



## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛОТНА БУМАГИ И ВИБРАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

**В.П. Сиваков, С.Н. Вихарев, А.В. Вураско, А.Д. Мешков**

*Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия*

*Определены уравнения линейной регрессии и частоты колебаний технологических характеристик бумажного полотна. Установлено отклонение ряда измеренных технологических характеристик от нормативных значений. По анализу вибрации оборудования подачи массы определены источники колебаний технологических характеристик бумаги. Предложены рекомендации повышения качества бумаги.*

## INVESTIGATION OF TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE CANVAS PAPER AND VIBRATION EQUIPMENT TO ENSURE PRODUCT QUALITY

**V.P. Sivakov, S.N. Vikharev, A.V. Vurasko, A.D. Meskhov**

*Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia*

*Defined equations of linear regression and the frequency of oscillations of the technological characteristics of the paper web. Set the deviation of a number of measured technological characteristics of the standard values. On the analysis of the vibration equipment for supply of the masses, the sources of fluctuations of technological characteristics of the paper. Recommendations improve the quality of the paper.*

Напуск бумажной массы на сеточный стол сопровождается относительными колебаниями напорного ящика, сеточного стола, грудного вала, сетки и потока массы. При движении на обезвоживающей части сеточного стола на свободной поверхности бумажной массы формируются продольные и поперечные волны, рис. 1.

Нижняя поверхность бумажной массы, располагающаяся на сетке, волн не имеет и копирует поверхность сетки. Обезвоживание бумажной массы на вакуумных ящиках, гауч-прессе, в прессовой части и последующих частях машины незначительно изменяет волнистость поверхности бумажного полотна, но полностью её не устраняет. Наличие образованных при формовании бумаги продольных и поперечных волн приводит к неравномерной массе квадратного метра бумаги, колебаниям разрывной длины, разрушающего усилия, абсолютного сопротивления раздиранию и других технологических характеристик. Кроме того на разрывную длину



более значительное влияние оказывает неравенство скоростей сетки и напуска бумажной массы из напорного ящика.

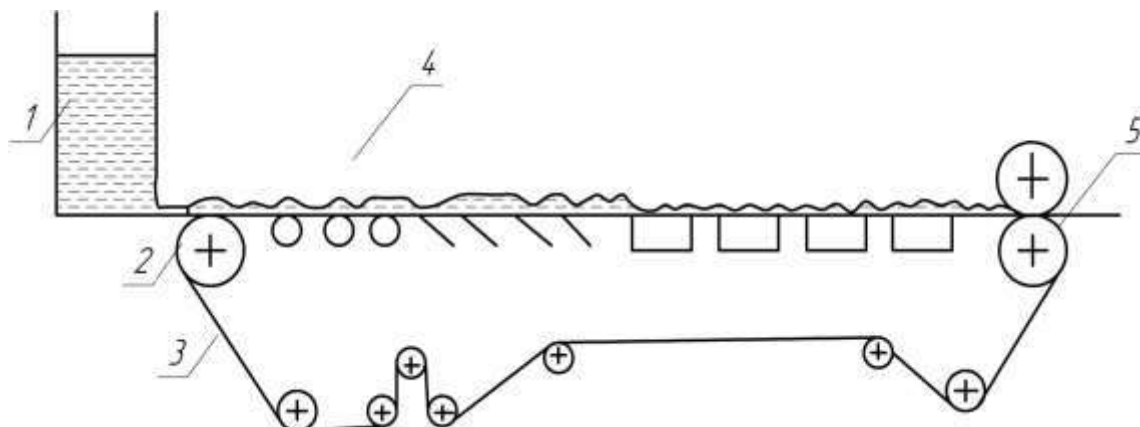


Рис. 1. Схема к обоснованию образования волнистости бумажного полотна: 1 – напорный ящик; 2 – грудной вал; 3 – сетка; 4 – бумажная масса; 5 – гауч-пресс

Для расчёта низкочастотных колебаний массы метра квадратного и других технологических характеристик. В режиме факторного эксперимента, исследованы полосы мешочной бумаги длиной 50 м и шириной 0,4 м, вырезанные из среднего рулона после продольно-резательного станка. Полосы бумаги размечались и разрезались на квадраты (образцы)  $0,4 \times 0,4 \text{ м}^2$ , последовательно нумеровались для фиксации местоположения в исходной полосе бумаги. Произведены измерения технологических характеристик образцов бумаги, определены точечные характеристики (средние арифметические значения и средние квадратические отклонения параметров) и уравнения линейной регрессии. Построены графики колебаний технологических характеристик за период наработки полос бумаги (рис. 2, 3).

Период времени изготовления обследуемых полос бумаги определялся по формуле

$$t_0 = \frac{L}{v} = \frac{l_0 m}{v}, \text{ с}$$

где  $L$  – натуральная длина обследуемой полосы бумаги, м;  $v$  – скорость бумаги на накате, м/с;  $l_0$  – длина обследуемой полосы бумаги, изображенная в масштабе на графиках, мм;  $m$  – масштаб уменьшения длины, м/мм

Масштаб определяется по формуле

$$m = L/l_0, \text{ м/мм}$$

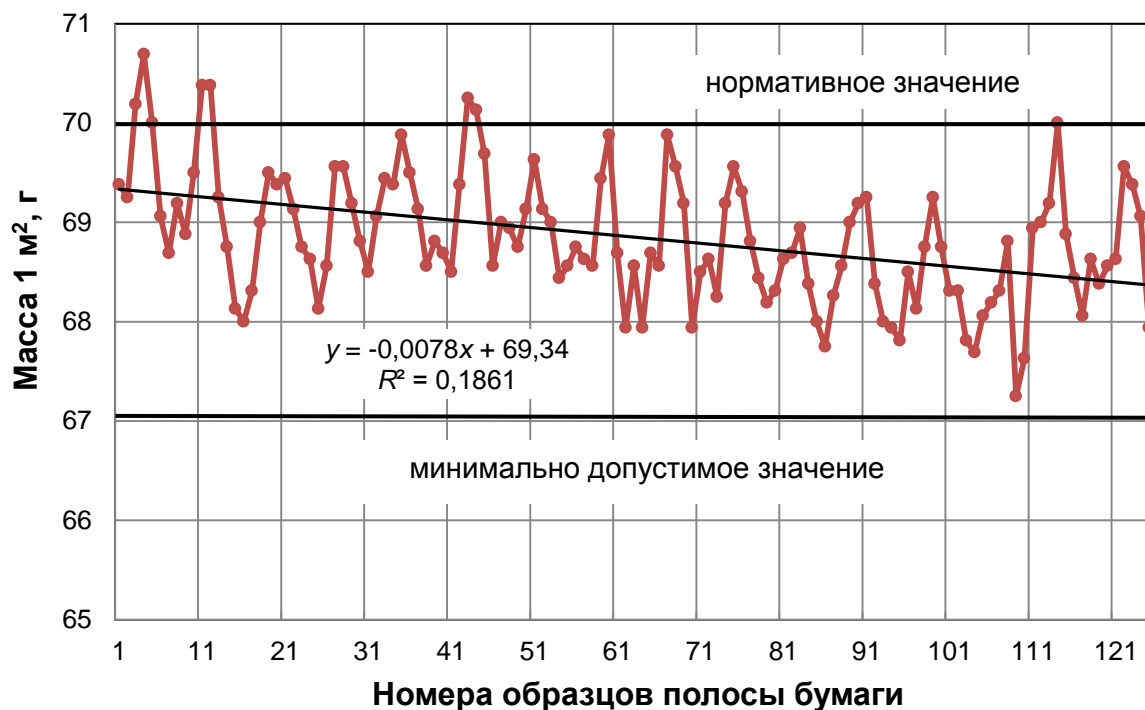


Рис. 2. График колебаний массы 1 м<sup>2</sup> за период наработки исследуемой полосы бумаги

Частоты вынужденных колебаний исследуемых параметров бумажного полотна определялись по формуле

$$f_i = \frac{v}{m \cdot l_i}, \quad i = \overline{1 \dots n}, \text{ Гц} \quad (1)$$

где  $l_i$  – длина выработанной бумаги за  $i$ -ый период колебаний исследуемого параметра, мм.

Низшие частоты колебаний массы метра квадратного бумаги определённые по (1) из рис. 2 равны:

$$f_1 = 0,8 \dots 1,0 \text{ Гц}; \quad f_2 = 1,7 \dots 1,9 \text{ Гц}; \quad f_3 = 3,5 \dots 3,7 \text{ Гц};$$

Из рис. 2 следует, что колебания массы метра квадратного бумаги происходят в интервале между минимально допустимым и нормальным значениями. Уравнение линейной регрессии показывает, что среднее значение массы метра квадратного исследованной полосы бумаги не стабильно.

Измерение разрывной длины образцов бумаги производилось в продольном и поперечном направлениях при установившемся режиме работы машины. Колебания разрывной длины образцов полотна бумаги обнаружены в спектре частот от 0,45 до 3,7 Гц, рис. 3. Результаты измерения технологических параметров бумаги приведены в табл. 1.



Таблица 1. Результаты измерений технологических параметров бумаги

Обследованный технологический параметр бумаги	Частота колебаний параметра в интервалах, Гц			Максимальное отклонение размера параметра от среднего, %
	0,45...1,0	1,01...2,4	2,41...4,0	
Масса квадратного метра бумаги	0,8...1,0			6
		1,7...1,4		4
			3,5...4,7	1,5
Разрывная длина в продольном направлении	0,45...0,49			0,8
	0,7...0,81			1,2
		1,3...1,5		0,6
			3,6...3,7	0,4
Разрывная длина в поперечном направлении	0,7...0,81			0,6
		1,3...1,4		0,2
			2,3...2,4	0,1
Абсолютное сопротивление раздиранию	0,8...0,97			Не исследовалось
		1,14		
		1,7...2,8		
			3,4	

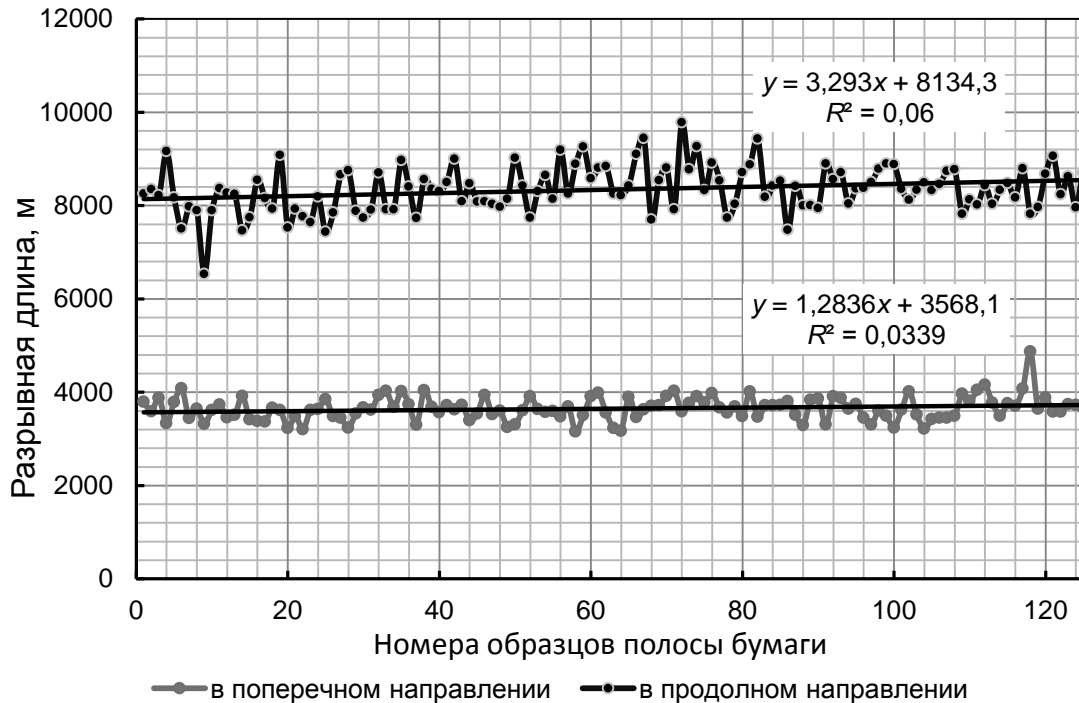


Рис. 3. Результаты измерения разрывной длины образцов полосы бумаги



Из рис. 3 следует, что разрывная длина бумаги в продольном направлении (3800 м) более чем в два раза ниже разрывной длины в поперечном направлении (7800 м). Это является основной причиной разрушения бумажных мешков при испытаниях и эксплуатации.

Для определения источников колебаний технологических параметров бумаги произведены измерения вибрации машин и оборудования масшоподводящей системы бумагоделательной машины. Измерения вибрации производились на установившемся режиме работы машины при выработке той же мешочной бумаги, технологические параметры которой были обследованы.

При измерении установлено, что низкочастотную вибрацию высокой интенсивности имеет корпус напорного ящика, губа напуска массы и грудной вал. Спектр среднеквадратических значений виброскорости губы напорного ящика в продольном направлении приведён на рис. 4.

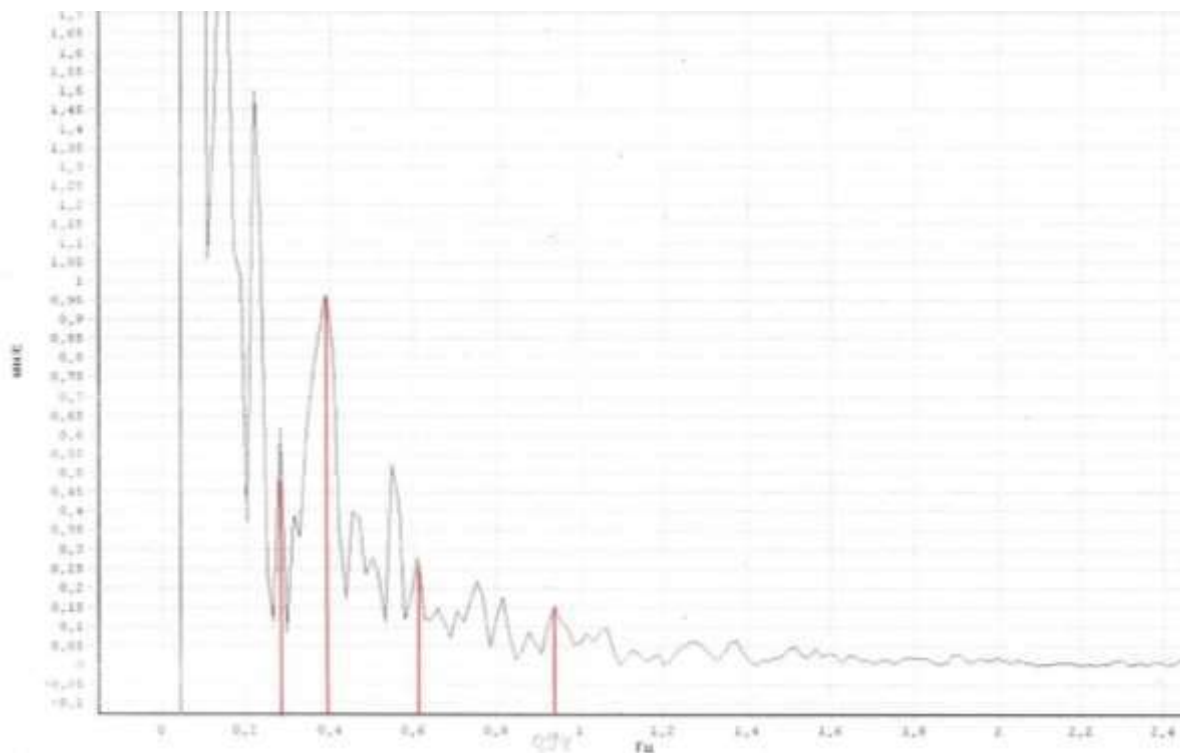


Рис. 4. Спектр вибрации губы напорного ящика в вертикальном направлении, при скорости машины 170 м/мин

Колебания губы на частотах 0,8...1,0 Гц равны, а на более низких частотах 0,2...0,3; 0,4...0,6 Гц кратны колебаниям массы метра квадратного бумаги и других технологических характеристик бумажного полотна. Губа напуска массы совершает колебания с амплитудами виброскорости 0,9...2,0 мм/с на частотах 0,2...0,4 Гц, что превышает допустимые уровни.



На основании исследований для повышения качества бумажного полотна рекомендовано усилить конструкцию напорного ящика, его крепление к фундаменту. Отремонтировать или заменить губу напорного ящика.

Для повышения разрывной длины бумаги в поперечном направлении следует установить механизм тряски сеточного стола и обеспечить равенство скоростей сетки и напуска бумажной массы.