

УДК 681.518.5

## МОНИТОРИНГ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Ремизов Б.К. (ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Третьяков С.Д.  
(ИТМО)

**Введение.** Процесс холодной штамповки влечет за собой значительную нагрузку, приходящуюся на штамповую оснастку. В оснастке возникают поверхностные сжатия, изгибающие и растягивающие нагрузки, что приводит к возникновению термической и механической усталости, а также износу. Для проектирования устойчивой оснастки необходимо собирать статистические данные, распознавать и предсказывать возможные характеры дефектов, что усложняется при освоении новых технологических процессов и при анализе сложных деталей. Процесс сбора параметров износа на данный момент часто носит ручной характер или связан с личной оценкой специалистов [1].

В рамках данной работы рассматривается возможность осуществления контроля состояния штамповой оснастки с помощью системы мониторинга на основе граничных технологий интернета вещей. Данное исследование должно позволить определить ключевые аспекты работы такой системы, такие как контролируемые параметры состояния оборудования и возможные варианты получения данных.

**Основная часть.** Одной из причин выхода из строя штампа при холодной штамповке является постепенное истирание и износ рабочих поверхностей матрицы и пуансона, при этом износ матрицы в 3 - 4 раза превышает износ пуансонов [2]. Исходя из этого ключевым вопросом в мониторинге работоспособности штамповой оснастки является мониторинг и прогнозирование состояния матрицы штампа, что также подтверждается предыдущими исследованиями в области оценки штамповой оснастки [3].

В рамках существующих работ также указывается ряд параметров необходимых для мониторинга состояния матрицы штампа. К таковым относятся информации о рабочей температуре, напряженности внешних поверхностей и скорость перемещения обрабатываемого материала. На основе данных параметров предполагается осуществлять контроль состояния матрицы. Предполагается мониторинг указанных параметров реализовать в рамках автоматической системы мониторинга и прогнозирования.

В первую очередь для данной системы необходимым является обеспечение работы с информацией датчиков: термодатчиков, тензодатчиков и тахометров. После чего необходимо проводить анализ полученных данных и осуществлять прогнозирование, а также выдавать информацию по запросу.

Для возможности прогнозирования система должна быть многопроцессорной и адаптивной к поступающей с сенсоров информации и уметь работать автономно, вне взаимодействия с человеком.

Для экономии ресурсов обучения системы и хранение данных должны быть совмещены в системе связанных локальных устройств, которые с помощью методов машинного обучения должны проводить аналитику состояния матрицы и выдавать по запросу информацию о её состоянии и прогнозируемом износе.

Ключевой технологией при организации данной системы может стать такой подход по организации систем промышленного интернета вещей как граничные вычисления, которые производят вычисления на небольших локальных вычислительных устройствах, что может позволить обеспечить автономность работы системы [4]. Использование сети таких устройств также обеспечивает многопроцессорность системы, а подход на основе федеративного обучения, позволяет интегрировать технологии машинного обучения в работу данной системы [5].

**Выводы.** Рассмотрена возможность осуществления контроля состояния штамповой оснастки с помощью системы мониторинга на основе граничных технологий интернета вещей. Определены возможные параметры для осуществления мониторинга и прогнозирования.

**Список использованных источников:**

1. Гадалов В. Н., Кутепов С. Н., Губанов О. М., Филонович А. В., Калинин А. А. Мониторинг процессов эксплуатации, износа и разрушения штампового оборудования // Известия ТулГУ. Технические науки. 2023. №5.
2. М.Б. Генералов. Машиностроение. Энциклопедия Т. IV-12. -2004 г.
3. А. В. Корнилова, А. М. Выговский, А. И. Селищев, И. М. Идармачев Разработка методики оценки ресурса изделий из инструментальных штамповых сталей на основе магнитных методов неразрушающего контроля / // Безопасность и живучесть технических систем: Материалы и доклады: в 3-х томах, Красноярск, 12–16 октября 2015 года. Том 1. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2015. – С. 236-241. – EDN VVDDLZ.
4. Cao, Keyan & Liu, Yefan & Meng, Gongjie & Sun, Qimeng. (2020). An Overview on Edge Computing Research. IEEE Access. PP. 1-1. 10.1109/ACCESS.2020.2991734
5. Brecko, Alexander & Kajáti, Erik & Koziorek, Jiri & Zolotova, Iveta. (2022). Federated Learning for Edge Computing: A Survey. Applied Sciences. 12. 9124. 10.3390/app12189124.