"Разработка виртуального стенда для противопожарной системы бортовой энергетической установки "

Традиционно проверка работоспособности системы пожаротушения в обтекателе бортовой вспомогательной силовой установки (ВСУ) или бортовой энергетической установки (УБЭ) выполнялась на наземных стендах.

Натурный стенд представляет собой часть обтекателя, в котором устанавливается натурный двигатель (УБЭ) со всеми коммуникациями, система датчиков температуры, система подачи огнегасящего состава и комплекса измерительного оборудования.

«Огневые» испытания системы пожаротушения выполняются путем имитации горения в различных отсеках обтекателя.

Натурный стенд системы пожаротушения имеет значительную стоимость, малое время функционирования и ограниченные возможности по имитации режимов полета.

Современные средства математического моделирования и кластерные вычислительные комплексы позволяют выполнить полный цикл испытаний системы пожаротушения с использованием «виртуального» стенда.

На ПАО ТАНТК им.Г.М.Бериева разработана технология численного моделирования системы пожаротушения в отсеках УБЭ-1700 изделия А-100.

Моделирование выполнялось в несколько этапов с использованием различных математических моделей.

На первом этапе выполнялся расчет подачи хладона из баллонов системы пожаротушения в коллекторы, установленные в отсеках УБЭ. Моделировалось течение хладона по трубам и массовый расход через отверстия коллекторов как функция времени.

Моделирование выполнялось средствами отечественного пакета программ SimInTech (библиотека гидравлики).

На втором этапе выполнялись расчеты внешнего распределения давлений по обтекателю УБЭ на различных режимах полета. Расчеты выполнялись с помощью отечественного пакета программ численного моделирования аэро- гидродинамики FlowVision.

На третьем этапе в среде пакета FlowVision моделировалась внутренняя геометрия отсеков обтекателя УБЭ и проводились расчеты внутренних течений и расчеты температурных полей, вызванных источниками пожара. Расчеты проводились для различных режимов полета (внешнего давления на входных и выходных отверстиях обтекателя, полученных на этапе 2).

На четвертом этапе моделировалась подача хладона в отсеки ВСУ через коллекторы для различных режимов полета. Пакет FlowVision позволяет моделировать фазовый переход жидкого хладона в газообразное состояние, а также рассчитывать концентрацию хладона в объеме отсека на заданном временном интервале моделирования.

На третьем и четвертом этапе моделирования выполнялись поисковые работы по оптимальному заданию расчетных сеток пакета FlowVision. Оптимизация заключалась в получении устойчивых решений на кластере начального уровня (128 расчетных ядер) за

приемлемое время счета.

Работа выполнялась коллективом исполнителей под руководством ведущего инженера конструктора Сафронова Петра Викторовича.

В 2018 году самолет А-100 выходит на летные испытания, в которых будет имитироваться включение системы пожаротушения в отсеках обтекателя УБЭ и замеры концентрации хладона.

Это позволит оценить соответствие математических моделей «виртуального» стенда натурному объекту.

Разработанная технология создания «виртуального» стенда системы пожаротушения по сравнению с натурным стендом обладает следующими преимуществами:

- сокращает не мене чем в два раза материальные затраты на создание стенда (стоимость кластерного вычислителя и пакетов программ численного моделирования меньше, чем стоимость УБЭ, его установки и измерительного комплекса);

- позволяет имитировать процесс пожаротушения для различных условий эксплуатации (на земле, на различных режимах полета) – это обеспечивает разработчиков и заказчика большим объемов доказательных данных;

- позволяет отрабатывать системы пожаротушения для различных ВСУ и УБЭ.

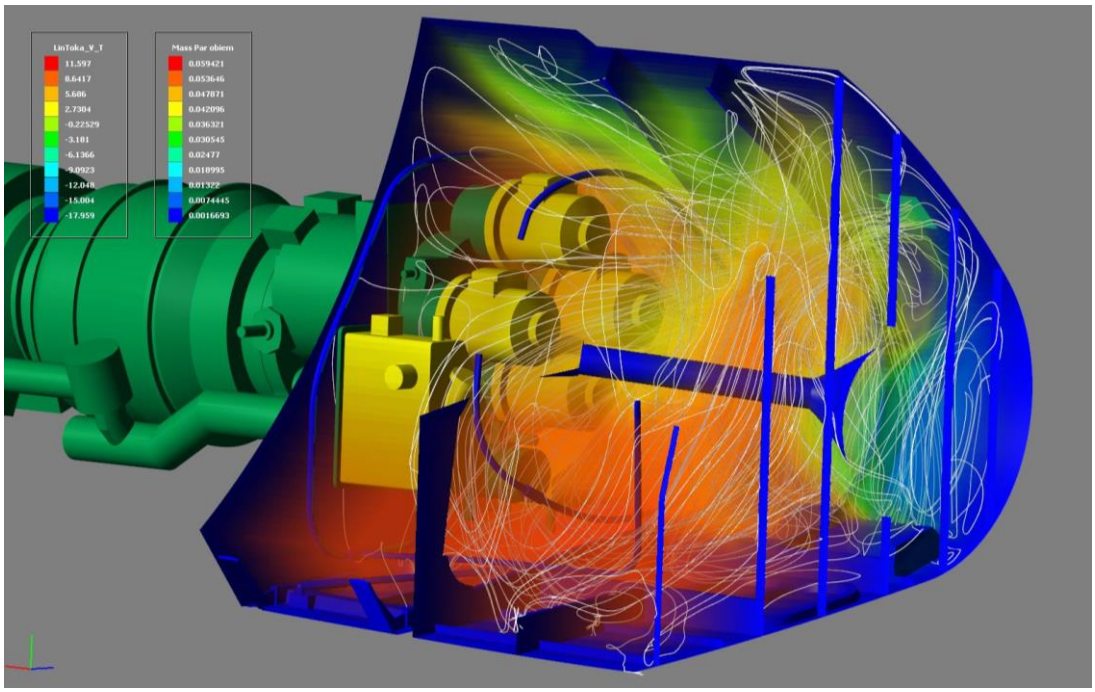

Рис.1 Расчет концентрации хладона в отсеке обтекателя УБЭ