

## ВЛИЯНИЕ КРИОГЕННОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

*Гаврилова В.В., Казьмин А.А.*

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,  
Гродно, Республика Беларусь

Одним из главных факторов повышения эффективности производства является повышение долговечности металлообрабатывающего инструмента за счет увеличения износостойкости, надежности и производительности. К универсальным методам повышения работоспособности металлообрабатывающих инструментов можно отнести криогенную обработку и поверхностное пластическое деформирование. Кроме универсальности методы следует рассматривать с позиции экологической чистоты. К таковым относятся криогенная технология [1]. Температура кипения жидкого азота является оптимальной с точки зрения повышения параметров физико-механических характеристик инструментальных сталей.

Цель работы – исследование структурных превращений и изменения параметров физико-механических и триботехнических характеристик металлообрабатывающего инструмента под влиянием криогенной обработки.

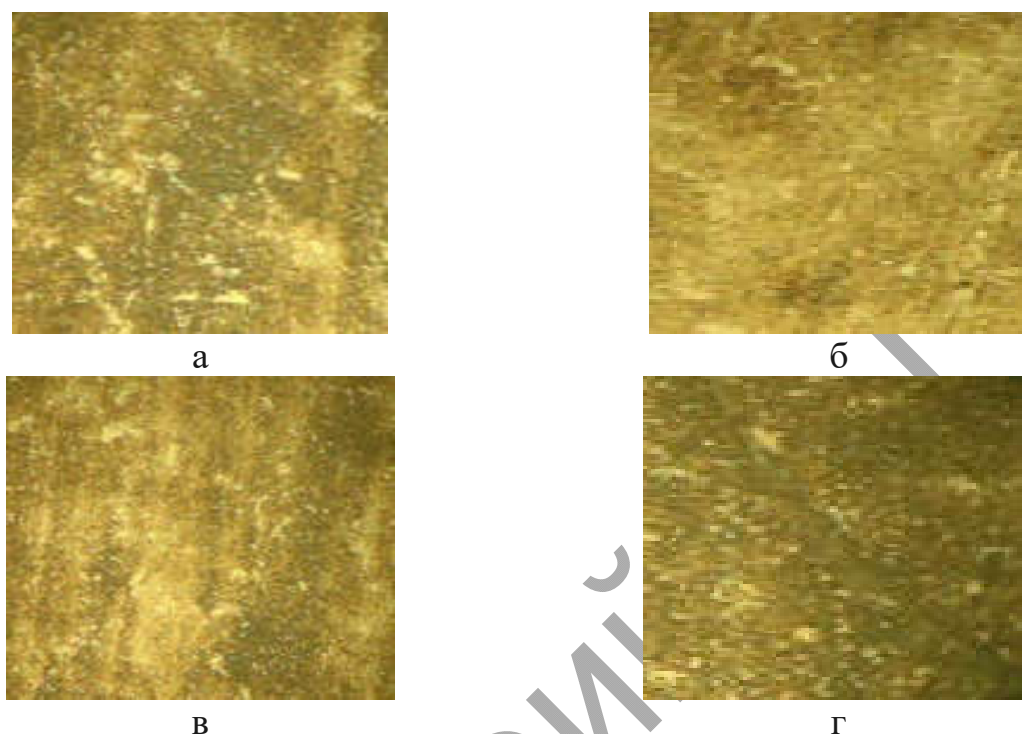
Для испытаний выбрали быстрорежущую сталь марки Р6М5 после стандартной термической обработки. Подготовили образцы в виде дисков диаметром 60 мм толщиной 5 мм. Поверхность образцов шлифовали и полировали до шероховатости  $R_z$  0,25 мкм. Изготовили четыре образца. Образец № 1 оставили в исходном состоянии. Образцы №№ 2, 3, 4 обработали в жидком азоте с различным временем выдержки – 15, 30 и 60 минут.

Структурные превращения в стали после криогенной обработки исследовали на инверсном металлографическом микроскопе ММР-1600Т с увеличением до  $500\times$ . Микротвердость покрытия определяли на микротвердомере "CV400ААТ". Триботехнические испытания проводили на микротрибометре FT-2, по схеме «сфера-плоскость» при следующих режимах:  $p = 20\text{Н}$ ,  $n = 120$  об/мин. Для тестовых испытаний в качестве режущего инструмента выбрали сверла диаметром 5 мм из стали Р6М5 в исходном состоянии и после выдержки в жидком азоте 15, 30 и 60 минут. Тестовые испытания режущего инструмента проводили, обрабатывая в пружине привода масляного выключателя отверстия на станке марки E1516B/400.

Анализ изображений поверхности сталей, полученных методом оптической микроскопии (рисунок 1) свидетельствует о том, что криогенная обработка уменьшает размеры карбидов и устраняет неравномерность их распределения (рисунок 1, б, в). Карбидная фаза приобретает мелкодисперсную глобулярную форму (рисунок 1, г).

Результаты триботехнических испытаний представлены на рисунке 2. Как следует из экспериментальных данных, при увеличении времени выдержки ме-

таллорежущего инструмента в жидком азоте уменьшается коэффициент трения. Самый низкий коэффициент трения наблюдается при обработке подложки в жидком азоте течение 60 минут, а самый высокий соответствует трению подложки без криогенной обработки.



а – сталь P6M5 исходная; б – сталь P6M5 с криогенной обработкой 15 минут; в – сталь P6M5 с криогенной обработкой 30 минут; г – сталь P6M5 с криогенной обработкой 60 минут

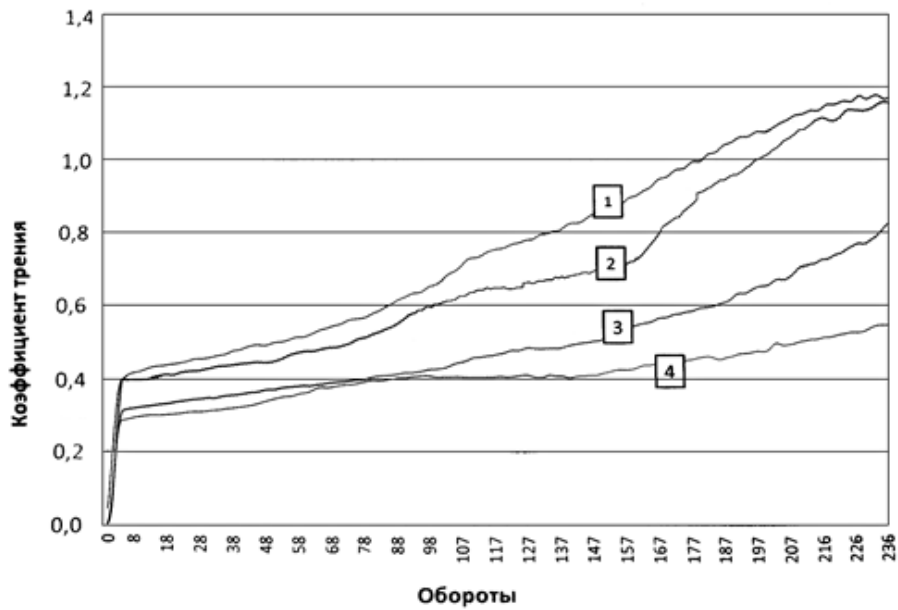
Рисунок 1 – Микроструктура образцов при увеличении 500<sup>×</sup>

При проверке стали P6M5 на твердость выяснили, что увеличение времени выдержки образцов в жидком азоте до 60 минут приводит к значительному увеличению параметра микротвердости. Микротвердость инструмента по HV, обработанного в азоте в течение 60 минут, на 110 единиц больше микротвердости инструмента, не прошедшего криогенную обработку.

Тестовые испытания показали, что режущий инструмент с криогенной обработкой может работать на более высоких режимах и с большой стойкостью по сравнению с инструментом без криогенной обработки. Стойкость инструмента после криогенной обработки в течение 60 минут увеличилась в 2 раза (таблица 1).

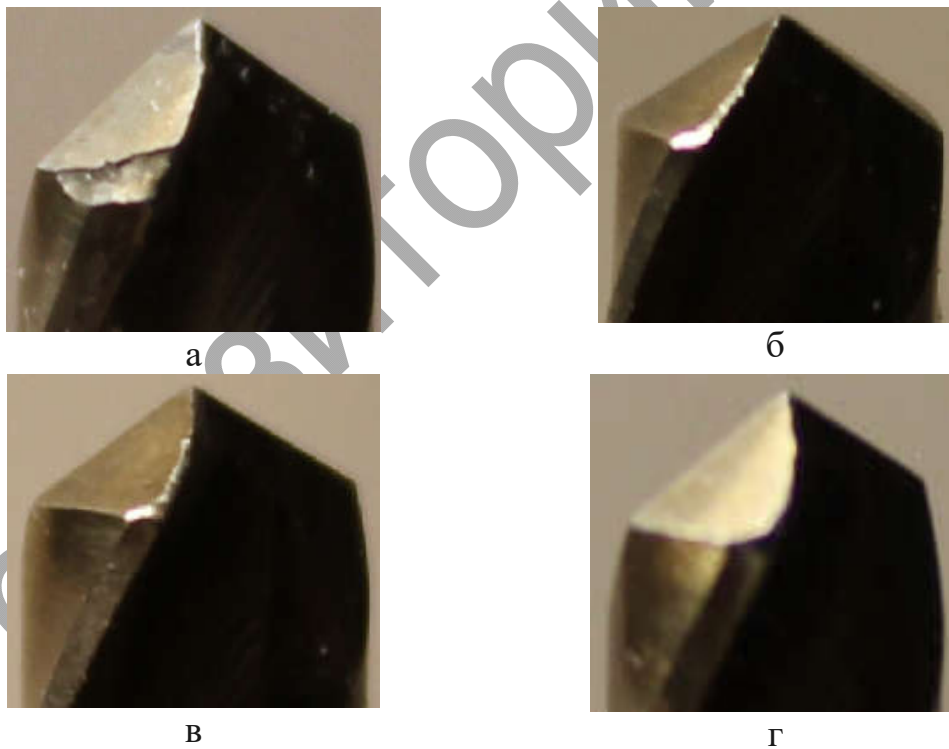
На рисунке 3 представлен вид режущих кромок после тестовых испытаний. Показано, что режущая кромка исходного сверла значительно изношена, видны сколы.

По мере увеличения времени обработки холодом наблюдается уменьшение износа режущих кромок. После криогенной обработки в течение 60 минут кромка сверла практически не изношена.



1 – сталь Р6М5; 2 – сталь Р6М5+криообработка в течение 15 минут; 3 – сталь Р6М5+криообработка в течение 30 минут; 4 – сталь Р6М5+криообработка в течение 60 минут

Рисунок 2 – Значения коэффициента трения



а – сверло из стали Р6М5; б – сверло после криогенной обработки в течение 15 минут; в – сверло после криогенной обработки в течение 30 минут; г – сверло после криогенной обработки в течение 60 минут

Рисунок 3 – Режущие кромки сверл после тестовых испытаний при увеличении  $10^{\times}$

Таблица 1 – Результаты тестовых испытаний

Образец	Режимы сверления		Стойкость сверла до первой заточки, количество деталей
	Число оборотов $n$ , об/мин	Подача $S$ , мм/мин	
Сверло из стали P6M5	250	25	40
Сверло из стали P6M5 после криогенной обработки в течение 15 минут	250	35	60
Сверло из стали P6M5 после криогенной обработки в течение 30 минут	250	40	70
Сверло из стали P6M5 после криогенной обработки в течение 60 минут	250	45	72

Из работы можно сделать вывод, что криогенная обработка позволяет улучшить эксплуатационные характеристики металлорежущих инструментов, повысить их износостойкость и твердость. Испытания показали, что оптимальное время выдержки инструмента в жидком азоте составляет 60 минут.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Соломенцев, Ю.М. Применение криогенных технологий для повышения стойкости инструментов // Приложение к журн. «Инструмент. Технология. Оборудование». – 2001. – № 2 – С.7.

УДК 621.09

### ОЦЕНКА РЕСУРСА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ЧПУ ПО ПАРАМЕТРАМ ТОЧНОСТИ ТРАЕКТОРИИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

*Горбунов В.П., Григорьев В.Ф., Дакало Ю.А.*

Брестский государственный технический университет  
Брест, Республика Беларусь

Технологическое оборудование с ЧПУ представляет собой сложное, дорогостоящее оборудование, эффективность использования которого является актуальной задачей для каждого машиностроительного предприятия. В процессе эксплуатации под влиянием вредных воздействий происходит изменение параметров траектории перемещения рабочих органов несущих заготовку и инструмент, что влияет на точность выходных параметров станка. Сохранение точности и безотказности работы оборудования в течение всего периода его эксплуатации обеспечивается системой его технического обслуживания и ремонта (ТОиР). Рациональная система ТОиР должна обеспечивать предупреждение всех видов отказов, как параметрических, так и функционирования, при наиболее полном использовании потенциальных сроков службы деталей и узлов оборудования [1].