# АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ КОЛЕБАНИЙ ТОНКОСТЕННОГО КОНСОЛЬНОГО СТЕРЖНЯ

**Гаврилов А.А., канд. техн. наук,**
**Морозов Н.А., канд. техн. наук, доцент**
**Оренбургский государственный университет**

В связи с широком распространением в промышленности и строительстве тонкостенных конструкций, обусловленным пониженными материалоемкостью и массой без потерь жесткости, актуален вопрос определения частот свободных колебаний, связанный с необходимостью отстройки от возможного резонанса в указанном диапазоне частот вынужденных колебаний [1, 2].

В настоящее время, задачи статики и динамики тонкостенных стержней успешно решаются с применением ЭВМ и метода конечных элементов [3, 4, 5]. Но для оценки погрешностей вычислений требуется проведение натурного эксперимента.

Подобная оценка проведена в [6, 7] для стержней замкнутого профиля. В данном исследовании анализируются результаты для стержня открытого профиля, сечение которого показано на рисунке 1.

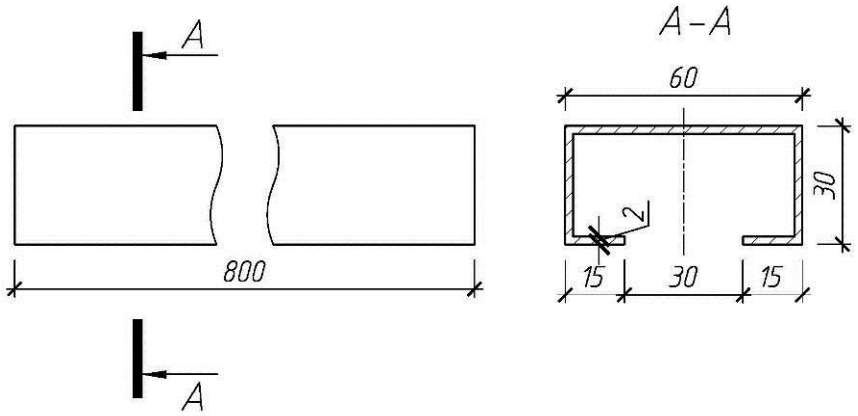


Рисунок 1 – Размеры исследуемого тонкостенного стержня

Натурный эксперимент осуществлялся с помощью вибростенда V8-440 HBT 900 CM8R по методу плавного изменения частоты синусоидальных колебаний ГОСТ 30630.1.1-99 «Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Определение динамических характеристик конструкции».

В качестве образца выступал стальной стержней прокатного профиля (ГОСТ 8645-68), с вырезом по широкой стороне шириной 30 мм (рисунок 1).

На стержень устанавливались датчики ускорений 352C04. Места крепления датчиков показаны на рисунке 2. Крепление к столу вибростенда осуществлялось с помощью специально изготовленной оснастки, имитирующей жесткую заделку (рисунок 3).

Колебания осуществлялись в двух плоскостях. Результаты представлены в таблице 1. Пиковые значения соответствуют частотам собственных колебаний, форма колебаний оценивается по соотношению амплитуд датчиков.

Численное моделирование проводилось в системе Autodesk Inventor с учетом установленных датчиков. Результаты численного моделирования так же представлены в таблице 1.

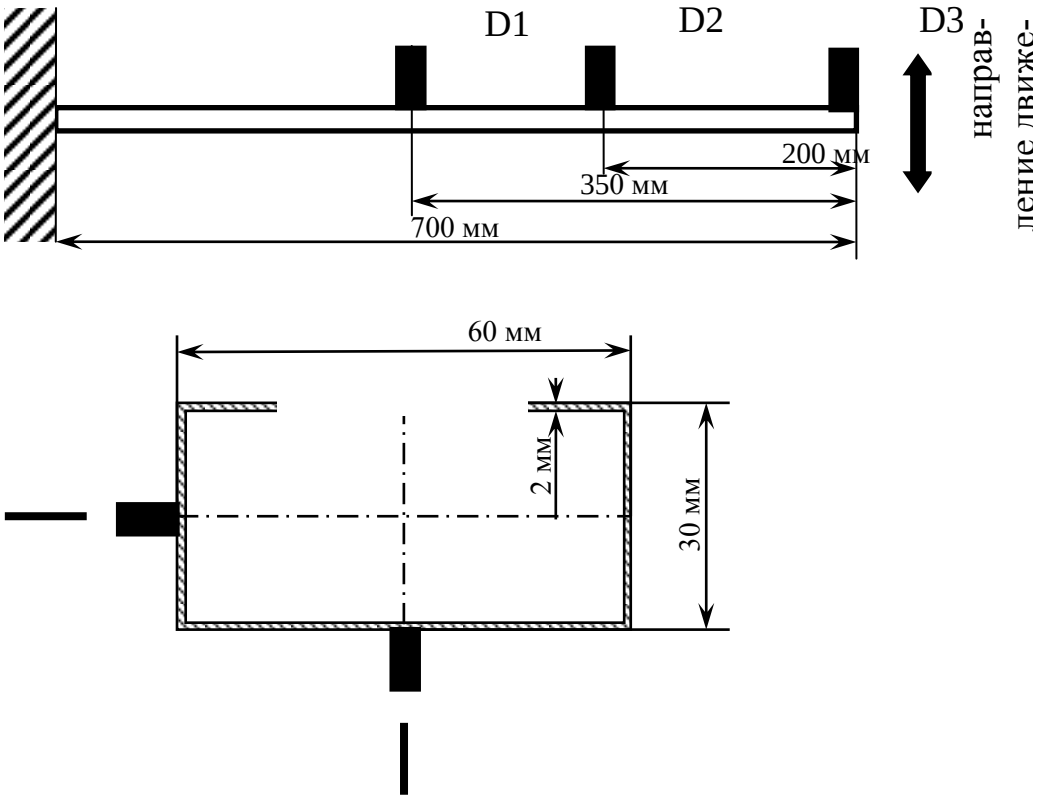


Рисунок 2 – Размеры стержня с местами крепления датчиков:
D1, D2, D3 – датчики; S1, S2 – плоскости движения стола вибростенда.

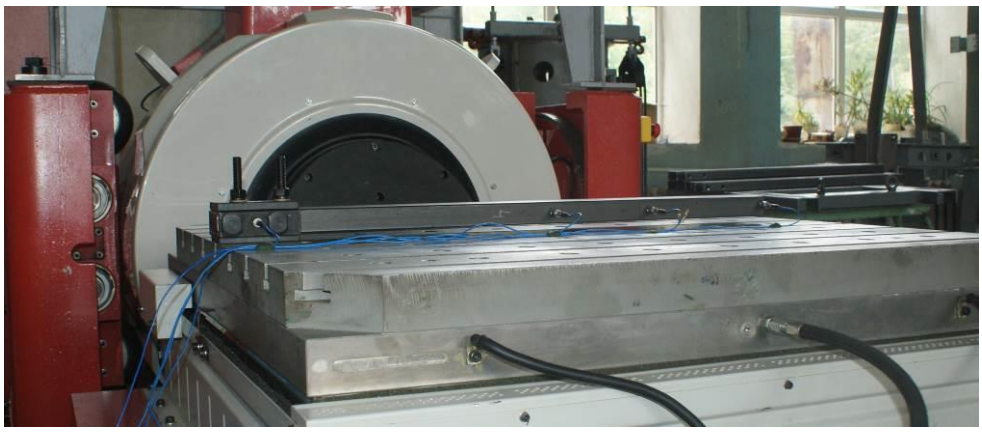

Рисунок 3 – крепление стержня на столе вибростенда

Таблица 1 – Частоты собственных колебаний тонкостенного консольного стержня открытого профиля

| № | Преимущественный вид формы | Собственная частота, Гц | | Расхождение, % |
|---|---|---|---|---|
| | | Autodesk Inventor | Натурный эксперимент | |
| 1 | Изгибная | 66,3 | 59,5 | 11,4 |
| 2 | Изгибно-крутильная | 79,9 | 60,1 | 32,9 |
| 3 | Изгибно-крутильная | 211,4 | 186,6 | 13,3 |
| 4 | Изгибно-крутильная | 382,3 | 326,4 | 17,1 |
| 5 | Изгибная | 401,0 | 338,1 | 18,6 |
| 6 | Изгиб с потерей формы сечения | 794,9 | 609,1 | 30,5 |
| 7 | Изгиб с потерей формы сечения | 974,6 | 866,7 | 12,4 |
| 8 | Изгибно-крутильная | 1063,0 | 899,4 | 18,2 |

Таким образом, расхождение результатов численного и натурного экспериментов находится в диапазоне 11-33%, причем наибольшие расхождения наблюдаются в случаях изгибно-крутильных форм колебаний и форм, сопровождающихся потерей формы сечения. Это обусловлено вариантом крепления датчиков, обладающих собственной инерцией, и достаточно малой жесткостью исследуемого стержня. Между тем, можно наблюдать достаточно хорошее качественное совпадение результатов, особенно в случае изгибных колебаний, а полученные экспериментальные данные предлагается использовать при оценке погрешности моделирования колебаний стержневых конструкций.

*Список литературы*


1. *Гаврилов, А. А. Методика расчета собственных частот кран-балок / А. А. Гаврилов, Н. А. Морозов, Ю. Л. Власов // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015. – № 1 (176). – С. 212-217.*
2. *Гаврилов, А. А. Прочностные аспекты моделирования изгибных колебаний тонкостенных стержней / А. А. Гаврилов, Н. А. Морозов, Ю. Л. Власов// Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции / Оренбург. гос. ун-т. – Оренбург , 2013. – С. 494-500. – ISBN: 978-5-44-17-0299-7*
3. *Гаврилов, А. А. Формы и частоты колебаний многопролетных неразрезных подкрановых балок / А. А. Гаврилов, Н. А. Морозов, Ю. Л. Власов, А. В. Колотвин // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2016. – Т. 21. – № 3. – С. 922-925. – ISSN 1810-0198*
4. *Абдрахимова, Р. И. Применение программных комплексов в расчетах элементов конструкций / Р. И. Абдрахимова, О. А.Фролова // Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции / Оренбург. гос. ун-т. – Оренбург , 2013. – С. 399-401. – ISBN: 978-5-44-17-0299-7*

5. *Авдонин, А.М. Прогнозирование величин деформаций и напряжений, возникающих при ремонте металлоконструкций сваркой / А. М. Авдонин, Е. В. Пояркова // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2013. – Т. 18. – № 4-2. – С. 1585-1588.. – ISSN 1810-0198*

6. *Гаврилов, А. А. Экспериментальные исследования колебаний балок коробчатого сечения / Н. А. Морозов, А. А. Гаврилов, Ю. Л. Власов // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2017. – № 1. – С. 78-83.*

7. *Гаврилов, А. А. Моделирование свободных колебаний балки с учетом ограничений по жесткости / А. А. Гаврилов, Власов Ю.Л., Н. А. Морозов // В сборнике: Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн Материалы II Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 166-169.*