

УДК 621.7.043

Формирование зубчатого венца шестерни из 18ХГР при прецизионной горячей объемной штамповке

Ринатов Инсан Ринатович

*Студент 4 курса бакалавриата,
кафедра «Технологии обработки давлением»
Московский государственный технический университет*

*Научный руководитель: О.А. Белокуров,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии обработки давлением»*

1. Введение

Шестерни относятся к категории наиболее нагруженных элементов трансмиссии. Они работают в условиях высоких контактных напряжений, знакопеременных нагрузок и интенсивного износа, что предъявляет жесткие требования к их прочности, твердости поверхности и точности геометрии.

Традиционная технология изготовления таких шестерен включает горячую штамповку с последующей механической обработкой. Однако механическое нарезание зубьев не только увеличивает трудоемкость и расход материала (до 25–30% металла уходит в стружку), но и перерезает волокна макроструктуры, снижая усталостную прочность зубьев.

Альтернативой является точная горячая штамповка – процесс формообразования зубчатого венца непосредственно в закрытом штампе без последующего резания металла. Данный метод обеспечивает:

- формирование зубьев с допусками, близкими к чистовым;
- благоприятное (неразрезанное) расположение волокон, повышающее несущую способность на 20–30%;
- высокий коэффициент использования металла (до 90–95%);
- сокращение производственного цикла за счет исключения операций зубонарезания.

2. Постановка задачи

Целью данной работы является разработка технологического процесса точной горячей штамповки поковки шестерни (см. рис. 1) из стали 18ХГР, обеспечивающего получение качественной заготовки с минимальными припусками на последующую механическую обработку и благоприятной макроструктурой материала.



Рис. 1. 3D модель детали

3. Разработка технологического процесса

Технологический процесс точной горячей штамповки поковки из 18ХГР включает три перехода.

Нагретая до 1180–1200 °С цилиндрическая заготовка осаживается между плоскими плитами. Цель – удаление окалины, увеличение диаметра заготовки и создание бочкообразной формы для устойчивого позиционирования в последующих ручьях.

Заготовка при температуре 1100–1150 °С деформируется в предварительном ручье. При деформировании обеспечивается равномерное распределение металла перед окончательным переходом.

Окончательное формообразование в закрытом штампе при 1000–1050 °С. Полость штампа полностью замкнута, облой отсутствует. Компенсационные полости в малонагруженных зонах принимают избыток металла при колебаниях массы заготовки. Поковка максимально приближена к чертежным размерам.

Для изготовления поковки шестерни первой передачи вторичного вала в качестве исходной заготовки используется прокат круглого сечения размером 95×166 мм. Выбор данных размеров обусловлен необходимостью обеспечения требуемого объема металла для формирования поковки с учётом угара металла при нагреве, припусков на последующую механическую обработку и компенсатора.

В качестве материала используется сталь 18ХГР — хромомарганцовистая сталь с бором, предназначенная для цементуемых изделий. Она обладает хорошей технологичностью при горячей штамповке, достаточной прокаливаемостью и стабильными свойствами после химико-термической обработки.

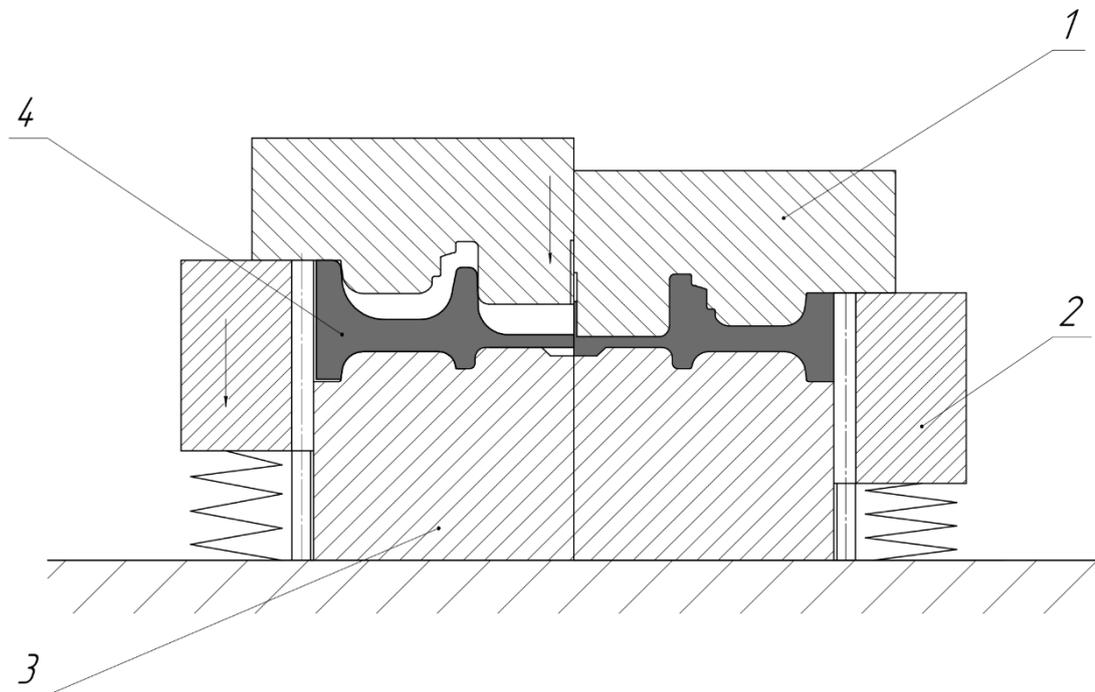


Рис. 3. Схема штамповки (1 – верхний пунсон, 2 – плавающая матрица, 3 – нижний пуансон, 4 – поковка)

4. Моделирование процесса в QForm

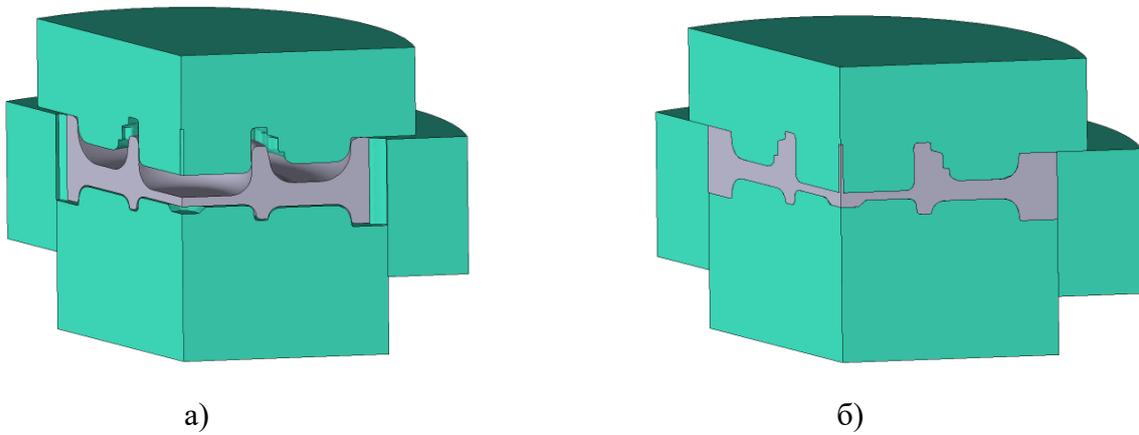


Рис. 4. Начальное (а) и конечное (б) положения



Рис. 5. Зона контакта заготовки с инструментом

Инструмент 1: Пуансон - Сила, МН

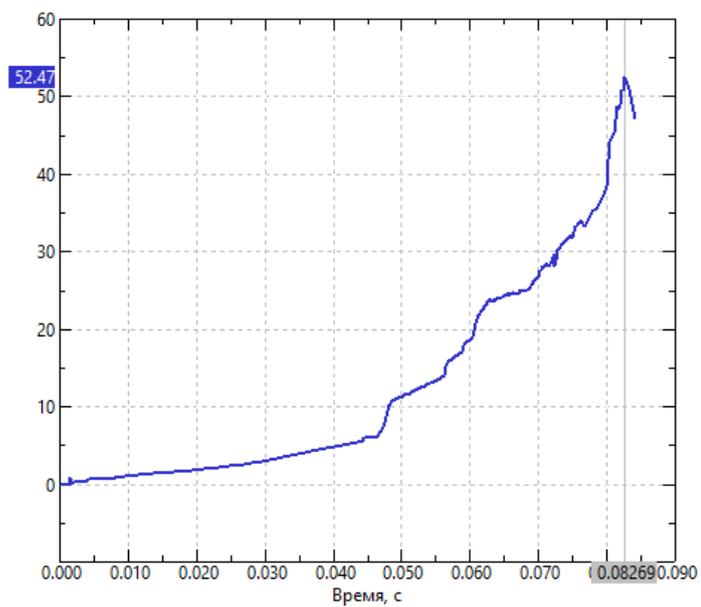


Рис. 6. Зависимость силы штамповки от времени

Вывод

В результате проведённой работы разработан технологический процесс прецизионной горячей объемной штамповки поковки шестерни из стали 18ХГР. Предложенная схема, включающая три перехода формообразования, обеспечивает получение заготовки, максимально приближенной к готовой детали по геометрии, с минимальными припусками на последующую механическую обработку.

Показано, что применение точной горячей штамповки позволяет существенно повысить коэффициент использования металла, снизить трудоемкость изготовления за счёт исключения операций зубонарезания, а также обеспечить благоприятное направление волокон макроструктуры. Это, в свою очередь, способствует повышению прочностных и эксплуатационных характеристик зубчатого венца.

Литература

1. Е.И. Семенов. Горячая объемная штамповка. Том 2. Москва "Машиностроение" 1986.
2. Mladimir Milutinović, Dragiša Vilotić, Dejan Movrin. Tool concepts and process design: Journal for Technology of Plasticity, Vol. 33 (2008), Number 1-2.
3. J.Cai, T.A. Dean, Z.M. Hub. Alternative die designs in net-shape forging of gears: Journal of Materials Processing Technology 150 (2004) 48-55.