

УДК 647. 038. 3: 681.2.083

В. М. Головач, О. С. Баранова

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДЕФЕКТОВ ФАНЕРЫ
НА ПАРАМЕТРЫ ВЫХОДНОГО СИГНАЛА УДАРНОГО ДАТЧИКА**

В статье рассмотрена проблема выявления внутренних дефектов фанеры на стадии производства. За основу в работе взят метод свободных колебаний. Он технически достаточно просто реализуется, система может быть более мобильной, что делает возможным ее установку и после заключительного этапа производства. Преимущества использования перед другими методами – возможность контроля изделия на стадии производства, контроль материалов с высокими коэффициентами затухания пружинных колебаний, а также нахождение дефектов на значительной глубине. Исследования проводились на образцах фанеры, на которых моделировались дефекты расслоения. Моделирование дефектов осуществлялось путем склеивания двух образцов фанерного материала разной толщины с непроклейкой разной площади на склеиваемых сторонах образца. Измерения проводились на образце фанеры на разных участках – на участке с дефектом и без дефекта. В данном исследовании за выходной параметр экспериментов была выбрана частота его свободных колебаний.

Ключевые слова: фанера, дефектоскопия, метод свободных колебаний, расслоение, площадь, глубина, место залегания дефекта.

V. M. Golovach, O. S. Baranova

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

**RESEARCH OF PLYWOOD DEFECTS INFLUENCE
ON PARAMETERS OF SHOCK SENSORS OUTPUT SIGNAL**

The article is devoted to the problem of plywood inner defects detection during the production process. The research is based on the use of free oscillations method. The free oscillations method is relatively easy in realization. System, based on this method, can be mobile what makes possible to install it after the final production stage. Advantages of the method are ability perform quality control during the production process, ability to control materials with high damping factors of elastic vibrations, and to locate defects on significant depth. Research was performed on the plywood samples with the modeled bundle defect. Defect modeling was performed by pasting of two samples with different thickness with different areas of ungluing on the pasted sides of the sample. Measurement was performed on the different areas of sample – with and without the defect. In the research the frequency of free oscillations was chosen as the output parameter.

Keywords: plywood, flaw detection, the method of free oscillations, bundle, area, depth, the place of occurrence of the defect.

Введение. Наиболее эффективные результаты контроля внутренних дефектов фанеры достигаются при правильном выборе метода дефектоскопии. Методы неразрушающего контроля, которые основаны на измерении собственных колебаний, хотя и не так распространены как ультразвуковая дефектоскопия, но приобретают в последнее время широкую известность [1].

За основу в работе взят метод свободных колебаний, теоретические и экспериментальные основы которого изложены в работах А. Н. Полищука, А. А. Пижурина и др. в области деревообработки, Б. А. Глаговского, И. Б. Московенко и др. в машиностроительной промышленности. Преимущества использования перед другими методами – возможность контроля изделия на стадии производства, контроль материалов с высокими коэффициентами затухания пружинных колебаний, а также нахождение дефектов на значительной глубине. Метод свободных колебаний технически достаточно просто реализуется, система может быть более

мобильной, что делает возможным ее установку и после заключительного этапа производства, и непосредственно после прессования [2, 3].

На предприятиях на фоне применения современных средств автоматизации контроль качества готовой продукции производится вручную на последней стадии производства. Ручной метод определения внутренних дефектов заключается в простукивании листов и определении наличия дефекта материала «на слух». Такой метод достаточно эффективен, но имеет ряд принципиальных недостатков: он не позволяет локализовать вид и размер дефекта. Оценка качества фанеры субъективна, зависит от квалификации работника, работа контролера сложная и монотонная. Поэтому возникает необходимость в создании оборудования неразрушающего контроля для определения областей расслоения на ранних стадиях производства, которое обеспечивало бы оператора данными о тенденции изменения, позволяя таким образом значительно снизить количество

дефектов материала, своевременно изменяя режим технологического процесса [4, 5].

Основная часть. Исследования проводились на образцах фанеры размером 300×200×22 мм, на которых моделировались дефекты расслоения.

Моделирование дефектов осуществлялось путем склеивания двух образцов фанерного материала разной толщины с непроклейкой разной площади на склеиваемых сторонах образца.

В данном исследовании за выходной параметр экспериментов была принята частота его свободных колебаний. В качестве одного из выходных параметров экспериментов было взято число пульсаций осциллограммы (n) выходного сигнала ударного датчика, факторы которого влияют на выходной сигнал: глубина залегания дефекта (h), площадь дефекта (S) и его местонахождение в образце фанеры.

В таблице приведена матрица планирования для полного факторного эксперимента ПФЭ 2^3 и значение выходного параметра – частота свободных колебаний (f) пластины фанеры. Измерения проводились на образце фанеры на разных участках – на участке с дефектом и без дефекта.

По результатам полного факторного эксперимента, в котором выходной параметр – частота свободных колебаний (f) пластины фанеры, исследованной на участке без дефекта (расслоения), получены уравнения регрессии в нормированном (1) и в натуральном виде (2):

$$f_{\text{норм. б.д}} = 2832 - 333,1h - 505,1S + 1570P + 359,6hS + 301,4hP + 303,4SP; \quad (1)$$

$$f_{\text{нат. б.д}} = 2964 - 2519104h - 1161149S + 1305P + 30122987hS + 86100hP + 35587SP. \quad (2)$$

Ниже приведены уравнения регрессии в нормированном (3) и в натуральном виде (4), которые получены по результатам исследований на участке фанеры с дефектом:

$$f_{\text{норм. с.д}} = 1128 + 121h - 187S + 167hP + 130,4SP - 75,7hSP; \quad (3)$$

$$f_{\text{нат. с.д}} = 3093 - 101661h - 54867S - 1253P + 19033121hS + 79252hP + 29254SP - 1268747hSP. \quad (4)$$

Сравнительный анализ уравнений (1) и (3) показывает:

- самое большое влияние на выходной сигнал ударного датчика оказывает расслоение дефекта, коэффициент в уравнении (1) при факторе $P = 1570$. Это можно объяснить тем, что при наличии дефекта не в месте измерения датчик фиксирует колебания участка пластины без дефекта, которая имеет наибольшую толщину, потому также имеет и самую большую частоту колебаний. Видно, что в случае измерения на месте дефекта, где толщина участка пластины уменьшается, влияние фактора незначительное (фактор P в (3));

- глубина залегания влияет на выходной сигнал больше в случае нахождения датчика вне зоны дефекта: $-333,1 h$ в (1) и $+121h$ в (3). При приближении датчика к месту дефекта частота пульсаций его сигнала уменьшается. Объясняется все это изменением частоты собственных колебаний участков фанеры;

- влияние величины площади поверхности S дефекта на собственную частоту колебаний участка, на которой производятся измерения, имеющие противоположный характер. При увеличении площади дефекта частота колебаний уменьшается, так как коэффициент при S в (1) и (3) отрицательный. При расслоении датчика над дефектом частота колебаний участка пластины уменьшается приблизительно в 2 раза: $-187S$ (3) против $-505,1S$ (1). Это также объясняется изменением величины собственных колебаний участка фанеры в месте измерений, которые имеют разную толщину при налии или отсутствии дефекта;

- можно увидеть значительное влияние на частоту колебаний участка пластины факторов взаимодействия, самые большие из которых: $+359,6hS$ в (1) и $+130,4SP$ в (3), что также объясняется сменой собственных колебаний участка фанеры при появлении в месте расслоения дефекта.

Матрица планирования полного факторного эксперимента ПФЭ 2^3

x_0	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	$x_1x_2x_3$	$h, м$	$S, м^2$	P	Зона измерения	
											без дефекта	с дефектом
											$f_{\text{ср. б.д}}$	$f_{\text{ср. с.д}}$
1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	0,018	0,042	1	443,6	851,4
1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	0,004	0,042	1	473,6	814,9
1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	0,018	0,0079	1	821,7	1358,2
1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	0,004	0,0079	1	3319,5	1579
1	1	1	1	1	1	1	1	0,018	0,042	2	4273	1248
1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	0,004	0,042	2	4227	848
1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	0,018	0,0079	2	4467	1536
1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	0,004	0,0079	2	4740	787,6

Для наглядности на рис. 1 и 2 показаны графические зависимости частоты колебаний участка пластины от глубины залегания дефекта и его площади S при измерениях на бездефектном участке образца фанеры относительно образцов с дефектом в середине и на его краю. Расстояние между границей дефекта и местом измерения датчика выбиралось в диапазоне 0,01–0,02 м.

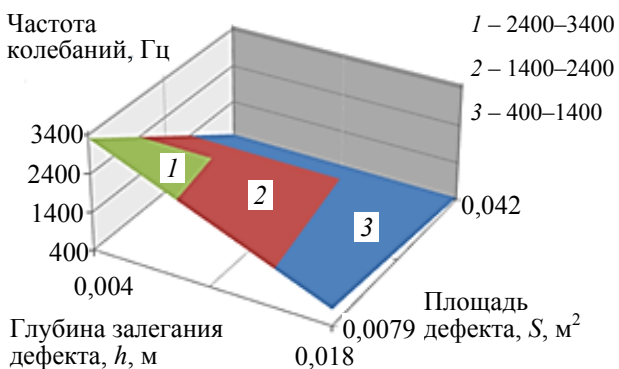


Рис. 1. График зависимости собственной частоты колебаний участка пластины фанеры от глубины залегания дефекта и его площади (дефект в середине образца, участок измерения – без дефекта)

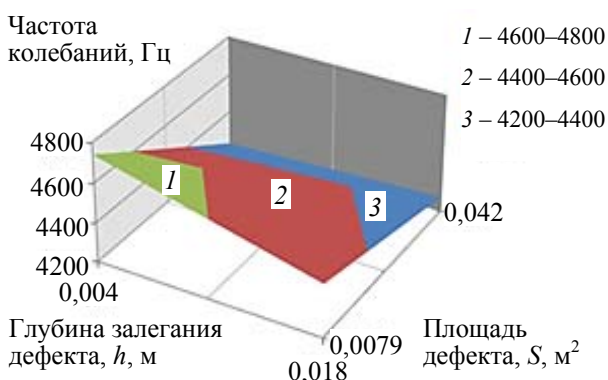


Рис. 2. График зависимости собственной частоты колебаний участка пластины фанеры от глубины залегания дефекта и его площади (дефект с края образца, участок измерения – без дефекта)

На рис. 3 и 4 показаны графики зависимости собственной частоты колебаний участка пластины фанеры от глубины залегания дефек-

та и его площади при измерении на дефектном участке образца фанеры и на его краях.

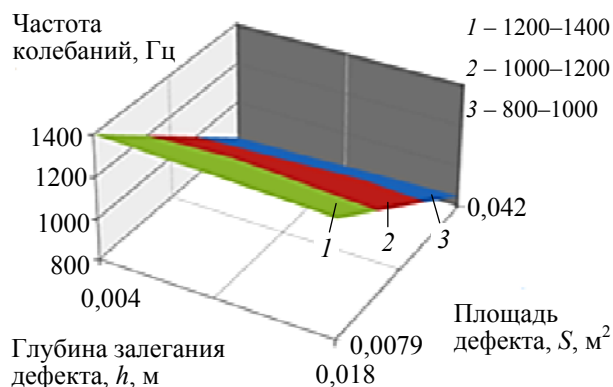


Рис. 3. График зависимости собственной частоты колебаний участка пластины фанеры от глубины залегания дефекта и его площади (дефект в середине образца, участок измерения – с дефектом)

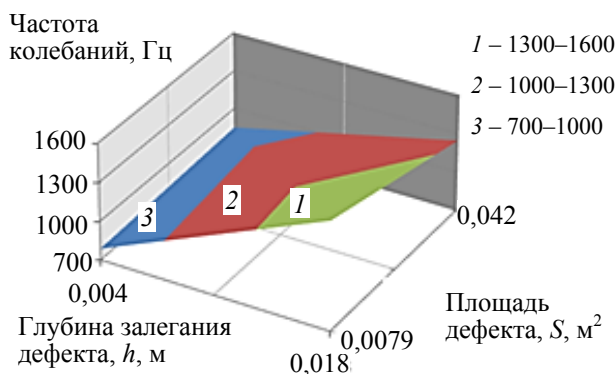


Рис. 4. График зависимости собственной частоты колебаний участка пластины фанеры от глубины залегания дефекта и его площади (дефект на крае образца, участок измерения – с дефектом)

Заключение. Результаты исследования показывают, что при наличии дефекта (расслоения) фанеры на частоту колебаний участка пластины влияют такие характеристики, как его площадь S , глубина h и место залегания. Это может послужить поводом к разработке прибора для обнаружения дефектов в фанере по результатам измерения ударным методом частоты свободных колебаний участков плит фанеры.

Литература

1. Туричин А. И., Новицкий П. В., Левишина Т. С. Электрические измерения неэлектрических величин. Л.: Энергия, 1975. С. 279.
2. Зашук И. В. Электроника и акустические методы испытания строительных материалов. М.: Высшая школа, 1967. 248 с.
3. Ультразвук в гидрометаллургии / Б. А. Агранат [и др.]. М.: Metallurgy, 1969. С. 12.
4. Бабаков Н. М. Теория колебаний. М.: Наука, 1968. С. 329–342.
5. Полищук А. Н., Пижурич А. А. Способ контроля качества клеевого соединения. А. с. № 231879, 1968.

References

1. Turichin A. I., Novitskiy P. V., Levishina T. S. *Elektricheskie izmereniya neelektricheskikh velichin* [Electrical measurements of non-electrical quantities]. Leningrad, Energiya Publ., 1975. 279 p.
2. Zashchuk I. V. *Elektronika i akusticheskie metody ispytaniya stroitel'nykh materialov* [Electronics and acoustic methods for testing of construction materials]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1967. 248 p.
3. Agranat B. A., Kirillov O. D., Preobrazhenskiy N. A., Khavskiy N. N. *Ul'trazvuk v gidrometallurgii* [Ultrasound in hydrometallurgy]. Moscow, Metallurgiya Publ., 1969. P. 12.
4. Babakov N. M. *Teoriya kolebaniy* [Theory of oscillations]. Moscow, Nauka Publ., 1968, pp. 329–342.
5. Polishchuk A. N., Pizhurin A. A. *Sposob kontrolya kachestva kleevogo soedineniya* [Way to monitor quality glue connection]. Certificate of authorship no. 231879, 1968.

Информация об авторах

Головач Валентин Михайлович – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии деревообработки. Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины (03041, г. Киев, ул. Героев Оборона, 15, Украина). E-mail: vale_go@mail.ru

Баранова Ольга Сергеевна – аспирант кафедры технологии деревообработки. Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины (03041, г. Киев, ул. Героев Оборона, 15, Украина). E-mail: olhabaranova@gmail.com

Information about the authors

Golovach Valentin Mikhaylovich – PhD (Engineering), Assistant Professor, the Department of Wood Technology. National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (15, Heroiv Oborony str., 03041, Kiev, Ukraine). E-mail: vale_go@mail.ru

Baranova Ol'ga Sergeevna – PhD student, the Department of Wood Technology. National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (15, Heroiv Oborony str., 03041, Kiev, Ukraine). E-mail: olhabaranova@gmail.com

Поступила 24.02.2016