

ВЛИЯНИЕ ВИБРАЦИИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ВАЛИКОВ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СКОРОСТЯМИ СЕКЦИЙ БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНЫХ МАШИН НА ОБРЫВНОСТЬ БУМАЖНОГО ПОЛОТНА

Санников А.А.¹, Гилев А.Ю.¹, Куцубина Н.В.¹, Исаков С.Н.¹

¹*ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», Екатеринбург, Россия (620100, Свердловская область, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, д. 37), e-mail:nelly3416@mail.ru*

В статье рассматривается одна из трудно идентифицируемых причин обрывности бумажного полотна в бумагоделательных машинах, связанная с рассогласованием скоростей смежных секций из-за отрицательного влияния вибрации на измерительный валик автоматизированной системы управления скоростями секций бумагоделательной машины. Изложены методы определения нагрузок на измерительный датчик системы управления скоростями секций бумагоделательных машин от сил инерции неуравновешенных масс измерительного вала и от кинематического воздействия колебаний станины от внешних источников, на которой закреплена опорная конструкция измерительного вала с тензометрическим датчиком. Рассмотрены причины обрывности бумажного полотна при передаче его с предпоследней сушильной группы на клеильный пресс, приведены практические рекомендации по эксплуатации измерительных валиков системы управления скоростями секций бумагоделательных машин.

Ключевые слова: бумажное полотно, вибрация, бумагоделательная машина.

THE INFLUENCE OF THE VIBRATION OF THE MEASURING ROLLERS MANAGEMENT SYSTEM SPEEDS SECTIONS OF PAPER MACHINES ON BREAKAGE OF THE PAPER WEB

Sannikov A.A.¹, Gilev A.U.¹, Kutsubina N.V.¹, Isakov S.N.¹

¹*The Ural state forest engineering university, Yekaterinburg, Russia (620100, Yekaterinburg, street Siberian Route, 37), e-mail:nelly3416@mail.ru*

The article considers one of the hard identifiable causes breakage of the paper web in a papermaking machines associated with the mismatch of speeds of adjacent sections because of the negative effects of vibration on the measuring roller automated system management speeds sections of the paper machine. Outlined methods for the determination of loads on the measuring sensor management system speeds sections of paper machines from the forces of inertia of the unbalanced mass of the measuring shaft and the kinematic effect of fluctuations frame from external sources, on which is fixed supporting structure of the measuring shaft with strain-gauge sensor. The causes of breakage of the paper web as it travels from the penultimate drying group at the size press, provides practical advice on the operation of the measuring rollers management system speeds sections of paper machines.

Keywords: huckaback, vibration, paper machine.

Бумагоделательные машины (БМ) состоят из секций: формующей, прессовой, нескольких секций сушильной части, каландра и наката. Скорости секций БМ изменяются по ходу бумажного полотна[5].

Требуемое натяжение бумажного полотна между секциями поддерживается путем регулирования относительных скоростей секций. При передаче бумажного полотна с одной секции на другую нарушается закрытая проводка бумажного полотна и при определенных условиях, связанных с отклонением от требуемых соотношений скоростей секций, происходит обрыв бумажного полотна. В работе анализируются причины обрывности бумаги и предлагаются мероприятия по их уменьшению.

Для поддержания требуемого соотношения скоростей отдельных секций в автоматизированной системе управления (АСУ) скоростями секций БМ используются различные контуры связей в системе регулирования: по скорости, по силе тока привода, по передаваемому моменту и др.

Во многих БМ требуемое натяжение бумажного полотна между секциями поддерживается путем регулирования относительных скоростей секций. Натяжение бумаги измеряется по нагрузке на опоры измерительного бумаговедущего вала, охватываемого бумажным полотном. Сигнал от датчика давления передается в систему управления приводом. Возможны случаи, когда из-за большой неуравновешенности измерительного бумаговедущего вала или из-за кинематических воздействий колеблющейся от внешних источников станины, возбуждаются интенсивные колебания измерительного вала. В этом случае на тензоэлемент измерительного вала кроме усилий от натяжения бумажного полотна действуют силы инерции неуравновешенных масс измерительного вала, а также силы инерции колеблющегося вала при его кинематическом возбуждении.

Для идентификации причин и источников обрывности бумажного полотна, встречающихся на практике, рассмотрим определение нагрузок на измерительный датчик от сил инерции неуравновешенных масс измерительного вала и от кинематического воздействия колебаний станины от внешних источников, на которой закреплена опорная конструкция измерительного вала с тензометрическим датчиком. Расчетные схемы показаны на рис.1.

Измерительный вал симметричный относительно опор. Пусть масса вала m , частота его вращения ω , низшая собственная частота колебаний вала по первой форме ω_0 , удельный дисбаланс вала e , коэффициент динамического усиления колебаний при резонансе $\eta_p > 12 \dots 15$. Вал колеблется в дорезонансном режиме $\eta = \omega / \omega_0 < 1,0$.

Амплитуда виброперемещений центра масс вала S_a и угол сдвига фаз колебаний β определяется по формулам [1,2,4]

$$S_a = e \frac{\eta^2}{\sqrt{(1-\eta^2)^2 + \eta^2 / \kappa_p^2}}; \quad \operatorname{tg} \beta = \frac{\eta^2}{\kappa_p^2 (1-\eta^2)}. \quad (1)$$

Сила инерции неуравновешенных масс измерительного вала, передающаяся на тензометрическое устройство определяется по формуле

$$F_{\text{и}} = \frac{m}{2} S_a \omega^2 \cos(\omega t + \beta). \quad (2)$$

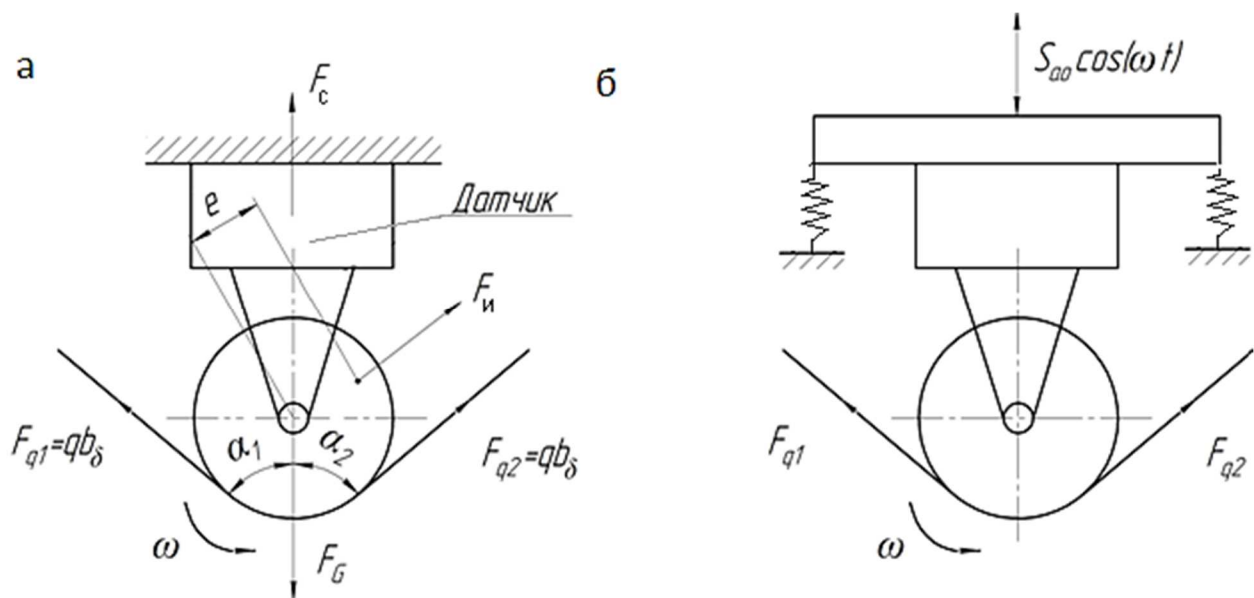


Рис. 1. Схема динамических нагрузок, действующих на измерительный вал: от сил инерции неуравновешенных масс вала (а); от кинематических воздействий опорных конструкций вала от внешних источников (б)

При вибрирующих по гармоническому закону $z = S_{a0} \cos \omega t$ опорных конструкций измерительного вала от внешних источников сила инерции, переходящая на тензометрическое устройство определяется по формуле

$$F_{и} = \frac{m}{2} \cdot S_{a0} \frac{\eta^2 \cdot \omega^2}{\sqrt{(1-\eta^2)^2 + \eta^2 / \kappa_p^2}} \quad (3)$$

При нормальной работе системы регулирования скорости секций на датчик действуют только силы веса вала F_G и нагрузки от натяжения бумаги F_q (рис.1, а). Суммарная нагрузка на датчик F_c определяется по формуле

$$F_c = -\frac{m_b g}{2} + \frac{qb_6}{2} (\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2), \quad (4)$$

где m_b – масса вала, кг; q – натяжение бумаги, Н/м; b_6 – ширина бумажного полотна, м; α_1 и α_2 – углы обхвата.

Изменение нагрузки на датчик пропорционально изменению натяжения бумаги. При дисбалансе вала и вибрации опорных конструкций на датчик действует периодически изменяющаяся составляющая динамической нагрузки. При оцифровке аналогового сигнала с периодической изменяющейся составляющей при определенном сочетании частоты вибрации и частоты дискретизации (квантования) сигнала возможна дестабилизация скорости вращения секций валов, что может привести к обрыву бумажного полотна. Кстати, при изменении скорости БМ изменяется частота вращения измерительного вала, а, следовательно, частота динамического воздействия на тензодатчик. При этом зафиксирована

обрывность бумажного полотна, связанная с изменением частоты вращения валов секций. Отсюда можно сделать вывод, что периодически изменяется натяжение бумажного полотна.

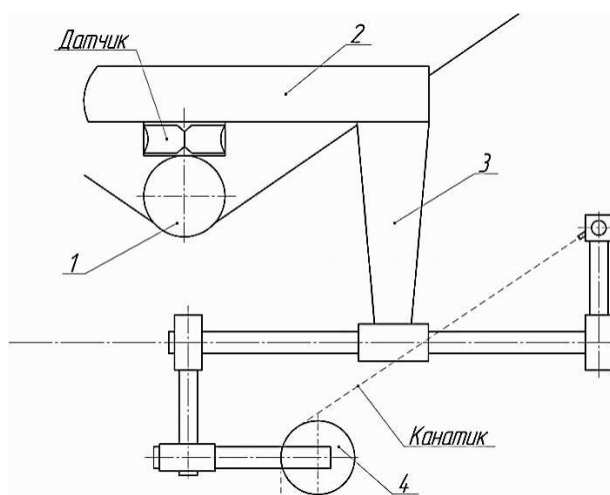


Рис.2 Схема консольной конструкции канатиковой заправки: 1 – измерительный вал;
2 – консоль станины; 3 – конструкция, поддерживающая ролик;
4 – ролик канатиковой заправки

Рассмотренные причины обрывности бумажного полотна авторами неоднократно фиксировались экспериментально, например, при передаче бумажного полотна с сушильной части на каландр; с прессовой части в первую сушильную группу.

Интересный случай с обрывностью бумажного полотна, заставивший обратить внимание на проблему, произошел при передаче бумаги с предпоследней сушильной группы на клеильный пресс. Измерительный вал 1 установлен на консоли станины 2 сушильной части. На этой же консоли закреплена конструкция 3, поддерживающая ролик 4 канатиковой заправки (рис.2). Частота вращения измерительного вала 13 об/с, частота его собственных колебаний 22,5 Гц.

Колебания консоли возбуждались повторяющимся защемлением канатика в канатикопроводящей системе сушильной части, проявляющиеся в виде кратковременного изменения натяжения канатика. Импульсное воздействие на консольную конструкцию возбуждало колебания последней на частоте 19,8 Гц. СКЗ виброскорости достигало 26 мм/с. Вибрация от консоли передавалась станине сушильной части 2, а от нее – на измерительный валик 1.

Поскольку собственная частота колебаний измерительного валика близка к частоте колебаний консоли и станины, возбуждались окolorезонансные колебания измерительного валика, нарушающие регулирование частоты вращения валов клеильного пресса и ведущие к обрывности бумаги.

Приведенные данные позволяют сделать следующие выводы:

при диагностике обрывности бумажного полотна следует обращать внимание на параметры и причины вибрации измерительных валов;

для измерительных валов следует принять вторую степень точности балансировки;

опорные конструкции измерительных валов должны иметь повышенную жесткость;

при комплексной диагностике БМ необходимо учитывать динамические характеристики АСУ[3].

Список литературы

1. Вибродиагностика, триботехника, вибрация и шум: монографический сборник материалов семинара 7 Международной научно-технической конференции "Социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса", 3-4 февраля 2009 года / Урал.гос. лесотехн. ун-т ; под ред.: А. А. Санникова, Н. В. Куцубиной. - Екатеринбург : УГЛТУ, 2009. - 416 с.
2. Куцубина, Н.В., Санников, А.А. Виброзащита технологических машин и оборудования лесного комплекса: моногр. / Н.В. Куцубина, А.А. Санников. – Екатеринбург: Урал.гос. лесотехн. ун-т, 2008. – 212 с.
3. Никитин Ю.Р., Абрамов И.В. О построении системы диагностирования станков с ЧПУ // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2011. – № 4. – С.32–35. – ISSN 1684-6427.
4. Подготовка кадров и эффективность производства: монографический сборник / Под ред. А.А. Санникова, Н.В. Куцубиной, Л.В. Фисюк. – Екатеринбург: Урал.гос. лесотехн. ун-т, 2013. – 320 с.
5. Теория и конструкция машин и оборудования отрасли. Бумаго- и картоноделательные машины: учебное пособие для студентов вузов. / И. Д. Кугушев и др.; под ред. Н.Н. Кокушина, В.С. Курова; С.-Петерб. гос. технолог.ун-т растительных полимеров. - СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2006. - 588 с.

Рецензенты:

Глухих В.В., д.т.н., профессор кафедры технологии ЦБП и переработки полимеров ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», г. Екатеринбург;

Старжинский В.Н., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой охраны труда ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», г. Екатеринбург.