



Рисунок 2 — Лаборатория металлорежущих станков с ЧПУ

учебные металлорежущие станки активно используются для проведения практических занятий студентов, а также для переподготовки операторов станков с ЧПУ.

К примеру, компания «ЭКСАЙДЕР» в 2019 году поставила учебный класс станков с ЧПУ для Республиканского института профессионального образования в рамках реализации государственной программы «Образование и молодежная политика» на 2016—2020 годы по созданию ресурсного центра на базе Оршанского государственного механико-экономического колледжа. Новые учебные станки предназначены для практического обучения управлению, наладке, программированию токарных и фрезерных станков с ЧПУ. Станки имеют возможность перехода с одной системы управления на другую. Таким образом, учащиеся могут изучать работу станков на двух наиболее популярных системах: Fanuc и Siemens. Такое оборудование (рисунок 2) позволит проводить подготовку квалифицированных рабочих и специалистов для высокотехнологичных производств и международного чемпионата WorldSkills.

Заключение. Для обучения системам ЧПУ хорошо подходят как компьютерные классы с использованием специального программного обеспечения, так и специализированные стенды, имитирующие пульт управления промышленным станком. В учреждениях образования Беларуси получили широкое распространение обучающие стенды с математической имитацией процесса резания и обучающие металлорежущие станки настольного исполнения.

Список цитируемых источников

1. Сосонкин, В. Л. Системы числового программного управления / В. Л. Сосонкин, Г. М. Мартинов. — М. : Логос, 2005. — 296 с.
2. Пайвин, А. С. Основы программирования станков с ЧПУ / А. С. Пайвин, О. А. Чикова ; Ур. гос. пед. ун-т, 2015. — 102 с.

УДК 334.7

А. Н. Соловей, И. А. Горавский

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ИЗНОС ФРЕЗЕРНОГО ИНСТРУМЕНТА

Введение. Фрезерный станок — это станок для обработки металлических и других деталей фрезой при поступательном перемещении заготовки. Фрезерные работы сегодня являются одним из основных видов обработки металлических деталей. Как и токарные работы, они показывают высокую популярность в условиях массового и крупносерийного производства.

Фрезерная обработка представляет собой метод обработки заготовок, главным движением которого является вращение фрезы. Движение подачи в этом случае представляет собой поступательное перемещение обрабатываемой детали в вертикальном, поперечном или продольном направлении. Фреза, которой обрабатываются заготовки, — это режущий инструмент, оснащенный несколькими лезвиями.

Фреза обычно представляет собой диск с зубьями по окружности, выполняющий вращательные движения, которые предназначены для обработки поверхности. Также режущие зубья могут располагаться не только на цилиндрической поверхности, но и на торце. Зуб фрезы является простейшим инструментом — резцом. Хотя фрезы в основном являются многозубными инструментами, в производстве иногда используются однозубые фрезы. Основными видами фрез являются фасонные, прорезные, концевые,

угловые, шпоночные, торцевые, цилиндрические и дисковые. Также фрезы разделяются по своей конструкции на цельные, сборные и фрезы со сменными зубьями. Однако фрезерный инструмент имеет свойство со временем изнашиваться.

Основная часть. Изнашивание режущего инструмента — это процесс разрушения поверхностных слоев, приводящий к постепенному изменению формы и состояния поверхностей резания инструмента. В процессе резания на снятие стружки с заготовки затрачивается определенная работа по преодолению упругих и пластических деформаций, а также трения по передней и задней поверхностям инструмента. Трение вызывает износ режущего инструмента и уменьшает периоды его стойкости. Износом является результат процесса изнашивания, который можно измерить, например, в миллиметрах или в микронах. Под стойкостью инструмента понимают период его работы (в минутах) между двумя последовательными переточками.

Каждый инструментальный материал способен сохранять свои режущие свойства лишь до определенной температуры в зоне резания. При превышении этой температуры наступает мгновенная посадка режущего инструмента. В таких случаях иногда говорят, что инструмент «сгорел» [1].

Образующееся в процессе резания тепло оказывает влияние не только на стойкость инструмента, но и на точность обработки заготовок. Дело в том, что при резании обрабатываемая заготовка нагревается, а при остывании размер детали, как известно, уменьшается.

Изнашивание режущего инструмента происходит как по передней, так и по задней поверхности. При обработке хрупких металлов (чугун, бронза) износ инструмента происходит по задней поверхности. При этом образуется площадка износа с углом $\alpha = 0$. Главным образом по задней поверхности происходит изнашивание твердосплавного инструмента. При обработке вязких металлов наблюдается износ в виде лунки на передней поверхности инструмента.

При работе изношенным инструментом увеличивается окружная составляющая сила резания и расход мощности. Износ режущего инструмента приводит к ухудшению обработанной поверхности.

При черновом фрезеровании торцовыми фрезами износ по задней грани допускается до 1,5...2 мм, при чистовом фрезеровании — до 1 мм.

Режим резания выбирают таким образом, чтобы предельный износ происходил через определенный промежуток времени — период стойкости, который для фрез различных типов составляет 90...320 мин в зависимости от размера фрезы и ее назначения.

Следовательно, с увеличением скорости резания, толщины и ширины среза стойкость падает.

Однако все эти параметры по-разному влияют на стойкость инструмента. Наибольшее влияние на стойкость режущего инструмента оказывает скорость резания. Так, при увеличении скорости резания на 12...13 % (при прочих постоянных условиях) стойкость режущего инструмента снижается в два раза. При увеличении скорости резания на 25 % стойкость снижается в четыре раза, а при увеличении скорости резания в два раза стойкость снижается в 32 раза.

Стойкость режущего инструмента обратно пропорциональна толщине среза. Так, например, при увеличении подачи при точении или увеличении подачи на зуб при фрезеровании в два раза (а следовательно, и толщина среза в два раза) стойкость снизится также в два раза [2].

Ширина среза оказывает еще меньшее влияние на стойкость инструмента. Это означает, что глубина резания при точении и торцовом фрезеровании или ширина фрезерования при цилиндрическом фрезеровании незначительно влияет на стойкость инструмента.

Под стойкостью фрезы принято понимать период времени (мин), в течение которого фреза может работать без переточки. На рисунке 1 стойкость определяется абсциссой точки *B* кривой износа, соответствующей допустимому износу $h_{з.н.}$, она равна *T*. Стойкость связана со скоростью резания. Чем выше скорость резания *v*, тем ниже стойкость *T* фрезы. Эта связь определяется формулой

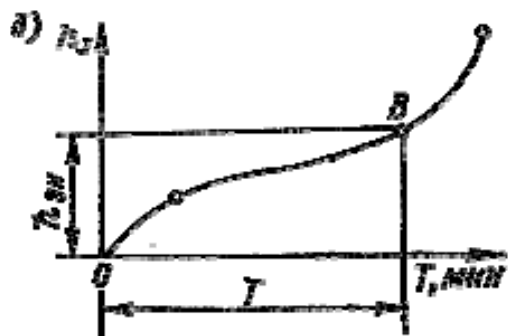


Рисунок 1 — Износ зубьев фрез. Кривая износа

$$v = C / T^m, \quad (1)$$

где *C* — коэффициент, учитывающий свойства обрабатываемого материала и условия обработки;

$m = 0,15...0,42$ — показатель относительной стойкости, зависящий главным образом от материала инструмента.

Вследствие малого значения *m* изменение скорости резания оказывает заметное влияние на стойкость фрез. Так, если скорость резания увеличить всего лишь на 10 %, то стойкость фрезы уменьшится на 25...60 %.

Зависимость (1) является основной при определении допустимой скорости резания при фрезеровании. Однако на скорость резания помимо стойкости оказывают значительное влияние и другие факторы, которые можно расположить в таком порядке: подача, глубина резания, ширина фрезерования, условия охлаждения, шаг зубьев фрезы (число z при равных диаметрах фрезы), диаметр фрезы и др. Зависимость допустимой скорости резания от этих факторов выражается формулой

$$v = \frac{C_u D^{q_u} \omega^{p_u} k_u}{T^m t^{x_u} s_z^{y_u} B^{u_u} z^{n_u}},$$

где C_u — коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала, типа фрезы и ее материала;
 D — диаметр фрезы, мм;
 ω — угол наклона винтовой канавки фрезы;
 k_u — общий поправочный коэффициент на скорость резания, зависящий от обрабатываемого материала, вида заготовки, состояния ее поверхности (прокат, поковка, отливка с коркой и без корки), от главного угла в плане торцевых фрез, принятого периода стойкости, условия охлаждения и т. д.;
 T — стойкость инструмента, мин;
 t — глубина резания, мм;
 s_z — подача на зуб, мм;
 B — ширина фрезерования, мм;
 z — число зубьев фрезы;
 $q_u, p_u, x_u, y_u, u_u, n_u$ — показатели степени, зависящие от обрабатываемого материала, типа и материала фрезы, определяющие степень влияния каждого из приведенных факторов на скорость резания.

Из формулы видно, что скорость резания возрастает с увеличением значений D и ω и уменьшается с увеличением значений T, t, s_z, B и z [3]

Заключение. Исходя из общего положения и опираясь на совокупность всех ранее перечисленных и упомянутых фактов, можно говорить о том, что невозможно на производстве обойтись без фрезерных станков. Главные способы получения деталей с данными поверхностями — литье, штамповка и резание. Однако лишь обработка резанием (в нашем случае фрезерование) дает параметры поверхности, близкие к заданным, а также сократить время следующей обработки. Зачастую данная методика — единственный возможный метод, так как большинство машиностроительных заводов и фабрик перешли на серийное производство. Более экономично стало получение деталей фрезерованием при таком производстве. Возможно сократить время на доводку, являющуюся довольно сложной частью технологического процесса, обеспечив высокий класс шероховатости на стадии фрезерования.

Список цитируемых источников

1. Барбашов, Ф. А. Фрезерное дело : учеб. пособие для сред. проф.-техн. училищ / Ф. А. Барбашов. — 2-е изд., — М. : Высш. шк., 1975. — 216 с.
2. Кувшинский, В. В. Фрезерование / В. В. Кувшинский. — 1-е изд., — М. : Машиностроение, 1977. — 240 с.
3. Барбашов, Ф. А. Фрезерное дело : учеб. пособие для учеб. заведений профтехобразования / Ф. А. Барбашов. — 1-е изд., — М. : Высш. шк., 1973. — 280 с.

УДК 631.332.71

А. Н. Шепелевич, А. К. Гавриленя, В. Н. Майсюк

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

КОНСТРУКЦИЯ РОТОРНО-ЛОЖЕЧНОЙ КАРТОФЕЛЕСАЖАЛКИ ДЛЯ ПОДСОБНЫХ И НЕБОЛЬШИХ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ

Введение. Посадка картофеля является важным урожаеобразующим фактором в технологическом процессе возделывания картофеля. От своевременного и качественного выполнения этой операции зависит урожайность и возможность комплексного использования средств механизации.

В Республике Беларусь немалый вклад в производство сельскохозяйственной продукции вносят небольшие фермерские хозяйства, в частности, по производству картофеля — 80,2 % [1].