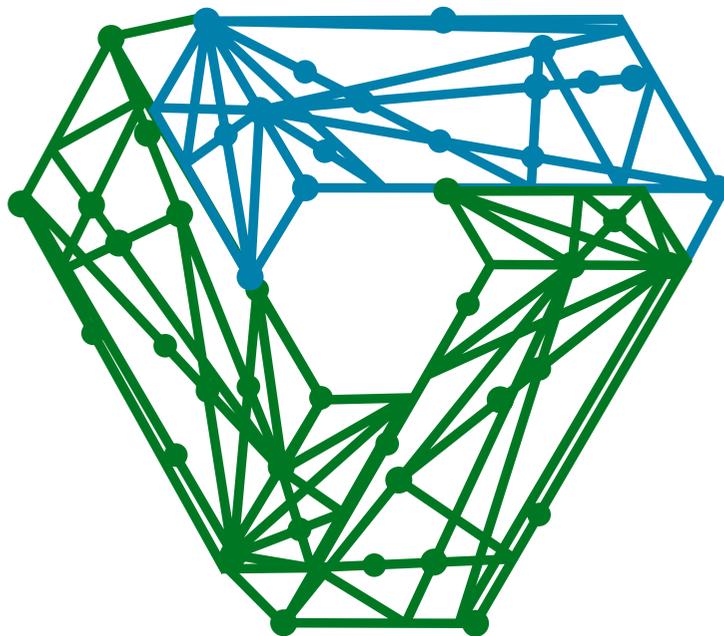


БЕЛОРУССКО-УЗБЕКСКИЙ ИННОВАЦИОННЫЙ ФОРУМ

14–15 марта 2023



СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

**БЕЛАРУСЬ-УЗБЕКИСТАН:
ФОРМИРОВАНИЕ РЫНКА
ИННОВАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ**

**Минск
БНТУ
2023**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Республиканское инновационное унитарное предприятие
«Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»

БЕЛАРУСЬ-УЗБЕКИСТАН: ФОРМИРОВАНИЕ РЫНКА ИННОВАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ

Сборник материалов
научно-практической конференции

(Минск, 14–15 марта 2023 г.)

Минск
БНТУ
2023

УДК 082 (476+575.1) (06)
ББК 74.58я43
Б43

В сборник включены материалы Научно-практической конференции «Беларусь-Узбекистан: формирование рынка инновационной продукции» по направлениям: инженерия поверхности, новые материалы, металлургические процессы; медицина, медицинская техника и оборудование, фармацевтика и промышленные биотехнологии; информационно-коммуникационные технологии, электроника, робототехника, приборостроение, цифровизация; механизмы развития различных технологических областей и стимулирование инновационного предпринимательства.

ISBN 978-985-583-895-2

© Белорусский национальный
технический университет, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «ИНЖЕНЕРИЯ ПОВЕРХНОСТИ, НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ, МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ»

Адаменко В. М., Мрочек Ж. А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО ТЕПЛА ГОРЯЧЕШТАМПОВАННЫХ ПОКОВОК В ПРОЦЕССЕ ШТАМПОВКИ.....	16
Ажар А. В., Колесников Л. А., Мухиддинов З. И., Яцкевич О. К. СТРУКТУРА ОСНОВНОГО И ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ОСЕВЫМ ИНСТРУМЕНТОМ	19
Алексеев Ю. Г., Витязь П. А. КОМБИНИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ В ИЗГОТОВЛЕНИИ ТОЛСТОСТЕННЫХ ДЛИННОМЕРНЫХ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБНЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	21
Анисович А. Г., Маркевич М. И., Журавлева В. И., Асанов Д. Ж., Камалов А. Б. ЛАЗЕРНОЕ СТРУКТУРИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ФОСФИДА ИНДИЯ.....	24
Антонов А. С., Струк В. А., Авдейчик С. В., Лесун А. Н., Клочко П. В., Нахват Д. В., Рискулов А. А. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ТЕРМОПЛАСТОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОКОМПОНЕНТАМИ.....	27
Арибжонова Д. Э., Саидова М. С., Бекназарова Г. Б. ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И СПОСОБОВ ДОСТИЖЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	30
Арисланов А. С., Шамшидинов И. Т., Исомиддинов О. Н. БЕНТОНИТОВЫЕ ГЛИНЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ.....	32
Баранцева С. Е., Климош Ю. А., Азаренко И. М., Курилович М. А. ТЕХНОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ПРОИЗВОДСТВУ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПОРИСТЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ ИЗ МАГМАТИЧЕСКИХ И ОСАДОЧНЫХ ПОРОД РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	34
Бердиев Д. М., Тошматов Р. К., Комилова Г. М. УСОВЕРШЕСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМИЧЕКОЙ ОБРАБОТКИ ШТАМПОВ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКИ.....	37

Бердиев Д. М., Умарова М. А. ВЫБОР ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СТАЛЕЙ И ИХ РЕЖИМ ТЕРМИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ.....	40
Бердиев Д. М., Юсупов А. А., Абдуллаев А. Х. ТЕХНОЛОГИЯ ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ДЕТАЛИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ.....	44
Воронова Н. П., Березовский Н. И., Шамсидинов А. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЙ НА ОСНОВЕ ТОРФЯНОГО ТОПЛИВА	47
Ганиев Б. Ш., Авезов К. Г., Мардонов У. М. ИССЛЕДОВАНИЕ ГЛИНЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «АЗКАМАР» МЕТОДОМ РЕНТГЕНОФАЗОВОГО АНАЛИЗА И ИК-СПЕКТРОСКОПИИ	49
Горох Г. Г., Тураходжаев Н. Д., Лозовенко А. А., Федосенко В. С., Худайкулов Ш. У. МАТРИЧНЫЕ ПОКРЫТИЯ НА АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВАХ С ПОВЫШЕННЫМИ МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ ИННОВАЦИОННЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ.....	52
Гущин С. В. ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ-ЗАМЕДЛИТЕЛЯ ТВЕРДЕНИЯ НА ТЕПЛОТЫДЕЛЕНИЕ БЕТОНА	55
Долгий Л. П., Михальцов А. М., Раков И. Г. НЕОРГАНИЧЕСКИЕ СВЯЗУЮЩИЕ ЭНДОГЕННОЙ ПРИРОДЫ С ТЕРМОСТОЙКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ДЛЯ ПРОПИТКИ СЕТЧАТОЙ ОСНОВЫ ФИЛЬТРОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ РАСПЛАВОВ.....	58
Дормешкин О. Б., Гаврилюк А. Н., Мохорт М. С., Бышик А. А., Халмуратова Н. Е. НОВЫЕ ВИДЫ КОМПЛЕКСНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ БЕЛАРУСИ И УЗБЕКИСТАНА	60
Ешбаева У. Ж. БУМАГА С ВВЕДЕНИЕМ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОТХОДОВ	63
Желтухин А. В. ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ РЕЖУЩИМ ИНСТРУМЕНТОМ С ИЗНОСОСТОЙКИМИ ПОКРЫТИЯМИ	66
Желтухин А. В., Мухиддинов З. Н., Яцкевич О. К. ОСОБЕННОСТИ ЛАЗЕРНОГО ЛЕГИРОВАНИЯ И АЗОТИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ	69

Нанесение покрытий по сравнению с инструментом без покрытия снижает эквивалентные напряжения на передней поверхности и их амплитуду за время его рабочего и холостого хода.

Отмеченные особенности процесса резания режущим инструментом с износостойкими покрытиями позволяют существенно повысить его эксплуатационные показатели, основными из которых, являются следующие: увеличение периода стойкости и суммарного ресурса работы режущего инструмента; повышение производительности (скорости резания) и сокращение времени на механическую обработку заготовок; повышение точности размеров и качества поверхностного слоя обработанных деталей; сокращение затрат, приходящихся на режущий инструмент; частичное решение некоторых вопросов улучшения экологии и охраны труда, связанных с минимизацией или полным отказом от применения токсичных смазочно-охлаждающих жидкостей при механической обработке.

Список использованных источников

1. Маркова Е.А. Износостойкие покрытия для режущих инструментов: пособие для студентов специальности 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» / Е.А. Маркова, О.К. Яцкевич. – Минск: БНТУ, 2021. – 50 с.

2. Григорьев С. Н., Табаков В. П., Волосова М. А. Технологические методы повышения износостойкости контактных площадок режущего инструмента: монография / С. Н. Григорьев, В. П. Табаков, М. А. Волосова. – Старый Оскол: ТНТ, 2015. – 380 с.

ОСОБЕННОСТИ ЛАЗЕРНОГО ЛЕГИРОВАНИЯ И АЗОТИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Желтухин А. В.¹, Мухиддинов З. Н.¹, Яцкевич О. К.²

¹) Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова

²) Белорусский национальный технический университет

andrey_uz@list.ru¹

Аннотация. В данной статье рассматриваются особенности лазерного легирования и азотирования поверхностного слоя металлорежущих инструментов. А также влияние углерода на эффективность технологии.

Annotation. This article discusses the features of laser alloying and nitriding of the surface layer of metal-cutting tools. As well as the effect of carbon on the efficiency of technology.

В настоящее время все больше деталей изготавливается из труднообрабатываемых сталей и сплавов, керамики, композитов и других новых конструкцион-

ных материалов. Многие из них имеют сложную форму, и минимальные припуски на обработку, а также высокие требования к качеству обработанных поверхностей.

С совершенствованием оборудования и увеличением скоростей резания механической обработки, одной из актуальных проблем теории резания становится вопрос износа режущего инструмента.

Широкое промышленное использование режущего инструмента с износостойкими покрытиями позволяет решать целый комплекс следующих вопросов:

- значительно повысить период стойкости и надежность режущего инструмента;
- увеличить производительность процессов обработки резанием;
- сократить удельный расход дорогостоящих инструментальных материалов и дефицитных элементов для их изготовления;
- расширить область использования твердых сплавов и сократить номенклатуру применяемых сплавов стандартных марок;
- повысить качество поверхностного слоя и точность размеров обработанных деталей.

Износостойкие покрытия наносятся как на инструменты из быстрорежущей стали, так и твердосплавные инструменты, а также сменные неперетачиваемые пластины для инструментов сборной конструкции.

В качестве материалов для таких покрытий используются карбиды, нитриды, бориды, карбонитриды и силициды тугоплавких металлов, а также окись алюминия и синтетические сверхтвердые материалы на основании алмаза и эльбора [1].

Эффективность режущего инструмента с покрытиями может быть повышена путем воздействия на покрытие дополнительной поверхностной упрочняющей обработки. Дополнительная упрочняющая обработка изменяет механические свойства покрытия, что в свою очередь оказывает влияние на работоспособность режущего инструмента.

Одним из примеров комбинированной обработки режущего инструмента является лазерная обработка. Она может предшествовать нанесению покрытий, а также осуществляться после нанесения. Предварительная лазерная обработка позволяет повысить сопротивляемость режущего клина инструмента упругопластическим прогибам и его способность сохранять свою форму. Лазерная обработка после нанесения покрытия обеспечивает дополнительное повышение его микротвердости, прочности адгезионной связи с инструментальной основой, а также способствует образованию мелкозернистой структуры, которая существенно повышает устойчивость покрытия к процессам трещинообразования.

Перспективным методом комбинированного воздействия на поверхностный слой режущего инструмента является лазерное легирование нитридообразующими элементами с последующим азотированием. При этом вторая стадия комбинированной обработки (азотирование) может осуществляться как в низкотемпературной плазме газового разряда, так и по традиционным технологиям – в газовой или жидкой средах.

Применение указанной комбинированной обработки, во-первых, увеличивает растворимость азота в инструментальном материале, что позволяет увеличить микротвердость и толщину азотированного слоя, а, во-вторых, способствует формированию в поверхностном слое более благоприятного распределения остаточных напряжений.

После лазерного легирования в поверхностном слое часто можно наблюдать неблагоприятное распределение остаточных напряжений: под областью сжимающих напряжений расположена область с растягивающими напряжениями, что способствует зарождению и распространению трещин.

Эффективность применения комбинированной обработки, сочетающей лазерное легирование и последующее азотирование, зависит от правильного выбора легирующего элемента.

На рисунке 1 показано влияние различных легирующих элементов на растворимость азота в α – железе. Из представленных данных следует, что наиболее высокая растворимость азота наблюдается при легировании железа ванадием, титаном и хромом. Причем эффект повышения растворимости азота наиболее сильно растет с увеличением концентрации титана. Несколько ниже степень повышения растворимости азота в присутствии молибдена, марганца и вольфрама.

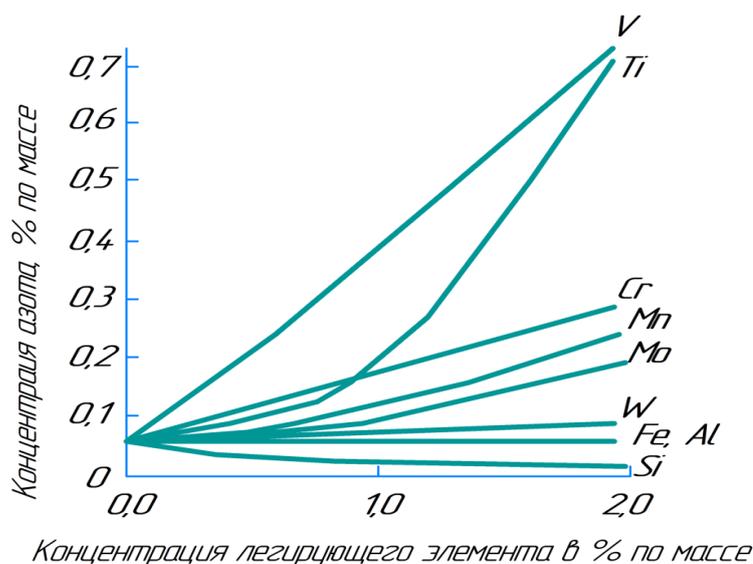


Рисунок 1 – Влияние различных легирующих элементов на растворимость азота в α – железе

Предварительное лазерное легирование нитридообразующими элементами наиболее рационально проводить при упрочнении углеродистых и легированных сталей. Для быстрорежущих сталей эффект от предварительного легирования будет не столь существенен, так как в их составе и так имеется значительное количество нитридообразующих элементов.

Необходимо учитывать еще одну особенность рассматриваемой комбинированной технологии – ее эффективность снижается с увеличением содержания углерода в инструментальной стали. Практика показывает, что в сталях с содер-

жанием углерода больше 0,5 % прирост твердости менее значителен, чем в сталях с меньшим содержанием углерода. Это связано с тем, что в этих сталях уже в процессе легирования достигается достаточно высокий уровень упрочнения за счет образования карбидных фаз. Образующиеся после азотирования карбонитриды легирующих элементов повышают твердость поверхностного слоя в меньшей степени, чем нитриды.

Практика показывает, что наиболее эффективными легирующими элементами при обработке сталей самого разнообразного химического состава являются ванадий, хром и алюминий.

Список использованных источников

1. Маркова Е. А. Износостойкие покрытия для режущих инструментов: пособие для студентов специальности 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» / Е.А. Маркова, О.К. Яцкевич. – Минск: БНТУ, 2021. – 50 с.

2. Григорьев С. Н., Табаков В. П., Волосова М. А. Технологические методы повышения износостойкости контактных площадок режущего инструмента: монография / С. Н. Григорьев, В. П. Табаков, М. А. Волосова. — Старый Оскол: ТНТ, 2015. — 380 с.

КОМПОЗИЦИОННЫЕ РЕАГЕНТЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД

Зыгмант А. В.¹, Анушко Р. А.¹, Гриншпан Д. Д.¹, Савицкая Т. А.¹,
Цыганкова Н. Г.¹, Минь В. С.², Тран Д. Л.²

¹ Учреждение Белорусского государственного университета «Научно-исследовательский институт физико-химических проблем»,

² Институт тропических технологий Вьетнамской академии наук и технологии

alesiazyhmant@gmail.com¹, grinshpan@bsu.by¹

Аннотация. Разработаны составы композиционных реагентов для очистки воды на основе неорганических коагулянтов и альгината натрия, используемого в качестве флокулянта. Показано, что разработанные композиционные реагенты позволяют эффективно осажать дисперсии гуминовых соединений. Параметры дисперсий (мутность, цветность) после обработки сопоставимы с характеристиками, получаемыми при использовании синтетических флокулянтов на основе полиа-криламида. В экспериментах по очистке сточных вод установлено, что введение в состав реагента магнитных частиц Fe₂O₃ позволило благодаря воздействию внешнего магнитного поля уменьшить время осаждения коагуляционных агрегатов в 2 раза. Одновременно с этим улучшить основные параметры очистки: мутности – на 70 %, цветности – на 25 %, поглощения в УФ-области – на 8 %. Полученные результаты позволят интенсифицировать процесс очистки сточных вод.