

КПД ПЛАНЕТАРНЫХ РОЛИКОВЫХ РЕДУКТОРОВ ТИПА РПРЗ-43

Планетарные роликовые редукторы обладают достоинством в части минимальных габаритов при больших передаточных отношениях. В наибольшей мере это относится к редукторам второго класса, построенным в соответствии с кинематической схемой РПРЗ-43 [1]. Поэтому в соответствии с этой схемой был сконструирован и изготовлен опытный образец такого редуктора с передаточным отношением $U=47$ для привода одной из импортных машин химического производства Могилевского ПО «Химволокно».

Однако производственные испытания вопреки ожиданиям, основанным на теоретических выводах [2], показали, что опытный редуктор хотя и отвечает всем предъявленным к нему требованиям, обладает низким КПД и повышенным нагревом, в связи с чем его применение в данном случае невозможно. Если низкий КПД свойствен данной кинематической схеме, то возникает вопрос о рациональной области ее применения или о целесообразности ее использования вообще.

Было решено провести исследование КПД роликовых редукторов данного конструктивного исполнения для широкого диапазона передаточных отношений. Был изготовлен экспериментальный роликовый редуктор, конструктивная схема которого представлена на рис. 1. Ведущий вал 1 имеет два ведущих звена, состоящих из эксцентриков 2, на подшипниках которых (на схеме не показаны) установлены коаксиальные кольца 3 и 4, образующие кольцевую щель, где размещены сателлиты-ролики 5. Последние одновременно расположены в радиальных прорезях дисков 6, связанных друг с другом и образующих общий сепаратор для двух планетарных механизмов. Ролики первого (левого) планетарного ряда своими концами размещены в периодической замкнутой канавке, выполненной на торце диска 7, который неподвижно закреплен на корпусе. Ролики второго планетарного ряда размещены в периодической канавке диска 8, закрепленного на ведомом валу редуктора 9.

При вращении ведущего вала 1 ролики 5 получают возвратно-поступательное движение по радиальным пазам сепаратора. Поскольку концы роликов первого ряда расположены в замкнутой периодической канавке диска 7, то они получают планетарное движение

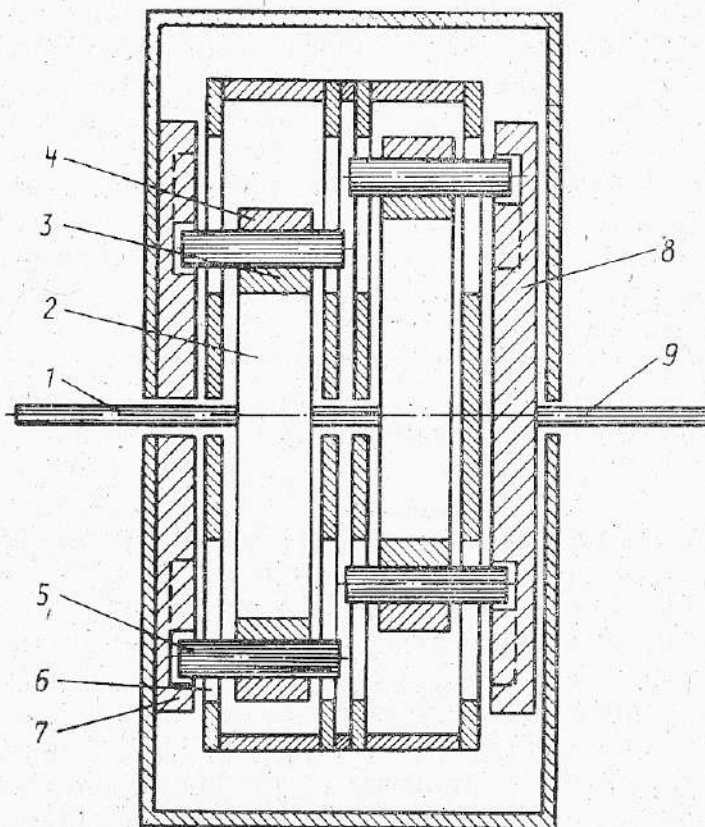


Рис. 1. Конструктивная схема экспериментального роликового редуктора

вокруг оси этого диска, увлекая за собой сепаратор. Такое же планетарное движение получают и ролики второго ряда, так как они расположены в общем сепараторе. Эти ролики, взаимодействуя с периодической канавкой диска 8, вызывают его вращение, которое в зависимости от числа периодов канавки может совпадать с направлением вращения сепаратора или быть противоположным ему.

Если обозначить Z_{21} — число периодов канавки на диске 7, а Z_{22} — на диске 8, то число прорезей в дисках 6 первого планетарного ряда может быть равным $(Z_{21} \pm 1)$, а второго планетарного ряда — $(Z_{22} \pm 1)$ и в зависимости от сочетаний этих чисел редуктор может иметь различные передаточные отношения. Формулы для определения передаточных отношений приведены ниже.

Число прорезей в сепараторе I ряда	$Z_{21} - 1$	$Z_{21} + 1$	$Z_{21} - 1$	$Z_{21} - 1$
Число прорезей в сепараторе II ряда	$Z_{22} + 1$	$Z_{22} - 1$	$Z_{22} + 1$	$Z_{22} - 1$
Формула для передаточного отношения	$\frac{(Z_{21} + 1) Z_{22}}{Z_{22} - Z_{21}}$	$\frac{(Z_{21} + 1) Z_{22}}{Z_{22} + Z_{21}}$	$\frac{(Z_{21} - 1) Z_{22}}{-Z_{22} - Z_{21}}$	$\frac{(Z_{21} - 1) Z_{22}}{-Z_{22} + Z_{21}}$

Для экспериментального редуктора были изготовлены взаимозаменяемые диски 7 и 8 с числом периодов канавок 5, 6, 7, 8, 9, 10 и диски 6 с числом прорезей 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, что позволило в одном корпусе редуктора путем перестановки деталей роликового зацепления при прочих неизменных условиях получить 120 различных передаточных отношений.

Исследования КПД проводились с помощью автоматизированной системы, включающей стенд с открытым потоком мощности и персональную ЭВМ типа IBM, оснащенную 16-канальным интерфейсом аналогового ввода информации и специализированным программным комплексом. Входящий в эту систему стенд содержит соосно установленные на общем основании приводной электродвигатель, исследуемый редуктор, нагрузочный (порошковый электромагнитный тормоз типа ПТ16М), преобразователи крутящего момента, установленные на ведущем и ведомом валах редуктора.

После установки редуктора на стенде и запуска системы в ЭВМ по ее запросу вводятся условия испытаний: количество контролируемых параметров, номера каналов интерфейса, использующихся для записи результатов измерений, количество ступеней нагружения, число измерений при каждой ступени нагружения, шаг измерений в микросекундах, данные результатов тарировки преобразователей крутящего момента.

Далее также по запросу ЭВМ производится ступенчатое нагружение редуктора путем подачи напряжения на обмотку возбуждения электромагнитного тормоза и по команде оператора на каждой ступени нагружения ЭВМ производит заданное число измерений сигналов с преобразователей момента, их регистрацию, перевод в величины крутящих моментов, вычисление КПД для каждой ступени нагружения по специальной программе и запись результатов на магнитный диск.

Эта процедура выполняется автоматически. Оператор осуществляет лишь подачу напряжения на обмотку электромагнитного тормоза. Продолжительность исследования КПД одного редуктора при 8—10 ступенях его нагружения составляет примерно 1 мин. Поэтому за короткий срок были проведены широкие исследования, охватывающие диапазон передаточных отношений от 2,5 до 100. Исследовались редукторы как с положительными (направления вращения ведущего и ведомого валов совпадают), так и отрицательными (валы вращаются в противоположные стороны) передаточными отношениями.

Результаты исследований для некоторых передаточных отношений представлены на рис. 2.

Видно, что все редукторы при увеличении нагрузки M_2 на ведомом валу показывают некоторое уменьшение КПД. Для редукторов с отрицательными передаточными отношениями КПД всегда значительно меньше, чем для редукторов с такими же величинами положительных передаточных отношений. Об этом свидетельствуют кривые 1 и 3, построенные для редукторов с передаточными отношениями $+3,5$ и $-3,5$, а также 7 и 9 — для редукторов с передаточными отношениями $+35$ и -35 соответственно. Общий уровень КПД редукторов данного типа невысок: для редукторов с передаточным отношением $+3,5$ (кривая 1) наибольший КПД при малых величинах M_2 составляет примерно 72%, а для редукторов с передаточным отношением $+64$ (кривая 8) его значение составляет примерно 5%:

Таким образом, низкий КПД планетарных роликовых редукторов типа РПРЗ-43, имеющих значительные передаточные отношения, является характерным для данной кинематической схемы. Это обусловлено наличием свободно вращающегося внутри редуктора общего сепаратора для двух планетарных механизмов, что отнимает значительную часть передаваемой мощности, вызывая повышенный нагрев и снижая общий уровень КПД. По-видимому, следует ожидать низкий КПД планетарных роликовых редукторов с одним замкнутым контуром и в случае других конструктивных исполнений, т. е. редукторов второго класса, построенных в соответствии с третьей и четвертой структурными схемами планетарных передач и имеющих свободно вращающиеся в корпусе звенья, не связанные с ведомым валом [1]. Ввиду этого такие редукторы, обладая достоинствами в части больших передаточных отношений, могут использоваться или в кинематических приводах, или в силовых приводах для кратковременной работы. При проектировании данных редукторов для силовых приводов следует обеспечивать однонаправленность вращения валов (положительные передаточные отношения), при которой достигаются более высокие значения КПД.

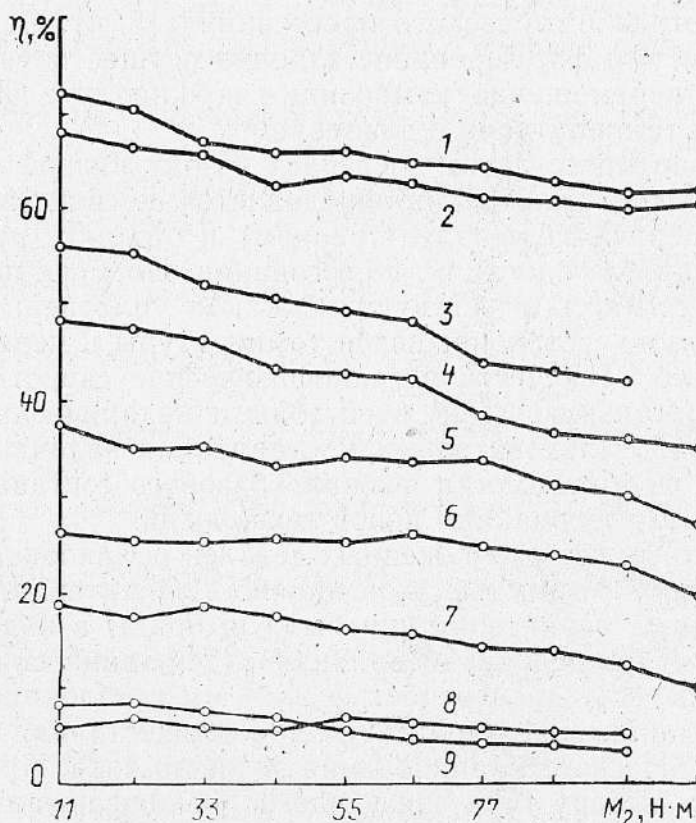


Рис. 2. Зависимости КПД планетарных роликовых редукторов (η) от момента на выходном валу (M_2) и передаточного отношения (U): 1 — $U=3,5$; 2 — 4,5; 3 — (-3,5); 4 — $U=12$; 5 — 16; 6 — 20; 7 — 35; 8 — 64; 9 — $U=-35$

Summary

Double-reduction planetary gear units with roller planets having a freely rotating contour in the housing possess low efficiency. They can be used, either in kinematic drives or in actuators short-time work.

Литература

1. Пашкевич М. Ф., Геращенко В. В. Планетарные шариковые и роликовые редукторы и их испытания. Минск, 1992.
2. Пашкевич М. Ф. // Изв. вузов. Машиностроение. 1989. № 2. С. 42—46.

Могилевский машиностроительный институт

Поступила в редакцию
07.03.95

УДК 678.027.3

В. Я. ПРУШАК, В. Я. ШЕРБА, И. М. ЗАЯЦ,
А. В. ПРОТАСЕНЯ

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ МЕТОДОМ ИМПУЛЬСНОГО ПРЕССОВАНИЯ

Проблема повышения эффективности производства изделий из отходов деревообрабатывающей промышленности сводится к решению двух задач: повышение производительности процесса получения изделий и достижение возможно более высокой степени наполнения композиции измельченными отходами древесины. Применение высокопроизводительной технологии плунжерной экструзии возможно в том случае, когда степень наполнения композиции значительно ниже, чем при прямом прессовании [1, 2]. При получении длинномерных изделий, в частности полых цилиндрических заготовок для роликоопор, решение этой задачи достигается применением метода импульсного прессования [3, 4]. Сущность его заключается в том, что формирование изделия осуществляется в процессе периодического перемещения композиции по каналу с изменяющимися вдоль его длины температурой и давлением.

Первоначально пресс-масса поступает в зону низкой температуры и уплотняется. Степень уплотнения определяется ее свойствами, сопротивлением перемещению по каналу (трением) и объемом пресс-массы, загружаемой в канал за один цикл прессования. По мере поступления новых порций пресс-массы в формирующий канал уплотненная композиция перемещается в зону установившейся температуры и переходит в вязкотекучее состояние. Текучесть и теплофизические свойства композиции определяют оптимальную длину этой зоны и механические свойства получаемых изделий. Следовательно, поставленная задача в первую очередь сводится к необходимости выбора базового состава композиции, удовлетворяющего требованиям новой технологии.

Долговечность тяжело нагруженных деталей роликоопор определяется в основном ударной вязкостью α_u и прочностью материала на изгиб σ_n . Поэтому указанные характеристики были выбраны в качестве параметров оптимизации. Исследование влияния содержания связующего (X_1), частиц древесины (X_2) дисперсностью 2—4 мм и волокнистого наполнителя (X_3) на механические характеристики осуществляли с применением методов математического планирования эксперимента. Предварительные исследования по выбору типа связующего (фенолформальдегидная смола (ФФС), полистирол (ПС), полиэтилен (ПЭ), поливинилхлорид (ПВХ)) показали, что композиты на основе ФФС обладают более высокими механическими характеристиками. Установлено, что изменение