

**XXII международная
научно-техническая конференция
«МАШИНОСТРОЕНИЕ И ТЕХНОСФЕРА XXI ВЕКА»**

Сборник трудов

Том 2

ISSN 2079-2670

Компьютерная верстка сборника – Голубова Л.И.

Пописано к печати 01.07.2015.	Формат 60x84 ¹ / ₁₆	Бумага XEROX
Ризографическая печать	Усл. печ. л. 17,59	
Уч.-из. л. 19,35	Тираж 100 экз.	Заказ № 1

Издательство ЧП «Технополис»
Свидетельство о внесении в государственный реестр субъекта
издательского дела ДК № 1221 от 05.02.2003.
83001, г. Донецк, пр. Дзержинского 1
Тел. +38 062 305-01-04
E-mail: mntk21@mail.ru

Международный союз машиностроителей
Донецкий национальный технический университет
Луганский государственный университет им. В. Даля
Севастопольский государственный университет
Брянский государственный технический университет
Московский государственный индустриальный университет
Таганрогский технологический институт Южного федерального университета
Жешувский, Остравский, Силезский, Ясский технические университеты
Политехника Любельская, Технический университет Молдовы,
Политехника Ченстохова, Магдебургский, Портсмутский, Тульский университеты
Грузинский технический университет
Бухарестская военно-техническая академия
Институт механики и сейсмологической стабильности АН РУ
СПТК им. маршала инженерных войск А.В. Геловани
Научно-технический союз машиностроения Болгарии
Научный центр проблем механики машин НАН Беларуси
Издательство «Машиностроение», ОАО НИИ «Изотерм», ЧП «Технополис»
ЧП «Депла», Снежнянский машиностроительный завод ОАО «Мотор-Сич»

МАШИНОСТРОЕНИЕ И ТЕХНОСФЕРА XXI ВЕКА

Сборник трудов

**XXII
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

Том 2

14 - 19 сентября 2015 г. в городе Севастополе



Донецк-2015

ББК К5я54
УДК 621.01(06)

Машиностроение и техносфера XXI века // Сборник трудов XXII международной научно-технической конференции в г. Севастополе 14-19 сентября 2015 г. – Донецк: МСМ, 2015. Т. 2. – 259 с.

ISSN 2079-2670

В сборник включены материалы XXII международной научно-технической конференции «Машиностроение и техносфера XXI века», отражающие научные и практические результаты в области обработки изделий прогрессивными методами, создания нетрадиционных технологий и оборудования. Представлены современные достижения и перспективные направления развития технологических систем, металлорежущего инструмента и оснастки. Освещены современные проблемы материаловедения в машиностроении. Рассмотрены вопросы механизации и автоматизации производственных процессов, управления качеством и диагностики технических систем. Приведены сведения об особенностях моделирования, экономических проблемах производства, вопросах инженерного образования и других актуальных проблемах техносферы.

Предназначен для научно-технических работников, ИТР и специалистов в области машиностроения и техносферы.

Издается при содействии Международного союза машиностроителей

Адрес международного организационного комитета:

ДНР, 83001, г. Донецк, ул. Артема 58, Международный союз машиностроителей, ДонНТУ

Тел.: +38 (062) 305-01-04, факс: +38 (062) 305-01-04

E-mail: mntk21@mail.ru

<http://iumb.donntu.org>

ISSN 2079-2670

© Авторы статей, 2015 г.

© Международный союз
машиностроителей, ДонНТУ, 2015 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Курбанов Х.К., Акмырадов Ч., Гурбанова М.Х. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА КОНДЕНСАЦИИ ПАРА НА КОНДЕНСАТОРАХ ПАРОВОЙ ТУРБИНЫ	3
Максимченко Н.Н. СТРУКТУРА, МОРФОЛОГИЯ И ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ПОКРЫТИЙ, СФОРМИРОВАННЫХ ФРИКЦИОННЫМ ПЛАКИРОВАНИЕМ	6
Масюков И.И., Борзов Д.Б. ПОДХОД К ЗАДАЧЕ ПЛАНИРОВАНИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРОГРАММ В СИСТЕМАХ НА КРИСТАЛЛЕ	10
Матюшечкин С.Н., Фотина Н.В., Петрунников С.В., Фотин С.В. АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СПЛАВОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА ОБЪЕКТАХ ГИДРОЭНЕГЕТИКИ РОССИИ	13
Михайлов А.Н., Костенко А.В., Лукичев А.В. ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ДЕТАЛЕЙ СУДОВЫХ АГРЕГАТОВ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНО- ОРИЕНТИРОВАННЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ	20
Михайлов А.Н., Михайлов Д.А., Грубка Р.М., Петров М.Г. ФУНКЦИОНАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ДЕТАЛЕЙ МАШИН	24
Настасенко В.А. НОВАЯ МОДЕЛЬ ВСЕЛЕННОЙ И ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ НА ЕЕ БАЗЕ НОВЫХ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ	39
Невмержицкая Г.В., Томашевский С.Б. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ НДС СИСТЕМЫ «КОЛЕСНАЯ ПАРА - БУКСОВЫЙ УЗЕЛ» ГРУЗОВОГО ВАГОНА	44
Носенко В.А., Носенко В.А., Авилов А.В., Бахмат В.И. МОРФОЛОГИЯ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ НАНОСЛОЯ ПЛОЩАДКИ ИЗНОСА КАРБИДА КРЕМНИЯ ПРИ МИКРОЦАРАПАНИИ d-ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ	48
Павлыш В.Н., Зайцева М.Н. ФОРМИРОВАНИЕ РЕЦЕПТИВНЫХ ГРАММАТИЧЕСКИХ НАВЫКОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ЧТЕНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ТЕКСТОВ	56
Плохов И.В., Ильин А.В., Козырева О.И. ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОФРИКЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ЭЛЕКТРОМАШИНОСТРОЕНИИ	59
Побегайло П.А. НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ОДНОКОВШОВЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЭКСКАВАТОРОВ	63

Поветкин В.В., Керимжанова М.Ф., Альпеисов А.Т., Андриюшенко Е.С. ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ГРУНТОВЫХ НАСОСОВ	66
Поветкин В.В., Керимжанова М.Ф., Ибрагимова З.А., Исаева И.Н. ИССЛЕДОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНО-ПЛАСТИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ НА МОДЕЛЯХ ИЗ СТАЛЬНЫХ ЗАГОТОВОК	71
Поветкин В.В., Керимжанова М.Ф., Ибрагимова З.А., Данров А.А., Исаева И.Н. ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЗУБЧАТЫХ ЗАЦЕПЛЕНИЙ МЕТОДАМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ	76
Поветкин В.В., Онишин В.П., Мендебаев Т.М., Асан Ә.Е. НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В КОНСТРУИРОВАНИИ АЛМАЗНЫХ БУРОВЫХ КОРОНОК	82
Погибко В.М., Раков В.Ф., Приседский В.В., Сидак И.Л. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТОПОХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	86
Польченко В.В., Богуславский В.А., Феник Л.Н. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ, КОНСТРУКТОРСКИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЗУБЧАТЫХ МУФТ	90
Порожский К.П., Ковязин Р.А. ПРИМЕНЕНИЕ ВИБРАЦИИ ПРИ БУРЕНИИ ШНЕКОМ	99
Рахимов Р.Р., Звездин В.В., Ибрафиллов И.Х., Саубанов Руз.Р., Саубанов Русл.Р. УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ЛАЗЕРНОЙ МАРКИРОВКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ	103
Самсонов Ю.П., Щугорев В.Н. О НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ «ОБКАТКИ РОТОРА»	106
Семенович О.В., Дойникова В.А., Третинников Д.Л. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В КОНТЕЙНМЕНТЕ ВВЭР-1000/320 С ПОМОЩЬЮ РАСЧЁТНОГО КОДА COCOSYS V2.4	108
Семенович О.В., Шапоров В.А., Дойникова В.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ АВАРИЙНЫХ ПРОЦЕССОВ В РЕАКТОРНЫХ УСТАНОВКАХ С PWR (ВВЭР) С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМНОГО РЕАЛИСТИЧЕСКОГО КОДА ATHLET	112
Семенович О.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АКТИВНЫХ ЗОНАХ И ОТДЕЛЬНЫХ ТВС ВОДООХЛАЖДАЕМЫХ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ	116

Скворцов А.И., Мельчаков М.А., Скворцов А.А. ВЫСОКОДЕМПФИРУЮЩИЕ СПЛАВЫ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА, ЦИНК–АЛЮМИНИЙ	120
Солонарь С.Ф., Вуткарёва И.И. КОНСТРУКТИВНАЯ СХЕМА ВАКУУМ-ВЫПАРНОГО АППАРАТА	123
Солонарь С.Ф. СТРУЙНЫЕ КОМПРЕССОРЫ	125
Стрельников В.И. ОБ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО УМЕНЬШЕНИЮ ПУЧЕНИЯ ПОРОД ПОЧВЫ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК	129
Ткачев П.Ю., Борзов Д.Б. ПОИСК И РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЕ ЛИНЕЙНЫХ УЧАСТКОВ ВНУТРИ ЦИКЛОВ НА РАЗНЫХ УРОВНЯХ ВЛОЖЕННОСТИ	133
Ткачев П.Ю., Картамышев А.В., Борзов Д.Б., Багликова М.М. ОПТИМИЗАЦИЯ ИСПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММ В МУЛЬТИПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМАХ ЗА СЧЕТ УСТРАНЕНИЯ ИЗБЫТОЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ	137
Туктамышева Ю.А., Туктамышев В.Р. К ВОПРОСУ ОБ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРАХ ПРОКАЧКИ МАСЛЯНОЙ СИСТЕМЫ АВИАЦИОННОГО ГТД	142
Унянин А.Н. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР ПРОЦЕССА ШЛИФОВАНИЯ С НАЛОЖЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ	145
Федонин О.Н., Хандожко А.В., Щербаков А.Н., Захаров Л.А., Гавриленко Т.В. ОБРАБОТКА ПЛАСТМАССОВЫХ ИЗДЕЛИЙ РЕЗАНИЕМ	149
Фотин С.В., Дикарев К.И., Фотина Н.В. МЕТОДИКА СОПРОВОЖДЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ТЕЧЕНИЕ ИХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА	153
Хандожко А.В., Добровольский Г.И., Бизюкина Н.А. ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗАГОТОВОК ИЗ ЛЕЙКОСАПФИРА	157
Хандожко А.В., Тимошенко А.А. ПРИЧИНЫ ХРУПКОГО РАЗРУШЕНИЯ ЛЕЗВИЙНОГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ПРЕРЫВИСТОМ РЕЗАНИИ	161

Хейфец М.Л., Бородавко В.И., Пынькин А.М., Акулович Л.М., Зевелева Е.З. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАТРОННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ	166
Хейфец М.Л., Васильев А.С., Кондаков А.И., Танович Л. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ НАСЛЕДОВАНИЕМ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА МАТЕРИАЛА И ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛИ	174
Чернышёв Е.А., Николаев А.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИБРАЦИОННОГО УВОДА ПРИ РЕЗАНИИ	183
Чофу Ю., Ницуленко Т., Болундуц И.Л., Тока А. СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ЗНАНИЙ О МАРКИРОВКЕ МЕДИ И МЕДНЫХ СПЛАВОВ В СИСТЕМЕ СТАНДАРТОВ ГОСТ	185
Шабайкович В.А. ИМИТАЦИЯ БОРЬБЫ ЗА КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ	188
Шафоростова М.Н. РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ – КРИТЕРИЙ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА И РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ	193
Шевченко С.В., Муховатый А.А. МИНИМИЗАЦИЯ МАССЫ ДВУХСТУПЕНЧАТЫХ РЕДУКТОРОВ	197
Шестаков В.С., Бахарева В.И., Сазанов А.А. ИССЛЕДОВАНИЕ НАГРУЖЕННОСТИ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ КАРЬЕРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ	203
Щугорев В.Н., Касьянов К.Г., Подмазов Д.А. ЧАСТНЫЕ ВОПРОСЫ АНАЛИЗА ПОВЕДЕНИЯ РАССЛОЕНИЙ В СЛОИСТЫХ МАТЕРИАЛАХ	207
Щугорев В.Н., Цой В.Э. О ВЛИЯНИИ МАСШТАБНОГО ФАКТОРА НА ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПОЗИТОВ	209
Гусев В.В., Молчанов А.Д., Крупнов Д.С., Супрунов И.Д. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ОПЕРАЦИОННОГО СВЕТИЛЬНИКА	212
Khristoforyan S. Sh., Gasparyan P.Ju. SPECIFICITIES OF PRODUCED MACHINED SURFACE MICROTOPOGRAPHY AT USV-ASSISTED CUTTING	216
Lunin S.V. PRACTICAL EXPERIENCE IN DESIGN AND MANUFACTURING OF SPIRAL BEVEL GEARS ON UNIVERSAL CNC MILLING MACHINES	219

Monkova Katarina, Monka Peter, Soltes Peter DESIGN OF REAL WORKING TABLE WITH WELDING FIXTURE	223
Bokhonsky A.I., Varminska N.I. TRANSLATIONAL MOTION OF ELASTIC OBJECTS	227
Rozorynov G.N., Manko A.A., Fendri Mohamed Aymen FEATURES OF CABLE LAYING AND RELIABILITY OF NEW TYPES OPTICAL FIBRES	230
Девойно О.Г., Кардаполова М.А., Яцкевич О.К., Николаенко В.Л. ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМОДИФУЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ КЕРАМИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ ДЛЯ ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ ВНЕШНИХ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК	235
Мельникова Е.П., Быков В.В., Гатаулин Д. ПРОДЛЕНИЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ТОРМОЗНЫХ ДИСКОВ КОЛЕСНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ	242
Турманидзе Р.С., Цикаришвили Е.Г., Попхадзе Г.З. ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЭНЕРГИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЕЕ АККУМУЛЯЦИИ	247

ИССЛЕДОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНО-ПЛАСТИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ НА МОДЕЛЯХ ИЗ СТАЛЬНЫХ ЗАГОТОВОК

Поветкин В.В.¹, Керимжанова М.Ф.¹, Ибрагимова З.А.², Исаева И.Н.¹

(¹ Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева, г. Алматы, Республика Казахстан;

² Южно-Казахстанский государственный университет им. М.О. Ауэзова, Республика Казахстан)

Тел./8 (727) 292-69-19; E-mail: vv1940_povetkin@mail.ru

Abstract: To the article the results of theoretical and experimental research of the superficial work-hardening of points of transmissions are driven. The results of research of the superficially-plastic work-hardening are presented on the models of purveyances from steels, toothed crowns of drives of ball mills applied for making.

Key words: superficially-plastic work-hardening, toothed crown, resiliently-plastic deformation, peening, ball-shaped rolling-up.

Важное значение при разработке технологии деформационного упрочнения дробью имеет правильный выбор параметров режима наклепа. Форсированные режимы наклепа дробью могут привести к перенаклепу, появлению черных и белых полос, снижению сопротивляемости поверхностного слоя разрушению [1].

Известно, что поведение материала при действии нагрузки определяется его объемно-напряженным состоянием. Поэтому изменяя величину и эпюру рабочих напряжений в зоне контакта, можно оказать некоторое влияние на свойства упрочняемого материала при наклепе дробью.

Для деформационного упрочнения зубчатых колес дробью применяют стальную дробь (HRC 30-40) или литую чугунную дробь (HRC 62-64).

В том случае, когда твердость поверхности обрабатываемых зубчатых колес меньше, чем твердость дробы, наибольшей упруго-пластической деформации в зоне силового контакта подвергается обрабатываемое колесо. Такое явление наблюдается при обработке улучшаемых зубчатых колес (HRC 35-40) чугунной дробью. Класс чистоты поверхности зубьев колес в этом случае не превышает $R_z = 6,3$. При обработке колес, имеющих после химико-термической обработки твердость поверхности HRC 58-63, стальной дробью наибольшей упруго-пластической деформации подвергается дробь. Класс чистоты поверхности зубьев колеса увеличивается до 6,3-1,6.

Рассматривая соударение стальной дробы с поверхностью обрабатываемых зубчатых, колес, можно видеть, что оно носит упруго-пластический характер. Процесс упруго-пластического нагружения при ударе можно записать в виде формулы:

$$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2, \text{ когда } \sigma > \sigma_T, \quad (1)$$

где α – глубина местного упруго-пластического смятия;

α_1 – глубина смятия в области упругих деформаций;

α_2 – глубина смятия в области пластических деформаций;

σ – интенсивность напряжений, вызываемых ударом;

σ_T – предел текучести материала в зоне силового контакта.

Батуевым Г.С. и др. для описания процесса упруго-пластического смятия экспериментально аппроксимирована зависимость для динамического процесса нагружения:

$$\alpha = \theta \alpha_{\delta} P^n, \quad (2)$$

где P – величина приложенной динамической нагрузки;

α_{δ} – коэффициент, зависящий от механических свойств материала сжимаемых тел;

θ – коэффициент использования кинетической энергии дроби;

n – коэффициент, определяемый геометрической конфигурацией сжимаемых тел.

При исследовании процесса деформационного упрочнения дробью нас прежде всего интересует величина максимальной динамической силы, вызывающей пластическую деформацию в зоне силового контакта. Ограниченные возможности применения уравнения Герца ($\alpha_1 = kP^{\frac{2}{3}}$) приводят к замене этого уравнения другими соотношениями, применяемыми в случае пластических деформаций при контакте [2]:

$$P = N d_1^{n_c}, \quad (3)$$

где d_1 – диаметр отпечатка;

N, n_c – коэффициенты, характеризующие свойства материала; для закаленных сталей $n_c = 2$.

Исходя из решения задачи соударения тел, на основании второго закона Ньютона, можно записать

$$m_{\delta} \frac{d^2 \alpha}{d\tau^2} = -P(\tau), \quad (4)$$

где $m_{\delta} = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$;

m_1 – масса дробинки;

m_2 – масса упрочняемой детали.

Сравнивая размеры дроби r_1 и размеры обрабатываемых зубчатых колес r_2 можно принять $r_1 = r$; $r_2 = \infty$, и так как $m_2 \gg m_1$, то $m_{\delta} = m_1$. Для дроби $m_1 = \frac{\pi d^2 \gamma}{6g}$.

При выборе режимов наклепа должна быть учтена значительная неравномерность фазового состава и прочностных характеристик поверхностных слоев зубчатых колес, подвергнутых цементации и нитроцементации. Это необходимо потому что скорость потока, угол атаки, размер дроби определяют степень и глубину фазовых превращений, интенсивность изменения остаточных напряжений и в конечном итоге те свойства сопротивления, которые обуславливают сопротивление поверхностного слоя разрушающим нагрузкам.

Результаты расчета критических напряжений для различных структурных состояний материалов показывают, что величина приведенных напряжений зависит от способа упрочнения. Так, например, при скорости потока дробы 40 м/сек напряжения достигают 1078 МПа, 54 м/сек – 1176 МПа, 80 м/сек – 1353 МПа, при 120 м/сек – 1549 МПа; при обкатке роликом – 1176 МПа.

В действующих стандартах расчета цилиндрических зубчатых передач на прочность (ГОСТ 21354-87, СВ СЭВ 5744-86 и др.) основные параметры передач (межосевое расстояние, модуль и т.п.) определяются с учетом одной из характеристик кривых контактной или изгибной усталости – пределов выносливости – σ_{Hlim} , σ_{Flim} , осредненные значения которых для различных материалов и способов упрочнений рекомендуется определять через твердость рабочей (σ_{Hlim}) или переходной (σ_{Flim}) поверхностей зубьев. При этом недостаточно полно учитываются такие важные параметры и факторы, как показатели кривых усталости (m_H, m_F) и глубина упрочненного слоя переходной поверхности [3].

Для установления действительной нагрузочной способности и долговечности зубчатых передач необходимо проведение широкомасштабных ресурсных испытаний передач как новых, так и после капитального ремонта, в условиях, близких к эксплуатационным. Это требует больших затрат времени и следует делать при создании высоконадежных передач.

Проведены исследования поверхностно-пластического упрочнения на моделях заготовок из сталей, применяемых для изготовления зубчатых венцов приводов шаровых мельниц на Балхашской обогатительной фабрике, проводимых в стендовых условиях лаборатории КазНТУ им. К. И. Сатпаева и Люблинском техническом университете в Польше при прохождении стажировки, были испытаны образцы сталей 35Л и 35ХМЛ.

Для проведения экспериментальных исследований использованы стандартные методики планирования и обработки экспериментальных данных и теории статистики [4].

Для ППД зубчатой передачи принят дробеструйный метод, как наиболее эффективный, способствующий увеличению твердости поверхности зубьев на 30-40%, позволяющий повысить ресурс работы зубчатой передачи привода и самой барабанной мельницы.

В качестве моделирующего способа обработки принят механический способ ППД шариком или роликом, при котором в поверхностном слое металла создается наклеп и остаточные напряжения, по глубине упрочненного слоя, что моделирует процесс дробеструйной обработки.

В результате процесса ППД необходимо определить параметры шероховатости R_z от усилия давления P шарика или ролика и режимов обработки (S, n), на поверхности заготовки, выполненный в виде вала из сталей 35Л и 35ХМЛ, а также параметры твердости поверхности HB заготовки при различных усилиях давления P и различных оборотов n при обкатке шариком или роликом, а также характер изменения твердости HB по глубине h упрочненного слоя.

На рисунке 1 изображен экспериментальный стенд, выполненный на базе токарно-винторезного станка GH2060ZH (Великобритания), в патрон которого устанавливается испытываемая деталь с выполненной на ней ступенями, предварительно обработанными до шероховатости $R_z = 20$ мкм.



Рис. 1. Экспериментальный стенд на базе токарно-винторезного станка GH2060ZH

Принятые обозначения:
 P – давление обкатника; H , n – скорость вращения деталей, об/мин; S – подача обкатника, мм/об.

Измерение шероховатости производилась на профилометре HOMMEL T1000, измерение твердости поверхности регистрировалось на приборе твердомером модели ТК-2М.

При проведении эксперимента использовалось следующее оборудование:

- токарно - винторезный станок марки GH2060ZH; динамометр 5 тс, твердомер универсальный 54-459 м по HB 95-470.

- резец токарный проходной отогнутый ($\varphi = 45^\circ$, $r = 0,5$ мм), шарик в державке $d = 4$ мм; ролик в державке $d = 22 \times 7$ мм; штангенциркуль 250 мм и микрометр.

Заготовки: $d = 60$ мм сталь 35Л и сталь 35ХМЛ.

Режимы предварительной обработки ступеней детали: наружное обтачивание $n = 800$ об/мин, $S = 0,05$ мм/об, $t = 0,5$ мм.

На рисунке 2 показаны образец детали с выполненными на ней ступенями для ППД; обкатник шариковый и накатник роликовый.



а) ступенчатая деталь



б) обкатник шариковый



в) накатник роликовый

Рис. 2. Испытываемый образец детали и инструменты для обкатки

В результате экспериментальных исследований определены функциональные зависимости шероховатости, твердости HB поверхности и глубины упрочненного слоя металла при обкатке шариком и роликом на различных режимах, а также изменения шероховатости поверхности R_z , построены соответствующие графики: $R_z = f(P)$; $HB = f(n)$; $HB = f(h)$ при давлениях $P = 200$ Н и 400 Н.

На рисунке 3. представлен график зависимости шероховатости R_z от числа оборотов n при $P = 200$ Н при обработке шариком ($d = 4$ мм) для сталей 35Л и 35 ХМЛ.

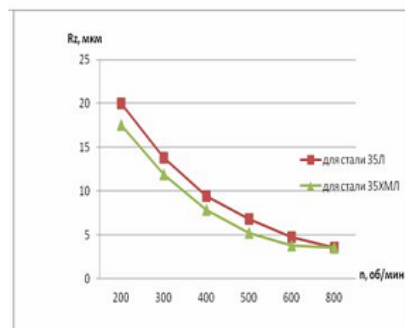


Рис. 3. График зависимости шероховатости $R_z = f(n)$ при обкатывании шариком при усилии $P = 200$ Н

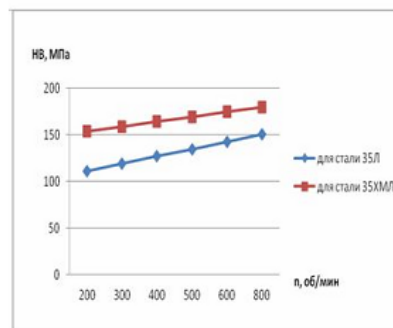


Рис. 4. График зависимости твердости поверхности $HB = f(n)$ для сталей 35Л и 35 ХМЛ

На рисунке 4. представлен график зависимости твердости поверхности $HB = f(n)$ для сталей 35Л и 35 ХМЛ при обработке шариком ($d = 4$ мм) при $P = 200$ Н.

Выполненные исследования позволяют сделать вывод о том, что:

- существует устойчивая тенденция роста упрочнения поверхностного слоя под действием шариковых накатников при увеличении числа оборотов вращения детали и давления накатника, достигающих 30 %;
- поверхностно-пластическое деформирование зубчатых передач можно рекомендовать в качестве упрочняющей технологии.

Список литературы: 1. Питухин А.В., Ефимов Т.Ю. Влияние шероховатости переходной поверхности зубчатых колес на сопротивление усталости // Вестник машиностроения. – 1995. – № 6. – С. 24-29. 2. Вивденко Ю.Н. Технологические системы производства деталей наукоемкой техники: Учебное пособие для вузов. – М. : Машиностроение, 2006. – 559 с. 3. Кравчук В.С., Юсеф. Абу Айаш, Кравчук А.В. Сопротивление деформированию и разрушению поверхностно-упрочненных деталей машин и элементов конструкций. – Одесса.: Астропринт, 2000. – 148 с. 4. Мигачева Г.Н., Кокшаров С.А., Карпов С.Н., Пасуманский З.П. Разработка экспериментальных методов исследования моделей износа тяжело нагруженных зубчатых передач приводов машин // Надежность крупных машин: сборник научных трудов. – 1990. – С. 44-56.

