

Применение методов вычислительной гидрогазодинамики для моделирования переноса возбудителей болезней в самолетах

Simcenter STAR-CCM+ помогает выявлять места биологического загрязнения

©2021 Siemens Digital Industries Software

Партнерство корпорации *UES* с Исследовательской лабораторией *BBC*

Корпорация *UES* была основана в 1973 году как научно-исследовательская организация. Её сотрудники не без оснований гордятся участием в совместных проектах с Исследовательской лабораторией военно-воздушных сил США. Этому партнерству уже более 40 лет. В частности, речь идет об исследованиях, проводимых сектором лаборатории № 117 “Возможности человеческого организма”.

Работы ведутся по следующим направлениям:

- современные технологии обнаружения биологических маркеров в воздухе и биологических жидкостях;
- оценка влияния микробиома (так называется сообщество микроорганизмов, обитающих в какой-то экосистеме) на здоровье и работоспособность человека;
- вопросы токсикологии и промышленной гигиены;
- высокоэффективный контроль воздействия опасных химических веществ с учетом генетических факторов.

Специалисты из государственной лаборатории совместно с коллегами из корпорации *UES* разработали и провели исследование, направленное на создание достоверных расчетных моделей движения воздушных потоков в военно-транспортных самолетах, и оценку полученных данных. Четкое понимание поведения воздушных потоков позволяет выявлять опасные места, в которых накапливаются возбудители болезней, и разрабатывать эффективные стратегии дезинфекции.



Сфера деятельности заказчика

Корпорация *UES* (www.ues.com), основанная в 1973 году, занимается инновационными исследованиями и разработками мирового уровня для государственных и частных заказчиков. Компания по праву гордится тем, что её разработки находят самое широкое применение.

Местонахождение заказчика

гор. Дейтон, шт. Огайо, США.

Проблемы и задачи

- Отсутствие экспериментальных данных и расчетных моделей, описывающих распространение аэрозолей с биологическими частицами по системе вентиляции грузового отсека самолета.
- Выявление мест накопления биологических загрязнений на борту самолета и контроль качества дезинфекции.
- Потребность в новых данных для принятия эффективных мер, исключающих перекрестное заражение совместно перевозимых пациентов.

Программное решение

- *Simcenter STAR-CCM+*
- *Simcenter Engineering*

Ключи к успеху

- Создание расчетных моделей воздушных потоков, оценка параметров загрязнения аэрозолями с биологическими частицами.
- Контроль достоверности расчетных моделей с различными входными параметрами.
- Оценка результатов численного моделирования и потенциальных траекторий частиц.

Результаты

- Выполнены гидрогазодинамические расчеты для четырех сценариев распространения аэрозолей с последующей оценкой полученных результатов.
- Продемонстрирована применимость методов численного моделирования для расчетов переноса аэрозолей с частицами биологически значимого размера и концентрации.
- Создана надежная основа для выявления мест осаждения аэрозольных частиц на борту транспортного самолета.
- Повышена эффективность мер по защите и дезинфекции опасных зон.

Оценка параметров воздушных потоков и выявление точек накопления аэрозолей методами CFD

Чтобы провести необходимые гидрогазодинамические расчеты, сотрудники сектора №177 и корпорации *UES* обратились в подразделение *Simcenter Engineering and Consulting Services*. В качестве инструментария для численного моделирования был применен программный комплекс *Simcenter STAR-CCM+*, предназначенный для решения гидрогазодинамических и мультифизических задач. Этот комплекс входит в пакет решений и услуг *Xcelerator* от компании *Siemens Digital Industries Software*.

Объектом исследования служил военно-транспортный самолет *C-130 Hercules* – “рабочая лошадка” ВВС США, которая применяется для медицинской эвакуации еще с 1960-х годов. Конструкция самолета *C-130* предусматривает быструю трансформацию грузового отсека в летающий госпиталь на 74 лежащих пациента. Для этого воздушное судно оснащено специальным электрическим и кислородным оборудованием.

Целью исследования было моделирование процессов распространения биологических аэрозолей (при кашле) и построение траекторий частиц аэрозоля внутри фюзеляжа. В типовом сценарии рассматривалась загрузка борта большим количеством лежащих больных. Кашель инфицированного больного моделировался в среде *Simcenter STAR-CCM+* в виде воздушного потока, переносящего капли различного размера.

Инженеры корпорации *UES* на основе геометрической модели самолета *C-130* провели первоначальную оценку характера движения воздушных потоков в установленном режиме. Затем консультанты из *Simcenter Engineering* модифицировали модели с целью расчета траекторий многофазных частиц в неустановившихся режимах. Расчет выполнялся на суперкомпьютерном кластере, состоящем из 200 процессоров. Всего за пару дней специалисты из *Simcenter Engineering* провели целый ряд расчетов в различном масштабе и передали полученные результаты в корпорацию *UES*, а также в ВВС.

Решающую роль при расчетах для столь сложных сценариев переноса возбудителей болезней играет достоверность численного моделирования.



Благодаря мультифизичности (возможности ведения сопряженных расчетов для нескольких дисциплин), *Simcenter STAR-CCM+* позволяет точно спрогнозировать траектории диспергированных в воздухе твердых частиц. Кроме того, система отслеживает положение частиц в разные моменты времени, выявляя при этом, где будут скапливаться частицы того или иного размера, как долго они будут находиться в воздухе, и какая масса частиц накопится на внутренних поверхностях. Автоматизированный конвейерный рабочий процесс моделирования позволяет с легкостью перейти от расчета единичного случая к расчету сотен различных сценариев.

Результаты исследования стали основой, позволяющей специалистам ВВС США принимать важнейшие решения относительно воздушной транспортировки инфекционных больных.

Совершенствование системы вентиляции и повышение безопасности

По результатам расчетов были внесены изменения в конструкцию системы вентиляции грузового отсека, а также разработаны правила безопасности летных экипажей при перевозке инфицированных больных. В дальнейшем, для оптимизации проектных решений, возможно проведение дополнительных расчетов – с разным числом пациентов, различными характеристиками воздушных потоков в системе вентиляции или с иной компоновкой самолетных отсеков.

Продолженная работа продемонстрировала возможность применения методов численного моделирования при анализе распределения аэрозолей с частицами биологически значимого размера и концентрации на борту транспортного самолета. Для оценки достоверности результатов компьютерного моделирования потребуются дополнительные исследования.

Полученные знания о переносе аэрозолей с биологическими частицами и их осаждения в грузовых отсеках самолетов помогут в совершенствовании правил безопасности, методик отбора проб и дезинфекции наиболее загрязненных мест. Всё это способствует безопасной перевозке больных и защите летного и медицинского персонала. 🍷