

## ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ СТАЛЕЙ\*

А.М. Гурьев, Л.Г. Ворошнин\*, С.А. Земляков, Е.Э. Баянова,  
А.А. Колядин, О.А. Гурьева (г. Барнаул, Россия, \*г. Минск, Белоруссия)

Для улучшения структуры и повышения механических свойств разработана высокоэффективная технология окончательной термоциклической обработки (ТЦО) сталей на основе установления обобщенного механизма формирования их структуры и свойств в процессе ТЦО.

Повышение ударной вязкости стали X12Ф1 обработанной по оптимальным режимам высокотемпературной термоциклической обработки происходит уже после двух термоциклов в 1,6 – 2,5 раза.

Выполнение ТЦО по разработанным режимам позволяет повысить ударную вязкость углеродистых инструментальных сталей при сохранении высокой твердости и прочности за счет чередующегося повторения процессов взаимного растворения – выделения между феррито-карбидной смесью и аустенитом способствующего получению благоприятного структурного состояния в конечной структуре стали и возможности протекания процессов коагуляции и сфероидизации частиц избыточных фаз (сульфидов, фосфидов и др.), уменьшающих вредное влияние этих примесей. Кроме того, в разработанном способе ТЦО снижена длительность процесса за счет уменьшения количества циклов нагрева и охлаждения.

Применение нового способа термоциклической обработки позволяет повысить удар-

ную вязкость углеродистой инструментальной стали в 4 – 6 раз по сравнению с традиционной закалкой при сохранении высокой твердости и прочности. Улучшение комплекса физико-механических свойств позволяет повысить эксплуатационную стойкость инструмента, особенно испытывающего динамические нагрузки.

Новая технология термической обработки предназначена для повышения эксплуатационной стойкости инструмента из углеродистых и легированных инструментальных сталей, а именно: для резцов, фрез, холоднштампового инструмента и т.д. По сравнению с известными методами поверхностного упрочнения инструментальных сталей (лазерной и электроннолучевой, нанесением покрытий) предлагаемая технология:

- является более дешевой и простой, т.к. осуществляется только методом термической обработки без проведения последующей поверхностной упрочняющей обработки инструмента;

- более эффективна для инструмента, испытывающего большие ударные нагрузки благодаря более высоким показателям ударной вязкости и прочности стали;

- позволяет многократно перетачивать и в дальнейшем использовать инструмент благодаря не поверхностному, а объемному упрочнению.

Таблица 1 – Механические свойства стали X12МФ

Вид ТО	Твердость, HRC	Ударная вязкость КС, Дж/см <sup>2</sup>
Традиционная ТО: закалка в масле от 1030 градусов + отпуск 2 часа при T=200°C	59,5 – 61,5	30 - 40
ТЦО + отпуск 2 часа при T=200°C	60 – 61	65 - 75

Таблица 2 – Механические свойства углеродистых инструментальных сталей

Вид ТО	Марка стали	Твердость, HRC	Ударная вязкость КС, Дж/см <sup>2</sup>
Закалка+отпуск 2 часа при 200° С	У8	60	30
	У10А	61	28
ТЦО+отпуск 2 часа при 200° С	У8	60	179
	У10А	61	118

\*Работа выполнена при финансировании в виде гранта для поддержки научно-исследовательской работы аспирантов вузов Федерального агентства по образованию.

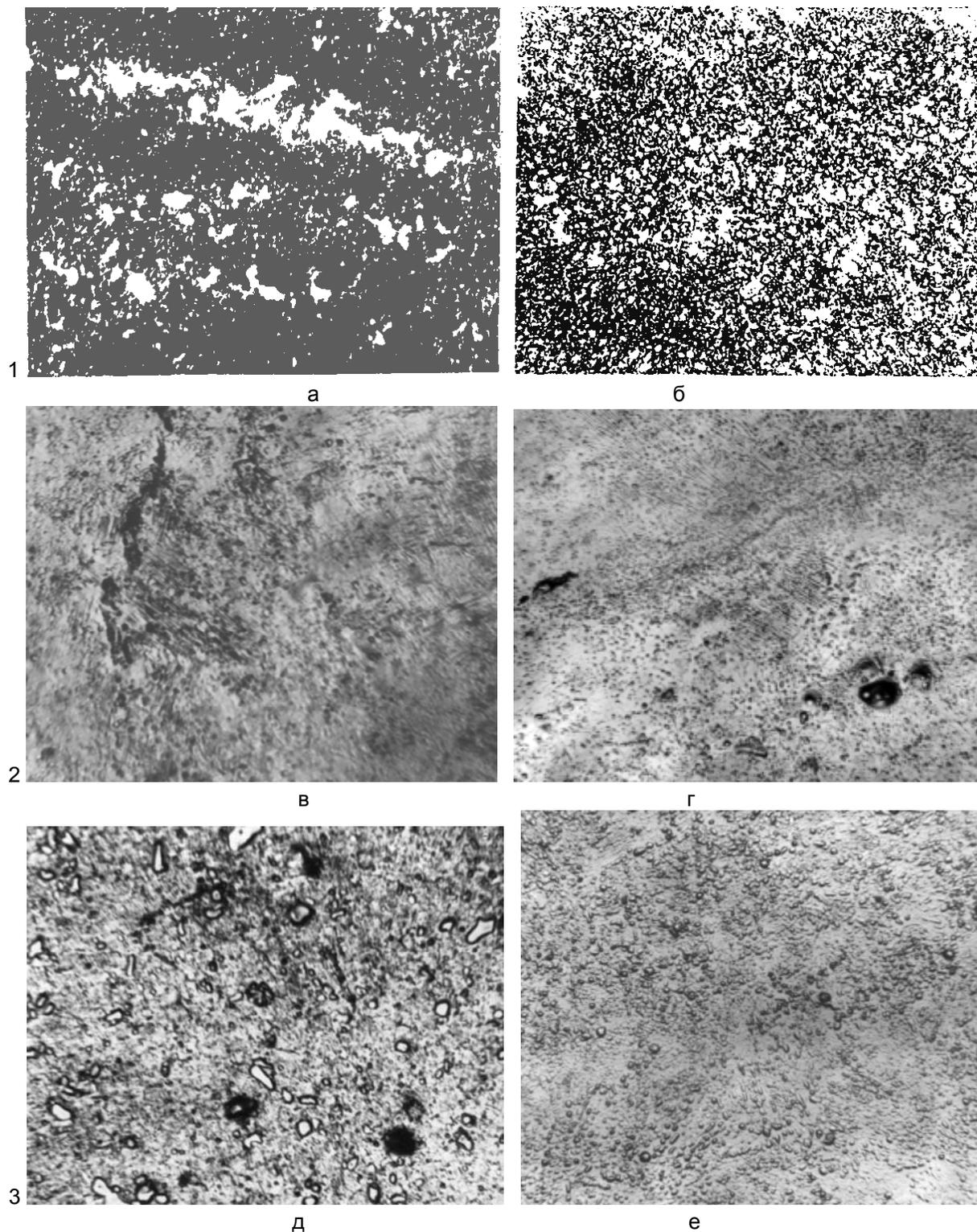


Рисунок 1 – Структура сталей после традиционной ТО (а, в, д,) и после окончательной ТЦО (б, г, е): 1 – сталь У8, 2 – 5ХНМВ 3 – 45Х2МНВФКЮ (x 650)

## ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ СТАЛЕЙ

При небольшом увеличении длительности процесса предлагаемая технология термообработки по сравнению с традиционной (закалкой и отпуском) обеспечивает повышение эксплуатационной стойкости инструмента в 1,2 – 2 раза и более окончательной ТЦО.

Технологический процесс не требует дополнительного оборудования, материалов и высококвалифицированного персонала по сравнению с традиционной термообработкой. Процесс прост в осуществлении, легко автоматизируется и экологически безопасен.

Разработанная технология термообработки инструмента отличается от традиционной:

- режимом и последовательностью проведения операции закалки;
- режимом операции отпуска;
- большей продолжительностью операции закалки (в 2 – 4 раза).

Остальные операции термообработки (подогрев, охлаждение в закалочной среде, мойка, очистка, контроль) остаются неизменными.

Указанная технология не требует дополнительной обработки поверхности до, и после термообработки. Длительность полного цикла термообработки инструмента разработанным методом, по сравнению с традиционным, возрастает на 3 – 10 %. Стоимость указанной термообработки увеличивается пропорционально удлинению цикла. Такое увеличение составляет 5 – 15 % от стоимости стандартного цикла термообработки.

Термическое оборудование для осуществления процесса – стандартное: соляные ванны для подогрева и закалки (рабочие температуры 250 – 1300 °С), закалочный бак, отпускные печи (рабочие температуры 150 – 600 °С), моечное оборудование.

Разработанная технология термической обработки инструментальных сталей защищена тремя патентами Российской Федерации на изобретение.