могут все компьютеры, подключенные к сети).

Возможно бесплатное предооставление временной лицензии для ознакомления с системой.

SoftInWay, Inc. является технической консалтинговой компанией, расположенной в Бурлингтоне, штат Массачусетс, США. Направление деятельности - обеспечение высококачественными инженерными услугами и программными продуктами мировое сообщество высоких технологий. info@softinway.com, тел. 1-781-685-4942

Актуальная механика Ltd., Харьков, Украина, осуществляет инжиниринговый сервис и разработку программного обеспечения для Украины, России и стран СНГ. info@actualmechanics.com