

УДК 621.071

**ИССЛЕДОВАНИЕ АДГЕЗИОННОЙ СПОСОБНОСТИ
МОДИФИЦИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ «ПОДЛОЖКА-ПОКРЫТИЕ»**Мишов Николай Викторович⁽¹⁾, Корчакин Артем Сергеевич⁽²⁾, Бармин Лев Алексеевич⁽²⁾*Аспирант 1 курса⁽¹⁾, студент 4 года⁽²⁾,
кафедра «Материаловедение и обработка металлов давлением»
Ульяновский государственный технический университет**Научный руководитель: О.И. Морозов
старший преподаватель кафедры «Материаловедение и обработка металлов
давлением»*

В настоящих исследованиях изучен механизм стойкости адгезии в зависимости от предварительной холодной деформации (механическая активация).

Исследование стойкости покрытия производилась на образцах, имеющих различную деформационную технологическую наследственность (рис.1): образец 1 – недеформированный, степень деформации - 0% ($\varepsilon = 0\%$); образец 2 – степень деформации - 20% ($\varepsilon = 20\%$); образец 3 – степень деформации - 26% ($\varepsilon = 26\%$); образец 4 – степень деформации - 36% ($\varepsilon = 36\%$); образец 5 – степень деформации - 46%. ($\varepsilon = 46\%$). Нагрузки осуществлялось используя механическую схему, соответствующую свободной осадке.

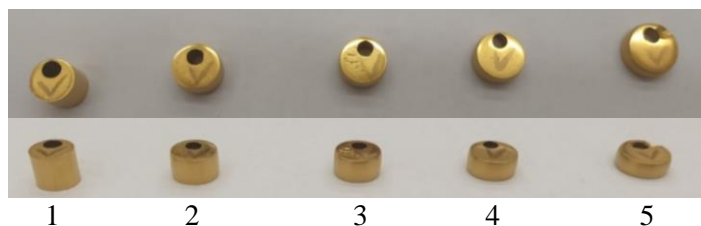


Рис.1. Образцы с износостойким покрытием TiN
1 - $\varepsilon = 0\%$; 2 - $\varepsilon = 20\%$; 3 - $\varepsilon = 26\%$; 4 - $\varepsilon = 36\%$; 5 - $\varepsilon = 46\%$

Для выявления адгезионной способности, образуемой поверхностной адгезионной пленки производились лабораторные испытания по оценки износостойкости и прочности сцепления системы «подложка-покрытие». Использована методика скрабирования поверхности с фиксированием эффекта отслоения [1].

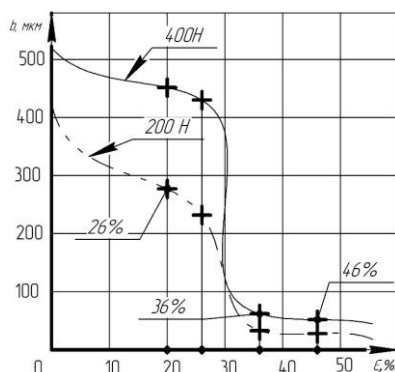
С целью дифференцирования анализа при оценке скрабирования износостойкого покрытия (TiN) в зависимости от величины контактных напряжений использовалось усилие контакта индентора к покрытию: $P_1 = 200\text{H}$; $P_2 = 400\text{H}$.

В качестве отклика предложено использовать линейную величину следа (ширина отпечатка) b , который рассчитывается исходя из отношения площади отслоившегося покрытия по краям оставленного индентором следа к общей площади отпечатка индентора. Результаты измерений представлены в таблице 1.

В графической интерпретации результатов исследования по выявлению функции связи $b = f(\varepsilon, P_{\text{инд}})$, представлена на рисунке 3.

Таблица 1 – Экспериментальные результаты по определению уровня адгезии

№ образца	Степень деформации ε , %	Ширина следа b , мкм		Твердость подложки после осадки, HRC
		Нагрузка 200 Н	Нагрузка 400 Н	
1	0 (без предварительной осадки)	423	520,21	33
2	20	315	469,63	35
3	26	232,33	430,50	37
4	36	33,58	62,95	44
5	46	20,50	52,88	45

Рис. 3. Графические зависимости, определяющие влияния степени деформации на показатели ширина следа B , мкм

Выводы. На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы:

- при деформации подложки до значений относительной деформации 30% наблюдается снижение нарушения сплошности защитного покрытия под воздействием трения от приложенной постоянной нагрузки, уменьшение ширины следа B на 28% (усилие $P_1=200\text{Н}$), уменьшение ширины следа B на 35% (усилие $P_2=400\text{Н}$), что может свидетельствовать о незначительном повышении адгезионной способности системы «подложка-покрытие» при степени деформации до 30%;

- при степени деформации более 30% наблюдается снижение нарушения сплошности защитного покрытия под воздействием трения от приложенной постоянной нагрузки, уменьшение ширины следа B в 20 раз (усилие $P_1=200\text{Н}$), уменьшение ширины следа B в 10 раз (усилие $P_2=400\text{Н}$), что может свидетельствовать о значительном повышении адгезионной способности системы «подложка-покрытие» при степени деформации более 30%.

Литература

1. Морозов О.И., Табаков В.П., Кокорин В.Н., Морозов Д.И., Илюшкин М.В., Корняков Е.Л. Исследование эффективности рабочего инструмента листовой штамповки с износостойкими покрытиями/ Упрочняющие технологии, 2022, т. 18, №7 (211), С.302-306.
2. Болдырев В.В. Реакционная способность твердых веществ (на примере реакций термического разложения) / В.В. Болдырев. Новосибирск 22. Медведев А.С. Современные методы интенсификации гидromеталлургических процессов / А.С. Медведев, Б.Г. Коршунов // Цветные металлы. 1993. № 9. С. 10-19

3. Авакумов Е.Г., Гусев А.А. Механические методы активации в переработке природного и техногенного сырья. СО РАН, ИХТТ и МА. – Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2009. 155 с.
 4. Повышение стойкости рабочих поверхностей деталей штампов и пресс-форм из теплостойких сталей. Морозов О.И., Табаков В.П., Кокорин В.Н., Титов Ю.А. Известия Тульского государственного университета. Технические науки. Вып. 11: в 3 ч. Ч1. Тула:Изд-во ТулГУ, 2017. 64-68 с.
 5. Кокорин В.Н., Шанченко Н.И., Мищенко О.В., Кокорин М.В., Левушкин К.С. Моделирование процесса контурной лазерной резки с механической активацией листового металлопроката. Упрочняющие технологии и покрытия. 2015. № 11 (131). С. 43-48.
 6. Пат. 37221 РФ. Устройство для испытания покрытия на отслоение / М.В. Илюшкин, В.И. Филимонов, А.В. Филимонов. № 2003135362/20; заявл. 09.12.2003; опубл. 10.04.2004, Бюл. № 10
-