

УДК 621.762

**ПОЛУЧЕНИЕ ПОРОШКОВ НА ОСНОВЕ МЕДИ И АЛЮМИНИЯ
МЕТОДОМ РАСПЫЛЕНИЯ СТРУИ РАСПЛАВА ВОЗДУХОМ,
ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗНОШЕННЫХ
ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

**А.Ф. Ильющенко¹, д-р техн. наук, проф., член-корр. НАН Беларуси,
Е.Д. Манойло¹, канд. техн. наук, М.М. Дечко², канд. техн. наук,
Р.А. Кусин², канд. техн. наук, И.Н. Черняк¹, Д.И. Жегздринь¹,
А.Р. Кусин¹, М.В. Голяков¹**

¹ ГНУ «Институт порошковой металлургии», ² УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск,
Республика Беларусь

Приведены сведения о малогабаритной установке для получения распыленных порошков сплавов на основе меди и алюминия, предназначенных для упрочнения новых и восстановления изношенных поверхностей методом нанесения газопламенного покрытия, а также защиты от коррозии деталей сельскохозяйственной техники, технологических режимах и характеристиках порошков. Экспериментально подтверждено высокое качество покрытий, полученных с применением изготовленных порошков.

Введение

Простота и экономичность нанесения покрытий методом газопламенного напыления при упрочнении новых и восстановлении изношенных поверхностей, а также при защите от коррозии деталей различного функционального назначения делают привлекательным использование этого метода на производственных участках аграрного сектора, специализирующихся на ремонте и обслуживании сельскохозяйственной техники. Для реализации этого метода достаточно иметь в наличии оборудование для газопламенного напыления порошков, состоящее из аппарата-распылителя и пульта управления газами, и порошковые материалы для нанесения покрытий. Необходимое оборудование производится в республике и не вызывает проблем при приобретении, в то время как, металлические порошки, как правило, приходится приобретать за рубежом. Участок по производству распыленных порошков на Молодечненском заводе порошковой металлургии не в состоянии решить данную проблему, поскольку специализируется на выпуске только порошков оловянно-фосфористой бронзы, используемых для изготовления ограниченной номенклатуры изделий фильтрующего назначения, и не позволяет осуществить выпуск небольших опытных партий металлических порошков для газопламенного напыления покрытий ввиду экономической нецелесообразности.

Основная часть.

Для решения этого вопроса была разработана малогабаритная установка для исследования процессов получения и производства порошков на основе меди и алюминия (рис. 1).

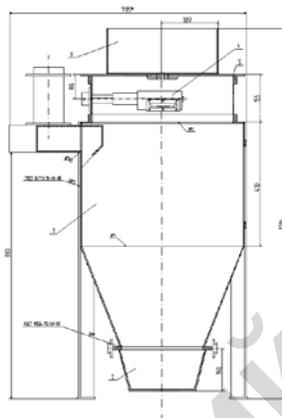


Рисунок 1 - Установка получения металлических порошков распылением расплава металла воздухом:

1 - корпус; 2 – поддон; 3 - металлоприемник; 4 - форсунка; 5 - крышка

Установка работает следующим образом. Перед началом работы устанавливается заданный угол наклона форсунок распылительной головки (4), затем корпус закрывается крышкой (5), на которую устанавливается металлоприемник (3). К корпусу установки (1) герметично крепится поддон (2). После проверки герметичности корпуса установки она заполняется водой до заданного уровня. После подготовки установки к работе за 3-4 секунды до подачи расплава, в распылительную головку подается воздух, затем перегретый расплав заливается в металлоприемник. По истечении расплава подача воздуха в распылительную головку прекращается. Через 3-5 минут после распыления вода из корпуса установки сливается, поддон с влажным металлическим порошком снимается, после чего производится сушка металлического порошка в сушильном шкафу.

Установка позволяет получать порошки различных фракций. Варьируя давлением воздуха при распылении и углом наклона форсунок, можно регулировать до определенной степени выход заданной фракции порошка. Как показали исследования, выход годного порошка составляет 95 %. В зависимости от режимов распыления выход распыленного порошка крупных фракций при использовании щелевых форсунок составляет 5-35 %, а

**Секция 1: Технический сервис
машин и оборудования**

фракций с размером частиц меньше 0,16 мм - до 5 %. На рисунке 2 представлены диаграммы распределения частиц по размерам получаемых на данной установке порошков оловянно-фосфористой бронзы.

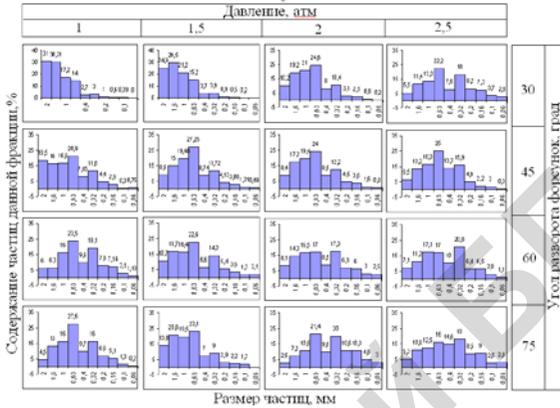


Рисунок 2 - Диаграммы распределения частиц порошка по размерам

При применении этих порошков для изготовления пористых изделий такое распределение допустимо и практически весь порошок без перепада может быть использован на производстве. Однако, для нанесения покрытий газотермическим и газодинамическим способом на изношенные поверхности или с целью их защиты от коррозии, требуются порошки с размерами частиц менее 125 мкм, что приводит к перепаду порошка с крупными частицами и, соответственно, к значительным дополнительным энергетическим затратам. В этой связи был разработан специализированный узел распыления с комплектом съемных форсунок.

Известно, что основными факторами, определяющими дисперсность порошка, являются вязкость, поверхностное натяжение расплава и энергия газового потока. Вязкость расплава регулируется химическим составом сплава и температурой расплава, поверхностное натяжение расплава – диаметром истекающей струи расплава. Для получения порошков с частицами менее 125 мкм было решено увеличить относительную скорость потока газа. Для решения этой задачи на основе сопла Лаваля была разработана новая конструкция форсунки для распыления расплава металла воздухом. Комплект съемных форсунок позволяет менять угол атаки газа в широком диапазоне и изменять площадь их сечения.

При использовании специализированного узла распыления для получения распыленных сферических порошков оловянно-фосфористой бронзы, выход годного порошка фракций менее 125 мкм составил более 80 %. На

рисунке 5 представлен внешний вид частиц изготовленного порошка указанного гранулометрического состава. Аналогичные результаты были получены и при исследовании процесса получения порошков алюминия с той разницей, что распыление осуществляли аргоном, а не воздухом, а выход порошков фракции минус 125 мкм не превысил 60 %. Свойства порошков оловянно-фосфористой бронзы приведены в таблице 1, насыпная плотность порошков алюминия – в таблице 2, внешний вид порошков – на рисунке 3.

Таблица 1 – Свойства порошков оловянно-фосфористой бронзы

Фракция, мм	Насыпная плотность, γ , г/см ³	Текучесть, τ , сек	Плотность утряски, г/см ³	Фактор сферичности
(-1,0+0,63)	4,05	3	4,42	0,95
(-0,63+0,4)	4,96	3	5,3	0,95
(-0,4+0,2)	5,0	3	5,37	0,95
(-0,2+0,16)	5,22	3	5,7	0,95
(-0,16+0,1)	5,22	3	5,7	0,95
(-0,1+0,063)	5,32	3	5,8	0,95

Таблица 2 – Значения насыпной плотности алюминиевых порошков

Фракция порошка, мм	(-1,0+0,63)	(-0,63+ 0,4)	(-0,4+0,315)	(-0,315+ 0,2)	(-0,2 + 0,1)
Насыпная плотность, г/см ³	1,07	1,08	1,09	1,13	1,15

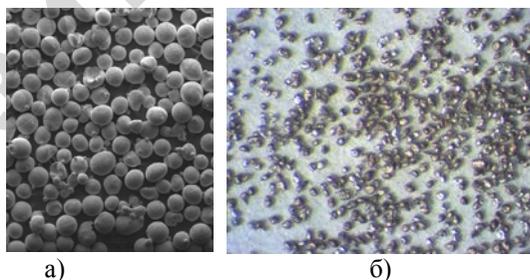


Рисунок 3 - Порошки оловянно-фосфористой бронзы (а) и алюминия (б) с размером частиц менее 125 мкм

Следует отметить, что на данной установке могут быть изготовлены порошки сплавов на основе меди и алюминия других составов, используемых, например, для восстановления и упрочнения поверхностей шеек ко-

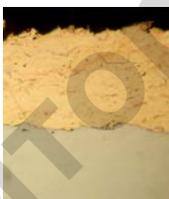
ленчатых валов, «посадок» под подшипники качения, внутренних поверхностей подшипников скольжения (при условии, что длина покрытия не превышает диаметр отверстия); поверхностей валов коробок передач, шеек распределителей, ступиц колес и др.

Изготовленные порошки оловянно-фосфористой бронзы и алюминия с размером частиц менее 125 мкм были напылены на стальные подложки методом высокоскоростного газопламенного напыления аппаратом отечественного производства ТЕНА-Ппм (рис. 4), с использованием в качестве горючего синтетического газа МАФ (метилацетиленаленовая фракция).



Рисунок 4 - Камера полу-автоматического напы-ления ТЕНА-КПАН-1300 с установкой газопламенно-го напыления ТЕНА-Ппм

Микроструктуры покрытий приведены на рисунке 5.



а)



б)

Рисунок 5 - Микроструктуры напыленных покрытий из порошков оловянно-фосфористой бронзы (а) и алюминия (б), нанесенных на стальные пластины

Анализ микроструктур полученных покрытий позволяет сделать вывод о высоком качестве напыленных покрытий: общая пористость в нанесенном слое гораздо ниже допустимых 2 %.

Заключение

Приведены сведения о конструкции установки для получения распыленных порошков на основе меди и алюминия, предназначенных для нанесения методом газопламенного напыления покрытий при упрочнении новых и восстановлении изношенных поверхностей, а также защиты от коррозии деталей сельскохозяйственной техники различного функцио-

нального назначения, в том числе коленчатых валов, валов коробок передач, ступиц колес, распредвалов и др.

Показано, что установка обеспечивает получение порошков с высокими уровнем свойств и выходом порошков мелких фракций. Экспериментально подтверждена возможность применения полученных порошков для нанесения качественных напыленных покрытий.

Abstract

The information has been provided on small-sized facility for producing sputtered powders of alloys based on copper and aluminum, designed to reinforce new and restore worn surfaces by applying gas flame coating, as well as corrosion protection of parts of agricultural machinery, technological regimes and characteristics of powders. The high quality of the coatings produced using the manufactured powders has been experimentally confirmed.

УДК 621.651

**ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПЛУНЖЕРНЫХ ПАР
ПРИ ИХ ВОССТАНОВЛЕНИИ**

**А.Т. Лебедев д.т.н., профессор, П.А. Лебедев к.т.н.,
Р.А. Магомедов к.т.н., Р.В. Павлюк к.т.н., В.А. Васин.
ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный
университет», г. Ставрополь, Российская Федерация**

Приведены результаты эксперимента по определению износостойкости восстановленных плунжерных пар комбинированным способом.

Современные неблагоприятные экономические условия, в которых находятся сельскохозяйственные предприятия, требуют для снижения себестоимости производимой продукции внедрения ресурсосберегающих технологий. Одним из путей ресурсосбережения является применение альтернативных топлив, применение которых способствует снижению затрат на их приобретение, но не влияет на его перерасход, обусловленный техническим состоянием прецизионных деталей топливной аппаратуры.

В условиях рядовой эксплуатации невысокий ресурс плунжерных пар обусловлен низкой износостойкостью рабочих поверхностей деталей соединения при работе в абразивной и коррозионной средах с неравномерными нагрузками. Абразивные частицы, находящиеся в топливе имеют высокую микротвердость, которая значительно превосходит микротвердость рабочих поверхностей плунжерных пар. В процессе эксплуатации