

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ

Ремизов Б. К.¹

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Третьяков С. Д.¹

¹Университет ИТМО

bkremizov@itmo.ru

Введение

В рамках существующей стратегии развития обрабатывающей промышленности одним из ключевых направлений развития отрасли является повышение степени автоматизации производства на основе методов цифровизации [1]. К таковым относят, в частности, технологии интернета вещей, обработки больших данных и цифровые двойники, используемые для диагностирования в реальном времени линий сборки, предиктивного обслуживания оборудования и оптимизации процессов.

Важным аспектом мониторинга в реальном времени является диагностирование состояния обрабатывающих инструментов и оснастки. Данный подход активно внедряется в крупносерийных производствах, обеспечивая оценку состояния инструментов и оборудования, своевременно выявляя признаки износа или повреждений. Результатом такого подхода является оптимизация срока службы оборудования, сокращение незапланированных простоев и повышение эффективности работы [2].

Процесс холодной штамповки влечет за собой значительную нагрузку, приходящуюся на штамповую оснастку. В случае проведения капитального ремонта, вызванного износом штампов и его несвоевременным выявлением, трудоемкость работ может составлять 60—75% общей трудоемкости изготовления штампа [3]. Таким образом с учетом потребности предприятий крупносерийного производства в обеспечении наибольшей эффективности с помощью мониторинга и предиктивного обслуживания своевременное диагностирование состояния штамповой оснастки становится важной частью операционной работы предприятия.

Основная часть

Работоспособное состояние штамповой оснастки тесно связано с оценкой возможной наработки до отказа штамповой оснастки [4]. Согласно существующему стандарту, безотказная наработка штампа определяются согласно показателям толщины и прочности штампуемого материала, материала рабочей части штампа и его конструктивным особенностям, а также числу одновременно штампуемых деталей [5]. В качестве альтернативы рассматривается прогнозирование состояния на основе сбора и анализ исторических данных. Такой подход также позволяет классифицировать отказы по причинам их возникновения и разработать мероприятия по устранению этих причин [6].

Одним из методов для оценки в таком случае может стать оценка состояния согласно формуле износа Арчарда, определяющего объем изношенного материала рабочей поверхности согласно показателям скорости и действующего давления, а также учитывающей твердость материала изнашиваемого объекта [7].

Такой подход также не учитывает нелинейный характер износа штампа и предлагает лишь приблизительную оценку. Другим оспариваемым элементом данной формулы является коэффициент K , который предлагается интерпретировать как зависящий от энергии деформации, создаваемой при износе штампа [8].

Для более корректного определения износа штампа и более точного определения его состояния предлагается проводить адаптацию коэффициента K согласно, происходящим изменениям в штампе, определяемым с помощью системы автоматического диагностирования на основе граничного устройства, считывающего и анализирующего показатели давления и скорости движения пуансонов, а также температуры рабочей поверхности штампа. Данная система на выходе должна предоставлять адаптируемый прогноз о количестве операций до выхода из работоспособного состояния для планирования ремонтных работ.

Выводы

Рассмотрены существующие методы диагностирования состояния штамповой оснастки, а также их недостатки. Определен метод улучшения диагностирования состояния и принцип работы системы диагностирования. Данный метод предлагается использовать для диагностирования состояния штамповой оснастки в рамках автоматизированной линии штамповки.

Литература

1. Распоряжение Правительства РФ от 06.06.2020 № 1512-р (ред. от 21.10.2024) «Об утверждении Сводной стратегии развития обрабатывающей промышленности Российской Федерации до 2030 года и на период до 2035 года» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.government.ru/docs/all/128331/> (Дата обращения 19.02.2026).
2. Shamim M., Ruddro R. Smart diagnostics in industrial maintenance: a systematic review of ai-enabled predictive maintenance tools and condition monitoring techniques. // ASRC Procedia: Global Perspectives in Science and Scholarship. 2025. Vol.1. P.63–80. <https://doi.org/10.63125/b4tn2x46>.
3. Владимиров В. М. Изготовление штампов, пресс-форм и приспособлений: учебник для сред. проф.-техн. училищ. М.: Высшая школа, 1981. 431 с.
4. ГОСТ 27.004-85. Надежность в технике. Системы технологические. Термины и определения. Введ. 01.07.86. М.: Изд-во стандартов, 1986. 15 с.
5. ГОСТ 22472-87 Штампы для листовой штамповки. Общие технические условия. Введ. 01.07.88. М.: Изд-во стандартов, 1988. 22 с.
6. Шеховцов С. Д. Современные методики прогнозирования износа оборудования при обработке металлов давлением // Инновационные решения для повышения конкурентоспособности отечественной науки: Сборник статей международной научной конференции. СПб: ООО "Международный институт перспективных исследований им. Ломоносова", 2024. С. 47–48.
7. Li Y., Zhao Y., Hao Y. Numerical Simulation of Fine Blanking Die Wear and Die Performance Analysis // Journal of Chemistry. 2022. P. 1–7. <https://doi.org/10.1155/2022/9893356>.
8. Delaney B., Wang Q. Archard's Law: Foundations, Extensions, and Critiques // Encyclopedia. 2025. Vol. 5. P. 124–137. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia5030124>.