

ОТРАБОТКА ПРИЕМОМ МИНИМИЗАЦИИ СМЕЩЕНИЯ СОТОВОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ ПРИ ФОРМОВАНИИ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Насонов Ф. А.

Филиал ОАО «Компания «Сухой» «ОКБ Сухого», г. Москва, Россия
МАТИ им. К.Э. Циолковского, г. Москва, Россия

При формировании деталей сотовой конструкции, особенно включающих в себя сотовые панели относительно большой высоты (более 30 мм) и имеющие угол скоса сот по кромкам более 45°, часто возникают явления нежелательного смещения сотовых панелей относительно их первоначального положения. Эти смещения не только снижают общее качество изделий, но и приводят к отклонениям от требований конструкторской документации, что влечет за собой бракование изделий. При этом брак чаще всего обнаруживается после разборки пакета после формования и исправлению не подлежит.

Поэтому в рамках решения данной задачи проводятся:

- анализ причин (факторов), вызывающих смещение сотовых заполнителей;
- рассмотрение существующих решений проблемы смещения сотовых заполнителей;
- поиск и отработка эффективных решений проблемы смещения сотовых заполнителей при формовании;
- выработка оптимальных конструкторско-технологических решений по повышению производственной технологичности деталей сотовой конструкции, включающих в себя сотовые панели относительно большой высоты и имеющие угол скоса сот по кромкам более 45°.

Целью настоящей работы является решение задачи минимизации или полного устранения смещения сотовых панелей при формировании сотовых конструкций.

Актуальность работы по поиску путей решения проблем, стоящих при проектировании и изготовлении деталей с сотовым заполнителем большой высоты и углом скоса более 45° обусловлена конструктивными особенностями ряда агрегатов существующих и перспективных изделий авиационной техники.

Анализ факторов, обуславливающих смещение сот

Основными причинами смещения сот в собранном пакете в процессе формования сотовых конструкций являются:

- недостаточная жесткость сотового блока при противодействии горизонтальной составляющей усилия, создаваемого приложенным к пакету-заготовке давлением формования;
- недостаточная сила сцепления сот относительно контактирующего с ними слоя обшивки.

Исходя из обозначенных факторов, влияющих на смещение заполнителя, и различных вариантов и путей решения этой задачи, была проведена экспериментальная работа по изготовлению образцов.

Один из реализуемых путей при изготовлении образцов – это повышение значения условного коэффициента сцепления. Его значение будет зависеть от свойств поверхностей соприкасающихся материалов. Между собой контактируют торцы сотового заполнителя и препрег стеклопластика. Данные материалы выбраны

конструктором, исходя из требований прежде всего упруго-прочностных свойств,

поэтому их замена невозможна. Для решения этой проблемы опробовался технологический прием удерживания препрега стеклопластика относительно поверхности оснастки с помощью вспомогательных материалов.

В качестве таких удерживающих материалов предлагается использовать: абразивную сетку или перфорированную фольгу, предварительно изготовленную из стальной фольги методом ударной перфорации. Полосы из этих материалов предлагается прокладывать между слоями, контактирующими с сотовым наполнителем, находящимися в зоне припуска. Припуск с этой целью может быть незначительно увеличен. При этом абразивная сетка будет выполнять функцию материала с высоким коэффициентом трения. Перфорированная фольга в местах перфорации имеет «игольчатую» поверхность, которая своими «зацепами» будет дополнительно сопротивляться смещению слоев материала.

В процессе изготовления данного образца было выявлено, что вспомогательные удерживающие материалы, установленные за припуском, достаточно эффективно выполняют свою функцию. В то же время использование незафиксированного технологического вкладыша в центральной части оказалось неэффективным вследствие его собственного деформирования.

Рассмотрим условие, при котором сотовый наполнитель начинает смещаться. Сотовый наполнитель начинает смещаться при превышении горизонтально сдвигающей силы прижимающей силы: $F_{гор} > F_{верт} \cdot K_{усл}$ – условие смещения сотового наполнителя, где $F_{гор}$ – горизонтальная составляющая вектора усилия формования, $F_{верт}$ – вертикальная составляющая вектора усилия формования, $K_{усл}$ – условный коэффициент сцепления поверхностей.

Для оценки величин прочности при смятии сотовых наполнителей в направлении растяжки сот и поперечном проводились измерения при помощи изготовленного приспособления.

Из серии измерений было определено усилие необратимой деформации в направлении растяжки сот $F_{необр. деф1} \approx 8$ Н; в направлении, поперечном растяжке сот $F_{необр. деф2} \approx 24$ Н. Определение указанных параметров производилось на образцах поперечным сечением 8 x 100 мм растянутых сотовых наполнителей из фольги АМг2-Н (ОСТ 1 00728-75) толщиной 0,03 мм с размером ячейки 2,5 мм.

Для обеспечения неподвижности сотовых блоков в таком случае должно выполняться условие

$F_{приж. общ} \cdot K_{усл} \geq F_{гор}$
 решив неравенство для сотовой конструкции с углом скоса 60° и известного $K_{усл}$,

получаем $\frac{A}{C} \varepsilon \frac{\sin 60}{0,58 \cdot \cos 60} \geq 0,58$, то есть расчетное соотношение длин прямого и

наклонного участка сот должно составлять: $A/C \geq 1$.

В качестве выводов, можно констатировать:

1 Проведен анализ факторов, обуславливающих смещение сотового заполнителя в процессе формования трехслойных сотовых конструкций. Главными причинами являются:

- недостаточная сила сцепления материалов;
- недостаточная жесткость сотового заполнителя;

2 Рассмотрены приемы влияния на факторы, обуславливающие смещение сот, пути решения проблемы, в т.ч. из зарубежных источников;

3 В качестве возможного эффективного решения проблемы предложено использовать следующие приемы:

1) для скосов, выходящих на технологический припуск - применение удерживающих и фрикционных материалов: полос из абразивных сеток и перфорированной стальной фольги;

2) применение приема локального увеличения жесткости сотового заполнителя посредством вставки сот с изменением направления растяжки с учетом определенных геометрических соотношений прямых и наклонных участков заполнителей;

4 Проведено экспериментальное подтверждение предложенных технологических приемов.