

**НИУ «МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»
КАФЕДРА ПАРОВЫХ И ГАЗОВЫХ ТУРБИН имени А.В.Щегляева**



- Необходимость учета профессиональных стандартов обусловлена введением в действие Федерального закона № 122-ФЗ от 2 мая 2015 г., предусматривающего актуализацию федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) на основе профессиональных стандартов в части профессиональной компетенции.
- Федеральный закон от 02 мая 2015 г. № 122-ФЗ «О внесении изменений в Трудовой кодекс Российской Федерации и статьи 11 и 73 Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации»

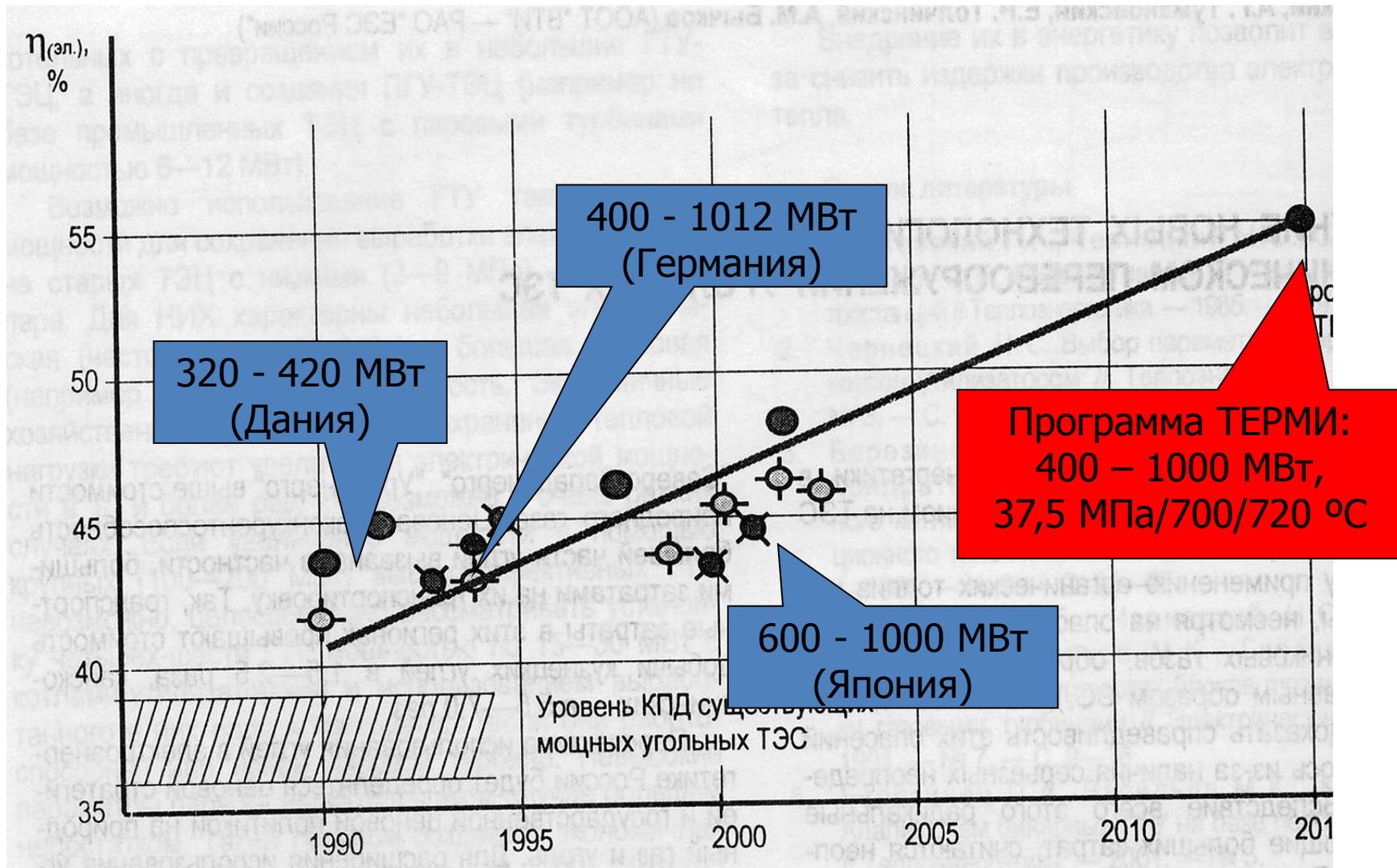


Направление подготовки «Энергетическое машиностроение»

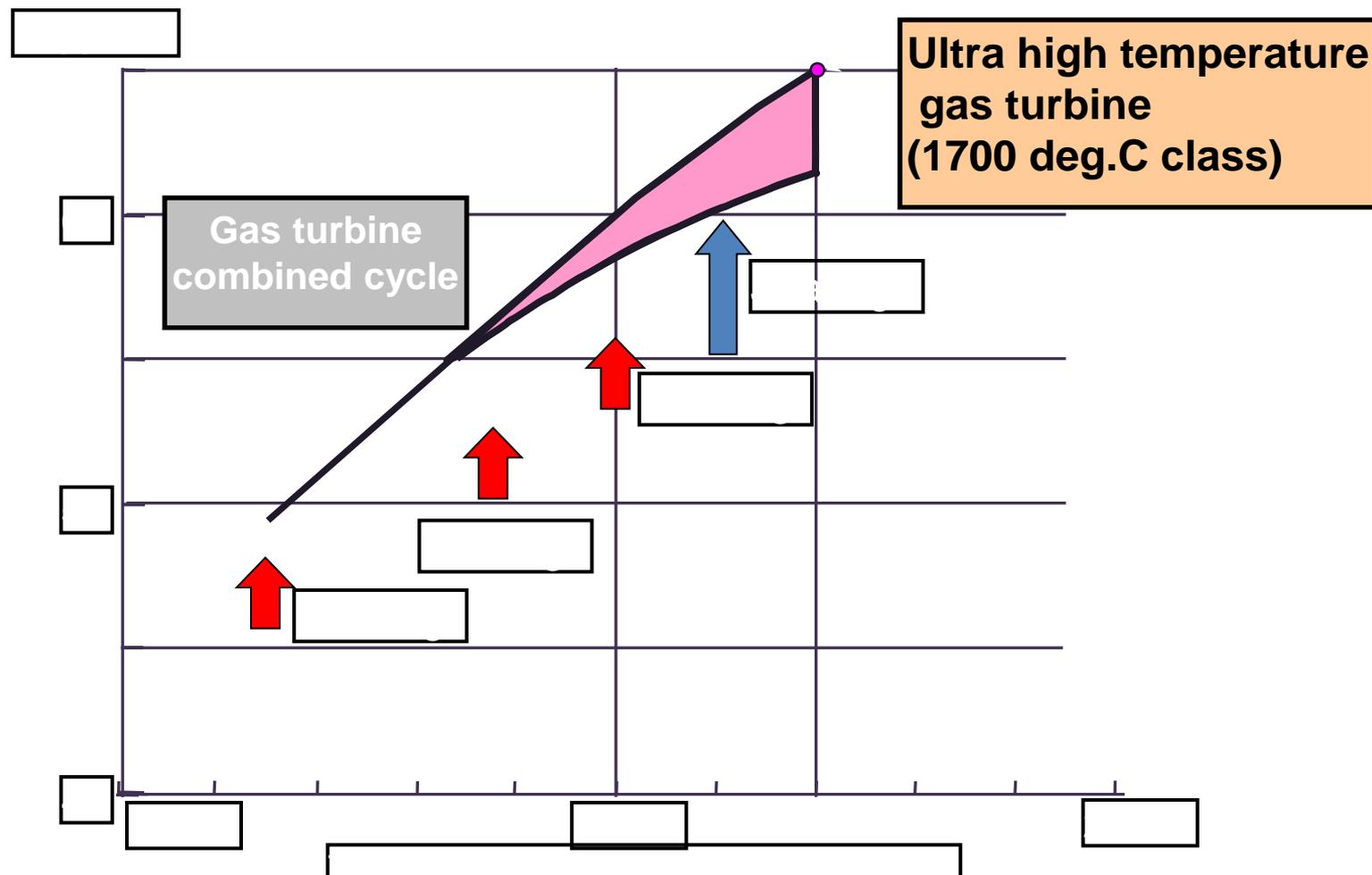
- НМС участвует в разработке и внедрении образовательных стандартов, в том числе опирающихся на существующие профессиональные стандарты, такие как:
 - - 16.013 «Специалист по эксплуатации насосных станций водопровода»;
 - - 24.009 «Управление проектом в организации атомной отрасли»;
 - - 24.022 «Машинист обходчик турбинного оборудования»;
 - - 40.008 «Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами»;
 - - 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»;
 - - 40.023 Монтажник гидравлических и пневматических систем;
 - - 40.091 Машинист насосных установок;
 - - 40.090 «Специалист по контролю качества механосборочного производства»
«Специалист по эксплуатации газотранспортного оборудования»



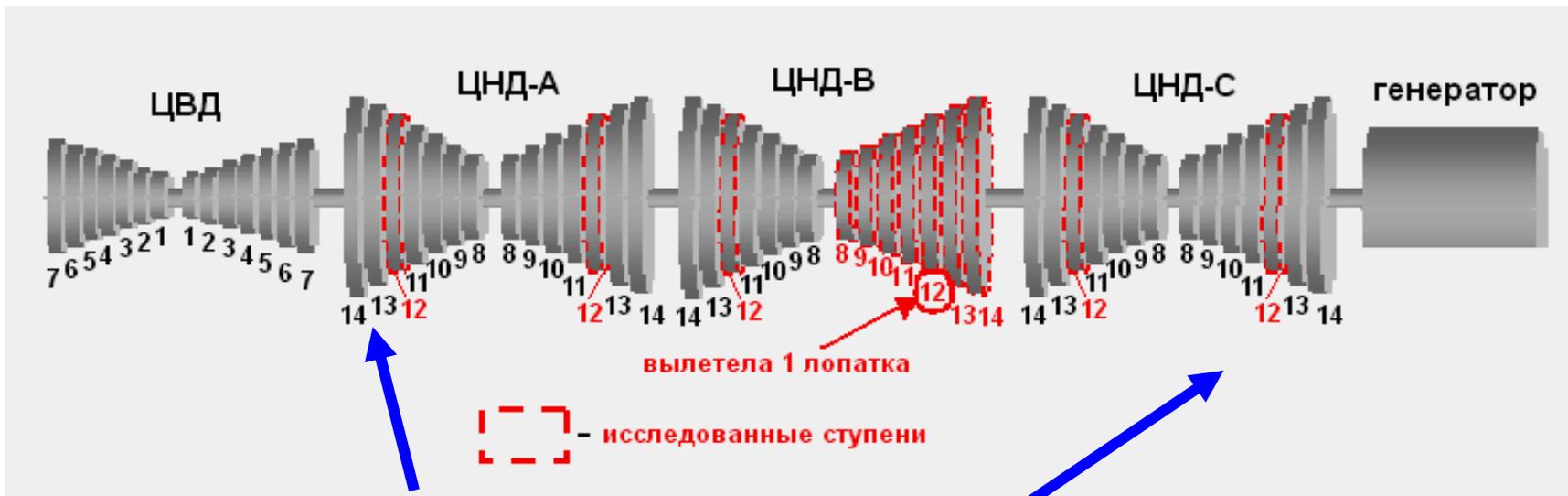
Совершенствование энергоблоков ССКП



Развитие парогазовых установок



Проектирование мощных ПТУ для ТЭС и АЭС



Всего повреждено 662 лопатки из 700 (95%).

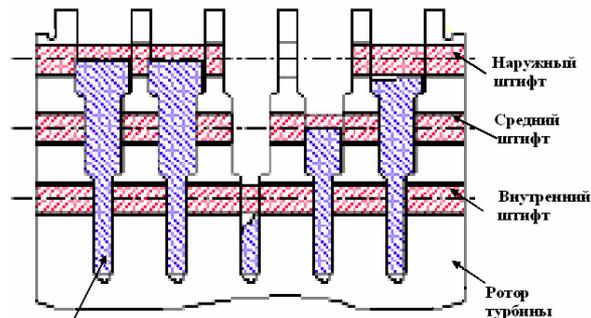
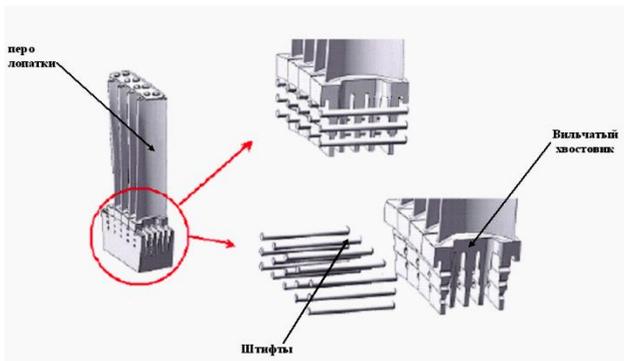
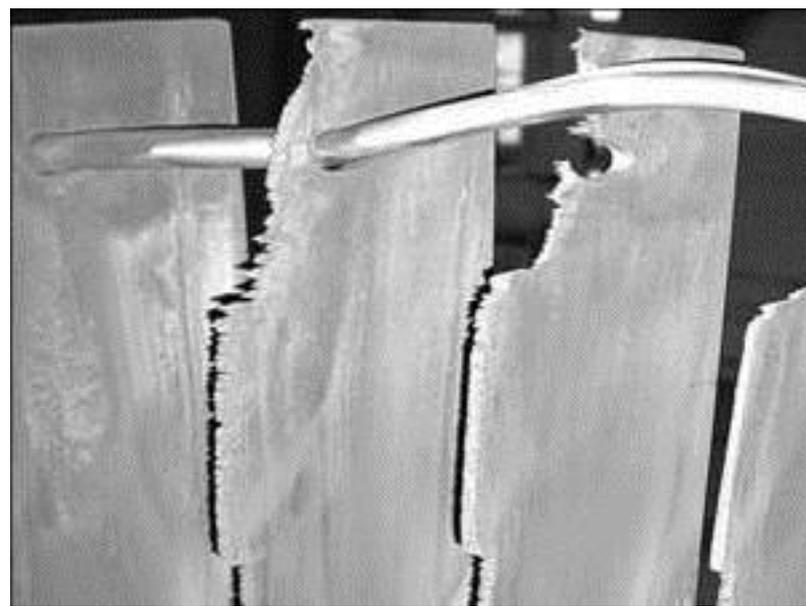
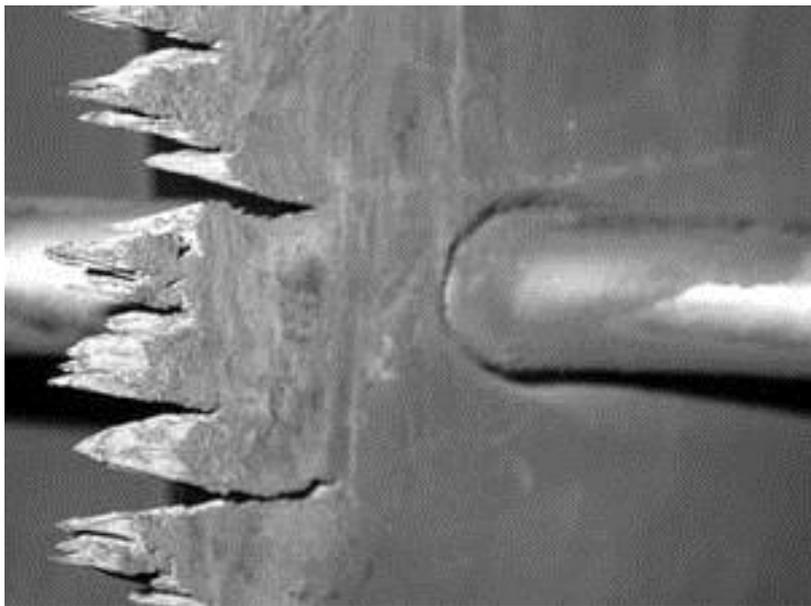


Схема ротора и статистика разрушений 5-х ступеней ЦНД



Последние ступени паровых турбин





Воспламенение титана в конденсаторе турбины

Палюэль-2, Франция, 1985, PWR, 1382 МВт, 02.07.2015

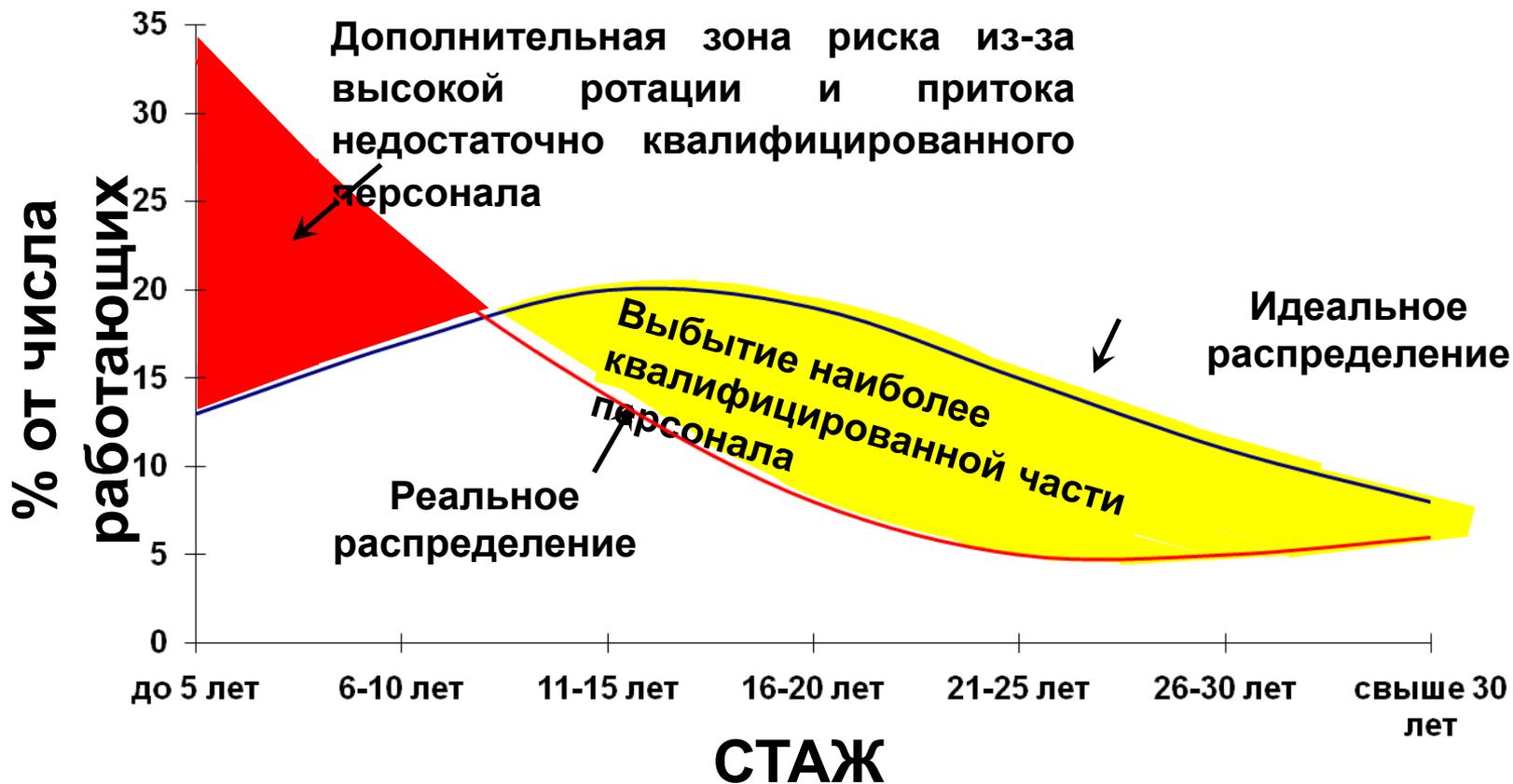
- Энергоблок находился в останове для проведения инспекции, выполняемой раз в 10 лет.
- Работа была запланирована в связи с явлением наводороживания титановых труб и стресс-коррозией в сварных соединениях между углеродистой сталью водяных камер и трубными решетками из медно-алюминиевого сплава.
- В 21:45, когда уже было вырезано несколько титановых трубок с применением плазменной горелки, произошло воспламенение титана.
- Был введен план аварийного реагирования с мобилизацией внешней помощи (с привлечением более 70 пожарных). Пожар был потушен в 05:30 утра.
- В машзале произошел выброс белого пепла (оксида титана), поэтому до конца июля персонал для защиты органов дыхания носил респираторы.
- Нормальный доступ в машзал был разрешен в начале сентября, но в конденсаторах требовалось использование респираторов.
- Событие вызвало широкий интерес в отрасли, так как было повреждено оборудование АЭС и выявлена уникальная особенность и опасность воспламенения титана.



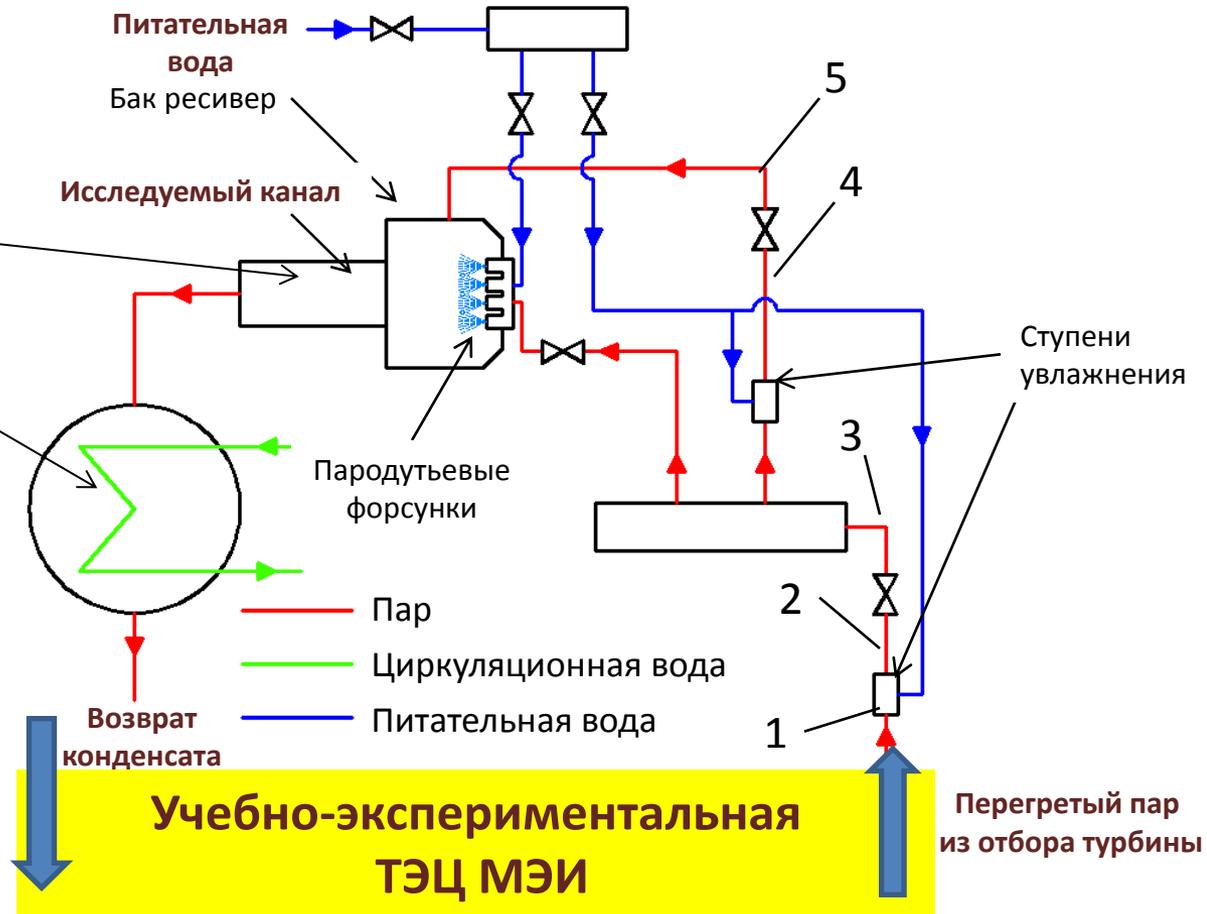
По этому событию INPRO выпустил отчет, указав, что:

- **Такие пожары (класса D) требуют применения специальных огнетушащих составов и методов тушения. Такие пожары имеют очень высокую температуру (от 5000 до 8500 градусов по Фаренгейту, 2760-4700 по Цельсию) и подача воды приводит к ее диссоциации на водород и кислород, ускоряя горение.**
- **Такие пожары создают условия для паровых и водородных реакций и взрывов, что приводит к распространению горения металла и повышает риск для персонала, оборудования и сооружений.**

Средние данные по стажу работы персонала

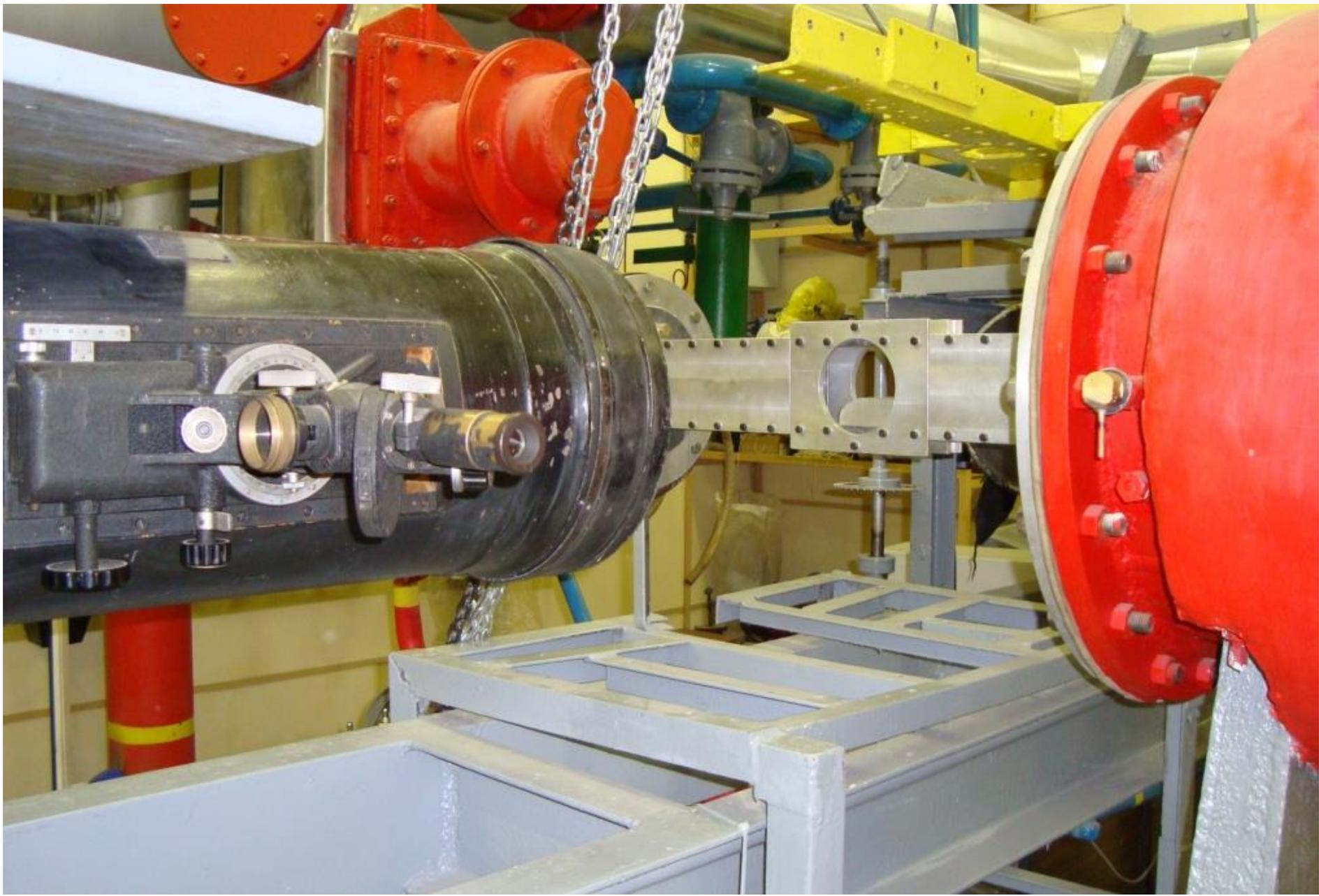


Пародинамический стенд КВП



- Исследование течения перегретого, насыщенного и влажного пара
- Дозвуковое, транзвуковое и сверхзвуковое течение пара
- Рабочее тело поступает непосредственно из ТЭЦ МЭИ
- Возможность исследования каналов различной геометрии







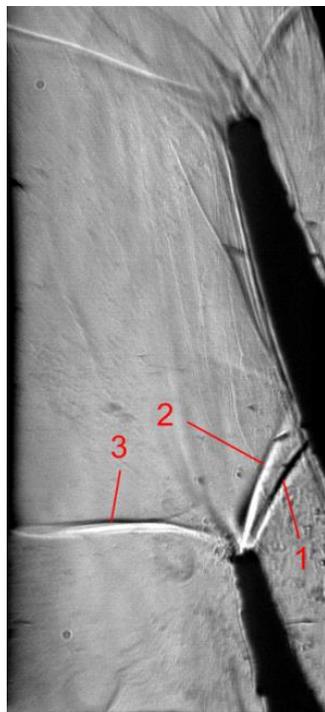


- Максимальная частота съемки: 5кГц.
- Максимальное разрешение камеры: 1280*1024 пикселей.
- Исполнение: монохромное..
- Длительность экспозиции: от 2 мкс до кадрового периода

$M_{1t} = 1,75$



$M_{1t} = 1,33$



$M_{1t} = 1,07$

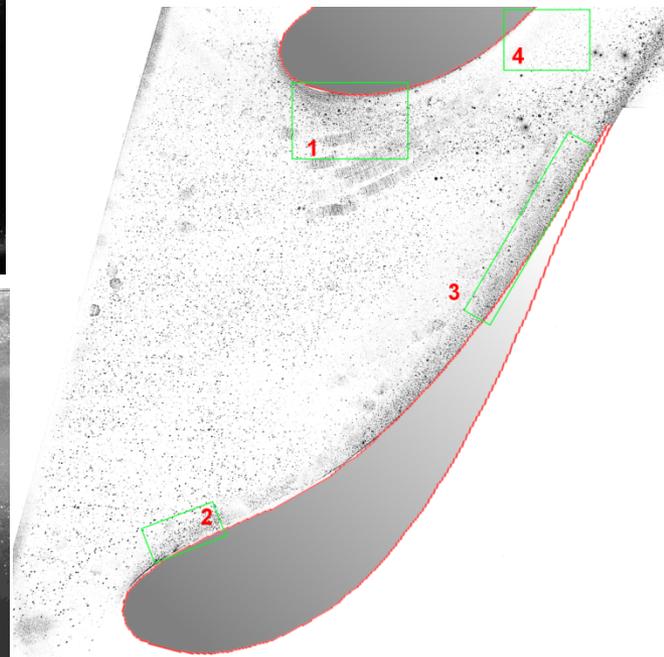
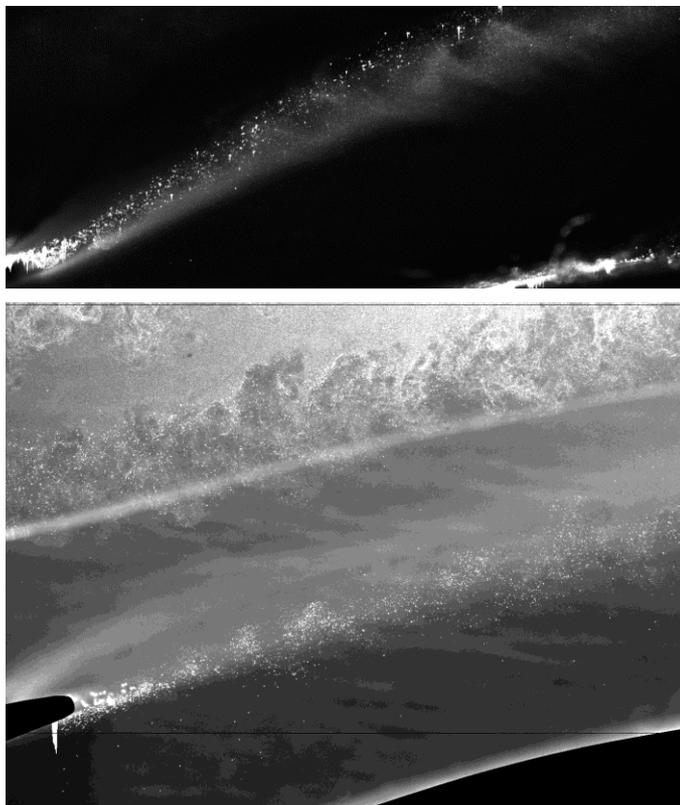
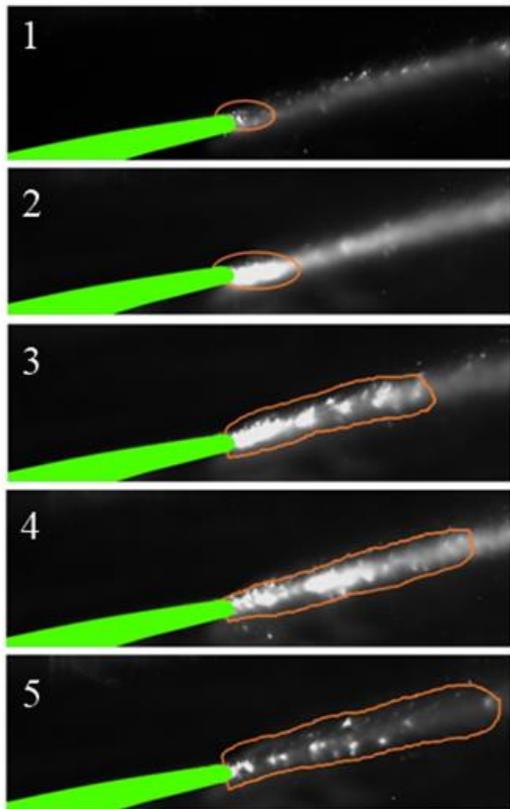


Волновая структура потока на насыщенном паре $\Delta T = 0^\circ \text{C}$

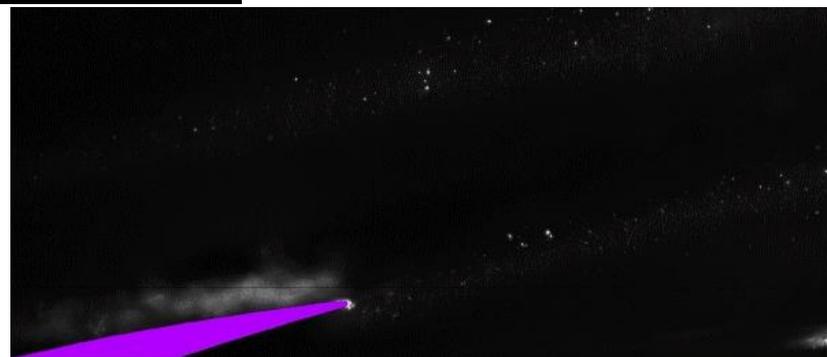
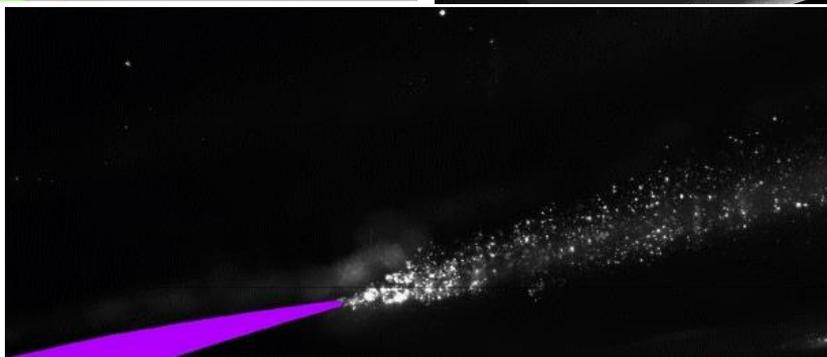
Все режимы нестационарные

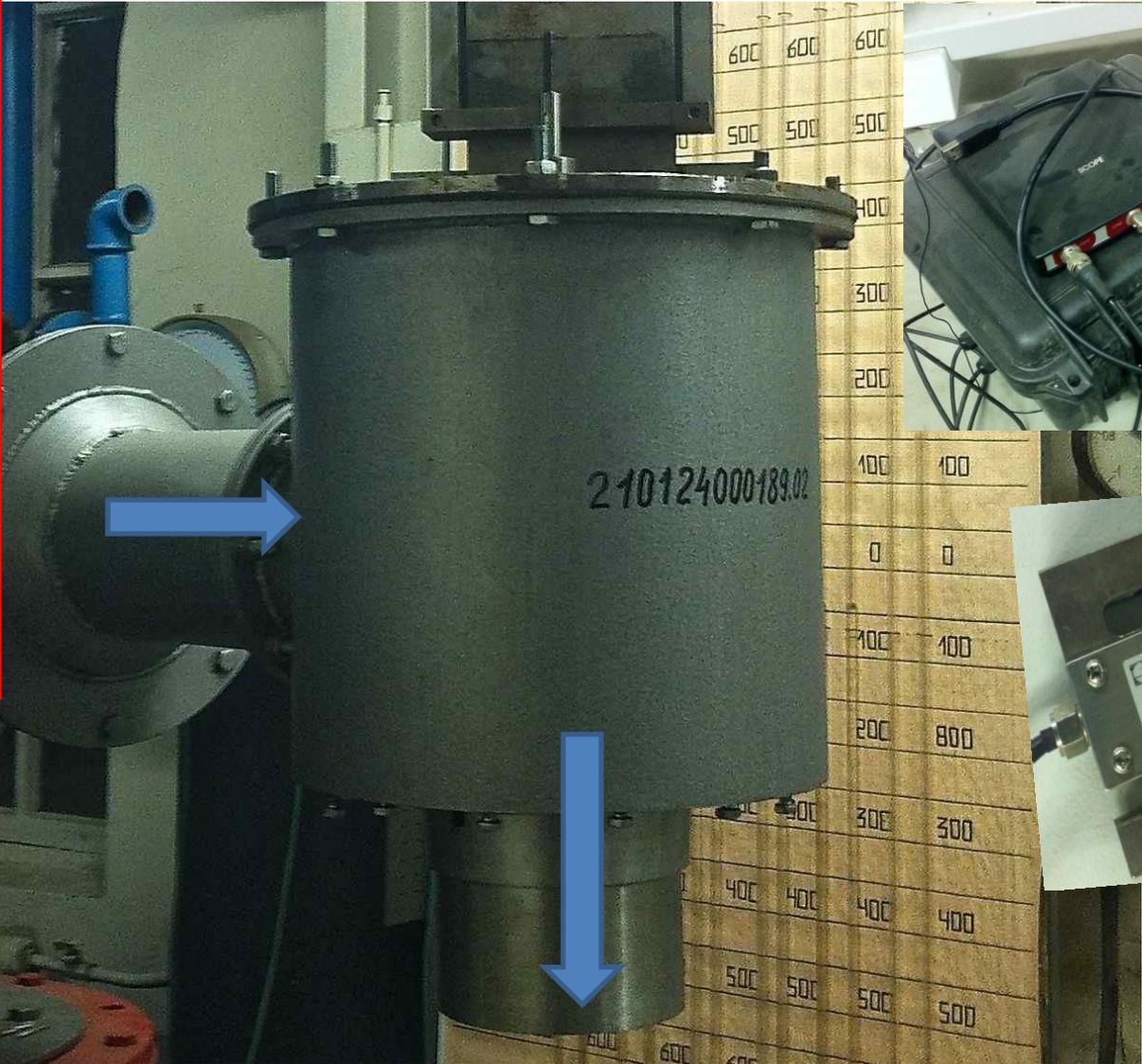
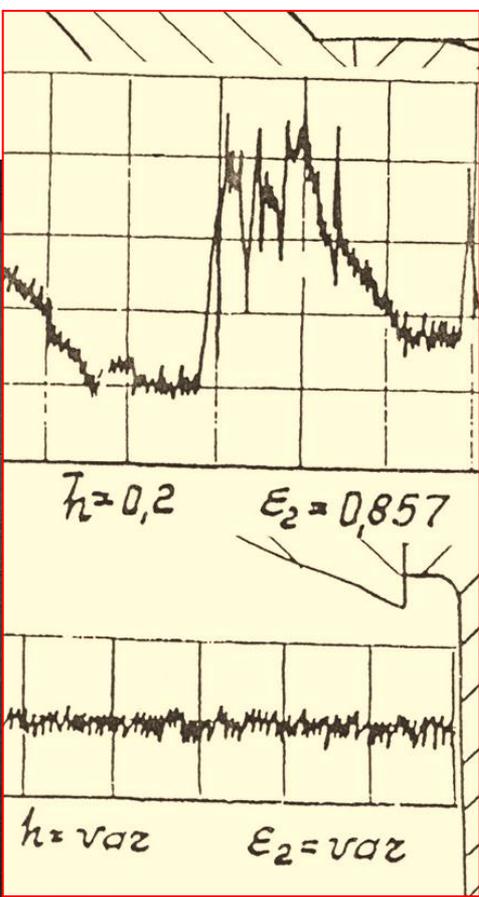
На фотографиях крайние положение скачков

Кромочный след



Межлопаточный канал





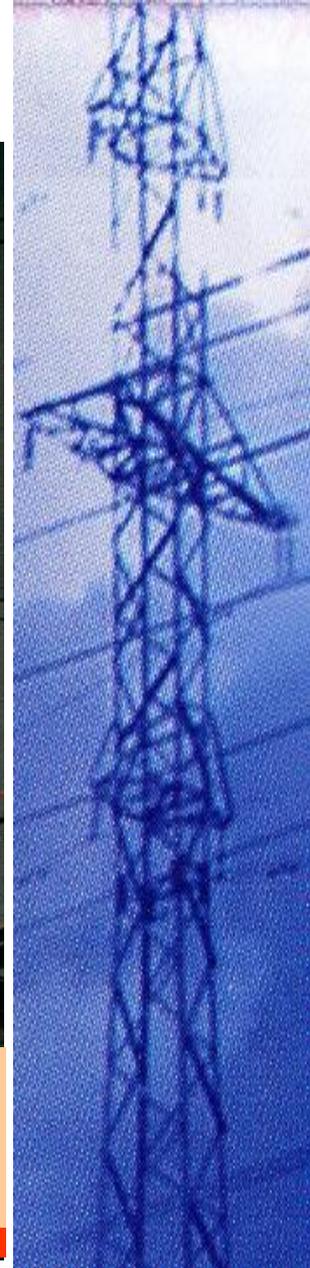
NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY

Отладка и испытание предлагаемых технических решений

Экспериментальные турбины для исследования турбинных ступеней стационарных и транспортных энергетических установок.

Экспериментальная турбина ЭТ-3 М

Экспериментальные исследования двухфазных течений в элементах проточных частей влажно-паровых турбин (турбины ТЭС и АЭС).

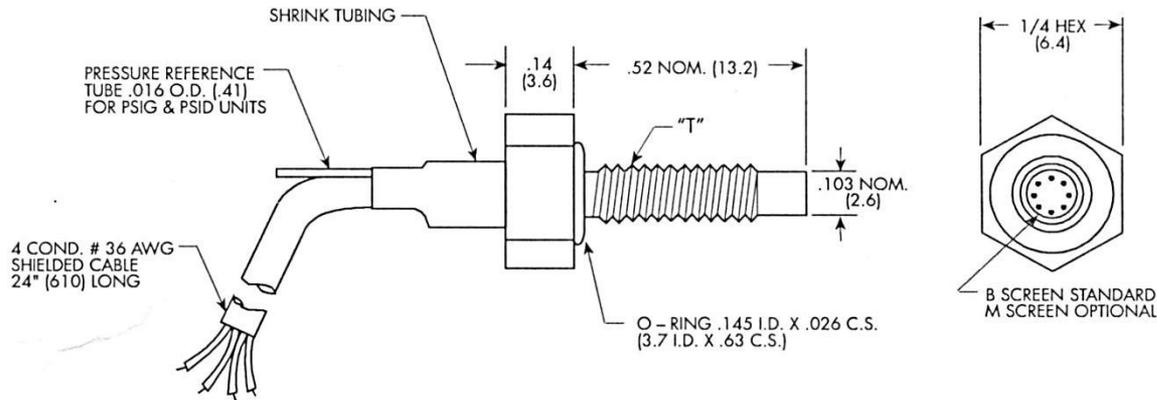




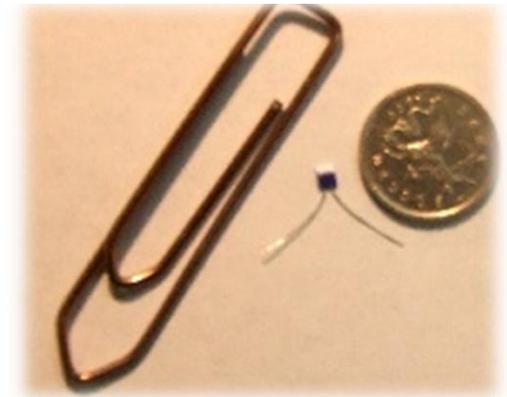
Датчики для измерения пульсаций давления в потоке



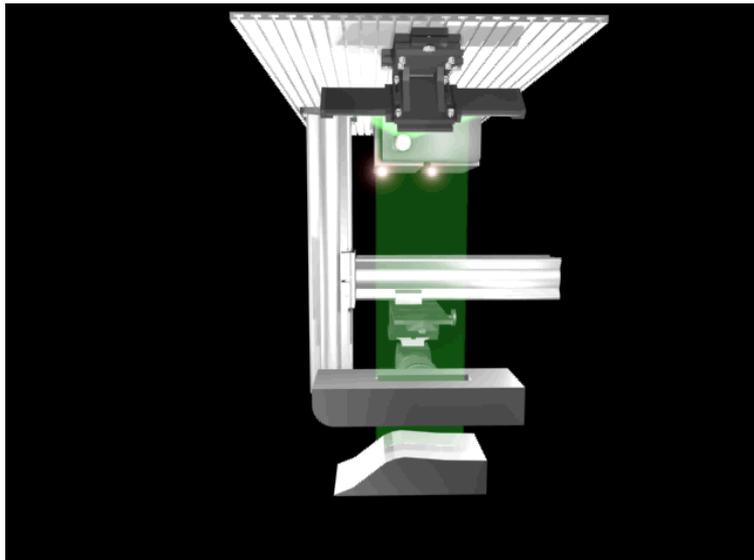
Размеры пьезорезистивного датчика давления XTEL-140M (В скобках указаны размеры в миллиметрах)



Датчики для измерения пульсаций температуры в потоке



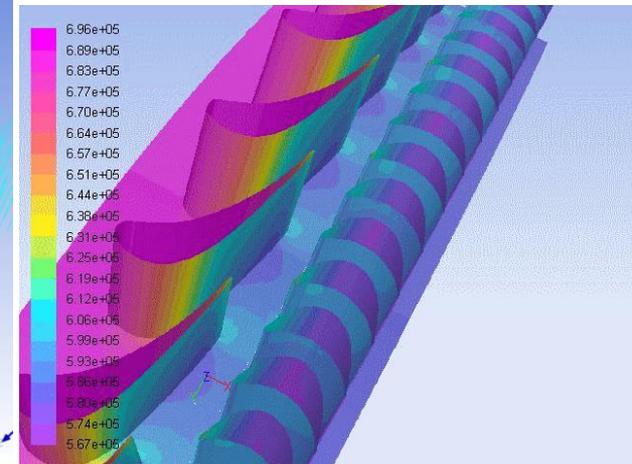
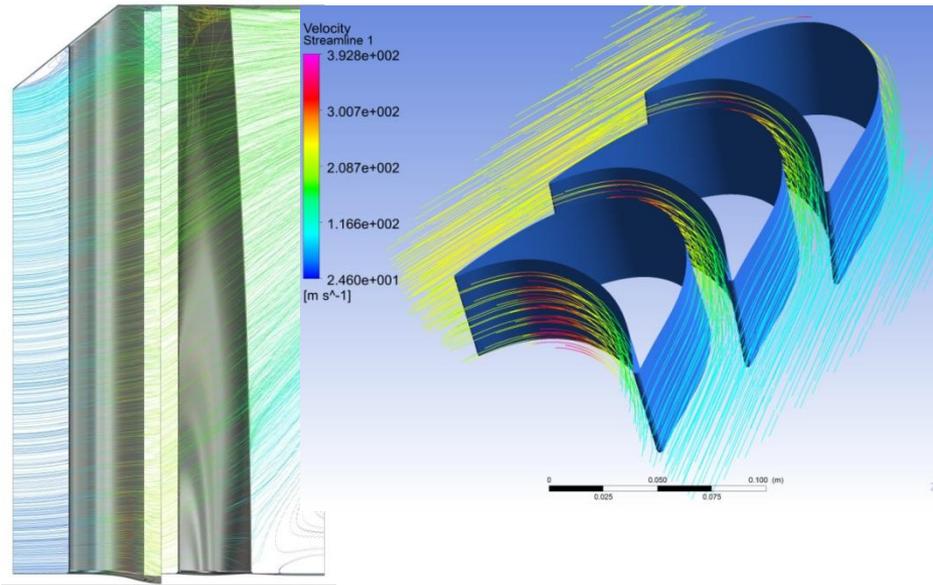
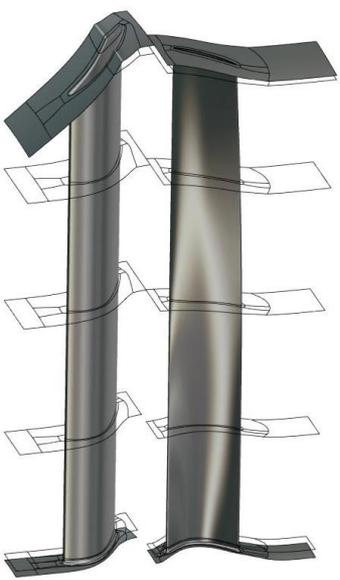
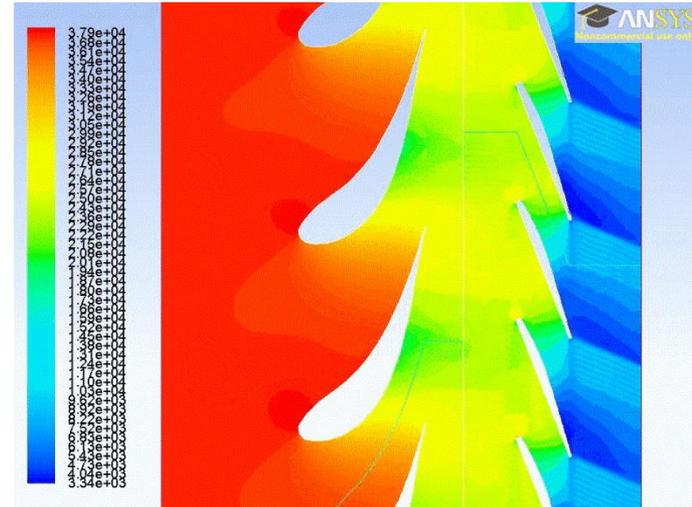
Система лазерной диагностики потоков



Вычислительная гидрогазодинамика



Используемые CFD
коды:
Ansys Fluent
Ansys CFX
Numeca

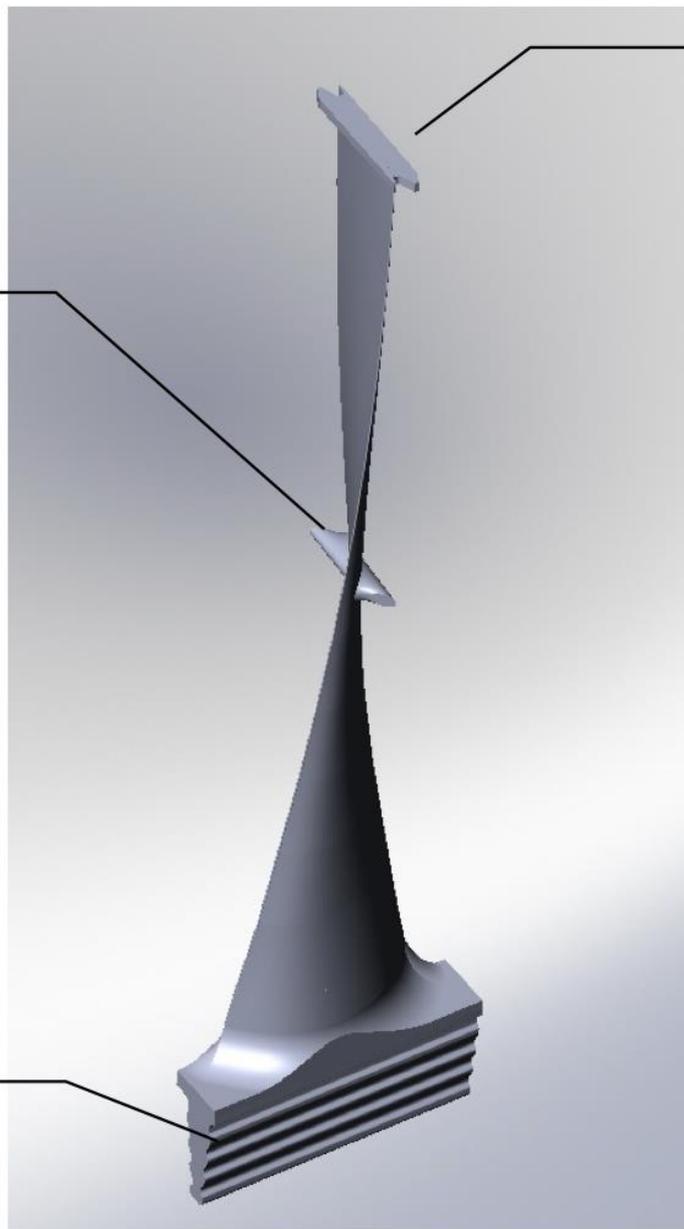


Пример 3D профилирования:

Промежуточная связь

**стальная лопатка
ЛМЗ L=1220мм**

Четырехлопостный хвостовик с
прямой заводкой



Бандажная полка

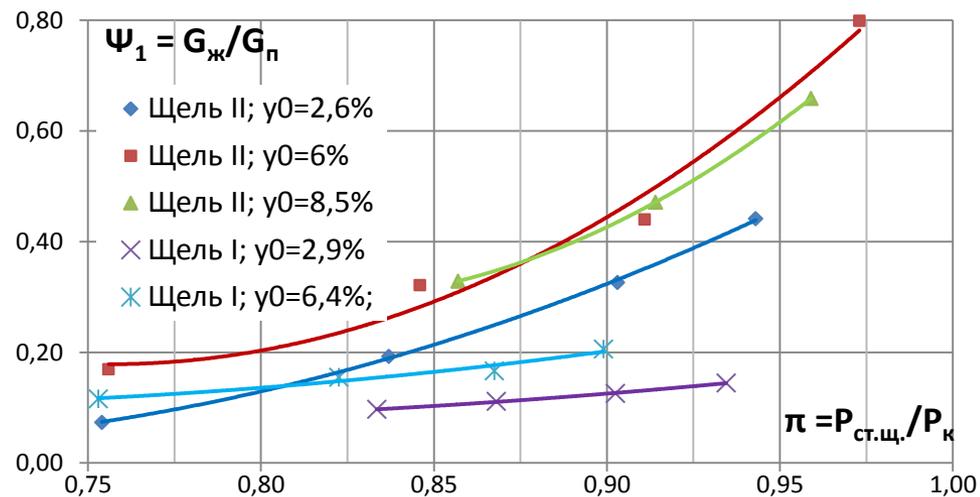
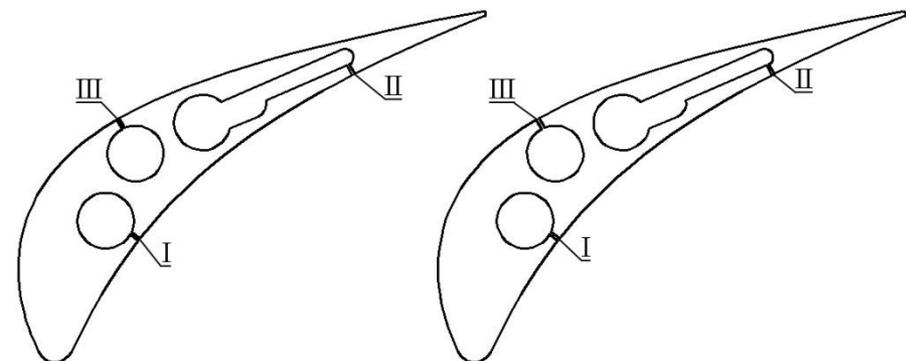
Лопатка последней ступени 1220 мм выполнена из стали X5CrNiCuNb16-4 (уровень прочности КП100).

Лопатка имеет бандажную полку и одну промежуточную связь.

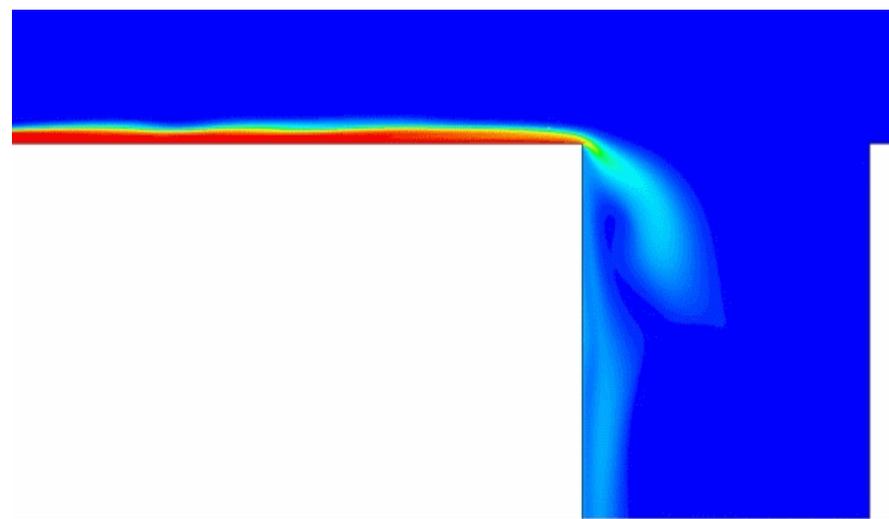
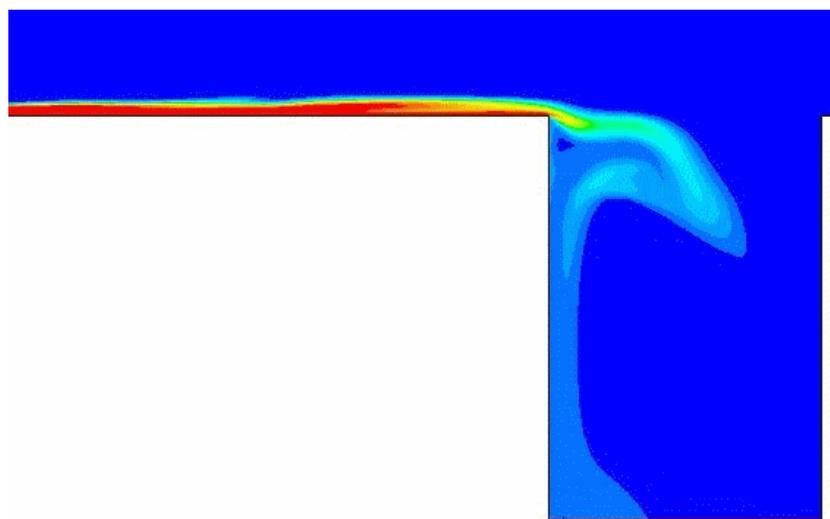
Промежуточная (демпферная связь) – снаббер.



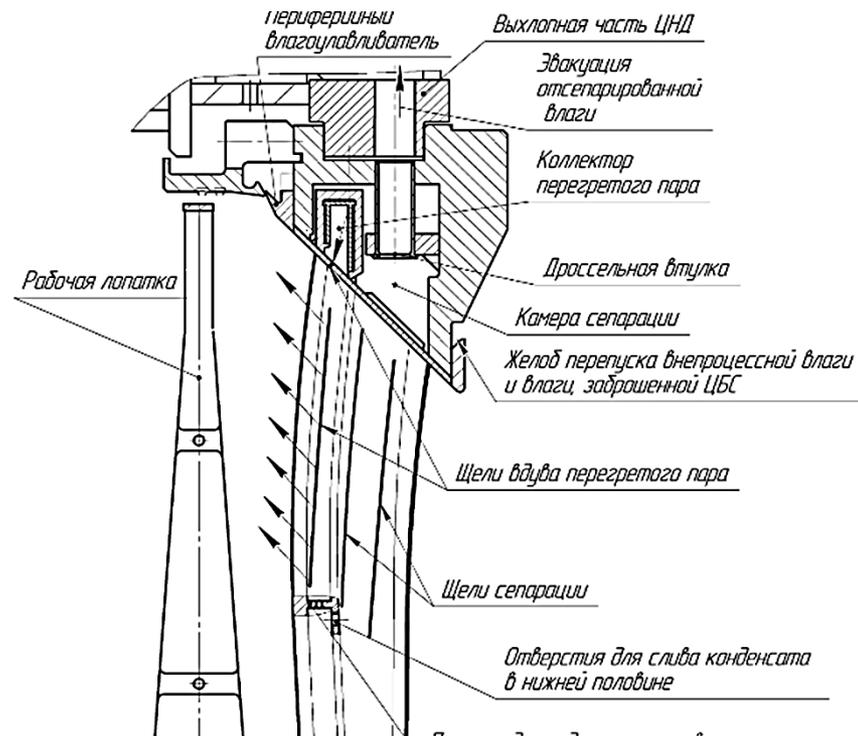
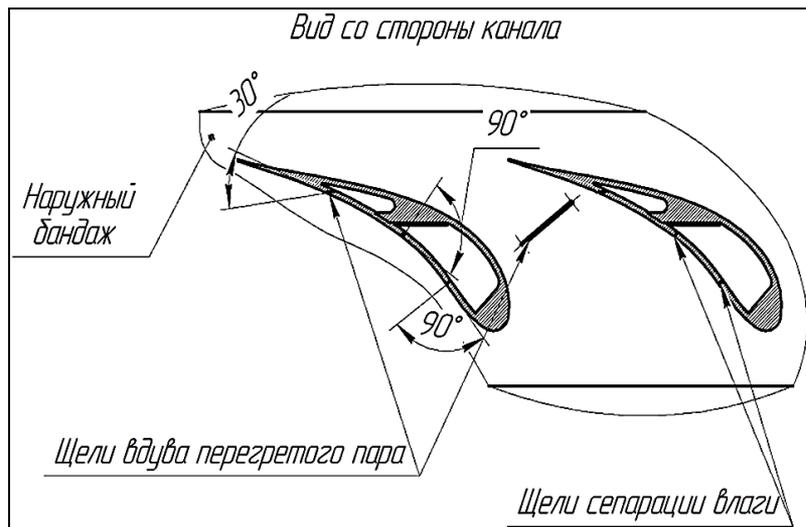
МОИ

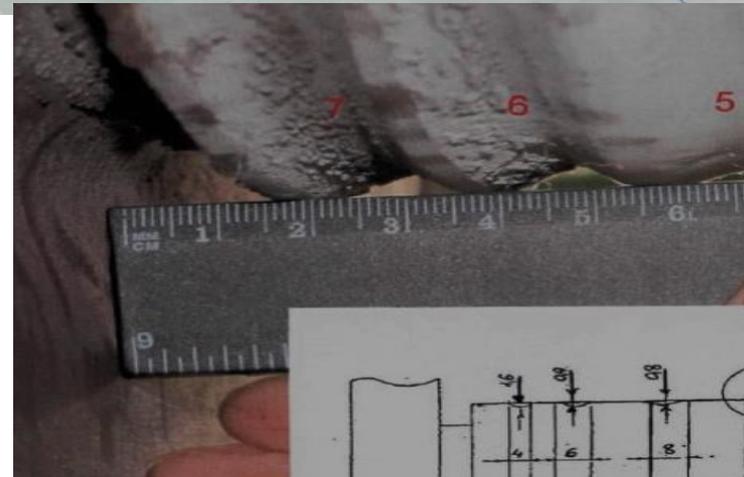
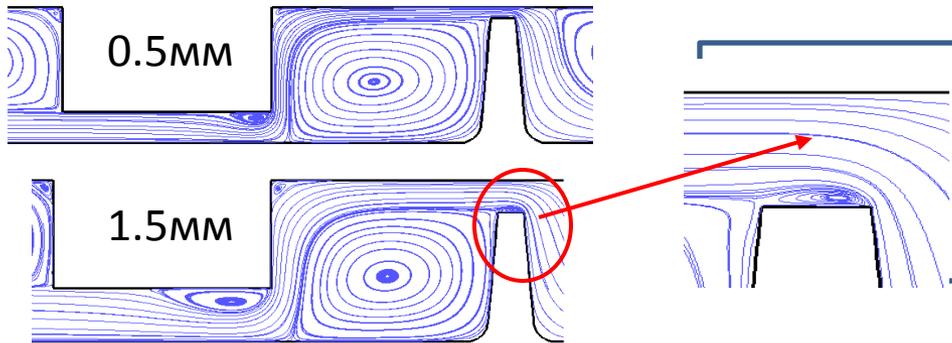
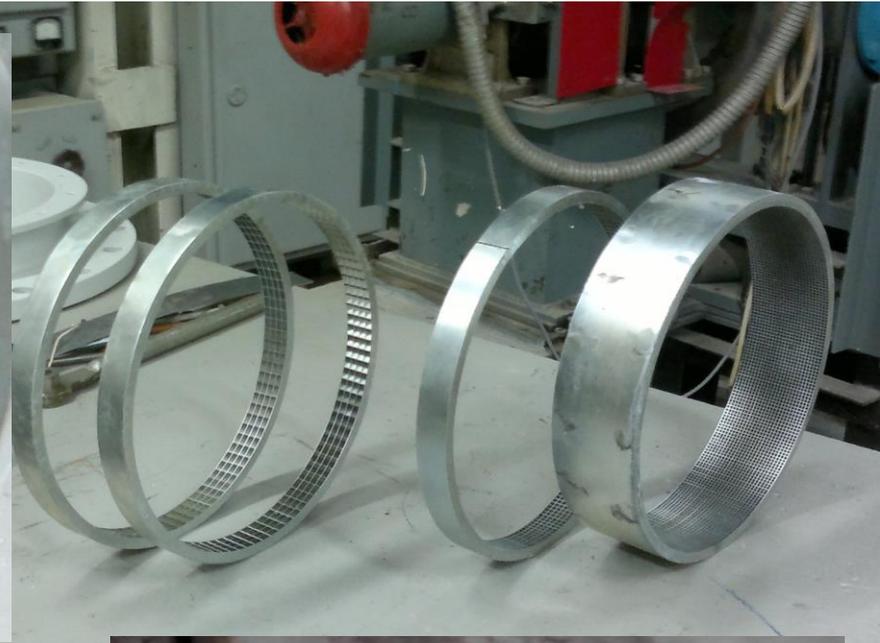
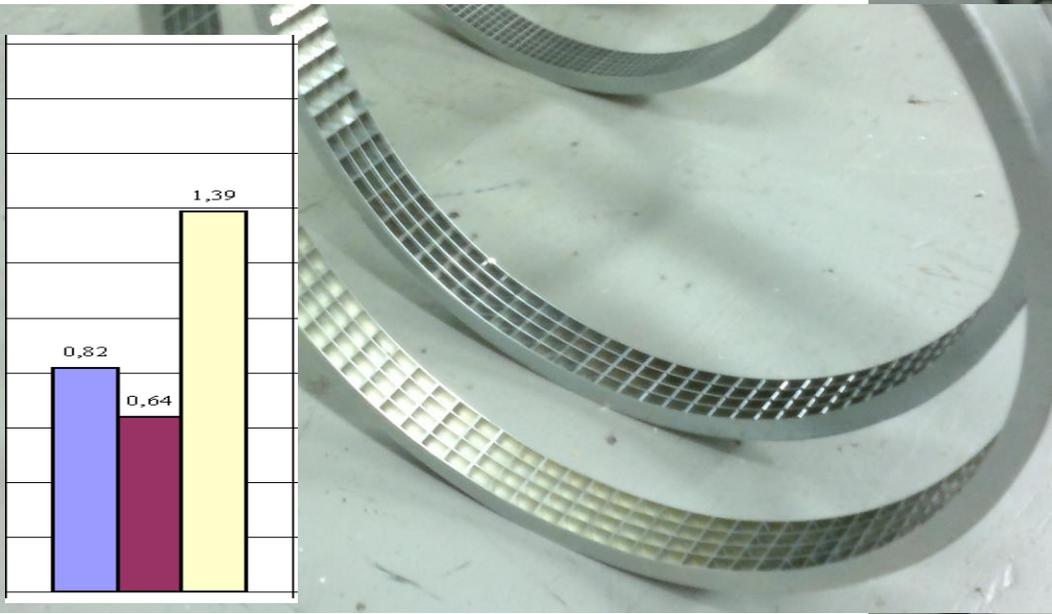


Визуализация процесса сепарации жидкой пленки с поверхности лопатки при различных значениях перепада давления



Система удаления и разрушения крупнодисперсной влаги





Направления перспективных разработок по аэродинамике проточных частей паровых турбин

- Разработка и применение эффективных методов уменьшения дисперсности влажнопарового потока, а также совершенствования систем сепарации влаги из проточной части паровой турбины.
- Разработка домашних кодов по 3d проектированию лопаточного аппарата с учетом особенностей движения жидкой фазы. Снижение аэродинамических потерь энергии и повышение надежности элементов проточных частей турбин: системы паровпуска, уплотнений, переходных и выхлопных патрубков.
- Разработка типовых конструкций выхлопного отсека для мощных паровых турбин с рабочими лопатками предельной длины. Выхлопной отсек состоит из двух последних ступеней и диффузорного выхлопного патрубка. Заключительный этап разработки-испытания на натурном стенде завода.
- Опытно-конструкторская проработка новых конструкций выхлопного отсека с повышенной пропускной способностью.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

