

АНАЛИЗ И РАСЧЕТЫ БЕЗОПАСНОСТИ

- Термогидравлические расчеты АЭС
- Аварийные инструкции
- Расчетный анализ безопасности
- CFD расчеты, 3D моделирование

Компания TES s.r.o. в рамках технической поддержки оперативного персонала атомных электростанций (АЭС) уже длительное время занимается анализом и расчетами безопасности. Используя современные вычислительные средства, мы способны реалистично моделировать динамику тепловых, нейтронно-физических и гидравлических процессов в ядерных энергетических установках. В этой области мы проводим анализ рабочих, штатных и аварийных режимов работы АЭС. Для операторов АЭС предоставляем и другие виды поддержки в виде обработки и анализа выбранных испытаний и предварительных тестов pre-test и повторных расчетов post-test.

Важной частью нашей технической поддержки в области ядерной безопасности является проведение расчетного анализа безопасности или его независимая оценка.

Практический опыт наших специалистов в области управления и эксплуатации ядерных энергоблоков в Чешской Республике является большим преимуществом при разработке и валидации расчетных моделей, при выполнении и анализе расчетов, а также при выдаче рекомендаций оперативному персоналу АЭС.

Термогидравлические расчеты

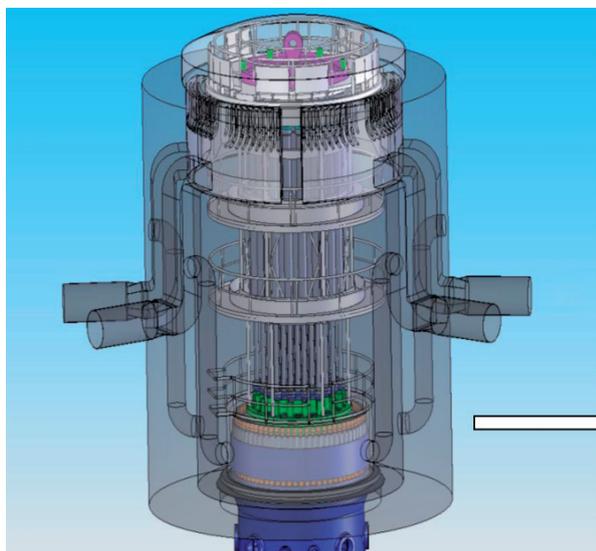
К наиболее часто проводимым исследованиям в области термогидравлики относятся расчеты рабочих, нештатных и аварийных режимов работы АЭС типа ВВЭР-440 и ВВЭР-1000. Расчетный анализ мы выполняем с использованием современных системных расчетных кодов RELAP5 и TRACE, для расчетов тяжелых аварий используем расчетные программы MAAP4 и MELCOR, для детального 3D расчета мы используем программный продукт CFD ANSYS Fluent.

Расчетные программы RELAP5, TRACE и MELCOR были разработаны для нужд комиссии U.S. NRC и протестированы для различных типов рабочих и аварийных режимов на АЭС. Данные программные продукты используются компанией TES s.r.o. в рамках международного сотрудничества в рамках программы CAMP (Code Applications and Maintenance Program) или программы CSARP (Cooperative Severe Accident Research Program), что позволяет компании TES s.r.o. принимать активное участие в дальнейшем развитии и независимой валидации данных расчетных программ.

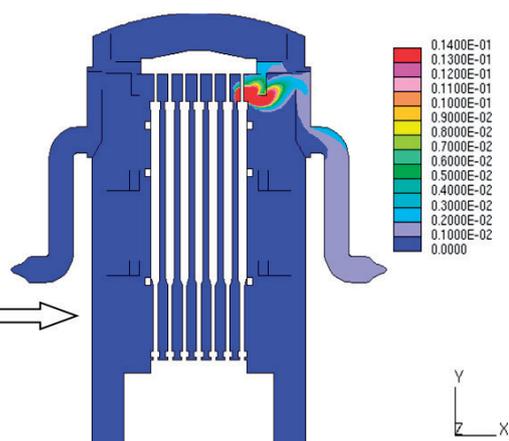
Для выполнения расчетного анализа ядерных энергоблоков компанией TES s. r. o. были разработаны следующие комплексные расчетные модели:

- Энергоблок ВВЭР-1000 (RELAP5, TRACE).
- Энергоблок ВВЭР-440 (RELAP5, TRACE, ANSYS Fluent).
- Экспериментальный стенд ПСБ-ВВЭР (RELAP5, TRACE).
- Экспериментальное оборудование ВС V-213 (MELCOR).
- Отдельные части подсистем и компонентов АЭС, например – бассейн выдержки отработанного ядерного топлива АЭС «Темелин» (Fluent, TRACE), контеймент ВВЭР-440 (MELCOR), активная зона ВВЭР-1000 (PARCS).

Все расчетные модели прошли проверку на основе реальных данных, полученных при анализе реальных событий и пусковых испытаний на АЭС, а также на основе тестов, проведенных на экспериментальных стендах (ПСБ-ВВЭР).



Leak Analysis in Upper Shaft of VVER-440/213 Reactor



Аварийные инструкции

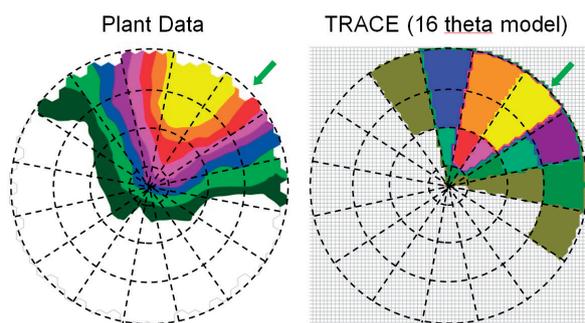
Эксперты компании TES s.r.o. приобрели большой опыт в период длительного сотрудничества в области разработки, валидации и внедрения руководства по управлению тяжелыми авариями (РУТА) Accident Management на АЭС «Дукованы» и «Темелин». Большинство расчетов, выполненных для разработки инструкций РУТА, были реализованы в среде системных расчетных программ RELAP5 и TRACE, наши эксперты принимали активное участие в процессе валидации документов РУТА на полномасштабных тренажерах АЭС «Дукованы» и АЭС «Темелин». Валидация документов РУТА характеризуется, главным образом, своей сложностью при создании сценариев и моделировании вмешательства оперативного персонала, все это требует привлечения экспертов с реальным опытом оперативного управления ядерным энергоблоком, необходимого для определения наличия персонала, времени реакции персонала и времени выполнения отдельных операций. В этой области компания TES s.r.o. использует непосредственный опыт своих экспертов, полученный ими при их работе в качестве оперативного персонала АЭС.

В области разработки, валидации и внедрения документов РУТА мы предлагаем следующие услуги:

- Расчетный анализ для разработки и валидации документов РУТА в следующих областях:
 - Инструкции по ликвидации нештатных ситуаций.
 - Инструкции по ликвидации чрезвычайных ситуаций.
 - Руководства по ликвидации последствий тяжелых аварий.
 - Руководства для центра технической поддержки.
- Независимая оценка расчетного анализа, выполненного для РУТА другими субъектами.
- Создание текстовой части и приложений документов РУТА.
- Сотрудничество при валидации и анализе валидации инструкций РУТА на тренажере АЭС.
- Расчет и разработка систематического набора уставок для документов РУТА.
- Ревизия и ревалидация документов РУТА и уставок в соответствии с модификацией АЭС (замена АСУ ТП, повышение мощности, замена топлива...).

Расчетный анализ безопасности

Компания TES s.r.o. уже длительное время участвует в разработке документации по вопросам безопасности АЭС, а также осуществляет деятельность, связанную с обеспечением ядерной безопасности. Значительным



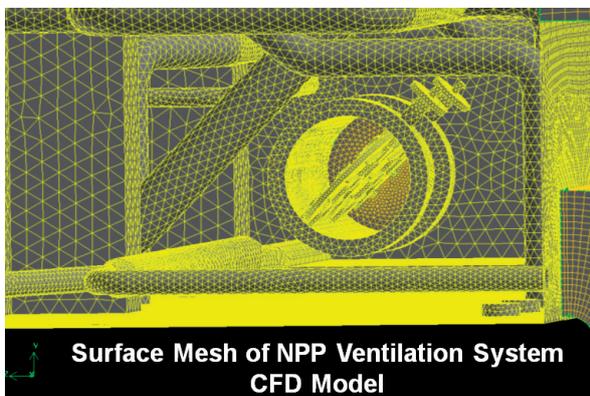
Measured and TRACE calculated Loop1 mixing factors at VVER-440 reactor core outlet

преимуществом, которое мы имеем в этой области, является полная независимость компании TES s.r.o. как от организации, эксплуатирующей АЭС, так и от организации, осуществляющей государственный надзор за ядерной безопасностью в Чешской Республике. К расчетным программам, используемым для анализа безопасности,

предъявляются повышенные требования со стороны эксплуатирующей организации и надзорных органов. Поэтому для выполнения расчетов безопасности АЭС в Чешской Республике применяем современные расчетные программы, которые прошли проверку Государственного органа по ядерной безопасности (SÚJB). В области технической поддержки ядерной безопасности и разработке документации по вопросам безопасности АЭС, мы предлагаем следующие услуги:

- Расчетный анализ безопасности.
- Независимая оценка расчетного анализа безопасности.
- Анализ событий на АЭС и их влияния на ядерную безопасность.
- Квалифицированные консультации и выполнение экспертизы при разработке документации по вопросам безопасности.
- Обработка входных данных для анализа безопасности.
- Сотрудничество при разработке отдельных разделов периодического обзора безопасности Periodic Safety Review.

CFD расчеты



CFD (Computational Fluid Dynamics) – это расчетный метод, позволяющий детально моделировать динамику течения жидкостей и газов. Кроме этого, данный метод позволяет учитывать передачу тепла или массы, фазовые изменения, химические реакции, а также механическое движение, прочность и деформацию твердых материалов.

Компания TES s.r.o использует универсальный CFD код ANSYS Fluent.

Анализ на основе CFD кода мы предлагаем в следующих отраслях промышленности:

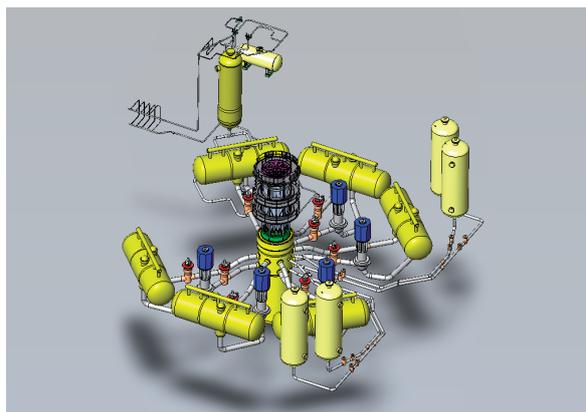
- Ядерная и классическая энергетика.
- Охлаждение электрических устройств и электронных цепей.
- Экология – выбросы в атмосферу.
- Технологические процессы - охлаждение, вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха в зданиях.
- Автомобильная и авиационная промышленности - внутренняя и внешняя аэродинамика.
- Вращающиеся аппараты - вентиляторы, компрессоры, турбины и т.д.

В области ядерной энергетики мы используем код ANSYS Fluent, преимущественно в приложениях с преобладающими пространственными (3D) эффектами. При этом CFD моделирование предоставляет такие данные, которые обычно не могут быть получены ни путем технологических измерений, ни моделированием с помощью системных кодов, таких как RELAP5 и TRACE, например, для расчета 3D потоков и температурных полей в ядерном реакторе или бассейне выдержки отработанного ядерного топлива.

3D моделирование

Для 3D моделирования мы применяем систему 3D CAD SolidWorks®. Компания TES s.r.o располагает группой опытных специалистов, которые могут предложить Вам в области 3D моделирования следующие услуги:

- Моделирование на заказ в соответствии с предоставленной документацией.
- Анимация созданных 3D-моделей для монтажных, презентационных и коммерческих целей.
- Презентация виртуальных продуктов на веб-сайте.
- Дистрибуция 3D-моделей заказчиком в среде eDrawings.
- Основной статический анализ прочности на основе метода конечных элементов (напряжение и деформация).
- Создание стандартной 2D чертежной документации из готовой 3D-модели.
- Создание каталожных листов.
- Создание геометрических моделей для анализа CFD потоков и тепловых процессов.



- Выполнение лазерного сканирования выбранной технологии (при сотрудничестве с фирмой CSA Systems) и создания 3D CAD модели отсканированной технологии.