

ВИБРОАКТИВНОСТЬ РАБОЧИХ ПЛОЩАДОК И ВИБРОЗАЩИТА УСТАНОВОК ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКИ МЕТАЛЛОВ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Современное прецизионное оборудование предъявляет повышенные требования к минимальным вибрациям их корпуса. На Минском тракторном заводе (ПО «МТЗ») в соответствии с планом технического перевооружения производится монтаж лазерных комплексов резки листовых материалов фирмы TRUMPF и BISTRONIK. Площадки под лазерные комплексы запланированы в соответствии с транспортными и технологическими потоками в прессовом цехе и в цехе кабин, где имеются сильные источники вибраций в виде работающего прессового оборудования. Поэтому заказчиком МТЗ перед исполнителями БГПА была поставлена задача по оценке виброактивности рабочих площадок под лазерные установки и при необходимости разработка средств виброзащиты, обеспечивающих монтажные условия вибробезопасности. Для сравнения было предложено также обследовать виброактивность как на рабочей площадке, так и на фундаменте уже работающей лазерной установки BYSTAR 3015-3 фирмы BISTRONIK в прессовом цехе завода «Гомсельмаш».

Согласно технической документации и монтажных условий лазерные комплексы резки должны устанавливаться на отдельной максимально плоской фундаментной железобетонной плите размером $10 \times 12,5$ м с двухсторонним армированием толщиной 250 мм с эластичным подстилающим балластным слоем. Вызывающее колебания оборудование не должно находиться в зоне воздействия на лазерную установку. Максимально допустимое виброускорение на фундаментной плите в точках опоры лазерной установки TRUMPF должны быть не более $a_{\max} = 0,1g = 0,981 \text{ м/с}^2$, а для установки BISTRONIK максимальная амплитуда виброперемещений $A_{\max} = 10 \text{ мкм} = 0,01 \text{ мм}$.

Для определения амплитуд «А» виброперемещений на рабочих площадках лазерных установок использовался виброметр ВИП-2 УХЛ 4.2 с индукционным вибродатчиком Д21Ф, позволяющий измерять среднеквадратичные значения $H_{\text{ср}} = 2A_{\text{ср}}$ виброперемещений, по которым рассчитывались действительные значения амплитуд колебаний $A \approx \sqrt{2} H_{\text{ср}} / 2 \approx 0,707 H_{\text{ср}}$. Для определения амплитуд виброускорений a_{\max} использовался измеритель шума и вибраций ВЦВ-003-М2 с пьезодатчиком ДН-3, позволяющий измерять среднеквадратичные значения виброускорения $a_{\text{ср}} \approx 0,707 a_{\max}$, как по общему уровню, так и в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8, 16, 31, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000 Гц. Методы измерений соответствовала ГОСТ 12.4.012 — 75 ССТБ «Методы и средства контро-

вибраций на рабочих местах». Измерения в каждой точке проводились 5 раз и в протокол записывалось среднее значение. Фиксировались также максимальные значения A_m и a_m за время измерений на рабочей площадке.

Измерения вибраций на прямоугольных рабочих площадках размером $10 \times 12,5$ м проводились в 5-ти точках (точки 1, 2, 3, 4 в углах площадок, точка 5 - посередине) в трех взаимно перпендикулярных направлениях по осям X, Y, Z; ось X — горизонтальная поперечная, ось Y — горизонтальная продольная вдоль длинной стороны площадки, ось Z — вертикальная (перпендикулярная плоскости площадки). На фундаментных плитах лазерных установок измерения проводились в 4-х точках в углах плит. Результаты измерений и расчетов амплитуд A виброперемещений представлены в табл. 1, а виброускорений a_{\max} — в табл. 2.

Таблица 1

№ точки измерения	Оси измерений					
	X		Y		Z	
	средняя A	максимальная	средняя A	максимальная	средняя A	максимальная
на площадке в прессовом цехе МТЗ						
1	5	8	4	7	19	28
2	5	9	6	9	18	30
3	4	8	5	9	17	27
4	3	7	4	8	17	26
5	4	9	3	7	18	29
на площадке в цехе кабин МТЗ						
1	3	4	3	5	18	13
2	3	6	4	7	9	14
3	3	5	4	6	9	15
4	2	4	3	5	8	12
5	3	5	3	6	7	12
на площадке в прессовом цехе «Гомсельмаш»						
1	2	3	2	4	4	6
2	2	4	1,5	3	3	5
3	1	3	2	4	3	6
4	2	4	3	5	5	7
на фундаментной площадке лазерной установки «Гомсельмаш»						
6	2	4	1,5	3	3	5
7	2	3	2	4	3	5
8	2	3	2	3	4	6
9	2	4	3	4	5	6
на фундаментной плите лазерной установки в прессовом цехе МТЗ						
6	2	3	2	4	3	5
7	1	2	2	3	2	4
8	2	4	1	3	3	5
9	1	3	2	4	4	6

Таблица 2

№№ точек измер.	Оси измерений	Общий уровень	Среднегеометрические частоты активных полос частот, Гц					
			2	4	8	16	31	63
На площадке в прессовом цехе МТЗ								
1	X	405	6	14	62	312	215	37
	Y	407	7	16	64	319	212	39
	Z	1126	13	38	154	796	315	57
На площадке в цехе кабин МТЗ								
5	X	202	3	9	20	129	87	18
	Y	204	4	8	22	130	79	17
	Z	573	8	21	78	312	143	29
В прессовом цехе «Гомсельмаш»								
3	X	40	3	5	9	17	22	12
	Y	38	2	6	10	16	21	13
	Z	102	10	18	22	39	48	24
На фундаментной плите лазерной установки «Гомсельмаш»								
8	X	39	2	6	9	18	21	11
	Y	36	3	5	9	16	22	13
	Z	98	9	14	21	37	47	25
На фундаментной плите лазерной установки в прессовом цехе МТЗ								
6	X	37	6	8	11	16	12	9
	Y	36	5	7	12	15	13	9
	Z	95	8	13	18	38	21	12

Оценивая замеренные амплитуды A виброперемещений с допустимой амплитудой $[A]=10\text{мкм}$ на корпусе лазерной установки, можно отметить следующее: 1) наиболее виброопасной является площадка в прессовом цехе МТЗ, где максимальные амплитуды колебаний достигают 300мкм ; 2) более спокойной является площадка в цехе кабин МТЗ, где максимальные амплитуды колебаний составляют 15мкм по оси Z; 3) наименее виброопасной является площадка в прессовом цехе «Гомсельмаш», где максимальные амплитуды колебаний достигают 7мкм , и она удовлетворяет монтажным условиям вибробезопасности $A < [A]$.

Большие величины вибраций в прессовом цехе МТЗ объясняются как более интенсивными источниками вибровозмущения (большими прессами штамповки дисков колес тракторов МТЗ), так и устройством фундаментов под прессы (отдельные фундаменты в прессовом цехе и общий более массивный рамный фундамент в цехе кабин МТЗ). На пути распространения от источников вибровозмущения к рабочим площадкам вибрация значительно ослабляется (в $2\text{--}3$ раза в зависимости от расстояния между источником и площадкой). Поэтому целесообразно отодвинуть рабочие площадки в цехах МТЗ как можно дальше от ближайших прессов.

Частотный анализ виброускорений в табл.2 показал, что вибрации как на площадках, так и в источниках являются смешанными полигармоническими с резкими пиками (при ударе подвижной части прессы). Преобладающими являются вибрации в

полосах частот 16 и 31 Гц. При распространении вибраций от прессов к площадкам наиболее ослабляются вибрации на высоких частотах (свыше 50 Гц), а низкочастотные вибрации (2÷16) Гц ослабляются незначительно.

Наибольшие амплитуды вибраций (A и a_{\max}) получены по вертикальной оси Z , значительно меньшие значения по горизонтальным осям X и Y , что говорит о изгибно-поперечных волнах передачи кинематических вибровозмущений от прессов.

На основании вышеизложенного можно сделать заключение, что рабочие площадки в прессовом цехе и цехе кабин МТЗ являются виброопасными, и для монтажа на них лазерных установок резки необходимо изготавливать устройства виброзащиты. Наиболее распространенным и эффективным (при широкополосной полигармонической вибрации) методом виброзащиты оборудования является виброизоляция [4], заключающаяся в размещении между источником вибровозмущения и защищаемым объектом упругих элементов — виброизоляторов. В таких случаях в технике для виброзащиты оборудования используются виброизолированные фундаменты [5], которые представляют собой монолитную плиту с жестко закрепленным на ней защищаемым оборудованием и изолированную от вибрирующей площадки пола цеха упругими элементами (резиновыми, пружинными, полимерными и др.).

На ранее смонтированных лазерных установках виброзащита выполнена в виде виброизоляции всего фундамента (размером 12,5г10,5м), собранного из слоя песка, настила досок и слоя битума. Однако (табл. 1 и 2), подобная виброизоляция не дает эффекта по уменьшению вибраций. Замеренные A и a_{\max} по полу прессового цеха «Гомсельмаш» и на фундаменте лазерной установки оказались практически одинаковыми. Для площадок же МТЗ нужна другая более мягкая виброизоляция с меньшим коэффициентом жесткости, которая сможет уменьшать передачу вибраций на низких частотах в области 3÷31 Гц.

Предлагаемая схема виброизолированного фундамента показана на рис. 1. Лазерная установка закреплена на массивном железобетонном блоке 1, который вставлен в фундаментный короб 2, представляющий железобетонную конструкцию, заглубленную в грунт таким образом, что его горизонтальная поверхность располагается на уровне пола цеха. Между фундаментным блоком 1 и коробом 2 поставлены пружинные виброизоляторы 3, расположенные равномерными рядами на нижней поверхности блока. Для предотвращения угловых смещений блока 1 с лазерной установкой в зазоре между 1 и 2 по периметру поставлены демпфирующие элементы 4 (пакеты досок с войлоком).

Для уменьшения объема работ и экономии материалов виброизолированный фундаментный блок 1 под лазерную установку сделан размером (2,9г7,8)м, на котором смонтирован режущий лазерный комплекс и устройство подачи заготовок. Вспомогательное оборудование (погрузочный манипулятор, электрошкафы, газовые баллоны и др.) смонтированы рядом на площадке вне блока 1. Это позволило сохранить

требуемые условия нормального резания и в 5,8 раза сократить объем железобетона и трудозатраты на изготовление виброизолированного фундамента.

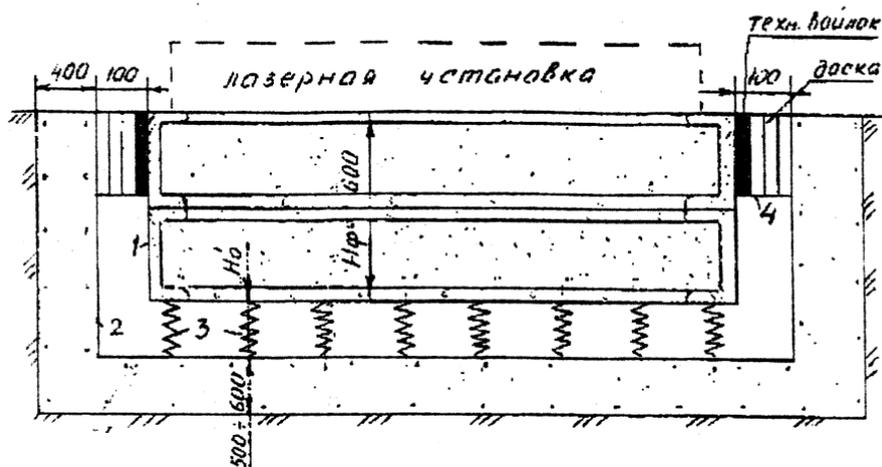


Рис. 1

ЛИТЕРАТУРА

1. Установка лазерной резки листовых материалов BYSTAR 3015-3 фирмы BISTRONIK. Инструкция по монтажу и эксплуатации. Пер. со швейцарского. — М.; 1997, 57с. 2. Установка лазерной резки листового металла TCL 30-30 фирмы TRUMPF. Инструкция по монтажу и эксплуатации. Пер. с немецкого. — М., 1998. 68с. 3. Исследование вибрационного состояния рабочей площадки и разработка конструкции виброизолированного фундамента под установку лазерной резки в прессовом цехе ПО «МТЗ»: Отчет о НИР (заключительный)/ УНПП «ИТМАШ» БГПА; Руководитель Кудин В.В. — № ГР 19992147/26.06.99; инв № ГНТПИ-058089634.87 - 2000 — Минск, 2000. 93 с. 4. Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти томах. Т. 6. Защита от вибраций и ударов / под ред. К.В. Фролова. — М.: Машиностроение, 1977. —456 с. 5. Каминская В.В., Решетов Д.И. Фундаменты и установка металлорежущих станков. — М.: Машиностроение, 1975, 203 с.