

Возникновение таких нагрузок объясняется влиянием силинерции, которые образуются в процессе валки.

Полученные уравнения движения дерева в общем виде и результаты решения частной прямой задачи будут полезны при проектировании технологического оборудования лесозаготовительных машин манипуляторного типа.

### Л и т е р а т у р а

1. Частные случаи применения уравнений Лагранжа при анализе процессов перемещения деревьев/С.Ф.Орлов, Ю.Г. Артамонов, З.М.Пацинский и др. - В сб.: Машины и орудия для механизации лесозаготовок. Л., 1974, вып.2.
2. Орлов С.Ф., Артамонов Ю.Г., Стефанович В.П. Общий метод решения задач по перемещению деревьев. - Изв. вузов. Лесной журнал, 1976, №4.
3. Проектирование и расчет специальных лесных машин./М.И.Зайчик, С.Ф.Орлов, А.М.Гольдберг и др. - М., 1976.
4. Артамонов Ю.Г. Проектирование специальных лесных машин. - Л., 1976.
5. Орлов С.Ф., Артамонов Ю.Г., Рубцов В.М. Общий метод решения задач по перемещению деревьев. - В сб.: Машины и орудия лесного хозяйства. Воронеж, 1977.
6. Троязык В.М. О влиянии ограничителей на валку леса. - В сб.: Машины и орудия лесозаготовок. Л., 1976, вып.5.

УДК 634.0.323.4:624.159.1

В.А.Добровольский, Н.Ф.Ковалев

### ВИБРАЦИИ ФУНДАМЕНТА РАСКРЯЖЕВОЧНОЙ УСТАНОВКИ АЦ-3С

Основные расчеты фундаментов заключаются в отыскании частот  $f$  собственных (свободных) и амплитуд  $A$  вынужденных вибраций. Это связано с тем, что значения  $f$  определяют наступление резонанса, когда резко возрастают амплитуды вибраций, вредно отражающиеся на прочности и эксплуатации конструкции, качестве обрабатываемого сырья и здоровье обслуживающего персонала.

Нами проведены экспериментальные измерения вибраций фундамента раскряжевочной установки АЦ-3С, входящей в состав линии ПЛХ-ЗАС, на нижнем складе Борисовского ЛПХ.

В качестве измерительного прибора использовался виброкомплект КОО1 производства Кишиневского завода "Виброприбор". Запись исследуемых величин велась осциллографом Н-700 на бумагу со скоростью протяжки 4см/с, на которую одновременно наносились деления от отметчика времени через 0,1 с. Применение КОО1 вызвано удобством пользования им: легко подключается к осциллографу, не требует дополнительного питания, имеет большой коэффициент увеличения (до 700) и пределы измерения по частоте 3 - 200 Гц, может устанавливаться в любом месте на поверхности фундамента. Тарировка его производилась на специальном тарировочном стенде лаборатории виброизмерений Белорусского республиканского центра метрологии и стандартизации (г.Минск).

Полученные результаты обрабатывались по методике, изложенной в [ 1 ]. Свободные колебания (вибрации) фундамента обычно вызываются ударом каким-либо предметом по нему или методом "оттяжки", когда посредством троса он оттягивается в сторону на какую-то величину, затем трос разрывается и фундамент совершает свободные колебания. Недостатки этих методов в том, что подобные колебания имеют малую амплитуду и быстро затухают. Нами был выбран иной метод, основанный на выявлении резонанса между колебаниями фундамента и вибратора, в качестве которого использовался пыльный диск раскрывочной установки, имеющий практически всегда некоторую динамическую неуравновешенность. Так как обороты пыльный диск набирает во много раз быстрее, чем останавливается, то измерения производились при его остановке; естественно, устройства для торможения диска отключались.

Модуль упругости грунта под фундаментом, определенный по частоте свободных вертикальных колебаний этого же фундамента, оказался равным 582 кг/см<sup>2</sup>. Компрессионные испытания в лаборатории подтвердили данное значение.

Образец осциллограммы свободных вертикальных колебаний фундамента АЦ-3С представлен на рис. 1,а.

Нахождение частоты производилось с использованием формулы

$$f = f_{\text{отм}} \frac{a}{b},$$

где  $f_{\text{отм}}$  - частота отметчика (число наносимых им делений в 1 с) - в нашем случае 10;  $a$  - расстояние между штрихами

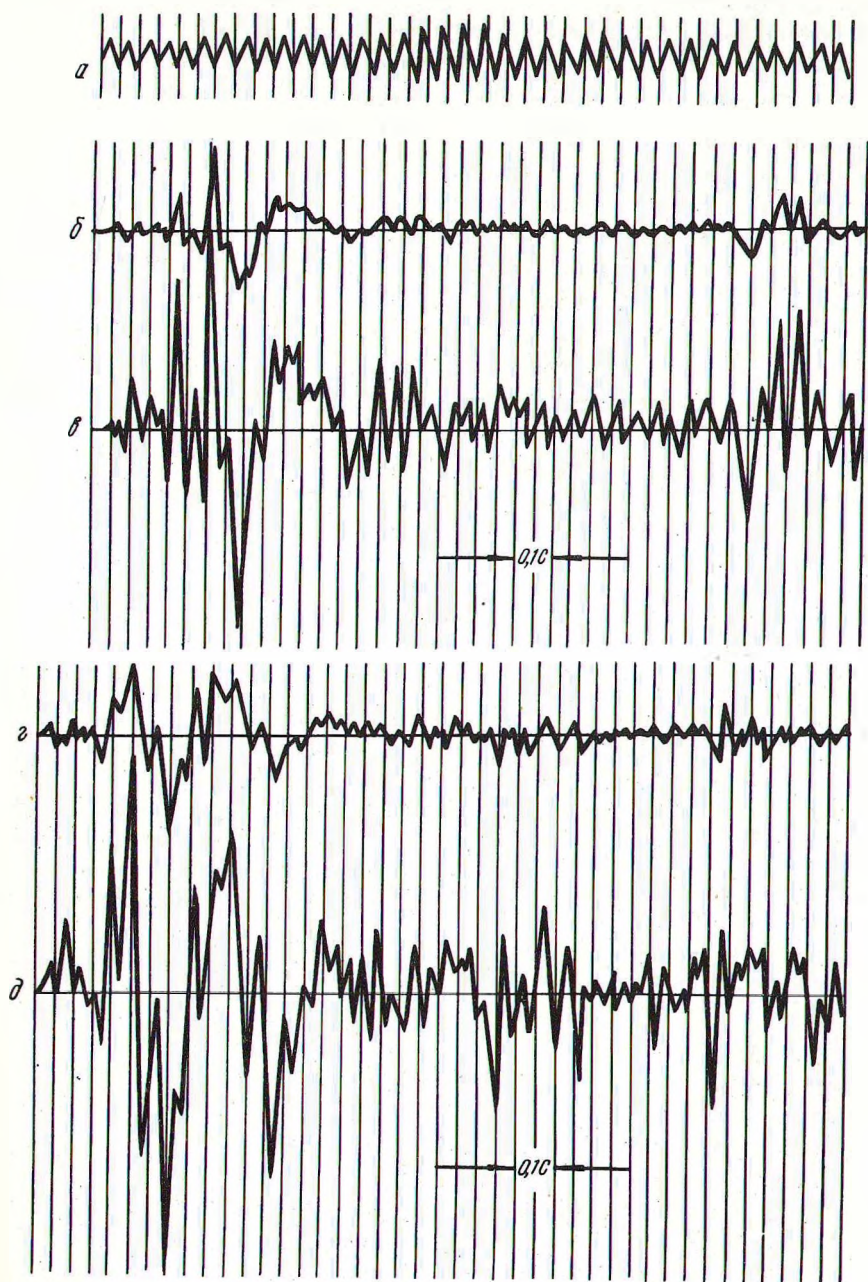


Рис. 1. Образцы осциллограмм свободных вертикальных и вынужденных вертикальных и горизонтальных вибраций фундамента АЦ-ЗС.

отметчика, мм;  $b$  - расстояние между 2 пиками на осциллограмме исследуемого колебания, мм.

Обработка осциллограмм по явлениям резонанса позволила найти эту частоту, равную 9,07 Гц или 56,99 рад/с. Она наблюдалась при расположении вибродатчиков во всех угловых точках фундамента, хотя достигаемая при этом амплитуда была различной: от 0,0059 до 0,0184 мм. Это можно объяснить влиянием вращательного движения фундамента вокруг горизонтальных осей по причине внецентренно расположенной нагрузки (маятника с пильным диском).

Необходимо отметить, что явление резонанса наблюдается не только при пуске и остановке пильного диска, но и в процессе пиления при снижении оборотов электродвигателя, однако оно не очень опасно из-за малых амплитуд.

Вынужденные вертикальные колебания фундаментов вызваны наличием в этой плоскости возмущающих сил периодического характера: неуравновешенностью масс пильного механизма с частотой 15,5 Гц или 97,39 с<sup>-1</sup> (930 об/мин) и ударов звеньев цепи по звездочке с частотами 13,7 и 4,2 Гц (86,08 и 26,39 с<sup>-1</sup>). Они могут действовать одновременно и поочередно.

Образцы осциллограмм этих колебаний от транспортера, обладающего значительной возмущающей силой, на малой и большой скоростях движения показаны, соответственно, на рис. 1, б, г.

Анализ осциллограмм, записанных при пуске транспортера, показывает следующее. Колебания имеют выраженные формы начального периода, резонанса и установившегося движения. Значительный интерес представляет резонанс, когда пик амплитуд максимален. Для малой и большой скоростей он наблюдается примерно через одинаковое время (около 0,4 с). Это можно объяснить тем, что независимо от конечной скорости транспортера (большой 1,1 или малой 0,34 м/с) разгон его осуществляется с одинаковым ускорением, и совпадение частот ударов звеньев цепи по звездочке со свободными колебаниями фундамента достигается через одинаковое время.

Значения амплитуд вынужденных вертикальных и горизонтальных вибраций, возникающих при движении транспортера с хлыстом ели объемом 1,13 м<sup>3</sup> (560 кг) на малой и большой скоростях, даны в табл. 1.

Анализ таблицы показывает, что для угловой точки 2 (счет принят с угла фундамента, наиболее близко расположенного к

Таблица 1. Значения амплитуд вынужденных вертикальных и горизонтальных вибраций фундамента АЦ-3С

№ точки	Скорость транспортера	Вид вибрации	Амплитуда, мм		
			вертикальная	горизонтальная	
				малая скорость	большая скорость
1	Малая	резонансная	0,0297	0,0861	0,0631
		установившаяся	0,0036	0,0110	0,0102
	Большая	резонансная	0,043	0,0973	0,0902
		установившаяся	0,008	0,0296	0,0147
2	Малая	резонансная	0,0228	0,0632	0,0671
		установившаяся	0,0046	0,0254	0,0112
	Большая	резонансная	0,051	0,0885	0,0852
		установившаяся	0,008	0,0590	0,0142
3	Малая	резонансная	0,027	0,0722	0,0287
		установившаяся	0,003	0,0092	0,0031
	Большая	резонансная	0,039	0,0885	0,0344
		установившаяся	0,0062	0,0279	0,0085
4	Малая	резонансная	0,0208	0,0793	0,0244
		установившаяся	0,0039	0,0095	0,0079
	Большая	резонансная	0,0386	0,0765	0,0525
		установившаяся	0,0064	0,0264	0,0092

пильному диску и транспортеру, против часовой стрелки, если смотреть сверху) амплитуды вынужденных вертикальных вибраций максимальны. При резонансе на малой и большой скоростях движения транспортера они имеют величины 0,0228 и 0,051 мм, а спустя 1,2 - 1,5 с с наступлением установившихся колебаний - 0,0046 и 0,008 мм.

От совместного действия возмущающих сил пыльного диска и транспортера происходит алгебраическое сложение их частот и амплитуд. При этом сказывается преобладающее влияние транспортера, и виброграмма по форме мало отличается от тех, которые получены при только работающем транспортере.

Образцы осциллограмм вынужденных горизонтальных вибраций фундамента вдоль оси транспортера в табл.1 описаны значениями  $A$  на малой и большой скоростях (показаны на рис. 1, в, д).<sup>x</sup> Как и вертикальные, эти вибрации измерялись тем же виброприбором КОО1. При этом измерения обоих видов колебаний производились одновременно (попарно) для каждой угловой точки (на рисунках все они записаны для точки 3). Сразу заметно, что они подобны: их пики амплитуд и частоты совпадают и отличаются лишь масштабом (вертикальные записаны с увеличением в 640, горизонтальные - в 610 раз).

Найденные при этом амплитуды горизонтальных вибраций при резонансе доходили до 0,0861 мм на малой скорости движения транспортера и 0,0973 - на большой.

Для установившегося движения большое влияние оказывают периодически возникающие биения от наложения частот ударов цепи по звездочке и собственных колебаний цепи. При малой и большой скоростях транспортера амплитуды горизонтальных вибраций достигали величин соответственно 0,0254 и 0,059 мм. На большой скорости движения биения наблюдаются чаще. В период отсутствия биений амплитуды установившихся вибраций отмечались в 2 - 3 раза меньшими, чем при биениях.

Проведенные исследования вибраций фундамента раскряжевой установки указали в первую очередь на его избыточную массу. Об этом можно судить по амплитудам вынужденных вибраций, величина которых на порядок меньше предельно допускаемых норм для аналогичного оборудования.

Кроме того, определено, что частоты свободных вибраций находятся не в зоне резонанса с возмущающими силами, эксцентричное приложение нагрузок от пыльного диска и транспортера вызывает неодинаковые амплитуды вибраций для различных угловых точек фундамента, т.е. способствует его крену.

## Л и т е р а т у р а

1. Иорис Ю.И. Виброметрия. - М., 1963.