

УДК 669.221; 548.53

30ХГСА жана 45Х КОНСТРУКЦИЯЛЫК БОЛОТТОРДУ ТЕРМОМЕРЧИМДҮҮ ИШТЕТҮҮ

ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ МАРОК 30ХГСА и 45Х

THERMOCYCLIC TREATMENT OF STRUCTURAL STEEL OF GRADES 30KHGSA AND 45X

С. А. Капаров, Б. М. Жолдошов, Б. М. Маматкадырова
S. A. Kaparov, B. M. Zholdoshev, B. M. Mamatkadyrova

Илимий изилдөө конструкциялык болоттон жасалган буюмдардын термикалык мерчиминин ар кандай варианттарын салыштырып талдоого арналган. Эреже катары, экономикалык майнаптар майышкан металлды жана эритмени алмаштырууда аспаптардын иштөө мөөнөтүн жогорулатуунун эсебинен жетишилет жана бул илимий иште 45Х жана 30ХГСА маркасындагы конструкциялык болоттон жасалган аспаптардын соккуга туруктуулугун жогорулатуунун негизги критерийлери изилденген. Жогорудагы божомолдор иш жүзүндө ыңгайлуу варианттар катары термикалык мерчимдин шарттамдарын тандоого мүмкүндүк берет. Жогоруда айтылгандарды тажрыйбалак жактан тастыктоо үчүн ар кандай термикалык иштетүү шарттамдарынын, кошумча термикалык мерчимдин болоттордун соккуга бекемдигине тийгизген таасирин салыштырып изилдөө жүргүзүлдү.

Научное исследование посвящено сравнительному анализу различных вариантов термоциклической обработки изделий из конструкционных сталей. Обычно экономические эффекты достигаются за счет улучшения стойкости инструментов при замене деформированного металла и сплава, а также в указанной научной работе исследованы основные критерии повышения ударной вязкости инструментов, изготовленных из конструкционных сталей марок 45Х и 30ХГСА. Вышеуказанные предположения позволяют в качестве практически благоприятных вариантов выбирать режимы термоциклической обработки. Для практического подтверждения было проведено сравнительное исследование влияния различных режимов термической обработки, дополнительно термоциклической обработки на ударную вязкость сталей.

The scientific study is devoted to a comparative analysis of various options for thermal cycling of products made of structural steels. Typically, economic effects are achieved by improving the tool life when replacing deformed metal and alloy,

and in this scientific work, the main criteria for increasing the impact strength of tools made from structural steel grades 45Kh and 30KhGSA are investigated. The above assumptions allow us to choose the modes of thermal cycling as practically favorable options. For practical confirmation of the above, a comparative study of the effect of various heat treatment modes, additionally thermal cycling treatment on the impact strength of steels, was carried out.

Түйүн сөздөр: конструкциялык болоттор; термикалык мерчим; шарттамдар; варианттар; касиеттери; туруктуулук; бошотуу; фаза; өтүү.

Ключевые слова: конструкционные стали; термоциклическая обработка; режимы; варианты; свойства; отпуск; стойкость; фаза; переходы.

Keywords: structural steels; thermal cycling; modes; options; properties; tempering; durability; phase; transitions.

При оптимальном выборе и номенклатуре применяемых инструментов, а также при оптимизации концентрации составляющих элементов литой быстрорежущей стали обычно стойкость возрастает в 1,6 – 3,5 раза.

Известно, что режимы термоциклической обработки (ТЦО) позволяют значительно улучшать совокупность механических свойств исследуемых сталей. Основные экономические эффекты достигаются за счет улучшения стойкости инструментов при замене деформированного металла и сплава литым состоянием [1-3]. В настоящей работе исследованы возможные критерии повышения ударной вязкости инструментов, изготовленных из конструкционных сталей 45X и 30XГСА.

В научных исследованиях [4,5] проведен сравнительный анализ различных вариантов термоциклической обработки изделий из шарикоподшипниковых и инструментальных сталей. Также проведены сравнительные исследования комбинированных вариантов термоциклической обработки, на основе которых учитывались диффузионные и бездиффузионные фазовые переходы, представленные на рисунке 1, в которых осуществлялся отпуск при 400°С после окончательной закалки.

Приводятся в таблице 1 экспериментальные данные механических испытаний стали 45X после процесса обработки согласно режимам, которые даны на рисунке 1. В них типовому режиму

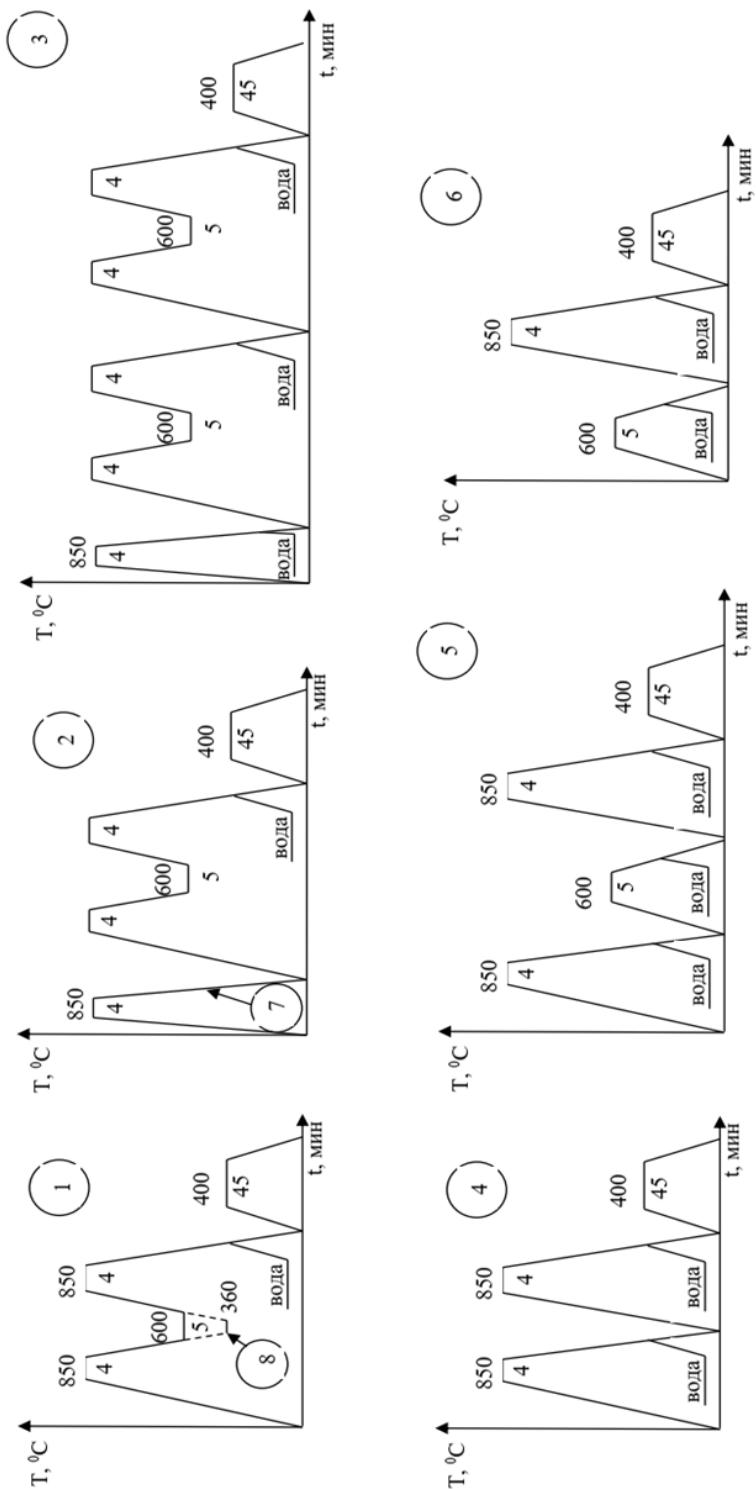


Рисунок 1 - Комбинированные варианты ТЦО с диффузионным и бездиффузионными $\alpha \leftrightarrow \gamma$ переходами

обработке соответствует вариант 7; на предварительной подготовке аустенит распадается согласно варианту 8 по бейнитному механизму.

Пронализировав приведенные в таблице значения, выяснено, что увеличение обрабатываемых кратностей **m** и **n** не приводит к значительным изменениям главных характеристик, получаемых при статических испытаниях. Вышеуказанные предположения позволяют в качестве практически благоприятных вариантов термоциклической обработки выбирать такие, при которых на уровне предварительной обработки осуществляется один подготовительный цикл, также она включает один отпуск и одну закалку перед окончательной термической обработкой.

Таблица 1 – Экспериментальные данные механических испытаний конструкционной стали 45 после комбинированных ТЦО

№ обработки	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_b , МПа	δ , %	ψ , %	KCU, МДж/м ²
1	1110	1410	8,7	48	0,59
2	1160	1430	6,8	49	0,72
3	1170	1440	8,1	47	0,64
4	1050	1430	8,1	47	0,62
5	1120	1420	8,5	48	0,8
6	860	1420	6,7	45	0,61
7	1080	1440	6,2	46	0,58
8	1150	1450	8,1	45	0,65
9	1170	1460	8,2	46	0,66

Для практического подтверждения вышеуказанных значений было проведено сравнительное исследование влияния различных режимов термической обработки, дополнительно термоциклической обработки на ударную вязкость конструкционных сталей 45Х и 30ХГСА. Данное научное исследование имело и прикладную задачу. Она заключалась в том, что на одном из промышленных металлургических заводов была изготовлена крупная партия изделий из конструкционной стали 30ХГСА вместо постоянно применявшейся стали 40Х. Значения механических испытаний показывают, что данные ударной вязкости KCU после улучшения не смогли

превысить $0,43 \text{ МДж/м}^2$ (данные справочные КСУ конструкционной стали 30ХГСА не превышают $0,3 \text{ МДж/м}^2$), что ниже требований технических условий ТУ – $0,5 \text{ МДж/м}^2$ КСУ. Нам тогда надо было установить, какой из вариантов термической обработки дает наиболее улучшенную высокую ударную вязкость, которая к тому же была бы не ниже показателей требований ТУ.

В качестве сравнительных вариантов было отобрано 9 режимов, которые представлены на рисунке 2. Из них режимы 1–3 являются типовыми – нормализация и улучшение. Режимы с 4 по 6 применены для термоциклической обработки с фазовыми превращениями диффузионного типа, а 7–9 режимы термоциклической обработки, их объединяют повторные закалки и отпуска промежуточные. Значения ударной вязкости изделий в исходном состоянии до термической обработки имели значения $0,28 \text{ МДж/м}^2$. После проведения термообработки по режимам с 1 по 9 получены следующие данные КСУ (МДж/м^2): 0,26; 0,41; 0,49; 0,41; 0,34; 0,55; 0,28; 0,32; 0,80. В этот момент необходимо отметить некоторые отличия влияния параметров термической обработки на значения ударной вязкости.

Выводы:

- во-первых, наблюдается, что проведение процесса нормализации конструкционной стали с температур $T = 870^\circ \text{C}$ приводит к резкому уменьшению КСУ (по режиму 1), которая заставляет с настороженностью относиться к процессу нормализации как к окончательной операции термической обработки сплавов.
- во-вторых, после проведенных режимов термоциклических обработок по любому из вариантов термообработки сталь становится весьма чувствительной к температуре процесса отпуска. Когда повышается $T_{\text{отп}}$ от 550°C до 600°C , значения КСУ могут повышаться в 1,6 – 2,2 раза (режимы 5–6 и 8–9), а при проведении однократной обработки чувствительность стали к $T_{\text{отп}}$ становится меньше.

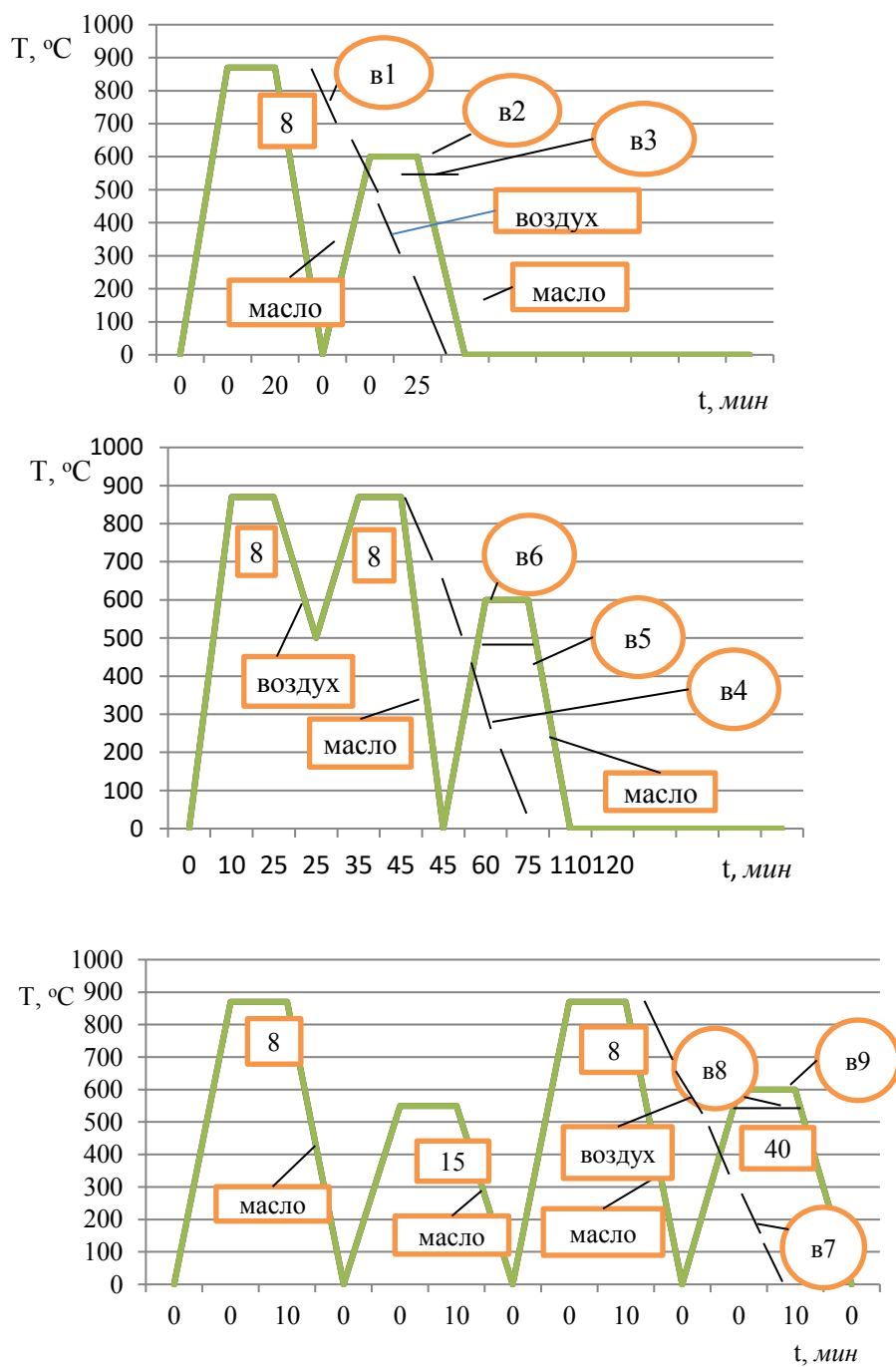


Рисунок 2 – Типовая и термоциклическая обработка ударных образцов из стали 30ХГСА

- в-третьих, использование термоциклической обработки, включающей закалки, кратные промежуточным очередным отпускам (режим 9), дает возможность получить большую ударную вязкость, по сравнению с термоциклической обработкой типа 4 – 6 с диффузионными $\alpha \leftrightarrow \gamma$ превращениями. Данные указанного приращения сопротивления удару зависимы прямо от типа стали, но указанная тенденция была нами на практике установлена и на сталях 45, 40Х, ШХ15.
- Вариант 9 на рисунке 2 внедрен при изготовлении болтов из конструкционной стали 30ХГСА на Самарском механико-сборочном заводе.

Литература

1. Конев В. Ф., Чаус А. С., Робко А. П. Эксплуатация литого металлорежущего инструмента в производственных условиях// В кн.: Материаловедение в машиностроении. –Минск: Высш. школа, 1993. – С.48–52.
2. Капустин А. С. Особенности процесса изнашивания инструмента из катаной стали при точении // Трение и износ. –1998. – Т.12. –№6. – С.118–122.
3. Гуляев А. П. Свойства и термическая обработка конструкционной стали. –М.: Машгиз, 1976. – С.93.
4. Капаров С. А., Жолдошов Б. М., Маматкадырова Б. М. Влияние режимов термоциклической обработки на свойства стали ШХ15. – Машиноведение. №1(13). – Бишкек: ИМА, 2021. – С.43–51.
5. Маматкадырова Б. М., Жолдошов Б. М. Оптимальные режимы деформирования быстрорежущей стали Р6М5. Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. Научно-технический журнал. – №4, – Бишкек, 2019. – С.35–38.