

УДК 621.9.06

Вовна М. С.

Научный руководитель: ст. преподаватель Мирошниченко И.А.

МЕТОДИКА ХОЛОДНОГО НАКАТЫВАНИЯ МЕЛКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС, ШЛИЦОВ. ПРЕИМУЩЕСТВА НАКАТКИ ПЕРЕД НАРЕЗАНИЕМ

Введение

Цель работы – разработка научно обоснованных основ проектирования процессов объемного формообразования накатыванием, разработка и внедрение на этой основе технологий получения данных профилей, обеспечивающих уменьшение трудоемкости, материалоемкости и улучшение качества изделий машиностроения.

Процессы формирования внутренних внутренних периодических профилей резанием являются трудоемкими и малопроизводительными. Трудоемкость их изготовления составляет 70-80% общей трудоемкости обработки детали. Низкая производительность оборудования требует значительного парка станков и больших производственных площадей.

Для решения важнейших задач экономического развития страны, необходимо совершенствование трудоемких производственных процессов, у которых низкая производительность труда, высокая себестоимость изделия, велики затраты материалов. К таким процессам относятся технологии формирования внутренних зубчатых и других периодических профилей.

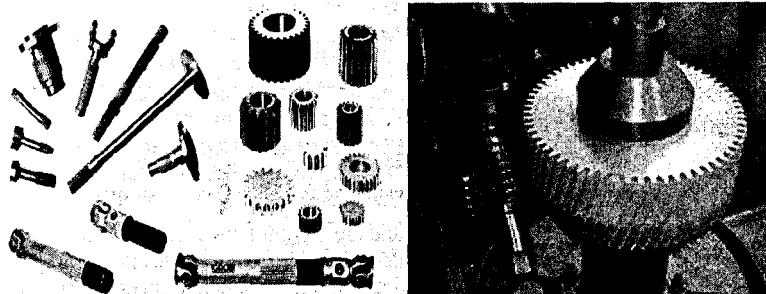


Рисунок 1 – Продукция холодного накатывания

Преимущества холодного накатывания

Внедрение технологий обеспечивает увеличение производительности труда в 1,7–2,5 раза, повышение прочности зубчатых венцов в 1,5–2,0 раза; снижение уровня шумов на 20-30%.

Главным преимуществом холодного накатывания перед нарезанием является то, что при накатке не повреждается структура металла, тем самым увеличивается прочность и износостойкость деталей.

Новая технология имеет широкое прикладное значение и может применяться при производстве машин для обработки пищевых продуктов, льноуборочных, хлопкоуборочных, текстильных и бытовых машин, насосов, электромоторов, часовых механизмов, деталей космических аппаратов и других.

Холодное формообразование рабочих элементов позволяет отказаться от использования нагревательного оборудования, исключить энергетические затраты на нагрев, не учитывать влияние структурных изменений материала заготовки и температурные изменения размеров инструмента. Но важнейшим преимуществом является возможность по-

лучать более точную геометрию и высокий класс шероховатости без применения финишных операций за счет упрочненного поверхностного слоя. Степень поверхностного упрочнения материала зубчатого колеса, полученного холодным накатыванием, выше, при этом остаточные напряжения в поверхностных слоях зубьев позволяют использовать такие передачи с более высокими нагрузками до 20%. Однако недостатком холодного формообразования является ограничение величины модуля зубчатого колеса. Для компактных материалов эта величина ограничена 1,5 мм при прутковом накатывании.

Сущность процесса холодного накатывания

Общие сведения

Этот метод служит для того, чтобы из круглой металлической заготовки за одну рабочую операцию путем холодного накатывания получать точные шлицевые профили.

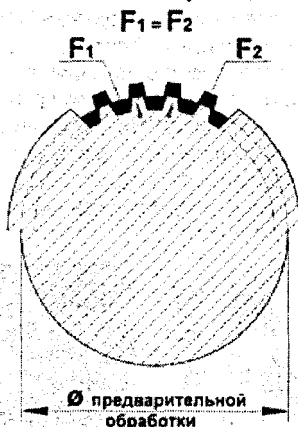


Рисунок 2 – Вытеснение материала в радиальном направлении от ножки зуба к его головке

При этом материал вытесняется в радиальном направлении от основания шлица к его наружной поверхности (рисунок 2). Таким образом, диаметр заготовки всегда меньше, чем наружный диаметр готовой детали. Удлинение детали обычно не наблюдается.

Процесс холодного накатывания

Он заключается в том, что большое число кратковременных воздействий инструмента на деталь приводит к равномерному холодному "течению" материала по периметру и длине детали, в результате чего образуются зубчатые венцы желаемой формы. Этот процесс практически осуществляется следующим образом.

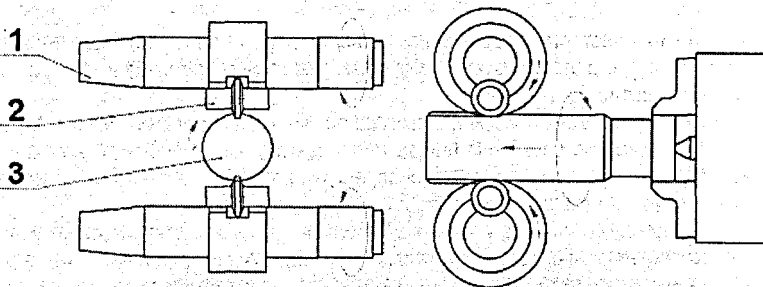


Рисунок 3 – Процесс холодного накатывания

Две накатные головки 1, оснащённые расположенными по их периметру напротив друг друга и планетарно вращающимися навстречу друг другу накатными роликами 2, одновременно, симметрично и в течение очень коротких промежутков времени отдельных процессов холодного накатывания обрабатывают деталь 3, которая вращается вокруг собственной оси. Накатные головки и деталь относительно чисел оборотов связаны между собой таким образом, что каждый новый контакт инструмента с деталью происходит в новой впадине между зубьями. Одновременно осуществляется продольная подача детали, которая обеспечивает равномерное распространение процесса холодного пластического формообразования по всей длине детали. При каждом проходе роликов происходит частичная пластическая деформация, которая представляет собой продольный участок впадины между зубьями, соответствующий величине подачи. Благодаря этому деталь подвергается пластической деформации только в краевой зоне, в то время как ее сердцевина остается неизменной.

Технология формообразования сводится к многократному силовому прокатыванию предварительно обработанной после штамповки заготовки между парой роликов. После получения соответствующего профиля шлиц по данной технологии, дальнейшая мехобработка и термообработка профиля не производится.

Станки для холодного накатывания

В области холодного формообразования на сегодняшний день наиболее распространены станки швейцарской фирмы ERNST GROB AG.

ERNST GROB AG – станкостроительная фирма, успешно работает на рынке станкостроения и имеет большой опыт в разработке и поставке станков для холодного накатывания и принадлежностей к ним.

Главной областью применения станков для холодного накатывания фирмы ERNST GROB AG является автомобилестроение с самыми разнообразными деталями зубчатых зацеплений, которые служат для передачи вращающих моментов.

Благодаря высоким рабочим скоростям и простым недорогим инструментам (накатные ролики) гарантируется высокая экономичность производства деталей. Гибкость настройки станков с компьютерным управлением позволяет изготавливать детали в реальном масштабе времени, и легко встраивать станки в технологические системы за счет наличия хорошо отработанных концепций автоматизации.

Применение технологии холодного накатывания шлицов на установке швейцарской фирмы «GROB» имеет целью получение высокого класса чистоты поверхности, точности профиля и твердости рабочих поверхностей шлицев.

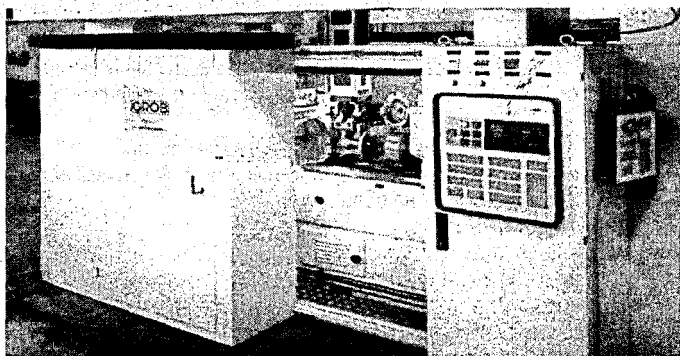


Рисунок 4 – установка швейцарской фирмы «ERNST GROB»

Моделирование холодного накатывания зубчатых колес

В настоящее время повышение эффективности производства невозможно без развития современных методов чистовой обработки. В области зубонарезания таким методом является профильное накатывание зубьев, так как оно обладает существенными преимуществами перед шевингованием: оно в несколько раз более производительное, обеспечивает большую износостойкость и прочность зубьев и увеличивает коэффициент использования материала.

Существует три схемы накатывания, различающиеся взаимным расположением и перемещением заготовки и формообразующего инструмента:

- накатывание с радиальной подачей накатных роликов (штучное накатывание);
- накатывание с аксиальной (осевой) подачей накатных роликов (прутковое накатывание);
- накатывание с тангенциальной подачей формообразующего инструмента (накатывание плоскими плашками).

Выбор наиболее рациональной схемы холодного накатывания

В промышленности применяются три основные схемы холодного профильного накатывания:

- одним накатником с поперечным движением подачи по методу «Монорол»;
- двумя накатниками с поперечным движением подачи по методу Форда;
- тремя накатниками с продольным движением подачи.

Для обработки мелкозубчатых венцов применяется профильное накатывание двумя профильными роликами.

Две симметрично расположенные накатные головки, оснащены свободно вращающимися роликами. Сочетание планетарного вращения роликов и вращения заготовки обеспечивает кратковременный контакт роликов с заготовкой. Соотношение движений подбирается таким образом, чтобы каждый новый контакт инструмента с деталью происходил в новой впадине между зубьями. Продольная подача заготовки обеспечивает равномерное распространение процесса холодного пластического формообразования по всей длине заготовки. При каждом проходе роликов происходит частичная пластическая деформация, которая представляет собой продольный участок впадины между зубьями, соответствующий величине подачи. Благодаря этому деталь подвергается пластической деформации только в краевой зоне, в то время как ее сердцевина остается неизменной. Формирование профиля зубчатого венца происходит при многократном силовом воздействии пары роликов на предварительно обточенную заготовку.

При профильном черновом накатывании холодное пластическое деформирование большого объема металла впадины приведет к значительным силам деформирования. Применение горячего пластического деформирования не обеспечит требуемой точности зубчатого венца.

Поэтому холодное профильное накатывание среднемодульных зубчатых венцов применяется как чистовая обработка венцов, предварительно полученных фрезерованием или долблением.

Для накатывания тремя накатниками типично обжигать детали, что дает возможность работать с большей скоростью деформаций, большими применяемыми силами и, следовательно, с меньшим временем на обработку.

Холодное накатывание в Беларуси

Одним из крупнейших предприятий, использующих производство деталей методами холодного формообразования, является ОАО «Белкард», расположенный в городе Гродно.

ОАО «Белкард» сегодня – это предприятие, оснащенное высокопроизводительным металлообрабатывающим оборудованием, в т.ч. станками-полуавтоматами, агрегатами и специальным оборудованием и автоматическими линиями.

При производстве карданных валов на Гродненском ОАО «Белкард» применяется ряд высоких и уникальных технологий:

- технология нанесения антифрикционного полимерного покрытия на шлицевое соединение;
- технология холодного формообразования шлиц методом пластического деформирования;
- технология закалки крестовин карданных валов токами высокой частоты;
- технология получения трубы телескопической защиты методом ротационного пластического деформирования.

Номенклатура выпускаемой продукции и её характеристики

ОАО «Белкард» оснащено высокопроизводительным металлообрабатывающим и кузнечно-прессовым оборудованием: автоматическими линиями, станками-полуавтоматами, специальными приспособлениями и инструментом.

ОАО «Белкард» тесно сотрудничает и с другими машиностроительными предприятиями. Это ОАО «ВИСТАН» г. Витебск, Минский станкостроительный завод «МЗОР», ОАО «СтанкоГомель», «Молодечненский станкостроительный завод», Барановичский станкостроительный завод, ОАО Станкозавод «Красный борец» и многие другие как в Республике Беларусь, так и за рубежом. Эти предприятия изготавливают для ОАО «Белкард» станки и станочное оборудование: Станок Ф-32Г, Станок 16ВТ20П, Станок МС9В731-1, Станок ГС 526У, Станок ХШ1-140Ф2н1.

В настоящее время завод серийно выпускает свыше 600 наименований карданных передач и валов. В том числе:

- к автомобилям МАЗ, МАЗ-МАН, БелАЗ, КамАЗ, УралАЗ, КраЗ, ЗИЛ, КАЗ, ГАЗ, УАЗ;
- для автобусов ЛАЗ, ЛиАЗ, «Икарус», ПАЗ, РАФ, МАЗ, ГАЗ, КАВЗ, «Волжанин»;
- для тракторов Минского, Павлодарского, Волгоградского, Алтайского, Онежского, Санкт-Петербургского, Чебоксарского тракторных заводов;
- для автомобильных кранов, автогрейдеров, экскаваторов, скреперов и самосвалов МоАЗ;
- для трамваев, троллейбусов, железнодорожных пассажирских вагонов;
- для сельскохозяйственных машин;
- для легковых автомобилей ГАЗ, ВАЗ, GM-АвтоВАЗ, KIA «Sportage»;
- для автомобилей топливозаправщиков и автопогрузчиков;
- карданные валы и шарниры к изделиям Амкорд.

Заключение

Холодное профильное накатывание с продольным движением подачи обеспечивает большую точность обработки по сравнению с накатыванием с поперечным движением подачи.

Накатывание тремя накатниками обеспечивает большую производительность обработки, чем накатывание один или двумя накатниками.

Также при холодном формообразовании мы получаем упрочненный поверхностный слой, что позволяет использовать такие передачи с более высокими нагрузками. При накатывании повышается износостойкость и прочность деталей и увеличивается коэффициент использования материала.

И немаловажно то, что при использовании холодного накатывания повышается экономическая эффективность производства.

В Республике Беларусь также ведется модернизация производства, пример тому ОАО «Белкард».

ОАО «Белкард» оснащено высокопроизводительным металлообрабатывающим и кузнечно-прессовым оборудованием: автоматическими линиями, станками-полуавтоматами, специальными приспособлениями и инструментом.

Список цитированных источников

1. Буянов, А.С. Выбор наиболее рациональной схемы холодного профильного накатывания зубьев / А.С. Буянов, В.М. Виноградов, А.А. Черепахин // Автомобиле- и тракторостроение в России: приоритеты развития и подготовка кадров: материалы Международной научно-технической конференции ААИ. – МГТУ «МАМИ».
2. Научная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dissercat.com/content/kholodnoe-nakatyvanie-zubchatykh-i-shlitsevykh-profilei-vnutrennego-zatsepleniya-na-spechennix-z20VKbtHrT>.
3. Кривко, М.С. Моделирование холодного штучного накатывания зубчатых колес / М.С. Кривко. – Краснодар: КубГУ.
4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://technologymash.ru/articles/obrabotka-shlitsevyih-poverhnostej/metody-obrabotki-elementov-shlitsevyih-valov-i-vtulok>.

УДК 539.3

Вовна М.С., Рапинчук Э.С.

Научный руководитель: ассистент Гарбачевский В.В.

МОДУЛЬ VB ДЛЯ РАСЧЕТА ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОФИЛЯ И НАПРЯЖЕНИЙ В СЕЧЕНИИ ПРИ ВНЕЦЕНТРЕННОМ РАСТЯЖЕНИИ-СЖАТИИ

Введение

В инженерной практике часто требуется рассчитывать геометрические характеристики сечений различной формы и проверять их на прочность при внецентренном растяжении-сжатии.

Для простых сечений это легко можно сделать аналитическим путем, а для сложных или составных объем вычислений значительно возрастает и требует применения специальных методов, что усложняет расчет.

Для этих целей была создана прикладная программа, написанная на языке VB. Данная программа позволяет рассчитывать приблизительные значения геометрических характеристик профилей различного типа и напряжений в сечении при внецентренном растяжении-сжатии. Особенностью данной программы является импорт геометрии сечения из CAD систем. Импорт производится при помощи специального формата IGES (.IGS) – Initial Graphics Exchange, являющегося стандартным форматом обмена данными между различными САПР.

Описание расширения формата IGES

При помощи формата IGES из CAD можно передавать модели круговых диаграмм, каркасов моделей, поверхностей любой формы или представления сплошных моделей.

Открыть файлы .IGS можно большинством программ параметрического проектирования, например Solidworks, Kompas 3D, AutoCAD, Autodesk 3ds Max, Rhinoceros 3D и т.д.

IGES-файл состоит из 80-символьных ASCII-записей (длина записи произошла из эры перфокарт). Текстовые строки представлены в «Холлперит» формате – число символов в строке, плюс буква «H» и сама строка.

Характеристики и геометрическая информация для каждой сущности поделены между двумя секциями; одна – в формате фиксированной длины (Directory Entry, или DE секция), другая в составной записи, с фиксированной точкой (Parameter Data, или PD секция) [1].

Некоторые объекты.

Circular Arc Entity. Дуга окружности. Тип 100.

Круговая дуга является частью круга, у неё есть начальная и конечная точки, не равные друг другу. Система пространственных координат всегда выбирается так, чтобы круговая дуга находилась в плоскости совпадающей или параллельной плоскости ХТ, УТ.