

УДК 621.735.32

Хван А. Д.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ НА СТОЙКОСТЬ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СТАЛИ X12M

Повышение конкурентоспособности – важнейшая задача машиностроения, которая во многом зависит от технологических и эксплуатационных характеристик режущих и мерительных инструментов. В связи с этим возникает необходимость разработки инновационных технологий, обеспечивающих высокую стойкость указанных изделий.

С точки зрения экономики машиностроения инструментальное производство является объектом первостепенной важности. Издержки предприятий на инструмент составляют значительную долю (до 10 %) себестоимости изделия. Поэтому проблема повышения стойкости инструментов является всегда актуальной для промышленности.

В машиностроении широко используются различные технологии повышения стойкости инструментальных сталей, требующие постоянного развития и совершенствования.

В настоящее время в промышленности придается большое значение инновационным технологиям повышения стойкости инструментов. В связи с этим следует указать на работы [1–5], посвященные повышению стойкости инструментальных сталей 9ХС, ХВГ, Р6М5 за счет пластической деформации осадки при реализации технологии предварительной термомеханической обработки (ПТМО).

Целью данной работы является исследование влияния пластической деформации на стойкость инструментальной стали X12M.

В настоящей работе с целью разработки эффективной технологии ПТМО применительно к инструментам в форме кольца (плашки, резьбонакатные ролики, дорны и др.) представляются результаты исследований низколегированной инструментальной стали X12M, из которой нередко изготавливаются указанные инструменты.

Химический состав этой стали представлен в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав стали X12M

Углерод С, %	Марганец Mn, %	Кремний Sn, %	Хром Cr, %
1,2–1,45	0,8–1,1	0,15–0,35	11,0–12,5

Для проведения исследований были предварительно изготовлены из прутка цилиндрические образцы размером $\varnothing 20 \times 30$ мм, в количестве 30 шт, и осажены на гидропрессе ГМС-250 до различных степеней относительной деформации $\varepsilon = 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6$.

Указанную деформацию определяли по формуле:

$$\varepsilon = \frac{H_0 - H}{H_0}, \quad (1)$$

где H_0, H – соответственно исходная и текущая высота образца.

Технологическая схема ПТМО для исследуемой стали представлена на рис. 1.

Здесь температуры закалки (поз. 3) и отпуска (поз. 4) составили соответственно $1333\text{--}1353^\circ\text{K}$ (охлаждение на воздухе) и $423\text{--}443^\circ\text{K}$ (охлаждение с печью). Твердость стали после окончательной термообработки составила 62–64 ед. по Роквеллу.

Для выполнения стойкостных испытаний из пластически деформированных образцов после рекристаллизационного отжига были изготовлены резцовые головки согласно представленному на рис. 2 чертежу.

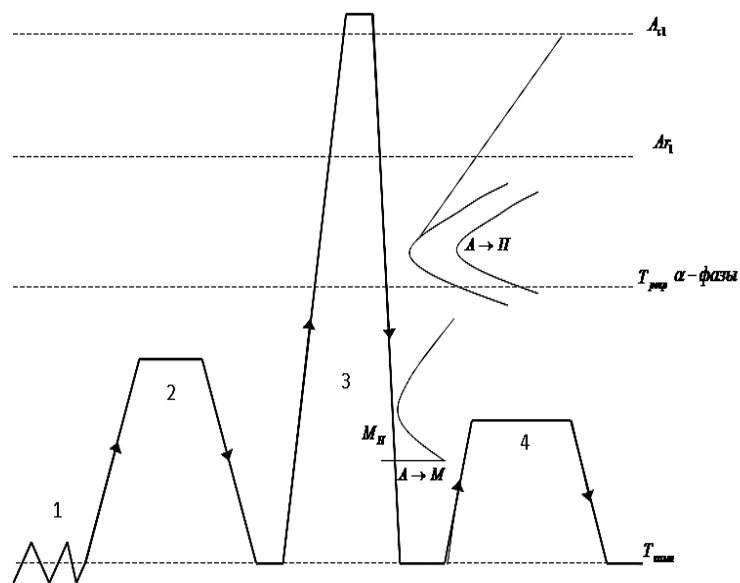


Рис. 1. Существующая технологическая схема ПТМО

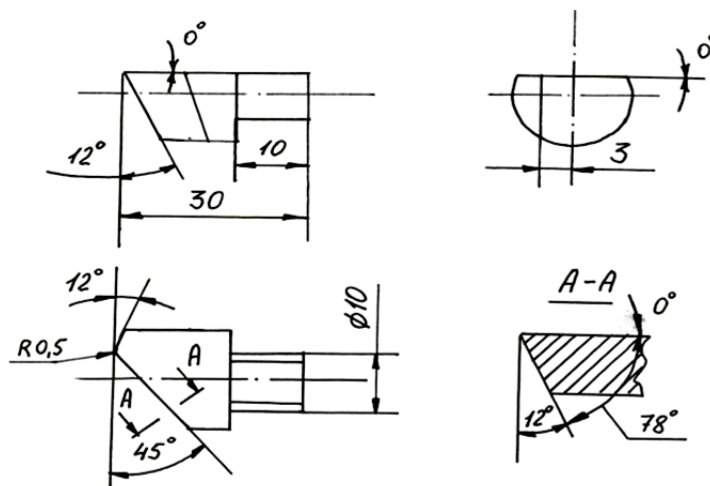


Рис. 2. Чертёж резовых головок для испытаний на износостойкость

На рис. 3 представлена фотография державки с резовкой головкой для закрепления ее на токарном станке.

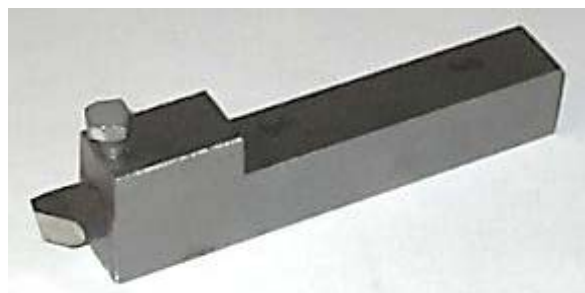


Рис. 3. Державка с резовкой головкой для токарного станка

Изготовленный инструмент проходил окончательную термическую обработку в соответствии с вышеуказанной технологической схемой, после чего выполнялись технологические операции шлифования и затачивания согласно рекомендациям [6].

Геометрические параметры режущей части исследуемого инструмента назначались в зависимости от физико-механических характеристик обрабатываемого материала.

Стойкостные испытания изготовленного режущего инструмента проводили обработкой конструкционной стали 45 (ГОСТ 1050-60). При этом для выполнения экспериментов использовали сталь одной плавки. Химсостав этой стали в % по ГОСТ 1050-60 приведен в табл. 2.

Таблица 2

Химический состав стали 45

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu
0,42–0,50	0,17–0,37	0,50–0,80	0,04	0,04	0,02	0,02	0,02

За критерий износа была принята величина площадки $h_3 = 0,4$ мм, образующейся на главной задней поверхности инструмента в процессе резания.

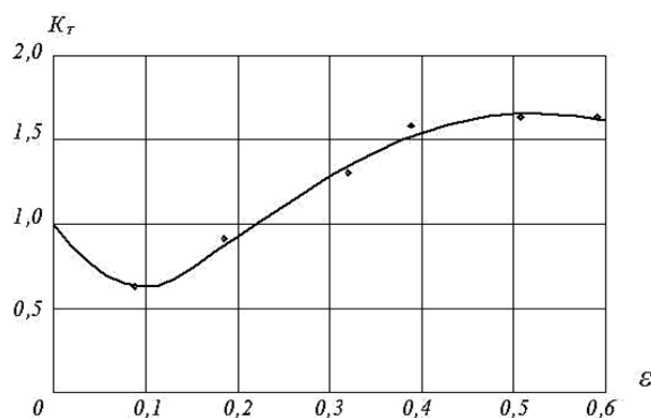
В качестве критерия оценки стойкости рассматривается коэффициент относительной стойкости, определяемый по соотношению:

$$K_T = \frac{T}{T_0}, \quad (2)$$

где T_0 – стойкость инструмента, изготовленного без пластической деформации, т. е. по традиционной технологии;

T – стойкость инструмента, изготовленного по предлагаемой технологии ПТМО.

Режимы резания при обточке на токарном станке *SV-18-RA* приняты следующими: скорость резания: $V = 12$ м/мин; глубина резания $t = 1$ мм; подача на один оборот шпинделя $S_0 = 0,1$ мм/об; без применения охлаждающей жидкости.

Рис. 4. График изменения коэффициента K_T

На рис. 4 представлен график изменения коэффициента K_T в зависимости от относительной деформации ε . Здесь точки – опытные значения коэффициента K_T , сплошная линия – аппроксимация экспериментальной зависимости $K_T = f(\varepsilon)$ полиномом 4-й степени:

$$K_T = 65,91\varepsilon^4 - 106,82\varepsilon^3 + 55,60\varepsilon^2 - 9,70\varepsilon + 1,00. \quad (3)$$

Из рисунка следует, что до некоторого критического значения $\varepsilon_{кр} = 0,1$ [7] происходит уменьшение стойкости стали, и минимальное значение коэффициента стойкости при этом составляет $K_{T_{\min}} \approx 0,6$. Данное обстоятельство объясняется тем, что при деформациях $\varepsilon \leq \varepsilon_{кр}$ происходит интенсивное увеличение размера зерна в структуре исследуемой стали,

приводящее к уменьшению её стойкости. При деформациях $\varepsilon > \varepsilon_{кр}$ размер зерна начинает уменьшаться, и в связи с этим стойкость стали монотонно увеличивается. Максимальное увеличение стойкости стали обработанной по новой технологии ПТМО при $\varepsilon_{отм} = 0,5$ составляет 1,7 раза относительно стойкости стали, обработанной без пластической деформации.

Полученные результаты металлографических исследований показали, что балл карбидной неоднородности (БКН) у стали X12M снизился с 9 единиц (в состоянии поставки) до 2–3 единиц после реализации новой технологии ПТМО. В связи с этим увеличение стойкости стали с ростом относительной деформации можно также объяснить снижением БКН, что вполне соответствует основным законам механики разрушения.

Были выполнены производственные испытания резбонакатных роликов из стали X12M для нарезания метрической резьбы M12 на ОАО «Воронежское акционерное самолетостроительное общество» (ВАСО). Схема указанной технологии представлена на рис. 5. Отличается она от традиционной включением в нее дополнительной операции пластической осадки предварительно изготовленной мехобработкой на заготовительной стадии заготовки кольцевой формы с установленными на основе пластической несжимаемости материала размерами (рис. 6). Здесь в скобках даны размеры, получающиеся после осадки с учетом припуска на мехобработку для формообразования резбонакатного ролика в соответствии с его чертежом.

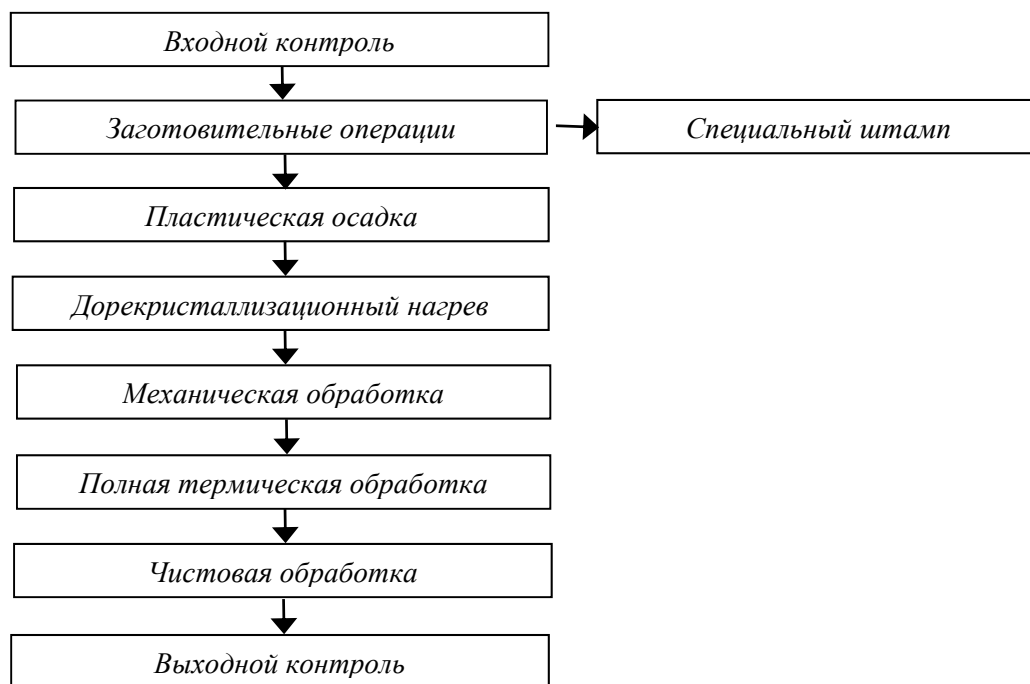


Рис. 5. Схема технологического процесса изготовления резбонакатного ролика в условиях ПТМО

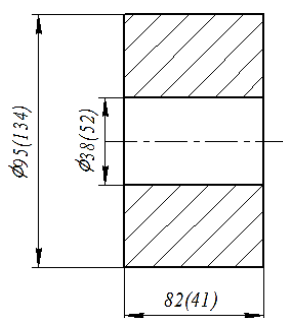


Рис. 6. Эскиз заготовки кольцевой формы для пластической осадки

Стойкость указанных роликов увеличилась в 1,6 раза по сравнению с базовым вариантом. Для иллюстрации на рис. 7 показана фотография указанных выше роликов.



Рис. 7. Фотография резбонакатных роликов

Таким образом, представленные результаты исследований по влиянию пластических деформаций в условиях ПТМО свидетельствуют об эффективности предложенной нами инновационной технологии повышения стойкости инструментов из стали X12M и в связи с этим можно рекомендовать её для внедрения в инструментальное производство в различных отраслях промышленности.

ВЫВОДЫ

Разработан способ повышения стойкости инструментов кольцевой формы из низколегированных инструментальных сталей на основе технологии ПТМО.

Стойкость резбонакатных роликов из стали X12M повысилась в 1,6 раза по сравнению с базовым вариантом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние механотермической обработки на снижение балла карбидной неоднородности / А. Д. Хван, Д. В. Хван, А. В. Попов, А. В. Токарев // *Кузнечно-штамповочное производство*. – 2008. – № 8. – С. 29–30.
2. Токарев А. В. Влияние пластического кручения заготовок на стойкость инструментов / А. В. Токарев // *Техника машиностроения*. – 2003. – № 6. – С. 56–57.
3. Пат. 2252269 Российская Федерация, С1 МПК с21 D 7/00, 9/22, 8/00 от 08.01.2004. Способ улучшения свойств инструментальной стали / Токарев А. В., Хван Д. В. и др. ; заявитель и патентообладатель Воронежский государственный технический университет. – № 2004100752/02 ; заявл. 08.01.2004 ; опубл. 20.05.2005, Бюл. № 14.
4. Хван Д. В. Карбидная неоднородность как один из основных факторов, определяющих износостойкость инструментов / Д. В. Хван, А. В. Токарев, А. А. Воропаев // *Аэродинамика механика и аэрокосмические технологии : труды первой Всероссийской электронной науч.-техн. конф. Воронеж, 2001*. – С. 121–123.
5. Токарев А. В. Влияние холодной пластической осадки с кручением на структурное состояние инструментальной стали / А. В. Токарев, А. А. Воропаев // *Системные проблемы качества, математического моделирования, информационных, электронных и лазерных технологий : материалы междунар. конф. и Российской науч. школы*. – Москва–Воронеж–Сочи, 2002. – С. 43–46.
6. *Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Ч. 1.* – М. : Машиностроение, 1967. – 412 с.
7. Горелик С. С. *Рекристаллизация металлов и сплавов* / С. С. Горелик. – М. : Машиностроение, 1978. – 568 с.

Хван А. Д. – канд. техн. наук, доц. ВГТУ.

ВГТУ – Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия.

E-mail: tpm@vorstu.ru

Статья поступила в редакцию 06.02.2012 г.