

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО НАУКЕ И ТЕХНОЛОГИЯМ
МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ЕВФРОСИНИИ ПОЛОЦКОЙ»

Инновационные технологии в машиностроении

Электронный сборник материалов
международной научно-технической конференции, посвященной 55-летию
Полоцкого государственного университета имени Евфросинии Полоцкой
(Новополоцк, 18-19 апреля 2023 г.)



ИnnТехМаш

Под редакцией
чл.-корр. НАН Беларуси, д-ра техн. наук, проф. В. К. Шелега;
д-ра техн. наук, проф. Н. Н. Попок

Текстовое электронное издание

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
имени Евфросинии Полоцкой
2023

УДК 621(082)

Редакционная коллегия:

Н. Н. Попок (председатель), В. А. Данилов (зам. председателя),
Е. М. Тихон (отв. секретарь), А. В. Дудан

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

канд. техн. наук, проф., Полоцкий государственный университет
имени Евфросинии Полоцкой **А. И. ГОЛЕМБИЕВСКИЙ**;
канд. физ.-мат. наук, доц., Полоцкий государственный университет
имени Евфросинии Полоцкой **С. А. ВАБИЩЕВИЧ**

Инновационные технологии в машиностроении [Электронный ресурс] :
электрон. сб. материалов междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 55-летию Полоцкого
государственного университета имени Евфросинии Полоцкой, Новополоцк, 18-19 апр.
2023 г. / Полоц. гос. ун-т им. Евфросинии Полоцкой; под. ред. В. К. Шелега;
Н. Н. Попок. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т им. Евфросинии Полоцкой, 2023. –
1 опт. диск (CD-R).
ISBN 978-985-531-837-9.

Отражены современное состояние и направления развития технологии и оборудо-
вания механической и физико-технической обработки; рассмотрены вопросы создания
современных материалов, изготовления, восстановления и упрочнения деталей машин,
автоматизации производства, эксплуатации и модернизации автомобилей и других
машин.

Предназначен для научных и инженерно-технических работников исследовательских,
проектных и производственных организаций, а также преподавателей, аспирантов,
магистрантов и студентов технических специальностей учреждений образования.

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь
тел. 8 (0214) 59-95-53, e-mail: n.porok@psu.by

№ госрегистрации 3141815008
ISBN 978-985-531-837-9

© Полоцкий государственный университет
имени Евфросинии Полоцкой, 2023

2 – дополнительный титульный экран – производственно-технические сведения

Для создания текстового электронного издания «Инновационный технологии в машиностроении» использованы текстовый процессор Microsoft Word и программа Adobe Acrobat XI Pro для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF.

*Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса.
Регистрационное свидетельство № 3141815008 от 28.03.2018.*

Компьютерный дизайн *Е. М. Гулевич*
Техническое редактирование и верстка *И. Н. Чапкевич*

Подписано к использованию 14.04.2023.
Объем издания: 45,2 Мб. Тираж 3 диска. Заказ 187.

Издатель и полиграфическое исполнение –
учреждение образования «Полоцкий государственный университет
имени Евфросинии Полоцкой».

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/278 от 27.05.2004.

Ул. Блохина, 29, 211440, г. Новополоцк.

СОДЕРЖАНИЕ

Привертственное слово	8
Попок Н.Н. О развитии машиностроительной науки и образования в Полоцком государственном университет имени Евфросинии Полоцкой.....	9
Шелег В.К., Ма Минь, Кравчук М.А. Технологии нанесения покрытий для снижения шума, генерируемого зубчатыми передачами.....	16
Шелег В.К., Минько Д.В., Кравчук М.А. Получение функционально-градиентных материалов импульсными электрофизическими методами.....	19
Дмитриев С.И., Евгеньева Е.А. Моделирование термоупругих деформаций магнитных плит средствами САПР.....	22
Базров Б.М., Гуревич В.Л., Попок Н.Н., Хейфец М.Л., Чижижик С.А. Статистическая обработка данных при формировании ограничительных перечней модулей машиностроительных изделий и их поверхностей.....	25
Дай Вэньци, Королёв А.Ю., Алексеев Ю.Г. Влияние химической и электролитно-плазменной обработки на характеристики рабочих поверхностей ультразвуковых волноводов	29
Гордиенко Я.М., Гришин Р.Г. Обработка сплава ВТ-6 прерывистыми кругами на вулканитовой связке	32
Сэнь Ли Системы уравнивания на базе пружинных приводов с рекуперацией энергии.....	35
Черных Л.Г., Степанов С.Н., Радкевич М.М. Расчет систематической составляющей первичного профиля при участии вершины резца с радиусом, главной и вспомогательной режущих кромок и подачи.....	38
Белоцерковский М.А., Таран И.И., Грищенко А.О. Получение абразивсодержащих покрытий газопламенным напылением	42
Кузнецова Е.М., Овсянников В.Е., Кузнецов Д.В. Комплексный технико-экономический анализ методов измерения и контроля шероховатости поверхности.....	45
Бурин А.А., Залесский В.Г., Поболь И.Л., Сокольчик Д.А., Журавлев А.М. Изготовление кулаков шарнира равных угловых скоростей с использованием электронно-лучевой сварки.....	48
Грецкий Н.Л., Хилько Д.Н., Хейфец М.Л. Восстановление формы изношенных поверхностей крупногабаритных деталей	51
Басинюк В.Л., Леванцевич М.А., Глазунова А.А. Исследование процесса трения без смазки образца с МДО-покрытием и резинового контрообразца	55
Бабич В.Е. Особенности процессов резания бетона и железобетона алмазным отрезным инструментом.....	58
Пилипенко С.В. Перспективы использования процесса ХПТ для переработки бывших в употреблении труб	61
Леванцевич М.А. Применение технологии плакирования гибким инструментом для ремонта и восстановления деталей машин.....	64
Кукареко В.А., Белоцерковский М.А., Григорчик А.Н., Сосновский А.В. Термическая стабильность структурно-фазового состояния газотермического покрытия на базе Ti-TiN.....	67
Белоцерковский М.А., Сосновский А.В., Кот П.И. Выбор материала подслоя при металлизации полимерных деталей.....	72
Костюкевич П.А., Кузей А.М., Лебедев В.Я., Францкевич А.В. Процессы контактного взаимодействия алмазно-абразивного композиционного материала с монокристаллом алмаза при шлифовании.....	75
Данилов А.А. Технологии формообразования поверхностей с профилем в виде треугольника Рело на универсальных станках.....	78

Белоцерковский М.А., Комаров А.И., Сосновский И.А., Курилёнок А.А., Орда Д.В. Прочность сцепления антифрикционных покрытий из сплава АК12, полученных многослойной индукционной наплавкой	81
Леванцевич М.А., Пилипчук Е.В., Басинюк В.Л., Рагимов А.Н. Влияние состава материала и толщины слоя деформационно-плакированного покрытия на его коррозионную стойкость	84
Данилов В.А., Киселев Р.А. Развитие технологий формообразования торцовых зубчатых контуров деталей машин	87
Тычинская И.Д., Басинюк В.Л., Глазунова А.А., Калиниченко А.С. Лезвийная обработка заготовок углеситалла для искусственных клапанов сердца	90
Соломахо В.Л., Соколовский С.С. Анализ применимости показателей точности методик выполнения измерений при использовании в качестве средств измерений предельных калибров	93
Белоцерковский М.А., Сосновский А.В., Григорчик А.Н. Применение гиперзвуковой металлизации для нанесения износостойких покрытий Ti–TiN на полимерные изделия	96
Акулович Л.М., Сергеев Л.Е. Моделирование синергии компонентов рабочей технологической среды при магнитно-абразивной обработке	99
Мартиновская О.В., Горбунов В.П. Особенности применения высокоскоростной обработки закаленной стали 45 инструментом из композитов на основе cVN.....	102
Литвинович А.Н., Голуб В.М., Чучко А.В. Пути совершенствования межоперационного транспорта в мясожировом производстве.....	105
Цитович Б.В., Соломахо В.Л. Применение теории вероятностей и математической статистики при решении технологических задач.....	108
Акулович Л.М., Миранович А.В., Афанасенко Д.Е. Качественные характеристики покрытий, полученных комбинированной магнитно-электрической обработкой	111
Витязь П.А., Алексеев Ю.Г. Упрочняющее воздействие ударно-волнового нагружения на низко- и среднелигированные стали в процессе сварки взрывом	115
Сергуцкий Д.С., Григорьев В.Ф. Сравнительный анализ мобильных приложений для спектрального исследования шума.....	118
Антонов А.С., Струк В.А., Авдейчик С.В., Лесун А.Н., Клочко П.В. Композиционные функциональные материалы на основе смесей термопластов	121
Parfievich A.N., Sokol V.A., Salivonchik YU.N. Integral indicators as a diagnostic tool for multi-shaft drive gears	124
Веремей Г.А. Методика круглограмм и профилограмм в задаче дефектации сёдел клапанов	127
Сосновский И.А. Изучение обрабатываемости покрытий, полученных методом центробежной индукционной наплавки.....	130
Жорник В.И., Ивахник А.В. Пластичная смазка с гибридной литий-кальциевой дисперсной фазой.....	133
Завистовский В.Э., Завистовский С.Э., Кириенко А.С. Моделирование взаимодействия точечных дефектов с трещинами при восстановлении деталей машин	136
Комаров А.И., Орда Д.В., Сосновский И.А., Курилёнок А.А. Структура и свойства покрытий ZnAl ₃₀ Cu ₄ , полученного методом центробежной индукционной наплавки	139
Басинюк В.Л., Волкотруб Р.Е., Лобкова М.П., Калиниченко А.С., Ковенский А.Е. Адаптивное управление приводными системами оборудования для разделения полупроводниковых пластин на кристаллы.....	142
Завистовский С.Э., Кириенко А.С., Завистовский В.Э. Основы теории формирования высокоэффективных абразивосодержащих слоев в электростатическом поле	145

Хатетовский С.Н., Громыко П.Н., Юркова В.Л. Сравнительный анализ КПД эксцентриковых передач с соосным и параллельным расположением входного и выходного валов.....	148
Шелег В.К., Довгалева А.М. Получение поверхностных наноструктур и антифрикционных металлических покрытий совмещенным магнитно-динамическим накатыванием.....	150
Рабыко М.А., Шеменков В.М. Использование прикатодного магнитного поля как фактор повышения эффективности упрочнения тлеющим разрядом штамповой оснастки.....	153
Юманова А.Н., Шеменков В.М. Формирование упрочненных поверхностных слоев у изделий из сталей импульсным тлеющим разрядом	158
Зинькевич И.В., Подгорный Г.В., Якутович Е.Н. Система менеджмента качества и организационно-техническая структура предприятия.....	159
Девойно О.Г., Фролов Ю.И., Фролов И.С., Комаров А.И. Поверхностное упрочнение алюминиевых сплавов микродуговым оксидированием и лазерным легированием.....	162
Авдейчик О.В., Струк В.А., Антонов А.С. Современные тенденции трансформирования образовательного процесса	165
Авдейчик О.В. Модели образовательного процесса в высшей школе	168
Дубовский А.А., Коднянко М.Ю. Износ уплотнений буровых насосов	171
Высоцкая Н.А. Технологические особенности процесса образования гранул сложных минеральных удобрений в барабанных грануляторах.....	174
Тройнич В.А. Принцип проектирования очистных комбайнов со шнековыми исполнительными органами	177
Дубовский А.А., Калинин Ю.В. Эксплуатационные характеристики подъемной машины 2Ц-7ХЗ,2	181
Тройнич В.А., Гридюшко Д.В. Проектирование и эксплуатация горно-шахтного оборудования для нарезки компенсационных щелей.....	184
Матрунчик Ю.Н., Гармаза Д.И. Роботизация складских процессов при использовании мобильных погрузчиков на колёсах Mecapum.....	187
Константинов В.М., Лешок В.А., Судников М.А. Задиристость термодиффузионных боросульфидированных слоев на углеродистых сталях.....	190
Хрусталева Б.М., Алексеев Ю.Г., Королёв А.Ю. Комбинирование методов механической и физико-химической обработки при изготовлении стержневых и трубчатых гибких волноводов.....	193
Константинов В.М., Дашкевич В.Г., Кукареко В.А., Кушнеров А.В. Исследование ионно-плазменного азотирования титановых сплавов.....	196
Василевич Ю.В., Остриков О.М., Неумержицкая Е.Ю. Учет внутренних напряжений, обусловленных двойниковыми границами, в контактных задачах о сосредоточенной нагрузке	199
Груша Ю.А., Околов А.Р. Промышленная роботизация в условиях пандемии Covid-19.....	201
Довнар С.С., Синькевич Ю.В. Анализ напряженно-деформированного состояния ванны электрополирования	205
Василевич Ю.В., Федотов Д.А., Неумержицкая Е.Ю. Методика расчета усадки влияния эпоксидного связующего на напряжения в намоточных композитных изделиях	208
Кукареко В.А., Кушнеров А.В., Попок Н.Н., Башлачев Д.А. Структурно-фазовое состояние и адгезионная прочность вакуумно-дуговых покрытий TiN, нанесенных на различные стали.....	211

Долгих А.М., Андрукович А.П., Косяк Л.Н., Анисимов В.С. Влияние термической обработки на шероховатость поверхности хромированных диффузионных слоев	217
Попок Н.Н., Портянко С.А., Тихон Е.М., Кудрякова В.А. Тепловыделение при отрезании заготовки алмазным кругом с сегментной режущей кромкой	221
Кострицкий В.В. Способ определения неисправностей бензинового двигателя по коррекции коэффициента избытка воздуха	224
Косяк Л.Н., Зевелева Е.З., Андрукович А.П., Яшкин В.И. Применение педагогических технологий при подготовке студентов технических специальностей	227
Попок Н.Н., Анисимов В.С., Гвоздь Г.И., Бабашинский М.А. Комбинированная фреза для обработки плоскостей, уступов и пазов	230
Долгих А.М., Андрукович А.П., Косяк Л.Н., Анисимов В.С. Влияние механической обработки диффузионно-хромированной поверхности образцов на шероховатость поверхности	233
Беляков Н.В., Попок Н.Н., Тихон Е.М. Выбор измерительных средств в аддитивном и субтрактивном производствах	236
Дудан А.В., Кравчук В.И., Филипенко И.И. Влияние модифицирующих добавок, вводимых в пластичную смазку, на интенсивность изнашивания пары трения скольжения	239
Долгих А.М., Андрукович А.П., Косяк Л.Н., Анисимов В.С. Влияние процентного содержания активатора AlF_3 на шероховатость поверхности хромированных диффузионных слоев	242
Попок Н.Н., Анисимов В.С., Гвоздь Г.И., Хмельницкий Р.С., Волышко В.А., Федько Ю.А. Расширение технологических возможностей станков с ЧПУ за счет многофункциональности режущих инструментов	245
Плетенев И.В. Моделирование тепловых полей в пластинчатом медном элементе с диффузионным слоем	249
Попок Н.Н., Тихон Е.М. Моделирование напряжений в высокоточных резьбовых соединениях	252

Уважаемые коллеги!

Мы рады приветствовать участников конференции на древней Полоцкой земле, подарившей миру ряд известных просветителей – преподобную Евфросинию Полоцкую, философа и поэта Семеона Полоцкого, первопечатника Франциска Скорину. Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, является продолжателем традиций высшего образования, заложенного в иезуитском коллегииуме и Полоцкой академии с правами университета. В современный период университет прошел стадии становления как Новополоцкого филиала Белорусского политехнического и Белорусского технологического институтов (1968–1970гг.), самостоятельного политехнического института (1974 г.) и классического Полоцкого государственного университета (1993 г.).

Полоцкий государственный университет – динамично развивающийся вуз, в котором сегодня обучается около 6 тыс. студентов. Подготовка ведется на 7 факультетах и 25 кафедрах по 42 специальностям как технического, так и гуманитарного профиля. В вузе формировались научные школы по различным направлениям. Уникальность этих школ состоит в сочетании как российских, так и белорусских традиций в образовании и науке.

Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой участвует в государственных программах по важнейшим научным направлениям, выполняет хоздоговорные работы с предприятиями и организациями региона, развивает такие инновационные структуры, как Новополоцкий нефтехимический кластер и научно-технологический парк.

Проводимая международная научно-техническая конференция «Инновационные технологии в машиностроении» является традиционной. В этом году конференция посвящена 55-летию Полоцкого государственного университета имени Евфросинии Полоцкой. Конференция подводит итоги достигнутых результатов в науке, методическом обеспечении подготовки кадров для машиностроения, во взаимодействии университета с промышленностью через инновационные структуры.

Желаем вам, уважаемые участники конференции, успешной работы, новых творческих достижений в образовании, науке и промышленности на благо процветания родной Беларуси.

С уважением,
Организационный комитет конференции
«ИнтехМаш-2023»