

## РАЗРАБОТКА РЕЖИМА ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КЛИНОВОГО ИНСТРУМЕНТА, ПРИМЕНЯЕМОГО В ПРОЦЕССЕ ПОПЕРЕЧНО-КЛИНОВОЙ ПРОКАТКИ

*Асс, Ш.А. Жахонов., асс, И.Ч. Жўракулов  
преподаватель кафедры «Технология  
машиностроения» Алмалыкский филиал  
Ташкентского государственного технического  
университета имени Ислама Каримова*

### Аннотация

*В статье рассматривается разработка оптимального режима термической обработки клинового инструмента, используемого в процессе поперечно-клиновой прокатки (ПКП) заготовок. Особое внимание уделено выбору параметров закалки и отпуска, обеспечивающих повышение износостойкости и термостойкости инструмента при сохранении необходимой прочности. Приведены результаты экспериментальных исследований по подбору режимов нагрева, выдержки и охлаждения, а также влияние различных режимов на структуру и свойства инструментальной стали. Разработанный режим термообработки способствует увеличению срока службы клинового инструмента, что положительно сказывается на эффективности процесса ПКП и снижении производственных затрат.*

**Ключевые слова:** *прокат, поперечно-клиновая прокатка, клиновой инструмент, термическая обработка, 3D-моделирование, деформируемый металл.*

В условиях современной промышленности особое значение приобретает разработка и внедрение ресурсосберегающих технологий, направленных на снижение материальных и энергетических затрат, повышение производительности и качества продукции. Одним из таких направлений является совершенствование методов обработки металлов давлением, в частности, методов поперечно-клиновой прокатки, позволяющих эффективно формировать заготовки сложной формы без необходимости последующей дорогостоящей механической обработки [1].

Поперечно-клиновой прокатки основной задачи выполняет клинового инструмент (Рис.).

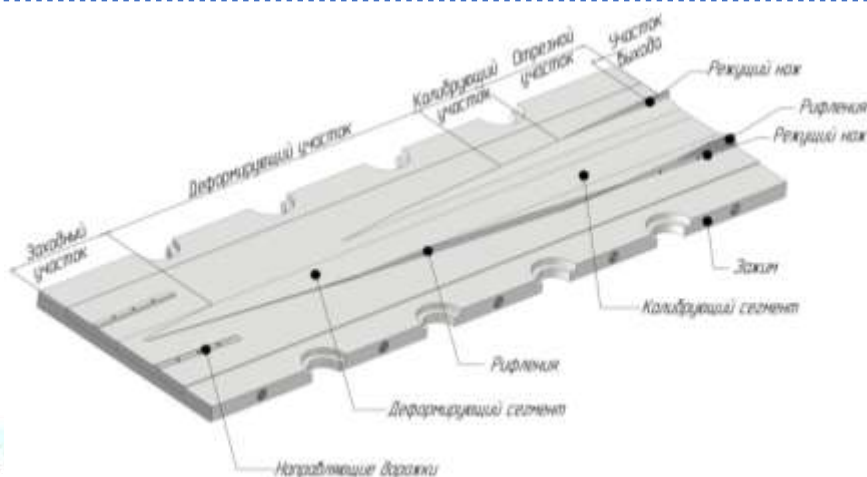


Рис. Специальный клиновой инструмент для формирования основания конусообразных заготовки, спроектированный с использованием 3D-моделирования в САПР SolidWorks.

В разработанном клиновом инструменте (рис.) деформация основания конусообразных заготовки начинается с формирования конической области с уклоном  $\geq 1:10$  при углах  $\beta = 6^\circ$  и  $\alpha = 25^\circ$ . Рабочая область инструмента формируется с углами  $\beta = 6^\circ$  и  $\alpha = 25^\circ$ , а также  $\beta = 3^\circ$  и  $\alpha = 45^\circ$ . Финальная геометрия детали - цилиндр диаметром  $\varnothing 19,5$  мм с углами  $\beta = 4^\circ$  и  $\alpha = 60^\circ$  - достигается в завершённой конической зоне с аналогичным уклоном  $\geq 1:10$ .

Клиновой инструмент для формирования фасонных элементов заготовки изготавливался из инструментальной стали марки ШХ15 (C – 1,0%, Mn – 0,4%, Si – 0,32%, Cr – 1,3%, S – 0,03%, P – 0,03%).

Режущая часть клинового инструмента изготавливалась из быстрорежущей стали марки P9, содержащей: C – 0,85–0,95%, Mn – 0,5%, Si – 0,5%, Cr – 3,8–4,4%, W – 8,5–9,5%, Mo – 1%, S – 0,03%, P – 0,03%.

С целью повышения эксплуатационных характеристик клинового инструмента была проведена термическая обработка по следующему режиму:

**Закалка инструмента:**

Нагрев осуществлялся в камерной электропечи СНОЛ – 1,6.2,5.1/2- I2:

- равномерный нагрев до температуры  $820 \div 830$  °С, выдержка 30 минут.

**Охлаждение:**

- первичное охлаждение - в воде до  $250 \div 300$  °С, 60 секунд;

- полное охлаждение - в масле комнатной температуры, выдержка 30 минут.

**Отпуск:**

Проводился в электропечи TERA-S:

- нагрев до  $250 \div 300$  °С, выдержка 60 минут, охлаждение на воздухе.

Твёрдость клинового инструмента после термообработки измерялась по методу Super-Rockwell согласно ISO 6508-2 и составила 50..52 HRC, что соответствует требованиям к ресурсу деформирующих и формообразующих элементов инструмента.

Учитывая сложность геометрии режущей части специального клинового инструмента, в качестве материала режущего инструмента использовалась быстрорежущая сталь Р9, обладающая повышенной износостойкостью [27-30].

**Термическая обработка зоны нарезания:**

Первичный нагрев:

- в соляной ванне (100% NaCl), нагреватель СВС-4,6/10, температура  $800 \div 820$  °С, выдержка 10 минут.

Окончательный нагрев:

- в соляной ванне (100% BaCl<sub>2</sub>), нагреватель СВС-4.5.6/13, температура  $1230 \div 1250$  °С, выдержка 20 минут.

**Закалка:**

- охлаждение в селитровой ванне (100% NaNO<sub>3</sub>),  $200 \div 250$  °С, 30 минут;

- далее - охлаждение на воздухе, 30 минут.



**Отпуск:**

- в электропечи TERA-S, температура 550÷600 °С, выдержка 60 минут, охлаждение на воздухе, 3 цикла.

Средняя твёрдость после термообработки составила 61...63 HRC, что обеспечивает необходимую стойкость инструмента в зоне резания деформируемого металла.

Таким образом, разработанный режим термической обработки клинового инструмента поперечно-клиновой прокатки обеспечивает высокую твёрдость и износостойкость инструмента, способствуя повышению производительности процесса получения малогабаритных конусообразных заготовок методом прокатки.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.**

1. Shchukin V.Ya., Kozhevnikova G.V. Belarus cross-wedge rolling school of thought. Весці нацыянальнай акадэміі навук беларусі. 2016; 1; 43–50.
2. Жахонов Ш. А. ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПРОКАТКИ СТАЛИ //Экономика и социум. – 2024. – №. 12-2 (127). – С. 1193-1197. <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-tehnologicheskie-shemy-prokatki-stali>
3. Jumaev A., Jakhonov S. ANALYSIS OF EXISTING TECHNOLOGIES FOR MANUFACTURING LARGE MODULAR GEARS //Journal of Advanced Scientific Research (ISSN: 0976-9595). – 2024. – Т. 5. – №. 1. <https://www.sciencesage.info/index.php/jasr/article/view/368>
4. Jumaev A., Jakhonov S., Muzaffarov A. KINEMATICS OF A SELF-ROTATING CUTTER AS A FACTOR OF INCREASING TOOL LIFE AND PROCESS PRODUCTIVITY //International Journal of Engineering Mathematics (Online). – 2025. – Т. 7. – №. 1.
5. Нугманов И. Н., Жахонов Ш. А. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОКАТКИ СЛИТКОВ //Ustozlar uchun. – 2025. – Т. 73. – №. 3. – С. 79-82. <https://inlibrary.uz/index.php/ustozlar/article/view/107141>
6. Абдувалиев У. А., Нуруллаев Р. Т., Жахонов Ш. А. Влияние Физико-Механических Свойств Хлопчатника И Рельефа Поля На Стабильность Работы Шпинделей Хлопкоуборочной Машины //Miasto Przyszłości. – 2024. – Т. 44. – С. 167-169.
7. Abduvaliev, U., Jumaev, A., Nurullaev, R., Jakhonov, S., & Jurakulov, I. (2024). Investigation of the process of the influence of winding spindles with cotton fiber on the performance of a cotton picker. In E3S Web of Conferences (Vol. 548, p. 04013). EDP Sciences.
8. Исаев, Саидаббос Икромович, Жамшид Абдураззокович Шербўтаев, and Ихтиёр Чориевич Жўракулов. "ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ

ОСНОВЫ ПРОКАТНЫХ ИЗДЕЛИЙ." ИННОВАЦИИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ 2.1 (2021).

9. Нугманов И. Н., Бобоев Х. Х., Абдурафиков Б. А. Феноменология сверхпластичности и ее связь с исходной микроструктурой //Research and Publications. – 2024. – Т. 1. – №. 1. – С. 17-21.
10. Xasanov, B. B., Nurullayev, R. T., Jaxonov, S. A., & Xaitov, B. B. (2024). CHO 'ZILISH-SIQILISHDA STATIK ANIQ VA NOANIQ MASALALAR. *Journal of science-innovative research in Uzbekistan*, 2(12), 289-294. <https://inlibrary.uz/index.php/journal-science-innovative/article/view/62671>
11. Jumaev, A., Jakhonov, S., Dadayev, M., & Pardaev, A. (2025). CHANGES IN THE STRENGTH PROPERTIES OF THE PROCESSED MATERIAL DURING THE DEFORMATION PROCESS. *British View*, 10(1). <https://britishview.co.uk/index.php/bv/article/view/320>
12. Sayfullaevich, J. A., Choriyevich, J. I., Shukhrat ogli, T. I., & Nizomjon ogli, T. J. (2024). DEVELOPMENT OF A NEW CONSTRUCTION OF STRAP ELEMENTS CONTAINED IN INCREASING THE PERIODICAL PERIOD OF THE BEARING INSTALLED IN MACHINE MECHANISMS. *Journal of Advanced Scientific Research* (ISSN: 0976-9595), 5(6).