

- все регулировки могут осуществляться с одной стороны;
- простой монтаж с помощью широкого набора принадлежностей для практически любого типа установки;
- предусмотрена установка датчиков положения;
- упростилось выполнение погрузочно-разгрузочных и монтажных работ;
- повысилась значительно производительность.

Заключение. В заключении отметим удобство, эффективность и эргономичность данного устройства в сравнении с аналогами. Обеспечена удобная работа, сборка, установка деталей или узлов.

Данное передающее устройство возможно применять также для разгрузки металлических листов, пластиковых листов, стеклянных листов.

Список цитируемых источников

1. ГОСТ 12.2.063 2015. Оборудование подъемно транспортное. Общие требования безопасности к грузозахватным устройствам. — М.: Стандартинформ, 2015. — 28 с.
2. Рачков, М. Ю. Пневматические системы автоматизации: учебное пособие для вузов / М. Ю. Рачков. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2023. — 264 с.
3. Кондратьев, С. Н. Вакуумная техника и пневмоавтоматика: учебное пособие / С. Н. Кондратьев. — М.: МГТУ им. Баумана, 2011. — 320 с.
4. Пашков, Е. В. Промышленные мехатронные системы на основе пневмопривода: учеб. пособие / Е. В. Пашков, Ю. А. Осинский. — Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2007. — 401 с.

УДК 621.914.02

И. И. Кузьма

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь

Научный руководитель И. А. Горавский

ПЕРСПЕКТИВНОЕ УПРОЧНЕНИЕ ФРЕЗЕРНОГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ЕГО РЕСУРСА

Введение. Развитие современных технологий требует постоянного повышения эффективности обработки материалов, особенно в области фрезерования. Одним из ключевых направлений является увеличение ресурса режущего инструмента, позволяющее повысить производительность, снизить затраты на обслуживание оборудования и обеспечить стабильность качества выпускаемых изделий.

Данная работа посвящена обсуждению передовых методов и технологий, направленных на повышение износостойкости и долговечности инструментов, используемых в машиностроении и металлообработке.

Основная часть. Фрезерный инструмент из материала P6M5 подвергается интенсивному износу вследствие воздействия высоких температур, механических нагрузок и абразивного износа обрабатываемых материалов. Повышение ресурса инструмента позволяет значительно сократить издержки предприятия и увеличить производительность. Для достижения этой цели используются различные методы поверхностного упрочнения, среди которых наиболее перспективными являются покрытия, химико-термическая обработка и лазерная наплавка.

Повышенные требования к качеству и точности обработки деталей также требуют улучшения характеристик инструмента. Например, износ резцовой головки приводит к снижению точности размеров и ухудшению шероховатости обработанной поверхности, что отрицательно сказывается на качестве продукции. Это создает необходимость разработки новых подходов к повышению стойкости и прочности фрезерного инструмента [1].

Кроме того, сокращение затрат на замену инструмента и уменьшение простоев станков имеет важное экономическое значение. Оптимизация технологии изготовления и восстановления инструментов становится ключевым фактором конкурентоспособности промышленных предприятий, работающих в условиях жесткой конкуренции и постоянно растущих требований к производительности.

Одним из эффективных способов защиты поверхности инструмента является нанесение износостойких покрытий. Наиболее распространенными материалами для нанесения покрытий являются нитриды титана (TiN), карбиды титана (TiC), оксиды алюминия (Al₂O₃).

Рассмотрим пример расчета толщины покрытия TiN, обеспечивающего заданный ресурс инструмента.

Допустим, исходный ресурс инструмента из материала P6M5 составляет $R_0 = 10^5$ мин, коэффициент снижения скорости износа благодаря покрытию равен $k=0,8$. Тогда требуемый ресурс инструмента с покрытием составит: $R_H = k \times R_0 = 0,8 \times 10^5 = 8 \times 10^4$ мин.

Принимая скорость износа без покрытия равную $\delta = 1 \mu\text{м}/\text{час}$ и толщину слоя покрытия равную $h = 10 \mu\text{м}$, определяем срок службы покрытия $T_p = \frac{h}{\delta} = \frac{10}{1} = 10$ часов.

Однако, учитывая поправочный коэффициент на условия эксплуатации $f = 0,7$, фактический срок службы покрытия уменьшится и составит $T_{fact} = f \times T_p = 0,7 \times 10 = 7$ часов.

Таким образом, покрытие обеспечивает достаточную защиту инструмента на протяжении 7 часов непрерывной работы, увеличивая ресурс инструмента почти в два раза [2].

Химико-термические процессы позволяют создать диффузионные слои с повышенной твердостью и износостойкостью. Примером такого метода является азотирование.

Расчет изменения свойств материала при азотировании выполняется следующим образом.

Пусть глубина насыщенного азотом слоя равна $d_N = 0,5$ мм, а объемный модуль упругости материала изменяется линейно с глубиной:

$$E(x) = E_0 + mx, \quad x \in [0, d_N],$$

где m – градиент модуля упругости, применяемый равным $m = 5$ ГПа/мм;

E_0 – начальное значение модуля упругости, применяемый равным $E_0 = 200$ ГПа.

Тогда средний модуль упругости азотированного слоя составит:

$$E_N = \frac{1}{d_N} \int_0^{d_N} (E_0 + mx) dx = \frac{1}{0,5} \left(E_0 d_N + \frac{m d_N^2}{2} \right),$$

Подставляя значения:

$$E_N = \frac{1}{0,5} \left(200 \times 0,5 + \frac{5 \times 0,5^2}{2} \right) = 201,25 \text{ ГПа},$$

Это увеличивает пресность и устойчивость инструмента к нагрузкам [3].

Метод лазерной наплавки заключается в нанесении слоев специальных твердых материалов с использованием лазерного луча. Такой метод позволяет создавать высокопрочные покрытия толщиной от 0.1 мм до 2 мм, обладающие высокой устойчивостью к механическим повреждениям и коррозии.

Рассчитаем глубину прославления металла инструментом диаметром $D = 10$ мм, при энергии лазера $P = 1$ кВт и скорости перемещения $v = 1$ см/с. Коэффициент теплопроводности материала примем равным $\lambda = 20 \text{ Вт}(\text{м} \times \text{К})$.

Для оценки глубины проплавления воспользуемся приближенной формулой:

$$H = \sqrt{\frac{P}{\pi D v \lambda}}, \quad H = \sqrt{\frac{1000}{3,14 \times 0,001 \times 1 \times 20}} \approx 1,26 \text{ мм}.$$

Полученная глубина проплавления показывает, что лазерная наплавка способна эффективно защитить поверхность инструмента даже при значительных энергиях процесса [4].

Заключение. Актуальность проблемы увеличения ресурса фрезерного инструмента обусловлена необходимостью повышения эффективности производственного процесса и снижения затрат на обслуживание и замену инструмента. Современные тенденции развития машиностроительной промышленности требуют внедрения инновационных решений, направленных на улучшение физико-механических характеристик инструмента. Применение указанных методов позволяет существенно продлить ресурс фрезерного инструмента, повышая эффективность производственных процессов и снижая расходы предприятий.

Список цитируемых источников

1. Фрезерный инструмент : учеб. пособие / В. В. Морозов [и др.] ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2014. – 214 с.
2. Износостойкие покрытия для режущих инструментов : пособие для студентов специальности 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» / Е. А. Маркова, О. К. Яцкевич. – Минск : БНТУ, 2021. – 50 с.
3. Химико-термическая обработка инструментальных материалов / Е. И. Бельский, М. В. Ситкевич, Е. И. Понкратин, В. А. Стефанович ; под ред. Р. И. Томилина. — Минск : Наука и техника, 1986. — 247 с.
4. Индукционная и лазерная термическая обработка стальных изделий : учебное пособие / М. В. Майсурадзе, М. А. Рыжков, О. Ю. Корниенко, С. И. Степанов ; М-во науки и высшего образования РФ. — Екатеринбург : Изд-во Урал ун-та, 2022. — 92 с.