

Е. В. КОЗЛОВ, инженер
С. А. ПЛОТНИКОВ, д-р техн. наук, профессор

Вятский государственный университет,
Киров, Российская Федерация

В металлообрабатывающей промышленности при лезвийном методе обработки используются инструменты, изготовленные с применением таких материалов, как инструментальные стали, твердые сплавы, керамика и сверхтвердые материалы. Данные материалы обладают различными свойствами и технологией получения. Использование тех или иных режущих инструментов обусловлено материалом обрабатываемой детали, требованиями к качеству обрабатываемой поверхности, условиями работы инструмента, а также производительностью режущего инструмента.

Материалы, используемые для изготовления инструмента для обработки резанием, можно разделить на следующие группы: инструментальные стали, спеченные твердые сплавы, керамические режущие материалы, сверхтвёрдые материалы.

Инструментальные стали, в зависимости от условий работы, в свою очередь разделяют на несколько основных видов: инструментальная углеродистая нетеплостойкая, инструментальная легированная нетеплостойкая, инструментальная легированная быстрорежущая теплостойкая. Область применения инструмента [1–4] в зависимости от используемого материала режущей кромки (табл. 1).

При выборе режущего инструмента необходимо руководствоваться такими основными свойствами, как твердость режущей кромки, прочность, теплопроводность и теплостойкость. Твердость является основным качественным показателем инструмента. Рабочие свойства режущего инструмента должны сохраняться в установленных пределах рабочих температур. Для процесса мелкоразмерной обработки фрезерованием [5, 6] характерны высокие частоты вращения инструмента, достигающие $20000\text{--}25000\text{ мин}^{-1}$, что приводит к повышению температуры в процессе резания и преждевременному износу. Повысить износостойкость рабочей поверхности можно за счёт нанесения износостой-

кого покрытия, которое сокращает количество тепла, попадающего в инструментальный материал.

Сравнение некоторых инструментальных материалов по твердости режущей кромки и предельной рабочей температуре (табл. 2) [1–3].

Таблица 1.

| Материал инструмента | Применение |
|--------------------------------|---|
| Углеродистая сталь | Метчики, рашпили, зубила, ножницы |
| Легированная сталь | Фрезы, сверла, протяжки, ножи, пилы |
| Быстрорежущая сталь | Резцы, сверла, фрезы, долбяки |
| Твёрдые сплавы | Режущий инструмент для высокоскоростного резания |
| Керамические режущие материалы | Режущий инструмент для обработки высокопрочных чугунов, инструментальных/конструкционных углеродистых и легированных сталей |
| Сверхтвёрдые материалы | Режущий инструмент для обработки цементованных сталей, твёрдых сплавов, высокопрочных чугунов |

Таблица 2.

| Марка стали | Твердость | Предельные рабочие температуры, °С |
|------------------------------------|----------------|------------------------------------|
| Углеродистые (нетеплостойкие) | | |
| У8, У8А, У11, У11А | 60–63 HRC | 180–200 |
| Легированные (нетеплостойкие) | | |
| 9ХФ, 11ХФ, 9ХС, ХВГ | 57–63 HRC | 220–260 |
| Быстрорежущие стали (теплостойкие) | | |
| P18, P6M5, P9K5 | 58–64 HRC | 620–640 |
| Твердые сплавы | | |
| T15K6, T5K10 | 87–92 HRC | 900–1000 |
| Керамические режущие материалы | | |
| ЦМ-332, ВОК-60 | 90–94 HRA | 1100–1400 |
| Сверхтвердые материалы | | |
| АСБ1, АМК, ПСТМ | 70–90 ГПа (HV) | 700–1500 |

Основная доля российского рынка твердосплавного, керамического и сверхтвердого режущего инструмента приходится на импорт.

Причиной высокой импортозависимости является технологическое отставание российских предприятий от ведущих мировых производителей [7].

Зарубежные производители металлорежущего инструмента на российском рынке представлены следующими компаниями: Kennametal (США), Widia, Walter, Guhring, Arno (Германия), Seco, Sandvik (Швеция), Dormer&Pramet (Чехия), ОКЕ, Deskar, JXTC, ZCC, GESAC (Китай), Korloy, YG-1, TaeguTec (Корея), Mitsubishi, Yamawa, Sumitomo, Kyocera, Tungaloy (Япония), Vargus Iscar (Израиль), IZAR (Испания).

Основные российские производители металлорежущего инструмента: Innotech, Microbor, Томский инструмент, Белгородский завод специнструмента, СКИФ-М, Кировоградский завод твердых сплавов, АО Победит, АО Твердосплав, Московский инструментальный завод, Свердловский инструментальный завод, АО ВНИИИНСТРУМЕНТ, Киржачский инструментальный завод, Серпуховский Инструментальный завод ТВИНТОС.

Доля стран на российском рынке твердосплавного инструмента в процентном соотношении (рис. 1).

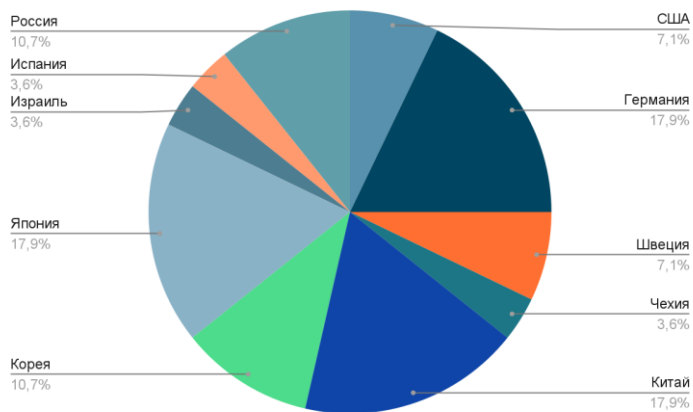


Рис. 1. Доля стран на российском рынке твердосплавного инструмента

В настоящее время, промышленные предприятия, оказавшись в условиях экономических мер ограничительного характера, испытывают нехватку высокопроизводительного режущего инструмента по причине сокращения поставок от мировых производителей, что является стимулом к проведению исследований и внедрению технологий получения новых инструментальных материалов. Усиление научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельно-

сти является одной из ключевых задач реализации стратегии развития станкоинструментальной промышленности на период до 2035 года [8]. Результатом реализации стратегии должна стать продукция импортозамещения, основной спрос на которую будет исходить со стороны оборонно-промышленного комплекса страны. Использование современных инструментальных материалов благоприятно скажется на производительности оборудования и объемах производства [9, 10].

ЛИТЕРАТУРА

1. Третьяков, А. Ф. Материаловедение и технологии обработки материалов / А. Ф. Третьяков, Л. В. Тарасенко. – Москва: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. – 541 с.
2. Режущие инструменты, оснащенные сверхтвердыми и керамическими материалами, и их применение / В. П. Жель [и др.]. – Москва: Машиностроение, 1987. – 320 с.
3. Справочник по конструкционным материалам / Б. Н. Арзамасов [и др.]. – Москва: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. – 640 с.
4. Зубков, Н. Н. Инструментальные материалы для изготовления лезвийных инструментов / Н. Н. Зубков. – 2013. – № 5. – С. 75–100.
5. Клуонис, А. С. Комбинированный метод получения комплектов мелкоразмерных профильных деталей / А. С. Клуонис, Д. Г. Сергеев, Е. В. Козлов // Общество, наука, инновации. – Киров: Вятский государственный университет, 2022. – С. 341–344.
6. Клуонис, А. С. Технология изготовления мелкоразмерных профильных деталей с использованием перемычек / А. С. Клуонис, Д. Г. Сергеев, Е. В. Козлов // Компьютерно-интегрированные технологии в машиностроении: проблемы и перспективы. – Ярославль: ЯГТУ, 2022. – С. 19–21.
7. Бутов, А. М. Рынок продукции станкостроения / А. М. Бутов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dcenter.hse.ru/news/415044604.html>. – Дата обращения 14.10.2022.
8. Об утверждении Стратегии развития станкоинструментальной промышленности на период до 2035 года: распоряжение Правительства РФ от 5 ноября 2020 г. № 2869-р.
9. Плотников, С. А. Планирование производства и объем выпуска продукции / С. А. Плотников, Е. В. Арасланова // Общество, наука, инновации. – Киров: Вятский государственный университет, 2017. – С. 1817–1822.
10. Плотников, С. А. Тандем бережливого производства и ERP систем / С. А. Плотников, А. Г. Чернядьев // Общество, наука, инновации. – Киров: Вятский государственный университет, 2017. – С. 1891–1896.

Аннотация. Разработка технологий изготовления режущего инструмента в условиях современного мира приобретает чрезвычайное значение для отечественной станкоинструментальной промышленности.

Ключевые слова: металлообработка, станкоинструментальная промышленность, режущий инструмент, сверхтвердые материалы.