Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, том XXXVI, вып. 3, 1958 г.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОГИБОВ В ГОФРИРОВАННЫХ МУФТАХ

Л. С. Бурштейн

При рассмотрении гофрированных муфт, наряду с исследованием их эластичности, важно также выяснить значение различных перемещений, возникающих в них под действием изгибающих моментов, приложенных к фланцам муфты. Наиболее существенным среди этих перемещений является наибольший прогиб муфты. Чем больше общая длина муфты и расстояние между гофрами, тем больше прогиб муфты. Чрезмерные прогибы муфты нежелательны, так как способствуют расцентровке и вредно действуют на подшипники соединяемых валов.

В работах автора [1, 2] изложена методика определения различных перемещений в муфтах с одной и двумя гофрами теоретическим путем. Для проверки правильности полученных теоретических формул и их соответствия действительным условиям были произведены опыты по определению прогибов в муфтах с различным числом гофр.

Схема испытаний муфты выбрана в виде балки, опертой на две опоры и нагруженной по концам двумя равными изгибающими моментами, направленными в противоположные стороны. Муфты таким образом испытывались в условиях чистого изгиба. Общий вид установки для испытания муфт на изгиб приведен на рис. 1. На рис. 2 дана фотография установки. Испытуемая муфта присоединена к двум длинным рычагам двутаврового сечения, опирающимся на шарикоподшипниковые опоры. На свободных концах обоих рычагов имеются проушины, через которые пропущены тяги с нажимными гайками. Нижние концы обеих тяг соединены друг с другом стальным тросом, перекинутым через два блока. К тросу присоединен динамометр, указывающий величину усилия, действующего в замкнутой цепи и передающегося с одной стороны на левый рычаг, и с другой — на правый рычаг. Натяжение в тросе создается путем затягивания одной или обеих нажимных гаек. Левый шарикоподшипник расположен неподвижно в обойме, правый — может перемещаться в продольном направлении на 0,5 *мм*. Этим самым обеспечивается изгиб муфты по схеме с одним шарнирно неподвижным концом и другим шарнирно подвижным.

Прогибы муфт измерялись индикаторами, установленными вдоль оси муфты. На рис. 3 показана установка индикаторов для измерения прогибов муфты с тремя гофрами. В жесткую оправу вмонтировано одновременно 14 индикаторов, из них 7 для измерения прогибов по

верху муфты и 7 по низу. Ножки индикаторов упираются в середину каждой из гофр и в середины промежуточных участков между гоф-

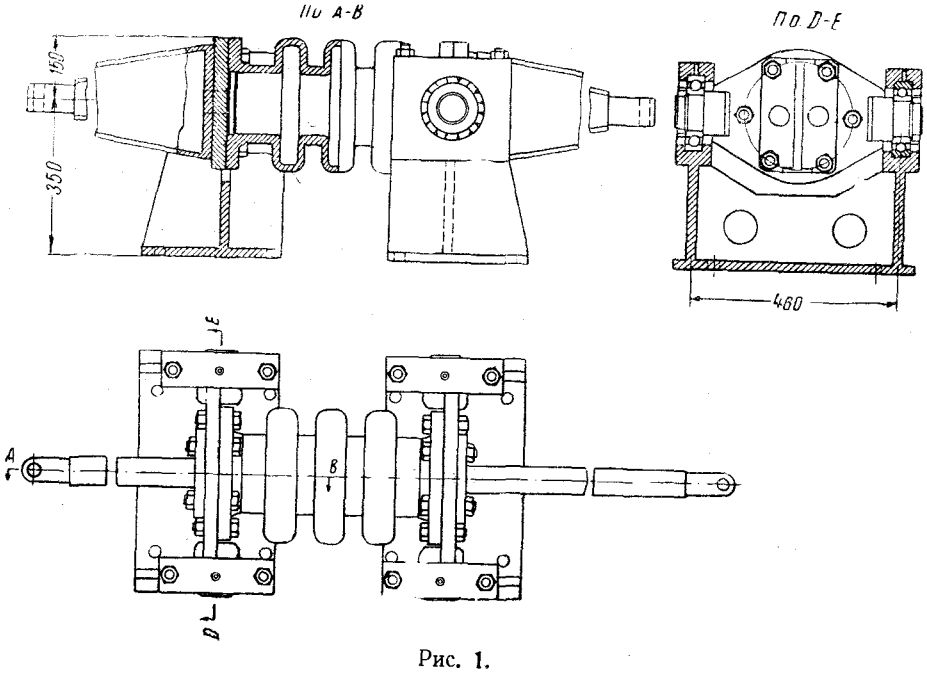


Рис. 1.

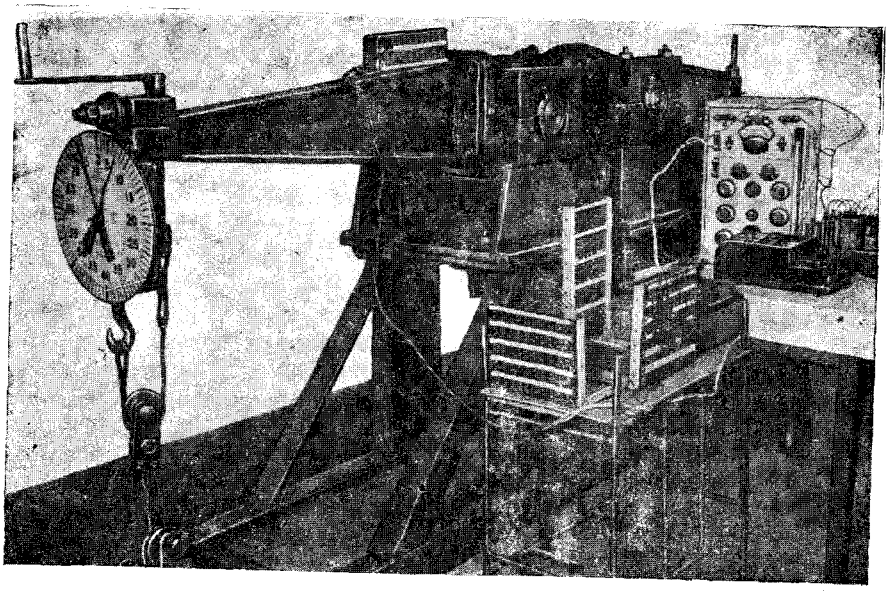


Рис. 2.

рами. Длина ножек индикаторов зависит от расстояния оправки до поверхности касания на муфте.

Результаты испытаний. На опытной установке было испытано 9 муфт, из них 2 одногофровые, 2 двухгофровые и 5 трехгофровые. Основные данные по этим двум муфтам представлены в табл. 1.

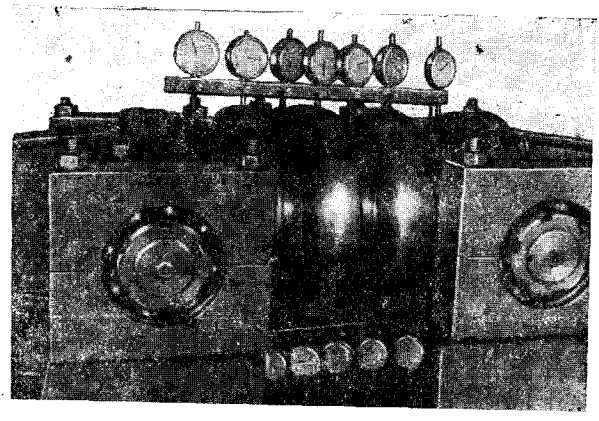


Рис. 3.

Таблица 1

Номер муфты	Число гофр	Наружный диаметр гофры, *мм*	Отношение диаметров гофры
1Б	1	270	0,605
1В	1	300	0,542
ПБ	2	270	0,607
ПВ	2	300	0,543
ШБ	3	270	0,607
ШВ	3	300	0,543
$ШБ_1$	3	280	0,595
$ШВ_1$	3	310	0,533
$ШВ_3$	3	290	0,552

Эскиз муфты с одной гофрой представлен на рис. 4, с двумя и тремя гофрами — на рис. 5. Согласно этим эскизам, измерялись перемещения точек *1* и *2* в муфтах с одной гофрой, *1—3* — в муфтах с двумя гофрами и, наконец, *1—4* — в трехгофровых муфтах.

Теоретическая формула для определения вертикального перемещения (прогиба) гофры в одногофровой муфте, согласно данным, изложенным в работе [1], имеет вид

$$v_0 = x \sin(\alpha_\pi + \varphi_{r_1}) + \frac{d}{2} \sin \varphi_{r_1}, \qquad (1)$$

где

$$\alpha_\pi = \alpha + \frac{Mc}{2EJ};$$

α — угол поворота центральной жесткой части горы (на внутреннем контуре);
$\varphi_{г_1}$ — угол поворота вертикальной оси гофры;
M — момент, приложенный к муфте;
EJ — жесткость основного стержня муфты.

Для рассматриваемого случая с гофрой, расположенной по середине муфты, угол поворота гофры $\varphi_{г_1} = 0$ и формула (1) принимают вид

$$v_2 = c \sin \alpha_п. \tag{2}$$

Перемещение муфты в точках *1* или *3* можно определить из формулы

$$v_1 = \frac{v_2}{2} + f_{ср}, \tag{3}$$

где

$$f_{ср} = \frac{Mc^2}{8EJ}.$$

Схематически величины, входящие в формулу (3), представлены на рис. 6.

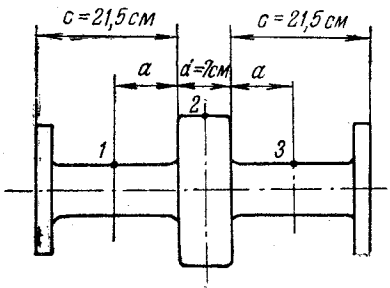


Рис. 4.

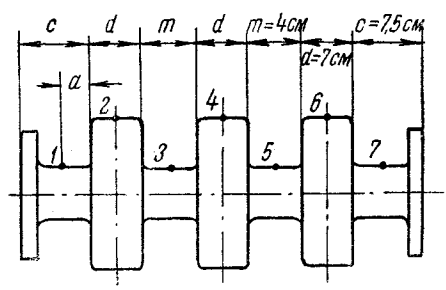


Рис. 5.

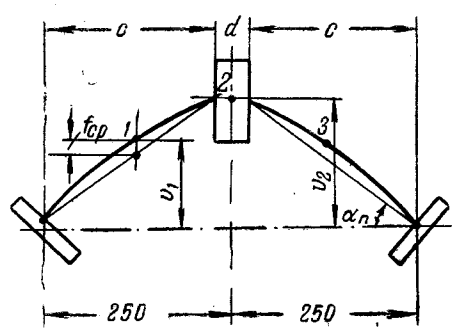


Рис. 6.

Теоретические формулы для определения прогибов в точках *1—3* двухгофровой муфты, по данным работы [2], имеют вид

$$v_1 = \frac{v_2}{2} + \frac{Mc^2}{8EJ}; \tag{4}$$

$$v_2 = c\sin(2\alpha + \theta_1 + \theta) + \frac{d}{2}\sin(\alpha + \theta_1) - R_н[1 - \cos(\alpha + \theta_1)]; \quad (5)$$

$$v_3 = c\sin(2\alpha + \theta_1 + \theta) + d\sin(\alpha + \theta_1) + \frac{Mm^2}{8EJ}, \quad (6)$$

где

$$\theta_1 = \frac{Mm}{2EJ};$$

$$\theta = \frac{Mc}{2EJ};$$

$R_н$ — наружный радиус гофры.

Применяя методику, изложенную в работах [1 и 2] к трехгофровым муфтам, получаем следующие формулы для определения прогибов в точках *1—4*:

$$v_1 = \frac{v_2}{2} + \frac{Ma^2}{8EJ}; \quad (7)$$

$$v_2 = c\sin(3\alpha + \theta_1 + \theta) + \frac{d}{2}\sin(2\alpha + \theta_1); \quad (8)$$

$$v_3 = v_4 - \frac{m}{2}\operatorname{tg}\alpha - \frac{Mm^2}{8EJ}; \quad (9)$$

$$v_4 = c\sin(3\alpha + \theta_1 + \theta) + d\sin(2\alpha + \theta_1) + m\sin(\alpha + \theta_1), \quad (10)$$

где

$$\theta = \frac{Mm}{2EJ};$$

$$\theta_1 = \frac{Mc}{2EJ}.$$

Для всех испытанных муфт $EJ = 6{,}216 \cdot 10^9$ *кгсм*^{2} и $M = 1300$ *кгм*. Угол поворота центральной жесткой части α определялся опытным путем и составляет.

Номер муфты	1Б	1В	ПБ	ПВ	ШБ	ШВ	$ШБ_1$	$ШВ_1$	$ШВ_2$
α, 10^{-3} радиан	0,915	1,585	1,0	1,66	1,015	1,545	0,86	1,315	2,0

Таблица 2

Номер муфты	Перемещение точек, *мм*							
	1		2		3		4	
	опытное	расчетное	опытное	расчетное	опытное	расчетное	опытное	расчетное
1Б	0,13	0,129	0,243	0,238	—	—	—	—
1В	—	0,200	0,34	0,38	—	—	—	—
ПБ	0,20	0,201	0,37	0,39	0,40	0,428	—	—
ПВ	0,32	0,315	0,622	0,618	0,67	0,677	—	—
ШБ	0,19	0,202	0,394	0,405	0,49	0,502	0,524	0,522
ШВ	0,321	0,305	0,614	0,611	0,741	0,756	0,804	0,787
$ШБ_1$	0,155	0,162	0,345	0,324	0,414	0,403	0,447	0,418
$ШВ_1$	0,258	0,26	0,554	0,515	0,653	0,644	0,71	0,671
$ШВ_2$	0,33	0,38	0,703	0,761	0,861	0,94	0,925	0,98

Сопоставление прогибов, вычисленных по приведенным выше формулам с действительными прогибами, измеренными опытным путем, приведено для испытанных муфт в табл. 2.

Рассмотрение табл. 2 показывает, что совпадение расчетных данных с опытными вполне удовлетворительное. Расхождение в результатах колеблется от 2 до 9%, что следует считать в данных условиях вполне приемлемым.

Использованная литература

1. Бурштейн Л. С. Исследование упругой линии полужесткой муфты. Зап. ЛГИ, т. XXIX, вып. 3, 1954.

2. Бурштейн Л. С. Исследование перемещений в полужестких муфтах с двумя гофрами. Зап. ЛГИ, т. XXXIII, вып. 3, 1956.