

**УДК: 539.3**

**Вовк Л.П., Кисель Е.С., Калашникова О.Б.**

**ЗАВИСИМОСТЬ ЯВЛЕНИЯ КРАЕВОГО РЕЗОНАНСА ТЕРМОУПРУГОЙ  
ОБЛАСТИ ОТ НЕКОТОРЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

*Автомобильно-дорожный институт ГВУЗ*

*„Донецкий национальный технический университет”*

*Горловка, Кирова 51, 84646*

**UDC: 539.3**

**Vovk L.P., Kisel' E.S., Kalashnikova O.B.**

**DEPENDENT PHENOMENA EDGE RESONANCE THERMOELASTIC  
AREA OF SOME PHYSICAL CHARACTERISTICS**

*State Technical University*

*"Donetsk National Technical University"*

*Gorlovka, Kirova 51, 84646*

В данной работе был проведён численный анализ зависимости собственных частот термоупругой прямоугольной области от коэффициента температурного расширения области а также от модуля сдвига области. Рассматривается зависимость явления краевого резонанса от данных физических характеристик прямоугольника.

Ключевые слова: термоупругая прямоугольная область; краевой резонанс; собственные частоты.

In this work, numerical analysis was carried out according to the natural frequencies of a rectangular area of the thermoelastic coefficient of thermal expansion of the area as well as the shear modulus of the field. The dependence of the resonance phenomenon of regional data from the physical characteristics of the rectangle.

Keywords: rectangular thermoelastic area; regional resonance; eigenfrequencies.

Как показывают результаты экспериментальных исследований [1, 2], наиболее уязвимыми в плане прочности участками составных областей

являются границы соединений составных частей области, обладающих различными термомеханическими свойствами. Аналитические расчёты и численное моделирование показывают, что напряжения (энергия), возникающие в этих участках напрямую зависят также и от геометрических характеристик составных частей области, а также термической нагрузки [3].

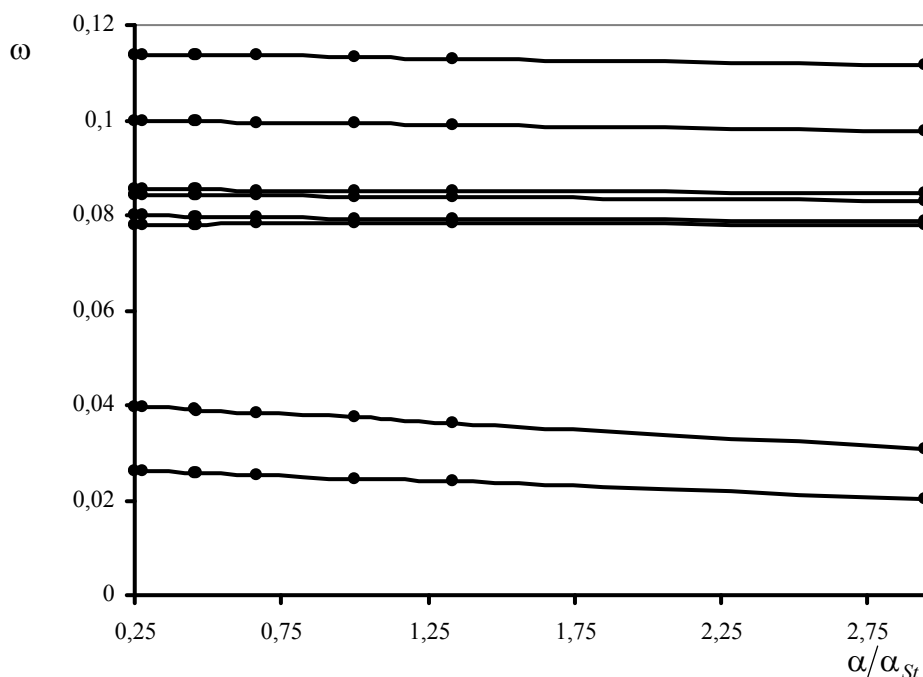
Исследуем зависимость значений собственных частот термоупругой области  $G$  от коэффициента температурного расширения «центральной» области  $G^{(1)}$ . Исходная область представлена сочетанием материалов  $(Pb, G^{(2)})$ - $(St, G^{(1)})$ - $(Pb, G^{(2)})$ ,  $L = 3$ . Изменим коэффициент линейного теплового расширения «центральной» области  $G^{(1)}$  от  $4,50e-06/^\circ C$  (вольфрам) до  $5,30e-05/^\circ C$  (свинец), оставляя неизменными остальные свойства материала.

При значительном увеличении коэффициент температурного расширения значения частот очень незначительно уменьшаются. Следовательно, коэффициент линейного теплового расширения не оказывает значительного влияния на собственные частоты исследуемой области (табл.1).

**Таблица 1 Зависимость собственных частот термоупругой области от коэффициента температурного расширения области  $G^{(1)}$**

Коэффициент линейного теплового расширения, $\alpha/^\circ C$								
№ $\omega$	вольфра м 4,5e-06	молибде н 5e-06	титан 8,15e-06	ванадий 8,3e-06	кобальт 1,2e-05	сталь 1,8e-05	медь 2,4e-05	свинец 5,3e-05
3	0,02595	0,02591	0,02560	0,02559	0,02522	0,02461	0,02397	0,02038
4	0,03954	0,03946	0,03897	0,03895	0,03836	0,03737	0,03634	0,03065
5	0,07801	0,07801	0,07806	0,07806	0,07811	0,07819	0,07826	0,07793
6	0,07984	0,07982	0,07971	0,07970	0,07957	0,07935	0,07912	0,07858
7	0,08422	0,08421	0,08414	0,08414	0,08406	0,08393	0,08380	0,08308
8	0,08535	0,08534	0,08528	0,08528	0,08522	0,08511	0,08501	0,08447
9	0,09989	0,09987	0,09973	0,09973	0,09957	0,09931	0,09905	0,09778
10	0,11382	0,11380	0,11366	0,11365	0,11350	0,11324	0,11298	0,11165

Графически, данный вывод подтверждает зависимость безразмерных частот от величины, равной  $\alpha/\alpha_{St}$  ( $\alpha_{St}$ -коэффициент температурного расширения стали), которая изображена на рис.1.



**Рис. 1** Зависимость собственных частот термоупругой области от безразмерной величины  $\alpha/\alpha_{St}$

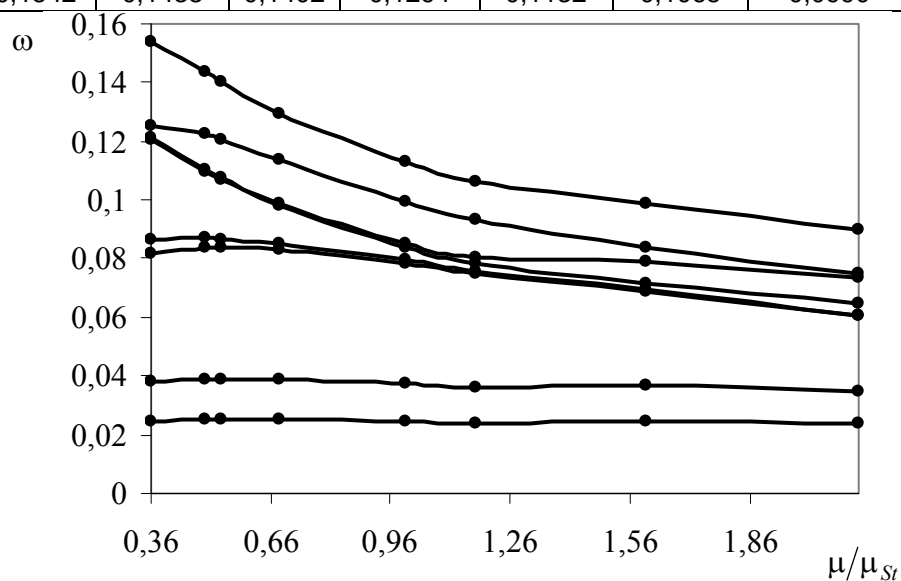
Проведём аналогичное исследование зависимости значений собственных частот термоупругой области  $G$  от жёсткостей стыкуемых областей, т.е. от изменения модуля сдвига «центральной» области  $G^{(1)}$ . Исходная область представлена также сочетанием материалов  $(Pb, G^{(2)})-(St, G^{(1)})-(Pb, G^{(2)})$ ,  $L = 3$ .

При изменении модуля сдвига «центральной» области  $G^{(1)}$  от  $2,7e+10$  н/м<sup>2</sup> (легир. алюмин.) до  $1,6e+11$  н/м<sup>2</sup> (вольфрам), оставим неизменными остальные свойства материала (стали). Результаты вычислений занесены в табл.2. Отметим, что значения собственных частот уменьшаются, причём на частотах краевого резонанса более резко (рис. 2).

**Таблица 2** Зависимость собственных частот термоупругой области от модуля сдвига,  $\mu$  области  $G^{(1)}$

Модуль сдвига, $\mu$ н/м <sup>2</sup>								
№ $\omega$	лег.ал люм. 2,7e+10 0	латунь 3,7e+10	медь 4e+10	ванадий 5,1e+10	сталь 7,5e+10	кобальт 8,8e+10	молибден 1,2e+11	вольфрам 1,6e+11
3	0,0246	0,0254	0,0254	0,0254	0,0246	0,0238	0,0245	0,0237
4	0,0379	0,0389	0,0390	0,0388	0,0374	0,0361	0,0368	0,0350
5	0,0818	0,0835	0,0841	0,0832	0,0782	0,0750	0,0690	0,0606
6	0,0864	0,0872	0,0868	0,0851	0,0794	0,0755	0,0695	0,0609
7	0,1207	0,1098	0,1071	0,0982	0,0839	0,0783	0,0715	0,0649
8	0,1211	0,1103	0,1077	0,0988	0,0851	0,0801	0,0792	0,0737

9	0,1253	0,1223	0,1205	0,1134	0,0993	0,0930	0,0839	0,0748
10	0,1542	0,1438	0,1402	0,1294	0,1132	0,1065	0,0990	0,0896



**Рис. 2** Зависимость собственных частот термоупругой области от модуля сдвига,  $\mu$  области  $G^{(1)}$

Таким образом, анализ влияния сочетаний материалов и размеров наплавки (область  $G^{(2)}$ ) на интенсивность тонких динамических эффектов в условиях динамических и температурных нагрузок на элементы конструкций, позволяет оптимизировать их геометрические параметры сечения с целью улучшения прочностных характеристик неоднородных деталей.

Литература:

1. Белоконь А.В. Об одном методе решения задач теории упругости для тел конечных размеров // Докл. АН СССР. – 1977. – Т. 233. – №1. – С. 56-59.
2. Вовк Л.П., Кисіль К.С. Розв'язання крайових задач термопружних областей з негладкою границею. // Вісник Тернопільського державного технічного університету. – 2009. – Том 14. – №4. – С.176-180.
3. Вовк Л.П., Кисель Е.С. Асимптотический метод исследования краевых задач теории термоупругости в областях с негладкой границей. – Материалы X-й Международной научно-практической конференции «Методы и алгоритмы прикладной математики в технике, медицине и экономике». – 26 февраля 2010г. – Новочеркасск: ЮРГТУ(НПИ). – 2010. – С.4-6.

4. Соболев Б.В., Вовк Л.П., Кисель Е.С. Обобщение метода суперпозиции решения краевых задач теории термоупругости для тел с нерегулярной границей // «Инновация, экология и ресурсосберегающие технологии на предприятиях машиностроения, авиастроения, транспорта и сельского хозяйства» Труды IX Международной научно-технической конференции. – Ростов н/Д: ИЦ ДГТУ, 2010 – С. 465-469.

References:

1. Belokon' A.V. On a method of solving the problems of the theory of elasticity for bodies of finite size // Dokl. AN SSSR. – 1977. – Т. 233. – №1. – S. 56-59.
2. Vovk L.P., Kisel' E.S. Solution of boundary value problems thermoelastic areas with plain border. // Visnik Ternopil's'kogo derzhavnogo tehnicnogo universitetu. – 2009. – Tom 14. – №4. – S.176-180.
3. Vovk L.P., Kisel' E.S. The asymptotic method of solving boundary value problems of the theory of thermo-elasticity in areas with rough boundary. – Materialy H-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Metody i algoritmy prikladnoj matematiki v tehnike, medicine i jekonomike». – 26 fevralja 2010g. – Novocherkas'k: JuRGТУ(NPI). – 2010. – S.4-6.
4. Sobol' B.V., Vovk L.P., Kisel' E.S. The generalization of the method of superposition of solutions of boundary value problems of the theory of thermo-elasticity for bodies with irregular boundary // «Innovacija, jekologija i resursosberegajushhie tehnologii na predpriyatijah mashinostroenija, aviaostroenija, transporta i sel'skogo hozjajstva» Trudy IX Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoj konferencii. – Rostov n/D: IC DGTU, 2010 – S. 465-469.

Доклад отправлен: 23.09.2013г.

© Вовк Л.П., Кисель Е.С., Калашникова О.Б.