

*О.С. КЛЕНОВ*, канд. техн. наук, Фирма “ДиМерус Инженеринг” ТОВ, Харьков;

*Ф.В. НОВИКОВ*, докт. техн. наук, ХНЭУ, Харьков;

*А.Г. КРЮК*, канд. техн. наук, ХНЭУ, Харьков.

## **ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И КАЧЕСТВА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРЕССИВНЫХ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ**

**Введение.** Повышение производительности и качества обработки деталей машин является важнейшим условием создания конкурентоспособной машиностроительной продукции. Поэтому изыскание новых технологических возможностей механической обработки является актуальной задачей машиностроения. В успешном решении данной задачи важная роль принадлежит применению новых прогрессивных режущих инструментов, обладающих высокой режущей способностью и стойкостью, обеспечивающих снижение силовой и тепловой напряженности процесса резания и соответственно повышение производительности и качества обработки. Значительный интерес в этом плане представляют инструменты, производимые ведущими зарубежными фирмами, которые поставляются в Украину и Россию. В связи с этим, важно располагать данными о технологических возможностях указанных инструментов применительно к обработке конкретных деталей машин.

**Анализ последних достижений и литературы.** В работах [1, 2] приведены результаты экспериментальных исследований основных параметров процесса резания традиционными лезвийными инструментами. Для оценки возможностей повышения эффективности процесса резания сравним основные показатели обработки, достигаемые при использовании инструментов отечественного и зарубежного производства. Это позволит научно обоснованно подойти к выбору наиболее эффективных инструментов и оценке их технологических возможностей.

**Цель работы, постановка проблемы.** Целью настоящей работы является обобщение опыта практического использования на машиностроительных предприятиях Украины современных лезвийных инструментов, в том числе с износостойкими покрытиями в условиях высокоскоростного резания.

**Материалы исследования.** Как показывает практика, перспективным направлением повышения эффективности механической обработки является использование лезвийных инструментов фирмы “ISCAR”, которыми уже 10 лет успешно оснащаются машиностроительные предприятия Украины [3]. Их применение позволяет до 10 раз и более увеличить стойкость инструментов и сократить затраты на их потребление. В большинстве случаев достигается существенное повышение производительности обработки (за счет интенсификации режимов резания) при обеспечении высокого качества и точности обрабатываемых поверхностей деталей. Так, на операции токарной обработки профиля П на центробежных колесах, изготовленных из титанового сплава BT8-1, за счет применения резцов фирмы “ISCAR” взамен напайных резцов У6161-0732-15 BK8 достигнуто увеличение производительности в 1,5 раза и стойкости резцов в 4 раза при гарантированном обеспечении правильной формы профиля П, чего ранее не достигалось. Обработка производилась на станке MDW-20M с частотой вращения шпинделя 100 об/мин, глубиной резания 0,2 мм, подача была увеличена с 0,08 мм/об (для заводского резца) до 0,2 мм/об (для резца фирмы “ISCAR”). Диаметр обрабатываемой детали 230 мм.

При одинаковых условиях токарной обработки на станке AT320MC детали “Диск” диаметром 202,5 мм из жаропрочного сплава ЭИ698-ВД (ХН73МЮТЮ-ВД) режущая пластина фирмы “ISCAR” из сплава IC807 показала стойкость в 8 раз большую по сравнению с применяемым на предприятии твердосплавным резцом У6161-4883 BK10, суммарная стойкость которого составила всего 5 мин при износе по задней поверхности

0,4 мм. Обработка производилась с режимом резания: частота вращения шпинделя 28 об/мин; скорость резания 18 м/мин; подача 0,2 мм/об.

При обработке торцевой канавки на токарной операции при использовании резца фирмы “ISCAR” одной кромкой режущей пластины с износостойким покрытием [4] было обработано 12 деталей, тогда как при использовании традиционного напайного твердосплавного резца – 3 детали, т.е. удалось в 4 раза повысить стойкость инструмента. Это позволило сократить время на переналадку станка и повысить стабильность процесса резания. Обработка производилась на станке АТПр-800Н с частотой вращения шпинделя 53 об/мин и подачей 0,05 мм/об.

При токарной обработке на станке SKIQ8 детали “Корпус камеры сгорания” из сплава ЭП718-ИД стойкость инструмента фирмы “ISCAR” составила 3 детали, а заводского напайного твердосплавного резца У6203-0723 ВК10 – 1 деталь. При этом достигнуто сокращение машинного времени обработки в 1,57 раза за счет увеличения скорости резания (частоты вращения шпинделя с 10 – 12 до 16 – 22 об/мин).

При чистовом точении детали из сплава ВХ4Л-ВИ на станке DF-3 режущая пластина DCMT2-1-SM IC907 фирмы “ISCAR” показала в 4 раза большую стойкость по сравнению с применяющимся на данной операции резцом У6161-3060 из твердого сплава ВК8. Режим резания: частота вращения шпинделя 20 об/мин; подача 0,2 мм/об.

С целью замены напайных твердосплавных канавочных резцов на операции обработки торцевых и радиальных канавок на разных диаметрах обрабатываемых деталей (максимальный диаметр 829 мм), испытывались твердосплавные пластины фирмы “ISCAR”. Материал детали: ЭП-648 (ХН50ВМТЮБ-ВИ). Обработка производилась на станке V20DSC-160 с режимом резания: частота вращения шпинделя 8 об/мин, подача 0,05 мм/об. Установлено, что при обработке 1 детали расход резцов У6162-1257 ВК10 составил 2 шт., а резцов У6162-1116-04 ВК10-ХОМ составил 7 шт., тогда как расход пластин фирмы “ISCAR” на обработку одной деталь составил 0,4

– 1 шт. Следовательно, обеспечивается увеличение стойкости инструмента в 5-7 раз. При этом достигается сокращение вспомогательного времени, устраняются дополнительные проходы за счет увеличения жесткости инструмента и снижения упругих перемещений в технологической системе. В результате обрабатываемые канавки получают правильной формы с первого врезания инструмента.

Обработка колеса вентилятора из труднообрабатываемого сплава ВТ6 на станке ИС-800 фрезой фирмы “ISCAR” диаметром 25 мм со сменными пластинами (12 режущих кромок) позволила увеличить стойкость инструмента в 36 раз (по сравнению с цельной твердосплавной фрезой У6151-2558-18 Н10F) и объединить три заводские операции по обработке лопаток, традиционно выполняемых на разных станках, в одну операцию. Режимы резания:  $n = 300$  об/мин;  $V = 24$  м/мин;  $S_m = 200$  мм/мин;  $S_z = 0,166$  мм/зуб;  $t = 3$  мм (для заводской фрезы) и  $n = 600$  об/мин;  $V = 47$  м/мин;  $S_m = 900$  мм/мин;  $S_z = 0,5$  мм/зуб;  $t = 1$  мм (для фрезы фирмы “ISCAR”).

Последовательная обработка 12 бобышек детали “Корпус” из сплава ВТ20 на станке “Horizon 110” показала, что стойкость фрезы фирмы “ISCAR” с пластинами HP ANKT 070212 PNTR IC 928, имеющими по 2 рабочие кромки, в 60 раз больше стойкости традиционно применяющейся на данной операции фрезы У6151-1153 Р12Ф4К5. Испытания проводились в одинаковых условиях, режимы резания не увеличивались ( $n = 140$  об/мин;  $V = 18$  м/мин;  $t = 3-5$  мм;  $S = 40$  мм/мин;  $S_z = 0,024$  мм/зуб; диаметр фрезы 40 мм; количество зубьев фрезы фирмы “ISCAR” – 10, а заводской фрезы – 12; машинное время обработки 36 мин).

Был также проведен комплекс стойкостных испытаний режущих инструментов производства фирмы “Tungaloy” (Япония), которые в последнее время находят применение на машиностроительных предприятиях Украины и России. Испытывались резцы, оснащенные сменными неперетачиваемыми минералокерамическими пластинами с износостойкими покрытиями, при обработке наружных колец подшипников (из стали

ШХ15СГ твердостью HRC 61-63 после термообработки) на токарных станках с ЧПУ мод. SL-30. Производилась предварительная и окончательная расточка поверхностей бортов, предварительная и окончательная подрезка торца борта и предварительная расточка дорожки качения. В настоящее время для обработки данных колец используются режущие пластины DNGA 150412 из минералокерамики марки GC 6050 с покрытием производства фирмы “Sandvik”. Обработка производится с режимами резания: скорость резания –  $V=108$  м/мин; подача – при расточке бортов  $S=0,11$  мм/об (предварительная и окончательная), при подрезке торца борта  $S=0,11$  мм/об (предварительная) и  $S=0,08$  мм/об (окончательная), при расточке роликовой дорожки  $S=0,121$  мм/об. Испытания 8 пластин DNGA 150412 показали, что средняя стойкость пластины составила 203,2 мин (соответственно средняя стойкость грани пластины – 50,8 мин, а среднее количество обработанных колец одной пластиной – 47).

Для сравнения на тех же режимах резания проведены стойкостные испытания ромбических пластин DNGA 150412 из керамики марки LX11 с покрытием производства фирмы “Tungaloy”. В результате установлено, что средняя стойкость пластины составила 334,4 мин (соответственно средняя стойкость грани пластины – 83,6 мин). Таким образом, стойкость пластин производства фирмы “Tungaloy” на 43,88% выше стойкости пластин производства фирмы “Sandvik”. При этом износ режущей кромки происходил по передней поверхности и составлял от 0,2 до 0,8 мм у пластин производства фирмы “Tungaloy” и от 0,3 до 1,5 мм у пластин производства фирмы “Sandvik”. Из сказанного вытекает перспективность применения с точки зрения снижения затрат на инструмент режущих пластин производства фирмы “Tungaloy”.

Была также произведена оценка возможностей использования сменных режущих пластин SNMG 120412 со стружколомом ТН из сплава Т9015 производства фирмы “Tungaloy” на операции растачивания муфт (к насоснокомпрессорным трубам типа НКГ 73 из стали групп прочности К, Е

по ГОСТ 633-80) на муфтонарезных станках MSC-22. Режимы резания: частота вращения детали – 550...580 об/мин; подача – 0,35 мм/об. Обработка производилась с охлаждением эмульсией. Пластины устанавливались следующим образом. На один суппорт станка устанавливалась опытная пластина, а на другой – серийная: SNMG 120412, сплав 4225 (производства фирмы “Sandvik”). За стойкость одной кромки пластины принималось количество обработанных и признанных годными муфт. Пластина SNMG имеет 8 режущих кромок. В результате испытаний установлено, что стойкость пластин SNMG 120412 ТН из сплава Т9015 производства фирмы “Tungaloy” в 2 раза выше, чем пластин производства фирмы “Sandvik”, используемых в настоящее время на предприятии. Стойкости одной режущей кромки пластины производства фирмы “Tungaloy” достаточно для обработки в среднем 160 муфт. При этом износ режущей кромки происходит равномерно без образования сколов.

**Результаты исследований.** Проведены стойкостные испытания инструментов производства фирмы “Tungaloy” и на других технологических операциях, включая точение, сверление, фрезерование деталей, изготовленных из труднообрабатываемых материалов. Так, при наружном точении без удара рабочих ступеней колес насосов коррозионно-стойкого исполнения (материал детали Х11Н8Д5-Пр) стойкость пластины CNMG 120408-СА АН120 была в 1,5 раза больше по сравнению с традиционно используемой пластиной CNMG 120408- MF 1105 производства фирмы “Sandvik”, а ее стоимость, наоборот, в 1,6 раза меньше. Следовательно, применение пластины из сплава АН120 является экономически целесообразно. Экономический эффект от внедрения нового инструмента при обработке рабочих ступеней колес насосов составил свыше 250 тыс. грн. в год.

Проведены стойкостные испытания инструмента TDX280L056W32-2 фирмы “Tungaloy” на операции сверления отверстия диаметра 27 мм в детали, изготовленной из стали Ст.3. Установлено, что его применение

позволяет в 2,1 раза повысить производительность обработки по сравнению с традиционно применяемым инструментом TAFS2700F32 производства фирмы “Mitsubishi”.

**Выводы.** Приведенные результаты показывают, что появление на рынке современных режущих инструментов производства фирмы “Tungaloy” открывает новые технологические возможности повышения производительности и снижения себестоимости обработки при одновременном улучшении качества обрабатываемых поверхностей. Приведенные выше примеры также убедительно доказывают эффективность применения режущих инструментов фирмы “ISCAR”, которые в настоящее время успешно внедряются на многочисленных машиностроительных предприятиях Украины.

**Список литературы:** 1. Грановский Г.И. Резание металлов: учебник / Г.И. Грановский, В.Г. Грановский – М.: Высшая школа, 1985. – 304 с. 2. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов / В.Ф. Бобров. – М.: Машиностроение, 1975. – 343 с. 3. Кленов О.С. Технологическое обеспечение бездефектной обработки деталей гидроаппаратуры на финишных операциях: автореф. дис. на соискание научн. степени канд. техн. наук: спец. 05.02.08 “Технология машиностроения” / О.С. Кленов. – Одесса, 2011. – 21 с. 4. Системы технологій: навч. посібник / Під редакцією проф. Дудко П.Д. – Х.: Око, 2000. – 376 с.

*Надійшла до редколегії 29.10.2013р.*