УДК 621.9.025, УДК 674.05

А.В. Алифанов, зав. лаб. пластичности ФТИ НАНБ;
В.А. Тиманюк, ст. науч. сотрудник лаб. пластичности ФТИ НАНБ;
Н.В. Бурносов, доцент БГТУ; С.А. Савицкий, зам. начальника Управления Госкомитета по науке и технологиям

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БЕЛЫХ ХРОМОВАНАДИЕВЫХ ЧУГУНОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

The presented concept describes the use of a deformed chrome-vanadium white iron as a wear-resistant high-hardness material for manufacturing the cutting elements of wood-working tools.

Деревообрабатывающие предприятия Республики Беларусь для обработки древесных и древесностружечных материалов используют большое количество разнообразного деревообрабатывающего инструмента. Потребность предприятий республики только в ножах с линейной кромкой – более 100 тысяч в год. Потребление рамных и дисковых пил составляет 45-50 тысяч в год.

Наряду с традиционными материалами (древесиной различных отечественных пород, фанерой, древесностружечными и древесноволокнистыми плитами), все большее применение находят древесные и бумажные пластики, цементностружечные плиты и др.

Увеличение объемов резания соответственно приводит к повышению расхода режущего инструмента, из чего вытекает задача повышения стойкости и снижения стоимости режущего инструмента. Все методы повышения стойкости и снижения стоимости режущего инструмента можно разделить на конструктивные, технологические и эксплуатационные. Конструктивные и технологические методы направлены в первую очередь на повышение режущих свойств инструментальных материалов. Они включают мероприятия по изысканию и использованию новых инструментальных материалов, методов и режимов их термической обработки. Эксплуатационные методы состоят в том, чтобы поддержать начальный уровень качества режущего инструмента в течение всего срока его службы. К ним относятся методы подготовки инструмента, в первую очередь заточка и доводка.

В химических и электрохимических реакциях, протекающих в зоне контакта инструмента с обрабатываемым материалом, участвуют продукты механической и термической деструкции древесины, происходящей при ее резании. Воздействие продуктов деструкции на инструментальные стали способствует появлению и протеканию коррозионных процессов. В результате накопления коррозионных повреждений в поверхностных слоях возникают микротрещины, являющиеся источником хрупкого выкрашивания. Кроме хрупкого выкрашивания, инструмент подвержен абразивному износу,

особенно при обработке определенных древесных материалов (древесно-стружечных, древесно-волокнистых, цементно-стружечных и т.п.). Стойкость деревообрабатывающего инструмента и его себестоимость, а также стоимость повторных переточек и доводок в процессе эксплуатации зависят от применяемых для изготовления инструмента материалов. В настоящее время применяются следующие материалы:

– пилы: рамные – 9ХФ; ленточные – 9ХФ, У10А; круглые – 9ХФ, 65ХФ; круглые строгальные – 9ХФ, Х6ВФ, 9Х5ВФ;

– ножи: для фрезерования – 8Х6НФТ, 9Х5ВФ, Х6ВФ, Р9, Р4; лущильные и строгальные – 9Х5ВФ, Х6ВФ, 85ХФ, 8ХНФТ, Х12, Х12ФТ; рубильные — 6ХС, 55Х7ВСМФ, 55Х6В3СМФ, Р9; стружечные – 9Х5ВФ, Х6ВФ, Р4, Х12Ф1, 9ХС, Р6М5;

– гильотинные ножницы – 9ХС, 9Х5ВФ,85ВФ;

– пильные цепи – 9ХФ, 7ХНМ;

– фрезы насадные – Х6ВФ, Х96ВФ, Х12Ф,Х12, ХВГ, 9ХС, У9А, Р9, Р18; Р6М5;

– фрезы концевые – Р9Ф2К5, Р18, Х12, ХВГ, В2, 85ХФ, Р6М5;

– сверла и зенкеры – 9Х5ВФ, Х6ВФ, Р9, Х12, ХВГ, В2, 85ХФ;

– токарные резцы – Х12Ф, Р9, Р9Ф2К5, 9ХС, В2, У9А, Р6М5;

– инструмент для окорочных станков – 65Г, 60С2А, 50ХГФА;

– стамески и долота – У7А, У8А;

– пилы ручные – 9ХФ, У8А, У10А, 65ХФ.

Наряду с инструментальными сталями для изготовления дереворежущих инструментов, широко применяют твердые сплавы, которые превосходят по износостойкости (и по стоимости) все известные стали. Для инструмента, предназначенного для обработки различных древесных материалов, применяются следующие марки твердых сплавов

– Хвойные породы древесины – ВК15, ВК15-ОМ, ВК20.

– Твердолиственные породы древесины – ВК8, ВК10М, ВК10-ОМ.

– Фанера, гнуто-клееные, плоско-клееные заготовки, пластифицированная древесина – ВК6, ВК8, ВК10-ОМ, ВК10М.

– Древесно-стружечные, древесно-волокнистые, ламинированные плиты, прессованная древесина – ВК3, ВК3М, ВК6, ВК6М, ВК6-ОМ.

Таким образом, очевидно, что для инструмента, воспринимающего значительные динамические нагрузки, следует применять сплавы с повышенным содержанием кобальта, т.е. обладающие более высокими показателями ударной вязкости, а для инструмента, работающего в условиях безударных нагрузок, – сплавы с пониженным содержанием кобальта. Однако следует отметить, что стоимость твердосплавных пластин намного выше стоимости стального инструмента (один нож длиной 30 мм из ВК6 стоит по каталогу фирм Liecz, Leuco 35-40 DM).

Перспективными материалами для изготовления деревообрабатывающих инструментов являются инструментальные сплавы типа белых чугунов. В литом состоянии в их структуре формируется два вида эвтектических колоний: аустенит + карбид ванадия и аустенит+карбид ванадия+ карбиды типа Cr_7C_3. Ванадиево-карбидные каркасы эвтектических колоний повышают их жесткость и сопротивление деформации, что обеспечивает высокую износостойкость материала. Карбиды ванадия хорошо удерживаются матрицей и не склонны к выкрашиванию.

Прочность и вязкость матрицы и ее теплостойкость обусловлены достаточно высоким легированием металлической основы ванадием, хромом, кремнием, обеспечивающими сохранность мартенсита при повышенных температурах и вызывающими его дисперсионное твердение без использования такого дорогостоящего элемента, как вольфрам. Белые чугуны закаливают при температуре 900 – 1100^{0}С в масле для получения высоколегированного аустенита. Отпуск производят при 500-520^{0}С. При отпуске происходит мартенситное превращение, что обеспечивает эффект вторичного упрочнения. В результате достигается высокая твердость (63...68 $HRC_э$), теплостойкость и износостойкость.

Твердость чугуна практически не зависит от условий охлаждения, в связи с чем возможна его закалка на воздухе. Это качество особенно ценно при использовании чугунных пластин для паяемого инструмента, т.к. температура нагрева при пайке медью достигает 900-1000^{0}С, что соответствует температуре закалки чугунов.

Близость коэффициентов линейного расширения белого чугуна и стали, из которой изготовлен корпус инструмента, резко снижает коробление, которое чрезвычайно вредно при пайке твердосплавных пластин, т.к. часто приводит к их растрескиванию.

Теплостойкость белых чугунов находится на уровне теплостойкости стали Р6М5. Сочетание износостойкости и теплостойкости белых чугунов должно обеспечивать высокую работоспособность инструмента. Например, использование белых чугунов для дисковых фрез при обработке заготовок из стали 35 обеспечило повышение стойкости фрез (по сравнению с фрезами из стали Р6М5) в 2-2,5 раз при значительном улучшении чистоты обработки поверхности деталей.

Кроме указанных выше положительных качеств белых чугунов как материала для деревообрабатывающего инструмента необходимо отметить, что Республика Беларусь имеет большие литейные мощности, поэтому получение литых заготовок инструмента не представляет трудностей.

Однако при большом количестве положительных качеств чугунов в виде материала для деревообрабатывающего инструмента, этот материал практически не используется при производстве инструмента из-за ряда недостатков:

– низкая ударная вязкость литой дендритной структуры не обеспечивает должной стойкости, особенно при ударных нагрузках;
– большая, чем при обработке стали Р6М5 трудоемкость мех. обработки, заточки и доводки режущих кромок;
– большие литейные припуски на мех. обработку и литейные дефекты ;
– при литейной технологии изготовления пластин получается низкий коэффициент использования металла.

Устранить эти недостатки можно обработкой давлением литых заготовок методом горячей деформации.

Обработка давлением позволяет:

а) раздробить грубую литейную структуру металла и карбидную сетку, повысить почти в 1,5-2 раза ударную вязкость и предел прочности белого чугуна;

б) максимально приблизить форму заготовки к исполнительным размерам инструмента, т.е. резко снизить затраты на механическую обработку и заточку инструмента;

в) залечить литейные дефекты в виде пор и литейных трещин;

г) использовать эффект высокотемпературной термомеханической обработки при термообработке заготовок;

д) снизить затраты на производство литейных заготовок за счет более простой их формы;

е) исключить алмазно-абразивную заточку при замене твердосплавных режущих элементов на элементы из белого чугуна.

Проведенные во ФТИ работы по горячему деформированию высокопрочных чугунов марок ВЧ50 и ВЧ70, а также половинчатых чугунов и лабораторные исследования по определению возможности деформирования белых чугунов показали, что механические свойства высокопрочных чугунов после деформирования повышаются в 1,5-2 раза, износостойкость при абразивном износе — в 1,8 раза, ударная вязкость — в 2 раза.

Белые чугуны после деформирования отличались мелкодисперсной структурой и полностью раздробленной карбидной сеткой.

Проведенные исследования позволяют с большой степенью вероятности считать, что использование пластически деформированных белых чугунов в качестве материала для режущих элементов деревообрабатывающих инструментов, отличающихся высокой стойкостью, низкой себестоимостью и возможностью во многих случаях заменить быстрорежущие стали и твердые сплавы, экономически оправдано и целесообразно.