

## ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ШТАМПОВОГО ИНСТРУМЕНТА СОВМЕЩЕННЫХ ОПЕРАЦИЙ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ С ИЗНОСОСТОЙКИМ ПОКРЫТИЕМ НА ОСНОВЕ НИТРИДА ТИТАНА

*Морозов О.И., Мишов Н.В., Морозов Д.И., Табаков В.П.*

*Ульяновский государственный технический университет, Ульяновск*

**Ключевые слова:** стойкость, износ, покрытия, нитрид титана, пуансон, листовая штамповка, совмещенные операции, гибка, формовка.

**Аннотация.** В производственных условиях АО «Ульяновский моторный завод» проведены опытно-промышленные испытания штампового инструмента на совмещенной операции (гибка-формовка) листовой штамповки с износостойким покрытием на основе нитрида титана. Проведен анализ результатов промышленных испытаний, оценка работоспособности штампового инструмента с износостойким покрытием на совмещенной операции гибки-формовки.

## INDUSTRIAL TESTING OF STAMPING TOOLS FOR COMBINED SHEET STAMPING OPERATIONS WITH A WEAR-RESISTANT COATING BASED ON TITANIUM NITRIDE

*Morozov O.I., Mishov N.V., Morozov D.I., Tabakov V.P.*

*Ulyanovsk State Technical University, Ulyanovsk*

**Keywords:** durability, wear, coatings, titanium nitride, punch, sheet stamping, combined operations, bending, forming.

**Abstract.** In the production conditions of Ulyanovsk Motor Plant JSC, pilot industrial tests of stamping tools were carried out on a combined operation (bending-forming) of sheet stamping with a wear-resistant coating based on titanium nitride. The analysis of the results of industrial tests, evaluation of the performance of a die tool with a wear-resistant coating on a combined bending-forming operation is carried out.

Процессы холодной штамповки характеризуются интенсивным упрочнением металлов, увеличением сопротивления деформирования, и, как следствие, низким уровнем стойкости штампового инструмента.

Основными причинами повышенного износа рабочих поверхностей штампового инструмента являются высокий уровень контактных напряжений, неравномерно распределенных по рабочей поверхности штампа, дефектность кристаллической решетки металла и ее неблагоприятная ориентация по отношению к направлению максимальных напряжений. Таким образом, задача повышения стойкости и увеличения эксплуатационного ресурса рабочих поверхностей штампового инструмента является актуальной задачей [1-3].

В производственных условиях АО «Ульяновский моторный завод» совместно с лабораторией «Износостойкие покрытия» ФГБОУ ВО УлГТУ были проведены опытно-промышленные испытания штампового инструмента листовой штамповки с износостойким покрытием TiN (нитрид титана) при изготовлении детали «Сухарь клапана» №3162-4185489 (рис. 1) на совмещенной операции формовки и гибки.



Рис. 1. Сухарь клапана

Выбор детали «Сухарь клапана», а также рабочего инструмента при ее изготовлении определялся низкой стойкостью рабочей части пуансона без покрытия (60 тыс. деталей согласно производственной документации АО «Ульяновский моторный завод»), что характеризует недостаточную эффективность его использования при изготовлении детали по чертежу при обеспечении высокой работоспособности инструмента. Материал детали – сталь 45 ГОСТ 8733-87, материал инструмента (пуансона) – быстрорежущая сталь Р6М5 ГОСТ 2590-88. Пуансон подвергался термообработке – закалка и отпуск, твердость – 62 HRC. На рисунке 2 представлен пуансон без покрытия – исходный.



Рис. 2. Фото пуансона

Использовано износостойкое покрытие – TiN (нитрид титана), толщина покрытия – (2-3) мкм. Покрытие наносилось на установке «Булат-3» (ФГБОУ ВО УлГТУ, г. Ульяновск, лаборатория «Износостойкие покрытия»). Перед нанесением износостойкого покрытия рабочие поверхности штампового инструмента подвергали шлифованию до 7 квалитета точности и полировке рабочих поверхностей алмазными пастами мелкой зернистости (тип АМ1, АСМ1, АМ5, АСМ5, зернистость – 1/0,5-0,1/0 мкм). После нанесения износостойкого покрытия комплект штампового инструмента эксплуатировался в рабочем режиме предприятия АО «Ульяновский моторный завод».

В рамках экспериментальных испытаний было определено максимальное количество деталей/ударов работы инструмента с покрытием (93 тыс. деталей). Критерием работоспособности пуансона являлось получение детали согласно

чертежу до максимальной выработки рабочей поверхности инструмента (геометрические параметры, а также шероховатость поверхности).

На рисунке 3 представлены гистограммы износа штампового инструмента без покрытия и с износостойким покрытием TiN на совмещенной операции гибки и формовки. По оси Y представлено количество рабочих циклов инструментальной оснастки до затупления режущей кромки.

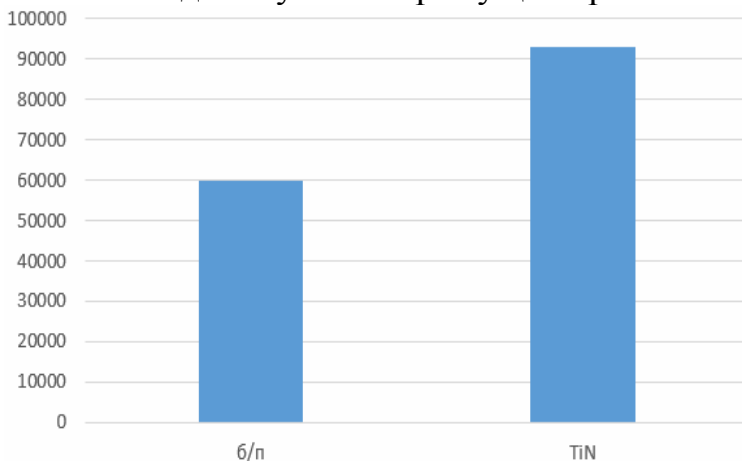


Рис. 3. Гистограммы износа штампового инструмента

Опытно-промышленные испытания, проведённые на АО «Ульяновский моторный завод», позволили сделать вывод, что применение износостойкого покрытия TiN с целью повышения стойкости штамповой оснастки на совмещенной операции гибки-формовки приводит к увеличению ресурса рабочей поверхности штампового инструмента на 50%.

#### Список литературы

1. Табаков В.П., Кокорин В.Н., Корняков Е.Л., Морозов О.И., Алешин А.С., Сагитов Д.И. Повышение стойкости штампового инструмента с износостойким покрытием на формоизменяющих операциях // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2020. – № 6. – С. 352-358.
2. Морозов О.И., Табаков В.П., Кокорин В.Н., Морозов Д.И. Исследование эффективности использования износостойких покрытий на основе нитрида титана с целью повышения стойкости штампового инструмента // Инновационные технологии в машиностроении. Сборник трудов Международной научно-практической заочной конференции. – Ульяновск: УлГТУ, 2022. – С. 111-118.
3. Кокорин В.Н., Морозов О.И., Мишов Н.В., Трещев А.Ю., Шариков П.П., Тякунов О.С. Анализ промышленных испытаний деформирующего холодновысадочного инструмента // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2023. – № 12. – С. 611-616.

#### Сведения об авторах:

*Морозов Олег Игоревич* – к.т.н., доцент, и.о. зав. кафедрой «Материаловедение и обработка металлов давлением»;

*Мишов Николай Викторович* – аспирант;

*Морозов Денис Игоревич* – магистрант;

*Табаков Владимир Петрович* – д.т.н., профессор кафедры «Инновационные технологии в машиностроении».