

ЭКСЦЕНТРИКОВО-ЦИКЛОИДАЛЬНОЕ ЗАЦЕПЛЕНИЕ

*Ш.С. Нозирзода, студент группы 10А41,
научный руководитель: Сапрыкина Н.А., к.т.н., доцент
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26
E-mail: shoni_1997@mail.ru*

Развитие машиностроения идет по пути разработки новых видов зацепления. В настоящее время наиболее распространенным видом зацепления является эвольвентное, созданное в 1754 г. Эйлером. Преимуществом эвольвентного профиля является простота изготовления, достаточно высокая нагрузочная способность, малая чувствительность к неточностям межцентрового расстояния. Однако в высокомоментных передачах зубья эвольвентного профиля имеют недостаточную контактную прочность, преобладает трение скольжения, идет пульсация передаваемого момента

Среди зацеплений, обладающих рядом преимуществ перед эвольвентным, являются циклоидально-цевочное зацепление колес [1] и зацепление Новикова – Вильдхабера [2]. Эти зацепления улучшают отдельные характеристики, но уступают эвольвентному зацеплению по технологичности и ряду других характеристик, поэтому и не нашли такого широкого применения.

В 2007 г. томские конструкторы ЗАО «Технология маркет» предложили новый вид зацепления эксцентриково-циклоидальное (ЭЦ) (рис. 1). Основным достоинством новой разработки является возможность получения в одной ступени повышенного передаточного отношения. Зубья ведущего колеса (шестерни) в торцевом сечении представляют собой эксцентрики (полные или усеченные), а зубья ведомого колеса имеют профиль в виде циклоидальной кривой [2]. Профиль шестерни в торцевом сечении представляет собой окружность, эксцентрично смещенную относительно оси колеса. Профиль зуба колеса в торцевом сечении представляет собой циклоидальную кривую.

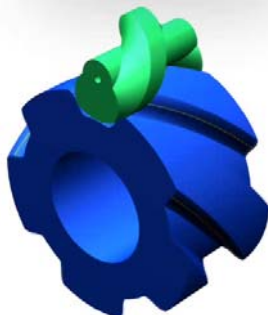


Рис. 1 Однозаходное эксцентриково- циклоидальное зацепление

На основе этого зацепления возможно изготовление практически любого типа редуктора (цилиндрического, планетарного и конического, а также реечного для механизмов с прямолинейным перемещением). Редукторы с применением эксцентриково-циклоидального зацепления при равных нагрузочных характеристиках в сравнении с редукторами, использующими другие типы зацеплений, обладают рядом преимуществ, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Тип зацепления	Передаточное отношение	КПД	Относительная масса, кг/Нм
1	Эвольвентное (внешнее)	1-8	0,93-0,97	0,04-0,07
2	Эксцентриково-циклоидальное (внешнее)	4-50	0,93-0,97	0,005-0,01
3	Червячное, глобоидное	10-80	0,4-0,8	0,24-0,06

Очевидно, что ЭЦ-зацепление обеспечивает достаточно широкий диапазон передаточных отношений при минимальной величине относительной массы (массы редуктора на единицу передаваемого момента). Данные преимущества объясняются тем, что в ЭЦ-зацеплении зуб колеса работает на смятие, а в эвольвентном – на изгиб. У эвольвентного зацепления твердость зубчатых колёс значи-

тельно ниже из-за увеличения хрупкости ножки зуба, а в предлагаемом зацеплении можно увеличить твёрдость контактируемых деталей до самых высоких значений. В новом зацеплении из-за увеличенного пятна контакта уменьшаются удельное давление и увеличиваются нагрузочные характеристики.

Основными преимуществами ЭЦ-редукторов являются:

- Низкая металлоёмкость. Обеспечивается высокая норма ресурсосбережения. Масса новых редукторов уменьшается в 5-7 раз (при одинаковых с выпускаемыми редукторами кинематических и силовых характеристиках).
- Компактность, пропорционально снижению металлоёмкости уменьшаются и габариты редукторов.
- Высокая удельная мощность. При одинаковых с выпускаемыми редукторами габаритах и массе у ЭЦ-редукторов до 5 раз увеличиваются силовые характеристики.
- Высокая надёжность. Не требуются (или минимизируются) затраты на ремонт, ЭЦ редукторы устойчивы к перегрузкам (допускаются 5-ти кратные кратковременные перегрузки).
- Универсальность конструкции. ЭЦ-редукторы заменяют любые цилиндрические, конические, червячные и реечные зубчатые передачи, обеспечивая высокий КПД эвольвентного зацепления и большое передаточное отношение червячного.
- Технологичность конструкции. До 4-х раз снижаются затраты в производстве и повышается производительность труда. Не требуются специальные зубообрабатывающие станки инструмент. Применяются универсальные обрабатывающие центры и универсальные инструменты.

На рисунке 2 приведены планетарные механизмы по схеме Джеймса на базе ЭЦ-зацепления с криволинейными зубьями (а), с разнесёнными сателлитами (б) и по схеме Давида (в) с использованием в одном ряду эвольвентного, в другом ряду – ЭЦ-зацепления.

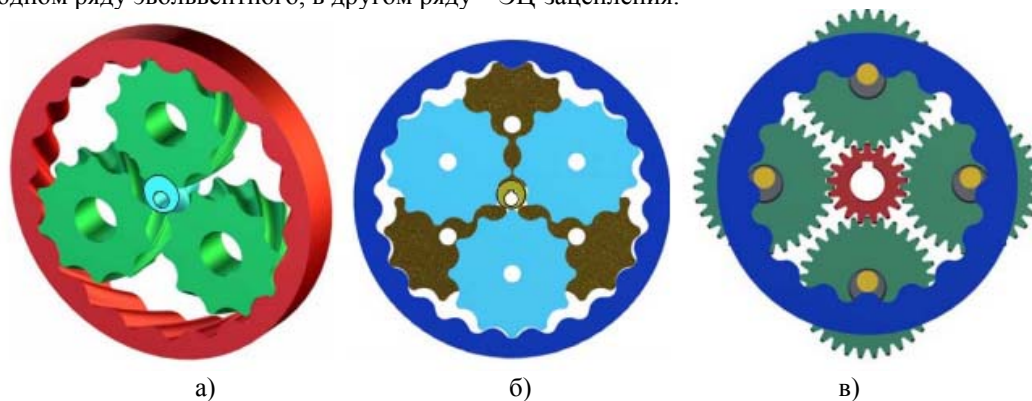


Рис. 2. Планетарные механизмы на основе ЭЦ-зацепления

Передаточные механизмы с ЭЦ-зацеплением находят применение во всех отраслях машиностроения, где необходимы редукторы с высокими нагрузочными характеристиками, например, тяговый редуктор локомотива, редуктор станка-качалки нефтепромыслового оборудования, планетарная коробка передач большегрузных карьерных самосвалов, бортовой редуктор колёсных и гусеничных транспортных средств, в горно-шахтном оборудовании, в судостроении, грузоподъемной технике

Низкая металлоёмкость, новые качественные характеристики и гибкое автоматизированное производство делают эту технологию недостижимой для конкурентов. Её развитие и распространение приведёт к вытеснению существующих передаточных устройств, снижая потребление десятков тысяч тонн металлов, экономя энергетические и водные ресурсы, уменьшая загрязнение окружающей среды. Внедрение ЭЦ-зацепления в 21 веке в машиностроении позволит на 20% сократить потребление ресурсов нашей планеты. Переход мирового редукторостроения на новый вид зубчатого зацепления – ЭЦ-зацепления, позволит:

- уменьшить потребление металла на 30% за счет увеличения передаточного числа в одной ступени до 20 (у эвольвентного зацепления - 8), что уменьшает количество ступеней в редукторе;
- уменьшить потребление подшипников на 30%, за счет уменьшения количества ступеней в редукторе;
- уменьшить потребление смазочных материалов на 70% за счет увеличения КПД в зацеплении более 99,9% (ЭЦ это полюсное зацепление);
- снизить потребление электроэнергии при эксплуатации в среднем на 15%, за счет уменьшения количества ступеней в редукторе и увеличения КПД в зацеплении;

- сократить эксплуатационные затраты на 50% за счет надежности ЭЦ-зацепления;
- уменьшить себестоимость изготовления на (50-70)% за счет применения общепромышленных станков и инструмента и уменьшения времени обработки зубьев (при изготовлении эвольвентных шестерен требуются дорогие специальные станки и дорогие специальные инструменты) [2].

Указанные преимущества обеспечивают высокую (более 30%) рентабельность производства и гарантируют минимальный срок окупаемости инвестиций. Машиностроительные предприятия, имеющие обрабатывающие центры, могут в течение одного месяца освоить производство новых редукторов.

ЭЦ-зацепление может составить серьезную конкуренцию не только традиционному эвольвентному зацеплению, но и другим разрабатываемым в настоящее время типам зацеплений.

Литература.

1. В.В. Становской, С.М. Казакиявичюс, Т.А. Ремнева, В.М. Кузнецов, А.М. Бубенчиков, Н.Р. Щербаков, Й. Шмидт. Двухступенчатый редуктор на основе эксцентриково-циклоидального зацепления (зацепление ExCyGear) // Вестник машиностроения – 2011. - №12, стр. 41-43.
2. <http://www.ec-gearing.ru/>.

СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*В.Г. Осипова, Там-Оглы Х.А. студенты группы 10В41,
научный руководитель: Пашкова Л.А., старший преподаватель кафедры ТМС
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

XX век внес существенный вклад в исследование тонких слоев материи. Открытие квантовых явлений сформировало новые направления развития в физике, химии, биологии, медицине и других естественных науках. Революционным достижением стало исследование и применение квантовых свойств наноразмерных слоёв и частиц. Такие свойства ярко выражены в структурах, имеющих по крайней мере один из размеров в нанометрическом диапазоне. Термин «наномир» появился в конце 20 века. Он простирается от индивидуальных атомов и молекул до наноструктур, поведение которых контролируется кванто-волновой природой электронов и фотонов. Наномир сегодня имеет огромный потенциал для развития новых направлений в формировании информационных систем и технологий. Значимость этих направлений продемонстрирована недавним присуждением Нобелевской премии по физике российским учёным А. Гейму и К. Новоселову, работающим в Великобритании, за получение уникального углеродного материала графена с естественным наноструктурированием.

Термин «нанoeлектроника» неразрывно связан с термином «микроелектроника» и отражает переход современной полупроводниковой электроники с характерными размерами в микронной и субмикронной области к элементам с размером в нанометровой области. Принципиально новая особенность нанoeлектроники связана с тем, что в элементах таких размеров начинают преобладать квантовые эффекты, т.е. в нанoelemente рассматриваются уже не электроны, как частицы переносящие заряд, а их волновые функции. Они и определяют специфические электронные, оптические, магнитные, химические, биохимические и другие свойства материалов и изделий. Как правило, нанoeлектронный элемент состоит из набора квантовых ям и потенциальных барьеров, и его энергетическая диаграмма существенно меняется с добавлением лишь одного электрона. Малая инерционность электронов позволяет эффективно использовать их взаимодействие с микрополями внутри атома, молекулы, кристаллической решетки для создания приборов и устройств нового поколения, в которых это взаимодействие используется для передачи, обработки и хранения информации. Единственным сдерживающим фактором развития нанoeлектроники на сегодняшний день являются недостаточно совершенные технологии. Развитие науки происходит стремительно, изобретения появляются с удивительной скоростью, так что будущее сулит новые достижения на основе новых принципов работы на уровне отдельных атомов. Наиболее коварной причиной внезапных разрушений объектов являются внутренние остаточные механические напряжения, возникающие в детали, сварном соединении или конструкции в целом. Эти напряжения в сталях могут достигать предела текучести, а в алюминиевых и титановых сплавах 70-80% предела текучести и часто оказываются более опасными в отношении снижения прочности, чем некоторые типы дефектов. Остаточными напряжениями при-