

**Исследование триботехнических свойств композиционных антифрикционных материалов с добавками нано структурированных порошков**

Студенты гр. 10402112 Михалюк А.Н., Денисов Д.Г., Белько В.С.

Научный руководитель – Белявин К.Е.

Белорусский национальный технический университет

г. Минск

Основными требованиями, предъявляемыми к антифрикционным материалам, является минимальный коэффициент трения и высокая износостойкость. Эти свойства определяют минимум потерь энергии в узлах трения и максимальный срок службы. В создании таких материалов порошковая металлургия играет доминирующую роль, позволяя в широких пределах варьировать состав и пористость, соответственно коэффициент трения и износостойкость. Специфика процессов порошковой металлургии включает технологии, позволяющие конструировать новые материалы с уровнем комплекса физико-механических свойств и служебных характеристик, значительно превышающих характеристики материалов, получаемых традиционными методами металлургии. Традиционно наиболее широкое применение для деталей узлов трения нашли материалы на основе меди [1]. Однако для узлов трения, работающих при высоких скоростях скольжения и механических нагрузках, такие материалы не применяют из-за их недостаточной прочности. Для таких условий работы были созданы порошковые материалы на железной основе с твердыми смазками. Кроме того, технология порошковой металлургии позволяет получать композитные высокопрочные и более дешевые изделия, состоящие из компактной стали и порошкового антифрикционного слоя.

Цель работы – исследование триботехнических свойств композиционных антифрикционных материалов с добавками нано структурированных порошков.

**Методика исследования**

Для получения двухслойного материала использовали пластины из листовой компактной стали Ст3 толщиной 1,5 – 2 мм. В качестве антифрикционного слоя применяли бронзовый порошок марки БрОФ 10-1, получаемый распылением, фракции 0,3 – 0,4 и 0,4 – 0,63 мм, с 2% нано структурированного порошка MoS<sub>2</sub>.

Перед нанесением порошкового слоя стальные пластины подвергались очистке металлической щеткой и наждачной бумагой для устранения оксидной пленки, проводили пластическую деформацию прокаткой для нанесения рельефа в виде сетки с зубом наклоном 45°, глубиной 0,2 – 0,5 мм для увеличения удельной поверхности, либо наносили гальваническим методом медный слой толщиной 0,1 мм. Для проведения пластической деформации использовали прокатный стан СПП – 180 (диаметр бочки валков – 150 мм, скорость вращения – 6 об/мин, наибольшее давление металла на валки – 600 кН, мощность электропривода – 14 кВт), с рельефными валками.

Антифрикционный порошковый слой на пластину наносили свободной насыпкой на специальном приспособлении для получения равномерного по толщине слоя. После чего пластины с антифрикционным порошковым слоем подвергали термической обработке (спеканию) в защитно-восстановительной атмосфере эндогаза при температуре 750-780°C, в течение 50-60 мин.

После термической обработки проводили прокатку на прокатном стане Kalmag (диаметр бочки валков – 200 мм, скорость вращения – 3 об/мин, наибольшее давление металла на валки – 600 кН, мощность электропривода – 14 кВт) (Германия).

Эксперимент проводился по следующим вариантам: предварительная прокатка и спекание; спекание с последующей прокаткой.

Пористость антифрикционного слоя и качество соединения его с компактной сталью исследовали с помощью металлографического анализа на микроскопе MEF-3 (Германия), для чего изготавливались шлифы с поперечном сечении.

Коэффициент трения антифрикционного слоя определяли на установке КФТТ01 (рисунок 1).

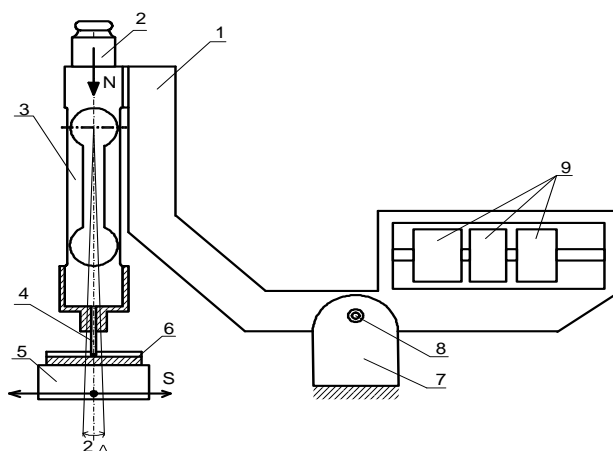


Рисунок 1 – Устройство для измерения силы трения:

- 1 – система балансировочный рычаг; 2 – груз необходимой массы;
- 3 – тензодатчик веса; 4 – сферический индентор; 5 – столик-держатель;
- 6 – исследуемый образец; 7 – кронштейн; 8 – ось; 9 – подвижные грузы

Установка работает следующим образом. На поверхности столика-держателя 5 закрепляется исследуемый образец 6. С помощью подвижных грузов 9 приводится в равновесие система балансировочный рычаг 1 – тензодатчик веса 3 – сферический индентор 4. На верхнюю плоскость тензодатчика 3 устанавливается груз необходимой массы 2. Включается механизм возвратно-поступательного движения столика-держателя 5 с исследуемым образцом 6. В качестве контртела служит шарик диаметром 3,18 мм из стали типа ШХ15, который выполняет возвратно поступательные движения относительно исследуемого образца. Шарик прижимается с усилием 98 Н. Количество циклов движения шарика – 750, скорость движения – 5 мм/с, длина трека – 10 мм, путь трения – 14,99 м.

В ходе анализа полученных экспериментальных результатов был определен коэффициент трения образцов. График результатов представлен на рисунке 2.

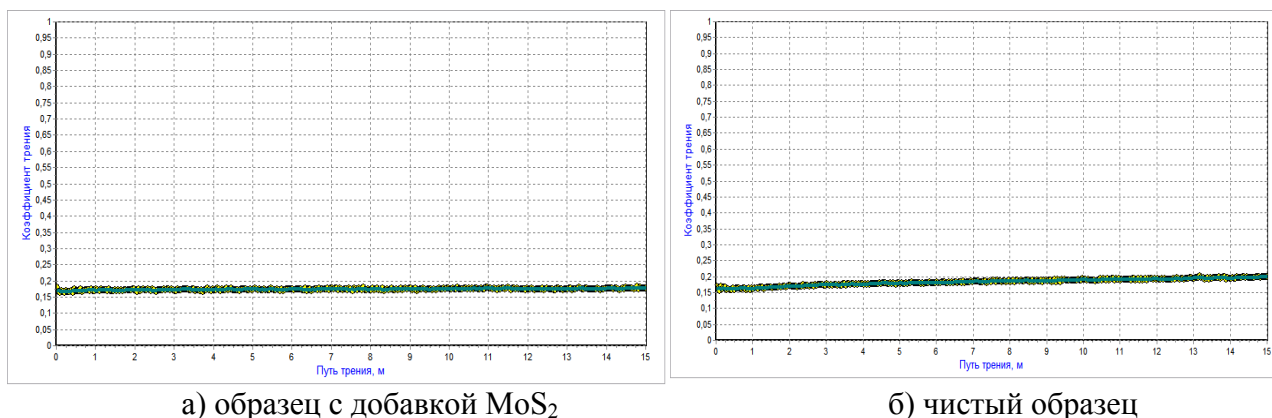


Рисунок 2 – Изменение коэффициента трения при нагружении 10 г в зависимости от длины пути индентора по бронзовой поверхности, полученной прокаткой

Проведены микроструктурные исследования полученных образцов, которые показали, в антифрикционном порошковом слое наблюдаются равномерная пористость 12 – 15% с открытыми сообщающимися порами, а также измерен коэффициент трения образцов, который показал, что добавка  $\text{MoS}_2$  приводит к снижению коэффициента трения на 30 – 35%.

#### Список использованных источников

1. Раковский, В.С. Основы порошкового металловедения / В.С. Раковский. – М.: Оборонгиз, 1962. – 87 с.

УДК 621.771

#### Разработка комбинированной технологии изготовления рабочих деталей почвообрабатывающей роторной техники

Студенты гр. 10402112 Бахтин А.С., Манцевич И.О.  
 Научный руководитель – Давидович Л.М.  
 Белорусский национальный технический университет  
 г. Минск

Почвообрабатывающая роторная техника применяется в сельскохозяйственном производстве при бороновании почвы. Боронование, как технологический процесс обработки поверхности почвы, производится для рыхления, выравнивания, уничтожения корки, очистки пашни от сорняков, заделки в почву удобрений. В процессе боронования зубья бороны подвергаются быстрому износу и подлежат замене.

В связи с отсутствием производства зубьев роторных борон в республике, задача создания экономичной технологии этих рабочих органов с заданным комплексом механических свойств является весьма актуальной.

Зуб роторной бороны имеет Г-образную конструкцию и состоит из монтажной и рабочей частей (рисунок 1).

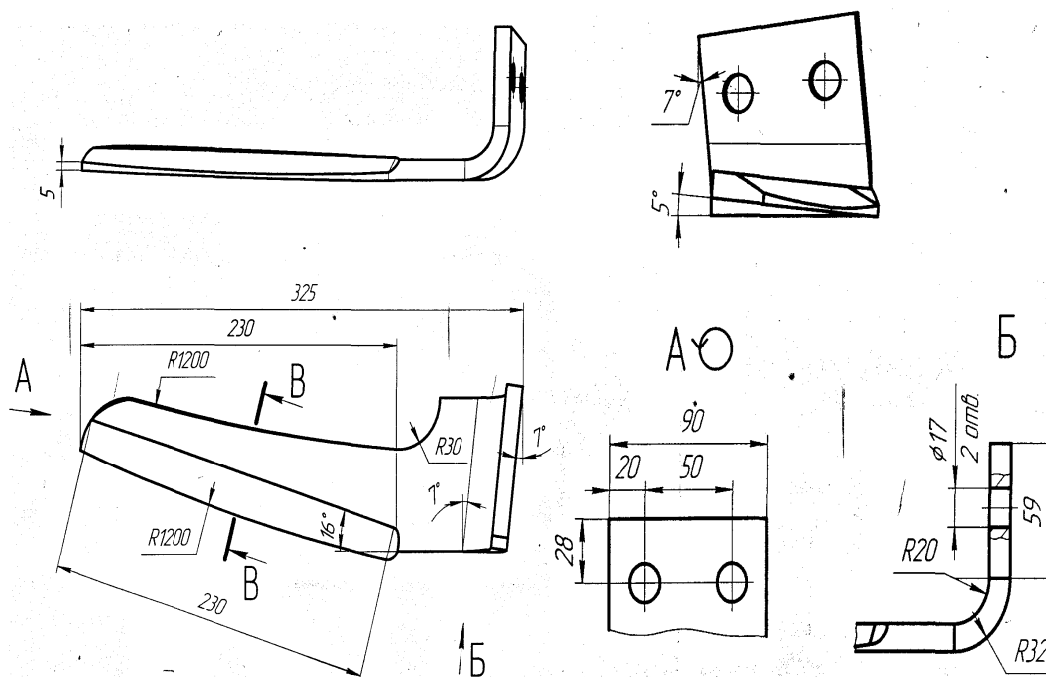


Рисунок 1 – Зуб роторной бороны