ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ДЕКОМПОЗИЦИИ ПОЛЕТНЫХ СЛУЧАЕВ НАГРУЖЕНИЯ ПЛАНЕРА СПС В РАМКАХ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ПРОЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ.

Ведерников Д.В.[1], Башкиров И. Г. [1]

ФАУ «ЦАГИ» г Жуковский

Определение критических параметров нагружения конструкции при взаимодействии самолёта с аэродинамическим потоком, является одним из наиболее трудоёмких этапов процедуры предварительного проектирования планера пассажирского самолёта. Что касается СПС, то с учётом расширения диапазона допустимых режимов полёта за счёт сверхзвуковой области, эта задача существенно усложняется, поскольку анализ факторов нагружения действующих на конструкцию самолёта требует проведения значительно большего количества расчётных исследований с использованием численных прочностных и аэродинамических моделей. С целью снижения трудоёмкости определения критических параметров нагружения для конструкции СПС был разработан быстрый и надёжный метод поиска критических случаев нагружения. Основой для данного метода стал четырёхуровневый алгоритм анализа прочности [1], разработанный ранее в ЦАГИ для проектировочных исследований нетрадиционных конструкций дозвуковых самолётов, в рамках нетрадиционных компоновочных схем. Этот алгоритм был адаптирован для анализа прочности и внешних нагрузок СПС.

В рамках новой версии четырёхуровневого алгоритма был разработан программный модуль («модуль СПС»), реализующий принцип декомпозиции полётных случаев нагружения, позволяющий значительно снизить трудоёмкость вычислительного процесса. Данный принцип был успешно валидирован для традиционных конструкций гражданских самолётов [2], и эти результаты были использованы в процессе валидации «модуля СПС». В рамках программного модуля «СПС» имеется возможность построения в автоматизированном режиме параметрической аэродинамической модели СПС с переменной размерностью расчётной сетки в рамках итерационной процедуры расчёта аэродинамических нагрузок. Такое свойство дискретной аэродинамической модели в сочетании с аналогичным свойством прочностной МКЭ модели позволяет значительно повысить быстродействие процедуры поиска расчётных случаев нагружения при большом количестве альтернативных вариантов, за счёт выбора рациональной согласованной размерности расчётных моделей (аэродинамической и прочностной).

Результаты валидационных исследований показали, что снижение трудоёмкости вычислительных процедур анализа прочностных и весовых характеристик самолёта СПС, составило не менее 10 раз.

Публикация подготовлена в рамках реализации Программы создания и развития научного центра мирового уровня «Сверхзвук» на 2020-2025 годы при финансовой поддержке Минобрнауки России (соглашение от 17.05.2022 г. № 075-15-2022-1023).

Литература

[1] Shanygin A, Fomin V, Zamula G. 4th-level approach for strength and weight analyses of composite airframe structures. In: Proceedings of the 27th Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences, Nice, France, 19-24 September 2010.

[2] Migorodskii, Y.S.; Levchenkov, M.D.; Shanygin, A.N.; Vedernikov, D.V. Strength Analysis of Alternative Airframe Layouts of Regional Aircraft on the Basis of Automated Parametrical Models. Aerospace 2021, 8, 80. https://doi.org/10.3390/aerospace8030080