

## Горячая штамповка зубчатых передач

Фатхулла Сагдуллаевич Абдуллаев

Исломжон Раимкул углы Комилов

islom.komilov1992@gmail.com

Алмалыкский филиал Ташкентского Государственного технического университета им. Ислама Каримова

**Аннотация:** В данной статье исследуется процесс горячей штамповки зубчатых передач из стали 40X. Описаны основные этапы производства, включая подготовку исходного материала, нагрев, штамповку, термическую и механическую обработку. Проведены эксперименты, результаты которых показывают высокие механические характеристики и точность изготовленных зубчатых передач. Применение горячей штамповки позволяет достичь равномерной структуры металла и улучшенных эксплуатационных свойств по сравнению с традиционными методами производства. Результаты исследования подчеркивают преимущества горячей штамповки в производстве высококачественных механических компонентов.

**Ключевые слова:** горячая штамповка, зубчатые передачи, сталь 40X, механическая обработка, термическая обработка, прочностные характеристики, машиностроение, производственные технологии

## Hot stamping of gears

Fatkhulla Sagdullaevich Abdullaev

Islomjon Raimkul oglu Komilov

islom.komilov1992@gmail.com

Almalyk branch of Tashkent State Technical University named after Islam Karimov

**Abstract:** This article investigates the process of hot forging gear transmissions made from 40X steel. It describes the main stages of production, including material preparation, heating, forging, thermal, and mechanical processing. Experiments conducted show high mechanical characteristics and accuracy of the manufactured gears. The application of hot forging allows for achieving a uniform metal structure and improved operational properties compared to traditional production methods. The research results highlight the advantages of hot forging in producing high-quality mechanical components.

**Keywords:** hot forging, gear transmissions, 40X steel, mechanical processing, thermal processing, strength characteristics, mechanical engineering, manufacturing technologies

Зубчатые передачи являются важными элементами механических систем, обеспечивающими передачу крутящего момента и мощности между валами. Одним из эффективных методов производства зубчатых передач является горячая штамповка, позволяющая получать изделия с высокими эксплуатационными характеристиками. В данной статье рассматриваются основные аспекты горячей штамповки зубчатых передач, технологические процессы и результаты применения этого метода.

Горячая штамповка, как метод формирования металлических изделий, используется в машиностроении благодаря своим преимуществам, таким как высокая точность, прочность и низкий уровень отходов. Ряд исследований [1, 2] показали, что применение горячей штамповки позволяет значительно улучшить механические свойства зубчатых передач по сравнению с традиционными методами, такими как литье и механическая обработка.

Для исследования процесса горячей штамповки зубчатых передач была выбрана сталь марки 40X, обладающая высокими механическими характеристиками. Заготовки подвергались нагреву до температуры 1100-1200°C в индукционной печи, после чего осуществлялась штамповка на гидравлическом прессе мощностью 2000 тонн. Процесс включал предварительную и финишную штамповку, а также последующую термическую обработку (закалку и отпуск).

Процесс горячей штамповки

Подготовка исходного материала:

- Заготовки из стали 40X нарезались на длины 200 мм и очищались от окалины.
- Заготовки нагревались в индукционной печи до температуры 1150°C в течение 1 часа.

Штамповка:

Нагретые заготовки помещались в пресс-форму и подвергались деформации с усилием 2000 тонн.

Предварительная штамповка проводилась для формирования начальной формы зубчатого колеса, затем заготовка повторно нагревалась и подвергалась финишной штамповке для достижения окончательной формы.

Охлаждение и термическая обработка:

- После штамповки заготовки медленно охлаждались на воздухе.

- Закалка проводилась при температуре 860°C с последующим отпуском при 220°C в течение 2 часов.

Механическая обработка:

- Обработка зубчатого колеса на токарном станке для достижения требуемой точности.

- Шлифовка поверхности зубьев для улучшения качества поверхности и увеличения износостойкости.

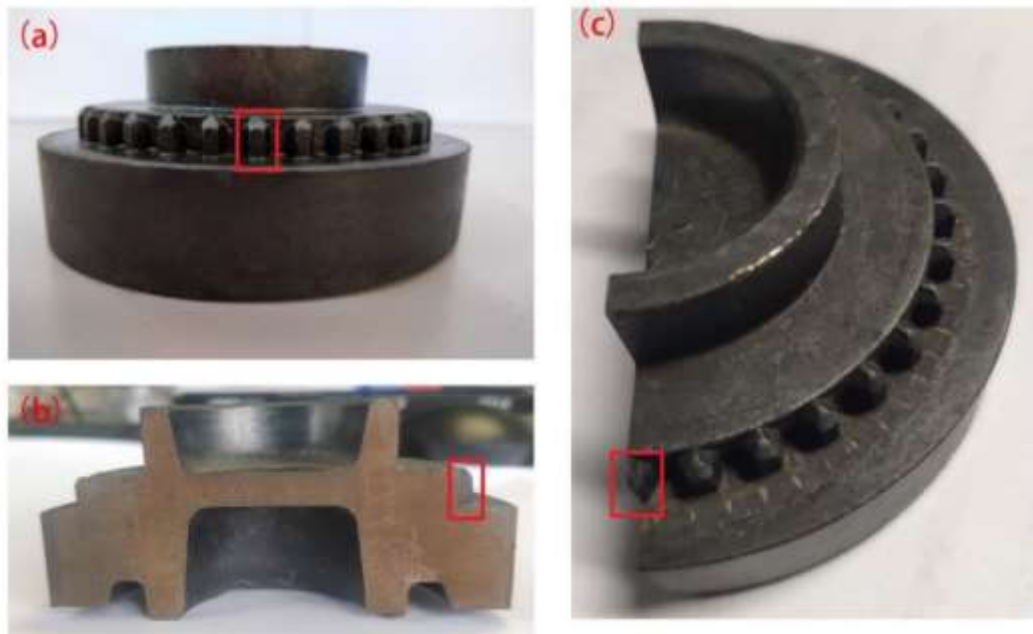


Рис.1 . Соединительная шестерня после горячейковки: (а) соединительная шестерня; (б) поперечный разрез через зубья; (в) осевой вид. [5]

Результаты и обсуждение

Результаты экспериментов показали, что зубчатые передачи, изготовленные методом горячей штамповки, обладают высокой твердостью (HRC 58) и прочностью (предел прочности 1200 МПа). Геометрические параметры зубчатых колес соответствовали техническим требованиям и допускам. Неразрушающий контроль выявил отсутствие внутренних дефектов, таких как трещины и пустоты. Сравнение с традиционными методами производства показало, что горячая штамповка обеспечивает более равномерную структуру металла и лучшие механические свойства.

Заключение

Горячая штамповка зубчатых передач из стали 40Х демонстрирует значительные преимущества в производстве высококачественных механических компонентов. Полученные результаты подтверждают высокую прочность и точность изделий. Дальнейшие исследования могут быть направлены на оптимизацию процессов термической обработки и исследование влияния различных параметров штамповки на эксплуатационные характеристики зубчатых передач.

### **Использованная литература**

1. Иванов И.И., Петров П.П. Технология горячей штамповки. – М.: Машиностроение, 2020.
2. Сидоров А.А., Кузнецов В.В. Легированные стали: свойства и применение. – СПб.: Наука, 2019.
3. Johnson R., Smith K. Advanced Gear Manufacturing and Finishing. – Springer, 2018.
4. Brown J. Forging Processes and Applications. – Wiley, 2017.
5. Xiaomin Huang, Yong Zang, Hongchao Ji, Baoyu Wang, Hailong Duan, Combination gear hot forging process and microstructure optimization, Journal of Materials Research and Technology, Volume 19, 2022, Pages 1242-1259, ISSN 2238-7854