

Научная статья  
УДК 676.058.2

## ВИБРОЗАЩИТА ПРОДОЛЬНО-РЕЗАТЕЛЬНОГО СТАНКА

**Вадим Владимирович Васильев<sup>1</sup>, Нелли Валерьевна Куцубина<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> vasilyevvv@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> kushubinanv@m.usfeu.ru

*Аннотация.* В статье обосновываются методы виброзащиты продольно-резательного станка и приводятся результаты вибрационного обследования, подтверждающие эффективность их применения.

*Ключевые слова:* продольно-резательный станок, спектр, виброзащита

*Для цитирования:* Васильев В. В., Куцубина Н. В. Виброзащита продольно-резательного станка // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий = Effective reaction to modern challenges of the interaction between human and nature, human and technologies : материалы XVI Международной научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 242–248.

Original article

## VIBRATION PROTECTION OF THE SLITTING MACHINE

**Vadim V. Vasiliev<sup>1</sup>, Nelli V. Kutsubina<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> vasilyevvv@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> kushubinanv@m.usfeu.ru

*Abstract.* The article substantiates the methods of vibration protection of a slitting machine and provides the results of a vibration survey confirming the effectiveness of their use.

*Keywords:* slitting machine, spectrum, vibration protection

*For citation:* Vasiliev V. V., Kutsubina N. V. (2025) Vibrozashchita prodol'no-rezatel'nogo stanka [Vibration protection of the slitting machine]. Effektivnyi otvet na sovremennye vyzovy s uchetom vzaimodeistviya cheloveka

i prirody, cheloveka i tekhnologii [Effective reaction to modern challenges of the interaction between human and nature, human and technologies] : proceedings of the XVI International Scientific and Technical Conference. Ekaterinburg: USFEU, 2025. 2025. P. 242–248. (In Russ).

Ранее проведенное вибрационное обследование продольно-резательного станка «Model KM», кинематическая схема которого представлена на рис. 1, позволило выявить основные источники и сопутствующие факторы его повышенной вибрации [1].

Продольно-резательный станок «Model KM» предназначен для разрезания в продольном направлении и перемотки рулонов картона, поступающих с наката картоноделательной машины, в рулоны требуемого диаметра и ширины.

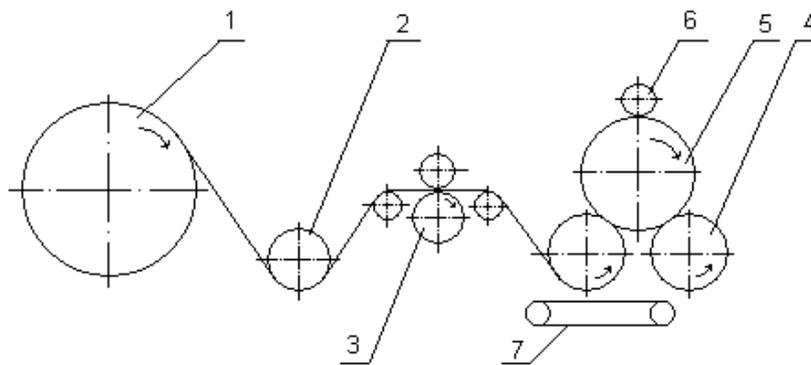


Рис. 1. Схема продольно-резательного станка:  
1 – разматываемый рулон; 2 – бумаговедущий вал;  
3 – механизм продольной резки; 4 – несущий вал;  
5 – наматываемый рулон; 6 – прижимной вал;  
7 – транспортер для заправки бумаги

Особенностями конструкции ПРС «Model KM», значительно влияющими на его вибрационное состояние, являются:

недостаточная жесткость несущей конструкции намоточного устройства в поперечном направлении (вдоль хода бумажного полотна);

«слабый фундамент» станка. Все несущие конструкции станка опираются на междуэтажное перекрытие, по одной из осей которого выполнен деформационный шов. «Слабый фундамент» кратно «усиливает» вибрацию опорных подшипников валов;

неудачные конструктивные параметры прижимного вала ( $\varnothing$  320 мм, длина рубашки 4510 мм), при которых его критическая скорость близка к рабочей частоте вращения. С точки зрения вибрационного состояния это является признаком неустойчивой работы станка.

В результате вибрационного обследования было установлено, что повышенную вибрацию на своей оборотной частоте возбуждал неуравновешенный прижимной вал, вращающийся на рабочей скорости станка в околорезонансном режиме. Параметры вибрации в несколько раз превышали нормативные значения (рис. 2) [1].

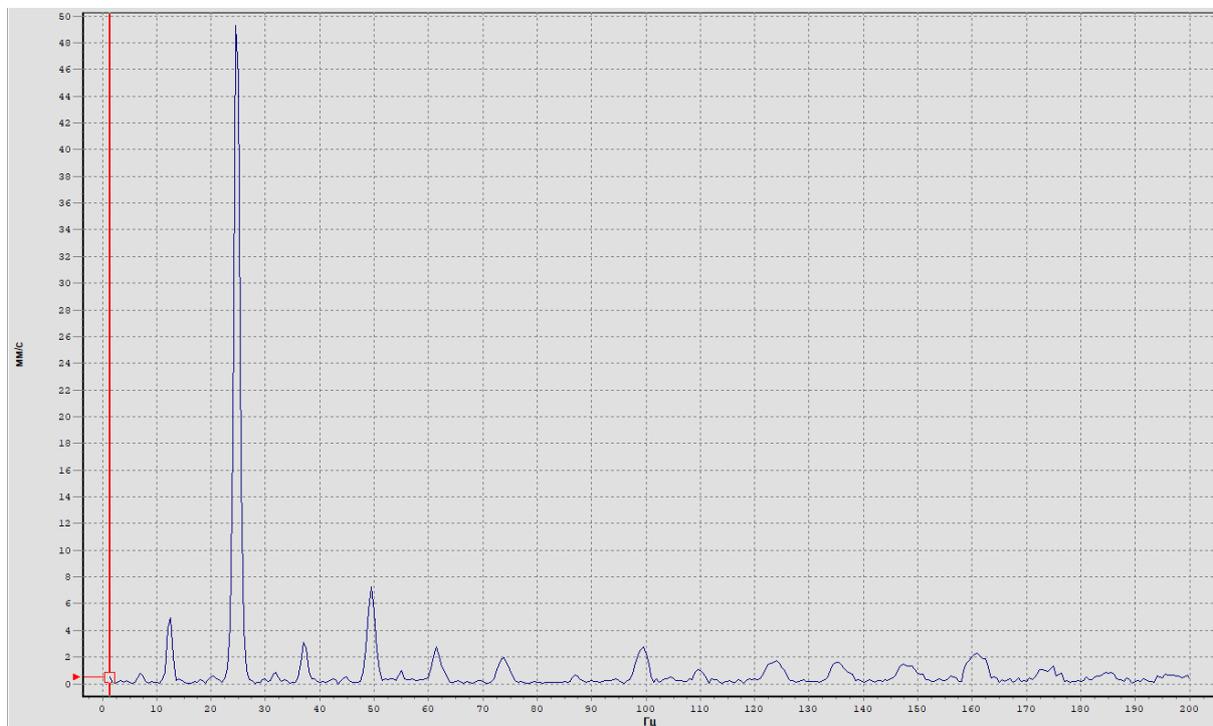


Рис. 2. Спектр вибрации корпуса подшипника прижимного вала в продольном направлении при скорости станка 1407 м/мин

В результате анализа конструкции и вибрационного состояния станка авторами был предложен ряд методов виброзащиты [2], первоочередным из которых является устранение неуравновешенности прижимного вала путем его балансировки на максимальной скорости ПРС, а также исключение нецилиндричности поверхности вала, ревизия подшипниковых опор вала и креплений самой балки.

Применение данного метода виброзащиты не исключает режим неустойчивой работы станка, но приводит к значительному уменьшению параметров вибрации, возбуждаемой прижимным валом.

Так, после установки отбалансированного прижимного вала были произведены измерения вибрации в трех точках ПРС: на лицевой подшипниковой опоре первого несущего вала в продольном и поперечном направлениях и на прижимной балке в продольном направлении при разных скоростях и диаметрах наматываемого рулона.

Во всех точках измерений параметры вибрации не превысили нормативных значений [3]. В спектрах проявлялся рост виброскорости на оборотных частотах первого несущего вала и гармониках оборотных частот рулона (рис. 3), обусловленные, прежде всего, кинематическими и параметрическими воздействиями от изменения натяжения бумажного полотна в процессе работы станка и, как следствие, от неравномерности плотности намотки рулона [4].

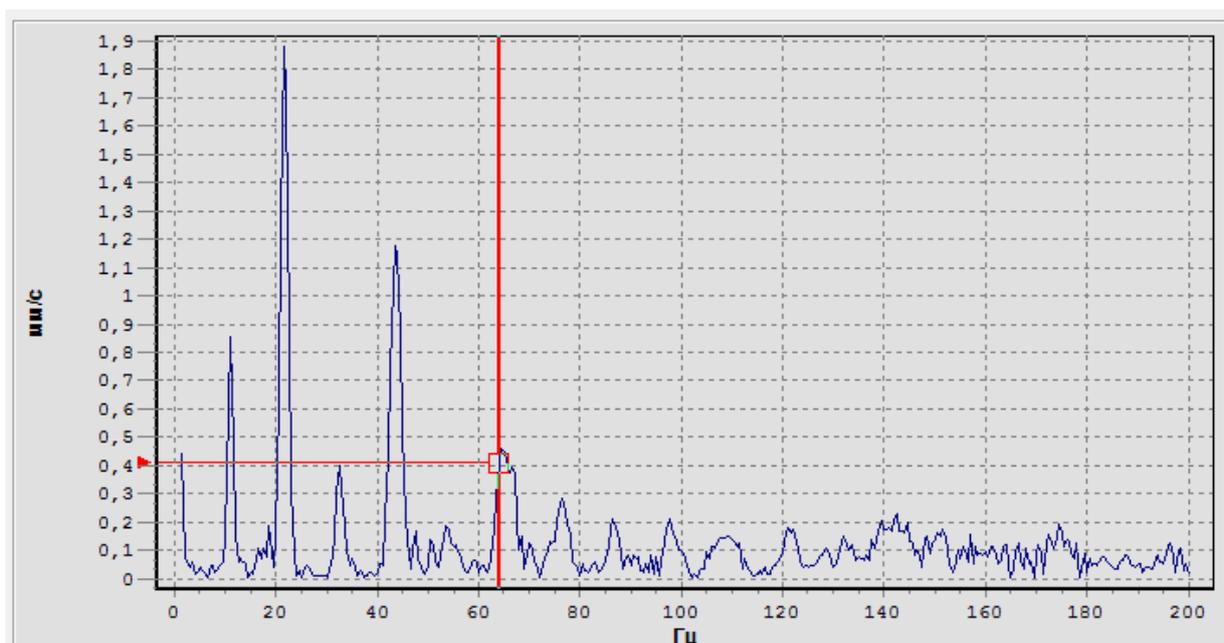


Рис. 3. Спектр вибрации прижимной балки у лицевой подшипниковой опоры первого несущего вала в продольном направлении: наблюдаются всплески виброскорости на гармониках оборотной частоты рулона

Вибрация в точках измерения, возбуждаемая прижимным валом, значительно уменьшилась.

На рис. 4, 5 приведены спектры вибрации лицевой подшипниковой опоры первого несущего вала в вертикальном направлении, измеренные до (рис. 4) и после (рис. 5) установки отбалансированного прижимного вала.

Так как режим неустойчивой работы станка сохраняется, можно ожидать, что при отклонениях от цилиндричности вала/рулона, неуравновешенности, при равенстве и/или кратности диаметров валов и рулона, ослаблении опор и др. может вновь возбуждаться повышенная вибрация на оборотной частоте прижимного вала.

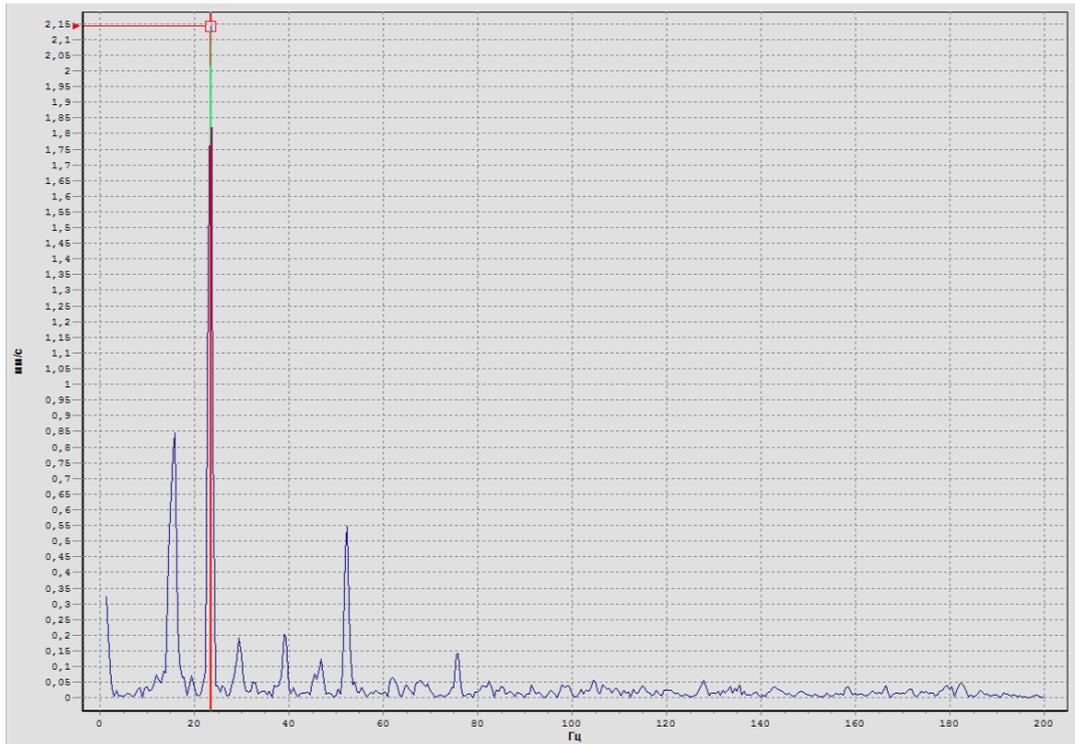


Рис. 4. Спектр вибрации лицевой подшипниковой опоры первого несущего вала в вертикальном направлении: значение виброскорости на оборотной частоте прижимного вала составляет 2,1 мм/с

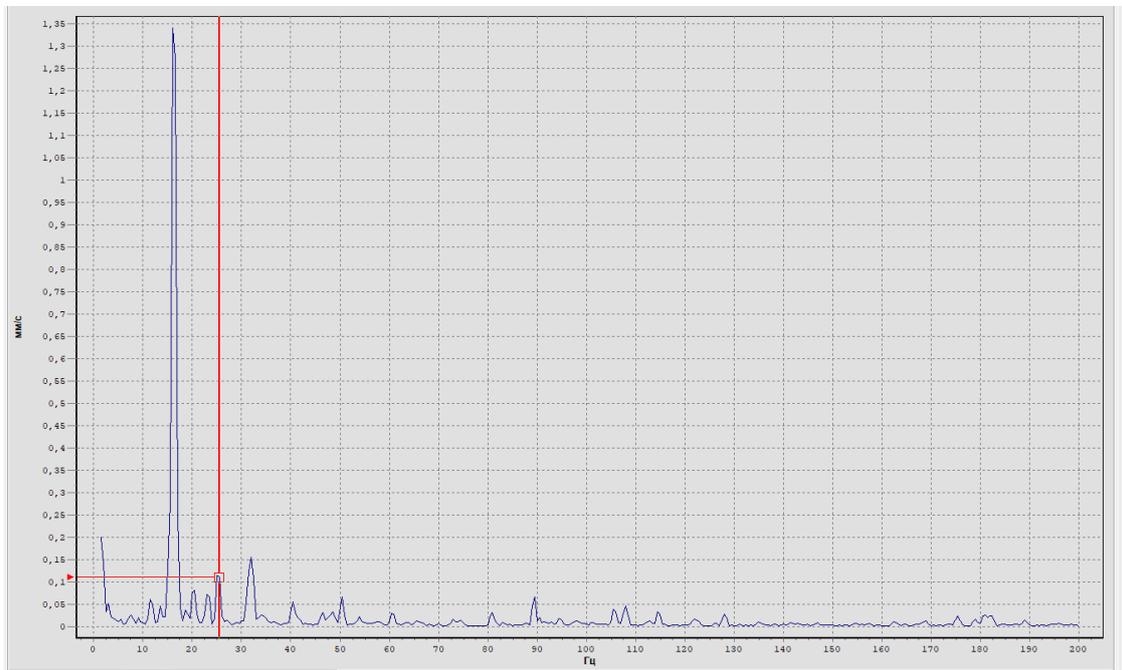


Рис. 5. Спектр вибрации лицевой подшипниковой опоры первого несущего вала в вертикальном направлении: значение виброскорости на оборотной частоте прижимного вала составляет 0,11 мм/с

Исключить режим неустойчивой работы станка можно путем модернизации прижимной балки с установкой прижимного вала, состоящего из блока прижимных роликов меньшего диаметра и длины (рис. 6), что обеспечит устойчивую работу станка во всем диапазоне рабочих скоростей.

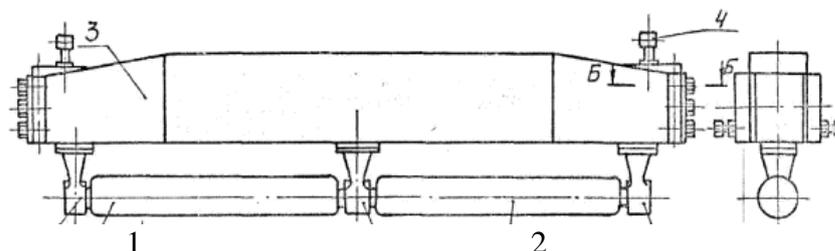


Рис. 6. Схема прижимного вала:  
1, 2 – прижимные ролики; 3 – балка; 4 – винт

И третьим эффективным методом виброзащиты является усиление фундамента станка. Основное назначение фундамента – сглаживать вибрации оборудования, демпфировать их.

Стоит отметить, что состояние фундамента и качество крепления к фундаменту станка оценивается соотношением общих уровней вибрации, измеренных в вертикальной плоскости непосредственно на корпусе подшипника и на фундаменте. При качественном фундаменте это соотношение должно быть равным двум.

### *Список источников*

1. Васильев В. В., Куцубина Н. В., Исаков С. Н. Идентификация вибрации конструкций продольно-резательного станка // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий : материалы XV Международной научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2024. С. 328–333.

2. Куцубина Н. В., Санников А. А. Виброзащита технологических машин и оборудование лесного комплекса : монография. Екатеринбург : Уральск. гос. лесотехн. ун-т. 2008. 212 с.

3. ГОСТ 26493-85. Вибрация. Технологическое оборудование целлюлозно-бумажного производства. Нормы вибрации. Технические требования. М. : Изд-во стандартов, 1985. 8 с.

4. Удинцева С. Н. Вибрационные процессы при намотке рулонов бумаги на продольно-резательных станках : дисс. канд. техн. наук. Екатеринбург, 2004 174 с.

## *References*

1. Vasiliev V. V., Kutsubina N. V., Isakov S. N. Identification of vibration of longitudinal cutting machine structures // Effective response to modern challenges taking into account the interaction of man and nature, man and technology : proceedings of the XV International Scientific and Technical Conference. Yekaterinburg : UGLTU, 2024. Pp. 328–333.

2. Kutsubina N. V., Sannikov A. A. Vibration protection of technological machines and equipment of the forest complex : monograph. Yekaterinburg : UGLTU, 2008. 212 p.

3. GOST 26493–85. Vibration. Technological equipment for pulp and paper production. Vibration standards. Technical requirements. M. : Publishing House of Standards, 1985. 8 p.

4. Udintseva S. N. Vibration processes when winding paper rolls on longitudinal cutting machines : Dissertation of the Candidate of Technical Sciences. Yekaterinburg, 2004. 174 p.