

Для изучения деформирования выдавливаемого порошка были использованы инструменты обеих конструкций с разрезами в осевой плоскости. Это позволило извлекать уплотненный материал из их полости. В конической части матрицы (см. рис. 1) уплотненный порошок не имел каких-либо дефектов. В верхней части расширяющейся полости инструмента (см. рис. 2) и уплотненном порошке образуются продольные трещины, которые исчезают в нижней части полости.

Для выявления характера деформации и его очага при выдавливании порошка извлеченную из матрицы (см. рис. 1) заготовку разрезали по осевой плоскости и на поверхность отшлифованного среза наносили параллельные полосы вдоль и поперек оси заготовки. Совмещенные части заготовки устанавливали в инструмент и проводили выдавливание. Картина муаровых полос отличается от типичной для выдавливания компактных материалов распространением деформации в калибрующую часть матрицы, что может быть объяснено неравномерным по сечению разуплотнением (увеличением объема) порошка. Центральная часть очага деформации характеризуется разрывами скоростей, а следовательно, и напряжений, что связано с изменением объема материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Степаненко А.В., Исаевич Л.А., Веремейчик А.А. Непрерывное формование труб из металлических порошков // Порошковая металлургия. – 1983. – №11. – С. 12–17. 2. Федорченко И.М., Кушевский А.Е., Мозоль Т.Ф., Чудовский В.Ф. Особенности уплотнения металлических порошков при прессовании // Порошковая металлургия. – 1987. – № 3. – С. 13–17.

УДК 621.771

Л.А. ЖЕЛТОНОГА, А.А. ЛИСТОВЕНКО,
В.А. ТИМАНЮК

ПОГРЕШНОСТИ ПОКОВОК И ПРИЧИНЫ ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПРИ ТОЧНОЙ ШТАМПОВКЕ

Широкое внедрение точной горячей штамповки поковок в закрытых штампах с минимальными припусками или без припусков сдерживается из-за недостаточной точности получаемых поковок. Горячая штамповка зубчатых колес с оформленным зубчатым венцом позволяет повысить долговечность деталей, снизить трудоемкость и металлоемкость процесса.

Опыт внедрения штамповки зубчатых колес показал, что основные погрешности зубчатого венца возникают как при изготовлении матриц, так и при штамповке поковок. Для учета и назначения необходимой точности инструмента определяли степень влияния различных операций техпроцессов изготовления матриц и поковок на геометрическую точность зубчатого венца. Погрешности параметров зубчатого венца и характер их наследования изучали в ходе комплексного техпроцесса, состоящего из трех взаимосвязанных процессов получения мастер-инструмента, матриц и поковок (рис. 1).

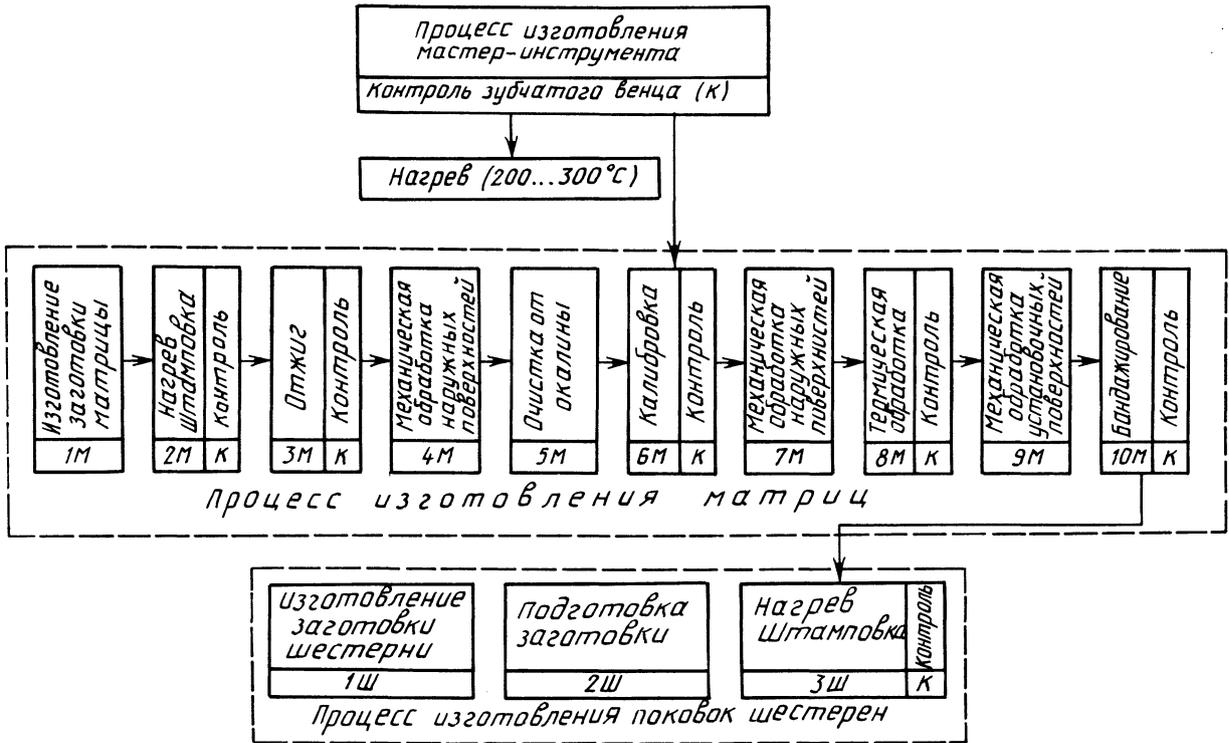


Рис. 1. Комплексный технологический процесс изготовления заготовок шестерен с зубчатым венцом

Межоперационный контроль проводили с помощью стандартных приборов и инструментов. Совмещение оси поверхности зубчатого венца поковки или матрицы с измерительной осью прибора проводили с помощью специального приспособления, позволяющего усреднить отклонение измеряемых параметров.

Коэффициент усадки определяли из соотношения $K = (A_1 - A_2) / A_1$, где A_1 , A_2 – контролируемый параметр перед технологической операцией и после нее.

Коэффициент K (рис. 2, а) имеет наибольшие значения при термических операциях техпроцесса (охлаждение деталей после штамповки, отжиг) и бандажировании. Колебания измеряемых параметров (рис. 2, б) характеризует зависимость точности поковок от технологических операций.

Анализ изменений размеров зубчатого венца в процессе его изготовления показал, что все погрешности в зависимости от природы их возникновения целесообразно разделить на пять видов:

- 1) появляющиеся в результате операций штамповки. Они проявляются в виде износа деформирующего инструмента, незаполнения его гравюры, зажимов и заштамповки смазочного материала;
- 2) вызываемые неравномерностью нагрева и охлаждения различных частей заготовок, инструмента или изделия, неравномерной упругой деформацией инструмента из-за неправильной установки заготовки;
- 3) наследственного характера, т. е. передаваемые от инструмента изделию;
- 4) происходящие из-за температурных деформаций после нагрева или охлаждения инструмента или изделий;
- 5) вызванные упругими деформациями, зависящими от физико-механических свойств материала и от конструкции оснастки.

Каждая операция техпроцесса сопровождается одним или несколькими видами искажений. Эти искажения необходимо учитывать при разработке процесса или при небольших значениях ими можно пренебречь.

Горячая штамповка матриц сопровождается главным образом искажениями I и IV видов (рис. 2, б, кривая 2) и характеризуется большой величиной отклонений для партии матриц. Так как замеры конических матриц представляют определенную трудность в связи с отсутствием необходимых приборов и методов измерения, замеры проводили на цилиндрических матрицах, изготавливаемых по технологии, принятой для конических матриц.

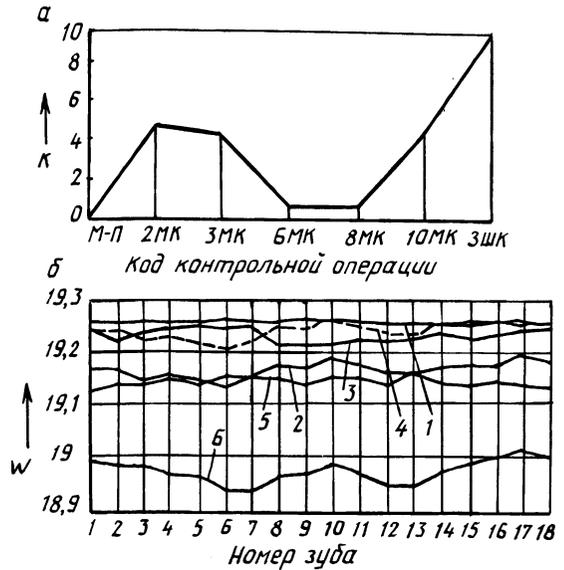
Отжиг матриц после штамповки не вносит существенных изменений в геометрию профиля зубчатого венца.

Холодная калибровка значительно снижает отклонения размеров гравюры и сопровождается искажениями V и III видов (кривые 1...3).

Термообработка матриц сопровождается искажениями II вида (кривая 4). Эллиптическая форма зубчатого венца приводит к значительному разбросу параметров для партии матриц. Эллипсность венца зависит от толщины стенок матрицы: у матриц с более толстыми стенками она меньше, хотя исходя из условий эксплуатации толщину стенок матриц следует назначать равной толщине зуба.

Бандажирование матриц приводит к искажениям V вида, аналогичным отклонениям, возникающим при термообработке или оставшимся после электроэрозионной обработки, что указывает на III вид погрешностей (кривая 5).

Рис. 2. Изменения коэффициента усадки (a) и длины общей нормали (b) в ходе технологического процесса



Деформации V вида весьма стабильны. Для партии матриц разброс параметров не превышал 0,03 мм.

При штамповке поковок возникают искажения III и IV видов. При этом усадки IV вида в несколько раз превосходят другие искажения (кривая б). Изменение температуры заготовки на 150 °С приводит к изменению длины общей нормали $W = 19,08$ мм на 0,04...0,05 мм; размера по роликам $M = 50$ мм — на 0,1...0,12 мм. При стабилизации температуры заготовки размеры зубчатого венца остаются постоянными. Таким образом, температурные усадки можно рассчитать с достаточной точностью и при надежном контроле температуры нагрева заготовок обеспечить необходимую точность размеров зубчатого венца.

Анализируя воздействие различных видов искажений на точность зубчатого профиля, можно разделить погрешности на две группы — систематические и бессистемные. Систематические искажения постоянны, поддаются расчету, контролю и воспроизводимы с достаточной точностью. Группа систематических погрешностей включает искажения IV и V видов и частично I вида, связанных с износом деформирующего инструмента. Бессистемные искажения имеют спонтанный характер и учитываются с трудом. К ним принадлежат искажения I и II видов. Так как на точность зубчатого венца влияют в основном систематические погрешности, необходимо разработать инженерные методы расчета этих погрешностей, исключить из техпроцесса операции, приводящие к появлению бессистемных искажений.