

1.5 - 2 раза меньше, чем данные параметры подъемно-тяговых устройств, изготовленных на базе известных механических передач (например, червячных).

В качестве базового зацепления для создания ручной тали грузоподъемностью 500 кг выбрано прецессионное зацепление, которое позволяет достигать больших передаточных отношений при минимальных массогабаритных показателях. При этом, для изготовления деталей передачи не требуются дорогостоящие цветные металлы, в частности оловянистые бронзы. По тематике данных исследований имеются десятки публикаций, а структурные варианты подъемно-тяговых устройств, а также прецессионного зацепления защищены патентами Российской Федерации и Республики Беларусь [1-3]. Многопарность зацепления прецессионной передачи обеспечивает возможность редуцирования значительных крутящих моментов. КПД прецессионной передачи находится в пределах 90 - 92% при передаточных отношениях от 10-100, в то время как КПД аналогичных широко применяемых в странах ближнего и дальнего зарубежья передач при передаточном отношении 40 не выше 85%.

Рассмотрим порядок проектирования ручных талей. На начальном этапе проводится кинематический анализ: рассматриваются варианты передачи с различными сочетаниями чисел зубьев и выбираются те из них, которые обеспечивают требуемое передаточное отношение редуцирующего механизма, а также постоянство скоростей в зоне контакта зубьев.

После оптимизации по выбранному варианту проводятся силовой и прочностной расчеты, учитывающие сложность кинематической схемы передачи и позволяющие определить минимально допустимый модуль прецессионного зацепления, а также размеры основных деталей редуктора, т.е. зубчатых венцов передачи, ведущего прецессионного и выходного валов, и подбираются подшипники по статической грузоподъемности. На основе силового расчета проводится расчет потерь в зацеплении и рассчитывается КПД, для повышения которого производится оптимизация геометрических параметров передачи. Профили зубчатых колес планетарной прецессионной передачи проектируются эвольвентными.

Данный этап включал в себя проектирование геометрии планетарной прецессионной передачи с помощью программ, написанных на языке программирования AutoLISP в среде системы автоматизированного проектирования AutoCAD. Далее проводилась оптимизация геометрических параметров зубчатых колес, входящих в планетарную прецессионную передачу во избежание интерференции зубьев. Затем на основе полученной геометрии прецессионного зацепления одной ступени редуктора (схема KHV) было проведено автоматизированное проектирование конструкции ручной тали.

#### **Литература**

1. Пат. 2020328 Россия, МКИ5 F16 H1/32. Планетарная прецессионная передача/ П.Н. Громыко - № 5004068/28; Заявлено 01.07.91; Оpubл. 30.09.94., Бюл. № 18. – 4 с.: ил.
2. Пат. 2029169 Россия, МКИ6 F16 H1/32. Планетарная прецессионная передача/ П.Н. Громыко, П.А. Малашкевич - № 5004699/28; Заявлено 01.07.91; Оpubл. 20.02.95., Бюл. № 5. – 4 с.: ил.
3. Пат. 2364 РБ, МКИ 6 F 16H 1/32. Лебедка / П.Н.Громыко, Д.М.Макаревич, Л.А.Радыно, Л.А.Шаченок (РФ). - №280; Заявл. 26.01.93. Оpubл. 30.09.98. – 4с.: ил.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЛАСТИ СУЩЕСТВОВАНИЯ КОНИЧЕСКО-ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ПРЕЦЕССИОННОГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ**

*Л.Г. Доконов*

Научный руководитель – д.т.н., доцент *П.Н. Громыко*

*Белорусско – Российский университет*

Коническо-цилиндрическая прецессионная передача – это относительно новый вид механических передач. К настоящему времени доказана ее работоспособность, проведен большой объем теоретических и экспериментальных исследований, изготовлены небольшие партии редуцирующих механизмов на базе коническо-цилиндрической прецессионной передачи, которые нашли применения в различных областях народного хозяйства.

Одной из проблем при проектировании КЦПП является определение области существования её зацепления, что позволит существенно расширить область применения указанной передачи. Поэтому исследования, проводимые в этой области, являются актуальными.

Не менее важно не только определиться с параметрами, обеспечивающими область существования прецессионного зацепления, но и указать пути её расширения. Область существования прецессионного зацепления, возможно расширить путем использования долбяка при получении зубчатого колеса, который при одном и том же количестве зубьев может иметь различные модули, а задаваемые коэффициенты смещения могут иметь значения более 7.

За основной критерий, определяющий факт существования с заданными параметрами профиля зубьев был взят коэффициент отношения толщины зуба к толщине его впадины на делительном диаметре ( $k = S_1 / S_2$ )

Конкретные значения коэффициента  $k$  устанавливались исходя из условия равнопрочности контактирующих зубьев сателлита и зубьев центрального колеса. Затем, определяясь диаметром выступов центрального зубчатого колеса, перебирались различные числа зубьев и модули. Изменялось число зубьев долбяка.

После обработки и анализа данных стало видно, что условие равнопрочности соблюдается, если коэффициент отношения  $k$  попадает в область (0,6-1,4)

Для автоматизации процесса определения области существования зацепления была разработана программа на языке Visual Basic for Applications позволяющая по заданному диаметру выступов определять параметры формообразующего эвольвентного профиля зубьев центрального колеса, при которых данный профиль исходя из указанного выше критерия может быть использован при проектировании коническо-цилиндрического зацепления.

Следующим шагом в определении области существования прецессионного зацепления является получение сателлита. Это является более сложной задачей, так как при проектировании сателлита необходимо использовать большое количество начальных параметров и условий.

На этом этапе определяли тип передачи КНВ либо 2КН, задавали угол нутации, высоту зубьев колеса, половину ширины венца сателлита максимальный коэффициент смещения и передаточным отношением. Процесс расчета занимает большое количество времени, поэтому для автоматизации процесса была разработана программа на языке Visual Basic for Applications.

На основании совпадения модулей колеса и сателлита, полученных программным путем, делается вывод о существовании прецессионного зацепления с предлагаемыми параметрами.

Пользуясь данной методикой определения области существования прецессионного зацепления, были разработаны конструкции электрической и ручной талей. Партии ручных талей и редукторов, выпущенных РУП “Могилевтрансмаш”, а также ООО “Политон” прошли успешные испытания на заводах изготовителей.

#### **Литература**

1. Громыко П. Н., Хатетовский С. Н. К вопросу изготовления зубчатых профилей сателлита планетарной прецессионной передачи // Изв. НАН Беларуси. Сер. физ.-техн. наук. – 2000. - № 1. – С. 50-53.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЖЕННОСТИ ГИДРОПРИВОДА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МАШИНЫ ПРИ НЕУСТАНОВИВШЕМСЯ РЕЖИМЕ ДВИЖЕНИЯ**

*С.М. Анисько*

Научный руководитель – к.т.н., доцент *В.И. Зинкевич*  
*Белорусский национальный технический университет*

В работе исследовалась динамическая нагруженность объемного поршневого гидропривода технологической машины на участках разгона и торможения. Рассмотрены