

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра ремонта тракторов, автомобилей
и сельскохозяйственных машин

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ И УПРОЧНЕНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА НАНЕСЕНИЕМ ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ

*Методические указания
к лабораторной работе*

Минск
БГАТУ
2010

УДК 631.3.004.67(07)
ББК 40.72я7
В 78

*Рекомендовано научно-методическим советом факультета
«Технический сервис в АПК».
Протокол № 5 от 10 июня 2009 г.*

Составители:

кандидат технических наук *В. А. Лойко*,
кандидат технических наук, профессор *В. П. Миклуш*,
кандидат экономических наук, доцент *Г. И. Анискович*

Рецензенты:

заведующий кафедрой «Технология машиностроения» БНТУ,
доктор технических наук, профессор *В. К. Шелег*;
кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология металлов»
БГАТУ *А. А. Андрушевич*

В78 **Восстановление деталей сельскохозяйственной техники и упрочнение режущего инструмента нанесением вакуумно-плазменных покрытий** : методические указания к лабораторной работе / сост. : В. А. Лойко, В. П. Миклуш, Г. И. Анискович. – Минск : БГАТУ, 2010. – 40 с.
ISBN 978-985-519-228-3.

Методические указания содержат теоретические и справочно-методические материалы для выполнения лабораторной работы по дисциплине «Технология ремонтно-обслуживающего производства». В них приводятся контрольные вопросы, формы отчетности и рекомендуемая литература.

Предназначены для студентов специальностей 1-74 06 03 Ремонтно-обслуживающее производство в сельском хозяйстве и 1-74 06 06 Материально-техническое обеспечение в АПК.

УДК 631.3.004.67(07)
ББК 40.72я7

ISBN 978-985-519-228-3

© БГАТУ, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. Цель и задачи работы.....	8
2. Задание на выполнение работы.....	8
3. Оснащение рабочего места.....	9
4. Характеристика оборудования для нанесения вакуумно-плазменных покрытий.....	9
5. Технологический процесс нанесения вакуумно-плазменных покрытий.....	13
5.1. Физическо-технологические основы вакуумно-плазменной технологии нанесения покрытий.....	16
5.2. Технологические особенности вакуумно-плазменного нанесения покрытий.....	19
6. Предлагаемый технологический маршрут нанесения покрытия методом плазменно-вакуумного напыления.....	24
7. Меры безопасности во время работы.....	26
8. Порядок выполнения работы.....	27
9. Отчет о выполнении работы.....	31
10. Вопросы для самоконтроля.....	32
ЛИТЕРАТУРА.....	33
Приложение 1.....	34
Приложение 2.....	35
Приложение 3.....	36
Приложение 4.....	37
Приложение 5.....	38

ВВЕДЕНИЕ

Развитие методов плазменной технологии высоких энергий дает дополнительные возможности получения покрытий тонких пленок, широко применяемых в настоящее время в различных областях техники, в том числе и в ремонтно-обслуживающем производстве. Впервые технология вакуумно-плазменного напыления покрытий была разработана в 60–70 годах прошлого столетия физиками-ядерщиками Харьковского физико-технического института (Украина) в процессе экспериментов по коммутации сильноточных разрядов и получила фирменное название **КИБ (конденсация с ионной бомбардировкой в контролируемом вакууме)**. Ими же была разработана и изготовлена первая вакуумно-плазменная установка для нанесения покрытий на режущий инструмент, получившая название «Булат». Покрытие при вакуумно-плазменном напылении формируется из потока частиц, находящихся в атомарном, молекулярном или ионизированном состоянии. Этот поток частиц получают распылением материала посредством воздействия на него различными энергетическими источниками. Вакуумное конденсационное напыление проводят в жестких герметичных камерах при давлении $1, 33 \cdot 10^{-3} \dots 13,3$ Па. Благодаря этому обеспечиваются необходимая длина свободного пробега напыляемых частиц (без столкновений между собой и с атомами газов остаточной атмосферы) и защита материала от взаимодействия с атмосферными газами. В общем случае движущей силой переноса частиц в направлении к поверхности напыления является разность парциальных давлений паровой фазы. Наиболее высокие давления пара, достигающие 133 Па и более, наблюдаются вблизи поверхности распыления (испарения). Это и обуславливает перемещение частиц в направлении напыляемого изделия, где парциальное давление паров минимально. Ионизированные частицы обладают большей энергией, что обеспечивает получение покрытий высокого качества. Метод вакуумно-плазменного напыления позволяет наносить покрытия не только из металлов (в том числе тугоплавких), сплавов, но и получать покрытия из высокотвердых карбидов и нитридов металлов для упрочнения деталей и режущего инструмента ремонтного производства. Синтез этих покрытий происходит при конденсации потока металлической плазмы в атмосфере соответствующего реактивного газа (азота, метана или ацетилена). Покрытия, наносимые вакуум-