

## **АНАЛИЗ СПОСОБОВ КОНТРОЛЯ ДЕФЕКТОВ КОМПОЗИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

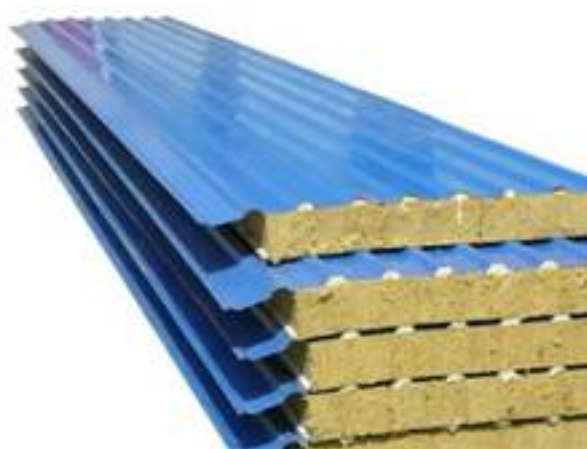
**Лукьянов Александр Сергеевич**

студент, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, РФ, г. Белгород

**Любимый Николай Сергеевич**

научный руководитель, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, РФ, г. Белгород

Большая часть современных изделий, связанных со строительством, изготовлением различной техники, деталей интерьера и т.п. состоит из композитных материалов. Они используются человеком веками, и все большее количество изделий изготавливается из данных материалов. При объединении двух и более компонентов с различными физическими или химическими свойствами, мы можем получить новый материал, свойства которого будут отличными от характеристик исходных компонентов, это и будет называться композитным материалом.



***Рисунок 1. Наглядный пример возможного композитного материала***

Контроль брака на производстве композитных конструкций состоит из двух составляющих: профилактика брака на стадии подготовки и непосредственно в производстве. Организация технического контроля заключается в выборе и обосновании средств и методов контроля, и разработке методов и регулярном проведении анализа брака и дефектов. Существуют различные методы контроля качества продукции из композитных материалов. Например: физические, химические и другие. Основным отличием между данными методами является остается ли изделие целостным или разрушается.

К разрушающим испытаниям относят:

- Механические испытания;
- Теплофизические исследования.

К неразрушающим испытаниям относят:

- Магнитные;
- Акустические;
- Радиационные.

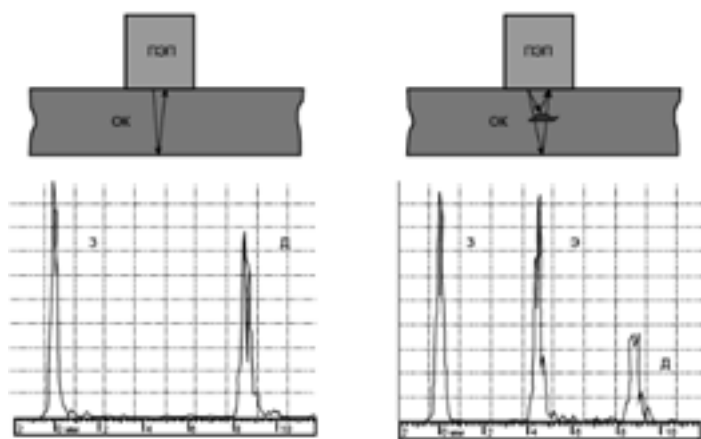
| Дефект                             | Акустическая эмиссия | Компьютерная томография | Течископ | Радиография, радиокопия | Шерография | Измерение деформации | Термография | Ультразвуковой контроль | Визуально-измерительный контроль |
|------------------------------------|----------------------|-------------------------|----------|-------------------------|------------|----------------------|-------------|-------------------------|----------------------------------|
| Загрязнение                        |                      | X                       |          | X                       |            |                      |             | X                       | X                                |
| Повреждение нитей                  | X                    | X                       |          | X                       |            |                      |             |                         |                                  |
| Расслоение                         | X                    | X                       |          |                         | X          |                      | X           | X                       | X                                |
| Изменение плотности                |                      | X                       |          | X                       |            |                      | X           | X                       |                                  |
| Деформация под нагрузкой           |                      |                         |          |                         | X          | X                    |             |                         |                                  |
| Нарушение связей                   |                      | X                       |          |                         | X          |                      | X           | X                       | X                                |
| Нарушение связей между волокнами   | X                    | X                       |          |                         |            |                      | X           | X                       |                                  |
| Нарушение соосности волокна        |                      | X                       |          | X                       |            |                      | X           |                         |                                  |
| Разрывы                            | X                    | X                       |          | X                       |            |                      | X           | X                       | X                                |
| Включения                          |                      | X                       |          | X                       |            |                      | X           | X                       | X                                |
| Утечки                             | X                    |                         | X        |                         |            |                      |             | X                       |                                  |
| Незакрепленные или подвижные части | X                    |                         |          |                         |            |                      |             |                         |                                  |
| Микротрещины                       | X                    | X                       |          | X                       | X          |                      |             | X                       |                                  |
| Влага                              |                      | X                       |          | X                       |            |                      | X           |                         |                                  |
| Пористость                         | X                    | X                       |          | X                       |            |                      | X           | X                       |                                  |
| Изменение толщины                  |                      | X                       |          | X                       | X          |                      | X           | X                       |                                  |
| Недоотверждение                    |                      |                         |          |                         |            |                      |             | X                       |                                  |
| Объемные включения                 |                      | X                       |          |                         |            |                      |             |                         |                                  |
| Пустоты                            | X                    | X                       | X        | X                       |            |                      | X           | X                       |                                  |

**Рисунок 2. Дефекты, выявляемые методами неразрушающего контроля**

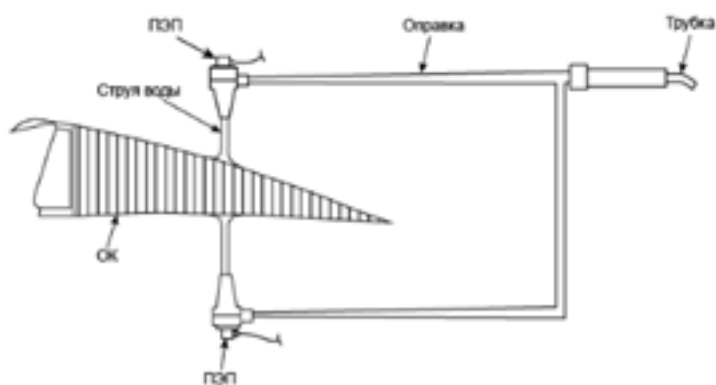
Проанализировав данные из ГОСТ Р 56787-2015 мы можем увидеть, что больше всего дефектов может обнаружить метод компьютерной томографии, после него идет ультразвуковой контроль и тройку лидеров закрывает радиография и термография. Ультразвуковой контроль имеет одно преимущество перед томографией в том, что она распознает недоотверждения, которые в последствии могут повлиять на целостность конструкции.

Радиационные методы неразрушающего контроля основаны на регистрации и анализе проникающего ионизирующего излучения. Различия экспозиционной дозы излучения показывают, где находятся дефектные зоны. Это достаточно распространенный и хороший метод, но у него есть некоторые недостатки. Одним из них является невозможность выявления плоскостных дефектов: расслоения, ударные и усталостные повреждения и т.п.

При ультразвуковом методе происходит регистрация и анализ параметров упругих волн. Данный метод делится еще на несколько: эхометод и теневой метод. У него так же есть ряд недостатков.



**Рисунок 3. Принцип выявления дефектов эхометодом. ПЭП - пьезоэлектрический преобразователь; З - зондирующий импульс; Д - донный сигнал; Э - эхосигнал от дефекта**



**Рисунок 4. Ручной теневой контроль с использованием катящихся преобразователей**

Проанализировав методы неразрушающего контроля дефектов в композитных материалах мы видим, что существуют методы способные выявить большую часть возможных дефектов в готовой конструкции, но все таки существует процент дефектов, которые могут пропустить при проверке композитной конструкции, поэтому на предприятиях часто используется несколько различных методов, результаты которых сопоставляются и уже по полученным данным делаются выводы.

### **Список литературы:**

1. Баурова Н.И., Зорин В.А. Применение полимерных композиционных материалов при производстве и ремонте машин: учебное пособие. М.: МАДИ. 2016. 264 С.
2. Баурова Н.И. Диагностирование и ремонт машин с применением полимерных материалов: монография. М.: ТехПолиграфЦентр, 2008. 280 С.
3. Андреева А.В. Основы физикохимии и технологии композитов: учеб. пособие. М.: ИПРЖР, 2001. 192 С.
4. Берлин А.А. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология:

учеб. пособие. 3-е испр. изд. СПб.: ЦОП «Профессия», 2011. 560 С.

5. Зорин В.А., Баурова Н.И. Ремонт теплонагруженных элементов машин и оборудования с использованием наполненных полимерных материалов // Ремонт, восстановление, модернизация. 2013. № 4. С. 16–18.

6. Любимый Н.С., Чепчуров М.С., Тетерина И.С. Обработка комбинированной металл-металлополимерной плоской поверхности детали пресс-формы // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 6. С. 119–123.