

Рисунок 2 - Заполнитель шестилучевой структуры с базовой архитектурой

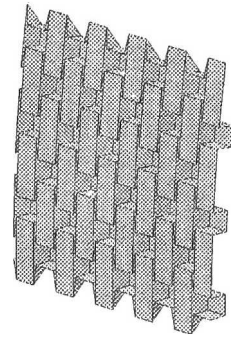


Рисунок 3 - Модифицированный вариант заполнителя модифицированной шестилучевой структуры

К ВОПРОСУ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ОБЪЕМНОГО НАПОЛНЕНИЯ АРМИРУЮЩИМ ВОЛОКНОМ КОМПОЗИТНОЙ ДЕТАЛИ ПРИ ТРАНСФЕРНОМ ФОРМОВАНИИ

© 2012 Хилов П.А., Батраков В.В., Двоеглазов И.В.

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева (КНИТУ-КАИ), Казань

PROVIDING FIBER VOLUME CONTENT IN THE REINFORCEMENT FIBER PARTS FOR RESIN TRANSFER MOULDING

© 2012 Khilov P.A., Batrakov V.V., Dvoeglazov I.V.

In this work is the study of changes in the permeability of the fiber volume content preform and the effort required to achieve these values.

При изготовлении композитных деталей с текстильным наполнителем методом RTM, на стадии инъекции, жидкое связующее под давлением пропитывает сухое армирующее волокно помещенное в жесткую герметичную форму. Основным требованием к процессу является обеспечение заданного коэффициента объемного наполнения армирующим материалом. В авиационных конструкциях он составляет 55-65%. Такие пропорции между наполнителем и связующим обеспечивают высокий уровень физико-механических характеристик слоистого пластика. Требование высокого коэффициента объемного наполнения вступает в противоречие с гидродинамическими законами течения связующего в зазорах

оснастки, заполненных армирующим волокном.

При изготовлении конструкции интегрального типа, которые содержат структурные пластинчатые элементы расположенные под разными углами, задача проницаемости связующего усложняется. Неправильное прогнозирование потоков связующего и проницаемости преформы приводит к образованию непропитанных участков изделия, а так же образованию пор. Поры в свою очередь, служат концентратором напряжений и снижают прочность конструкции.

Современный уровень технологий позволяет моделировать течение связующего в полости оснастки через армирующую преформу. Перебором многих вариантов течения можно выбрать

оптимальное расположение точек инъекции и выхода связующего. Однако для подготовки исходных данных необходимо знать значения проницаемости преформы и вязкости связующего. Учитывая многовариантность укладки слоев, а так же различные величины заданных коэффициентов объемного наполнения, определение проницаемости армирующего пакета является первостепенной проблемой.

Достижение заданного коэффициента наполнения обеспечивается обжатием слоистого пакета преформы с необходимым усилием. Это усилие существенно зависит от типа плетения. Например для мультиаксиальных тканей, оно имеет существенно разную динамику роста уплотнения в зависимости от величины обжатия и прикладываемого усилия.

С другой стороны, при повышении объемного содержания волокна в предварительной форме, проницаемость армирующего материала уменьшается, тем самым препятствуя течению смолы.

Целью данной работы является выработка рекомендаций для расчета усилий необходимых для обжатия армирующего материала для достижения нужного коэффициента объемного наполнения волокном в сухой преформе. Был проведен ряд экспериментов по определению коэффициентов проницаемости армирующего материала при различных коэффициентах наполнения. В ходе экспериментов были испытаны материалы применяющиеся для производства деталей различных по своему назначению. Образцы тканей для испытаний были разделены по ряду параметров: по типу армирующего волокна, типу плетения ткани, схеме укладки количеству слоев, по температуре окружающей среды.

Для дальнейших расчетов и верификации паспортных данных материалов, было произведено экспериментальное определение весовых параметров исследуемых тканей.

Испытания сжимаемости армирующих тканей были проведены на универсальной испытательной машине

Instron 5882 (100 кН) оснащенной криотермокамерой, при помощи испытательной оснастки (плиты для сжатия диаметром 250 мм с шаровой опорой, оснащенные датчиками линейных перемещений, рис.1а). В ходе эксперимента измерялась деформации сжатия каждого образца по трем точкам. Были построены зависимости величины обжатия армирующего материала, усилий при обжатии и значения коэффициента объемного наполнения в образцах(рис. 2б).

Во второй части эксперимента были изготовлены пластины с различными значениями коэффициентов объемного наполнения методом RTM (рис. 2). При их изготовлении технологические параметры: давление инъекции, вязкость связующего и температура оснастки, оставались постоянными.

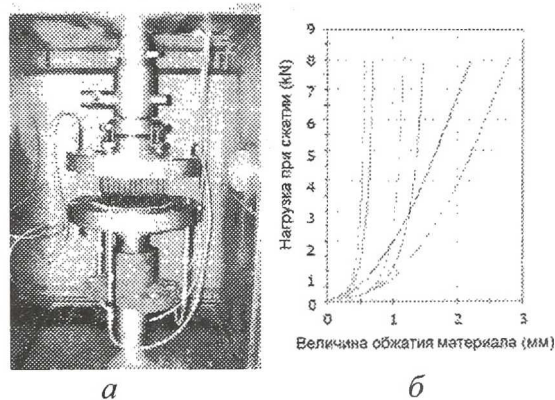


Рисунок 1 - Испытания на сжатие армирующего материала. а - испытательная оснастка; б - график сжимаемости тканевых материалов

Основываясь на полученные данные при изготовлении пластин, получена зависимость изменения значения проницаемости армирующего материала от коэффициента объемного наполнения волокном преформы.

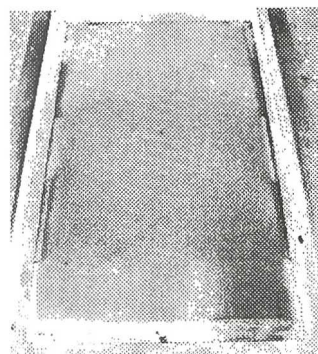


Рисунок 2 - Пластина изготовленная методом RTM

Проведя анализ полученных экспериментальных данных, было выведено влияние типа армирующего волокна, плетения ткани и других параметров, на сжимаемость сухой преформы, а так же изменения проницаемости укладки от объемного

содержания волокна в ней. Основываясь на эти данные, получена методика расчета необходимых усилий для обжатия сухого армирующего материала и определения значения проницаемости, в зависимости от величины коэффициента объемного наполнения.

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ПАКЕТА SOLIDWORKS FLOWSIMULATION ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВИХРЕВОГО ЭФФЕКТА

© 2012 Хоробрых М.А., Клементьев В.А.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет), Самара

APPLICATION OF SOLIDWORKS FLOW SIMULATION SOFTWARE FOR THE STUDY OF THE VORTEX EFFECT

© 2012 Khorobrykh M.A., Clementev V.A.

The work purpose is the study of vortex effect at which the air stream is “spontaneously” divided into the cooled kernel and hot peripheral layers. Mathematical modeling of air flow through the Solid Works Flow Simulation gas-dynamic analysis software is executed.

Целью работы является изучение вихревого эффекта [1], при котором воздушный поток «самопроизвольно» разделяется на охлажденное ядро и горячие периферийные слои. Перенос тепла от ядра вихря на периферию, происходящий в этих условиях, называют вихревым эффектом. В компактной холодильной машине – вихревой трубе (ВТ), питаемой сжатым воздухом от пневмосети, можно получить холодный поток с температурой от + 20°C до - 120°C и попутно горячий – с температурой от + 40°C до + 120°C.

Была изготовлена вихревая труба и проведен эксперимент с замером распределения температуры по внутренней поверхности трубы, на выходе горячего и холодного воздуха. По результатам эксперимента получили холодный поток с температурой воздуха -2°C и горячий с температурой +50°C.

Выполнено математическое моделирование потоков воздуха при помощи пакета газодинамического анализа FlowSimulation, являющегося составной

частью пакета SolidWorks [2], который основывается на методе конечных элементов.

На рис. 1 показаны расчетное поле температур с одновременным показом линий тока внутреннего течения в канале вихревой трубы. Из рисунка ясно видно разделение потока на холодную и теплую фракцию. Количественное согласование температур, полученных автором расчетным путем и в экспериментальном исследовании, выполненных автором показало, что применение вычислительного пакета SolidWorksFlowSimulation дает достаточно хорошее совпадение расчетных и экспериментальных данных.

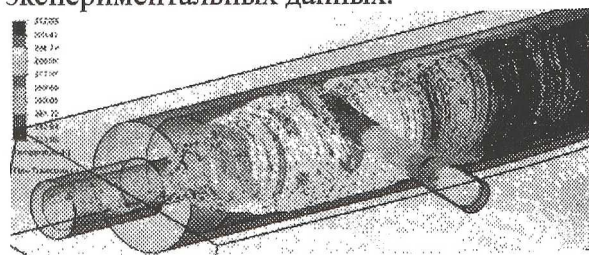


Рис. 1

Расчеты внутреннего течения потока воздуха велись на компьютере с