

Ўзбекистон

# **K**ompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал  
**Композиционные материалы**

Jalilov Abdalaxat Turopovich

-k.f.d.prof., O`zRFA akademigi, (PhD) по т.н., Toshkent kimyo- texnologiya ilmiy tekshirish instituti direktori

УДК 621.74.:

## ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ

К.У. Ташходжаева, Н.Дж. Тураходжаев

**Введение.** Применение инструмента с износостойким покрытием оказывает влияние на трибологические характеристики и эксплуатационные свойства изделия. Упрочнение деталей поверхностным пластическим деформированием повышает несущую способность и долговечность.

Для восстановления поверхности изношенных деталей применяют: напыления, наплавку и т.д. При этом на восстанавливаемой поверхности происходит физико-механические изменения, которые ослабляют механические показатели детали. Упрочнение деталей поверхностным деформированием ППД наиболее доступный и эффективный способ.

Различают ряд способов ППД:

1. Обкатка шариком или роликом
2. Алмазное выглаживание
3. Виброупрочнение
4. Ротационное упрочнение
5. Дробеструйная обработка
6. Упрочнение взрывной волной
7. Ультразвуковая обработка
8. Электромеханическая обработка

Недостатками процессов ремонта деталей с использованием наплавки и осталивания (напыления) является снижение усталостной прочности и износостойкости из-за возникновения пористости, трещин, неоднородности структуры, наличия остаточных растягивающих напряжений.

Кроме того, на заключительных операциях механической обработки, при шлифовании, не только утрачивается эффект упрочнения поверхностного слоя, но и возникают дополнительные дефекты (трещины, прожоги и т.д.), которые становятся источниками разрушения деталей.

Для устранения выше указанных недостатков можно применить следующие основные способы упрочнения поверхности деталей: обкатывание шариком или роликом, дробеструйная обработка, виброупрочнение (чеканка), алмазное выглаживание, ультразвуковая обработка.

Обкатывание шариком или роликом деталей из стали ШХ12, ШХ15 увеличивает

микротвёрдость поверхностного слоя на 40-60%, а шероховатость снижается от  $R_z = 40$  до  $R_z = 0,16$  мкм.

Твёрдость детали не должна превышать НРС 40=45 (из-за низкой стойкости инструмента).

Обработывания алмазным выглаживанием при финишной обработке деталей, твердость которых может достигать НРС 60-65 точность их не нарушается, также достигает малой шероховатости при достаточной глубины упрочненного слоя. При этом способе можно получить слой шероховатости не ниже  $R_a = 0,04-0,08$  мкм, повысить твердость на 25-30%, износостойкость на 40-60% и усталостную прочность на 30-60%. Для увеличения производительности процесса его следует вести на больших скоростях, но при этом нужно учитывать биение детали, неравномерность припуска и нагрев алмаза.

По сравнению с другими способами отделочно-упрочняющей обработки, этот процесс не получил широкого распространения в машиностроении из-за дефицитности и высокой стоимости природного алмаза. Недостатками алмазного выглаживания являются: высокая стоимость природного алмаза и дефицитность. По этому такой способ не получил широкого применения в машиностроении.

Способ характеризуется большой деформирующей способностью, глубина наклёпа при применении метода чеканки по сравнению с обкатыванием шариком (роликом) повышается в несколько раз. Сопротивление усталости повышается на 50...100 %, долговечность деталей увеличивается в 2 раза и более. Основным назначением виброголовки является осуществление осцилляционного движения деформирующего элемента. Обработка виброупрочнением является наиболее эффективным способом упрочнения деталей. При этом способе наклёп на поверхности деталей создаётся при помощи ударного бойка.

Весьма эффективным способом повышения прочности твердости и износостойкости поверхности деталей является наклёп ротационным упрочнителем. При

роторном упрочнении шероховатость повышается до 9 го кл. ( $R_a=0,32-0,16$ ), глубина наклёпанного слоя в пределах 0,3-3,0 мм, твердость после обработки возрастает на 30-80 %, а усталостная прочность детали повышается на 50-80 %.

При обработки поверхности дробеструйным способом применяют стальную или чугунную дробь диаметрам 0,5-1,5 мм. В механических дробометах скорость сжатого воздуха под давлением 0,5-0,6 МПа достигает 60-100 м/с. При этом режиме наклёпанный слой имеет глубину до 1мм.

Пластическая-упругопластическая деформация характерна прежде всего для деталей из пластичных материалов. При углах атаки частиц 20-30° поверхность "пропахивается" с образованием валика материала, который может быть отделен от поверхности как сразу, так и в результате последующих воздействий. При углах атаки 80-90° воздействие частицы на материал детали аналогично процессу индентирования. Значительная часть кинетической энергии твердой частицы затрачивается на пластическую деформацию материала, благодаря чему снижается ее скорость и уменьшается угол отскока по сравнению с углом падения. Немаловажно, что в результате пластической деформации происходит упрочнение поверхности, благодаря чему ее износостойкость в начальный период может увеличиться, и далее износ будет происходить по усталостному механизму.

Для повышения износостойкости деталей также применяются ультразвуковую упрочняющие-выглаживающую обработку. Ультразвуковое упрочнение 1,5-2,0 раза повышает микротвердость, глубина упрочненного слоя 0,3-0,4 мм, а также повышает чистоту поверхности на 2 кл. и создает остаточные напряжения сжатия, обеспечивает большую по сравнению полированием площадь контакта поверхностей и более благоприятную форму неровностей.

Электромеханическая обработка поверхности также способствует повышению пластических свойств металла.

В современном машиностроении с каждым годом все острее встает проблема повышения прочностных свойств деталей машин. В этих целях широко используются методы поверхностного упрочнения, в частности большинство тяжелонагруженных деталей машин упрочняется дробеструйной обработкой с помощью микрошариков или дроби.

В последнее время большое распространение получила упрочняющая

обработка с помощью стеклянных микрошариков, выбором, условий разгона, которых можно обеспечить необходимые условия упрочнения.

Одной из основных задач дробеструйной обработки является повышение усталостной прочности и износостойкости деталей, работающих при знакопеременных нагрузках, в том числе и ударных.

Сущность дробеструйных способов упрочнения состоит в том, что поток дроби направляется на поверхность обрабатываемой детали со скоростью около 100 м/с, в результате чего происходит пластическое деформирование ее поверхности.

Главными преимуществами указанного способа являются его высокая технологичность и универсальность, обеспечивающие возможность обработки любых сложнофасонных поверхностей деталей без точного базирования и применения дорогостоящего оборудования. Этим способом иногда пользуются для предупреждения растрескивания свойственного деталям из цветных сплавов при их эксплуатации в коррозионной среде.

Он применим к деталям самой сложной конфигурации, изготавливаемым как из черных, так и из цветных металлов, и отличается высокой производительностью и экономичностью.

В настоящее время широкое распространение получил метод высокопроизводительной чистовой обработки заготовок дорнования.

Главным преимуществом указанного способа является его высокая технологичность и универсальность. Этот метод пластического деформирования позволяет повысить точность обработки и создать требуемые свойства поверхностного слоя (остаточные напряжения, наклеп, шероховатость). Процесс дорнования характеризуется сложной физической природой и сопровождается одновременным протеканием механических, тепловых, диффузионных и химических процессов.

Тепловые процессы, сопровождающие высокопроизводительную обработку, оказывают определяющее влияние на закономерности протекания

всего процесса обработки. Физико-механическое состояние поверхностного слоя обработанных деталей зависит от температурного поля, которое для любой точки детали является переменным во времени. Назначение рациональных режимов обработки с учетом требований к качеству обработанных поверхностей невозможно без исследования

температурных полей и анализа возможности управления ходом тепловых процессов.

В процессе обработки в зоне контакта происходит сложное физико-механическое взаимодействие контактирующих тел. В точках контакта, в результате трения выделяется теплота, которая в виде тепловых потоков распределяется между контактирующими телами, нагревая их, и влияет на ход процесса. Также теплота выделяется в зоне деформации

обрабатываемого материала вследствие необратимых пластических взаимодействий.

**Заключение.** В процессе протягивания дорна образуется деформированный слой, отличающийся большой износостойкостью и наличием остаточных напряжений. При этом эксплуатационные свойства обработанной поверхности существенно повышаются при наличии остаточных напряжений в поверхностном слое.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. А.Н.Болотеин, А.Н.Сутягин. «Моделирование трибоконтакта сопрягаемых деталей машин с учетом упрочнения поверхностного слоя».
2. Э.Д.Браун., Н.А.Бушеи др «Основы трибологии (трение, износ, смазки)».
3. А.В.Михрютина. «Обоснование выбора износостойких покрытий на основе контактных взаимодействий».
4. Б.М.Драпкин., В.К.Копоненко., В.Ф.Безбязичный. «Свойства сплавов в экстремальном состояний». М.,2004,256с.
5. Zhang, S., Vui, X.L., Fei, Y., Magnetron-sputtered coatings “Thin Solid Films”.2004.Vol 407P261-266.
6. М.Г.Исупов “Шероховатость поверхности, получаемая струйно-ударной обработкой”. Вестник машиностроения. 1999№11.с.50-52.
7. А.Г.Суслов., Р.В.Гуров и др. «Упрочняющие технологии и покрытия». №9.с.20-23.
8. А.А.Гвоздев., А.М.Баусов. «Упрочнение деталей поверхностным пластическим деформированием». Методическая указание. Иванова:ФГБЦУ.2018г.
9. Turakhodjaev N. et al. Quality improvement of the steel melting technology in an electric arc furnace //ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal. – 2021. – Т. 11. – №. 7. – С. 48-54.
10. Turakhodjaev, N., Tursunbaev, S., Turakhujaeva, A., Akramov, M., Turakhujaeva, S., & Kamalov, J. (2021). Calculation of the heat exchange process for geometric parameters. International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics, 1(9), Pp:90-95.

**Kalit so'zlar:** yonish, olmos bilan ishlov berish, shar yoki rulonli prokat, ultratovushli ishlov berish, plastik deformatsiya, elektromexanik ishlov berish, portlatish, aylanish qattiqlashuvi, qotib qolgan qatlam, ultratovushli ishlov berish, mikroqattqlik.

Yuzalarning plastik deformatsiyasi (SPD) ularning tsiklik kuchini va korroziyaga chidamliligini oshiradi. Bunday ishlov berishdan so'ng, qismlarning mustaxkamlik chegarasi 1,5-2,0 va hatto uch barobarga oshirilishi mumkin va shu bilan ularning xizmat muddatini oshiradi.

**Ключевые слова:** дорнование, алмазное выглаживание, обкатка шариком или роликом, ультразвуковая обработка, пластического деформирования, электромеханическая обработка, дробеструйная обработка, ротационное упрочнение, наклепанный слой, ультразвуковое упрочнение, микротвёрдость.

Поверхностно пластическая деформация (ППД) повышает их циклическую прочность и коррозионную стойкость. Запас прочности деталей при этом удается повысить в 1,5-2,0 и даже в три раза и тем самым увеличить сроки их службы.

**Key words:** burnishing, diamond burnishing, ball or roller rolling, ultrasonic processing, plastic deformation, electromechanical processing, shot blasting, rotational hardening, work-hardened layer, ultrasonic hardening, microhardness.

Surface plastic deformation (SPD) increases their cyclic strength and corrosion resistance. In this case, the margin of safety of parts can be increased by 1.5-2.0 and even three times, and thereby increase their service life.

**К.У.Ташходжаева**  
**Н.Дж.Тураходжаев**

- докторант Ташкентского государственного технического университета  
- профессор Ташкентского государственного технического университета

<b>N.Sh. Muzaffarova, F.N. Nurqulov, A.T. Jalilov.</b> Fosfat kislotla-pentaeritrit va magniy gidroksid asosida paxta matolari uchun antipiren.....	95
<b>К.У. Ташходжаева, Н.Дж. Тураходжаев.</b> Повышение износостойкости поверхности деталей.....	98
<b>М.Т. Қаршиев, А.И. Холбоева, Ф.Н. Нурқулов.</b> Олигомер антипиренлар билан модификацияланган ёғоч материаллари юзасида олов тарқалиш индексини тадқиқ этиш.....	101
<b>М.К. Худжаев, В.М. Шаков, Б.Б. Хасанов.</b> Статика неосесимметричного композитного клина.....	103
<b>Е.А. Махсетбаев, С.М. Туробжанов, А. Ибадуллаев.</b> Модификация эластомеров вторичным сырьём производства переработки природного газа низкомолекулярным олигомерам.....	105
<b>Б.Д. Юсупов, З.Д. Эрматов, Н.С. Дуняшин, А.С. Саидахматов, М.М. Абдурахмонов.</b> К вопросу разработки состава газообразующей части покрытия электрода для наплавки слоя низкоуглеродистой низколегированной стали.....	108
<b>М.М. Убайдуллаев, Ш.М. Шакиров, Ш.А. Каримов.</b> Маҳаллий хом ашё асосида олинган аморф углеродли материалларни графитлаш технологиясини ишлаб чиқиш.....	112
<b>Б.Н. Хамидуллаев, А.С. Хасанов, Т.О. Камолов, Д.Н. Раупова.</b> Гидрометаллургическая переработка продуктов обогащения.....	115
<b>А.С. Хасанов, О.Н. Усманкулов, И.С. Умаралиев, Б.Т. Бекмуратов.</b> Исследование повышения извлечения благородных металлов из отработанных электролитов.....	118
<b>Н.Х. Мирталипова, Н. Исаходжаева.</b> Особенности проектирования специальной одежды из композиционных материалов, предназначенных для жаркого климата Узбекистана.....	125
<b>Дж.С. Файзуллаев, К.С. Негматова, Р.Х. Пирматов, С.С. Негматов, М.Э. Икрамова, Т.О. Камолов.</b> Исследование влияния технологических факторов на эксплуатационные свойства термоупрочненного металлокомпозитного арматурного проката класса А500С.....	128
<b>А.Х. Хурсанов, С.С. Негматов, К.С. Негматова, М.Э. Икрамова, Ж.Н. Негматов, Х.Ю. Рахимов, А.Н. Бозоров, Д.Н. Раупова.</b> Технология получения композиционных химических флотореагентов-вспенивателей на основе местного сырья и отходов производств, для применения в процессе флотации медно-молибденовых руд.....	131
<b>О.А. Эрматова, О.Т. Пардаев, З.А. Сманова, Ф.А. Лапасова.</b> Атроф мухит объектлари таркибидаги рух ионларини аниқлашнинг сорбцион-спектроскопик усуллари ишлаб чиқиш.....	135
<b>4. Прикладные, экономические и экологические аспекты применения композиционных материалов</b>	
<b>Ш.Б. Ташбулатов, Н.Д. Тураходжаев, Ш.Н. Турахужаева, Ш.М. Чоршанбиев, Ш.Ў. Худойкулов.</b> Технологический анализ извлечения металлических включений из производственных шлаков.....	138
<b>N.B. Xolmirzayev, N.D. Turaxodjayev, N.M. Saidmaxamadov, N.I. Sadikova, O.X. Burxonov.</b> 35XGSL markali po'latdan sifatli quyma mahsulotlar olish texnologiyasining taxlili.....	141
<b>V.A. Raxmanov, F.B. Eshqurbonov, V.B. Ahatov A.P. Hamidov.</b> Xondiza polimetall konidagi olingan ruda maydalanish darajasining ajratiladigan mis konsentrati unumiga ta'siri.....	144
<b>Н.А. Дадамухамедова, М.Х. Ахмаджонова, М.И. Хушвактов, Ж.С. Шукуров, А.С. Тоғашаров.</b> Получение новых комплекснодействующих дефолиантов на основе дикарбамидохлората натрия и нитрат моноэтаноламмония..	147
<b>Г.М. Факеров, А.У. Эрқаев, Х.Т. Шарипова, Б. Мирзоев.</b> Влияние технологических параметров на процесс экстракция гуминовых кислот из окисленных углей Шурабского месторождения.....	150
<b>Ш.Б. Ташбулатов, Н.Д. Тураходжаев, Ш.Н. Турахужаева, Н.Х. Таджиев, Р.С. Зокиров, Ш.М. Чоршанбиев.</b> Технология извлечения меди из медных шлаков.....	155
<b>J.N. Xasanov, N.D. Turaxodjayev, N.M. Saidmaxamadov, F.U. Odilov, V.B. Mutalov.</b> Yupqa devorli kulrang cho'yan quymalarni olishdagi zamonaviy texnologiyalar.....	159
<b>К.У. Ташходжаева, Н.Дж. Тураходжаев.</b> Применение стали в машиностроении как конструкционный материал...	162
<b>Д.Р. Атакузиева, З.С. Алихонова, М.А. Эшмухамедов, У.К. Уринов.</b> Получение газообразных, жидких и твердых углеводородов переработкой сельскохозяйственных отходов на энергосберегающей установке.....	166
<b>Г.А. Хакимова, Н.А. Игамкулова, Ш.Ш. Менглиев.</b> Улучшение эколого-эксплуатационных свойств низкооктанового бензина.....	168
<b>З.К. Бабаев, К.К. Кудрярова, А.М. Содикова.</b> Использование минерального сырья республики Каракалпакстан для получения тарных стекол.....	170
<b>А.А. Кадиров, О.А. Шералиева, С.Ш. Абдуллаева.</b> Получение гранулированного анионного ПАВ при оптимальных условиях.....	173
<b>У.Н. Рузиев, С.Н. Расулова, В.П. Гуро, Х.Т. Шарипов, З.А. Набиева, Х.Ф. Адинаев, З.А. Мирзаев.</b> Технология электрохимической переработки металлических отходов вольфрама.....	175
<b>Б.И. Базаров, Р.Н. Ахматжанов, Ш.И. Алимов.</b> Технология получения композитных автомобильных бензинов с кислородсодержащими топливными добавками.....	179
<b>М.Р. Аскарлова, У.К. Абдурахманова, З.Ў. Абдуазимова, Н.Х. Якубова, М.Б. Гафуров.</b> Атроф-мухит объектларидан симоб (II) ни госсиполнинг азо ҳосилалари билан аниқлаш.....	182
<b>Б.Э. Қаршиев, А. Парпиев.</b> Пахтани қатламда қуритиш технологик жараёнини тадқиқ этиш.....	186
<b>5. Методы исследования, приборов и оборудований композиционных материалов</b>	
<b>М.А. Фоменко, Ш.Ш. Ахмадалиев.</b> Анализ распространённых методов получения порошковых материалов.....	189