

УДК 621.74.79:621.934

А. В. Алифанов, д-р техн. наук, ФТИ НАНБ; Н. В. Бурносков, доцент;
С. А. Савицкий, зам. начальника управления Государственного
комитета по науке и технологии

РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЯ ЛЕЗВИЙНОГО ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА НА ОСНОВЕ ГОРЯЧЕДЕФОРМИРОВАННЫХ БЕЛЫХ ЧУГУНОВ

The development has been made of the composition for alloying of white irons as well as of the technology for manufacturing of flat plates using the methods of hot deforming. The results of production tests indicate that the plates are suitable for equipment of woodworking cutters with them.

Одной из важнейших задач повышения конкурентоспособности промышленных изделий, производимых в Республике Беларусь, является повышение качества и снижение затрат на производство. В условиях ограниченных природных ресурсов, необходимых для производства металлосодержащих изделий и инструментов, необходимо искать возможности для повышения эффективности работы инструментов или применения более дешевых материалов при условии придания им более высоких эксплуатационных характеристик. Известно, что качество изделий, особенно изготовленных из древесных материалов и их композиций, во многом зависит от используемого дереворежущего инструмента. Широко применяют инструменты из легированных сталей и твердых сплавов, закупаемых в больших количествах за рубежом. Необходимо неустанно осуществлять поиск новых, более дешевых материалов для оснащения дереворежущих инструментов износоустойчивыми материалами.

Таким материалом вполне может стать белый чугун. В последнее время многие исследователи, занимающиеся поиском дешевых материалов для изготовления деталей машин, инструмента для обработки пластмасс и древесины, обратили внимание на белый чугун [1–4]. Разработки, касающиеся применения белого чугуна, ведутся не только в странах ближнего (Россия, Украина) но и дальнего (США, Китай, Франция) зарубежья. К достоинствам белых чугунов можно отнести: возможность достижения высокой твердости при определенной технологии закалки, сравнимой с твердостью твердых сплавов [5], малая разница в коэффициентах температурного линейного расширения по сравнению с материалами подложек (конструкционной стали), что не вызывает короблений инструмента после его пайки. Однако одним из основных ограничений, препятствующих использованию данного материала для оснащения

дереворежущих фрез, является малая ударная вязкость, что приводит к достаточно быстрому разрушению режущих кромок ножей при обработке неоднородных материалов, к которым можно отнести древесину, ДСП, ДВП и др.

Работ, посвященных исследованию влияния легирующих элементов на структуру и свойства белых чугунов достаточно, но они носят противоречивый характер, что требует их дополнительного изучения. В данной работе осуществлена оптимизация химического состава белого чугуна. Был выбран химический состав, состоящий из (% по массе): 2,3–2,6 С; 15–17 Cr; 0,5–0,8 V; 0,5–0,8 Ni; 0,5–0,8 Mo; 0,7–1,0 Si. Известно, что пластическая деформация благоприятно сказывается на свойствах получаемых металлических изделий, однако применительно к белым чугунам такие работы практически не проводились.

Белые чугуны обычно не используются при производстве деревообрабатывающего инструмента из-за ряда недостатков:

- низкая ударная вязкость литой дендритной структуры не обеспечивает должной стойкости, особенно при ударных нагрузках;
- большие литейные припуски на механическую обработку и литейные дефекты;
- при литейной технологии изготовления пластин получается низкий коэффициент использования металла.

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

Пластическую деформацию белого чугуна можно осуществлять несколькими способами, в частности горячей объемной штамповкой или горячей прокаткой.

После пластической деформации чугуна, в частности после прокатки, твердость чугуна возросла до 60–65 HRC. Такое повышение твердости объясняется тем, что пластическая деформация уплотнила структуру литого бело-

го легированного чугуна. То есть можно сделать вывод, что пластическая деформация в значительной степени способствует улучшению физико-механических свойств белого легированного чугуна без дополнительной термической обработки. Если же деформированный белый легированный чугун подвергнуть дополнительной термической обработке, то можно достигнуть значений твердости порядка 65–74 HRC.

Процесс обработки литой заготовки горячей объемной штамповкой целесообразно применять для получения коротких заготовок режущих элементов (40–60 мм). После операции объемной штамповки необходимо произвести отжиг полученных заготовок, охлаждая их вместе с печью от температуры 950°C. Процесс обработки литой заготовки горячей прокаткой рекомендуется применять при изготовлении длинномерных режущих элементов (более 60 мм), после которой также производится отжиг заготовок.

С учетом ранее проведенного модифицирования белого чугуна и подобранных режимов термической обработки ударная вязкость литого белого чугуна повысилась в 4–5 раз (до 23 Дж/см²), что позволило приблизить этот показатель к соответствующим показателям легированных сталей.

Изготовление дереворежущего инструмента состоит из следующих операций: шлифование корпуса остова, выборка чистовым фрезерованием паза под пластинку белого чугуна, шлифование ножа после пайки по плоскостям и боковым граням, заточка и доводка по режущей грани пластинки. В качестве корпуса остова рекомендуется использовать конструкционные стали (сталь 30, 40, 45), режимы шлифовки которых достаточно известны.

В данной работе исследовались вопросы крепления режущих пластин на основе белого чугуна на остовы дереворежущих фрезерных ножей.

В деревообрабатывающей промышленности широко распространена технология пайки износостойких пластин на остовы режущих инструментов. Механические способы крепления износостойких пластин и ножей в корпусах фрез также достаточно широко распространены. Но применительно к материалу пластин (белый чугун) процесс пайки позволяет совместить операции крепления пластин к остову с нагревом паяемого пакета до температуры закалки пластин из горячедеформированного белого чугуна.

Поэтому было принято решение использовать высокотемпературные припои (латунь, медь), что дает возможность совмещать операции пайки и термической обработки пластинок из белого чугуна. Температура закалки белого чугуна находится в пределах 1150–1200°C.

С использованием режущих элементов из горячедеформированного белого чугуна были

изготовлены образцы фрезерных ножей, паянных медным припоем М1 (температура пайки 1150°C) и латунным припоем Л62 (температура пайки 950°C). Паяные соединения подвергались закалке в масле, а также путем медленного остывания на спокойном воздухе. В результате испытаний установлено: твердость режущих пластин при остывании на спокойном воздухе – 54–56 HRC; а при закалке в масле – 62–63 HRC.

Адгезионная прочность паяного шва достаточно высокая, пластинки выдержали следующую нагрузку, не разрушаясь: $\sigma = 150 \text{ Н/мм}^2$, $\tau = 120 \text{ Н/мм}^2$.

Для установления рациональных режимов обработки белого чугуна были проведены экспериментальные лабораторные испытания технологических процессов заточки по нескольким вариантам. Уточненный техпроцесс изготовления дереворежущих фрезерных ножей включает следующие операции.

Ножи после напайки пластинки белого чугуна укладываются на магнитную плиту плоскошлифовального станка пластинками вверх, затем кругом средней зернистости КЗ шлифуются до полного раскрытия поверхности. Режимы шлифовки: круг 63С 25 СМ2 К, окружная скорость $v_k = 15\text{--}18 \text{ м/с}$, скорость стола $v_s = 10\text{--}12 \text{ м/мин}$, поперечная подача $s_n = 10\text{--}15 \text{ мм}$ (но в пределах 0,4 или 0,6 от ширины круга), толщина снимаемого слоя $s_h = 0,002\text{--}0,025 \text{ мм}$.

Ножи укладываются шлифованной поверхностью на магнитную плиту и шлифуются в размер по толщине ножа с теми же режимами.

Партия ножей набирается в пакет с базированием по боковой поверхности и зажимается в специальные поворотные тиски, устанавливаемые на магнитную плиту плоскошлифовального станка. Проводится шлифовка боковой поверхности ножей с теми же режимами.

Пакет ножей поворачивается на 180° с базированием по предыдущей шлифованной боковой поверхности и проводится шлифовка второй боковой поверхности ножей с теми же режимами.

Ножи поочередно зажимаются в трехповоротных тисках, установленных на столе универсально-заточного станка модели 3В642. Проводится предварительное формирование задней грани ножа путем снятия части металла только стальной подложки (не затрагивая пластинку белого чугуна) под углом 35° при следующих режимах: круг электрокорунд белый 23А 40 С2 К, $v_{кр} = 30 \text{ м/с}$, $v_s = 8\text{--}10 \text{ м/мин}$, $s_n = 0,08\text{--}0,1 \text{ мм}$.

При тех же режимах, что и в предыдущем пункте, проводят предварительную заточку по пластинке белого чугуна под углом на 2–3° меньше будущего угла заточки.

Алмазным кругом АС2 40/50 В1-01 100 производится доводка режущей грани пластинки белого чугуна на заданный угол заточки (на 2–3° больше предыдущей операции) с фаской на 0,3–0,4

от толщины пластинки с последующим выхаживанием при следующих режимах: $v_{кр} = 25-35$ м/с, $v_s = 6-8$ м/мин, $s_n = 0,005-0,008$ мм.

Мелкозернистым оселком под углом $2-3^\circ$ к передней грани ножа снимаются практически невидимые глазом заусенцы.

В деревообрабатывающей промышленности используется достаточно большое количество разнообразных материалов. Можно выделить две основные разновидности: натуральная древесина и плитные материалы на основе стружечных плит. Поэтому в данной работе было решено провести две основные серии испытаний:

1) на ОАО «Минскдрев» испытать ножи фрезерные на операции обработки фрезерованием боковой плоскости соснового бруска оконной заготовки на четырехстороннем продольно-фрезерном станке модели С16-4А;

2) на ОАО «Минскмебель» испытать ножи на операции фрезерования кромок древесностружечных плит (обрабатывается пакет из двух древесностружечных плит толщиной 16 мм каждая), на фрезерном станке модели ФШ.

Режимы обработки зависят от многих факторов: скоростей резания, подачи, подачи на нож, состояния материала, мощностей станков, требуемого качества обработки и др.

Непосредственно в производственных условиях было установлено, что основой режимов обработки является технологическая карта обработки деталей, цикл обработки (производительность), техническая характеристика оборудования, требуемое качество обработки.

Корпуса фрез, в которых устанавливались опытные образцы ножей фрезерных, оснащенных режущими элементами из горячедеформированного белого чугуна, имеют стандартные размеры и устанавливаются с определенными угловыми параметрами на стандартном оборудовании. Поэтому, с целью установления оптимальных режимов обработки, было принято решение определить рациональные углы заточки ножей фрезерных.

Ножи партиями по 4 штуки затачивались под следующими углами: 40° (стандарт для фрезерных ножей из легированных сталей типа ХВГ, 9ХС), 45° и 50° .

Партии ножей изготавливались из легированной стали ХВГ, легированного белого чугуна и с оснащением твердым сплавом ВК10 (для древесностружечных плит). Подготовка к работе велась в лабораторных условиях с максимальным соблюдением требуемых технологических режимов в идентичных условиях.

На операции обработки фрезерованием боковой плоскости соснового бруска (ОАО «Минскдрев») установлено, что стойкость ножей и качество обработки изделий повышаются при переходе от 40° к 45° и ухудшаются при 50° .

Таким образом, определены оптимальные режимы обработки:

- частота вращения шпинделя – 5600 мин⁻¹;
- скорость подачи – 20 м/мин;
- толщина оптимального слоя – 4 мм.

На операции фрезерования кромок древесностружечных плит (ОАО «Минскмебель») установлено, что угол заточки более 45° обеспечивает требуемое качество обработки в соответствии с технологическими картами. Однако увеличение угла заточки до 50° снизило значение заднего угла резания, что привело к прижогам кромок плит и практически аварийному износу ножей по задней кромке.

С целью установления оптимальных углов заточки были проведены дополнительные испытания, в результате которых можно предложить к использованию в промышленных условиях следующие угловые параметры ножей: для обработки натуральной древесины – угол заточки в пределах $44-46^\circ$; для обработки плитных материалов (ДСП) – угол заточки в пределах $47-48^\circ$.

По результатам производственных испытаний инструмент, оснащенный режущими элементами из горячедеформированного хромованадиевого белого чугуна, показал достаточно высокие эксплуатационные качества. Их стойкость на операции фрезерования древесных изделий по сравнению с инструментом из легированных сталей (ХВГ, 9ХС) была выше в 2 раза, а на операции фрезерования древесностружечных плит составила $40-45\%$ от стойкости традиционно применяемого твердосплавного инструмента.

Результаты проведенных испытаний позволяют рекомендовать легированные белые чугуны к использованию для оснащения режущих кромок деревообрабатывающих инструментов.

Литература

1. Емелюшин А. Н. // Изв. вузов. Чер. металлургия. – 2000. – № 2. – С. 28–29.
2. Афанасьев В. К., Сагалакова М. М., Чибряков М. В. // Изв. вузов. Чер. металлургия. – 1998. – № 6. – С. 33–34.
3. Жуков А. А., Сильман Г. И., Фрольцов М. С. Износостойкие отливки из комплекснолегированных белых чугунов. – М.: Машиностроение, 1984.
4. Протасов А. А., Зуев П. П. Калибровка валков для прокатки быстрорежущей стали. – М.: Металлургиздат, 1956.
5. Петроченко Е. В., Емелюшин А. Н., Мирзаев Д. А., Мирзаева Н. М. Износостойкость инструмента из легированных хромистых чугунов, закаленных на вторичную твердость, при обработке неметаллических материалов // Известия Челябинского научно-го центра. – 2001. – Вып. 1.