

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫНУЖДЕННЫХ ИЗГИБНЫХ КОЛЕБАНИЙ  
ВАЛОВ ДВУХВАЛКОВОГО МОДУЛЯ ПД-140**

**RESEARCH OF THE COMPELLED FLEXURAL VIBRATIONS  
OF THE SHAFTS OF THE TWO-ROLL MODULE PD-140**

*А.В. ПОДЪЯЧЕВ, Р.В. ЗАЙЦЕВ*  
*A.V. PODJACHEV, R.V. ZAYTSEV*

(Костромской государственной технологической университет)  
(Kostroma State Technological University)  
E-mail: alvip@yandex.ru

*Работа посвящена анализу расчетов вынужденных изгибных колебаний валов валкового модуля ПД-140. Анализ результатов критических частот вынужденных изгибных колебаний позволяет определить, когда возникают резонансные явления при различных исходных технологических и конструктивных параметрах.*

*The paper is devoted to the analysis of accounts of the compelled flexural vibrations of the shafts of the roll module PD-140. The analysis of results of critical frequencies of the compelled flexural vibrations allows to define the moment when there are resonance phenomena under various initial technological and design data.*

**Ключевые слова:** вынужденные колебания валов, двухвалковый модуль, толщина эластичного слоя, критическая частота изгибных колебаний, численный метод.

**Keywords:** compelled vibrations of shafts, a two-roll module, an elastic layer thickness, critical frequency of flexural vibrations, a numerical method.

Динамические исследования вынужденных изгибных колебаний были проведены для валкового модуля плюсовки ПД-140 с показателями резины средней твердости при различной толщине эластичного покрытия, а также при изменении эксцентриситетов осей вращения нижнего и верхнего валов с помощью специально разработанного алгоритма и программного обеспечения [1]. Для проведения расчетов были наложены следующие условия закрепления: опорные сечения нижнего вала не имеют линейных перемещений, а сечения верхнего вала, в которых приложены силы, могут перемещаться в вертикальном направлении.

Анализ результатов критических частот вынужденных изгибных колебаний позволяет определить, когда возникают резонансные явления при различных исходных технологических и конструктивных параметрах.

Для валкового модуля плюсовки ПД-140 (рис. 1) проведен анализ вынужденных изгибных колебаний при изменении следующих технических параметров:

- толщина эластичного покрытия  $L$  (изменяем от 5 до 25 мм),
- эксцентриситет оси вращения нижнего вала  $A_1$  (изменяем от 0,1 до 1 мм),
- эксцентриситет оси вращения верхнего вала  $A_2$  (изменяем от 0,1 до 1 мм).

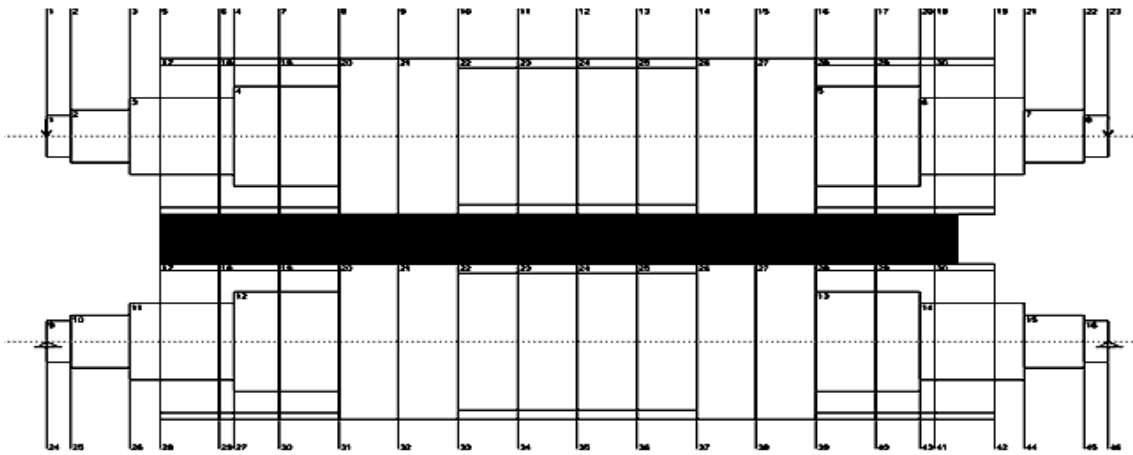


Рис. 1

При изменении толщины эластичного покрытия с шагом 1 мм (при средних статистических значениях начальной погиби валов – эксцентриситет оси вращения нижнего вала  $A_1 = 0,5$  мм и эксцентриситет оси вращения верхнего вала  $A_2 = 0,5$  мм) критическая частота вынужденных колебаний уменьшается на 6,5 %. Анализ также показал, что частоты убывают равномерно (на 5...10 оборотов на каждом шаге) при равномерном увеличении толщины упругого слоя (рис. 2 – влияния толщины эластичного покрытия на вынужденные из-

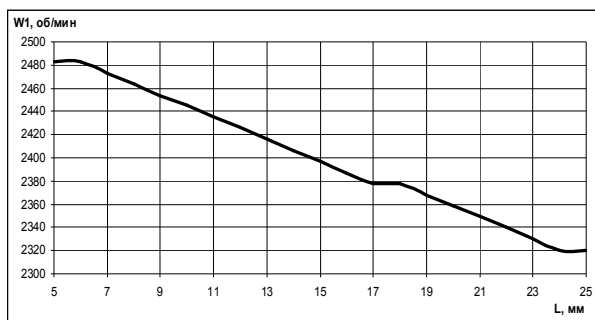


Рис. 2

При изменении эксцентриситета оси вращения нижнего вала с шагом 0,1 мм (при средних значениях других параметров – эксцентриситет оси вращения верхнего вала  $A_2 = 0,5$  мм и толщина эластичного слоя  $L = 15$  мм) критическая частота вынужденных колебаний меняется незначительно.

гибные колебания валов двухвалкового модуля ПД-140).

Анализ результатов расчета также позволяет построить зависимость прогиба вала от изменяемой частоты вращения для соответствующих толщин эластичного покрытия. На рис. 3 показаны три зависимости прогиба вала двухвалкового модуля ПД-140 от частоты вращения для толщин 5, 15 и 25 мм без максимальных значений прогибов.

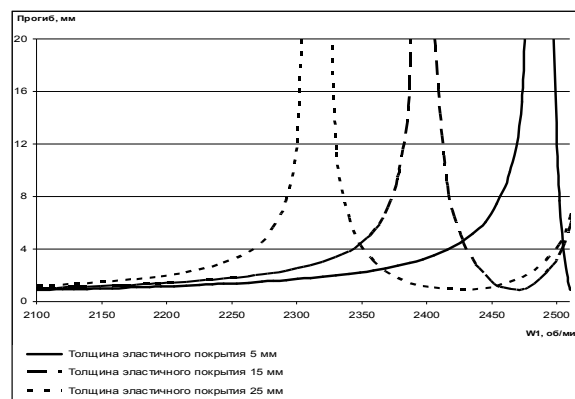


Рис. 3

Анализ показал, что при изменении конструктивных параметров ПД-140, в частности – смещением раздвижением каждой из опор рубашки на 180 мм и смещением сдвижением каждой из опор рубашки на 60 мм – значение критической частоты вынужденных колебаний валов при изме-

нении эксцентриситета оси вращения нижнего вала меняется незначительно.

Была построена зависимость прогиба вала от изменяемой частоты вращения для соответствующих эксцентриситетов оси

вращения нижнего вала. На рис. 4 показаны три зависимости прогиба вала двухвалкового модуля ПД-140 от частоты вращения для эксцентриситетов 0,1, 0,5 и 1 мм.

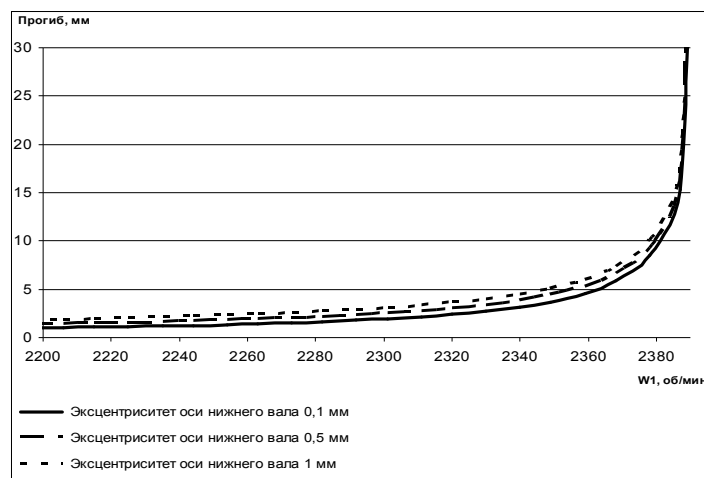


Рис. 4

Из рис. 4 видно, что прогиб на всем диапазоне частот растет с увеличением эксцентриситета оси нижнего вала. Причем видно, что рост происходит равномерный и постоянный, то есть при равномерном увеличении эксцентриситета оси нижнего вала происходит равномерное увеличение прогиба вала.

При изменении эксцентриситета оси вращения верхнего вала с шагом 0,1 мм (при средних значениях других параметров – эксцентриситет оси вращения нижнего вала  $A_1 = 0,5$  мм и толщина эластич-

ного слоя  $L = 15$  мм) критическая частота вынужденных колебаний меняется незначительно.

Анализ показал, что при изменении конструктивных параметров ПД-140, в частности – смещение раздвижением каждой из опор рубашки на 180 мм и смещение сдвижением каждой из опор рубашки на 60 мм, значение критической частоты вынужденных колебаний валов при изменении эксцентриситета оси вращения верхнего вала меняется незначительно.

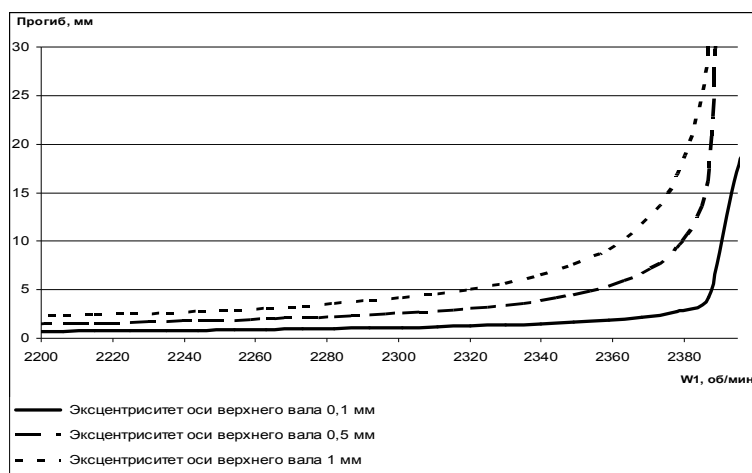


Рис. 5

Была построена зависимость прогиба вала от изменяемой частоты вращения для соответствующих эксцентриситетов оси вращения верхнего вала. На рис. 5 показаны три зависимости прогиба вала двухвалкового модуля ПД-140 от частоты вращения для эксцентриситетов 0,1, 0,5 и 1 мм.

Из рис. 5 видно, что прогиб на всем диапазоне частот растет с увеличением эксцентриситета оси верхнего вала. Причем видно, что рост происходит не равномерно, то есть при равномерном увеличении эксцентриситета оси верхнего вала происходит неравномерное увеличение прогиба вала.

## ВЫВОДЫ

1. Численный метод расчета вынужденных колебаний валов ДВМ позволил выявить влияние твердости упругого слоя, нагрузки на опоры, толщины эластичного слоя, эксцентриситетов осей вращения валов и их конструктивного исполнения на

критические режимы валкового модуля. Показано, что при изменении толщины эластичного покрытия от 5 до 25 мм для ДВМ ПД-140 критическая частота вынужденных колебаний уменьшается на 6,5%.

2. При анализе результатов расчетов критических частот вынужденных изгибных колебаний было показано, что изменение эксцентриситетов осей валов оказывает незначительное влияние на критические частоты колебаний валов ДВМ вне зависимости от конструктивного оформления валкового модуля.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Мартышенко В.А.* Полигармонические вынужденные колебания валов многовалковых машин // Тез докл. Междунар. научн.-техн. конф.: Лен-2004: Актуальные проблемы переработки льна в современных условиях. – Кострома, 2004. С.131.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 03.06.11.