

Ўзбекистон

# **K**ompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал  
**Композиционные материалы**

УДК 621.78

## УВЕЛИЧЕНИЕ СТОЙКОСТИ ШТАМПОВ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКИ ЛИСТОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ

Р.К. Ташматов

**Введение.** Штампы холодной штамповки листов находятся в эксплуатации в сложнапряженном состоянии. Они испытывают очень высокое контактное напряжение ( $300\text{--}500\text{ кгс/мм}^2$ ) и высокое удельное давление на рабочую кромку [1].

Для сталей, применяемых при изготовлении штампов холодного деформирования, необходимы твердость, прочность, вязкость [1]. Инструмент с недостаточной твердостью быстро теряет форму и размеры. Однако удовлетворительная работоспособность инструмента возможно при сочетании высокой твердости с достаточной прочностью и вязкостью. Небольшому снижению твердости после закалки на мартенсит (до HRC=60) отвечает низкий отпуск ( $150\text{--}200\text{ }^\circ\text{C}$ ), приводящий к увеличению вязкости.

С целью получения достаточной вязкости вырубных штампов выбираются стали небольшой прокаливаемости (углеродистые стали), а твердость ограничивается до HRC = 58–60.

Ознакомление с работой штампового инструмента штамповочных цехов предприятия АО «Узметкомбинат» показало, что для изготовления инструмента для холодной штамповки широко используются стали марок У8, У8А, У10, У10А, 9ХС, а также имеет применение сталь Х12М и в некоторых случаях вставки из твердого сплава. Наибольший интерес представляет инструмент для операций пробивки, вырубки, отрезки и холодной высадки, испытывающий наибольшие нагрузки. Внешний осмотр инструмента, бывшего в работе, свидетельствует, что ресурс его работы ограничивается в основном из за износа. Однако имеются случаи и хрупкого разрушения, что может быть следствием не только недостаточно точной его центровки, но и недостаточной вязкости материала. Например, разрушение высадочного пуансона, выкрашивание и поломка шлица пуансона.

**Объекты и методы исследований.** Термическая обработка штампового инструмента для холодной штамповки из углеродистой инструментальной стали заключается в закалке с температурой нагрева  $-Ac_1 + 30\div 50\text{ }^\circ\text{C}$ . Отпуск закаленной стали при  $180\text{--}200\text{ }^\circ\text{C}$  обеспечивает достаточную износостойкость и прочность инструмента [2].

Однако во многих случаях стойкость инструмента не является достаточной, что приводит к дополнительным расходам на изготовление инструмента, наладку оборудования и др. [3]

Для повышения стойкости штампов холодной штамповки из углеродистых инструментальных сталей возможно применение различных способов дополнительного упрочнения: химико-термическая обработка, лазерная обработка [4]. Однако применение химико-термической обработки, также как и лазерной, сопряжено со значительными дополнительными затратами на оборудование. Наиболее приемлемым, является использование нестандартных режимов термической обработки [5]. Этот режим позволяет повышать предел текучести стали за счет использования эффекта «структурного наследования», когда в материале концентрируются максимальная дефектность кристаллической решетки [6]. Использование этого эффекта на вырубных штампах при изготовлении шайб из листа стали 08кп толщиной 2 мм позволило существенно повысить стойкость [6].

Многочисленные опыты по установлению взаимосвязи между износостойкостью и параметрами структуры термически обработанной стали показали, что она зависит при прочих равных условиях от тонкой структуры [4]. Поэтому в настоящих исследованиях выбор оптимальной технологии термической обработки производился на основании данных рентгеноструктурного и металлографического анализов.

Все основные исследования были проведены на эвтектоидной углеродистой стали У8 промышленной выплавки. Эта сталь наиболее широко применяется при производстве инструмента для холодной штамповки. Марки стали регламентируются ГОСТ 8559–75.

В настоящих исследованиях было принято целесообразным провести исследования в условиях нагрева в соляных ваннах, а закалку осуществлять в селитровой ванне. Это обеспечивало сохранение мелкого зерна при окончательной термической обработке и исключение отпуска.

Термическая обработка образцов, как уже указывалось, заключалась в следующем: нагрев в соляной ванне до температур 820, 900, 1000, 1100,

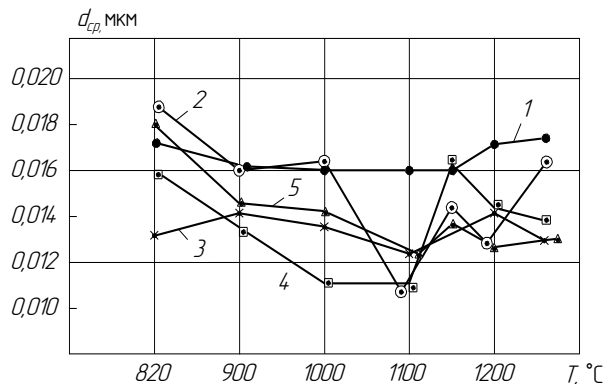
1150, 1200, 1260 °С; время нагрева составляло 5 минут. Для обеспечения образования мартенситной структуры после первой закалки охлаждение производилось в воде с перебрской в масло.

Закаленные образцы имели промежуточный отпуск при температурах 200, 300, 350, 450 °С. Часть образцов не подвергалась промежуточному отпуску.

Повторный нагрев всех образцов также производили в соляной ванне до температуры 820 °С. Время нагрева составляло 5 минут. Охлаждение производилось в режиме выделения по границам аустенитного зерна сетки троостита (селитровая ванна с температурой 180 °С).

Металлографический анализ выполняли с помощью микроскопа МИМ-8М с увеличением  $\times 100$  и  $\times 1000$  [7]. Рентгеноструктурный анализ проводили на дифрактометре ДРОН-2.0 [8]. Определяли состояние тонкой структуры стали (плотность дислокаций), количество остаточного аустенита, период кристаллической решетки, количество углерода в фазах закаленной стали.

**Результаты и их обсуждение.** Результаты измерений приведены на графике рис.1. Установлено, что в сравнении с печным нагревом величина зерна аустенита во всех случаях на 1–2 балла мельче.



**Рис. 1.** Изменение среднего диаметра аустенитного зерна  $d_{сп}$  стали У8 после окончательной термической обработки в зависимости от температуры предварительной закалки и отпуски. Промежуточный отпуск: без отпусков (1), 200 °С (2), 300 °С (3), 350 °С (4); 450 °С (5)

Можно также утверждать, что проведение первой закалки с температурой нагрева 1100 °С обеспечивает дополнительное уменьшение величины зерна на 1–2 балла. Оптимальной температурой промежуточного отпуска будут 200 °С, 350 °С и 450 °С, обеспечивающие стабильность величины зерна в районе температур первой закалки при 1100–1150 °С.

Таким образом, результаты измерения величины аустенитного зерна при нагреве в соляной ванне значительно отличаются от тех, что получены при печном нагреве.

По результату исследования определили, что первая закалка и высокие температуры способствуют росту аустенитного зерна и игл мартенсита (до 1 балла при температуре нагрева 1260 °С).

Вторая закалка с температурой 820 °С после промежуточного отпуска при 450 °С обеспечивает получение мелко игольчатого мартенсита, причем наиболее мелко игольчатый мартенсит имеет место, если первая закалка была произведена с температурой 1100 °С. Не растворившихся частиц цемента не обнаружено, что свидетельствует о полном переводе углерода в твердый раствор.

Таким образом, с точки зрения достижения минимального размера зерна аустенита предпочтительным является предварительная закалка 1100 °С, промежуточный отпуск 200, 350 и 450 °С [9]. Наиболее устойчивые результаты в этом интервале температур показали образцы, имевшие после первой закалки промежуточный отпуск при 450 °С. Наиболее оптимальной температурой нагрева при предварительной закалке является 1100–1150 °С.

Многочисленные исследования [4,9] показали, что есть прямая связь между износостойкостью и состоянием тонкой структуры.

Учитывая, что плотность дислокации мало изменяется в интервале температур первой закалки 1100–1150 °С, было решено рекомендовать для термической обработки именно этот интервал.

Промежуточный отпуск 450 °С наиболее предпочтителен, так как обеспечивает не только стабилизацию дислокационной структуры, но и более полно снимает внутренние напряжения после первой закалки.

С целью оценки влияния закалки с промежуточным отпуском на деформацию инструмента в производственных условиях были произведены замеры размеров инструмента до и после термической обработки.

Матрицы просечного инструмента ШМС–12709 (АО «Узметкомбинат») были изготовлены в окончательный размер по диаметру отверстия 6 мм. Допуск на диаметр определялся по последней операции – развертке отверстия. Пуансоны просечного инструмента ШМС–12709 были изготовлены с припуском по диаметру под окончательную шлифовку.

Результаты показывают, что после термообработки изменение диаметра пуансона не превышает  $-0,02$  мм. Диаметр матрицы меняется не более  $+0,08$  мм. Эти данные не превышают обычно наблюдаемые границы деформации при одинарной термической обработке.

По данным штамповочного цеха АО «Узметкомбинат» стойкость этих штампов, обработанных по стандартным режимам, составляет от 6 до 10 тысяч штамповок.

Результаты испытаний просечного инструмента, обработанного по режимам закалка с промежуточным отпуском, выглядят следующим образом: стойкость матриц с твердостью HRC=60 – 62 составляет от 27 до 34 тысяч штамповок, стойкость матриц с твердостью HRC=58 – 60 составляет от 16 до 30 тысяч штамповок.

**Заключение:** Таким образом, проведенные исследования показали, что первая высокотемпературная закалка в условиях ускоренного нагрева в соляной ванне приводит к образованию максимума дефектности

кристаллического строения. Промежуточный отпуск ведет к выделению примесных фаз, также способствуя термической устойчивости дислокаций. При второй закалке температура 820 °С способствует дроблению зерна аустенита. Это дробление максимально, если первая закалка была 1100 °С. Ускоренный нагрев в соляных ваннах (в данном случае) максимальная дефектность кристаллического строения всегда наблюдается, если температура первой закалки 1100 –1150 °С, а промежуточного отпуска 200 и 450 °С. Обработка инструментальных сталей закалкой с промежуточным отпуском увеличивает стойкость инструмента в 2-3 раза по отношению к термообработанному по стандартной технологии.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Околович Г.А. Штамповые стали для холодного деформирования металлов. Монография / Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2010. – 202 с.
2. Брыков М.Н., Ефременко В.Г., Ефременко А.В. Износостойкость сталей и чугунов при абразивном изнашивании. – Херсон: Гринь Д.С., 2014. – 364 с.
3. Гольдштейн М.И., Грачев С.В. Векелер Ю.Г. Специальные стали. – Москва. МИСиС, 1999. – 408 с.
4. Mukhamedov A.A. The Influence of the Thermal History on the structure and Properties of Steel // The physics of Metals and Metallography. 1992. Vol. 74, no.5, pp. 482 – 487.
5. Структурная наследственность в низкоуглеродистых мартенситных сталях / С.С. Югай, Л.М. Клейнер, А.А. Шоцев, И.Н. Митрохович // Металловедение и термическая обработка металлов. 2004. № 2. С.24–29.
6. Structural heredity in low-carbon martensitic steels / S.S. Yugai, L.M. Kleiner, A.A. Shatsov and N.N. Mitrokhovich // Metall Sciens and teat treatment. 2004. V. 46. N. 11–12. P. 539 – 542.
7. Батаев В.А., Батаев А.А., Алхимов А.П. Методы структурного анализа материалов и контроля качества деталей. М.: Наука, 2007. – 224 с.
8. Горелик С.С., Скаков Ю.А., Расторгуев Л.Н. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. М.: МИСИС, 1994. – 328 с.
9. Umarova M.A., Toshmatov R.K. Phase and structural transformations of structural steels in nontraditional heat treatment // Russian Engineering Research. 2021. Vol. 41, no. 1, pp. 46 – 48.

**Kalit so'zlar:** termik ishlov berish, qattqlik, dislokatsiya zichligi, oraliq bo'shatish, kam legirlangan po'lat.

Listlarni sovuq holda shtamplash asbobining yeyilish va yemirish xususiyatini o'rganish asosida termik ishlov berish rejimlarini ishlab chiqish, shu jumladan oraliq bo'shatish bilan toblash maqsadga muvofiqligi yo'lga qo'yildi va bu shtamplash asbobining mustahkamligini 2-3 marta oshirish imkonini berdi.

**Ключевые слова:** термическая обработка, твердость, плотность дислокация, промежуточный отпуск, низколегированная сталь.

На основании исследований характера износа и разрушения инструмента для холодной листовой штамповки установлена целесообразность разработки режимов термической обработки, включающих закалку с промежуточным отпуском, позволивших повысить стойкость штампового инструмента в 2-3 раза.

**Key words:** heat treatment, hardness, dislocation density, intermediate tempering, low-alloy steel.

Based on studies of the nature of wear and destruction of tools for cold sheet stamping, the expediency of developing heat treatment modes, including quenching with intermediate tempering, has been established, which made it possible to increase the durability of the stamping tool by 2-3 times.

**Ташматов Равшан Кобирович** - докторант, ТГТУ им. И.Каримова

## СОДЕРЖАНИЕ

## 1. Химия и физикохимия композиционных материалов и нанокomпозитов

А.Х. Хурсанов, С.С. Негматов, К.С. Негматова, М.Э. Икрамова, Ж.Н. Негматов, Х.Ю. Рахимов, А.Н. Бозоров, Д.Н. Раупова. Исследование механизма взаимодействия композиционных химических флотореагентов-вспенивателей с частицами цветных и благородных металлов в процессе флотации.....	3
Ф.Х. Нормаматов, А.У. Эркаев, З.К. Тоиров, Б.Х. Кучаров. Изучение процесса упарки маточных растворов при получении нитрата калия.....	6
Л.К. Уббиниязова, Г.Ж. Оразимбетова, А.Г. Нимчик. Химико-минералогические свойства андезибазальтовых пород Каракалпакстана.....	11
Г.А. Усманова, Ш.К.Тухтаев. Термолиз поликомплексных композиций на основе полиакриловой кислоты и сополимера мочевиноформальдегида.....	14
Л.А. Юсупова, Ҳ.Р. Махмадиева, У.Р. Азаматов, Э.Э. Машаев, О.О. Қодиров. Ацетилацетон асосида винил эфирлар синтези.....	17
D.A. Xandamov, A.SH. Bekmirzaev, S.A. Doniyorov, D.Y. Mamatqulov, A.S. Xoliqov. Aminlangan gil adsorbentlarga n-geksan bug' lari adsorbtsiyasi xossalari.....	23
А. Икрамов, А.Э. Зиядуллаев, Д.А. Хандамов, Б.М. Отабоев. Катализаторы на основе оксидов некоторых местных металлов, нанесенных на бентонит, для гидратации ацетилена.....	25
Ф.Т. Худойбердиев, Д.Р. Махмудов, А.Т. Джалилов, Ш.Д. Широин, К.С. Каландаров, З.Р. Буриева. Исследование основных параметров, влияющих на время набухания при изготовлении патронированной гидрогелевой забойки в разных условиях.....	29
И. Рузматов. Ингибирование коррозии трубной стали в водоугольных суспензиях и нейтральных средах.....	32
Р.М. Мирзахмедов, Н.К. Мадусманова, З.А. Сманова. Имобилланган висмутол-2 реагентининг рений иони билан комплекс ҳосил бўлишини ўрганиш.....	35
Т.С. Халимжонов, С.Н. Асатов. Влияние влажности водорода на грансостав порошка молибдена и свойства компактных заготовок.....	38
Л.А. Юсупова, С.Э. Нурмонов, Т.Т. Сафаров, О.О. Қодиров. Ацетилен ва ацетофенон асосида винил эфирлар синтези.....	40
К.С. Негматова, М.Э. Икрамова, М.Н. Негматова, Ш.Н. Расулова, И.А. Набиева, С.С. Негматов, М.А. Бабаджанова, Ф.А. Лапасова. Физико-химические свойства красящих композиций в процессе крашения белковых волокон.....	45
К.С. Негматова, М.Э. Икрамова, М.Н. Негматова, Ш.Н. Расулова, И.А. Набиева, С.С. Негматов, М.А. Бабаджанова, Ф.А. Лапасова. Исследование механизма процесса крашения белковых волокон красящими композиционными материалами на основе солей поливалентных металлов.....	48
Ш.Н. Жалилов, К.С. Негматова, Р.Х. Пирматов, Н.С. Абед, Д.К. Холмурадова, С.С. Негматов, Р.Х. Солиев, Д.Н. Ходжаева, М.Б. Бойдодаев. Исследование влияния модифицирующих реакционно-способных соединений на физико-химические свойства мочевиноформальдегидной смолы.....	52
<b>2. Физико-механика и трибология композиционных материалов</b>	
Р.Х. Сайдахмедов, А.М. Рахматов. Влияние технологических режимов получения твердосплавных пластин на их износостойкость.....	55
А.А. Юсупов, А.Х. Абдуллаев. Влияние режима температуры нагрева на свойства стали.....	58
Р.К. Ташматов. Увеличение стойкости штампов холодной штамповки листов термической обработкой.....	62
Л.К. Кабулова, Т.А. Атакузиев, Г.Ж. Оразимбетова. Исследование коррозионной стойкости цементов с новой гидравлической добавкой.....	65
A.A. Yusupov, T.N. Ibodullaev. Noan'anaviy termik ishlov berish tartibini po'latli ashyolarning yeyilishga bardoshlilikiga ta'siri.....	67
Н.Д. Тураходжаев, С.Т. Маткаримов. Ис газы (СО) ёрдамида мис шлаклари таркибидаги темир асосли бирикмаларни тиклашнинг термодинамикаси.....	71
Р.Х. Сайдахмедов, Г.Р. Саидрахмедова. Напряженное-деформированное состояние лопаток турбин ГТД с жаростойкими покрытиями.....	73
И.Н. Нугманов, Х.Х. Бобоев, З.С. Тураева. Использование эффекта сверхпластичности в обработке металлов давлением.....	79
М. Каршиев, М.Ю. Рахимов, К.И. Юнусалиева, С.П. Абдурахманова, Н.Г. Холматова, А. Етмишов. Исследование особенностей сегрегации частиц по размерам, форме и массе в зависимости от параметров вибрации.....	81
У.Н. Шабарова, Қ.А. Равшанов. Сувда эрувчан полимерлар билан гул босилган аралаш матоларнинг структура-механик ва колористик хossalari.....	83
Д.Ф. Ганиева, М.Б. Маматкулова, Р.М. Давлатов. Улучшение физико-механических и эксплуатационных свойств шерсти при модификации.....	86
С.С. Негматов, Т.У. Улмасов, Н.С. Абед, З.У. Махаммаджонов. Теоретическая прочность адгезионного взаимодействия адгезив и субстрат.....	90
Т.У. Улмасов, С.С. Негматов, Н.С. Абед, З.У. Махаммаджонов. Способы повышения адгезионной прочности полимерных композиционных материалов и покрытий на их основе.....	91