

что дает прирост $\Delta\Pi = 18,7 \text{ м}^3/\text{см}$, или 17,3 % по сравнению с жестким расположением установок в потоке. Из выражения (1) находим вместимость буферной емкости

$$m^{(1, c)} = 0,327 \cdot 1,3 (5 + 4,75) = 4,14 \text{ м}^3, \text{ или } 8 \text{ хлыстов},$$

а из выражения (17) — коэффициент использования потока

$$K_{\Pi}^k = \frac{\Pi^k}{\mu_{\text{то}} T} = \frac{130,3}{0,52 \cdot 390} = 0,64.$$

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Ковалев Н. Ф., Федоренчик А. С. Буферные емкости и производительность в потоках лесозаготовок.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 111—117. [2]. Турлай И. В., Ковалев Н. Ф. Определение оптимальных размеров буферных запасов.— М.: ВНИПИЭИлеспром, 1974, с. 24. [3]. Эксплуатационная надежность полуавтоматических линий лесной промышленности/ Д. К. Воевода, Н. Ф. Ковалев, В. В. Назаров, А. К. Теслюк. Под ред. Д. К. Воеводы.— М.: Лесн. пром-сть, 1971.— с. 120.

Поступила 2 ноября 1984 г.

УДК 676.051.345.3 : 534

ИСТОЧНИКИ КОЛЕБАНИЙ КОРООБДИРОЧНЫХ БАРАБАНОВ

А. Б. ЗЫРЯНОВА, А. А. САННИКОВ

Уральский лесотехнический институт

Корообдирочные барабаны, предназначенные для окорки балансовой древесины, относятся к машинам со значительными динамическими нагрузками, возбуждающими в ряде случаев повышенную вибрацию, которая снижает надежность узлов и деталей как самих машин, так и их фундаментов. Авторами исследованы колебания различных типов корообдирочных барабанов на семи целлюлозно-бумажных комбинатах.

Для экспериментальных исследований использовали два комплекта виброизмерительной аппаратуры типа К-001 с осциллографом типа НО41, У4.2. Корообдирочные барабаны колеблются совместно с их фундаментами в области низких частот как единые жесткие системы. Поэтому колебания этих машин оценивали по колебаниям их фундаментов. Вибропреобразователи, ориентированные по трем взаимно перпендикулярным направлениям, устанавливали на фундаменте у опорных роликов, на площадках приводов и на нулевой отметке (рис. 1).

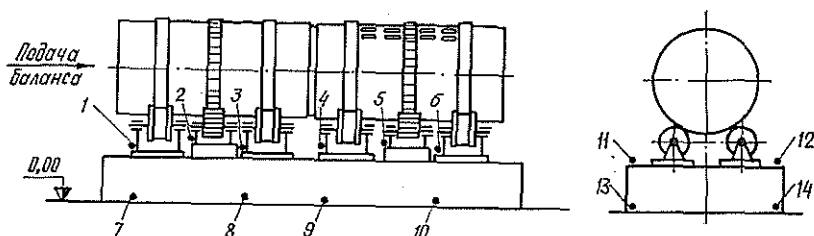


Рис. 1. Схема размещения вибропреобразователей (1—14) на фундаменте корообдирочного барабана.

Формы колебаний фундаментов выявляли путем одновременной записи колебаний в четырех — шести точках. При определении формы колебаний поперечного сечения фундамента два вибропреобразователя устанавливали на верхней отметке фундамента и два — на нулевой отметке на одинаковом расстоянии от оси барабана. При определении форм-

мы колебаний фундаментов в плане вибропреобразователи устанавливали на верхней отметке в различных сечениях по длине барабана.

Фундаменты корообдирочных барабанов совершают три вида колебаний: вертикальные и горизонтально-вращательные в поперечном и продольном направлениях. Вращательные колебания фундамента относительно его вертикальной оси имеются, но они относительно малы, и их можно не рассматривать. Собственные частоты колебаний фундаментов определяли по записям колебаний от микросейсмических воздействий и путем идентификации вынужденных колебаний.

На рис. 2 представлены характерные образцы записей колебаний фундамента корообдирочного барабана.

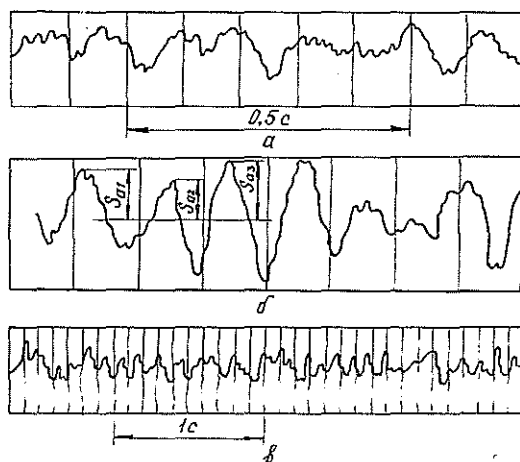


Рис. 2. Образцы временных зависимостей виброперемещений точки верхней отметки фундамента корообдирочного барабана типа Варкаус древесно-подготовительного цеха (ДПЦ) № 1 Архангельского ЦБК.

a — продольных горизонтально-вращательных (увелич. в 274 раза); b — поперечных горизонтально-вращательных (увелич. в 274 раза); f — вертикальных колебаний (увелич. в 108 раз).

Из рис. 2 видно, что в разные моменты времени $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \dots$ значения амплитуд виброперемещений $S_{a_1}, S_{a_2}, S_{a_3}, \dots$ различны и носят случайный характер, случайна также частота колебаний. Поэтому записи колебаний обрабатывали как случайные функции. Низшие собственные частоты колебаний фундаментов в поперечном направлении равны 6,5...12,0 Гц, в продольном направлении — 10,5...14,0 Гц.

По амплитудам виброперемещений преобладают горизонтально-вращательные колебания в поперечном направлении с частотами, равными соответственно первой низшей собственной частоте колебаний системы и зубцовой f_z , Гц (частоте соударений) и частоте пересопрежения зубьев $f_{пз}$, Гц, открытой зубчатой передачи привода. Их определяем соответственно по формулам [1, 2]

$$f_z = \frac{nz_k}{60}; \quad (1)$$

$$f_{пз} = \frac{nz_k}{60(\varepsilon - 1)},$$

где n — частота вращения зубчатого венца или барабана, об/мин;

z_k — число зубьев венца;

ε — коэффициент перекрытия передачи.

Для обследованных барабанов типа КБ-60, Варкауc, Раума-Репола, КБ-100 зубцовые частоты и частоты пересопряжений зубьев соответственно равны 22...23 и 24...27 Гц.

Интенсивность колебаний зависит от параметров фундаментов и установленных на них машин, от массы окариваемого баланса, от коэффициентов упругого и неупругого сопротивления грунтового основания. На верхней отметке амплитуды виброперемещений находятся в пределах от единиц до нескольких сотен микрометров (мкм). Амплитуды виброперемещений фундаментов на верхней отметке в поперечном направлении на собственных частотах достигают 700 мкм, а на зубцовых частотах — 130 мкм.

В вертикальном и горизонтальном продольном направлениях по интенсивности также преобладают колебания на собственных и зубцовых частотах, но с меньшими амплитудами виброперемещений. Записи вертикальных и поперечных колебаний подобны, что свидетельствует об одном их источнике — импульсных силах и их моментах, образующихся вследствие несовпадения линии действия этих сил с центром масс системы и центром масс площади подошвы фундамента.

Амплитуды виброперемещений фундаментов в вертикальном направлении достигают на собственных частотах 220 мкм, на зубцовых частотах — 90 мкм, в горизонтальном продольном направлении соответственно — 150 и 60 мкм.

Превышение амплитуд виброперемещений фундаментов в поперечном направлении над амплитудами виброперемещений в продольном и

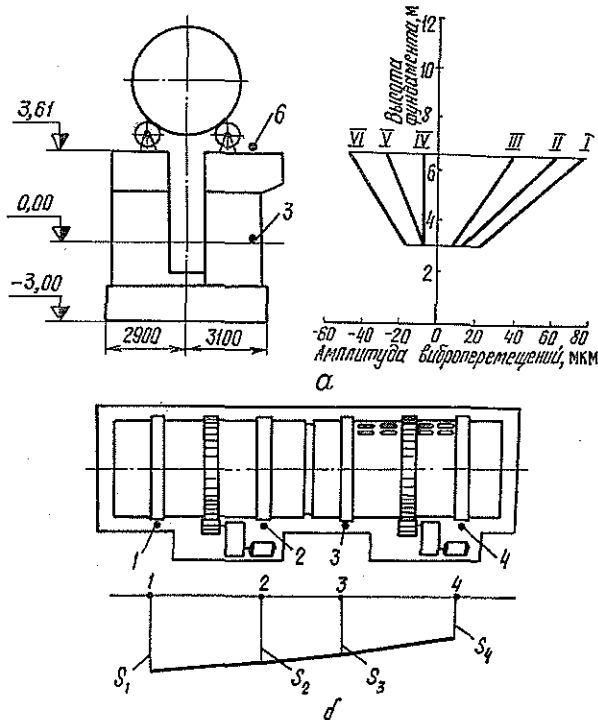


Рис. 3.

а — поперечный разрез корообдирочного барабана типа КБ-60 ДПЦ № 2 Котласского ЦБК и фундамента и формы мгновенных положений при поперечных колебаниях (I—VI — фиксированные моменты времени измерения колебаний); б — вид сверху корообдирочного барабана и фундамента и форма мгновенных положений точек фундамента (1—4, б — места установки вибропреобразователей).

вертикальном направлении, достигающее 9-кратной величины, наблюдалось у 85 % обследованных фундаментов. В 63 % случаев имеет место преобладание в 1,1...5,8 раз вертикальных колебаний над продольными горизонтально-вращательными колебаниями. На нулевой отметке амплитуды виброперемещений фундаментов на собственных и зубцовых частотах достигают в поперечном направлении соответственно 90 и 50 мкм, в продольном направлении — 50 и 30 мкм.

Интенсивность колебаний фундаментов корообдирочных барабанов при возбуждении колебаний от соседних машин и от микросейсмических возмущений незначительна, амплитуды виброперемещений не превышают 15 мкм во всех направлениях. Следовательно, при расчете фундаментов барабанов взаимное влияние смежных фундаментов можно не учитывать.

Фундаменты в поперечном направлении совершают колебания по формам, подобным первой и второй формам собственных колебаний (рис. 3). Причем колебания точек приводных и лицевых сторон фундаментов, расположенных симметрично относительно оси барабана, синфазны (рис. 3, а).

Точки фундаментов, расположенные на верхней отметке в различных сечениях по длине барабана и по одну сторону от оси машины, колеблются в горизонтальном поперечном направлении с различными амплитудами почти синфазно (рис. 3, б). Сдвиг фаз — не более (0,1...0,3) π рад. Разница в амплитудах перемещений не более чем в 2 раза.

Следовательно, в качестве расчетной модели фундамент корообдирочного барабана может быть принят в виде недеформируемой системы.

Выборочные результаты обработки измерений колебаний фундаментов корообдирочных барабанов приведены на рис. 4 и 5 в виде графиков нормированных корреляционной функции $K^{\wedge}(\tau)$ и спектральной плотности $S^{\wedge}(f)$ виброперемещений. Анализ этих графиков показал, что колебательный процесс наряду со случайной имеет периодические составляющие. Спектр частот от 2,5 до 30 Гц — зона динамической активности корообдирочных барабанов в рабочем режиме. Спектральные плотности процессов имеют резкий максимум вблизи собственных частот колебаний систем.

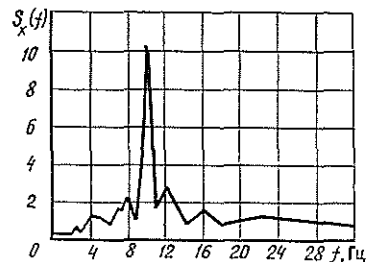
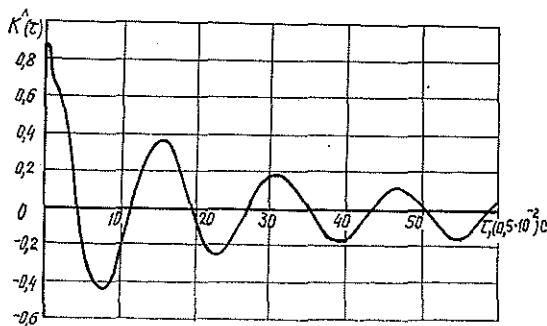


Рис. 4. Корреляционная функция поперечных виброперемещений верхней отметки фундамента корообдирочного барабана типа КБ-60 ДПС № 1 Котласского ЦБК.

Рис. 5. Спектральная плотность поперечных виброперемещений верхней отметки фундамента корообдирочного барабана типа КБ-60 ДПС № 1 Котласского ЦБК.

В спектре выделяются также частоты 2...2,5 Гц; 2,8...3,2; 3,6...3,7; 4,2...6; 16,2; 20...25 Гц, однако плотность виброперемещений на каждой из них существенно меньше плотности виброперемещений вблизи собственных частот колебаний системы. Первая и вторая группы частот соответствует частотам колебаний, возбуждаемых перекладкой внутреннего кольца подшипника опорного ролика при вращении с одного тела качения на другое (частоты мерцания f_m , Гц), и частотам соударений окорочных балок барабана f_6 , Гц, с балансом. Их находим соответственно из выражений [2]

$$f_m = \frac{2,65\pi n_p z_p \eta}{1000} \left(1 - \frac{d_p}{d_{cp}}\right); \quad (2)$$

$$f_6 = \frac{nk}{60},$$

где n_p — частота вращения опорного ролика, об/мин;
 z_p — число тел качения (при двухрядном подшипнике в одном ряду);
 η — коэффициент, учитывающий проскальзывание тела качения по беговой дорожке ($\eta \approx 0,97-0,98$);
 d_p — диаметр тела качения;
 d_{cp} — средний диаметр подшипника;
 k — число окорочных балок секции барабана.

Следующие две группы частот обуславливаются волнистостью поверхности опорных роликов и мерцанием подшипников вала подвешенной шестерни. Частоту колебаний f_b , Гц, обусловленную нецилиндричностью рабочих поверхностей опорных роликов, определяем по формуле [2]:

$$f_b = \frac{k_b n_p}{60}. \quad (3)$$

Здесь $k_b = 3, 4, 5, \dots$ — число волн на поверхности опорного ролика.

В области частот 16...25 Гц находятся частоты вращения электродвигателя привода, а также зубцовые частоты открытой зубчатой передачи. Кроме того, в спектре зарегистрированы частоты колебаний, кратные перечисленным выше.

Из приведенного следует, что корообдирочные барабаны возбуждают широкополосное возмущение, наибольшая плотность которого приходится на частотный диапазон 2,5...25,0 Гц. Фундаменты следует рассчитывать на динамические воздействия в этом частотном диапазоне. Причем фундамент можно рассматривать как жесткий массив на упруго-демпфирующем основании, модель которого может быть принята, например, по СНиП [4] или по О. А. Савинову [3]. Взаимным влиянием колебаний смежных фундаментов можно пренебречь.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Виброактивность зубчатых передач с коэффициентом перекрытия, большим двух/ Э. Б. Булгаков, В. Н. Ананьев, В. В. Голованов, В. А. Карасев. — Вестник машиностроения, 1974, № 6, с. 26—31. [2]. Методическое руководство по проведению вибрационного обследования технологического оборудования целлюлозно-бумажных производств. — М.: Минлесбумпром, 1982, с. 57. [3]. Савинов О. А. Современные конструкции фундаментов под машины и их расчет. — Л.: Стройиздат, 1979. — 200 с. [4]. Строительные нормы и правила СНиП II—19—79. Фундаменты машин с динамическими нагрузками. — М.: Стройиздат, 1979, с. 41.