

УДК 621.833:622.6

С. Г. Чирков, А. В. Клочков, С. А. Лагутин, кандидат технических наук
ОАО «ЭЗТМ», Электросталь

ТРЕТЬЕ ПОКОЛЕНИЕ РЕДУКТОРОВ ДЛЯ ПРИВОДА ПЛАСТИНЧАТЫХ ПИТАТЕЛЕЙ

На примере трех поколений привода пластинчатых питателей рассмотрены современные тенденции совершенствования механических приводов горно-обогатительного и металлургического оборудования. Показано, что освоение процессов цементации и шлифовки зубчатых передач вместе с оптимизацией геометрических параметров позволяет более чем в четыре раза снизить коэффициент удельной материалоемкости цилиндрических редукторов по сравнению с типовыми редукторами 80-х годов.

Ключевые слова: цилиндрические редукторы, пластинчатые питатели

Пластинчатые питатели применяются для транспортирования сыпучих, высокоабразивных материалов в технологических линиях предприятий металлургической, горнорудной, обогатительной, цементной и других отраслей промышленности. Они представляют собой транспортеры с лентой из металлических звеньев, шириной до 2400 мм, длиной до 18 м и производительностью до 1700 м³/ч.

В номенклатуру ЭЗТМ питатели входят с 40-х гг. XX в. и изготавливаются двух типов:

1-й тип – тяжелый, предназначен для материалов с крупностью кусков до 1200 мм и устанавливается в основном в грохоты для скальпинга или непосредственно в дробилки первичного дробления;

2-й тип – средний, предназначен для транспортировки абразивных или горячих материалов с крупностью кусков не более 500 мм.

К 1980 г. сложилась следующая структура приводов этих машин:

1. Для привода малых питателей (типов 1-15, 2-18 и др.) применялся четырехступенчатый цилиндрический редуктор типа Ц4-2280 с передаточным числом $u_c = 526$, крутящим моментом на выходе $T_2 = 200$ кН·м, межосевым расстоянием тихоходной ступени $a_T = 1000$ мм и массой 11 430 кг.

2. Привод больших питателей (типов 1-18, 1-24 и др.) включал в себя трехступенчатый редуктор Ц3-1615 ($u_c = 221$, $T_2 = 65$ кН·м, $a_T = 800$ мм, масса 6400 кг) и установку открытой шевронной передачи $z_1:z_2 = 25:81$ с межосевым расстоянием 1200 мм, общей массой свыше 7000 кг.

Оба редуктора изготавливались с зубчатыми передачами, термически улучшенными до твердости 270...300 НВ (шестерни) и 240...280 НВ (колеса).

В начале 80-х гг. была поставлена задача резкого уменьшения массы приводов за счет использования имевшихся на тот период возможностей термической обработки. В ходе ее решения были созданы новые типы питателей со следующими редукторами (см. рисунок и таблицу):

1. Для малых питателей (типы 1-15-45Б/150Б, 2-18-45Б/180Б, 2-24-45Б/60Б) цилиндрический редуктор ЦКЦ2-800 с параметрами $u_c = 522$, $T_2 = 150$ кН·м, $a_T = 800$ мм и массой 7886 кг.

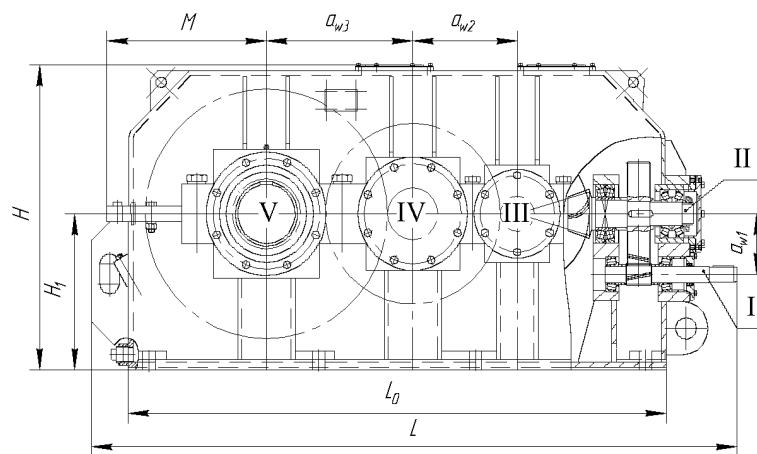
2. Для больших питателей (типы 1-18-60Б/180Б, 1-24-90Б/180Б, 2-24-90Б/180Б) редуктор такого же типа ЦКЦ2-1000 с параметрами $u_c = 517$, $T_2 = 240 \text{ кН} \cdot \text{м}$, $a_r = 1000 \text{ мм}$ и массой 12 365 кг.

В этих редукторах были применены цилиндрические передачи с поверхностной закалкой ТВЧ и шлифовкой зубьев всех шестерен и зубчатого колеса быстроходной ступени и объемной закалкой до твердости 270...300 НВ колес последних двух ступеней. Конические передачи были выполнены с цементованными, закаленными до твердости 58...62 HRC и шлифованными зубьями. Основные параметры и коэффициенты коррекции всех передач были оптимизированы таким образом, чтобы обеспечить равнопрочность всех ступеней – как по изгибной, так и по контактной выносливости [1].

Таким образом, при той же нагрузочной способности привода его масса была снижена для малых питателей в 1,5 раза, а суммарная масса привода больших питателей – в 1,2 раза. Еще одно достоинство привода с новыми редукторами состояло в том, что при этой схеме электродвигатель располагается не перпендикулярно питателю, а вдоль него, что позволяет существенно уменьшить размеры площадки для размещения оборудования.

Основным показателем технического уровня зубчатого редуктора определенного типа является его удельная материалоемкость $\gamma = m / T_2$ – отношение массы редуктора к допустимому крутящему моменту. Отметим, что по этому показателю – $\gamma = 50 \text{ кг/кН} \cdot \text{м}$ – редукторы ЭЗТМ существенно превышали показатели серийных редукторов того времени. Так, например, редуктор КЦ2-1300 производства Ленинградского завода им. Котлякова с параметрами: $a_r = 800 \text{ мм}$, масса 5380 кг и $T_2 = 37 \text{ кН} \cdot \text{м}$ – имел показатель $\gamma = 145 \text{ кг/кН} \cdot \text{м}$, т. е. в 3 раза хуже, чем у редуктора ЦКЦ2-800.

Редукторы типов ЦКЦ2-1000 и ЦКЦ2-800 применяются уже в течение 20 лет. За это время их было изготовлено более 100 шт. Все редукторы работают на горных карьерах и обогатительных фабриках от Норильска до Навои без рекламаций со стороны заказчиков и практически без поставок запчастей.



Редукторы специальные типа ЦКЦ2

Основные размеры и характеристика редукторов

Типоразмер	Размеры, мм							T_2 , кН·м	Масса, кг
	a_{w1}	a_{w2}	a_{w3}	L_0	B	H	H_1		
ЦКЦ2-800	250	500	800	2675	920	1580	800	150	7886
ЦКЦ2-560	225	400	560	2060	760	1138	580	150	4810
ЦКЦ2-1000	280	630	1000	3215	1140	1950	100	250	12365
ЦКЦ2-630	250	450	630	2300	900	1275	650	250	6616

Новое время выдвигает новые требования. Сегодня необходимо, чтобы коэффициент удельной материалоемкости не превышал значения $\gamma = 30 \dots 35$.

Исходя из этого требования, на ЭЗТМ было разработано новое поколение цилиндрикоконических редукторов: ЦКЦ2-630 взамен редуктора ЦКЦ2-1000 и ЦКЦ2-560 взамен редуктора ЦКЦ2-800.

При проектировании этих редукторов учитывалось также экологически обоснованное требование отказа от применения чугунного литья – оба редуктора выполнены в сварных корпусах.

Основные размеры и характеристики четырех редукторов типа ЦКЦ2 представлены на рисунке и в таблице. Как видно из приведенных данных, при сохранении технической характеристики редуктора их массы удалось уменьшить в 1,6...1,8 раза.

Такое повышение технического уровня достигнуто прежде всего за счет использования новых возможностей термообработки. После установки новой цементационной печи, позволившей цементировать колеса диаметром до 1200 мм и массой до 2000 кг, твердость поверхностей зубьев всех передач была повышена до 58...62 HRC.

Повышение твердости поверхностей зубьев потребовало пересмотра основных геометрических пропорций редукторов, в частности были увеличены относительные модули передач и уменьшено отношение межосевых расстояний соседних ступеней.

С особой тщательностью была проведена оптимизация геометрических параметров конических передач с круговыми зубьями [2].

Библиографические ссылки

1. Ковтушенко А. А., Лагутин С. А., Мунтян В. В. Вопросы оптимизации редукторов металлургического оборудования // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 1993. – № 6. – С. 29–34.

2. Лагутин С. А., Акимов В. В. Выбор угла наклона спирали зуба и осевой формы зуба для конических колес с круговыми зубьями // Теория и практика зубчатых передач и редукторостроения : сб. докл. науч.-техн. конф. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2008. – С. 272–275.

S. G. Chirkov, JSC “EZTM”, Electrostal

A. V. Klochkov, JSC “EZTM”, Electrostal

S. A. Lagutin, Candidate of Technical Sciences, JSC “EZTM”, Electrostal

The Third Generation of Gearboxes for an Apron Feeder Drive

Current trends to improve the mechanical drive for mining and metallurgical equipment are examined on the example of three generations of the apron feeder drives. It is shown that the development processes of tooth carburization and grinding, together with the optimization of geometrical parameters allows decreasing the factor of specific material capacity of cylindrical-bevel reducers fourfold compared with standard gearboxes of the eighties.

Key words: cylindrical-bevel reducers, apron feeders

Получено: 15.11.11