

УДК 629.12:678.512.92

А.В. ГАЙДАЧУК¹, М.В. СЛИВИНСКИЙ²

¹ *Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина*

² *ОАО «УкрНИИТМ», Днепропетровск, Украина*

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ДЕФЕКТЫ СОТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Предложен принцип классификации дефектов сотовых конструкций из полимерных композиционных материалов, являющихся следствием технологических несовершенств. Классификатор может быть использован для анализа технологических процессов производства сотовых конструкций с целью прогнозирования возможных дефектов и упреждающей разработки мероприятий по их устранению.

сотовый наполнитель, сотовая конструкция, технологические дефекты, классификатор, полимерные композиционные материалы, авиационно-космическая техника

Применение сотовых конструкций во многом определило успешное развитие авиационной и ракетно-космической техники, а вместе с тем дало толчок развитию технологии клееных тонкостенных конструкций с применением в качестве материала сотовых наполнителей (СЗ) стекло-, углепластиков, алюминиевой фольги и полимерной бумаги [1 – 3].

Сотовые конструкции в виде панелей, оболочечных отсеков и профилированных агрегатов широко применяются в конструкциях летательных аппаратов различного назначения вследствие их высокой эффективности по массе и несущей способности [4].

В то же время реализация этих преимуществ сотовых конструкций в значительной степени зависит от технологии их изготовления, в процессе реализации которой могут возникать дефекты, существенно влияющие на их несущую способность.

Некоторые из факторов технологического процесса производства сотовых конструкций, влияющие на их качество, такие как температурные режимы полимеризации на всех этапах пропитки и нанесения клеевых полос, склейки листов будущего наполнителя (для бумаги, стекло- и углепластика), режимы обезжиривания и сушки фольги, способы

нанесения клея при сборке панелей с обшивками, коробление поверхности обшивок сотовых конструкций, нанес связующего на сотовые наполнители при его пропитке и другие, достаточно глубоко исследованы [5 – 10], исследование других пока не нашло достаточного отражения в научных публикациях.

Для прогнозирования и учета технологических дефектов сотовых конструкций как в процессе их проектирования, так и в процессе изготовления, необходима классификация этих дефектов, позволяющая выявлять и систематизировать средства и способы их нейтрализации или устранения в производстве.

Несмотря на отдельные публикации, посвященные вопросам обеспечения качества сотовых конструкций [11, 12], целенаправленной систематизации технологических дефектов сотовых конструкций с целью их классификации до настоящего времени сделано не было.

Исходным моментом в делении понятия любой искусственной классификации является непротиворечивое установление видов. В данном случае видовым понятием является дефект сотовой конструкции.

Сотовая конструкция состоит из сотовых заполнителей, несущих слоев и узлов соединений, обеспечивающих замыкание сотовых заполнителей и несущих слоев в единую систему, включенную в соответствующий агрегат летательного аппарата с помощью непрерывных или дискретных связей (заклепок, болтов, винтов, сварного или клеевого соединения), расположенных на узлах соединений сотовой конструкции и ответных элементах агрегата летательного аппарата.

В соответствии с этим все дефекты сотовых конструкций можно разделить на следующие классы:

- дефекты сотового заполнителя;
- дефекты несущих слоев;
- дефекты узлов соединений;
- дефекты связей элементов сотовой конструкции.

Каждый из представленных классов можно разделить на подклассы в соответствии с наиболее характерным признаком дефекта, т.е. по характеру его проявления.

Так, для сотовых заполнителей наиболее характерными дефектами (подклассами) являются:

- дефекты формы ячейки;
- дефекты связей элементов ячейки (неоднородность клеевого шва и др.);
- отклонение физико-механических характеристик материала сотовых заполнителей от проектных значений;
- механические дефекты материала сотового заполнителя (смятие торцов, потеря устойчивости граней ячейки и др.);
- геометрические дефекты материала сотового заполнителя;
- дефекты, связанные с электрическими свойствами материала сотового заполнителя (влияние электростатических сил на качество изделия при его изготовлении).

Для несущих слоев наиболее характерными дефектами (подклассами) будут:

- геометрические дефекты несущих слоев (разнотолщинность, коробление и др.);
- отклонение физико-механических характеристик материала несущих слоев от проектных значений;
- дефекты, связанные с электрическими свойствами материала несущих слоев;
- механические дефекты материала несущих слоев (царапины, сколы, прижоги и др.).

Для узлов соединений сотовой конструкции можно выделить следующие типовые дефекты:

- дефекты формы и расположения узлов соединений (отклонения формы и расположения закладных элементов);
- дефекты покрытий узлов соединений;
- отклонения в химическом составе материалов узлов соединений;
- механические дефекты узлов соединений (удары, царапины, трещины и др.).

Четвертый класс дефектов сотовых конструкций – дефекты связей компонентов – можно охарактеризовать как комбинацию дефектов, отнесенных к предыдущим классам, проявление которых может быть обнаружено только при их соединении в единую конструкцию (например, при соединении несущих слоев с заполнителем и т.п.).

Схема предложенного классификатора технологических дефектов сотовых конструкций в общем виде представлена на рис. 1.

Дальнейшая детализация классификатора, связанная с делением каждого подкласса на группы, должна осуществляться по признаку причины возникновения того или иного дефекта.

Таким образом, предложенный принцип классификации технологических дефектов сотовых конструкций представляется достаточно простым, открытым для развития, но в то же время действенным для осуществления анализа технологических процессов производства сотовых конструкций с целью прогнозирования возможных дефектов

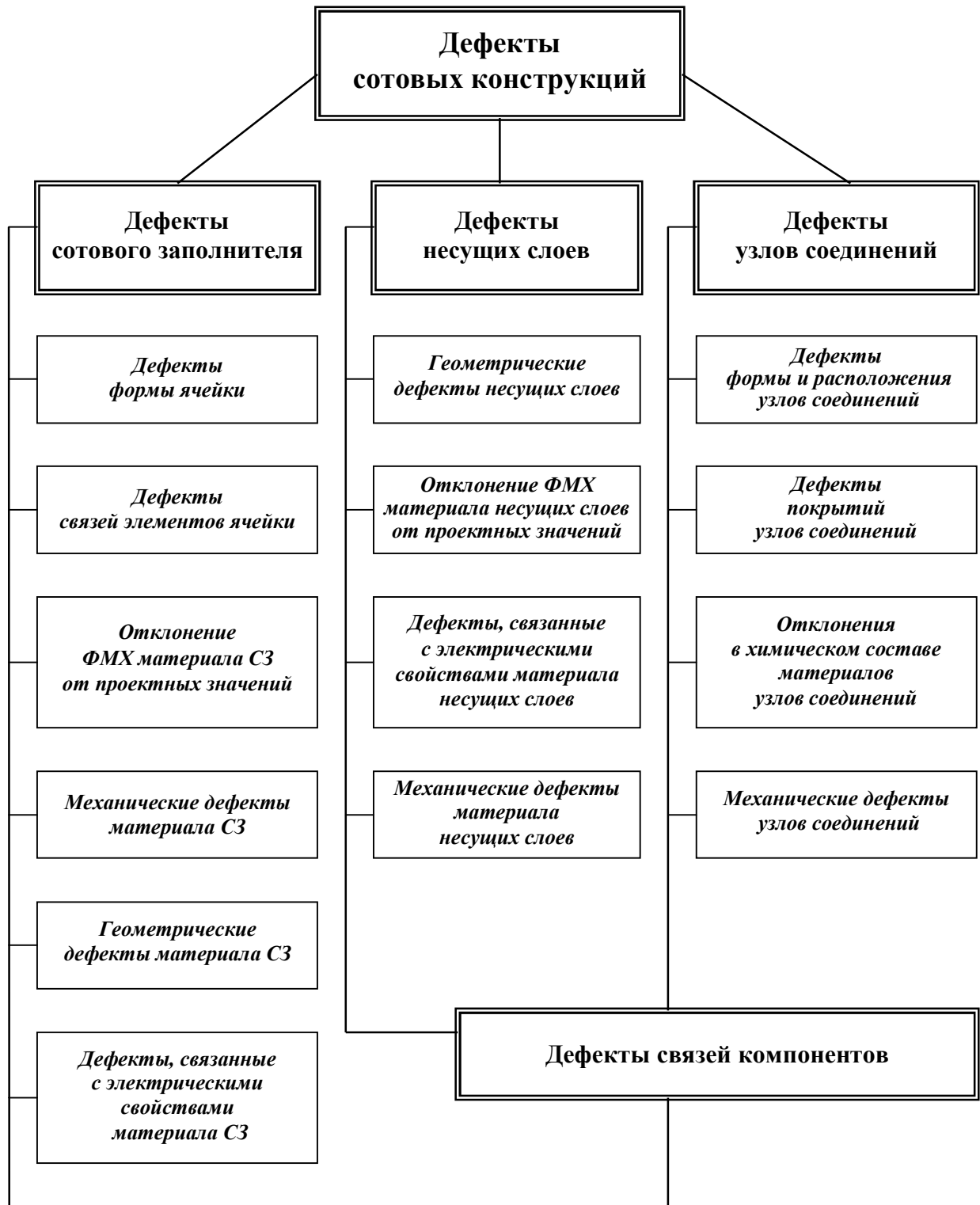


Рис. 1. Классификатор технологических дефектов сотовых конструкций из полимерных композиционных материалов

и упреждающей разработки мероприятий по их устранению, что приведет к повышению качества сотовых конструкций.

Литература

1. Иванов А.А., Кашин С.М., Семенов В.И. Новое поколение сотовых заполнителей для авиационно-космической техники. – М.: Энергоатомиздат, 2000. – 436 с.
2. Берсудский В.Е., Крысин В.Н., Лесных С.М. Технология изготовления сотовых авиационных конструкций. – М.: Машиностроение, 1975. – 296 с.
3. Панин В.Ф. Конструкции с сотовым заполнителем. – М.: Машиностроение, 1982. – 152 с.
4. Slyvyns'kyu M., Slyvyns'kyu V., Gajdachuk V., Gajdachuk A., Kirichenko V. New Possibilities of Creating Efficient Honeycomb Structures for Rockets and Spacecrafts // 55th International Astronautical Congress. – Vancouver, Canada. – 2004, October 4th – October 8th.
5. Гайдачук А.В., Сливинский В.И., Эрнандес Тамайо Х.А. Экспериментальное исследование континуальных и дискретных утяжек супертонких обшивок солнечных батарей космического назначения // Авиационно-космическая техника и технология: Тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – 2001. – Вып. 24. – С. 214 – 223.
6. Гайдачук А.В., Островский Е.К., Сливинский М.В. Накопление электростатического заряда при производстве сотового заполнителя из полимерной бумаги «NOMEX» // Авиационно-космическая техника и технология. – 2004. – № 2 (10). – С. 21 – 26.
7. Мурзинов В.А., Крысин В.Н. Выбор параметров печатной формы для нанесения клеевых полос сотового заполнителя // Авиационная промышленность. – 1984. – № 11. – С. 10 – 11.
8. Мурзинов В.А., Мартынюк В.Т., Мартынюк Л.И. Влияние режимов печати на толщину клеевых полос сотового заполнителя // Авиационная технология. – 1987. – № 1. – С. 4.
9. Сливинский В.И. Исследование методов нанесения полос клея на стеклоткань для производства стеклосотопластов // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: Сб. научн. тр. Гос. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Х.: Гос. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – 1998. – Вып. 13. – С. 99 – 107.
10. Бондаревская Т.М., Вербицкая Н.А., Сливинский В.И. Метод выбора режима и контроля отверждения многослойных стеклопластиков на основе фенолформальдегидных связующих // Пластические массы – 1992. – № 2. – С. 55 – 57.
11. Гайдачук А.В., Сливинский В.И., Грошевой А.И. Анализ дискретных случайных утяжек несущих слоев супертонких панелей солнечных батарей, возникающих в процессе их производства // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: Темат. сб. научн. тр. Гос. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Х.: Гос. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – 1998. – Вып. 10. – С. 22 – 26.
12. Гайдачук А.В., Сливинский В.И. О концепции квалиметрии и управления качеством производства сотовых заполнителей и конструкций // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: Темат. сб. науч. тр. Гос. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Х.: Гос. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – 2000. – Вып. 23 (6). – С. 59 – 65.

Поступила в редакцию 13.06.2005

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Я.С. Карпов, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.