

3. **Мартirosян М.М.** Получение прессованных тонкостенных труб из стеклопластиков // Промышленность Армении. - 1971. - № 10. - С. 56 - 57.
4. **Авакян Р.А., Данилова И.Н., Лебедева О.В., Соколова Т.В.** Изучение прочности и деформируемости органопластиков при пропорциональном деформировании и сложном нагружении // Механика композитных материалов. - 1983. - № 5. - С. 930-933.
5. **Мартirosян М.М.** Упрочнение ориентированного стеклопластика при двухосном растяжении // Механика полимеров. - 1976. - № 6. - С. 1025 - 1029.

Ин-т механики НАН РА

03.06.1997

Изв. НАН и ГИУ Армении (сер. ТН), т. 11, № 2, 1998, с. 132-137.

УДК 631.171:626+621.837.5

МАШИНОСТРОЕНИЕ

А.К. АМИРЯН

ЗАКОН РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗОК МЕЖДУ РЯДАМИ МНОГОРЯДНОЙ ЦЕПИ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРИВОДА РАБОЧЕГО ОРГАНА ПЛАНТАЖНОГО ПЛУГА ППН-40

«Աղյուսակրվում» է թեք լանդշերի վրա աշխատելու համառոտ գյուղատնտեսական մեքենաների բանվորական օրգանների ուղղակի դիրքի կարգավորման հարստարանների կոնստրուկտորը, որոնցում որպես մեխանիզմական մաս կիրառված է շղթա-սայրային փոխանցում (ՇԱՓ): Դիտարկվում են ՇԱՓ-ի լազմաշարը շղթայի օղակների շարքերի միջև բեռնվածքի բաշխման օրինաչափության բացահայտման ուղղությամբ կոնստրուկտ մոնավան եւ փորձնական եկտագրությունների արդյունքները, որոնք երաշխավորվում են ՇԱՓ երկ նախագծման մասանակ օգտագործելու համար:

Описываются конструкции устройств для регулирования вертикального положения рабочих органов сельскохозяйственных машин при работе на склонах, где в качестве механической части использована цепно-волновая передача (ЦВП). Рассматриваются результаты теоретических и экспериментальных исследований по выявлению закона распределения нагрузок между звеньями по рядам многорядной цепи ЦВП. Получены результаты, которые рекомендуется учитывать при проектировании ЦВП.

Ил. 3. Табл. 2. Библиогр. 3 назв.

Designs of devices for regulating the vertical position of agricultural tools that operate on slopes are described, chain-wave transmission (CWT) is used as a mechanical part. The results of theoretical and experimental researches on revealing the load distribution law between the links according to rows in multirow CWT are considered. When designing a CWT it is recommended to take into account these results obtained.

Ил. 3. Tables 2. Ref. 3

При освоении горных склонов для обеспечения заданных или оптимальных технологических режимов при работе агрегата с плантажным плугом (с рыхлителем, ямокопателем и другими сельскохозяйственными машинами и орудиями) возникает необходимость регулирования вертикального положения рабочих

органов в зависимости от изменения крутизны склона. В связи с этим в конструкциях этих машин предусматриваются различные решения, осуществляемые в основном гидромеханическим приводом, от надежности работы которого в значительной степени зависит работоспособность самих почвообрабатывающих машин и агрегата в целом.

С целью повышения надежности, долговечности и качества технологического процесса путем обеспечения разгрузки гидросистемы трактора созданы устройства для регулирования вертикального положения рабочих органов сельскохозяйственных машин и орудий [2, 3], включающие гидродвигатели, кинематически связанные с рабочим органом, и снабженные редукторами с цепно-волновыми передачами (ЦВП), которые включены в кинематическую цепь между гидродвигателями и рабочими органами.

Многорядная цепь ЦВП представляет собой статически неопределенную систему, и поэтому для определения усилий в звеньях рядов цепи можно воспользоваться теоремой о трех моментах.

Пример определения усилий в звеньях рядов цепи приведен для тихоходной ступени редуктора-фиксатора, представляющей собой двухволновую ЦВП, где генератор волн охватывается одним из средних рядов (третьим) четырехрядной втулочно-роликовой цепи типа 4ПР по ГОСТ 13562-75 (рис. 1). Два других ряда цепи (первый и второй) охватывают передающую блок-звездочку, а крайний ряд (четвертый) зацеплен с зубьями взаимодействующей звездочки. Передаточное отношение этой ступени $i_{1c} = 15$.

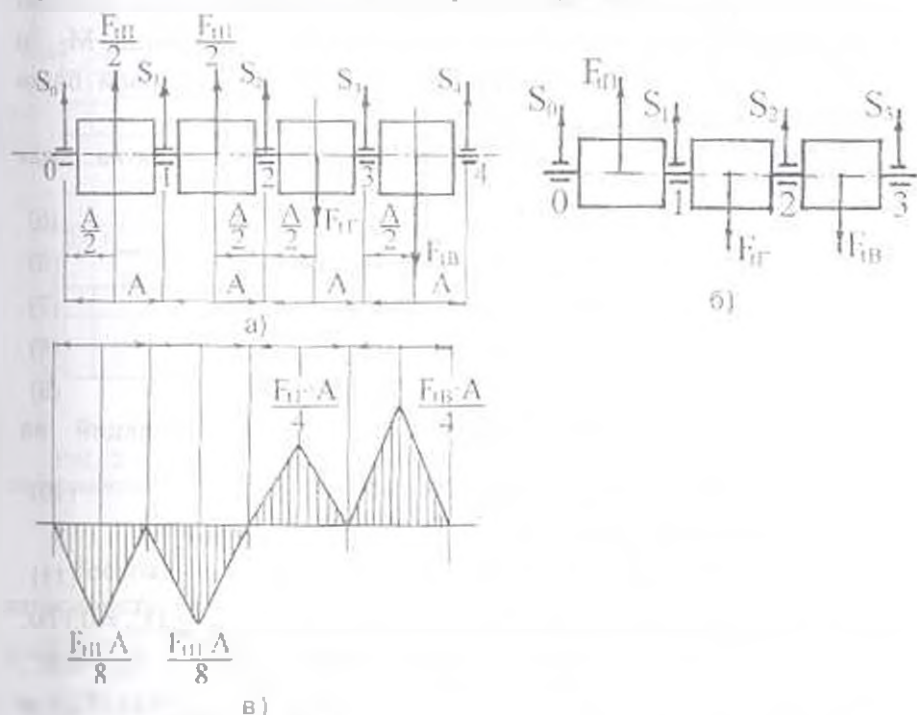


Рис. 1 Схема сил, действующих в звеньях рядов цепи ЦВП: а - при четырехрядной цепи; б - при трехрядной цепи; в - эпюры изгибающих моментов

Окружные силы на передающей звездочке $F_{\text{п}}$, генераторе волн $F_{\text{г}}$ и взаимодействующей звездочке $F_{\text{в}}$ приложены в центрах роликов цепи и рассматриваются как сосредоточенные силы (рис. 1а). Пронумеруем ряды звеньев слева направо. Следовательно, уравнение трех моментов следует представить отдельно три раза для рядов 1, 2 и 3.

При использовании теоремы о трех моментах для указанных рядов цепи находим величины опорных моментов [1]:

$$M_1 = 3\lambda(13F_{\text{п}} + 3F_{\text{г}} - F_{\text{в}})/448, \quad (1)$$

$$M_2 = 3\lambda(F_{\text{в}} - 3F_{\text{г}} + F_{\text{п}})/112, \quad (2)$$

$$M_3 = -3\lambda(F_{\text{п}} + 11F_{\text{г}} + 15F_{\text{в}})/448. \quad (3)$$

Зная эти величины, можно легко вычислить усилия в звеньях по рядам цепи. С этой целью каждый пролет рассчитываем как отдельную балку, упирающуюся концами (под действием нагрузки в ее пролете и моментов, приложенных по концам). Например, усилие в звене на i -ом ряду (опоре) неразрезной балки можно определить как сумму реакций на i -ых опорах двух смежных балок. При этом каждую из них определяют из условий статики.

Общая формула для усилий (реакции) на i -й опоре (ряде цепи), как известно, имеет следующий вид:

$$S_i = S_i^0 + (M_{i-1} - M_i)/l_{i-1} - (M_{i+1} - M_i)/l_i, \quad (4)$$

где S_i^0 - суммарная реакция на i -ых опорах двух смежных балок под действием заданных нагрузок в пролетах; $(M_{i-1} - M_i)/l_{i-1}$ - реакция (усилие) на i -й опоре левой балки под действием моментов M_{i-1} и M_i ; $(M_{i+1} - M_i)/l_i$ - реакция (усилие) на i -й опоре правой балки под действием моментов M_{i+1} и M_i .

На основе формулы (4) определяем усилия в звеньях на рядах цепи (рис. 1):

$$S_0 = (9F_{\text{г}} - 3F_{\text{в}} - 73F_{\text{п}})/448, \quad (5)$$

$$S_1 = (9F_{\text{п}} - 27F_{\text{г}} - 145F_{\text{в}})/224, \quad (6)$$

$$S_2 = (68F_{\text{г}} - 18F_{\text{в}} - 25F_{\text{п}})/112, \quad (7)$$

$$S_3 = (163F_{\text{в}} + 127F_{\text{г}} + 9F_{\text{п}})/224, \quad (8)$$

$$S_4 = (179F_{\text{п}} - 331F_{\text{г}} - 3F_{\text{в}})/488. \quad (9)$$

Проверим найденные усилия по сумме проекций на вертикальной оси:

$$S_0 + S_1 + S_2 + S_3 + S_4 = F_{\text{п}} - F_{\text{г}} - F_{\text{в}}. \quad (10)$$

Подставляя значения $S_0, S_1, \dots, S_4$ в (10), получим

$$(F_{\text{п}} + F_{\text{г}} - F_{\text{п}}) + F_{\text{п}} - F_{\text{г}} - F_{\text{в}} = 0. \quad (11)$$

Для редуктора-фиксатора при параметрах $i_{15} = 15$, $D_{\text{ф}} = 0,17 \text{ м}$, предварительно принимая КПД в зацеплениях передачи $\eta_{\text{м}} = 0,95$, получим следующую связь между моментами: $T_{\text{г}} = -0,113T_{\text{п}}$ и $T_{\text{в}} = -0,887T_{\text{п}}$ [1]. Следовательно, абсолютные величины окружных усилий имеют вид

$$F_{II} = 5,8823T_{II}, F_{IV} = 5,2176T_{II}, F_{VI} = 0,6647T_{II}.$$

Используя уравнения (5)-(9), определены усилия в звеньях по рядам четырехрядной цепи:

$$S_0 = -0,98T_{II}, S_1 = -3,6782T_{II}, S_2 = -1,7480T_{II}, \\ S_3 = 4,4099T_{II}, S_4 = 1,9963T_{II}. \quad (12)$$

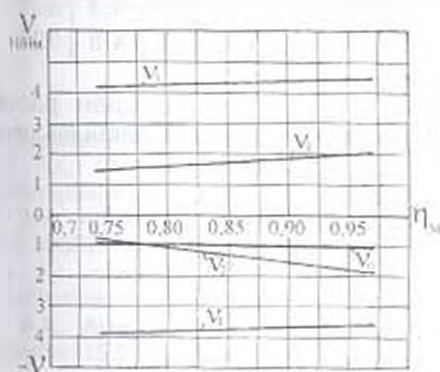
Знак "-" указывает на относительное направление усилий звеньев по рядам цепи.

Нетрудно убедиться, что сумма всех усилий равна нулю ($\sum S_i = 0$), а нагрузка между рядами распределяется слишком неравномерно. Максимальное усилие испытывают звенья третьего ряда, а затем - первого ряда. Минимальную же нагрузку воспринимают звенья нулевого ряда.

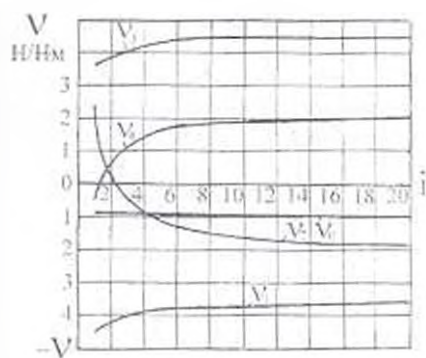
Установлено, что усилия в рядах цепи зависят от передаточного отношения ЦВП и КПД цепного зацепления. В качестве критериев для оценки закона распределения нагрузки между рядами звеньев цепи принимаем величины коэффициентов относительных усилий к нагрузке на тихоходном валу:

$$v_i = S_i / T_{II}, \quad (13)$$

где $T_{II} = S_K D_1 / 2$ - крутящий момент на передающей звездочке; S_K - усилие в канате, наматываемом на барабан насаженного тихоходный вал редуктора; $D_1 = 0,12$ м - диаметр барабана нагружающего устройства.



а)



б)

Рис. 2. Графики изменения коэффициентов относительных усилий в зависимости от а - КПД цепного зацепления, б - передаточного отношения ЦВП

Построены графики коэффициентов относительных усилий в зависимости от КПД цепного зацепления - $v_i = f(\eta_M)$ при $i_{\text{ср}} = 15$ (рис. 2а), а также от передаточного отношения ЦВП - $v_i = f(i)$ при $\eta_M = 0,95$ (рис. 2б).

Аналогично, при рассмотрении сил, действующих в зацеплении, для двухволновой ЦВП с трехрядной втулочно-роликовой цепью

(рис. 1в) выражения для определения усилий в звеньях по рядам цепи принимают вид

$$S_0 = -2,2723T_{II}, S_1 = -4,6651T_{II}, S_2 = 5,0473T_{II}, S_3 = 1,8901T_{II} \quad (14)$$

Сравнением полученных значений для усилий в звеньях трехрядной и четырехрядной цепей (рис. 3) можно установить, что максимальное усилие на звеньях трехрядной цепи на 14,5...26,8% больше, чем на звеньях четырехрядной цепи, а минимальная нагрузка больше – в 2,3 раза. Таким образом, при прочих равных условиях четырехрядная цепь будет работать в более благоприятных условиях, чем трехрядная. Это в дальнейшем надо будет учесть при проектировании цепно-волновых передач.

В табл. 1 приведены расчетные значения усилий в звеньях по рядам цепи, полученные опытным путем на специальном стенде для проведения лабораторных экспериментов редукторов с ЦВП.

Таблица 1

Расчетные значения усилий в звеньях по рядам цепи

Нагрузка на крюке, Q_0 H	Усилия в звеньях цепи (на рядах)										
	S_0		S_1		S_2		S_3		S_4		
	h_0 , мм	S_0 , Н	h_1 , мм	S_1 , Н	h_2 , мм	S_2 , Н	h_3 , мм	S_3 , Н	h_4 , мм	S_4 , Н	
1	1777,6	0,5	135	1,7	470	0,3	240	2,4	580	2,2	265
2	2802,7	0,7	190	2,4	758	0,4	370	3,4	885	2,8	400
3	3847,5	0,9	271	2,9	975	0,5	460	4,4	1190	3,4	560
4	4887,3	1,1	335	3,7	1290	0,6	600	5,5	1520	3,9	690
5	5961,5	1,2	408	4,1	1460	0,7	700	6,3	1770	4,3	800
6	6991,6	1,3	440	4,7	1680	0,8	800	7,1	2015	4,8	920

На основании опытных данных (табл. 1) произведен расчет коэффициентов распределения усилий между рядами звеньев цепи (табл. 2).

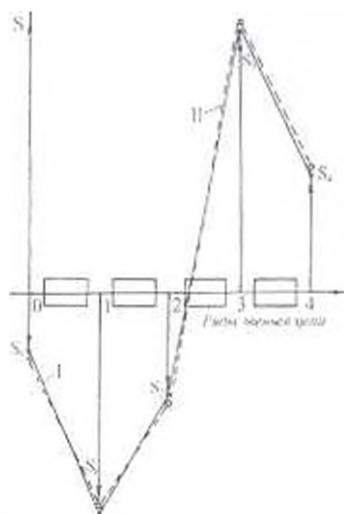


Рис. 3. Распределение сил в звеньях по рядам цепи. $T_{II}=128,61$ Нм, $\eta_M=0,95$; I - теоретические значения усилий; II - экспериментальные значения усилий

Как видно, максимальную нагрузку испытывают звенья третьего ряда, затем первого ряда, минимальную нагрузку воспринимают звенья нулевого ряда. Результаты экспериментов совпадают с теоретическими расчетами (расхождение составляет 0,04.. 1,1% рис. 3).

Таблица 2
Значения коэффициентов v_i распределения усилий между рядами звеньев цепи

Нагрузка на крюке, Q_r, H	Крутящий момент на тихоходном валу, $T_{п. н. м}$	Коэффициенты распределения усилий					
		v_0	v_1	v_2	v_3	v_4	
1	1777,6	128,61	1,05	3,6544	1,8661	4,5097	2,0605
2	2802,7	203,89	0,9387	3,7177	1,8147	4,3606	1,9618
3	3847,5	268,64	1,0087	3,6294	1,7123	4,4297	2,0846
4	4887,3	348,22	0,9620	3,7045	1,7230	4,3650	1,9815
5	5961,5	404,66	1,0072	3,6079	1,7285	4,3740	1,9769
6	6991,6	454,87	0,9673	3,6934	1,7587	4,4298	2,0335
Средние значения коэффициентов		0,9880	3,6880	1,7672	4,4081	2,0165	

ЛИТЕРАТУРА

1. Амирян А.К. Цепно-волновая передача. - Ереван: Наири, 1997. - 184 с.
2. А.с. 1327815 СССР, МКИ³ А01В63/06. Устройство для регулирования вертикального положения рабочих органов сельскохозяйственных машин / А.К. Амирян, К.А. Амирян, Ш.М. Григорян, К.Г. Караханян. (СССР). - № 40366714/29-15. Заявл. 11.03.86; Оpubл. 07.08.87, Бюл. № 29. - 3 с.
3. А.с. 1662380 СССР, МКИ³ А01В63/06. Устройство для регулирования вертикального положения рабочих органов сельскохозяйственных машин / А.К. Амирян, К.А. Амирян (СССР). - № 4430456/15. Заявл. 26.05.88. Оpubл. 15.07.91, Бюл. № 26. - 3 с.

Армсельхозакадемия

28.09.1997

