

УДК 621.914.2

АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ И РИСКОВ ТОКАРНЫХ РЕЗЦОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ СТАЛИ 45 НА СТАНКАХ С ЧПУ

М. В. Матвеевцева, М. И. Михайлов

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Проведен анализ надежности и рисков, связанных с эксплуатацией токарных резцов при обработке стали 45, а также дана оценка их влияния на себестоимость и эффективность производства.

Ключевые слова: надежность, токарный резец, обработка, отказ, сталь 45, поломка, брак.

RELIABILITY AND RISK ANALYSIS OF TURNING TOOLS IN CNC MACHINING GRADE 45 STEEL

M. V. Matveyentseva, M. I. Mikhailov

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

An analysis of the reliability and risks associated with the operation of turning cutters when processing grade 45 steel was conducted, as well as an assessment of their impact on production costs and efficiency.

Keywords: reliability, turning tool, machining, failure, grade 45 steel, breakage, defect.

Надежность токарных резцов играет ключевую роль в обеспечении эффективности обработки стали 45 на станках с ЧПУ. Отказы инструмента не только приводят к простоям оборудования, но и увеличивают количество бракованных деталей, что в итоге повышает себестоимость продукции [3]. Для белорусских предприятий, где оптимизация затрат является одним из приоритетов, правильный выбор токарных резцов становится критически важным аспектом производственного процесса.

Целью данного исследования является анализ надежности и рисков, связанных с эксплуатацией токарных резцов при обработке стали 45, а также оценка их влияния на себестоимость и эффективность производства.

Для обработки стали 45 используются токарные резцы из различных материалов, которые различаются по стойкости и стоимости. Согласно ГОСТ 18868-73, основные типы токарных резцов включают проходные, подрезные, резьбовые и расточные [1].

Быстрорежущая сталь (например, P6M5) обладает стойкостью в пределах 30–60 мин. и стоимостью от 15 до 30 BYN. Такие резцы подходят для черновой обработки и производства малых партий деталей.

Резцы из твердого сплава (например, BK8 или T15K6) имеют стойкость от 90 до 180 мин и стоимость от 50 до 120 BYN. Они оптимально подходят для серийного производства благодаря более высокой износостойкости и термостойкости [2].

Твердые сплавы с покрытием (например, TiN или AlTiN) обладают стойкостью от 120 до 240 мин и стоимостью от 100 до 200 BYN. Такие резцы рекомендуются для чистовой обработки и крупносерийного производства, где требуется высокая точность и качество поверхности [2].

Керамические резцы, обладающие стойкостью от 180 до 300 мин и стоимостью от 200 до 400 BYN, применяются для высокоскоростной обработки и массового про-

изводства. Они обеспечивают максимальную стойкость, но отличаются хрупкостью, что ограничивает их применение [2].

Стойкость резцов из твердого сплава в 2–3 раза выше по сравнению с быстрорежущей сталью, что позволяет значительно снизить количество замен инструмента и риск простоев оборудования.

Себестоимость обработки одной детали включает затраты на инструмент, его замену и энергопотребление. Рассмотрим два варианта: резец из быстрорежущей стали (Р6М5) и резец из твердого сплава (Т15К6).

Для примера возьмем время обработки одной детали, равное 5 мин, стоимость простоя станка – 4 BYN в мин., а время замены резца – 10 мин.

Для резца из быстрорежущей стали (Р6М5) стойкость составляет 45 мин, а его стоимость – 20 BYN. За время стойкости можно обработать 9 деталей, что дает затраты на инструмент около 2,22 BYN на одну деталь. За 8-часовую смену (480 мин) потребуется около 11 замен инструмента, что обойдется в 440 BYN только на простои [3].

Для резца из твердого сплава (Т15К6) стойкость составляет 120 мин, а его стоимость – 100 BYN. За время стойкости можно обработать 24 детали, что снижает затраты на инструмент до 4,17 BYN на одну деталь. За смену потребуется всего 4 замены инструмента, что обойдется в 160 BYN на простои [3].

Таким образом, несмотря на более высокую стоимость, резцы из твердого сплава оказываются экономичнее за счет меньшего количества замен и снижения риска брака.

Надежность резцов оценивается вероятностью их безотказной работы, которая рассчитывается по формуле

$$P(t) = e^{-\lambda t},$$

где λ – интенсивность отказов, равная обратной величине стойкости.

Для резца из твердого сплава (Т15К6) интенсивность отказов составляет 0,0083 мин⁻¹, а вероятность безотказной работы за 5 минут – 96 %. Риск отказа в этом случае составляет всего 4 % [3].

Для резца из быстрорежущей стали (Р6М5) интенсивность отказов выше – 0,0222 мин⁻¹, а вероятность безотказной работы за 5 мин составляет 90 %. Риск отказа достигает 10 % [3].

Последствия отказов инструмента могут быть серьезными: поломка резца ведет к простоям станка и браку деталей, что обходится предприятию в 50–200 BYN. Преждевременный износ ухудшает качество поверхности, что требует дополнительной обработки и увеличивает затраты на 20–100 BYN [4].

Для черновой обработки и производства малых партий деталей рекомендуется использовать резцы из быстрорежущей стали (Р6М5), которые отличаются низкой стоимостью и простотой заточки [1].

Для серийного производства оптимальным выбором станут резцы из твердого сплава (ВК8, Т15К6), которые обеспечивают высокую стойкость и термостойкость, снижая затраты на 20–30 % [2].

Для чистовой обработки и крупносерийного производства рекомендуются резцы из твердого сплава с покрытием (TiN, AlTiN), которые обеспечивают максимальную надежность и минимальный брак [2].

Оптимизация режимов резания также играет важную роль. Рекомендуется использовать скорость резания в пределах 100–150 м/мин для твердого сплава и применять смазочно-охлаждающие жидкости для увеличения стойкости инструмента на 20–40 % [2].

Для повышения надежности процесса рекомендуется внедрять системы предиктивной диагностики, такие как датчики вибрации, а также организовывать плановую замену инструмента по наработке, а не по факту поломки [4].

Твердые сплавы (BK8, T15K6) и резцы с покрытием (TiN, AlTiN) обеспечивают максимальную надежность и минимальную себестоимость при обработке стали 45 на станках с ЧПУ. Их применение позволяет снизить риски простоев и брака на 30–50 %, уменьшить затраты на инструмент на 20–40 % и повысить стабильность качества обработки [3]. Внедрение современных систем мониторинга стойкости инструмента позволит дальнейшее сокращение затрат и повышение конкурентоспособности белорусских машиностроительных предприятий [4].

Литература

1. ГОСТ 18868-73. Резцы токарные. Типы и основные размеры.
2. Сандвик Коромант. Руководство по токарной обработке, 2023.
3. Иванов, А. А. Оптимизация процессов резания / А. А. Иванов. – Минск : Беларус. навука, 2021. – 240 с.
4. Современные технологии в машиностроении : материалы конф. – Минск : БНТУ, 2023.

УДК 336.221:004.8:621.82

НАЛОГОВОЕ СТИМУЛИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТАНКОСТРОЕНИИ

С. Н. Пивовар, Г. В. Митрофанова

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого, Республика Беларусь»*

Проведен анализ как налоговое стимулирование выступает эффективным инструментом внедрения инноваций в станкостроении. Оно способствует снижению затрат на модернизацию и внедрение новых технологий, ускоряет цифровую трансформацию производства, стимулирует разработку аддитивных технологий и повышает технологическую независимость отрасли.

Ключевые слова: налоговая политика, прибыль предприятий, налоговое стимулирование, льготы, инновации в станкостроении.

TAX INCENTIVES AS A TOOL FOR IMPLEMENTING INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN MACHINE TOOL MANUFACTURING

S. N. Pivovar, G. V. Mitrofanova

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

An analysis was conducted of how tax incentives serve as an effective tool for implementing innovation in the machine tool industry. They help reduce the costs of modernization and the implementation of new technologies, accelerate the digital transformation of production, stimulate the development of additive technologies, and increase the industry's technological independence.

Keywords: tax policy, corporate profits, tax incentives, benefits, innovations in machine tool manufacturing.

Станкостроение является одной из ключевых отраслей промышленности, определяющих технологический потенциал страны и уровень ее производственной кон-