



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ТҰҢҒЫШ ПРЕЗИДЕНТІ - ЕЛБАСЫНЫҢ ҚОРЫ

**«ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ – 2017»**

студенттер мен жас ғалымдардың  
XII Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XII Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
**«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ – 2017»**

PROCEEDINGS  
of the XII International Scientific Conference  
for students and young scholars  
**«SCIENCE AND EDUCATION - 2017»**



14<sup>th</sup> April 2017, Astana



**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**«Ғылым және білім - 2017»  
студенттер мен жас ғалымдардың  
XII Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XII Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
«Наука и образование - 2017»**

**PROCEEDINGS  
of the XII International Scientific Conference  
for students and young scholars  
«Science and education - 2017»**

**2017 жыл 14 сәуір**

**Астана**

**УДК 378**

**ББК 74.58**

**Ғ 96**

Ғ 96

«Ғылым және білім – 2017» студенттер мен жас ғалымдардың XII Халықаралық ғылыми конференциясы = The XII International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2017» = XII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2017». – Астана: <http://www.enu.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/>, 2017. – 7466 стр. (қазақша, орысша, ағылшынша).

ISBN 978-9965-31-827-6

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

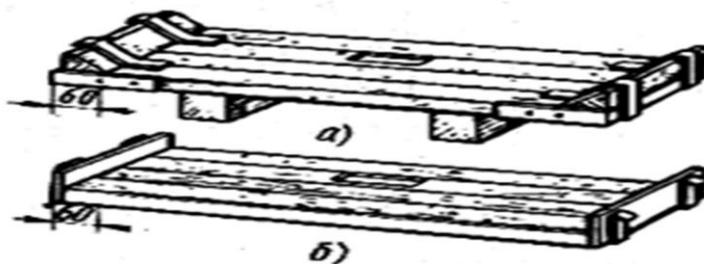
В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 378

ББК 74.58

ISBN 978-9965-31-827-6

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия  
ұлттық университеті, 2017



а - на брусках; б - с крюками  
Рисунок 6 – Поддоны для кирпича

На речном и морском транспорте контейнеры обычно перевозят вместе с массовыми и штучными грузами на различных самоходных и несамоходных судах. В последние годы парк судов пополнили специальные контейнеровозы.

Контейнеры и поддоны имеют различную сферу применения. Однако в сочетании они обеспечивают комплексную механизацию погрузочно- разгрузочных работ с тарными и штучными грузами.

#### Список использованных источников

1. Гаджинский А.М. Логистика: Учеб. пособ. – М.: Маркетинг,1998
2. Миротин Л.Б., Ташбыев Ы.Э. и др. Транспортная логистика: Учеб. пособ.-и М.: Брандес, 1996.
3. Неруш Ю.М. Коммерческая логистика: Учеб. для вузов.- М.:Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997.

УДК 621.793

### НОВЫЕ МЕТОДЫ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ПОД ИЗНОСОСТОЙКОЕ НАПЫЛЕНИЕ

**Момбеков Адиль Асанханұлы**

*leo\_577@mail.ru*

Студент Евразийского национального университета им. Л.Н.Гумилева,

Астана, Казахстан

Научный руководитель – С.Н. Нураков

В ЕНУ им. Л.Н. Гумилева ведутся исследования по нанесению износостойких покрытий напылением. Это перспективное направление сейчас находится на этапе исследований разработки новых сверхзвуковых способов, оборудования и технологий, повышающих их эффективность, т.к. имеющиеся опыт защитных технологий здесь неприменим, а износостойкие покрытия имеют свои существенные отличия.

Результаты выполненных в ЕНУ исследований подтвердили эффективность повышения скорости распыляемых частиц гиперзвуковой газопламенной и высокоскоростной плазменной металлизацией. В ходе этих исследований были запатентованы новые способы, оборудование и технологии, значительно повышающие износостойкие свойства напыленных покрытий и их перспективность для внедрения в производство. Это особенно актуально и своевременно в связи включением технологий покрытий в приоритетные направления для инвестиции в РК наравне с технологиями металлообработки. [1]

В результате нового высокоскоростного оборудования и технологий напыления было получено существенное повышение адгезии между покрытием и обрабатываемой поверхностью. При этом было установлено, что до сих пор не уделяется достаточного внимания предварительной подготовке поверхностей перед напылением. А вместе с тем подготовка поверхности перед напылением является важной и неотъемлемой частью

технологического процесса нанесения покрытий, поскольку она позволяет повысить адгезию. Существуют различные методы подготовки поверхности перед напылением. Наиболее распространенные из них: термическая активация (нагрев поверхности основы); механическая активация (наклеп, фрезерование насечек и канавок, нарезание «рваной» резьбы, дробеструйная обработка, точение, растачивание, хонингование); ремонтно-восстановительные методы (анодно-механическая обработка, электроискровая обработка, химическое травление, очистка тлеющим разрядом и др.) [2]

Выбор способа подготовки поверхности зависит от многих факторов: толщины покрытия, метода напыления, конфигурации и размеров изделия, функционального назначения изделия и др. Способ подготовки поверхности существенно влияет на прочностные характеристики основы. Механические способы подготовки основы со снятием стружки и обработка абразивами (чугунной и стальной дробью, корундом и песком) создают на изделии концентраторы напряжений и вызывают неравномерные изменения структуры основного металла, снижают усталостную прочность иногда (до 60% от первоначальной). Механические способы подготовки основы без снятия стружки повышают усталостную прочность на 20 – 30%, обеспечивают поверхностный наклеп и увеличивают контактную выносливость. Исследования проводили на образцах из стали 20, поверхность которых подвергалась обработке с помощью ультразвуковой установки. Покрытия наносились с использованием порошков самофлюсующихся сплавов (Ni-Cr-B-Si) и чистых металлов (никель, хром, молибден) с применением гиперзвуковой газопламенной высокоскоростного плазменного методов.

Обработка металлической поверхности механическими методами оказывает заметное влияние на величину энергии активации. Пластические деформации, возникающие в процессе обработки, порождают многочисленные дефекты в кристаллической решетке материала, атомы в несовершенной кристаллической решетке обладают более высокой потенциальной энергией, что приводит к уменьшению энергии активации. С помощью современных методов металлографического и профилометрического анализа определено, что предварительная дробеструйная обработка за счет реализации нескольких каналов активации и увеличения поверхности контакта, приводит к формированию прочной связи на границе композиции «покрытие-основа».

Минимальная шероховатость поверхности основы, обработанной ультразвуком, обеспечивает равномерное воздействие импульсного и напорного давления жидких капель напыляемого материала на основу. При этом формирование волнистого субмикрорельефа и модифицированной (измельченной) структуры поверхностного слоя способствует, в отличие от обычного шлифования поверхности, существенному увеличению адгезии. Значительно улучшает адгезию нанесения подслоев из цинка, молибдена, никеля и хрома.

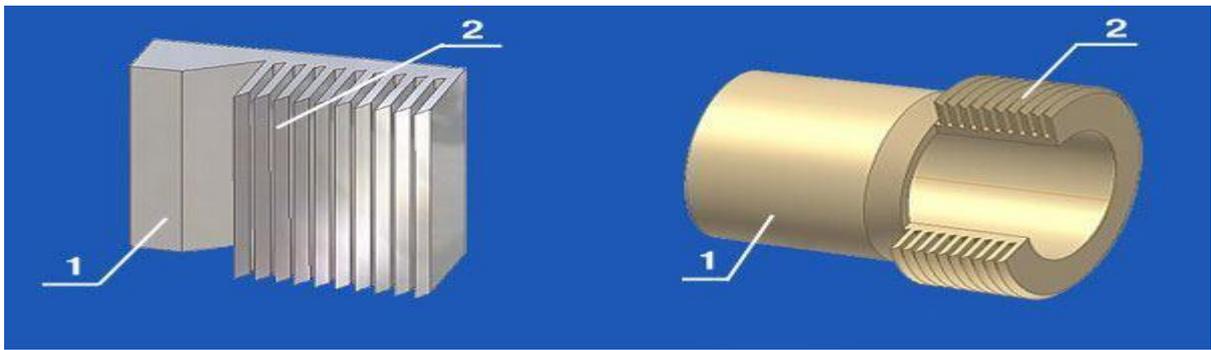
Весьма перспективным для подготовки поверхностей под напыление является применение ультразвуковых колебаний. При этом, в его первоначальном виде, когда в результате ультразвуковых колебаний в жидкой среде, содержащей абразив, из обрабатываемой поверхности выбиваются частицы металла и там образуются выемки. Поэтому, подобрав соответствующие технологические режимы, можно получить шероховатую поверхность. Вместе с тем ультразвук сейчас широко применяется в разных областях и в разных вариантах. Поэтому было проведено исследование по определению возможностей ультразвуковой обработки (УЗО) для повышения адгезионных свойств (прочности) системы «деталь-подслой-покрытие» в технологиях изготовления и восстановления деталей. [3] УЗО заключается в пластическом деформировании поверхности инструментом, колеблющимся с частотой 24кГц. Мы исследовали УЗО, которая воздействует через твердый наконечник (индентер) на поверхность подслоя и детали, образуя шероховатость, и наряду с подслоем усиливает адгезию нанесенного покрытия. В таком варианте УЗО относится к механической обработке.

Анализ работ ряда авторов показал, что применение УЗО в послойной обработке позволяет получить высокое значение нагрузки схватывания и низкое значение износа. При

обработке ультразвуком плазменных покрытий с помощью индентера развивается пластическая деформация, протекание которой отличается от протекания пластической деформации однокомпонентных материалов. Структура покрытия создается в результате высокоскоростной кристаллизации либо деформирования частиц, нагретых до температуры, близкой к температуре плавления. При ультразвуковом воздействии благодаря открытой пористости, характерной для напыленного слоя, не происходит адиабатического сжатия газа в порах и несплошностях, как это имеет место при обработке термосиловыми методами. Гребни шероховатости, полученные после предварительной токарной обработки, деформируются твердосплавным индентером с образованием нового микрорельефа поверхности. Вновь образованная поверхность имеет благоприятную морфологию для хорошего растекания жидких напыляемых частиц. Формирующийся при ультразвуковой обработке ячеистый микрорельеф мелкозернистой, с высокой плотностью дефектов кристаллического строения, и структура поверхностного слоя и внутренние напряжения сжатия могут обеспечить надежную адгезионную связь. В результате ультразвуковой обработки происходит измельчение зеренной структуры до субмикроструктурных и нано размеров. Эффективность соединения покрытия с основой исследовалась путем изучения удельного усилия отрыва на специальном приспособлении.

Принимая во внимание благоприятные высоки показатели удельного усилия отрыва напыленного слоя при УЗО, можно говорить о перспективности применения такой обработки при нанесении износостойких покрытий. Образовавшаяся на границе раздела адгезионная связь между покрытием и выглаженной ультразвуковым инструментом основой соответствует технологическим требованиям. Ультразвуковая обработка предлагается в качестве способа подготовки поверхности перед нанесением высокоскоростных и плазменных покрытий в первую очередь на телах вращения, где в настоящее время она широко применяется, но которая неэффективна из-за больших потерь напыляемого материала, а также по экологическим, эксплуатационным и технологическим соображениям.

Поиски новых способов получения требуемой шероховатости привело к анализу пригодности для этой идеи деформирующего резания - метода механической обработки, основанного на подрезании поверхностного слоя материала заготовки и последующей отгибке подрезанного слоя с формированием макрорельефа в виде рёбер, шипов, ячеек. (рисунки 1) Суть метода состоит в том, что инструмент для деформирующего резания (ДР) имеет вспомогательную кромку, на которой исключен процесс резания. Таким образом, вспомогательная кромка становится деформирующей и отгибает подрезанный главной кромкой слой. Совокупность подрезанных и отогнутых слоев, которые имеют связь с основным материалом заготовки, образуют развитый микрорельеф на поверхности детали. Метод ДР безотходен, реализуется на стандартном металлорежущем оборудовании и позволяет обрабатывать широкий диапазон пластичных материалов таких, как: сталь, титан, медь, алюминий, термопластичные полимеры (полиэтилен, полипропилен, фторопласт). Полученная таким способом структура поверхности имеет повышенную площадь поверхности (до 14 раз по сравнению с исходной заготовкой), что обусловило в первую очередь основное применение метода для создания развитых теплообменных поверхностей, например, для получения теплообменных труб и теплообменников, плоских оребренных пластин для охлаждения микрочипов.



1 - основной материал. 2 - оребрение.  
Рисунок 1 –Получение требуемой шероховатости

На осуществимость процесса ДР в наибольшей степени влияют пластичность обрабатываемого материала и соотношение глубины резания и подачи. Для материалов с относительным удлинением не более 30 %, к которым относятся большинство цветных металлов, высота рёбер может составлять до 7 шагов оребрения. Для материалов с относительным удлинением в диапазоне 20... 30 %, к которым относится большинство сталей, максимальная высота рёбер составляет 3...5 шагов оребрения. Материалы с относительным удлинением менее 18 % не поддаются обработке деформирующим резанием без дополнительного подогрева детали или зоны обработки. Твёрдость материала детали не должна превышать HB220.

Однако в настоящее время метод ДР не позволяет получить мелкошаговое оребрения (менее 1 мм), что и стало целью нашего исследования. Новым подходом при создании износостойких покрытий является получение такого микрорельефа, которое можно применить в технологиях напыления. Задачей являлось получение микрорельефа с неглубокими и узкими межреберными зазорами, с минимальной шириной от нуля до 40 – 60 – 90 мкм. А применение его при исследовании нами последующем химико-термической упрочнении напыленных покрытий позволяет ускорить в десятки раз проникновение упрочняющих и легирующих элементов в глубь поверхности. Становится возможным получать упрочненные покрытия любой толщины, поскольку толщина покрытия и определяется глубина микрорельефа. Даже границе раздела между рёбрами с плотной упаковкой, то есть когда ширина канавки равна нулю, обеспечивает ускоренный доступ в упрочняющих элементов к боковым сторонам рёбер. Появляется возможность получения напыленных покрытий различной толщиной до 1,5 мм за счет изменение толщины ребер, ширины межреберного зазора и толщина диффузионного слоя ребра. При этом покрытия с наличием тонкой прослойки исходного пластичного материала в сердцевине ребра способны работать как упрочняющие при динамических нагрузках, поскольку неупрочненная сердцевина ребра выполняет роль пластичной матрицы для твердых износостойких слоев боковых сторон ребра.

Кроме того, при использовании пористых покрытий остаточная пористость в виде щелей, выходящих на поверхность детали трения, служит объемом для удержания жидкой смазки и сбора продуктов износа. Перспективно также и использование самосмазывающихся покрытий, которые получены путём заполнения межрёберных зазоров твёрдыми смазками. Вертикальные слои твёрдой смазки, выходящие на поверхность трения, обеспечивают равномерное распределение смазки по площади контакта, а также постоянное её наличие, даже по мере износа покрытия.

Для реализации этого метода получения шероховатости поверхностей начаты работы по созданию соответствующего режущего инструмента и установления технологических режимов. Усовершенствованный метод ДР намечается в нашем новом подходе по дальнейшему упрочнению напыленных покрытий путём диффузионного процесса,

импергирования наноразмерами углеродными добавками и последующей электродеформационной обработки износостойких покрытий, напыленных гиперзвуковым газопламенным и высокоскоростным плазменным методами.

Кроме того, поскольку при ДР происходит увеличение размеров после обработки, предлагается его применение для восстановления размеров изношенных деталей машин как самостоятельного технологического приема. Размеры детали увеличиваются до 0,8 мм на диаметр за счёт перераспределения материала поверхностного слоя с созданием открытой регулярной пористости виде узких глубоких канавок.

Хотя поверхностная пористость на деталях в большинстве случаев является негативным явлением, так как уменьшает несущую способность поверхности, но в некоторых случаях открытая поверхностная пористость может служить положительным фактором, например для удержания жидких или твёрдых смазок. Если поверхностная пористость недопустима по условиям эксплуатации восстановления деталей, то ее возможно устранить напылением и другими известными методами (выглаживанием, импергированием полимерных или металлических металлов). При восстановлении изношенных поверхностей с большими величинами износа целесообразно применение ремонтных составов на основе металло– или керамиконаполненных полимерных составов.

Вышесказанное позволяет считать перспективным использование метода ДР для подготовки поверхностей под последующее напыление. Нами начаты пробные опыты по использованию метода ДР для получения оребрения с очень узкими щелями (в единицы микрометров), что позволит предложить ряд новых конструкторско-технологических решений по использованию метода ДР для повышения адгезии в технологиях напыления новыми гиперзвуковым газопламенным и высокоскоростным плазменным напылением.

С целью выбора эффективных методов подготовки поверхности деталей перед напылением исследованы и получены результаты, подтверждающие возможности использования двух новых методов обработки гибким инструментом, включающие иглофрезерование и деформационное плакирование.[4] Определены оптимальные режимы процесса иглофрезерования, обеспечивающую максимальную шероховатость, из которых сделан вывод с тем, что можно его рекомендовать только для подготовки поверхности перед нанесением коррозионностойких полимерных покрытий. Апробировано применение процесса деформационного плакирования в газотермических технологиях для подготовки поверхности и нанесения промежуточного слоя для металлических покрытий, при котором обеспечивается прочность сцепления с подложкой, сравнимая с традиционным методом нанесения подслоев из никрома. Таким образом, выявлены наиболее перспективные и эффективные методы обработки при подготовке поверхностей деталей перед напылением, обеспечивающим требуемую адгезию для различных условий функционирования восстанавливаемых или упрочняемых деталей в узлах и сопряжениях машин, приведены области их предпочтительного применения, достоинства и недостатки.

#### Список использованных источников

1. Нураков С., Белцерковский М.А., Аяганова А.Ж. Создание новых ресурсов и энергосберегающих технологии для нанесения износостойких покрытий на поверхности изделий машиностроения методами напыления. – Вестник ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. – 2015. - № 6
2. Нураков С., Момбеков А. Методы обеспечения требуемой шероховатости деталей в различных технологиях в машиностроении, V международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения», Астана, 2017
3. Хмелевская В.Б., Леонтьев Л.Б., Лавров Ю.Г. Технологии восстановления и упрочнения деталей судовых механизмов и триботехнические характеристики покрытий. – СПб.: СПГУВК, 2002. – 309с.
4. Нураков С., Белоцерковский М.А., Коновалова Е.Ф. Оценка возможности использования методов обработки гибким инструментом для повышения адгезии газотермических покрытий. – Новости