

ИССЛЕДОВАНИЕ ЧАСТОТ И ФОРМ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ ВАЛОВ ДВУХВАЛКОВОГО МОДУЛЯ О-180

А.В. ПОДЪЯЧЕВ, Р.В. ЗАЙЦЕВ

(Костромской государственной технологической университет)

Динамические исследования собственных частот и форм свободных колебаний были проведены для валкового модуля отжимной машины О-180 с покрытием вала различной твердости при различных конструктивных исполнениях, а также при изменении усилия прижима валов с помощью специально разработанного алгоритма и программного обеспечения [1]. Для проведения расчетов были наложены следующие условия закрепления: опорные

сечения нижнего вала не имеют линейных перемещений, а сечения верхнего вала, в которых приложены силы, могут перемещаться в вертикальном направлении.

Анализ результатов спектра критических частот и форм свободных колебаний позволяет определить, когда возникают резонансные явления при различных исходных технологических и конструктивных параметрах.

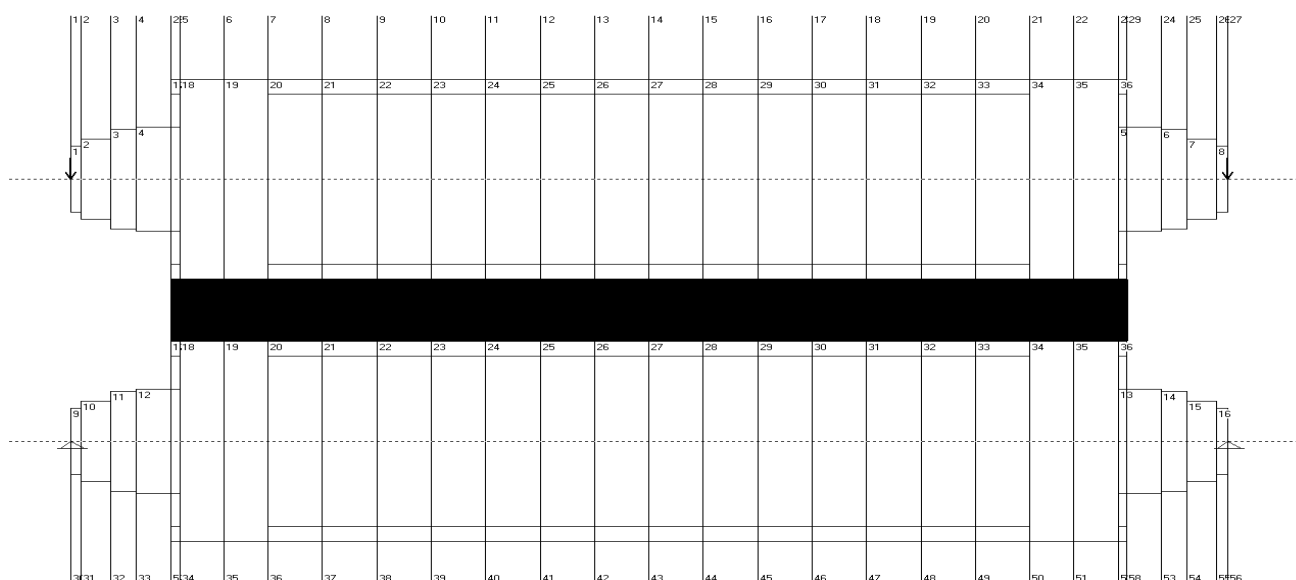


Рис. 1

Для исходного валкового модуля О-180 (рис. 1) проведен анализ частот свободных колебаний при изменении коэффициентов деформационного уравнения сложного упругого слоя:

$$q = A\delta^m, \quad (1)$$

где q – интенсивность нагрузки в жале

kH/m ; δ – сближение осей валов, мм; A и m – коэффициенты, зависящие от параметров эксперимента.

Изменяем коэффициенты уравнения (1) A – от 1 до 30 и m – от 1 до 4, а также изменяем нагрузку H на каждую из опор от 10000 до 20000 Н. Результаты представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

A	m	H	Конструктивное исполнение O-180	1-я частота, (об/мин)	2-я частота, (об/мин)
1	2,5	15000	Исходный O-180	1546	1827
			Измененный O-180 (увел. внутр. диаметра на 15 мм)	1653	1984
30	2,5	15000	Исходный O-180	3031	3231
			Измененный O-180 (увел. внутр. диаметра на 15 мм)	3160	3576
15	1	15000	Исходный O-180	2506	2677
			Измененный O-180 (увел. внутр. диаметра на 15 мм)	2609	2729
15	4	15000	Исходный O-180	2903	3093
			Измененный O-180 (увел. внутр. диаметра на 15 мм)	3208	3717
15	2,5	10000	Исходный O-180	2419	2548
			Измененный O-180 (увел. внутр. диаметра на 15 мм)	2635	2687
15	2,5	15000	Исходный O-180	2765	2772
			Измененный O-180 (увел. внутр. диаметра на 15 мм)	2905	3034
15	2,5	20000	Исходный O-180	2933	3045
			Измененный O-180 (увел. внутр. диаметра на 15 мм)	3063	3360

При изменении коэффициента деформационного уравнения сложного упругого слоя A – от 1 до 30 с шагом 1 (при средних значениях других технических параметров – m = 2,5 и нагрузки H = 15000 Н на каждую из опор) 1-я собственная частота увеличивается на 96 % и на 76,8 % – вторая. Анализ также показал, что частоты растут неравномерно, то есть если при начальных A увеличение частот происходит на 100...150 оборотов на каждом шаге, то на конечных A – на 20...30 оборотов при равномерном увеличении коэффициента A.

При изменении коэффициента деформационного уравнения сложного упругого слоя m – от 1 до 4 с шагом 0,1 (при средних значениях других технических параметров – A = 15 и нагрузки H = 15000 Н на каждую из опор) 1-я собственная частота увеличивается на 15,8 % и на 15,5 % – вторая. Анализ также показал, что частоты растут равномерно (на 20...30 оборотов на каждом шаге) при равномерном увеличении коэффициента m.

При изменении нагрузки H на каждую из опор от 10000 до 20000 Н с шагом 500 Н (при средних значениях других технических параметров – коэффициентов деформационного уравнения сложного упругого

слоя A = 15 и m = 2,5) 1-я собственная частота увеличивается на 21,2 % и на 19,5 % – вторая. Анализ также показал, что частоты растут равномерно (на 20...30 оборотов на каждом шаге) при равномерном увеличении нагрузки H.

При изменении конструктивных параметров, в частности, увеличение внутреннего диаметра рубашки валов на 15 мм, проведены аналогичные исследования. Результаты численного метода расчета спектра собственных частот свободных колебаний для измененного валкового модуля представлены в табл. 1.

При изменении коэффициента деформационного уравнения сложного упругого слоя A – от 1 до 30 с шагом 1 (при средних значениях других технических параметров – m = 2,5 и нагрузки H = 15000 Н на каждую из опор) получено, что критические режимы у измененного O-180 находятся выше на 5...10 % при таком же неравномерном росте на каждом шаге.

При изменении коэффициента деформационного уравнения сложного упругого слоя m – от 1 до 4 с шагом 0,1 (при средних значениях других технических параметров – A = 15 и нагрузки H = 15000 Н на каждую из опор) получено, что критиче-

ские режимы у измененного О-180 находятся выше на 5...10 % при таком же равномерном росте на каждом шаге.

При изменении нагрузки N на каждую из опор от 10000 до 20000 Н с шагом 500 Н (при средних значениях других технических параметров – коэффициентов деформационного уравнения сложного упругого слоя $A = 15$ и $m = 2,5$) получено, что критические режимы у измененного О-180 находятся выше на 5...10 % при таком же равномерном росте на каждом шаге.

Для исходного валкового модуля (рис. 1) проведен анализ форм свободных колебаний при изменении коэффициентов деформационного уравнения сложного упругого слоя A – от 1 до 30 и m – от 1 до 4, а также при изменении нагрузки N на каждую из опор от 10000 до 20000 Н. Резуль-

таты качественного изменения 1 и 2-й форм свободных колебаний представлены в табл. 2, 3.

При изменении коэффициента деформационного уравнения сложного упругого слоя A – от 1 до 30 с шагом 1 (при средних значениях других технических параметров – $m = 2,5$ и нагрузки $N = 15000$ Н на каждую из опор) качественного изменения форм (рис. 2, 3) не происходит.

При изменении коэффициента деформационного уравнения сложного упругого слоя m – от 1 до 4 с шагом 0,1 (при средних значениях других технических параметров – $A = 15$ и нагрузки $N = 15000$ Н на каждую из опор) качественного изменения форм также не происходит. Все комбинации форм свободных колебаний валов показаны на рис. 2 и 3.

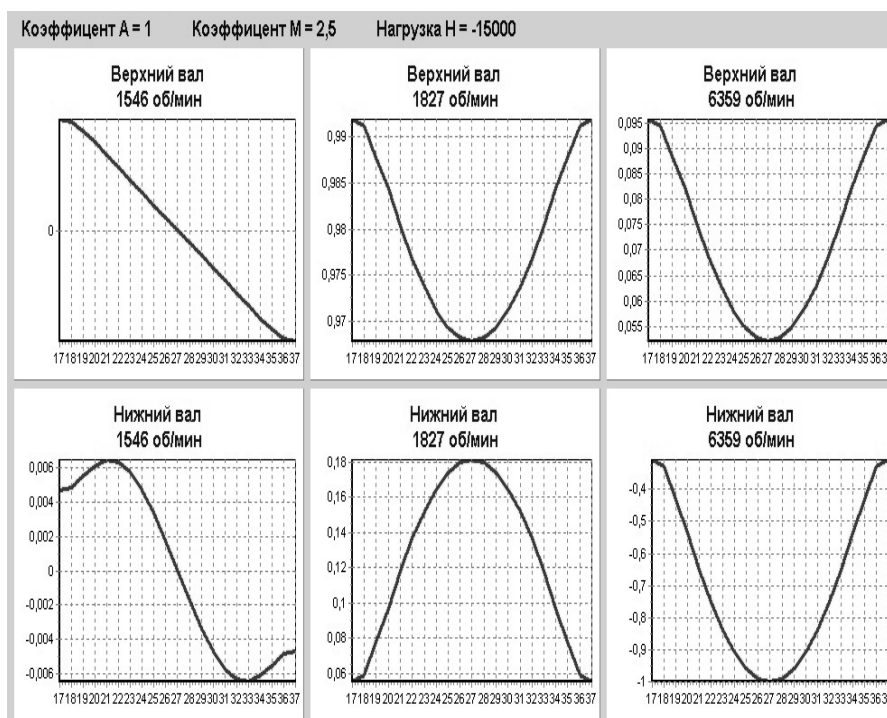


Рис. 2

При изменении нагрузки N на каждую из опор от 10000 до 20000 Н с шагом 500 Н (при средних значениях других технических параметров – коэффициентов деформационного уравнения сложного упругого слоя $A = 15$ и $m = 2,5$) формы свободных

колебаний не изменяются. Все комбинации видов форм показаны на рис. 2 и 3.

В табл. 2 показано качественное изменение 1-й формы свободных колебаний валов двухвалкового модуля отжимной машины О-180.

Таблица 2

A	m	H	Качественное изменение 1-й формы, об/мин	A	m	H	Качественное изменение 1-й формы, об/мин
9	2,5	15000	2471	15	3,5	15000	2971
10	2,5	15000	2528	15	3,8	15000	3043
11	2,5	15000	2582	15	4	15000	3093
14	2,5	15000	2723	15	2,5	10500	2458
15	2,5	15000	2765	15	2,5	11500	2532
17	2,5	15000	2843	15	2,5	14000	2702
15	2,1	15000	2694	15	2,5	14500	2734
15	2,7	15000	2803	15	2,5	16000	2825
15	2,9	15000	2842	15	2,5	18000	2939
15	3	15000	2863	15	2,5	19500	3019
15	3,4	15000	2949	15	2,5	20000	3045

В табл. 3 показано качественное изменение 2-й формы свободных колебаний

валов двухвалкового модуля отжимной машины О-180.

Таблица 3

A	m	H	Качественное изменение 2-й формы, об/мин	A	m	H	Качественное изменение 2-й формы, об/мин
15	2,5	15000	2772	15	2,6	15000	2779
18	2,5	15000	2840	15	2,9	15000	2802
20	2,5	15000	2879	15	2,5	15500	2791
22	2,5	15000	2915	15	2,5	16500	2826
30	2,5	15000	3031	-	-	-	-

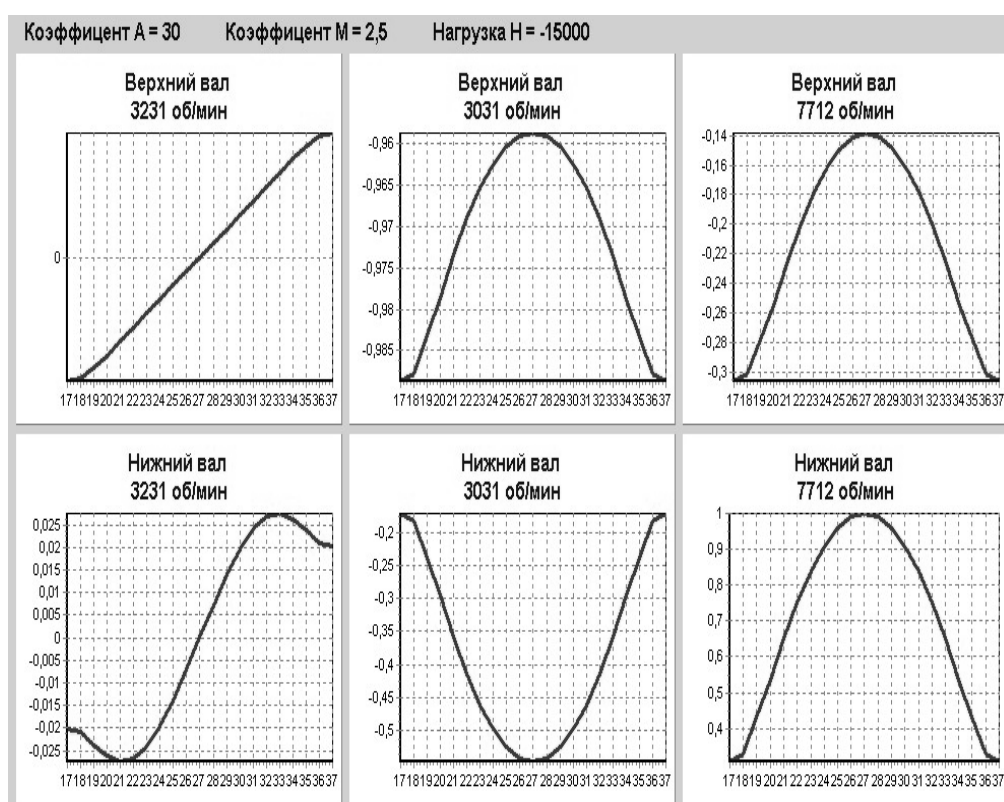


Рис. 3

При изменении конструктивных параметров валкового модуля, в частности, увеличение внутреннего диаметра рубашки валов на 15 мм, проведены аналогичные исследования. Формы, а также качественное изменение форм у измененного валкового модуля идентичны начальному О-180.

ВЫВОДЫ

1. При анализе результатов расчетов спектра частот свободных колебаний выявлено, что увеличение жесткости покрытия оказывает первостепенное влияние на изменение критической частоты валов двухвалкового модуля вне зависимости от конструктивного оформления валкового модуля.

2. Конструктивное исполнение валов неоднозначно влияет на критические режимы, что говорит о целесообразности продолжения работ по совершенствованию конструкций валов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Мартышенко В.А., Подъячев А.В., Зайцев Р.В.* Алгоритм расчета спектра частот и форм свободных колебаний валов двухвалкового модуля // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №4С.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 30.06.08.
