

УДК 514

МОДУЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС НАГРУЖЕННЫХ РЕДУКТОРОВ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Синицын Сергей Александровичдоктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой
«Теоретическая и прикладная механика»
Российского университета транспорта (РУТ(МИИТ))

Аннотация

Традиционные технологии изготовления зубчатых колес литьем и нарезанием из чугуна и стали, как правило, применяются для изготовления тихоходных, грубых механизмов широкого назначения. Для более тонких механизмов высокой степени надежности и долговечности с весовыми ограничениями используются иные технологии нарезания зубьев на фрезерных или специальных зуборезных станках способом прерывного поворота колеса с целью прорезания впадины между зубьями. Повышение качества поверхности зуба и геометрической точности изготовления детали может быть получено с помощью технологии непрерывного вращения колеса в процессе нарезания зубьев, способом обкатки. Такая технология требует не только высокой точности при изготовлении режущего инструмента, но и рационального выбора профиля при заданном модуле. Такие зуборезные инструменты имеют размеры в соответствии со стандартными модулями. Современные модульные инструменты обеспечивают высокую точность изготовления зубчатых колес, соответствующую конструкторским расчетам и работу механизмов передач с наиболее качественными характеристиками плавности и шумности.

Ключевые слова: технологии изготовления зубчатых колес, зубчатые колеса тонких механизмов, технология обкатки, модульные инструменты, точность изготовления, качественные характеристики зацеплений.

MODULAR GEAR MANUFACTURING TECHNOLOGY WHEELS OF LOADED GEARBOXES OF TRANSPORT MACHINES

Sergey A. SinitsynDoctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department
"Theoretical and Applied Mechanics"
Russian University of Transport (RUT (MIIT))

ABSTRACT

Traditional technologies for the manufacture of gear wheels by casting and cutting from cast iron and steel, as a rule, are used for the manufacture of low-speed, rough mechanisms for a wide range of purposes. For thinner mechanisms with a high degree of reliability and durability with weight restrictions, other technologies are used for cutting teeth on milling or special gear cutting machines by intermittent rotation of the wheel in order to cut a cavity between the teeth. Improving the quality of the surface of the tooth and the geometric accuracy of manufacturing a part can be obtained using the technology of continuous rotation of the wheel in the process of cutting teeth, by the rolling method. This technology requires not only high precision in the manufacture of cutting tools, but also a rational choice of a profile for a given modulus. These gear cutting tools are sized according to standard modules. Modern modular tools provide high precision of gear wheel manufacturing, corresponding to design calculations and operation of gear mechanisms with the highest quality characteristics of smoothness and noise.

Key words: technologies for the manufacture of gears, gears of fine mechanisms, running-in technology, modular tools, manufacturing accuracy, quality characteristics of gearing.

Повышенные требования к точности зуборезных инструментов вызывают необходимость сохранения формы режущего профиля, который у модульных зуборезных инструментов выполняется особым способом послойного удаления профиля режущей кромки (рис.1). При этом легко заметить, что режущим всегда будет верхний слой, а все последующие слои не соприкасаются с металлом нарезаемого колеса и остаются как бы в резерве для переточки режущего лезвия инструмента [1,с.54].

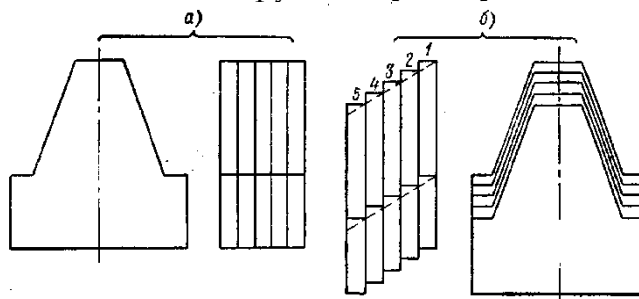


Рис.1. Схема послойного удаления профиля режущей кромки

На рис.2 показана дисковая модульная фреза и стрелками указаны направления вращения фрезы и продольного перемещения заготовки [2, с.75]. После прохода фрезы на всю ширину b заготовки колеса, последняя отводится в исходное положение, поворачивается вокруг своей оси на шаг t , и процесс нарезания повторяется.

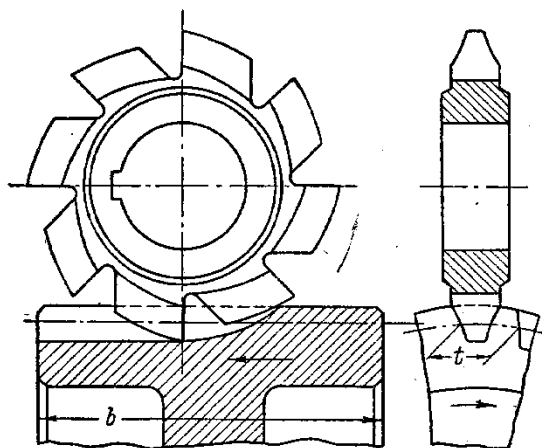


Рис.2. Нарезания зубьев дисковой модульной фрезой с продольным перемещением заготовки

На рис.3 дан общий вид модульного станка с фрезой вертикального перемещения [3,с.8]. По сравнению со станками, где перемещается стол с закрепленным на нем колесом, этот станок более эффективен, поскольку не требует затрат времени на обратный (холостой) ход фрезы, на поворот колеса на шаг t , на остановку и пуск станка в ход.

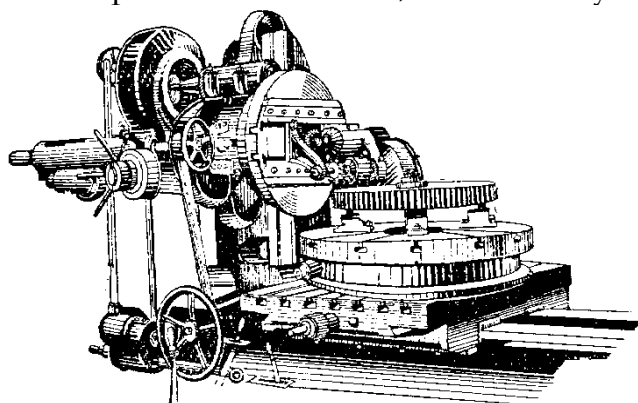


Рис.3. Общий вид модульного станка

Более точным является нарезание методом обкатки [4,с.44]. На рис.4 приведена схема нарезания зубьев червячной фрезой. Ось вращения фрезы наклонена под углом λ к оси вращения колеса, где λ – угол подъема винтовой линии фрезы. На рис. 4 колесо вращается по стрелке B , а фреза, вращаясь по стрелке A , перемещается по стрелке B [5,с.228].

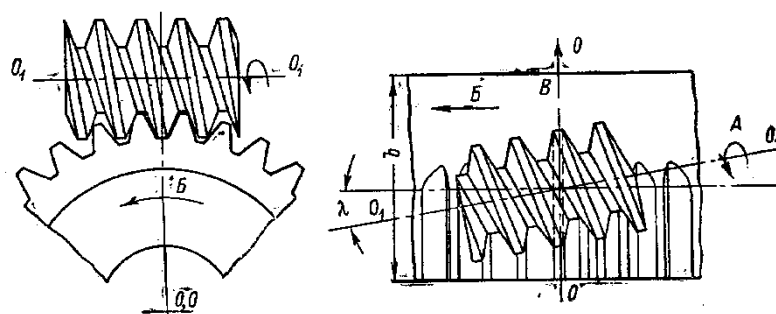


Рис.4 Схема нарезания зубьев червячной фрезой

Таким образом, зубья нарезаются по своей окружности постепенно на всю длину b .

На рис.5 показана отдельно червячная фреза. Если червячную фрезу рассечь диаметральной плоскостью, то в сечении получим зубчатую рейку. Зуборезная рейка совершает движения перпендикулярно к плоскости чертежа на всю длину зуба, а заготовка поворачивается вокруг оси, одновременно перемещаясь вдоль зуборезной рейки [6,с.112]. Таким образом, колесо перекачивается по рейке, а рейка нарезает зубья (рис.6).

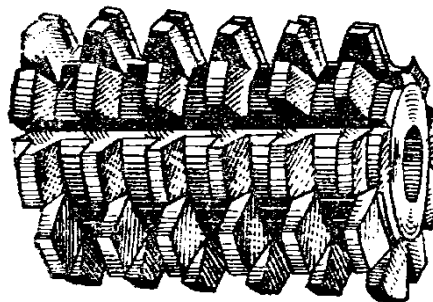


Рис.5 Принципиальная конструкция червячной фрезы

Для нарезания зубьев с внутренним зацеплением применять червячную фрезу или рейку не представляется возможным [7,с.57]. В этом случае зуборезный инструмент выполняется в виде зубчатого колеса, у которого зубья являются резами. Такой инструмент называется долбяком. Нарезаемое колесо и долбяк вращаются в одну и ту же сторону, причем долбяк совершает движение вдоль зубьев и нарезает их.

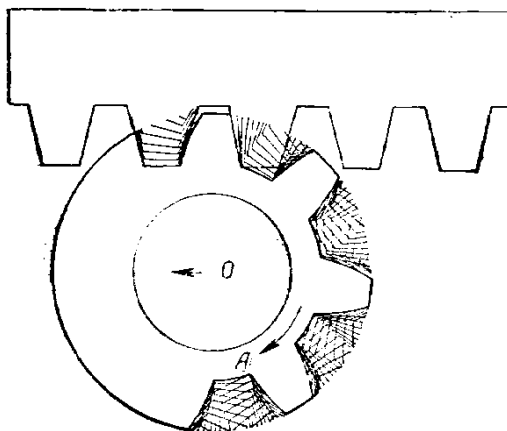


Рис.6 Схема нарезания зубьев с помощью рейки

Зубья конических зубчатых колес, как и цилиндрических, нарезаются по методу обкатки. При этом шестерня вращается вокруг оси, перпендикулярной плоскости чертежа, а колесо вращается вокруг оси, лежащей в плоскости чертежа (рис.7).

При обкатке зубья колеса 2 образуют зубья шестерни 1. Этот процесс реализуется на специальных высокоточных станках с числовым управлением.

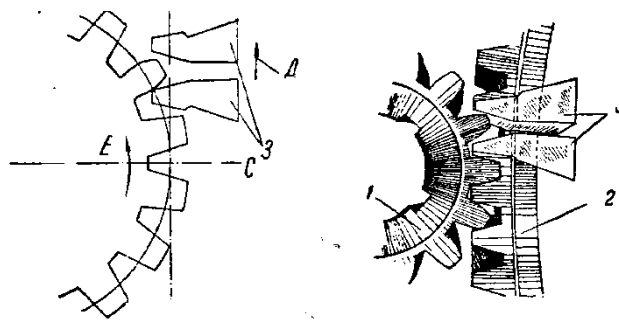


Рис.7 Схема нарезания зубьев конических колес

Резцы 3 совершают возвратно-поступательное движение вдоль образующей начального конуса шестерни и в то же время перемещаются по стрелке Д. В это время шестерня поворачивается вокруг своей оси по стрелке Е.

Список литературы

1. Сеницын С.А. Погрешность формообразования поверхности точечного каркаса. Оригинальные исследования. 2020.т.10.№2.с.51-56.
2. Панченко В.А., Дубровин В.С. Механика, теоретическая механика, техническая механика, РУТ, Москва, 2018, 192с.
3. Сеницын С.А., Гусарова О.Ф. Информационные характеристики доверительных диапазонов параметров ситуационных моделей// Оригинальные исследования.т.9. 2019. №4. С.4-12.
4. Гусарова О.Ф., Панченко В.А., Сеницын С.А. Инженерная компьютерная графика. РРУТ, Москва, 2020, 149с.
5. Погорелов И.А., Гурский Ф.А., Панченко В.А. Разработка трекера для солнечных модулей. Инновации в сельском хозяйстве. 2018, №2(27), с.226-231.
6. Панченко В.А., Сеницын С.А., Дубровин В.С. Выполнение сборочных моделей и рабочей конструкторской документации средствами САПР Компас-3D. РУТ, Москва, 2018, 164с.
7. Левчук Т.В., Дубровин В.С., Панченко В.А. Механика, теоретическая механика и прикладная механика. РУТ, Москва, 2021, 190с.

References

1. Sinitsyn S.A. The error in the formation of the surface of the point frame. Original research. 2020.t.10.№2.p.51-56.
2. Panchenko V.A., Dubrovin V.S. Mechanics, theoretical mechanics, technical mechanics, RTH, Moscow, 2018, 192p.
3. Sinitsyn S.A., Gusarova O.F. Information characteristics of the confidence ranges of the parameters of situational models // Original research, vol. 9. 2019. No. 4. S.4-12.
4. Gusarova O.F., Panchenko V.A., Sinitsyn S.A. Engineering computer graphics. RRUT, Moscow, 2020, 149p.
5. Pogorelov I.A., Gursky F.A., Panchenko V.A. Development of a tracker for solar modules. Agricultural innovations. 2018, No. 2 (27), pp. 226-231.
6. Panchenko V.A., Sinitsyn S.A., Dubrovin V.S. Execution of assembly models and working design documentation by means of CAD Compass-3D. RUT, Moscow, 2018, 164p.
7. Levchuk T.V., Dubrovin V.S., Panchenko V.A. Mechanics, theoretical mechanics and applied mechanics. RUT, Moscow, 2021, 190p.