

УДК 621.9

**АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ СТОЙКОСТИ
РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА**

Булатов А.А., инженер 2 категории ООО «СГП» г. Кемерово,
аспирант гр. ТСа-251, I курс

Научный руководитель: Коротков В.А., к.т.н., доцент
Кузбасский государственный технический университет имени
Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

Введение

В современном машиностроении повышение эффективности обработки металлов резанием становится одной из ключевых задач. И это не случайно: производительность нужно наращивать, качество деталей – обеспечивать на высоком уровне, а производственные затраты – снижать. Без решения этой задачи конкурентоспособность предприятий падает.

Одним из важнейших факторов, который напрямую влияет и на производительность, и на качество, является стойкость режущего инструмента. Этот показатель, по сути, определяет, как долго инструмент сможет работать без потери своих эксплуатационных свойств. От него же зависит стабильность всего технологического процесса.

Когда инструмент изнашивается, ухудшается качество обработанной поверхности, детали теряют точность размеров, растёт шероховатость. Кроме того, увеличиваются силы резания и температура в зоне обработки. В результате повышается риск появления дефектов, и растут затраты на замену или восстановление инструмента. Именно поэтому методы повышения стойкости режущего инструмента сегодня особенно актуальны [3].

Современные технологии обработки металлов резанием предлагают несколько подходов к увеличению срока службы инструмента. Нами были выделены следующие: применение износостойких покрытий, оптимизация режимов резания, использование новых инструментальных материалов, а также совершенствование условий охлаждения и смазки в зоне резания. Каждый из этих подходов имеет свои особенности, которые мы далее рассмотрим.

Таким образом, повышение стойкости режущего инструмента – это не просто теоретическая задача. Это реальный способ повысить эффективность производства и обеспечить стабильное качество обработки. Причём без значительных капитальных вложений, если правильно выбрать методы.

Цель нашей работы – провести анализ современных методов повышения стойкости режущего инструмента и дать оценку их эффективности применительно к типичным условиям машиностроительного производства.

Факторы, влияющие на стойкость инструмента

На стойкость режущего инструмента влияет сразу несколько факторов: условия обработки, характеристики самого инструмента и свойства того ма-

териала, который мы режем. Все они действуют вместе, и именно их комплексное воздействие определяет, как быстро изнашивается режущая кромка, как идёт разрушение и сколько времени инструмент проработает нормально.

Начнём с температуры в зоне резания [4] – это один из ключевых моментов. Когда мы обрабатываем металл, выделяется много тепла: во-первых, из-за пластической деформации материала, во-вторых, из-за трения стружки о поверхность инструмента. Большая часть этого тепла сосредотачивается именно в зоне контакта, и режущая кромка перегревается. А перегрев приводит к таким последствиям как: твёрдость инструментального материала падает, диффузионные и окислительные процессы ускоряются, развивается термический и адгезионный износ.

Дальше – режимы резания [3]. Тут три основных параметра: скорость резания, подача и глубина резания. Чем выше скорость, тем выше температура и тем быстрее изнашивается инструмент. Если слишком сильно увеличить подачу или глубину резания, механические нагрузки на режущую кромку становятся слишком большими. В результате мы получаем: сколы, пластическую деформацию или даже преждевременное разрушение инструмента.

Очень важен и материал, из которого сделан сам инструмент [6]. Современные варианты – твёрдые сплавы, керамика, сверхтвёрдые материалы (вроде кубического нитрида бора или поликристаллического алмаза) – дают высокую износостойкость, термостойкость и сопротивляемость пластической деформации. Это позволяет работать на более высоких режимах и повышать производительность. Но выбирать материал нужно с умом: под конкретные условия и под тот материал, который обрабатываем.

Нельзя забывать и про свойства обрабатываемой детали. Твёрдость, прочность, вязкость, структура – всё это напрямую влияет на то, как будет взаимодействовать режущая кромка с заготовкой. Если материал вязкий, усиливается адгезионный износ. Если твёрдый или абразивный – растёт интенсивность абразивного износа. А труднообрабатываемые материалы вообще создают повышенные нагрузки, и для них нужны специальные инструменты и особые режимы.

Ещё один момент – охлаждение и смазка. Они серьёзно влияют и на температуру, и на трение в зоне резания. Применение смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) снижает температуру, уменьшает коэффициент трения и помогает лучше отводить стружку. Всё это в итоге увеличивает стойкость инструмента.

Подведём итог по факторам: стойкость режущего инструмента определяется комплексным воздействием технологических, конструктивных и эксплуатационных факторов. Поэтому, когда мы выбираем условия обработки и инструментальное обеспечение, нужно учитывать их все вместе. Если найти рациональное сочетание, процесс резания становится устойчивым, а эффективность производства – выше.

Современные методы повышения стойкости режущего инструмента

Сегодня есть несколько методов, которые реально работают для повышения стойкости режущего инструмента. Если их правильно применять, срок службы инструмента заметно увеличивается, процесс резания становится стабильнее, а качество обработки – выше. И один из самых эффективных способов – это использование износостойких покрытий [6].

Возьмём, например, покрытия на основе нитридов и карбонитридов титана (TiN, TiAlN и другие). Они снижают коэффициент трения, делают поверхность инструмента твёрже и уменьшают тепловую нагрузку в зоне резания. В результате адгезионный и диффузионный износ идёт медленнее, а срок службы инструмента растёт. Плюс такие покрытия работают как тепловой барьер: меньше тепла уходит в тело инструмента.

Ещё один важный метод – современные инструментальные материалы [6]. Мы говорим про твёрдые сплавы, керамику, сверхтвёрдые материалы (кубический нитрид бора, поликристаллический алмаз). С ними можно резать на повышенных скоростях и при больших нагрузках. Это даёт рост производительности и позволяет обрабатывать труднообрабатываемые материалы, которые раньше были проблемой.

Не стоит забывать и про смазочно-охлаждающие жидкости [7]. СОЖ снижает температуру в зоне резания, уменьшает силы трения между инструментом, заготовкой и стружкой, плюс помогает эффективно удалять стружку. В итоге инструмент изнашивается медленнее, а качество поверхности – выше.

Отдельно выделим минимально-количественную смазку (МКС). Это перспективное направление: смазка подаётся в виде аэрозоля, причём в очень малых количествах. Расход СОЖ резко падает, экологический вред снижается, но при этом охлаждение и смазка остаются на достаточном уровне. Мы считаем этот метод особенно интересным для современных производств.

Ну и конечно, оптимизация режимов резания. В ходе которой мы выбираем скорость резания, подачу и глубину резания – и снижаем термические и механические нагрузки на инструмент. Износ уменьшается, процесс становится устойчивым. А главное – этот метод не требует дополнительного финансирования. С экономической точки зрения это очень эффективно.

Подведём итог по методам: если применять их (особенно в комплексе), ресурс инструмента серьёзно вырастает, обработка становится эффективнее, а производственные издержки снижаются. Именно на это мы и ориентируемся в нашем анализе.

Анализ эффективности методов повышения стойкости режущего инструмента

В ходе анализа выявлено что: наибольший эффект даёт не какой-то один метод, а их комплексное применение. По отдельности они тоже работают, но вместе – заметно лучше.

Возьмём износостойкие покрытия. Они увеличивают стойкость инструмента в 1,5–3 раза по сравнению с непокрытым инструментом, но есть

нюанс: эффективность покрытий сильно зависит от того, в каких условиях мы режим и какой материал обрабатываем. Универсального решения тут нет.

Теперь про современные инструментальные материалы. Они обеспечивают высокую производительность – это факт. Но и стоят дороже. Поэтому мы считаем, что имеет смысл применять их в первую очередь при обработке труднообрабатываемых материалов, где обычный инструмент не справляется.

Что касается смазочно-охлаждающих жидкостей и минимально-количественной смазки (МКС) – они снижают температуру в зоне резания и уменьшают износ. Причём МКС выгодно отличается: она более экономичная, и экологичная. Небольшой расход аэрозоля даёт почти тот же эффект, что и полноценная подача СОЖ.

Оптимизация режимов резания – это универсальный метод, он не требует дополнительных затрат. Требуется только точный расчет: скорости, подачи, глубины. Но тут присутствует риск ошибиться в расчёте или учёте конкретных условий обработки. Но если всё сделать правильно – износ снижается без вложений.

Подведём итог по выбору метода. Мы считаем, что выбирать способ повышения стойкости инструмента нужно под конкретные условия производства и с оглядкой на экономическую эффективность. Нет одного безоговорочно верного метода – есть рациональное сочетание.

Вывод

В результате проведенного анализа видим, что стойкость режущего инструмента является ключевым фактором, определяющим эффективность процессов обработки металлов резанием. От данного показателя зависят производительность обработки, качество получаемых поверхностей и экономические показатели производства.

В работе рассмотрены основные факторы, влияющие на износ режущего инструмента, а также современные методы повышения его стойкости. Установлено, что наибольшая эффективность достигается при комплексном применении износостойких покрытий, современных инструментальных материалов, смазочно-охлаждающих жидкостей и оптимизации режимов резания.

Показано, что использование современных технологических решений позволяет не только увеличить срок службы инструмента, но и обеспечить стабильность процесса обработки, снизить вероятность возникновения дефектов и повысить качество изготавливаемых деталей.

Предложено учитывать совокупность технологических и экономических факторов при выборе методов повышения стойкости инструмента, а также условия конкретного производства и характеристики обрабатываемых материалов.

Полученные результаты могут быть использованы при выборе рациональных условий обработки, подборе инструментального обеспечения и совершенствовании технологических процессов в машиностроительном производстве. Перспективным направлением дальнейших исследований является

разработка комплексных подходов к управлению стойкостью инструмента с использованием современных цифровых и аналитических методов.

Список литературы

1. ГОСТ 25306–82. Инструмент режущий. Термины и определения. – М.: Стандартиформ, 2006.
2. ГОСТ 19265–73. Инструмент режущий из быстрорежущей стали. Технические условия. – М.: Стандартиформ, 2004.
3. Кузнецов Ю.Н. Резание металлов: учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 2012. – 512 с.
4. Суслов А.Г. Теория резания материалов. – М.: Машиностроение, 2010. – 384 с.
5. Дальский А.М. Технология машиностроения: учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 2007. – 816 с.
6. Григорьев С.Н. Инструментальные материалы и режущий инструмент. – М.: Машиностроение, 2013. – 416 с.
7. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов. – М.: Машиностроение, 2006. – 304 с.