

УДК 674.05.621.9.02

С.И. Карпович, вед. науч. сотр.

(БГТУ, г. Минск);

Д.В. Жук, инж.

(компания СП «Авиценна – интернешинал» ООО);

О.Ю. Пискунова, инж.

(БГТУ, г. Минск)

## **ВЛИЯНИЕ ТВЕРДОСТИ ПОДЛОЖКИ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ПЛЕНОЧНОГО ПОКРЫТИЯ**

Повышение эффективности эксплуатации инструмента осуществляется в основном по трем направлениям – снижение энергоемкости процесса резания, повышение качества поверхностей обработки и увеличение износостойкости инструмента. Основные исследования ведутся в области совершенствования режущей зоны инструмента.

Наиболее эффективным способом повышения износостойкости лезвийного режущего инструмента является его упрочнение путем нанесения упрочняющих покрытий.

Представляет интерес установить, как износостойкость инструмента с упрочняющими покрытиями зависит от соотношения твердости покрытия к твердости металла основы.

Для обеспечения разности в твердости покрытия и металла основы брались разные марки инструментальных сталей. Марки сталей подбирались таким образом, чтобы в их составе в разных количествах находились легирующие элементы: хром, молибден, вольфрам, ванадий, кремний, никель. Этим обеспечивалось различие в твердости разных марок сталей после рекомендуемых режимов термообработки.

Твердость упрочняющих покрытий зависит от их химического состава и изменяется в широких пределах:  $TiO_2$  – 16 ГПа, TiN – (20-22) ГПа, Ti(CN) – (22-26) ГПа, TiCrN– (24-30) ГПа, TiC– 32 ГПа, TiAlN– (32-36) ГПа. Различие по твердости для этого ряда соединений между минимальным и максимальным величинами составляет до 2,2 раз.

Соотношение твердости упрочняющего покрытия к твердости металла основы обеспечивает хорошее сочетание износостойкости покрытия с механическими свойствами корпуса инструмента. При работе инструмента в условиях ударных, изгибающих нагрузок, помимо твердости рабочей зоны, материал корпуса должен иметь высокие показатели прочности. Твердость покрытия обеспечивает высокую износостойкость инструмента, а твердость металла корпуса в диапазоне 56-59 HRC достаточную механическую прочность. Большее значение твердости ведет к хрупкому выкрашиванию режущей кромки инстру-

мента и разрушению самого корпуса в условиях вибрации и ударных нагрузок. Меньшее значение твердости металла под упрочненным твердым слоем приводит к пластическому течению, деформации режущей кромки и, как следствие, появлению микротрещин и разрушению покрытия. Толщина покрытия при использовании современных технологий нанесения упрочняющих слоев составляет от нескольких мкм до величин порядка мм. Практическое значение имеет толщина покрытия соизмеримая с допустимым радиусом округления режущей кромки при затуплении инструмента. Износ по передней поверхности режущего клина минимизируется за счет твердого упрочняющего покрытия. При заточке инструмента по задней поверхности высокую твердость сохраняет слой на передней поверхности, который располагается на металле основы, имеющей меньшую твердость. Эта часть задней поверхности изнашивается более интенсивно, то есть наблюдается эффект самозатачивания, что увеличивает период стойкости инструмента. В такой ситуации процесс затупления идет по схеме микровыкрашивания твердого слоя. При значительной толщине слоя, больше допустимого радиуса округления режущей кромки, процесс затупления идет по схеме макровыкрашивания, что связано с необходимостью более частой заточки инструмента.

Оптимальное соотношение твердости и глубины упрочненного слоя к материалу инструмента на его износостойкость определялось при производственных испытаниях опытных партий инструмента. Испытания проводились на рубильных машинах при заготовке топливной щепы. Комплекты рубильных ножей изготавливались из сталей марок 6ХВ2С, Х6ВФ, Х12МФ, 5ХНМ, ХВГ с применением ионно-плазменного азотирования на следующих режимах: температура азотирования –  $\leq 450^\circ\text{C}$ , длительность процесса – 6 и более часов в атмосфере  $\text{Ar}+\text{N}_2+\text{H}_2$ , абсолютное давление – 100-250 Па.

Критерием износостойкости был объем переработанной древесины ( $\text{м}^3$ ) в щепу за период стойкости ножей.

По результатам испытаний можно сделать следующие выводы. Износостойкость упрочняющих покрытий на режущем инструменте зависит не только от свойств упрочненного слоя, но и от свойств металла основы, на который наносится упрочняющее покрытие.

Для дереворежущего инструмента, работающего в условиях ударных нагрузок, соотношение твердости упрочненного слоя к твердости металла основы в пределах 1,3 – 1,7 обеспечивает высокую износостойкость инструмента при эксплуатации в производственных условиях.