

**DIE BESTIMMUNG DER DEFEKTE IN DEN VERBUNDWERKSTOFFEN MIT  
HILFE DER THERMOWELLENKONTROLLE**

Razumova A.A.

Wissenschaftliche Betreuerin: Fr. Dr. E. Prokhorets  
Wissenschaftlicher Leiter: Herr Dr. V. Schirjaev  
Nationale Polytechnische Forschungsuniversität Tomsk  
Russland, Tomsk, der Prospekt Lenins, 30, 634050  
E-mail: razumova\_aa@mail.ru

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФЕКТОВ В КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛАХ С ПОМОЩЬЮ  
ТЕРМОВОЛНОВОГО КОНТРОЛЯ**

Разумова А.А.

Руководитель-лингвист: Прохорец Е.К., к.п.н.  
Научный руководитель: Ширяев В.В., к.т.н.  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050  
E-mail: razumova\_aa@mail.ru

*In der vorliegenden Arbeit ist das Experiment nachdem Entdecken der künstlichgeschaffenen Defekte im Objekt der Kontrolle, die Verbundwerkstoffe ist der Glasfaserkunststoff, mit Hilfe der Thermowellenkontrolle vorgestellt. Im Artikel sind die Illustration der experimentalen Anlage und die Thermogramme, die infolge des Experimentes bekommen sindgebracht. Das Ziel des Artikels ist es, die Bedingungen und Ergebnisse des Experiments aufgrund der experimentalen Anlage darzustellen. Zur Zeit ist der Glasfaserkunststoff einer am meistenverwendet die Verbundwerkstoffe in der Raumfahrttechnik und den Flugzeugbau. Die gegebenen Industrie zweigehängen von der Ganzheit und der Zuverlässigkeit des Materials in vieler Hinsicht ab. Für die Sicherung und die Qualität der Erzeugnisse in der Raumfahrt technik ist es wichtigrechtzeitig die Thermowellenkontrolle die Verbundwerkstoffedurchzuführen. Das vorliegende Experiment wird in den realen Bedingungen helfen, die Defekte in den Körper der Raumschiffe und ebenso in den Materialien zu finden, die bei ihrer Produktion verwendet werden. Was die Qualität und die Sicherheit erhöhen wird.*

*В данной работе представлен эксперимент по обнаружению искусственно созданных дефектов в объекте контроля, которым является композитный материал – стеклопластик, с помощью термоволнового контроля. В статье приведены иллюстрация экспериментальной установки и термограммы, полученные в результате эксперимента. Целью работы является представление условий и результатов эксперимента основе экспериментальной установки. В настоящее время стеклопластик является одним из наиболее используемых композитных материалов в космостроении, а так же авиастроении. Данные отрасли промышленности во многом зависят от целостности и надежности материала. Для обеспечения безопасности и качества изделий в космостроении важно своевременно проводить термоволновой контроль композитных материалов. Данный эксперимент поможет в реальных условиях находить дефекты в корпусах космических кораблей, а так же в материалах, которые будут использоваться при их производстве. Что повысит качество и безопасность.*

Die Güterkontrolle der Materialien, der Erzeugnisse, der Gebäude, der Konstruktionen mit Hilfe der Kontrollmessausrüstung ist ein wichtiges Gebiet der Forschungen. Die rechtzeitige Aufspürung des Vorhandenseins der Defekte im Material oder der Konstruktion lässt zu, die notwendige Reparatur oder den Ersatz des Details, des Teiles des Objektes und ähnliches zu erzeugen. Die Kontrollmessausrüstung spielt die besondere Rolle in den hochgenauen Messungen der Technik, zum Beispiel, im Flugzeugbau und in der Raumfahrttechnik und ebenso auf den übrigen forschungsintensiven Gebieten der Industrie.

Das Ziel des Artikels ist es, die Bedingungen und Ergebnisse des Experiments aufgrund der experimentalen Anlage darzustellen.

Man kann darüber sprechen, dass die Verbundwerkstoffe die Zukunft der Menschheit sind. Die bekannten Verbundwerkstoffe sind die Glasschichtstoffe, die Karboplaste, den Verbundwerkstoffe des Typs „Kohlenstoff-Kohlenstoff“. Die charakteristischen Defekte in den ähnlichen Materialien sind die Separation, Unmöglichkeit der Harzfüllung, der Überlauf der Harze zwischen den Materialschichten oder zwischen den Fasern. Diese Defekte führen zur Abwärtsentwicklung der Ressource.

Für das Experiment ist das Objekt der Kontrolle aus zehn Glasfaserkunststoffplatten von der Dicke 0,8 mm jede und der Größe 174x130 mm hergestellt worden. In den Platten des Objektes der Kontrolle waren die Defekte von den Größe 10x10 mm ausgeschnitten. Das Schema des Objekts der Kontrolle wird auf Abbildung 1 gezeigt.

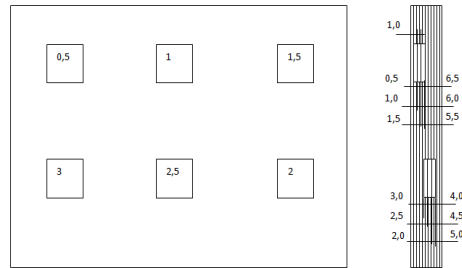


Abb. 1. Das Schema des Objekts der Kontrolle

Die Zahlen links auf der Zeichnung bedeuten die Eindringtiefe der Defekte in mm, rechts – die inneren Größe in mm.

Für die Durchführung des Versuchs war die experimentale Anlage hergestellt, deren Schema auf der Abbildung 2 vorgeführt ist.

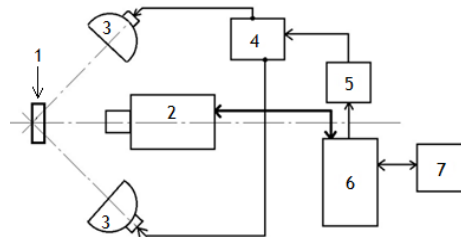


Abb. 2. Das Schema der experimentellen Anlage

wo 1 – das Objekt der Kontrolle, 2 – das Infrarotsichtgerät, 3 – die Wärmequelle, 4 – der Energieblock, 5 – das Steuergerät, 6 – der Personalcomputer, 7 – die Programmierungshilfen.

Die Bedingungen des Experiments sind wie folgt: die Erwärmungszeit – 10 s, die Kühlzeit – 10 s, die Zahl der Zyklen – 10, das Material – der Glasfaserkunststoff, die Dicke – 10 mm. Für die Durchführung des Experimentes muss man der Lichtisolation erzeugen, um die Ausstrahlung von außen zu entfernen, was mit Hilfe des schwarzen Stoffes erreicht war, mit dem die Anlage bedeckt war.

Weiter werden die Ergebnisse des Experiments angeführt. Die auf Abbildungen 3, 4, 5 dargestelltes Thermogramm wurde mit Hilfe des in Lab des Instituts für zerstörungsfreie Prüfverfahren entwickelten Programms aufgrund der Option Fourierbearbeitet.

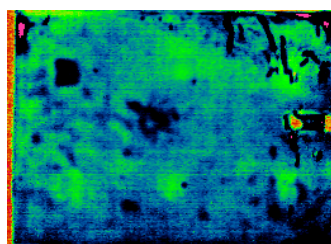
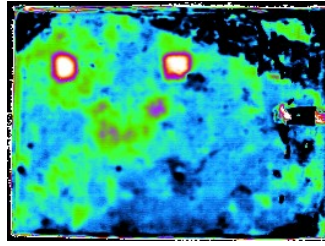
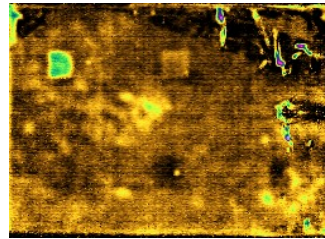


Abb. 3. 9. Harmonika der Fourier-Analyse



*Abb. 4. 10. Harmonika der Fourier-Analyse*



*Abb. 5. 11. Harmonika der Fourier-Analyse*

Nach den Abbildungen 3, 4, 5 kann man die Schlussfolgerung darüber ziehen, dass die Defekte bei der 9. Harmonika der Fourier-Analyse am besten sichtbar sind, sind nicht nur nahegelegen zur Oberfläche sichtbar, sondern auch die tiefen Defekt. Ebenso ist es nötig zu bemerken, dass der erste Defekt die starke Verschiebung nach der Phase bezüglich anderer Defekte hat.

Das vorliegende Experiment hat zugelassen, die Defekte in Verbundwerkstoffen, die sich auf verschiedener Tiefe befanden, zu bestimmen. Mit Hilfe des Programms ThermoFit Pro und der Option Fourier war die anschaulichere Darstellung des Defekts herausbekommen. Ebenso ist es aus dem Experiment sichtbar geworden, dass die Bedingungen des Zyklus Erwärmung/Abkühlen für die Defekte auf der kleinen Tiefe genug gut ausgewählt waren und für die tiefen Defekte sind ähnlich. Aus dem Zeitplan der Abhängigkeit des Temperatursignals von der Zeit wird die Verschiebung der Signale nach der Phase beobachtet. Die angegebene Erforschung wird helfen, die Defekte im Körper und in den Details der Raumschiffe zu bestimmen und wird in den Raumschiffbau bedeutend beitragen.

#### QUELLENVERZEICHNIS

1. Composite Materials – Verbundwerkstoffe in der Luft- und Raumfahrttechnik / Günter Pommeranz, Ulrich Lutter. 2008. – S. 4 – 8, 10 – 12.
2. Wawilow W. P. Invrakracnajatermogravijaiteplowojkontrol'. - M.: Isdatel'ckijdom "Спектр", 2009. –S. 17-33, 187 –200, 259, 290-344.
3. Verbundwerkstoffe: Die Materialien der Zukunft Teil 1: Einleitung [Elektronische Resurs] – URL: <http://www.pluscomposites.eu>. Zugriffsdatum: 08.03.2016.