

Рис.4 Обтекание сферы. $Re=100$

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты 09-08-01190 и 10-01-00256).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

К ВОПРОСУ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЧНОСТИ СКЛАДЧАТЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ ТИПА Z-ГОФР

© 2012 Двоеглазов И.В., Халиулин В.И.

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

ON THE DEVELOPMENT OF EXPERIMENTAL METHODS IN RESEARCH OF FOLDED CORE TYPE Z-CRIMP STRENGTH

© 2012 Dvoeglazov I.V., Khaliulin V.I.

This article reports the experience in conducting strength tests of folded cores reinforced composite materials. In order to increase the stability of the experimental results are given tips on how to test. Examples of types of fracture fillings such as z-crimp made of different materials are given.

Технологии изготовления складчатых структур из высокопрочных армированных композиционных материалов (стекло, углепластиков) и широкие возможности по оптимизации их геометрических параметров позволяют добиться высоких прочностных характеристик заполнителя на основные виды нагружения.

В данной работе отражен опыт проведения статических прочностных испытаний на поперечное сжатие и изгиб многослойных панелей со складчатыми заполнителями типа z-гофр из композиционных материалов.

6. Дынникова Г.Я. Дисс. на соискание степени доктора физ.-мат. наук. 2011
7. Андронов П.Р., Гувернюк С.В., Дынникова Г.Я.. Вихревые методы расчёта нестационарных гидродинамических нагрузок. М.: Изд-во МГУ. 2006
8. Гувернюк С.В., Дынникова Г.Я. Изв. РАН. МЖГ. 2007. № 1. С. 3-14.
9. Дынникова Г.Я. ДАН. 2011. Т. 437, №1. С.35-38.
10. Григорьев Ю.Н., Левинский В.Б., Яненко Н.Н. В сб. Численные методы механики сплошной среды. Новосибирск. 1982. Т.13. В. 3.
- Чефранов С.Г. ЖЭТФ. 1987. Т. 93. С. 151-158.

Вследствие того, что структурные элементы СЗ соизмеримы с размерами многослойной панели, существующие методики испытаний вспененных и сотовых заполнителей, а также рекомендации по выбору размеров образцов и их формы не могут быть применены в полной мере.

Проблема выбора размеров обусловлена разной степенью влияния краевого эффекта для заполнителей с разной жесткостью граней и разными пропорциями рельефа. Испытания однотипных образцов, но с различными габаритными размерами, показали, что в

зависимости от отношения количества элементов по зигзагообразным линиям к количеству элементов по пилообразным линиям можно получить результаты прочностных испытаний, отличающиеся друг от друга от 15 до 50%.

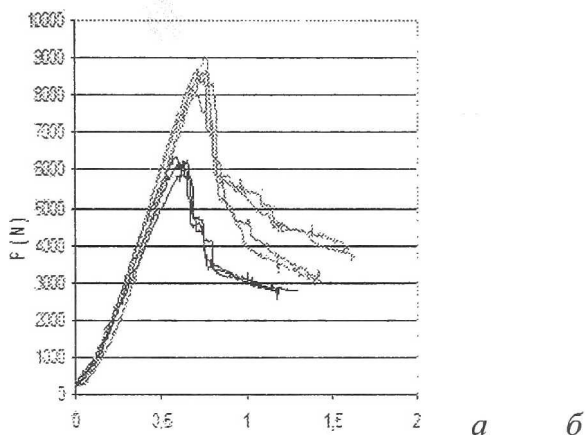


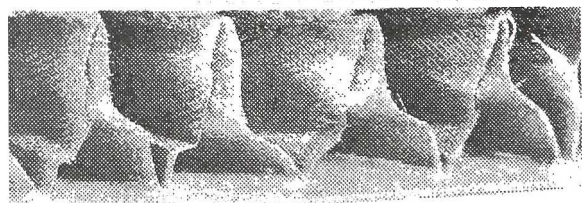
Рисунок 1 - а — краевой эффект при поперечном сжатии панели с наполнителем из арамидной бумаги Kevlar; б — диаграмма нагружения однотипных образцов без сохранения ребра по краевой зоне и с сохранением ребра

Это происходит по той причине, что прочность и устойчивость граней и ребер структуры типа z-гофр неравнозначны (рис.1). Кроме того, грани, расположенные по периферии образца и не имеющие сопряжения с другими гранями по ребрам вдоль пилообразных линий, теряют устойчивость при более низких нагрузках, чем грани, подкрепленные ребрами по всем своим кромкам, вследствие краевого эффекта. Для компенсации влияния краевого эффекта необходимо проводить специальную вырезку образцов с сохранением ребра по пилообразным линиям. По диаграммам нагружения на рис. 1,б видно, что изменение вида краевой зоны образца сильно влияет на его прочностные свойства. Сохранение ребра по краевой зоне меняет схему подкрепления грани и увеличивает предельную нагрузку на 35%.

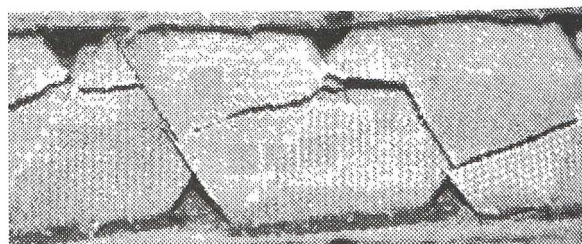
В зависимости от прочностных характеристик материала наблюдаются две основные формы потери устойчивости и разрушения граней заполнителя:

Первая, потеря устойчивости граней и пластическая деформация материала заполнителя. Характерна для образцов заполнителя из материалов не обладающих высокой прочностью и жесткостью на сжатие (арамидная бумага Kevlar, Nomex, органические полиэфирные высокомолекулярные полиэтиленпластики). В этом случае происходят большие деформации и грани теряют устойчивость с образованием двух зон изгиба (Рис. 2,а). При этом разрушения армирующего слоя граней не происходит даже при полном смятии панели. Данные материалы целесообразно применять в панелях, где необходимо достигать высоких демпфирующих и энергопоглощающих характеристик;

Вторая причина, хрупкое разрушение заполнителя по граням и ребрам структуры. Характерно для материалов, обладающих высокой прочностью и жесткостью на сжатие (стеклопластики, углепластики, базальтопластики). В этом случае происходит срез грани и полное разрушение заполнителя (рис. 2,б). Линия разрушения направлена перпендикулярно ребру по пилообразным линиям и, как правило, расположена в области близкой к срединной плоскости заполнителя.



а



б

Рисунок 2 - Общий вид разрушения граней заполнителей типа z-гофр из органического (а), стеклопластика (б) склеенных с обшивками

Проведенные исследования показали, что можно существенно сократить размеры образцов и повысить стабильность результатов испытаний, если соблюдать следующие условия:

1. Вырезку образца для испытания из блока заполнителя производить с сохранением ребра по пилообразным линиям по кромке образца.

2. Число граней вдоль пилообразных линий должно быть не менее 6, число граней по зигзагообразным линиям может варьировать в зависимости от геометрии заполнителя и прочностных свойств материала.

3. Отношение числа граней вдоль зигзагообразных линий к числу граней вдоль пилообразных линий всегда должно быть больше 1.

4. Образцы испытывать только со склеенными несущими слоями.

5. Обшивки не должны иметь локальной формы потери устойчивости при поперечной нагрузке на заполнитель (требование к толщине и жесткости несущих слоев).

6. Постоянная скорость нагружения образцов: 5-10 мм/мин.

ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ СКЛАДЧАТЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ С РАЗЛИЧНЫМ ТИПОМ РЕЛЬЕФА

© 2012 Двоглазов И.В., Халиулин В.И.

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

ESTIMATION OF STRENGTH OF THE FOLDED CORE WITH DIFFERENT TYPES OF RELIEF

© 2012 Dvoeglazov I.V., Khaliulin V.I.

The aim of this study is to evaluate the strength properties of samples of modified z-corrugated fiberglass and comparison of the effectiveness of their weight with the structures of type z-crimp.

При проектировании многослойной конструкции основной задачей является оптимизация конфигурации складчатого заполнителя под заданные условия нагружения. Однако, в настоящее время недостаточно экспериментальных данных на основе которых можно делать заключения об эффективности использования складчатых структур различного типа, проводить верификацию данных численных методов расчета прочности многослойных конструкций.

Модифицированный z-гофр (z-m-гофр) является комбинированной складчатой структурой, сочетающей элементы линейного гофра с зигзагообразным, в результате чего образуются замкнутые ячейки с вертикальными стенками. В зависимости от схемы развертки z-m-гофра можно

создавать ребра усиления различной толщины за счет смыкания нескольких граней заполнителя.

Целью данного исследования является оценка прочностных свойств образцов модифицированного z-гофра из стеклопластика, изготовленных по сопряженной технологической схеме и сравнение их весовой эффективности со структурами типа z-гофр.

Для сравнения изготовлено две партии деталей. У первой группы деталей с помощью дополнительного клеевого слоя производилась склейка вертикальных граней между собой (рис. 1,б), у второй группы деталей грани не склеены (рис. 1,в).