

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МОГИЛЕВСКИЙ ОБЛАСТНОЙ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ КОМИТЕТ

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Материалы, оборудование
и ресурсосберегающие технологии**

Материалы международной
научно-технической конференции

Часть 1

Могилев, 19–20 апреля 2012 г.

Могилев
ГУ ВПО «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
2012

УДК 621:531:621.76:338«324»(043.2)

ББК 65.30:34.6:31.291

М34

Редакционная коллегия : д-р техн. наук, проф. И. С. Сазонов (гл. редактор); д-р техн. наук, доц. В. М. Пашкевич (зам. гл. редактора); В. И. Кошелева (отв. секретарь); канд. техн. наук, доц. М. Е. Лустенков; д-р техн. наук, проф. В. П. Куликов; д-р техн. наук, проф. М. Ф. Пашкевич; д-р техн. наук, проф. В. П. Тарасик; д-р техн. наук, доц. С. Д. Семенюк; канд. физ.-мат. наук, доц. И. И. Маковецкий

Рецензенты : канд. техн. наук, доц. А. В. Капитонов; д-р техн. наук, доц. А. М. Даньков; канд. техн. наук, доц. Д. И. Якубович; д-р техн. наук, проф. В. П. Куликов; канд. экон. наук, доц. Н. С. Желток

М34

Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы междунар. науч.-техн. конф. : В 2 ч. / М-во образования Респ. Беларусь, М-во образования и науки Рос. Федерации, Могилев. обл. исполн. ком., Нац. акад. наук Респ. Беларусь, Белорус.-Рос. ун-т ; редкол. : И. С. Сазонов (гл. ред.) [и др.]. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2012. – Ч. 1. – 274 с. : ил.

ISBN 978-985-492-105-1.

Рассмотрены вопросы разработки прогрессивных технологических процессов в машиностроении, создания самообучающихся систем искусственного интеллекта для управления качеством и техническим уровнем изделий машиностроения, механизмы для технологической оснастки. Приведены результаты исследований в области современных технологий и машин сварочного производства, получения и обработки новых материалов и покрытий, а также экономические аспекты деятельности промышленных предприятий Республики Беларусь.

Сборник предназначен для инженерно-технических и научных работников, аспирантов и студентов ВУЗов.

УДК 621:531:621.76:338«324»(043.2)

ББК 65.30:34.6:31.291

ISBN 978-985-492-105-1 (Ч.1)

ISBN 978-985-492-107-5

© ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет», 2012

УДК 620.179.111
РАБОТЫ ИНСТИТУТА ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН БЕЛАРУСИ
В ОБЛАСТИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ
И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

Н. П. МИГУН, С. А. НОВИКОВ
Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

Научное издание

Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии

Материалы международной
научно-технической конференции
Часть 1
Могилев, 19–20 апреля 2012 г.

Авторы несут персональную ответственность за содержание тезисов докладов

Технический редактор И. В. Брискина

Компьютерная верстка И. В. Брискина

Подписано в печать 21.05.2012г. Формат 60x84/16. Бумага офсетная.
Гарнитура Таймс. Печать трафаретная. Усл.печ.л. 15,92. Уч.-изд.л. 17,25.
Тираж 155 экз. Заказ № 317.

Издатель и полиграфическое исполнение
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет»
ЛИ №02330/375 от 29.06. 2004 г.
212000, г.Могилев, пр.Мира, 43.

Институт прикладной физики Национальной академии наук Беларуси (ИПФ НАН Беларуси) является ведущей научной организацией в республике в области развития физических методов и средств неразрушающего контроля и технической диагностики (НК и ТД). В последние годы в институте получены новые научные результаты в области физики неразрушающего контроля, разработки высокоэффективных магнитных, акустических, капиллярных, радиоволновых, контактно-динамических, рентгеновских и других методов НК и ТД, развития информационных технологий НК и ТД.

Поскольку важнейшим приоритетом в стране является **машиностроение**, то важное значение имеет контроль ответственных машиностроительных деталей и узлов, например, деталей блока цилиндров дизельного двигателя. На основе установленных закономерностей распространения подповерхностных ультразвуковых волн в многослойных средах разработана аппаратура для ультразвукового контроля дефектов поршней дизельных двигателей широкой номенклатуры типоразмеров на различных стадиях технологического процесса изготовления поршней. Аппаратура эффективно используется на моторных заводах Беларуси и России.

На основе изучения характера перемагничивания структурно неоднородных стальных и чугуновых изделий, имеющих дефекты сплошности, предложена эффективная методика и вихретоковый прибор с 16-ю измерительными преобразователями, которые используются в составе автоматизированной установки для 100 % контроля металлургических дефектов гильз дизельных двигателей в потоке производства на Минском моторном заводе. Высокая достоверность контроля достигнута за счет оригинальной методики отстройки от влияния мешающих факторов (структурных неоднородностей материала, грубой поверхности). Совершенствование аппаратуры идет в направлении повышения достоверности при контроле разноориентированных дефектов, разработки методик и датчиков для бесконтактного контроля.

Учитывая значительный рост объемов применения в машиностроении чугуновых отливок со структурой высокопрочного чугуна и необходимость

разбраковки от структуры серого чугуна, в институте разработаны ультразвуковые приборы, основанные на анализе закономерностей распространения ультразвуковых волн в зависимости от структуры отливок, определяемой формой графитовых включений (шаровидная, пластинчатая и др.). Приборы нашли широкое применение на металлургических и машиностроительных предприятиях республики. Совершенствование приборов идет в направлении повышения достоверности, локализации зоны контроля, обеспечения возможности контроля при одностороннем доступе.

В связи с актуальной проблемой дефектоскопии и размеромерии сложнопрофилированных и крупногабаритных заготовок (отливки, поковки и др.) в институте разрабатываются информационные технологии реконструкции изображений в рентгеновской томографии, основанные на решении некорректных задач, возникающих при ограниченном угле обзора, недостаточной мощности источника излучения и малом числе проекций. Доведение этих работ до широкого коммерческого использования – разработки соответствующей томографической аппаратуры – требует инвестиций заинтересованных предприятий машиностроительного комплекса.

Разработанный в институте импульсный магнитный метод контроля и реализующая его аппаратура нашли широкое применение на крупнейших металлургических комбинатах СНГ, Германии для контроля структуры и механических свойств стального проката, движущегося в технологическом потоке производства со скоростью до 5 м/с. Развитие метода идет в направлении расширения номенклатуры контролируемых сталей, объектов контроля (поковки, заготовки металлорежущего инструмента и др.), повышения достоверности контроля за счет расширения числа информативных параметров.

Успешно решается задача ультразвукового контроля толщин поверхностно упрочненных слоев стальных деталей и заготовок, полученных закалкой ТВЧ, цементацией и др. Ультразвуковая аппаратура для контроля упрочненных слоев, основанная на использовании преобразователей с точечным контактом, уже нашла применение на предприятиях республики.

Разработаны новые способы повышения эффективности капиллярной дефектоскопии деталей с высокой шероховатостью поверхности, методики количественной оценки чувствительности наборов дефектоскопических материалов и результатов дефектоскопии, уникальные контрольные образцы для оценки качества дефектоскопических материалов.

Большое внимание в институте уделяется вопросам технической диагностики **электроэнергетического оборудования** (силовых трансформаторов, генераторов, электродвигателей и др.). Выполнены исследования характера электромагнитных процессов в электрических машинах, изучено влияние дефектов изоляции на переходные процессы в обмотках, установ-

ОЛЕШКЕВИЧ Н.Н. Управление изменениями в деятельности промышленного предприятия.....	247
ПАНЕЖА В.В. Камунікатыўныя якасці маўлення. Фарміраванне прафесійна-камунікатыўнай кампетэнцыі ў вучняў.....	249
РАССЕКО Ю.Ю. Значение малых городов в региональном развитии.....	252
РУБАНОВА Н.В., КУРСОВА И.Я., ПУШКИНА Л.И. Конкурентоспособность транспортных услуг.....	254
СЕРГЕЙЧИК Н.А. Влияние валютного рынка на экономический рост страны.....	256
ТРЕНИХИН А.П., БАРАНОВСКИЙ А.Г. Понятие конкурентоспособности, место и роль его в деятельности предприятия.....	259
ФИЛИМОНОВА Т.А. Принципы оценки конкурентоспособности товаров.....	261
ШАМАЕВ А.А., СОРОКА В.Т. Обусловленность повышения конкурентоспособности системой распределительных отношений.....	263

как часть процесса инвестирования.....	207
БАРАНОВСКИЙ А.Г., ТРЕНИХИН А.П. Концепция конкурентоспособности предприятия.....	209
БЕЛЯСОВА А.С., КОМАРОВА С.Л. Факторинг как средство извлечения денежных средств.....	211
ВЕРЕМЕЕВА И.А., БАЛЬЧЕВСКАЯ О.В. Налоговое планирование как необходимый элемент хозяйственной деятельности предприятия.....	213
ВОЛКОВА О.В. Основные проблемы развития промышленных предприятий в Республике Беларусь.....	215
ГОРОХОВСКАЯ Л.А. Проблемы международных валютно-кредитных и финансовых отношений стран содружества независимых государств (СНГ).....	217
ЖЕСТКОВА Е.С. К вопросу оценки инновационной деятельности предприятия.....	219
ЗУБКОВ А.С. Проблемы учета адаптированных программ.....	221
КАМИНСКАЯ С.О., САМАРЦЕВ С.Б. Политика подготовки населения в области информационно-коммуникационных технологий.....	223
КОЗЫРИЦКИЙ П.А., НАЛЬГАЧЁВ В.В., ЧИЖИК А.О. Экономия энергетических ресурсов – важнейшее направление рационального природопользования.....	225
КОМАРОВА С.Л., БЕЛЯСОВА А.С., САКОВИЧ Д.Д. Потребительские характеристики и свойства новых строительных отделочных материалов.....	227
КОРНЕЕНКО О.Е., ДОРОШЕВ Д.В. Информационные технологии в современной системе хозяйствования предприятий.....	229
КУРОЧКИН Д.В. Контроллинг как инструмент управления предприятием.....	231
ЛОБИКОВА О.М., ГАЛЮЖИН С.Д. Пути совершенствования ценообразования в строительстве.....	233
ЛУГОВАЯ И.А., РОЦИНА Е.Л. Затраты на маркетинг как инвестиции.....	235
МАЛЫШЕВА О.Д., БАРСУКОВА О.Г. Стимулирование как метод повышения заинтересованности работников в результатах труда...	236
МЕЛЬНИКОВА Е.Н. Особенности обучения взрослых иностранным языкам.....	238
НАРКЕВИЧ Л.В., КОЗЛОВА Л.Г. Аналитическое обоснование эффективности инвестиционных проектов.....	240
НАРКЕВИЧ Л.В., ШАВЕЛЬ И.А. Диагностика социально-экономической эффективности торговых организаций.....	242
НАРКЕВИЧ Л.В., ШАВЕЛЬ И.А. Матричное моделирование экономической эффективности торговой организации.....	244

лены закономерности неоднородного перемагничивания электротехнических сталей и магнитопроводов электрических машин. Разработан комплекс приборов для диагностики электрических машин: для бесконтактного контроля токов утечки высоковольтного оборудования; для диагностики силовых трансформаторов в условиях эксплуатации и ремонта; для диагностики параметров электрических машин постоянного тока; для наладки и диагностики установок фильтрокомпенсации реактивной мощности электрических сетей и силового оборудования; для контроля витковых замыканий обмоток электрических машин; для измерения магнитных характеристик и электромагнитных потерь электротехнической стали, для измерения магнитных полей. Партии приборов переданы по договорам на предприятия и службы Белорусской железной дороги, на Минский электротехнический завод им. В.И.Козлова и др. В настоящее время завершаются работы по созданию для МЭТЗ им. В.И.Козлова уникальной магнитоизмерительной целолитовой установки для технологического контроля магнитных характеристик и электромагнитных потерь электротехнической стали.

Одна из наиболее перспективных в настоящее время областей – **строительная отрасль**, где прогнозируется высокая инвестиционная активность. Здесь институтом выполняются работы в ряде направлений. На основе установленной взаимосвязи между параметрами контактного взаимодействия жесткого индентора со строительными материалами (бетон, асфальтобетон, кирпич и др.) и их прочностными характеристиками предложена методика контактно-динамического контроля прочности материалов, основанная на ее определении по динамической твердости. Разработаны контактно-динамические приборы для измерения прочности бетонов и асфальтобетонов. Впервые метод динамического индентирования предложен в качестве нового направления для изучения и контроля трещиностойкости неметаллических материалов. Разработан прибор для контактно-динамического контроля механических свойств стальных металлоконструкций, который, в отличие от известных, обеспечивает контроль твердости и предела прочности с отстройкой от влияния шероховатости и жесткости конструкций, что позволяет расширить диапазон применимости прибора при контроле нежестких (тонкостенных) металлоконструкций.

Развиваются методы реконструктивной радиоволновой структуроскопии неоднородных диэлектрических сред. Разработан уникальный радиоволновый радар для выявления дефектов сплошности, включений, визуализации внутреннего строения бетонных стен, перекрытий, фундаментов, обнаружения пустот под дорожным покрытием, поиска объектов в почве; предложены эффективные методики повышения разрешающей способности радара при послойной визуализации внутреннего строения строитель-

ных объектов. Разрабатывается прибор для радиоволнового контроля влажности бетона и иных строительных материалов и смесей.

Разработан широкодиапазонный магнитный толщиномер защитных покрытий (никелевых, хромовых, лакокрасочных, полимерных (в том числе огнезащитных)) на стальных металлоконструкциях.

Указанные разработки нашли применение в промышленном, гражданском и дорожном строительстве республики.

Все большее внимание уделяется разработке **систем диагностики и мониторинга технического состояния потенциально опасных объектов** промышленности, строительства, энергетики. В институте разработаны принципы, математические алгоритмы, программное обеспечение, датчики, средства передачи, обработки и отображения многосенсорной информации для систем мониторинга технического состояния несущих строительных конструкций уникальных и высотных зданий и сооружений. Они реализованы в системах мониторинга технического состояния несущих строительных конструкций ряда уникальных и высотных зданий и сооружений: культурно-спортивного комплекса «Минск-Арена», на возводимых объектах – высотном здании «Парус» Бизнес-Центра (г. Минск) и уникальном спортивном комплексе «Центр фристайла» (г. Минск), а также на ряде объектов ОАО «Газпром» (Россия).

Разработан ряд методик технического диагностирования и определения остаточного ресурса потенциально опасных промышленных объектов и технологического оборудования для предприятий нефтехимии (для ОАО «Гродно-Азот», ОАО «Мозырский нефтеперерабатывающий завод» и др.). Созданы и широко внедрены приборы для мониторинга состояния двухстенных резервуаров для хранения нефтепродуктов на предмет появления течи.

Исследования продолжаются в направлении разработки научно-обоснованных методик и технологий технической диагностики, мониторинга и прогнозирования остаточного ресурса потенциально опасных промышленных объектов на основе вероятностных оценок.

Разработаны физическая модель и алгоритмы для расчёта многоэлементных источников постоянных магнитных полей на базе магнитожёстких и магнитомягких материалов, что позволило разработать и внедрить в ОАО «Белтрансгаз» двухкольцевую магнитную систему для очистных поршней магистральных газопроводов большого диаметра, которая по эффективности очистки газопроводов от ферромагнитных технологических загрязнений в 5–6 раз превосходит известные и применяемые ранее зарубежные аналоги.

Ведутся работы и для предприятий **авиакосмической отрасли**. Институтом в рамках программы Союзного государства «Космос-НТ» разработаны уникальные магнитные толщиномеры защитных покрытий ракет-

КАРДАПОЛОВА М.А., ЛУЦКО Н.И., ВОЛОДЬКО А.С. Влияние режимов лазерной наплавки на микротвердость покрытия из сплава на основе никеля.....	183
КОВАЛЬЧУК А.А., ЛУЦКО Н.И., ЛАПКОВСКИЙ А.С. Сварка высокоуглеродистых сталей концентрированными потоками энергии..	185
КОРОТЕЕВ А.О., КУЛИКОВ В.П. О возможности использования проволок с пониженным содержанием элементов раскислителей при механизированной сварке в среде Ag+CO ₂	187
КУЛИКОВ В.П., ЛИПКОВА А.В., ЛИПКОВ В.В. Конструкция горелки для сварки с использованием газа МАФ (метилацетилен-алленовая фракция).....	188
ЛУПАЧЁВ А.Г., ХАРЧЕВНИКОВА Е.А., РОТАЧ А.П. Повышение технологической прочности сварных соединений повышенной толщины.....	189
ЛУПАЧЁВ А.Г., ФЕТИСОВА Е.А., ВОЛОВИЧ И.В. Замедленное разрушение сварных соединений сталей разных структурных классов..	191
ЛУПАЧЁВ В.Г., АКПАНУРОМ М.У., МАЛАШЕНКО Н.В. Оценка качества и предистории стальных труб для сварных трубопроводов теплотрасс.....	193
МЕЛЬНИК М.В. Известные методы борьбы с магнитным дутьем..	195
ПОЛЯКОВ А.Ю., ФУРМАНОВ С.М., БЕРЕЗИЕНКО В.П. О расчете параметров режима рельефной сварки пакетных соединений.....	196
СЕНИЦА А.Н. Магнитный контроль компонентов промышленных турбин.....	198
ТАРАСЕНКО И.В. Бессвинцовые технологии изготовления печатных плат.....	199
ЦУМАРЕВ Ю.А., ИГНАТОВА Е.В., ЛАТУН Т.С. Совершенствование конструкции паяного соединения с накладками.....	200
ЦУМАРЕВ Ю.А., СУЩИК С.Н., ЦУМАРЕВ Е.Н. Технико-экономическая эффективность применения прерывистых сварных швов.....	201
ЯКУБОВИЧ Д.И., ШАБЛОВСКИЙ А.В. Аргодуговая наплавка с применением мелкодисперсных порошковых материалов, полученных методом механического легирования.....	202

Секция 9. Экономические аспекты деятельности промышленных предприятий Республики Беларусь

АЛЕКСАНДРЕНКО М.С. Показатели оценки инвестиционных процессов в национальной экономике.....	203
АЛЕКСАНДРОВА С.А., АЛЕКСАНДРОВ А.В. Анализ показателей деятельности предприятий машиностроения и металлообработки..	205
БАЛЬЧЕВСКАЯ О.В., ВЕРЕМЕЕВА И.А. Хеджирование рисков	

низ магнитного упрочнения режущего инструмента.....	155
РУДЬ В.Д., САМЧУК Л.М. СВС-процессы при получении композиционных материалов А1-Ti-C и А1-Fe-C.....	157
РУДЬ В.Д., САМЧУК Л.М., ДУДА О.А. Получение материалов методом СВС с использованием отходов машиностроительного производства.....	159
РУЛЬКО Н.Н. Механические способы резки упругих материалов..	161
СТЕЦЕНКО В.Ю., РИВКИН А.И., ГУТЕВ А.П. Переработка отходов гальваники на основе меди.....	163
СТЕЦЕНКО В.Ю., РИВКИН А.И., ГУТЕВ А.П. Производство и применение раскислителя-модификатора для стали.....	164
СТОЛЕР Д.В., АВСИ М. М.Х., БОРБОТЬКО Т.В. Оптические свойства композитных материалов с органическими порошкообразными наполнителями.....	166
ТЕРЕЩЕНКО И.М., КРАВЧУК А.П., ЕФРЕМОВ К.А. Накладные стекла для изделий из хрусталя.....	168
ФЕДОСЕНКО А.С., СТАРОВОЙТОВ А.М. Термореагирующие газотермические порошки на основе железа.....	170
ХАБИБУЛЛИН А.И., ЛОВШЕНКО Ф.Г. Влияние условий экструзии на особенности деформирования дисперсно-упрочненной меди	172
ЧЕРНИКОВИЧ В.Н., ЛАСКОВНЕВ А.П., ГОЛУБЕВ В.С. Упрочнение рабочих поверхностей почвообрабатывающих деталей посредством высокоэнергетического воздействия.....	174
ШЕМЕНКОВ В.М., ЛОВШЕНКО Ф.Г., БЕЛАЯ М.А., ГАЛЮЖИНА Н.А. Повышение износостойкости штамповой оснастки тлеющим разрядом.....	176
ШЕМЕНКОВ В.М., ЛОВШЕНКО Ф.Г., ЛОВШЕНКО Г.Ф., БЕЛАЯ М.А., ШЕМЕНКОВА А.Л., БАТРАКОВ А.С., МАЛУТИН В.В. Влияние тлеющего разряда на структуру инструментальных сталей.....	177
ШУМОВ О.В. Получение легированного железного порошка.....	178
Секция 4. Ресурсосберегающие технологии в сварочном производстве	
БЕНДИК Т.И. Выбор технологических параметров дуговой сварки при помощи пакетов конечно-элементного анализа.....	179
БОЛОТОВ С.В., БЕЛЯГОВ А.М. Влияние одноосных растягивающих напряжений на магнитные свойства стали 12Х18Н10Т.....	180
БОЛОТОВ С.В., КУРЛОВИЧ И.В., БАНСЮКОВА Е.Л. Способы управления сварочным током конденсаторных машин.....	181
ДЕСЯТНИК В.В., РОТАЧ А.П. Обеспечение устойчивости сварных конструкций с помощью механической неоднородности.....	182

ных двигателей: толстослойных (до 1000 мкм) никелевых покрытий, двухслойных покрытий (никель+хром), покрытий из слабомагнитной металлокерамики, а также меры толщин покрытий. Сертифицированные в России приборы и меры толщин покрытий внедрены на предприятиях авиакосмической отрасли России (Инженерно-конструкторский центр сопровождения эксплуатации космической техники г. Санкт-Петербург, ОАО «Металлист-Самара» и др.). Разработана аппаратура для контактно-динамического контроля комплекса физико-механических свойств специальных материалов – фторопластов, углепластиков, применяемых в авиакосмической отрасли. В рамках программы Союзного государства «Космос-НТ» предложены методики и алгоритмы реконструкции полей концентрации электронов в ионосфере на основе данных навигационных спутников применительно к прогнозированию природных явлений, а также решению специальных задач.

Перспективные работы в области **научного приборостроения** ведутся в направлении разработки (совместно с УП «КБТМ-ИТЦ», ИТМО им. А.В.Лыкова НАН Беларуси и Филиалом НТЦ «Белмикросистемы» ОАО «Интеграл») уникального сканирующего радиоволнового микроскопа для диагностики электрических свойств полупроводниковых структур. Перспективны также работы по созданию методик, алгоритмов и программ обработки видеоизображений оптических и атомно-силовых микроскопов, разработке эталона слабых магнитных полей, а также эталонной установки и стандартных образцов для воспроизведения, хранения и передачи размера единиц удельных магнитных потерь и магнитной индукции в электротехнической стали.

Актуальные работы в области **медицинской диагностики** выполняются в части разработки методик и программного обеспечения для рентгеновского маммографа с целью получения высококачественных трехмерных изображений молочной железы в условиях пониженной лучевой нагрузки.

Ориентация на решение задач неразрушающего контроля и технической диагностики, направленных на потребности различных отраслей, является залогом устойчивой востребованности разработок института.

И. В. ЛЕСКОВЕЦ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В настоящее время параметры гусеничных машин определяются на основании результатов испытаний или на основании усредненных расчетов. Например, величина давления гусеничного трактора на грунт определяется на основании данных о массе трактора и площади опорной поверхности гусениц. Такая методика позволяет определить среднюю величину давления на грунт по всей площади опорной поверхности. Конструкция гусеничного движителя и размеры его основных элементов для тракторов разного назначения может быть такой, что некоторые траки располагаются между опорными колесами, особенно это характерно для быстроходных машин, что приводит к неравномерности давления на грунт под каждым траком опорной части гусеницы.

На стадии проектировочного расчета параметры других механизмов и систем гусеничных машин и машин на их базе выбираются также по рекомендациям, полученным на основе результатов испытаний. Например, таким образом выбираются параметры отвального рабочего оборудования бульдозеров.

При проведении предварительных расчетов параметры элементов гусеничного обвода определяются на основании методик, изложенных в [1, 2, 3]. По рекомендациям авторов данных изданий выбор параметров траков, колес, геометрических параметров взаимного их расположения в гусеничном обводе осуществляется на основании регрессионных зависимостей, полученных в результате экспериментальных исследований. Такой подход предполагает выбор основных параметров деталей и механизмов гусеничного обвода из установленных диапазонов. Например, длины траков, полученные по рекомендованным зависимостям, могут различаться более чем 1,5 раза. Понятно, что давление на грунт под траками опорной части гусеничного обвода зависит от длины траков. Однако существующие методики не позволяют расчетным путем получить величины этих давлений для конкретных условий.

Разработана методика определения параметров гусеничного бульдозера на основе имитационного моделирования. Имитационная модель представляет собой программный продукт, который позволяет на основании результатов вычислительного эксперимента выбрать оптимальные па-

алюминия, нанесенных реактивным ионно-лучевым распылением.....	125
ЖАРСКИЙ И.М., ОРЕХОВА С.Е., КУРИЛО И.И., БЫЧЕК И.В., КРЫШИЛОВИЧ Е.В. Выщелачивание ванадийсодержащих компонентов из шламов теплоэлектростанций.....	127
ЖИЛКО Л.В., ГУСАКОВА С.В., ШЕПЕЛЕВИЧ В.Г. Структура быстрозатвердевших фольг сплавов системы алюминий-олово.....	128
ЖОГАЛЬСКИЙ А.Н., ЗЫЛЬКОВ В.П., МУРАЧЁВ А.М. Фазовые переходы водного раствора нитрата натрия.....	130
ИГНАТОВ Б.И., ПОПОВ В.Н. Электроэрозионное легирование металла.....	132
КАРПОВИЧ А.Н., БЕЛЫЙ А.В., КУКАРЕКО В.А. Ионно-лучевое азотирование и коррозионная стойкость хромистых сталей.....	134
КОРОЛЁВ А.Ю., АЛЕКСЕЕВ Ю.Г., НИСС В.С. Оптимизация технологических параметров размерной электролитно-плазменной обработки.....	136
КУПРЕЕВ М.П., ЛЕОНОВИЧ Е.Н. Изготовление и исследование свойств абразивного инструмента на легкоплавкой керамической связке.....	138
КУРИЛО И.И., ЧЕРНИК А.А., ЖАРСКИЙ И.М., ХАРИТОНОВ Д.С. Электрохимическое меднение печатных плат в ультразвуковом поле.....	140
ЛАШКИНА Е.В., БОНДАРЕНКО П.И. Оценка деформационно-прочностных параметров двухкомпонентной системы «ПВД/пластификатор».....	141
ЛОВШЕНКО Ф.Г., ЛОВШЕНКО Г.Ф., ЛОЗИКОВ И.А. Влияние условий обработки на морфологию и структуру высоколегированных гранулированных композиций на основе меди.....	143
ЛОВШЕНКО Ф.Г., ЛОВШЕНКО Г.Ф., ЛОЗИКОВ И.А. Основные сплавы электротехнического назначения и особенности их производства.....	145
ЛОВШЕНКО Ф.Г., ХАБИБУЛЛИН А.И. Влияние режима отжига на свойства дисперсно-упрочненной меди.....	147
МИХЕДОВА Е.В., ЧЕРНИК А.А., ЖАРСКИЙ И.М. Влияние импульсного электролиза на технологические параметры процесса меднения.....	149
ПИЩ И.В., ГВОЗДЕВА Н.А., ПАВЛОВА А.О. Синтез химически стойких керамических пигментов в системе $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2(\text{P}_2\text{O}_5)$	151
ПИЩ И.В., ШИШАКОВ Е.П., КРИСЬКО Л.Я., КЛИМОШ Ю.А. Влияние комплексных разжижающих добавок на реологические свойства керамических шликеров.....	153
ПОПОВА Ж.А., ДЕМЯНЧИК А.С., БАРЫШНИКОВ В.Ф. Меха-	

ные механизмы для геологоразведочной буровой техники в Республике Беларусь.....	93
САЗОНОВ И.С., ПРУДНИКОВ А.П., ЛУСТЕНКОВ М.Е. Разработка и автоматизация алгоритма расчета роликовой планетарной передачи.....	95
СИННИЙ С.В., ГЕВКО Р.Б., ОСУХОВСКИЙ В.М. Совершенствование конструкции картофелеуборочного комбайна.....	96
Секция 3. Технологии получения и обработки новых материалов и покрытий	
АКУЛОВИЧ Л.М., МИРАНОВИЧ А.В., ЛИННИК А.В. Об устойчивости электромагнитной наплавки.....	98
АКУЛОВИЧ Л.М., МИРАНОВИЧ А.В., ЕФИМОВ А.М. Повышение качества покрытий, полученных электромагнитной наплавкой..	100
АЛЕКСЕЕВ Ю.Г., НИСС В.С., ПАРШУТО А.Э. Исследование характеристик биосовместимых оксидных покрытий, формируемых на титане.....	102
БЕВЗА В.Ф., ГОРЕЦКИЙ Г.П. Структура и свойства направленно закристаллизованных заготовок из чугуна «нирезист».....	104
БЕВЗА В.Ф., ГРУША В.П. Ростоустойчивость аустенитного никелевого чугуна «нирезист» при отрицательных температурах.....	106
БЕЛОЦЕРКОВСКИЙ М.А., ГРИГОРЧИК А.Н., КУКАРЕКО В.А. Структура и износостойкость газотермических покрытий из стали 40Х13.....	108
БОЙПРАВ О.В., НЕАМАХ М.Р., АЛЬ-САИДИ Р.Т. Композиционные материалы для экранирования электромагнитных излучений.....	110
ВОЛОЧКО А.Т., ЛАСКОВНЕВ А.П., ШЕГИДЕВИЧ А.А. Разработка и исследование инновационной технологии горячей объёмной штамповки точных поковок лимитированной массы.....	112
ВЫСОЦКИЙ Т.В., ВЫСОЦКИЙ В.Т. Применение легирования и цементации для повышения свойств порошковых изделий.....	114
ГАВРИЛЕНЯ А.К., БОГДАНОВИЧ И.А. Оценка возможностей и удельной энергоёмкости способов измельчения твердых порошковых материалов.....	116
ГРУША В.П., ПОКРОВСКИЙ А.И. Литье заготовок намораживанием для горячей пластической деформации.....	118
ГУСАКОВА О.В., ШЕПЕЛЕВИЧ В.Г. Влияние условий изготовления на структуру быстрозатвердевших фольг сплавов системы Sn-Zn..	120
ДЕВОЙНО О.Г., КАРДАПОЛОВА М.А., КАВАЛЬЧУК О.Н. Влияние лазерной обработки на свойства электроискровых ВК8 покрытий.....	122
ЕВСТАФЬЕВА М.В., ИВАЩЕНКО А.И. Свойства слоев оксида	

раметры машины путем варьирования выбранными факторами и анализа полученных результатов имитационных экспериментов. В имитационной модели предусмотрена возможность использования различных критериев – от давления на грунт под каждым траком до исследования сил загрузки колес движителя от составляющих сил сопротивления копанию.

Предлагаемые автором теоретические положения и программное приложение предоставляют возможность на стадии проектирования выбирать наилучшие параметры взаимодействующих элементов гусеничного движителя, используя возможности проведения вычислительных экспериментов с заданной точностью, в информационной среде, обеспечивающей наглядность и информативность, позволяющей выполнять расчеты характеристик гусеничного движителя при движении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуськов, В. В. Тракторы. Ч. II. Теория / В. В. Гуськов. Минск : Выш. шк., 1977. – 382 с.
2. Гуськов, В. В. Тракторы. Ч. III. Конструирование и расчет : учеб. пособие для вузов по спец. «Автомобили и тракторы» / В. В. Гуськов [и др.] ; под общ. ред. В. В. Гуськова. – Минск : Выш. шк., 1981. – 383 с.
3. Ксеневиц, И. П. Ходовая система – почва – урожай / И. П. Ксеневиц, В. А. Сотников, М. И. Ляско. – М. : Агропромиздат, 1985. – 304 с.

УДК 621 791
РАЗВИТИЕ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА К ПРОЦЕССАМ
МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ЖКХ
МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

Н. Ю. БЕРБАСОВА, В. П. КУЛИКОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Жилищно-коммунальное хозяйство – это важнейшая социально-экономическая сфера национальной экономики Беларуси, сложный многоотраслевой комплекс, производственная структура которого включает в себя более двадцати видов деятельности, таких как эксплуатация и ремонт жилищного фонда, теплоснабжение, водоснабжение, водоотведение, горячее водоснабжение, строительство, ремонт, озеленение, гостиничное, банное хозяйство и многое другое.

Реальная ситуация, сложившаяся в настоящее время на отечественном рынке жилищно-коммунальных услуг, изменила подход к проблеме качества. Сегодня уже мало гарантировать качество только на этапе контроля выполнения заявок диспетчерской службы ЖКХ. Проблема эта должна решаться на протяжении всего жизненного цикла оказания услуги. Предприятию необходимо доказывать потребителю свою способность выполнять работу с высоким качеством в соответствии с действующими в стране техническими нормативными правовыми актами (ТНПА) и нормативными правовыми актами (НПА).

В целях повышения уровня качества оказываемых услуг и развития конкурентной среды практическими рекомендациями для предприятий ЖКХ может быть создание систем менеджмента качества (СМК). Цель этой системы – повышение эффективности работы предприятий с точки зрения управляемости всех процессов при производстве и предоставлении жилищно-коммунальных услуг. В мировой практике задача повышения конкурентоспособности и укрепления положительной репутации поставщиков услуг в жилищно-коммунальной сфере решается путем добровольной сертификации независимой третьей стороной систем менеджмента качества предприятий ЖКХ.

В 2008 году кафедрой «Оборудование и технология сварочного производства» ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет» был заключен договор с Управлением жилищно-коммунального хозяйства Могилевского облисполкома на предмет моделирования и внедрения СМК на предприятиях ЖКХ Могилевского региона.

ское обеспечение прочности сцепления компактных подложек с порошковыми материалами..... 63
ЮШКЕВИЧ Н.М., ИЛЬЮШИНА Е.В., ГОРШКОВА А.А. Анализ схем инструментов для импульсно-ударной пневмовибродинамической обработки плоскостей..... 65

Секция 2. Машиноведение, детали машин и прикладная механика

АКУЛИЧ А.П., АКУЛИЧ Я.А. Влияние метода чистовой обработки на величину оптимальной шероховатости поверхностей пар трения..... 66
БЛАГОДАРНАЯ О.В. Технология изготовления швейных игл..... 68
БОРИСЕНКО Л.А., КОМАР В.Л., КАЛЕЕВ Д.Н. Типовой ряд двухступенчатых планетарных механизмов новой схемы..... 70
БУТКЕВИЧ В.Г., ЛОКТИОНОВ А.В., МОСКАЛЁВ С.А. Кинематическое исследование механизма рапир ткацкого станка..... 72
ГАЛЮЖИН Д.С., ШИШКОВ Е.И., КРИВОНОГОВА Е.Г., КАЛЕЕВ Д.Н. Разработка привода для натяжения полиэтиленового рукава на основе планетарных прецессионных передач..... 74
ГАЛЮЖИН Д.С., КАЛЕЕВ Д.Н., ШИШКОВ Е.И., КРИВОНОГОВА Е.Г. Применение планетарной прецессионной передачи в приводе агломератора..... 76
ДАНЬКОВ А.М., ГОРБАЧЁВ А.А., ЛОБОРЕВ И.М., РЕУТ Ю.М. Синхронизация работы управляющих гидроцилиндров планетарной плавнорегулируемой передачи..... 78
ДАНЬКОВ А.М., ИОФФЕ А.З. Способы автоматического сохранения балансировки сателлита в планетарной плавнорегулируемой передаче..... 80
ЛАПТИНСКИЙ В.Н. К анализу колебаний в нелинейных автономных системах..... 82
ЛОКТИОНОВ А.В., БУТКЕВИЧ В.Г., МОСКАЛЁВ С.А. Исследование движения компонентов комбинированных нитей при их формировании..... 83
МЕЛЬНИК Ю.А. Стереометрический анализ микроструктуры твердых тел..... 85
ПУЗАНОВА О.В. Проектирование двухпоточных гидромеханических передач..... 87
РЕУТОВ А.А. Оптимизация систем приводов конвейеров с гибким тяговым органом..... 89
РОГАЧЕВСКИЙ Н.И., ПОДЫМАКО М.Э., РОГАЧЕВСКИЙ С.Н. Двухвенцовые червячные передачи..... 91
САЗОНОВ И.С., ЛУСТЕНКОВ М.Е., ФИТЦОВА Е.С. Редуктор-

зерования натуральной древесины.....	37
ЛАПКОВСКИЙ А.С., КАВАЛЬЧУК О.Н., ВЕРЕМЕЙ П.В. Лазерная упрочняющая обработка твердых сплавов.....	39
ЛАПТИНСКИЙ В.Н., РОМАНЕНКО А.А., СТЕЦЕНКО В.Ю. Оценка охлаждающей способности струйного кристаллизатора при непрерывном литье.....	41
ЛАПТИНСКИЙ В.Н., СТЕЦЕНКО В.Ю., КОНОВАЛОВ Р.В. Методика расчета затвердевания отливки в струйном кристаллизаторе при непрерывном литье.....	42
ЛУКАШЕНКО В.А., РУСЕЦКАЯ И.В. Уменьшение влияния температурных деформаций станков на точность обработки.....	43
МЕДВЕДЕВ О.А., ГОРБУНОВ В.П. Способ сокращения числа компенсаторов при достижении точности сборки методом регулирования.....	44
МИНАКОВ А.П., БЫЧИНСКИЙ К.А. Финишная пневмоцентробежная обработка гильз цилиндров тракторных и комбайновых дизелей в ремонтном производстве.....	46
МИНАКОВ А.П., ИЛЮШИНА Е.В., ЮШКЕВИЧ Н.М. Новая технология обработки внутренней поверхности гильз двигателей внутреннего сгорания в основном производстве.....	47
МИХАЙЛОВ М.И. Математическое моделирование инструментальной поверхности при формообразовании сложной поверхности детали.....	49
МИХАЙЛОВ М.И. Методика автоматизированного расчета привода металлорежущего станка с дискретным регулированием частоты вращения двигателя.....	51
ПАШКЕВИЧ В.М. Распознавание уровня шума собранных червячных передач по гармоническим составляющим кинематической погрешности.....	53
ПЕТРОВ С.В. Приспособление для торцевого трения.....	55
РЯЗАНЦЕВ А.Н. Автоматизация проектирования графической технологической документации в САПР технологических процессов... ..	57
СПИРИДОНОВ Н.В., КОРОТКЕВИЧ А.Ф., ГАЛЮЖИНА Н.А., КУРЗЕНКОВ А.А. Исследование топографии поверхности твердосплавного инструмента типа ТК, подвергнутого воздействию потока низкоэнергетических частиц.....	59
ТУРЕЙКО Д.Н., БАРШАЙ И.Л. Упрочнение стальных заготовок иглофрезерованием.....	60
ХАТЕТОВСКИЙ С.Н., ОВЧИННИКОВА С.А., СОЛОВЬЕВ О.А. Обзор методов формообразования зубьев колес передач, нечувствительных к погрешностям монтажа.....	62
ШЕЛЕГ В.К., БОХАН С.Г., АЛЕКСАНДРОВ В.М. Технологиче-	

Опыт работы с предприятиями жилищно-коммунальной сферы в рамках управления качеством показал, что внедрение СМК на таких предприятиях является актуальной задачей по следующим причинам:

- низкая конкуренция в сфере оказания жилищно-коммунальных услуг приводит к монопольному поведению предприятий;
- анализ результатов деятельности структурных подразделений не всегда носит системный характер;
- не отработан механизм актуализации и ознакомления всех сотрудников предприятия с НПА и ТНПА, регламентирующими деятельность предприятий;
- закупочная деятельность, как правило, не соответствует современным рыночным условиям, не проводится верификация покупаемых товарно-материальных ценностей;
- не во всех случаях представлены регламенты работ и технологические процессы, адаптированные к конкретным условиям производства;
- неоднозначно сформирован и не узаконен документооборот предприятий, что приводит к неэффективному использованию рабочего времени;
- не во всех случаях четко определены обязанности линейного персонала, что способствует возникновению конфликтных ситуаций и порой недостаточному качеству выполняемых работ;
- мотивация персонала не всегда определяется уровнем качества производимых работ;
- управленческие процессы требуют совершенствования;
- высокие непроизводственные затраты негативно отражаются на финансово-хозяйственной деятельности предприятий, у персонала отсутствуют стимулы для снижения издержек.

Свою работу специалисты кафедры «Оборудование и технология сварочного производства» начали с четкой регламентации всех сфер деятельности предприятий ЖКХ. В Республики Беларусь опыт моделирования систем качества на тот момент отсутствовал. Впервые были построены такие процессные модели как «Управление теплоснабжением и горячим водоснабжением» (рис. 1), «Управление производством тепловой энергией», «Управление теплосетями и тепловыми пунктами», «Управление водоснабжением», «Управление водоотведением». Построение процессных моделей в нотации «как надо» позволило стандартизировать организацию работ структурных подразделений, идентифицировать все входы и выходы бизнес-процессов, управляющих и обслуживающих процессов, определить их алгоритмы (рис. 2), разграничить ответственность, обозначить согласованную с Госпромнадзором систему записей по всем стадиям производства.

Сложной задачей было разработка точек мониторинга, которые бы реально давали владельцам процессов информацию для их совершенствования.

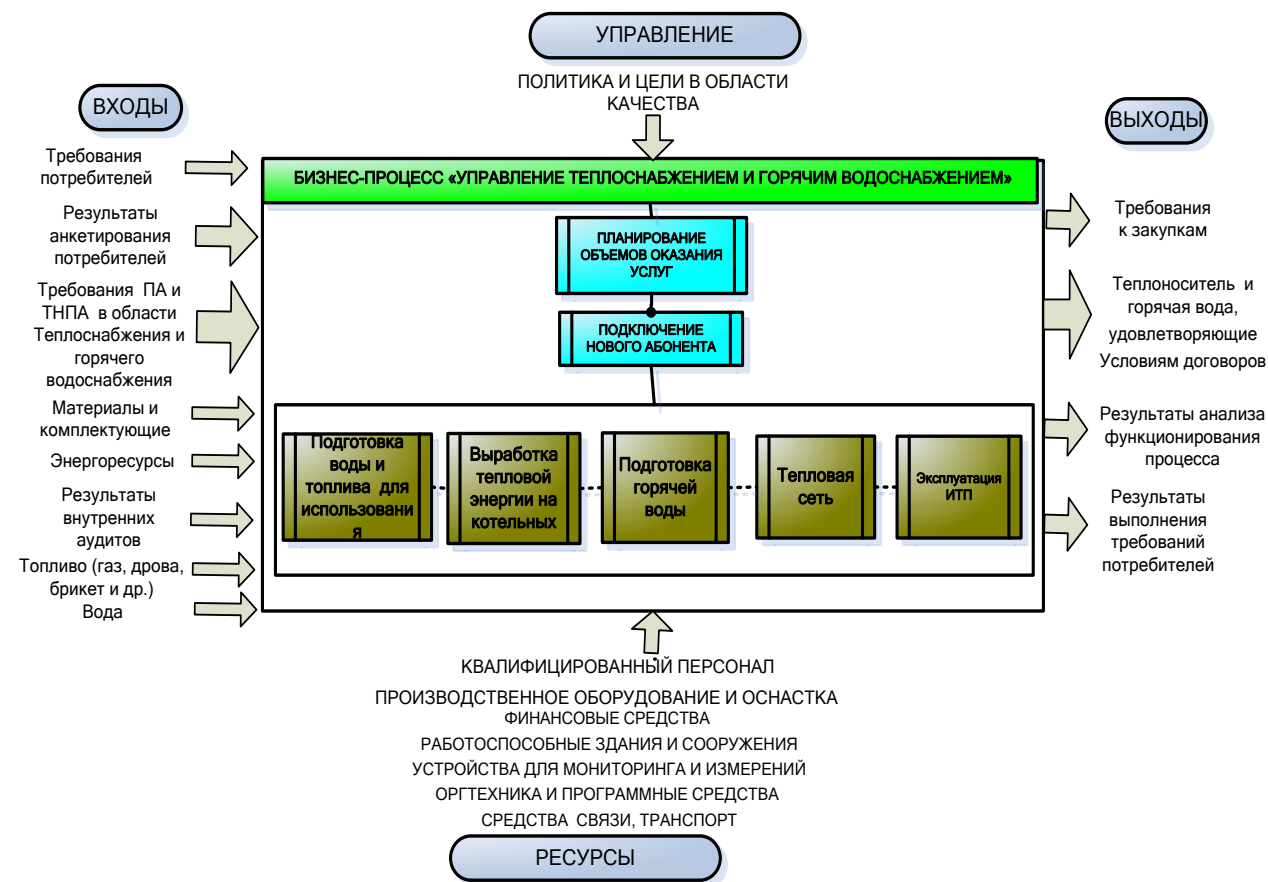


Рис. 1. Схема процесса «Управление теплоснабжением и горячим водоснабжением»

Для построения эффективной СМК необходимо было адаптировать к условиям производства и внедрить в практику научно обоснованные методы и инструменты управления качеством. Очень важно, чтобы система была живой, приносила пользу предприятию, ее персоналу и руководству. Сегодня появляются публикации о том, что при неверном понимании система менеджмента качества превращается в бюрократическую машину, которая даже снижает эффективность работы предприятия.

Для управления качеством на системной основе, мировой практикой сегодня широко применяются различные инструменты, такие как SPC – методика статистического управления, логистическая концепция менеджмента «Бережливое производство», методология «Кайдзен», методика «Рейнжиниринг бизнес-процессов» и другие. На предприятиях Республики Беларусь эти методы применяются не так широко и преимущественно на

СОДЕРЖАНИЕ

МИГУН Н.П., НОВИКОВ С.А. Работы Института прикладной физики НАН Беларуси в области неразрушающего контроля и технической диагностики.....	3
ЛЕСКОВЕЦ И.В. Перспективы имитационного моделирования при проектировании гусеничных бульдозеров.....	8
БЕРБАСОВА Н.Ю., КУЛИКОВ В.П. Развитие системного подхода к процессам менеджмента качества на примере предприятий ЖКХ Могилевской области.....	10

Секция 1. Технология машиностроения и автоматизация технологических процессов и производств

АКУЛИЧ А.В., ЛУСТЕНКОВ В.М., ЧЕПЕЛЕВИЧ Ю.В., АКУЛИЧ А. А. Определение технических характеристик комбинированного пылеуловителя с зернистым слом на основе энергетического баланса потоков.....	19
АКУЛОВИЧ Л. М., СЕРГЕЕВ Л. Е., БАБИЧ В. Е., СЕНЧУРОВ Е. В., ПАДАЛЯК В. В. Магнитно-абразивная обработка отверстий больших диаметров.....	21
БУГЛАК А.В., АКУЛИЧ А.В. Определение затрат энергии в обжарочном аппарате.....	23
ВАРТАНОВ М.В., КУНИЛОВА Е.Д. Метод роботизированной сборки профильных валов на основе адаптации.....	24
ГАЛИЛЕЕВ А.Г., БАРШАЙ И.Л. Повышение износостойкости поверхности заготовок из стали иглофрезерованием.....	26
ГОРБУНОВ В.П., МЕДВЕДЕВ О.А., КАСЬЯН Л.В. Моделирование влияния силовых факторов на геометрическую точность шпиндельных узлов.....	28
ГРИГОРЬЕВ В.Ф., ДАКАЛО Ю.А. Замена шлифования зубчатых колес приработкой в процессе эксплуатации.....	30
ДЕВОЙНО О.Г., ВЕРЕМЕЙ П.В., КОВАЛЬЧУК А.А. Использование сканирующего лазерного излучения для упрочнения среднеуглеродистых сталей и чугуна.....	32
ДОВГАЛЕВ А.М., ГЛУЩЕНКО В.В., СВИРЕПА Д.М. Взаимодействие деформирующего шара с источником магнитного поля динамического раскатника.....	33
ДОВГАЛЕВ А.М., ТУЛУЕВСКИЙ Н.В. Модифицирование поверхностного слоя детали комбинированным упрочнением с формированием покрытия.....	35
КАПИТОНОВ А.В., ЧЕРНЯКОВ С.Г. Разработка средств автоматизированного контроля точности зубчатых передач.....	36
КРАВЧЕНКО А.С. Исследование процесса цилиндрического фре-	

нальной экономики, связано с уменьшением доходов – факторных, что находит отражение в процессе капитализации в отрасли народного хозяйства доходов (сбережений).

Обеспечение устойчивого роста национальной экономики может быть достигнуто при оптимальном распределении ЧНП между агрегированными субъектами экономики, а темпы роста ее могут быть достигнуты как за счет экстенсивных, так и интенсивных источников. Оптимизация экономического роста и его устойчивости имеет определенные грани и интервалы, которые определяются сбережениями (инвестиционными накоплениями – капитализация доходов) домохозяйств, капитализация прибыли предприятиями – это нижний уровень капитализации доходов, верхний же уровень определяется внешними инвестициями, направляемыми в отрасли народного хозяйства страны.

Оптимизации национальной экономики сложно достичь и обеспечить при неравномерности развития и на основе различного рода воспроизводственных диспропорций. Оптимизация экономики страны достигается через эффективное использование в производстве факторов производства и распределительных процессов. Распределительные отношения имеют в своей основе объективные и субъективные начала. Объективные условия развития национальной экономики продиктованы законами простого воспроизводства, т.е. распределения ресурсов и факторов производства, а также распределения полученного продукта между членами общества. При возникновении у общества отличных целей от предыдущих, проецирование этих изменений на распределение всех компонентов производственного процесса и полученного в предыдущем периоде продукта, т.е. начинается перераспределение как факторов производства между сферами и отраслями производства, так и полученного в предыдущий период функционирования национальной экономики дохода.

Макроэкономическая сбалансированность может быть отражена на графике, который строится на использовании свойств равносоставленного треугольника. Если отразить ЧНП и его составные части, т.е. потребление и сбережение в координатах, то сопряженность распределения может быть представлена в виде трех уравнений:

- а) ВЧП = Потребление (С) + Сбережение (S);
- б) Сбережение = Внутренние инвестиции + Накопления;
- в) Потребление = Личное потребление + Государственное потребление.

крупных предприятиях. В рамках консалтинга были адаптированы к условиям производства предприятий ЖКХ и внедрены такие инструменты управления качеством, как стратификация, контрольные листки, диаграммы Парето, гистограммы, контрольные карты, кластерный анализ, реинжиниринг бизнес-процессов.

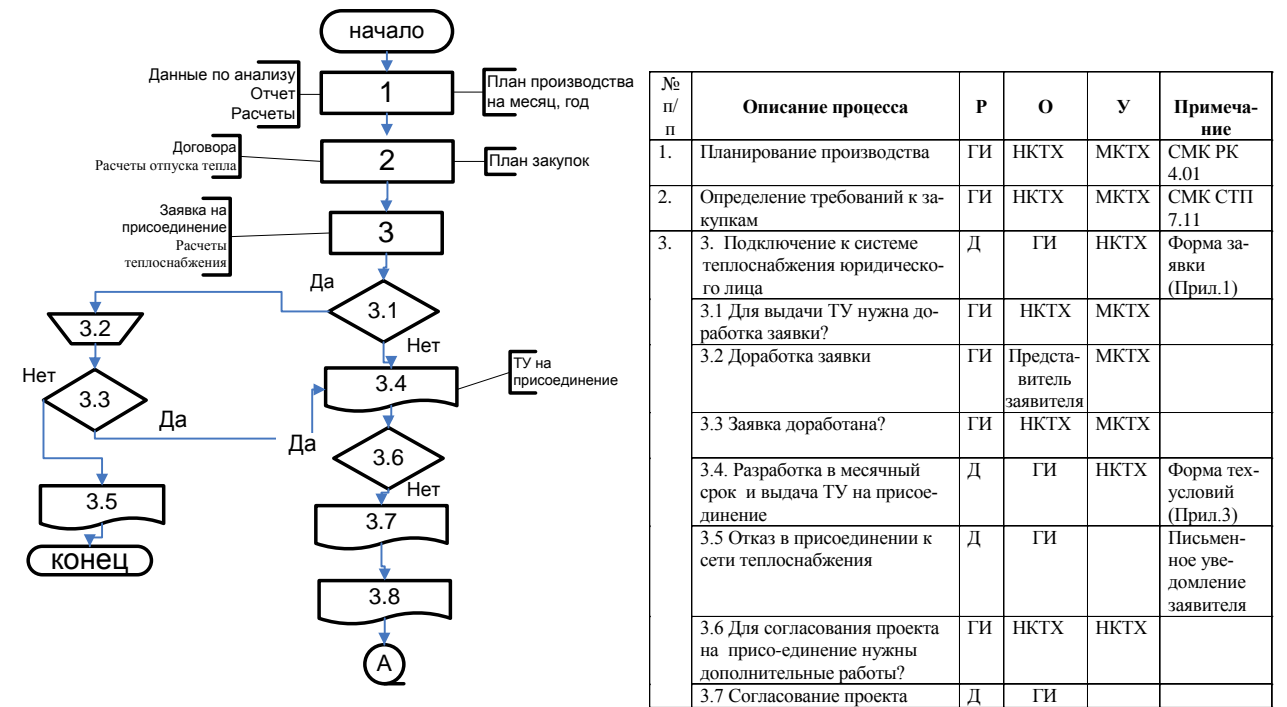


Рис. 2. Фрагмент карты процесса

Начальным этапом внедрения статистических методов стала **стратификация несоответствий**. Стратификация несоответствий осуществлялась по двум направлениям: непосредственно производственные несоответствия и дисциплинарные (отдельно для рабочих и отдельно для ИТР). Далее были разработаны методы накопления информации, позволяющие ее классифицировать, систематизировать и анализировать. Систематически собранная информация обрабатывается с использованием анализа Парето в специально разработанной аналитической системе (рис. 3).

Данная информация, если речь идет о производственных несоответствиях, позволяет руководству структурировать проблемы предприятия качественно, количественно, в динамике, четко определять первоочередные направления по корректирующим и предупреждающим действиям, тем самым улучшая качество услуг и снижая количество жалоб от населения. Если речь идет о несоответствиях допущенных работниками, то эта информация позволяет руководству анализировать производственную дисциплину, определять, кто доказательно является «лидером» в нарушении трудо-

вой дисциплины, случайно это или системно. Также этот анализ на ряде предприятий является основой для материальной и моральной мотивации персонала.

Течь скважины	Благоустройство колонки	Течь водопровода	Течь колонки	Поломка колонки	Прочее
54	48	16	15	12	2
36,7	69,4	80,3	90,5	98,6	100

Диаграмма Парето по видам несоответствий системы водоснабжения по сельской местности

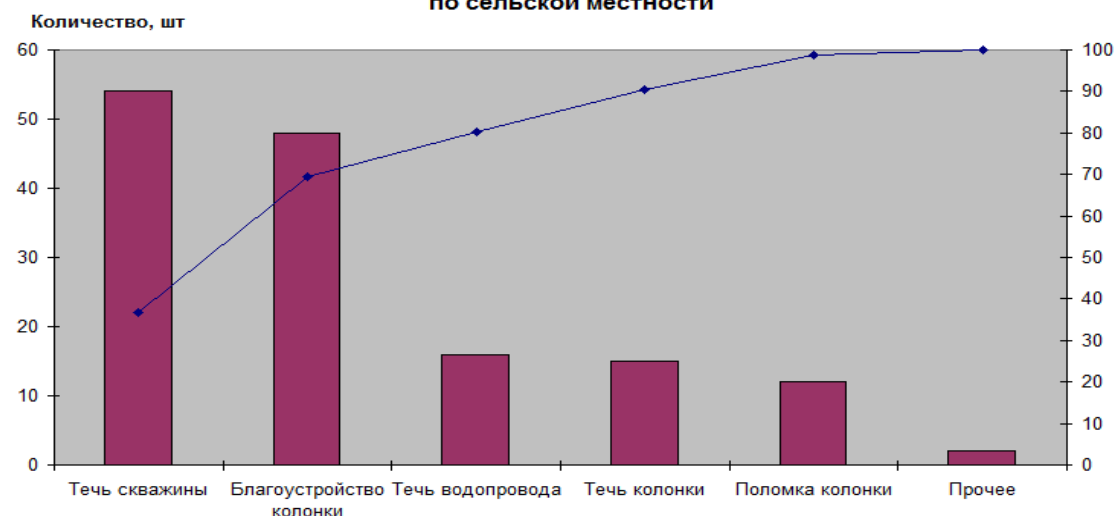


Рис. 3. Анализ Парето производственных несоответствий Бельничского УКП «Жилкомхоз»

Среди направлений применения статистических методов в работе предприятий жилищно-коммунального комплекса сегодня наиболее важны мероприятия, способствующие повышению оперативности отслеживания расхода ресурсов с целью выявления их резервов для дальнейшей экономии, которая не может быть эффективно осуществлена без систематического контроля, анализа и прогнозирования. Реализация данных работ, в свою очередь, осуществляется посредством мониторинга производственно-технологических процессов, поддержания установленных режимов работы технологического оборудования, наблюдения за исправностью работы контрольно-измерительных приборов. Повышение результативности этих мероприятий может быть достигнуто путём применения контрольных карт Шухарта. Карты позволяют отслеживать ход протекания технологических процессов и оперативно реагировать на их вариабельность, поддерживая таким образом стабильность контролируемых параметров.

ОБУСЛОВЛЕННОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ СИСТЕМОЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЙ

А. А. ШАМАЕВ, В. Т. СОРОКА

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Проблема конкурентоспособности в современных условиях вышла за рамки национальной экономики, так как этот процесс связан с экономическим ростом и повышением уровня жизни населения не только каждой в отдельности страны, но и мирового сообщества в целом. Это обусловлено общественным разделением, специализацией производства и труда как в отдельной национальной экономике, так и на уровне глобального экономического процесса в масштабах мировой экономики. Повышение производительности труда и масштаба производства являются основными условиями роста национальной экономики. Экономический рост национальной экономики определяется факторами предложения. Но активную роль на экономический рост оказывают и факторы спроса, которые опосредованы макроэкономическим распределением результатов национальной экономики: процесс распределения национального дохода и условия с факторами, влияющими на общественное производство. Факторы, влияющие на экономический рост взаимосвязаны, т.е. факторы спроса и предложения взаимопределяют друг друга и тем самым обеспечивают развитие экономики по восходящей линии. Общее представление взаимодействия всех факторов дает кривая производственных возможностей. Усиление позитивного и негативного воздействия факторов сдвигает кривую производственных возможностей вправо или влево, но сдвиг происходит и под их одновременным действием. Но реализация потенциала производственных возможностей национальной экономики встречает противодействие не только факторов спроса и предложения, но и механизма распределения результатов производства между субъектами экономики.

Рассматривая агрегированные уравнения секторов национальной экономики через призму спроса и предложения, путем использования прямоугольных систем координат, можно получить изокванту и линию распределения продукта между домохозяйствами и предпринимателями. А решая эти два уравнения как систему уравнений, можно получить равновесные значения доходов домохозяйств и доходов предпринимателей, как результат фактического распределения чистого национального продукта (ЧНП). Формирование дохода государства, как агрегированного субъекта нацио-

Принцип комплексности конкурентоспособности товаров заключается в том, что при ее оценке должна учитываться совокупность критериев, определяющих особенности товаров-конкурентов. К таким критериям относятся потребительные, экономические, организационные.

Потребительные критерии включают назначение, качество (в том числе с точки зрения потребителя), эргономические, эстетические и нормативные, имидж товара, его известность, торговую марку и т.п. Экономические параметры формируют цену потребления, куда входит цена продажи. Организационные (коммерческие) параметры включают систему скидок, условия платежа и поставок, послепродажное обслуживание, гарантии и т.д.

В зависимости от субъекта рынка (изготовителя, продавца, потребителя) выбирается номенклатура групповых и единичных критериев. Поскольку носители информации о качестве (ГОСТ, ОСТ, ТУ, протоколы испытаний и др.) содержат информацию о технических характеристиках продукции, то эти характеристики необходимо трансформировать в потребительские показатели качества.

Изменение ряда критериев отражается как на полезности, так и на стоимости товара. Формирование номенклатуры критериев конкурентоспособности обеспечивает надлежащее качество товара.

Принцип относительности конкурентоспособности предполагает сравнительный характер ее оценки, когда выбранные критерии одного товара сравниваются с критериями другого товара, принятыми за базовые.

Любые товары должны соответствовать Закону "О техническом нормировании и стандартизации". Свидетельством соответствия является сертификат соответствия.

Внешний тип рынка диктует требования к патентно-правовым показателям (патентная защита и патентная чистота продукции) и наличие штрих-кода на упаковке и маркировке экспортного товара.

Внутренний тип рынка диктует сопоставление соответствующих факторов и внутренней среды, например, возможность эксплуатации грузовых автомобилей в условиях влажного тропического климата или в заболоченной местности, национальные особенности страны.

Принцип социальной адресности товаров определяется степенью удовлетворения потребностей конкретных социально ориентированных сегментов потребителей. Так, одни и те же товары могут обладать высокой степенью конкурентоспособности для определенных потребителей и не обладать ею для других.

Например, дорогие марки автомобилей ведущих производителей привлекательны для обеспеченных потребителей и не являются такими для малообеспеченных. Социальная адресность этих товаров и их конкурентоспособность будут различны.

Примером эффективного применения контрольных карт может служить мониторинг процесса водоснабжения на Бельничском У КП «Жилкомхоз» (рис. 4).

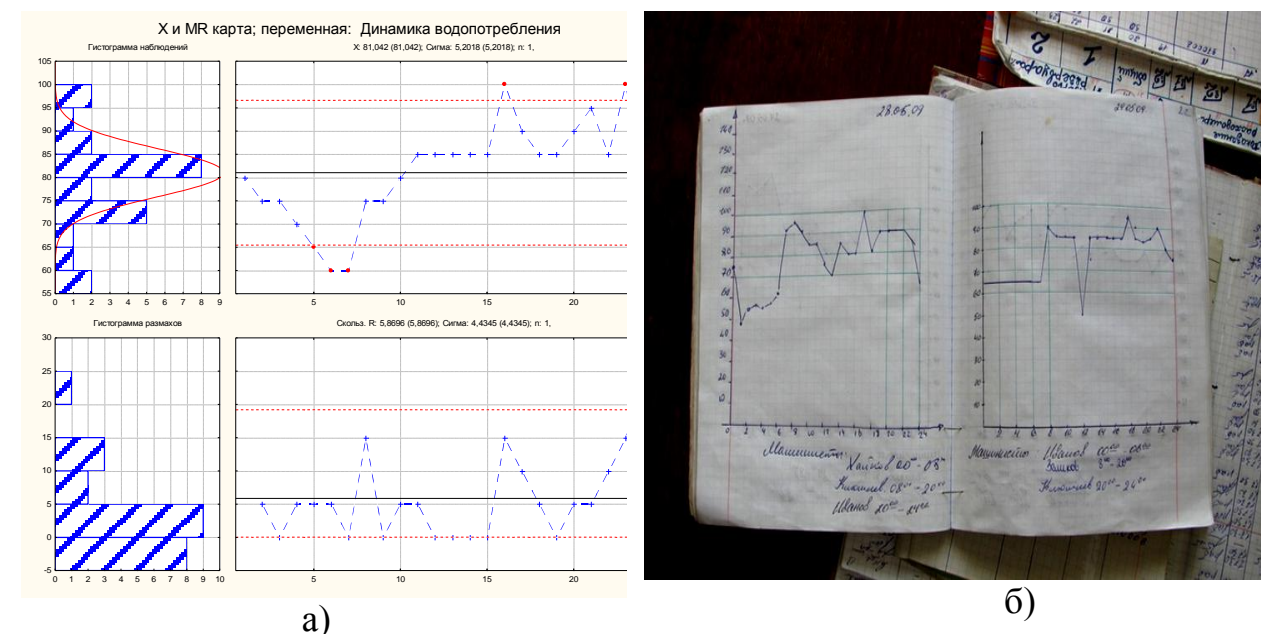


Рис. 4. Пример обработки данных и журнала контрольных карт: а) обработка данных по водопотреблению в пакете прикладных программ Statistical; б) журнал контрольных карт водопотребления на водозаборной станции Бельничского У КП «Жилкомхоз»

Контрольные карты позволяют машинисту насосных установок оперативно фиксировать данные, не делая дублирующих записей в журналах, отслеживать динамику параметров процесса и, в случае отклонений от верхней или нижней контрольных границ, наличия трендов и периодичности кривой, своевременно предотвращать несоответствия.

Для затрат процесса теплоснабжения большое значение имеет расход подпиточной воды, т.е. воды которая возмещает утечку сетевой воды из системы теплоснабжения. Ранее величина расхода подпиточной воды отслеживалась только в оперативных журналах в табличной форме, что усложняло восприятие фактического состояния тепловых сетей. Разработанная автоматизированная система позволяет на основе суточного графического мониторинга анализировать изменение расхода подпиточной воды в разное время суток в более удобном и наглядном виде (рис. 5). Это дает возможность намечать более четко обоснованные мероприятия по доведению ее расхода до среднестатистической и ниже.

Т. А. ФИЛИМОНОВА

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Понятие конкурентоспособности может быть сформулировано следующим образом: конкурентоспособность как обобщенная экономическая категория характеризует экономическую ситуацию, включая проектные, производственные, распределительные и потребительские аспекты результатов экономической деятельности. Конкурентоспособность присуща всем элементам экономической системы, однако проявляется в ситуациях конфликта, результатом которого должно стать перераспределение рынка. Можно выделить целый ряд моментов, безусловно, важных для раскрытия сущности конкурентоспособности и определения ее места среди других экономических категорий:

- конкурентоспособность товаров – это мера ее привлекательности для потребителя;
- привлекательность товаров определяется степенью удовлетворения совокупности разноплановых (противоречивых) требований;
- состав предъявляемых требований, их приоритетность зависит как от вида товара, так и типа ее потребителя;
- конкурентоспособность как экономическая категория рассматривается относительно конкретного рынка и конкретного аналога;
- конкурентоспособности присущ динамический характер – ее имеет смысл рассматривать лишь применительно к конкретному моменту времени, с учетом изменений рыночной конъюнктуры;
- проблема конкурентоспособности относится лишь к нестационарному недефицитному рынку, который находится в неравновесном состоянии;
- конкурентоспособность зависит от стадии жизненного цикла, на которой находится рассматриваемая услуга;
- имеет смысл говорить о конкурентоспособности лишь того товара, который уже обладает определенной долей рынка.

При оценке конкурентоспособности товаров следует опираться на совокупность принципов (исходных положений), следование которым позволяет повысить точность оценки, учесть интересы субъектов рынка, унифицировать порядок действий, составляющих содержание процедуры оценки. Различают следующие принципы оценки конкурентоспособности товаров: комплексность, относительность и социальная адресность.

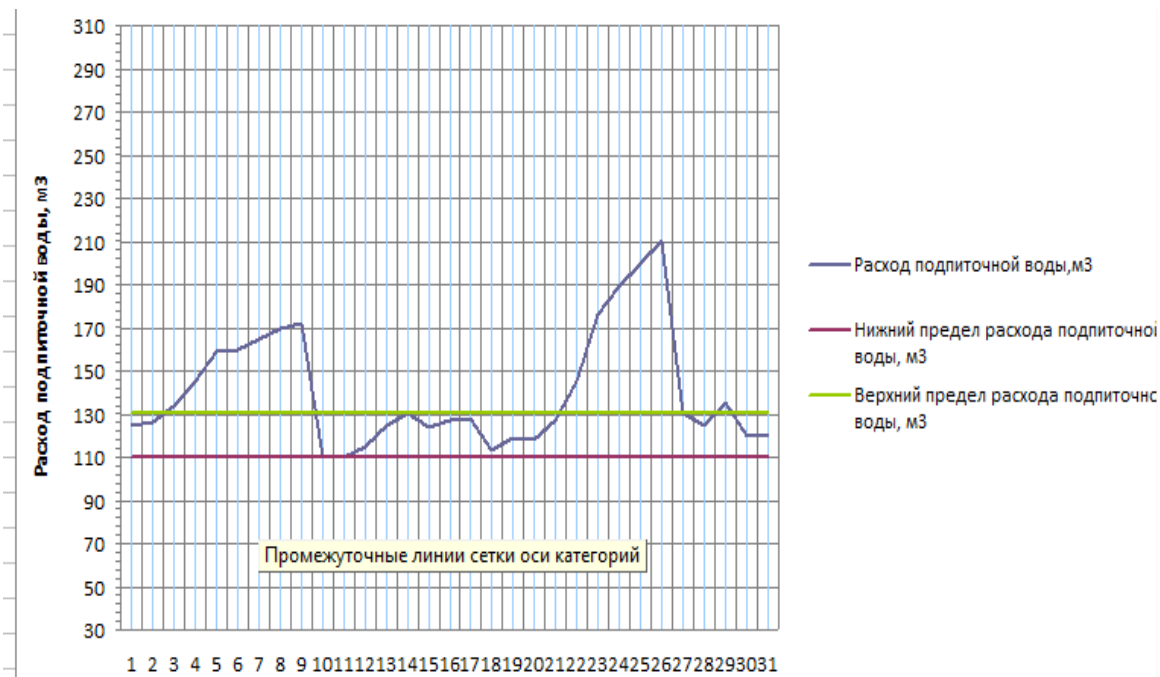


Рис. 5. Автоматизированная система контроля расхода подпиточной воды

Целью любого мониторинга является не только анализ хода протекания технологического процесса, но и оценка его результативности. Ее можно осуществить на основе сопоставления достигнутого результата и планового норматива. Например, результатом процесса теплоснабжения является объем теплоснабжения жилыми домами, в связи с чем, целесообразно анализировать теплоснабжение для выявления и устранения причин отклонения от нормативов, в качестве которых определены дома-эталон. Но в таком случае возникает вопрос правомерности сопоставления теплоснабжения различными домами. Для решения данного вопроса при сравнении разнохарактерных жилых домов проводится их внутренняя группировка. Для группировки единиц совокупности (жилых домов), характеризующихся несколькими признаками (площадь, конструктивные особенности т.д.), целесообразно применить методику кластерного анализа.

Для повышения результативности кластерного анализа была разработана информационно-аналитическая система (ИАС), которая позволяет автоматически отслеживать отклонения теплоснабжения выделенной группы домов от домов-эталон (рис. 6).

ИАС проводит необходимые вычисления и сигнализирует в случае обнаружения несоответствия нормативам с выводом отклонения. Таким образом, применение кластерного анализа в сочетании с ИАС позволяет значительно повысить оперативность выявления и анализа отклонений для корректировки или предупреждения причин их вызвавших.

Концепция конкурентоспособности пришла из анализа сбалансированности бизнес-процессов. «Конкурентное равновесие – совокупность цен, планов потребления и производства, в рамках которой:

1) индивид потребляет предпочитаемые товары в пределах своего бюджета;

2) каждая фирма производит и использует исходные компоненты, чтобы максимизировать свою прибыль;

3) совокупное предложение каждого товара равно его совокупному спросу» [4].

Можно согласиться с выводами российских ученых, что в «экономической теории понятие конкурентоспособности пока не удалось ни четко определить, ни встроить в существующие теоретические концепции. Будучи привнесенным в экономическую теорию извне, из области стратегического менеджмента, понятие конкурентоспособности было не вполне правомерно распространено с уровня фирмы на уровень секторов, регионов и национальных экономик в целом» [5].

Конкуренция и конкурентоспособность как движущие силы экономического развития на основе инноваций, которые создают добавленную стоимость для клиента. При маркетинговом подходе цепочки бизнес-процессов совокупности предприятий-партнеров, которые ориентированы на максимальное удовлетворение нужд потребителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Евдокимова, Т. Г.** Краткий словарь делового человека / Т. Г. Евдокимова. – М. : Финансы и статистика, 1991. – 128 с.
2. Рыночная экономика: Словарь-справочник / Под общ. ред. А. В. Шевчука. – Минск : Выш. шк., 1992. – 254 с.
3. **Карлоф, Б.** Деловая стратегия : пер. с англ. / Б. Карлов. – М. : Экономика, 1991. – 239 с.
4. **Милгром, П.** Экономика, организация и менеджмент : в 2 т. / П. Милгром, Дж. Робертс. – СПб. : Экономическая школа, 2004. – Т. 2. – 422 с.
5. Российская промышленность на этапе роста: факторы конкурентоспособности фирм / Под ред. К. Р. Гончар. – М. : Вершина, 2008. – 480 с.

Адрес	Тип дома	Площадь, м ²	Выработка, Гкал	Выработка, Гкал/м ²	Отклонение от дома эталона			Анализ
					Контроль	Δ	%	
ул. Тельмана 17 этал	70 кв. П	4047	472,97	0,11686929				
ул. Советская 21	30 кв. П	1502	162,95	0,10848868	норма	-0,008	-7,2%	
ул. Советская 28	70 кв. П	4130	441,22	0,10683293	норма	-0,010	-8,6%	
ул. Ворошилова 64	32 кв. К	1848	211,38	0,11438312	норма	-0,002	-2,1%	
ул. Кирова 25	70 кв. П	4121	420,65	0,10207474	контроль	-0,015	-12,7%	
ул. Куйбышева 1	70 кв. П	4160	376,52	0,09050962	контроль	-0,026	-22,6%	
Куйбышева 3	70 кв. П	4149	451,2	0,1087491	норма	-0,008	-6,9%	
ул. Кирова 37	50 кв. П	2996	300,81	0,10040387	контроль	-0,016	-14,1%	
ул. Кирова 37 а	70 кв. П	4115,5	305,84	0,07431418	контроль	-0,043	-36,4%	
Итого:								
ул. Кирова 57 эталон	80 кв. К	5052	297,21	0,05883017				
ул. Кирова 59 (60)	60 кв. К	3772,7	275,9	0,07313065	контроль	0,014	24,3%	
ул. Кирова 59 (80)	82 кв. К	5038	300	0,05954744	норма	0,001	1,2%	
Итого:								

Рис. 6. Фрагмент информационной аналитической системы для анализа теплопотребления жилищного фонда Мстиславского УКП «Жилкомхоз»

Персоналом кафедры «Оборудование и технология сварочного производства» совместно с органом по сертификации СМК ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет» в течении четырехлетней работы получены следующие результаты:

- повысилась управляемость предприятия за счет жесткой регламентации деятельности, систематического анализа функционирования системы управления качеством, повышения оперативности выявления узких мест;
- производственные процессы и процедуры приведены в соответствие с требованиями ТНПА Республики Беларусь;
- повысился квалификационный уровень и мотивация персонала за счет систематической оценки знаний персоналом квалификационных требований и владения нормативно-правовой базой ЖКХ;
- усовершенствовалась мотивация персонала за счёт применения системы премирования с учётом качества работы;
- повысилась эффективность закупочной деятельности в соответствии с требованиями рынка;
- выросла управляемость документооборота предприятия;

– возросла культура производства за счет полной идентификации, работы по стандартам, периодическим внутренним аудитам и за счет системы мониторинга процессов;

– повысилась дисциплина и ответственность персонала за счет четкой регламентации деятельности;

– снизились непроизводственные затраты.

Конечным результатом работ по моделированию и внедрению системы менеджмента качества является ее сертификация третьей стороной к 01.04.2012 г. органом по сертификации СМК ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет» сертифицировано 13 предприятий ЖКХ Могилевской области.

Чтобы создать и эффективно поддерживать СМК на предприятиях жилищно-коммунальной сферы, необходимо разработать и принять, прежде всего, нормативные акты на уровне Министерства жилищно-коммунального хозяйства, касающиеся построения и объединения такой системы, которая в перспективе может работать и как саморегулируемая организация. Надо учесть, что только координация усилий и взаимодействие всех заинтересованных сторон, при активном участии Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь и региональных властей, позволит строить эффективную СМК предприятий ЖКХ.

УДК 338.24
ПОНЯТИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ, МЕСТО И РОЛЬ ЕГО В
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

А. П. ТРЕНИХИН, А. Г. БАРАНОВСКИЙ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В рыночной экономике конкуренция имеет ключевое теоретическое и практическое значение, так как от уровня конкурентоспособности предприятий зависит их жизнеспособность и качество жизни населения.

В толковом словаре русского языка Ожегова С. И. «конкурент» - тот, кто конкурирует с кем-нибудь; «конкурентоспособный» - способный выдержать соперничество, конкуренцию, противостоять конкурентам; «конкуренция» - соперничество, состязаться, добиваться первенства.

В кратком словаре делового человека [1] «конкуренция» – соперничество между товаропроизводителями за лучшие, экономически более выгодные условия производства и сбыта товаров, а «конкурентоспособность» – способность выдержать конкуренцию в сравнении с аналогичными товарами и услугами других производителей в условиях рынка.

В других справочниках отмечается, что «конкуренция» – это экономическая борьба, соперничество между обособленными производителями за удовлетворение своих интересов, связанных с продажей продукции, оказания услуг одним и тем же потребителям.

В рыночной экономике государство должно обеспечить создание законодательной основы для активизации конкуренции, предусмотреть специальные меры по ее стимулированию с помощью субсидирования, налоговых, кредитных льгот, санкций в случае монополизации рынка и т.п. [2].

В зарубежных источниках рассматриваемым понятиям уделяется важное место. *Конкуренция* – определяется как «соперничество, или борьба, часто между двумя более или менее четко обозначенными соперниками». На понятии конкуренции строятся различные концепции и модели, причем во всех используется понятие конкурентоспособности – и как способность обеспечить лучшее предложение по сравнению с конкурирующей компанией» [3].

Анализ конкуренции по Портеру – рассматривается с позиций теории стратегических игр и направлен на выработку и реализацию стратегии в области бизнеса с учетом пяти сил конкуренции. Задача конкурентной стратегии компании привести ее в такое состояние, чтобы в полной мере использовать свои преимущества.

туация при которой в Республике Беларусь цены, по ряду товаров, выше, чем в соседних странах, а бизнес может продавать их за рубежом по ценам ниже, чем в Республике Беларусь. Но даже в таких условиях экспортируя продукцию, бизнес будет иметь дополнительную прибыль. Поэтому дальнейшую девальвацию белорусского рубля следует остановить, так как это приведет к росту цен. А может быть следует выработать тактику циклов девальвации в зависимости от изменения валютных курсов основных торговых партнеров.

Также надо учитывать и такой факт, что проведение продолжительное время девальвации белорусского рубля становится тормозом модернизации экономики, так как белорусские производители получают возможность повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции в результате действия ценового фактора, а не за счет улучшения качества. Более того, обесценивание белорусского рубля способствует удорожанию инвестиционных вложений в импортные инновационные технологии и оборудование.

В течение 2012 года будет наблюдаться улучшение внешнеторгового сальдо – ценовой фактор будет скрывать стагнацию роста экспорта в объемах. В 2013-2014 годах, если не принимать меры по улучшению качества, эта стагнация обернется потерей конкурентоспособности, которая не может больше быть компенсирована девальвационным эффектом.

С теоретической точки зрения, падение курса белорусского рубля невыгодно импортерам. Это ведет к увеличению внутренних цен на импортные товары, что может привести к снижению круга потребителей. Но практика в Российской Федерации показывает, что при отсутствии соответствующего импортозамещения значительного сокращения объемов импорта не будет наблюдаться. В то же время необходимо ввести по всем отраслям коэффициент опережения темпов роста экспорта над темпами роста импорта. Также следует иметь в виду, что укрепление национальной денежной единицы по отношению к валютам стран – основных торговых партнеров без изменения ситуации в производственном секторе стимулирует рост отрицательного сальдо торгового баланса, снижает рентабельность предприятий и дестабилизирует ситуацию на валютном рынке.

Девальвация белорусского рубля оказывает негативное влияние на ориентированные на внутренний рынок предприятия, которые вынуждены покупать импортное сырье по более высоким ценам. Следует изучить опыт Японии. В этой стране покупали товары по мировым ценам, а реализовывали их по контролируемым ценам. Поэтому не следует продолжительное время применять девальвацию как основной метод стимулирования внешнеторговых операций. Также банкам следует сдерживать финансирование потребительского импорта, а продвигать экспорт белорусских товаров.

УДК 621.928.9

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМБИНИРОВАННОГО ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЯ С ЗЕРНИСТЫМ СЛОЕМ НА ОСНОВЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БАЛАНСА ПОТОКОВ

А. В. АКУЛИЧ, В. М. ЛУСТЕНКОВ, Ю. В. ЧЕПЕЛЕВИЧ, А. А. АКУЛИЧ

Учреждение образования
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ»
Могилев, Беларусь

Развитие промышленности в условиях повышения энергоэффективности производства при проведении различных процессов, в том числе и процессов очистки газов, связано с разработкой и внедрением высокоэффективного комбинированного оборудования, основанного на совмещении нескольких способов.

Выбор пылеуловителя нового типа под определенную технологическую задачу осуществляется на основании его технических характеристик, таких как гидравлическое сопротивление, коэффициент гидравлического сопротивления и эффективность улавливания. Расчет технических характеристик должен производиться на основании методики расчета, учитывающей особенности конструкции и гидродинамики пылеуловителя.

В работе представлены результаты теоретических исследований гидродинамики созданной конструкции комбинированного пылеуловителя с зернистым слоем. Особенностью данного аппарата является совмещение в едином энергетическом поле центробежной очистки в системе взаимодействующих вихревых потоков и фильтрации через слой зернистого материала.

Комбинированный пылеуловитель с зернистым слоем работает следующим образом. В камеру центробежного отделения в определенном соотношении через периферийный и центральный патрубки подается газ-взвесь. В системе взаимодействующих вихревых потоков, закрученных в одном направлении и движущихся навстречу друг другу, происходит отделение крупной фракции. Сохраняя энергию вращения, предварительно очищенный газ перераспределяется на стадию фильтрации через слой зернистого материала, расположенный вокруг камеры центробежного отделения в кольцевом канале, где происходит доочистка от мелкодисперсных частиц.

На основе уравнения энергетического баланса потоков, подаваемых в периферийный и центральный входные патрубки комбинированного пылеуловителя, получена зависимость для определения гидравлического сопротивления разработанного аппарата:

$$\Delta P_0 = k\Delta P_1 + (1 - k)\Delta P_2 + \Delta P_3, \quad (1)$$

где $\Delta P_1, \Delta P_2, \Delta P_3$ – гидравлическое сопротивление соответственно периферийного и центрального потоков, стадии фильтрования, Па; k – кратность потоков – отношение расхода газа подаваемого через периферийный входной патрубок к общему расходу газа через аппарат.

Установлено, что затраты энергии стадии фильтрования в значительной степени определяются физико-механическими свойствами зернистого материала, структурой слоя, его геометрическими размерами, а также скоростью фильтрования. В результате получена зависимость для расчета гидравлического сопротивления комбинированного пылеуловителя с зернистым слоем с учетом особенностей стадии фильтрования:

$$\Delta P_0 = k\Delta P_1 + (1 - k)\Delta P_2 + \left[5,47 \frac{(1-\varepsilon)^2 \rho H_{cl} w_{\phi}^2}{\varepsilon^3 d_s} \right], \quad (2)$$

где H_{cl} – высота зернистого слоя, м; $d_s = \sqrt[3]{6V/\pi}$ – эквивалентный диаметр частицы зернистого слоя, м; V – объем частицы зернистого слоя, м³; ε – порозность слоя; ρ – плотность газа, кг/м³; w_{ϕ} – скорость фильтрования, м/с.

Преобразованием (1), показано отношение расхода газа в аппарате к плановой скорости в камере центробежного отделения, найдено уравнение для определения коэффициента гидравлического сопротивления (ζ_0) комбинированного пылеуловителя с зернистым слоем, учитывающее режимные и конструктивные особенности стадии фильтрования:

$$\zeta_0 = \zeta_1 k^3 + \zeta_2 (1 - k)^3 + \zeta_3 \frac{d_k^4}{(D_a^2 - d_k^2)^2}, \quad (3)$$

где $\zeta_1, \zeta_2, \zeta_3$ – коэффициенты гидравлического сопротивления аппарата при подаче газа соответственно через периферийный и центральный патрубки, стадии фильтрования; D_a – диаметр аппарата, м; d_k – диаметр камеры центробежного отделения, м.

В результате исследования эффективности улавливания двухстадийного процесса очистки газа в системе двух взаимодействующих вихревых потоков и фильтрованием через слой зернистого материала, с учетом изменения эффективности улавливания на стадии фильтрования во времени, получена новая зависимость для расчета эффективности улавливания комбинированного пылеуловителя с зернистым слоем:

$$\eta = [1 - (1 - kF(x_1) + (1 - k)F(x_2))(1 - e^{-K_{cl}(a-b)})]100, \quad (4)$$

где $F(x_1), F(x_2)$ – интегралы вероятности для периферийного потока и центрального потока; a и b – коэффициенты, характеризующие протекание процесса по времени; K_{cl} – коэффициент захвата, характеризующий влияние свойств пыли, зернистого материала и режимов фильтрования.

Расчетные зависимости гидравлического сопротивления и эффективности улавливания хорошо согласуются с результатами экспериментальных исследований. Результаты исследований положены в основу методики расчета комбинированных пылеуловителей данного типа.

уровне. В то же время, в целях сохранения преимущества во внешней торговле, можно ослабить курс белорусского рубля не более 5 % в текущем году. В противном случае – не будет выполнен планируемый показатель инфляции в размере 19–22 %.

Следует иметь в виду, что сокращение экспортной выручки приведет к снижению денежной массы внутри страны. Решающим способом воздействия на валютный рынок является эффективное управление валютным курсом. В экономической теории рассматриваются два основных режима валютного курса – плавающий и фиксированный. На практике очень трудно встретить тот или иной режим в чистом виде. Обычно происходит их взаимопроникновение. Поэтому Национальный банк обязан проводить курсовую политику, основанную на рыночных методах регулирования. При этом очень важно верно определить реальный курс национальной денежной единицы. Он отличается от номинального тем, что учитывает изменение уровня цен в своей стране и в той, к валюте которой котируется национальная валюта. Реальный курс может выражаться как через абсолютные величины, так и через индексы. Это следует из формулы:

$$Er = En * Pf/Pd,$$

где Er – реальный валютный курс; En – номинальный валютный курс; Pf – уровень относительных цен зарубежной страны; Pd – уровень относительных цен своей страны.

Экономисты признают, что для малых государств с открытой экономикой реальный курс национальной валюты должен быть недооценен по отношению к валютам стран – основных торговых партнеров, чтобы национальные товары имели ценовые преимущества. Укрепление реального валютного курса возможно только при оживлении экономики и увеличении производительности труда. Дефицит торгового баланса может компенсироваться притоком капитала. При этом степень недооценки национальной денежной единицы определяется в зависимости от уровня экономического развития и необходимого уровня относительных цен.

В конечном итоге, девальвация национальной валюты ведет к занижению оценки труда, затраченного в народном хозяйстве, к необходимости проводить меры по росту заработной платы. А это будет способствовать росту темпов инфляции.

Одновременно надо принять меры по стабильности цен директивным путем и не бояться этих методов регулирования, особенно для импортных товаров. Весь мир в особых случаях прибегает к этому. Тем более, что цены на энергоносители на 2012 г. снижены. Д. Кейнс в книге «Общая теория занятости, процента и денег» отдает предпочтение по выходу из таких ситуаций политике, допускающей медленное повышение заработной платы при сохранении стабильности цен. Сегодня начинает складываться си-

Н. А. СЕРГЕЙЧИК
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКИЙ-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Основной целью каждого государства является экономический рост, полная занятость, устойчивые цены и увеличение объема экспорта, что предполагает макроэкономическое равновесие. Однако долгосрочные экономические цели достигаются через колебание слагаемых равновесия и осуществляются циклически. Одна из причин этого – несбалансированность дохода, потребления и накопления капитала, которая отражается в темпах экономического роста. Экономический рост измеряется скоростью изменения объема реального ВВП за определенный период времени.

Основное кейнсианское уравнение расчета ВВП состоит из четырех составляющих: потребительских расходов, государственных расходов, инвестиций и сальдо внешней торговли. В Республике Беларусь темп роста ВВП по плану-прогнозу на 2012 г. составит 5–5,5 % при годовой инфляции 19–22 %. Рассмотрим за счет каких источников это может осуществляться.

Исследование состояние проблемы показывает, что источник роста потребительских расходов на 2012 год будет проявляться благодаря принимаемым мерам по росту заработной платы, осуществляемым после прошедшей в 2011 году девальвации белорусского рубля в 2,7 раза и инфляции в размере 108,7 %. Однако влияние этой составляющей примет незначительные масштабы. Ожидаемый рост составит 1–1,5 %.

Изучение, принимаемых Правительством страны мер, убеждает, что источников роста государственных расходов в 2012 году не следует ожидать, так как будут даже сокращаться государственные программы. Поэтому они составят меньшую долю от ВВП, чем в предыдущем году.

Инвестиции – возможный источник в связи с прогнозируемой продажей активов. В то же время не исключается, что эти доходы будут зачисляться в золотовалютные резервы.

Таким образом, основным источником роста ВВП станет внешняя торговля, конкурентоспособность которой за счет девальвации национальной валюты существенно повысилась. В 2012 году планируется профицит внешней торговли на 1,5 млрд долларов. Данный источник обеспечит рост ВВП, по оценке специалистов, на 4–5 %. Чтобы внешняя торговля внесла положительный вклад в рост ВВП в 2012 году необходимо обеспечить сохранения реального обменного курса белорусского рубля на текущем

Л. М. АКУЛОВИЧ, Л. Е. СЕРГЕЕВ, В. Е. БАБИЧ, Е. В. СЕНЧУРОВ,
В. В. ПАДАЛЯК
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Обработка отверстий является более сложной технологической задачей, чем обработка наружных цилиндрических поверхностей. При обработке отверстий особая роль отводится финишным методам, таким как шлифование, хонингование, суперфиниширование, доводка. Однако каждому из этих методов присущи определенные недостатки, снижающие эффективность их использования. В связи с этим, актуально проведение работ по созданию новых финишных способов обработки, одним из которых является магнитно-абразивная обработка (МАО) [1, 2].

Поскольку диаметры отверстий деталей машин ISOO определены в диапазоне от 1 мм до 10000 мм, то по технологическим соображениям допускается их произвольная классификация по размерным признакам. Согласно [2], имеется два варианта схем МАО отверстий (рис. 1). По первому варианту (рис. 1, а) заготовка располагается между полюсными наконечниками. Эта схема приемлема для обработки отверстий диаметром до 30 мм в заготовках из пара- и диамагнитных материалов. Во втором варианте (рис. 1, б) полюсный наконечник вводится внутрь отверстия. Однако для обработки больших диаметров это является технически сложно-реализуемым и неэффективным с позиции энергозатрат.

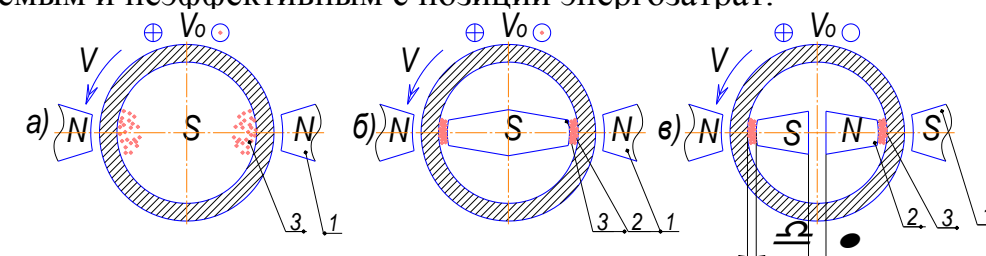


Рис. 1. Схема магнитно-абразивной обработки

Поэтому предлагается третий вариант (рис. 1, в) схемы МАО с двойным полюсным наконечником. Однако при близком расположении двух полюсных наконечников происходит, согласно законам электромагнетизма, их взаимное отталкивание, либо сближение. В связи с этим, возникает необходимость в расчете минимального расстояния λ между полюсными наконечниками. Это необходимо чтобы, с одной стороны, минимизировать данное воздействие магнитных полей друг на друга, а с другой, – достичь оптимальных габаритных размеров ЭМС и снизить ее материалоемкость.

По результатам проведенных теоретических исследований распределения магнитного поля был произведен расчет магнитопровода с двойным полюсным наконечником и изготовлен его опытный образец. При проведении экспериментов обрабатывали внутренние обоймы подшипников ТУ 37.006.162-89, диаметры 180 мм и 240 мм, материал – сталь ШХ15 ГОСТ 801-78, 58 – 62 HRC. Исходная шероховатость поверхности образцов составляет $Ra_1 = 1,6-2,8$ мкм. Оборудование – станок ЭУ-6, ФАП – Ж15КТ ТУ 6-03-09-483-81, размерность частиц $\Delta = 100/160$ мкм, смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС) – СинМА-1 ТУ 38.5901176-91, 2 %-й водный раствор. Параметры и режимы обработки: магнитная индукция, $B = 0,9$ Тл; скорость вращения детали $V_{вр} = 2,5$ м/с; скорость осцилляции $V_o = 0,15$ м/с; амплитуда осцилляции $A = 3$ мм; величина рабочего зазора $\delta = 1$ мм; время обработки $t = 90$ с. Выходными показателями служили: достигаемая шероховатость поверхности Ra_2 , мкм; величина размерного съема, мкм; величина остаточных напряжений, МПа. Для их установления использовалось: профилограф-профилометр «Калибр-252», микроскоп «БМИ-1», прибор «УРС-50И» при учете смещения рентгеновских линий $(211)\alpha$. Результаты проведенных испытаний представлены в табл.1.

Табл. 1. Сравнительные показатели производительности МАО и качества поверхностей подшипников с использованием одинарного и двойного полюсных наконечников

Диаметр обрабатываемого отверстия, мм	Достижимая шероховатость поверхности Ra_2 , мкм		Величина размерного съема, G мкм		Величина остаточных сжимающих напряжений, МПа	
	Одинарный	Двойной	Одинарный	Двойной	Одинарный	Двойной
Ø160	0,44-0,69	0,09-0,24	5-12	25-45	840-900	950-1100
Ø240	0,36-0,58	0,12-0,23	8-14	35-55	760-870	870-980

В результате проведенных исследований установлена возможность использования двойного полюсного наконечника, разработана и создана его конструкция, определены технологические режимы обработки, что в совокупности обеспечивает достижение заданных показателей качества и производительности при сокращении энергопотребления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Скворчевский, Н. Я.** Эффективность магнитно-абразивной обработки / Н. Я. Скворчевский, Э. Н. Федорович, П. И. Ящерицын. – Минск: Навука і тэхніка, 1991. – 216 с.
2. **Барон, Ю. М.** Магнитно-абразивная и магнитная обработка изделий и режущего инструмента / Ю. М. Барон. – Л. : Машиностроение, 1986. – 256 с.

ностям и запросам клиентов, включая систему разнообразных льгот и скидок. В свою очередь, мотивы принятия клиентом решения при выборе перевозчика связаны с анализом соотношения «цена – качество», комплексно характеризующего условия транспортного обслуживания, в том числе требования грузовладельцев к срокам доставки и сохранности грузов.

Автотранспортное предприятие организует свою деятельность по предоставлению транспортных услуг, обеспечивающих получение прибыли, на основе всестороннего изучения запросов клиентов и динамики платежеспособного спроса на перевозки. Оно проводит, тем самым, маркетинговую политику завоевания рынков сбыта. При маркетинговом исследовании конкретного рынка анализируются те его части (сегменты), те группы клиентов, потребности которых предприятие намерено удовлетворять с учетом собственных производственных и финансовых возможностей. Понимание запросов своих клиентов, выраженных в виде сегментов рынка, позволяет предприятию более четко определить перечень услуг, пользующихся наибольшим спросом, повысить качество их исполнения. Разбивку клиентуры на однородные группы можно проводить в зависимости от расстояний перевозок, специфики грузов, партионности отправок, особых требований к доставке и др. Наибольший интерес представляют те рыночные сегменты, где позиции конкурентов слабы, а спрос достаточно высок. При определении существующих и перспективных потребностей, а также уровня удовлетворения в автомобильных перевозках применительно к конкретному региону, необходимо проводить оценку потенциального спроса и сложившейся конъюнктуры на данном сегменте рынка, в том числе собственной доли рынка, которую предприятие может охватить без привлечения значительных инвестиций, и доли рынка, занимаемой основными конкурентами. Каждую группу целесообразно оценить с позиции ее доходности для транспортного предприятия, платежеспособности и перспектив роста объемов обслуживания. Затем определить приоритетные виды перевозок и других услуг, по которым предприятие имеет наибольший коммерческий успех или прогнозируется устойчивый спрос потенциальных потребителей. Результаты исследований используются при разработке конкретных мероприятий по улучшению обслуживания клиентуры и выбору стратегии конкурентной борьбы на рынке в зависимости от имеющихся возможностей автотранспортного предприятия. Кроме того, они могут быть положены в основу аргументированного бизнес-плана под определенный проект развития предприятия, требующего привлечения инвестиций.

Н. В. РУБАНОВА, И. Я. КУРСОВА, Л. И. ПУШКИНА

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Основой рыночных отношений на автомобильном транспорте является конкуренция автотранспортных предприятий как производителей транспортной продукции за рынок сбыта своей продукции.

В рыночных условиях преобладающим элементом транспортного рынка является клиент (отправитель – получатель грузов), который диктует предприятию условия транспортного обслуживания. При этом в рыночных условиях предложение превышает спрос на перевозки и возникает конкуренция между автотранспортными предприятиями различных форм собственности.

Следует различать конкурентоспособность предприятия, выполняющего транспортные услуги, и конкурентоспособность транспортных услуг.

Под конкурентоспособностью автотранспортного предприятия следует понимать его способность организовывать и осуществлять перевозки, которые по своему качеству и стоимости (тарифу) и другим характеристикам являются более привлекательными для клиентуры, чем перевозки и услуги, предлагаемые конкурентом. В целом, предприятие может быть конкурентоспособным, но отдельные услуги, выполняемые им – неконкурентоспособны. Поэтому задача любого автотранспортного предприятия заключается в том, чтобы все выполняемые ими услуги были конкурентоспособными.

Традиционный тип услуг автотранспортного предприятия – это собственно перевозки грузов и пассажиров на ближние и дальние расстояния. Возможно комплексное транспортное обслуживание клиента, сопровождаемое предоставлением разнообразных дополнительных услуг по транспортной экспедиции, проведению погрузочно-разгрузочных и складских работ, временному хранению груза, информационному обеспечению участников перевозочного процесса и осуществлению между ними необходимых взаиморасчетов и т.д. Эти и другие услуги могут выполняться как оператором – непосредственным организатором перевозки, так и привлечением к этой работе специализированных предприятий на договорной основе. Транспортные предприятия, как правило, стремятся к росту объема реализации своих услуг путем рационализации структуры парка автомобилей и привлечения новых клиентов. Желательно расширение перечня транспортных услуг в наибольшей степени отвечающих местным особен-

А. В. БУГЛАК, А. В. АКУЛИЧ

Учреждение образования

«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ПРОДОВОЛЬСТВИЯ»

Могилев, Беларусь

Разработана конструкция обжарочного аппарата, барабан которого выполнен в виде усеченных конусов сочлененных большими основаниями с цилиндром. Новизной конструкции является наличие внутри барабана вытеснителя цилиндрического типа с лопастями, который позволяет использовать свободное пространство барабана и повысить эффективность аппарата. Барабан и вытеснитель снабжены рубашкой, по которой циркулирует высокотемпературный теплоноситель (органическое масло).

Проведены экспериментальные исследования удельных затрат энергии на процесс тепловой обработки слоя материала при его нагреве до 100 °С с обогреваемой и не обогреваемой поверхностью вытеснителя. Эксперименты проведены при различной загрузке аппарата материалом, которая характеризуется коэффициентом заполнения $k_{зан}$, т.е. отношением объема загрузки к объему барабана. В качестве обрабатываемого материала использованы зерна пшеницы.

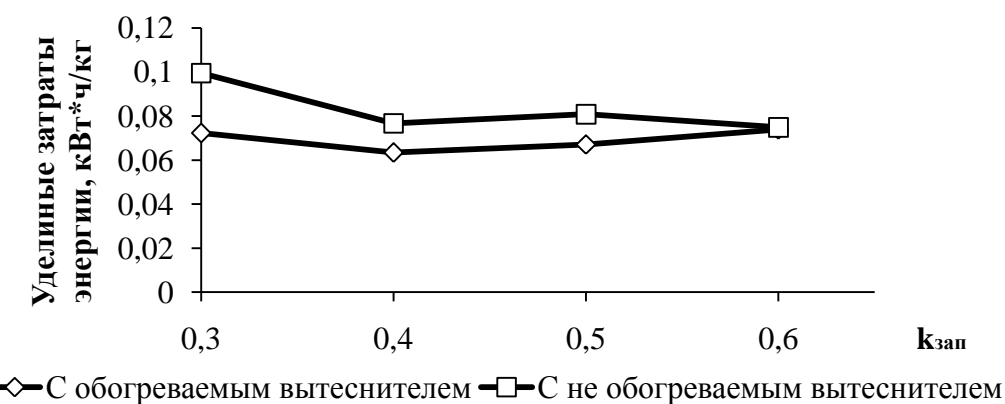


Рис. 1. Изменение удельных затрат энергии для тепловой обработки материала при различных $k_{зан}$ с обогреваемым и с не обогреваемым вытеснителем

Анализ экспериментальных данных (рис. 1) показывает, что разработанная конструкция вытеснителя при его обогреве приводит к снижению удельных затрат в 1,2 раза при $k_{зан}$ равным 0,3, 0,4 и 0,5. Это достигается за счет увеличения поверхности теплообмена и коэффициента теплоотдачи от поверхности барабана и вытеснителя к материалу, что повышает эффективность тепловой обработки.

УДК 621.71-52
МЕТОД РОБОТИЗИРОВАННОЙ СБОРКИ ПРОФИЛЬНЫХ ВАЛОВ НА
ОСНОВЕ АДАПТАЦИИ

М. В. ВАРТАНОВ, Е. Д. КУНИЛОВА

Федеративное государственное образовательное бюджетное учреждение
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МАМИ»
Москва, Россия

Автоматизировать сборку профильных соединений деталей трудно, поскольку необходимо обеспечить решение трех технических задач. Нужно достигнуть совпадения осей сопрягаемых посадочных цилиндрических поверхностей профильных валов, их относительного углового положения в сечении перпендикулярном оси одной из них и осевого положения вдоль базовой детали.

В МГТУ «МАМИ» разработан метод роботизированной сборки профильных бесфасочных соединений с зазором. Предполагалось, что наличие вибраций и упругой податливости закрепления профильного вала могут компенсировать погрешности положения собираемых деталей.

Вибрационная опора представляла собой трехзвенный манипулятор, каждое звено которого приводится в движение от отдельного привода.

Задачей работы являлось изучение влияния вибрационных колебаний и вращения первого звена устройства на характер движения центра масс профильной детали (а также первоначальной точки контакта) по отношению ко втулке. Необходимо было определить влияние на характер движения центра масс вала по отношению к втулке ряда параметров, в частности, конструктивного параметра вибрационного устройства; коэффициентов жесткости упругих элементов схвата; коэффициента трения между валом и втулкой; амплитуды и круговой частоты колебаний второго и третьего звеньев устройства, а также величины угловой скорости вращения первого звена устройства.

С этой целью была разработана математическая модель динамики движения центра масс присоединяемой детали по отношению к оси базовой детали.

Чтобы выделить режимы вибраций и получить область изменения динамических и конструктивных параметров, при которых центр масс присоединяемой детали достаточно быстро асимптотически приближается к оси базовой детали, было проведено компьютерное моделирование процесса.

На основе математической модели был разработан пакет программ, реализующий по заданным исходным параметрам аналитические решения полученных уравнений.

Программный пакет позволяет пользователю задавать различные параметры модели и исследовать их влияние на результат.

роли малых городов необходима для обеспечения всестороннего развития экономики республики.

Материал, собранный в ходе исследований, позволяет выделить и сформулировать несколько констатаций и существенных проблем, касающихся тех или иных сторон жизни малых городов.



Рис. 1. Круг проблем малых городов и прилегающих территорий

Эти проблемы представляются столь глубокими, что могут показаться практически неразрешимыми. Но отказ от деятельности не должен становиться принципом и установкой. Вопрос лишь во времени, ресурсах и усилиях, которые должны быть приложены для приведения ситуации в соответствие с желаемым состоянием.

Решением проблем является создание условий для экономического, социального и культурного развития малых городов с целью превращения их в устойчивые саморазвивающиеся административные единицы путем активизации собственных экономических возможностей в сочетании с политикой избирательной поддержки проблемных городов. При этом нельзя отрицать наличие местных инициатив.

Ю. Ю. РАССЕКО
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Региональная экономическая политика белорусского государства предусматривает обеспечение роста благосостояния населения независимо от места его проживания, повышение уровня комплексного развития производительных сил и конкурентоспособности экономики регионов.

В Республике Беларусь – 207 городских поселений (включая города и поселки городского типа), в том числе 112 городов, из которых 88 – малые и средние, и 95 поселков городского типа, которые различаются по административному статусу и численности населения. Всего в республике насчитывается – 183 малых и средних городских поселения с численностью населения до 50 тысяч человек. В настоящее время в крупных городах республики проживает 56,9 % населения, средних городских поселениях – 5,0 %, малых городских поселениях – 12,4 %, в сельских населенных пунктах – 25,7 % граждан. Таким образом, от степени развития малых городов зависит уровень жизни 1,2 млн человек. В большинстве своем малые города являются районными центрами, в зонах влияния которых проживает еще около 2,5 млн человек. Поэтому малые города являются экономическими и социокультурными центрами для 1/5 населения страны.

В связи с этим необходимо обратить внимание не только на развитие малых городов, а также оценить состояние прилегающих к ним территорий.

Рассматривая роль малых городов как «двигателей развития сельских районов», следует выделить две главные функции.

Первая – качественное усиление (не только восстановление) роли малых городов в реформировании территориальных агропромышленных комплексов.

Вторая – повышение роли небольших городов в качестве организационно-политических центров местного самоуправления, со значительным развитием всего комплекса культурно-бытового обслуживания населения.

Именно малые города с прилегающими к ним селами должны быть каркасом системы расселения развитого государства, однако, социально-экономические преобразования последних лет зачастую проводились без учета специфики малых населенных пунктов, что не только не способствовало их развитию, но и вовсе усугубило кризисные явления. Активизация

В качестве примера вывода данных в графическом режиме на рис. 1 показаны траектории движения центр масс устанавливаемой детали к оси базовой.

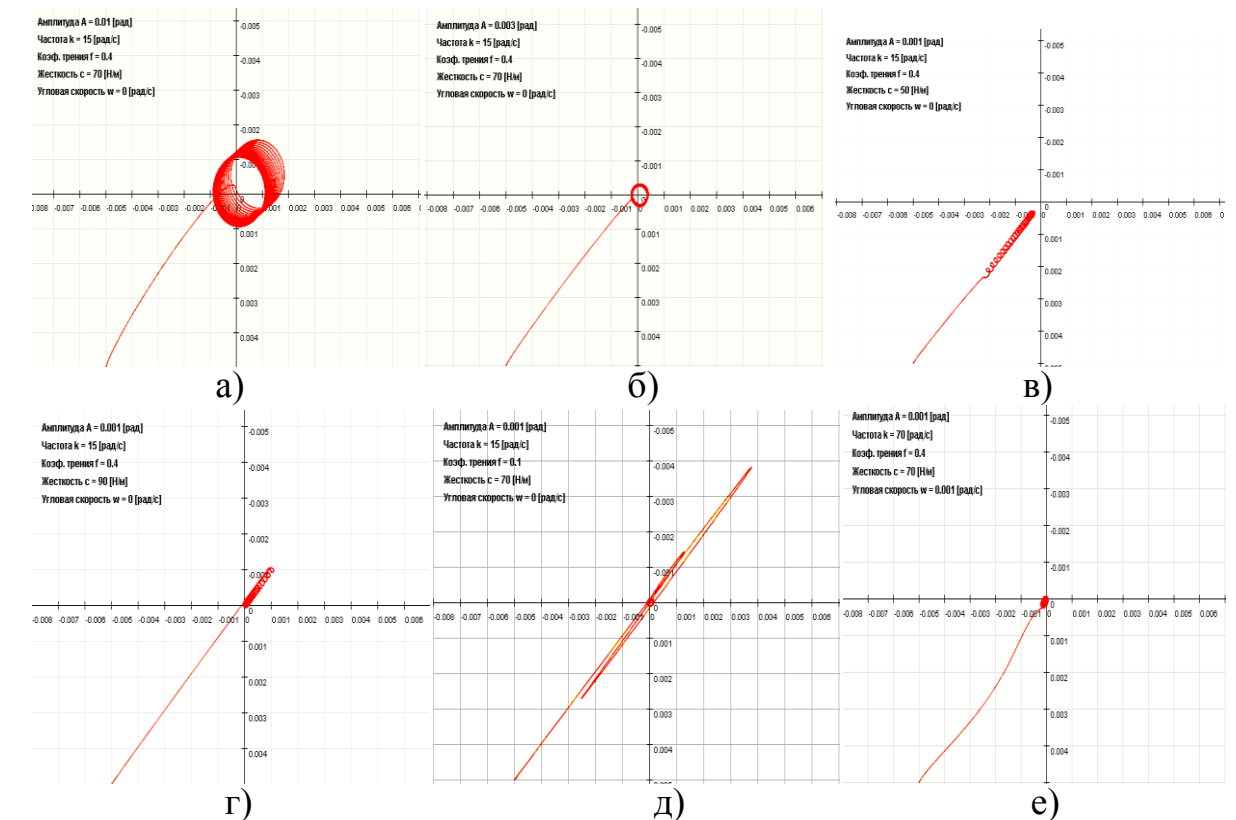


Рис. 1. Траектории движения центр масс устанавливаемой детали к оси базовой

Из рис. 1 видно, что при большом значении амплитуды (а и б) наблюдается движение присоединяемой детали не удовлетворяющее поставленным условиям, а при малых амплитудах ($A=0,001$) наблюдается асимптотическое движение присоединяемой детали к оси базовой.

Полученные результаты показали, что существует область изменения жесткости упругих элементов, при которой движение центра масс присоединяемой детали не доходит (рис. 1, в) или переходит (рис. 1, г) ось базовой детали, а при других значениях центр масс присоединяемой детали асимптотически доходит до оси базовой детали (рис. 1, е).

Разработанные динамические модели, позволили теоретически обосновать возможность использования вибрационных колебаний для относительного ориентирования профильных деталей. Компьютерное моделирование стало основой проектирования экспериментальной установки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Божкова, Л. В. Совершенствование технологии сборки цилиндрических профильных деталей с применением вибрационных колебаний и пассивной адаптации / Л. В. Божкова, М. В. Вартапов, Ж. К. Бакена Мбуа // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2010. – №7. – С. 26–31.

УДК 669.14
ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ЗАГОТОВОК
ИЗ СТАЛИ ИГЛОФРЕЗЕРОВАНИЕМ

А. Г. ГАЛИЛЕЕВ, И. Л. БАРШАЙ
«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

В основе повышения износостойкости и усталостной прочности деталей лежит воздействие на рабочую поверхность деталей и элементы кристаллической решетки металла путем применения различных видов обработок. В настоящее время с этой целью применяется широкий спектр различных видов обработки, среди которых термические и химико-термические способы, механическая обработка, виброобкатывание, дробе- и гидроструйные методы, электроискровая обработка и т.д. Перспективным методом обработки металла за наибольшую простоту, уменьшение стоимости и экологичность по отношению к перечисленным методам считается иглофрезерование.

В качестве инструмента при иглофрезеровании используется иглофреза – режущий инструмент с несколькими сотнями тысяч режущих элементов, собранный в виде тела вращения из прямых и равных по длине отрезков высокоуглеродистой стальной проволоки – игл с твердостью НВ 500, с плотностью упаковки на рабочей поверхности 65...85 %.

Исследования влияния иглофрезерования на износостойкость конструкционных сталей проводили на образцах – колодках из сталей 45 и 12ХНЗА. Образцы из стали 45 были использованы для сравнения результатов исследований. В качестве другого элемента пары трения (контртела) использовали ролики из закаленной стали 45. Для сравнения использовали образцы из сталей 45 и 12ХНЗА, поверхности которых были обработаны плоским шлифованием.

Обработка плоских поверхностей образцов иглофрезерованием выполнялась на горизонтально-фрезерном станке 6Н82Г. Образцы закреплялись в машинных тисках. Использовалась иглофреза диаметром $D = 125$ мм, шириной $B = 20$ мм и плотностью набивки проволочных элементов 75...85 %. Диаметр единичного проволочного элемента $d = 0,3$ мм, вылет $l = 20$ мм.

При планировании исследований применяли метод ЛПт – последовательностей.

В процессе экспериментов выяснилось, что относительный объемный износ (интенсивность изнашивания) образцов из стали 12ХНЗА весьма незначителен и мало зависит от режимов иглофрезерования как в условиях

вось дасягнуць у сваім маўленні свабоды самавыражэння і перадачы самых тонкіх адценняў думак і пачуццяў, ды так, каб выказванне было нязмушаным, – задача надзвычай складаная. Стаўнаўленне паўнаwartаснай моўнай асобы немагчыма без усведамлення мовы як свайго роду живога арганізма, спаянага каранёвымі ніцямі вобразаў і асацыяцый з традацыямі матэрыяльнай і духоўнай культуры нашага народа

Важнейшая камунікатыўная якасць маўлення – выразнасць. Каб яе дасягнуць, неабходна імкнуцца да засваення разнастайных сродкаў выразнасці (тэмп маўлення, тэмбр, тон, гучнасць), чаму садзейнічае іх выкарыстанне адпаведна сітуацыі зносін.

У сучаснай школе ўзмацняецца ўвага да асобы вучня, да развіцця яго мыслення і маўлення, бо адным з вядучых паказчыкаў духоўнай культуры, адукаванасці на сённяшні дзень з'яўляецца валоданне словам, уменне кампетэнтна адстойваць свае пазіцыі, погляды, творча ўключацца ў працэс міжасобаснай камунікацыі. Таму фарміраванне камунікатыўнай культуры школьнікаў – адна з асноўных задач моўнай адукацыі на ўсіх ступенях адукацыі. Іменна па гэтаму кожны ўрок роднай мовы павінен быць накіраваны на развіццё пазнавальнай цікавасці і актыўнасці школьнікаў, на стымуляванне ўнутраных матываў навучання, а таксама на забеспячэнне умоў для развіцця моўнай і маўленчай здольнасцей, фарміравання культуры вуснага і пісьмовага маўлення на беларускай мове, далучэнне вучняў да традыцый агульнапрынятых нормаў маўлення.

Несумненна, што вывучэнне беларускай мовы не можа абмяжоўвацца толькі запатрабаваннямі асобы ў лінгвістычных ведах, знаёмствам вучняў з моўнымі адзінкамі і законамі. Задача школы – навучыць сваіх выхаванцаў карыстацца беларускім словам, дапамагчы ім авалодаць маўленчай этыкай, сфарміраваць камунікатыўную культуру паводзін.

У сувязі з гэтым неабходна штодзённа ўдасканалваць маўленчую практыку вучняў, якая наладжваецца ў форме гутаркі, пісьма, чытання, публічных выступленняў, слухання радыё- і тэлеперадач, вучэбных лекцый, дакладаў, паведамленняў. Да развіцця маўлення вучняў у школе трэба падыходзіць як да адной з формаў пазнавальнай дзейнасці чалавека, спосабу яго грамадскай актыўнасці, сродку сацыялізацыі. Вывучэнне беларускай мовы прадугледжвае фарміраванне ў школьнікаў камунікатыўных уменняў на аснове авалодання маўленчай тэорыяй (тэкст, тыпы, стылі і жанры маўлення) і культурай маўлення, уменняў ствараць самастойныя вусныя і пісьмовыя выказванні розных тыпаў, стыляў і жанраў (камунікатыўная кампетэнцыя).

Правільная і эфектыўна арганізаваная маўленчая дзейнасць на ўроках беларускай мовы стварае аптымальныя магчымасці для фарміравання камунікатыўнай кампетэнцыі, якая, у сваю чаргу, патрабуе, каб вучні былі дасведчанымі ў тых моўных пытаннях, якія вывучаюцца на кожнай ступені адукацыі.

Асаблівую ролю ў фарміраванні камунікатыўных уменняў і навыкаў адыгрывае тэкст. Пры арганізацыі работы з тэкстам у настаўніка ёсць магчымасць паказаць, як дзейнічаюць у тэксце словы, словазлучэнні, сказы, якія функцыяніруюць, паводле якіх законаў аб'яднаны. Разам з тым, вучні, аналізуючы розныя тэксты, вучацца ствараць свае, уласныя. У гэтым выпадку настаўнік павінен выкарыстоўваць толькі змястоўныя тэксты, здольныя захапіць школьнікаў, абудзіць цікавасць да роднай мовы, да народнай творчасці, да нацыянальнай культуры.

Дзейнай формай працы з вучнямі будзе арганізацыя сацыяльна-ролевых гульняў, якія фарміруюць навыкі міжасобаснага суразмоўніцтва. Гульня можа мадэляваць рэальную жыццёвую сітуацыю. Выбар сацыяльна-ролевай гульні павінен адпавядаць узросту, сацыяльнаму асяроддзю быцця і ажыццяўляцца ў адпаведнасці з вывучаемым моўным матэрыялам.

Добра вядома: маўленне –гэта вельмі надзейны пашпарт гаворачага, па якім нескладана (асабліва спецыялісту) вызначыць яго “малую” радзіму, прафесію, узрост, пол, адукацыйны ўзровень і многае іншае. Сапраўды, мовай як сродкам бытавых зносін можна авалодаць дастаткова хутка, а

прыработкі, так і при неравномерной возрастающей нагрузке. Для образцов из стали 45 различия в интенсивности изнашивания при неравномерной возрастающей нагрузке существенны (в несколько раз) и зависят от режимов иглофрезерования.

Интенсивность изнашивания шлифованных образцов как для стали 12ХНЗА, так и для стали 45 значительно (в несколько десятков раз) превышает обработанные иглофрезерованием. Совершенно очевидно, что такое различие обусловлено весьма большим наклепом иглофрезерованных поверхностей по сравнению со шлифованными.

Анализ полученных данных позволил разработать математические модели в виде уравнений множественной регрессии для описания зависимости относительного объемного износа от режимов обработки (табл. 1 и 2).

Табл. 1. Регрессионные зависимости для стали 12ХНЗА

Относительный объемный износ	
Период приработки	$I_o = 0,06 v^{-0,679} S^{-0,657} t^{1,183}$
Переменная возрастающая нагрузка	$I_o = 0,035 v^{-0,887} S^{0,20} W^{-0,467}$

Табл. 2. Регрессионные зависимости для стали 45

Относительный объемный износ	
Период приработки	$I_o = 0,00146 v^{0,266} S^{-0,755} t^{-0,909}$
Переменная возрастающая нагрузка	$I_o = 0,012 v^{-0,266} S^{-0,755} t^{-0,905}$

Результаты анализа представленных зависимостей свидетельствует о том, что интенсивность изнашивания существенно зависит от параметров режима иглофрезерования, что, несомненно, связано с одной стороны с разной степенью упрочнения поверхностного слоя, с другой – с химическим составом исследованных сталей. Установлено, что более жесткие режимы иглофрезерования поверхности используются, тем меньше оказывается интенсивность изнашивания поверхности. В связи с этим быстроизнашивающиеся поверхности необходимо обрабатывать при высоких скоростях резания и натягах.

Выявлено также, что с увеличением легирующих элементов в составе сталей возрастает интенсивность его изнашивания. Это связано с переходом карбидов (например, хрома и никеля) из металлической матрицы в смазочный слой, что увеличивает интенсивность изнашивания.

В. П. ГОРБУНОВ, О. А. МЕДВЕДЕВ, Л. В. КАСЬЯН
Учреждение образования
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Брест, Беларусь

При формировании параметров точности обрабатываемой детали решающее значение имеет точность станка, каждый узел которого вносит свою погрешность при обработке. Наиболее ответственным узлом станка является шпиндельный узел (ШУ), всегда и непосредственно участвующий в процессе формообразования. Неконтролируемое смещение оси шпинделя приводит к ухудшению показателей геометрической точности шпиндельных узлов (радиального и торцевого биения посадочных поверхностей, радиального биения и углового смещения оси шпинделя), что влияет на параметры точности обработки, таких как отклонения формы, точность линейных размеров, отклонения взаимного расположения поверхностей получаемой детали. Значительное влияние на положение шпиндельного узла при работе оказывают энергетические факторы, где наиболее существенным будет силовое воздействие. Поэтому актуальной является задача моделирования влияния данного воздействия с дальнейшим прогнозированием изменения начальной точности станка и управлением его состоянием.

Предлагаемая методика исследования предполагает анализ конструкции станка (пример взят на базе горизонтального консольно-фрезерного станка Орша Ф32) с моделированием силового воздействия на узлы станка с последующим прогнозированием изменения начальной точности шпиндельного узла.

Силовое исследование проводилось с применением приложений SolidWorks Simulation, используя метод конечных элементов, для чего на построенную модель шпиндельного узла накладывается параметрическая сетка конечных элементов (рис.1, а). Использование параметрической сетки наиболее целесообразно, поскольку при определении величины элемента она учитывает пространственную геометрию исследуемого тела. То есть, при использовании параметрической сетки конечных элементов подшипники расчленяются на более мелкие элементы, чем сам шпиндель, что позволяет ускорить процесс расчета, не утратив адекватность модели.

В качестве нагрузки была принята вертикальная составляющая силы резания P_z , приложенная к консоли шпинделя, значения которой принимались исходя из реальных режимов резания в пределах 1...6 кН.

В. В. ПАНЕЖА
Дзяржаўная ўстанова вышэйшай прафесійнай адукацыі
«БЕЛАРУСКА-РАСІЙСКИ УНІВЕРСИТЭТ»
Магілёў, Беларусь

На новым этапе развіцця агульнаадукацыйнай школы беларуская мова павінна стаць не толькі прадметам вывучэння, але і дзейным сродкам фарміравання асобы, здольнай успрымаць на роднай мове змест прачытанага і пачутага, ствараць вусныя і пісьмовыя выказванні ў залежнасці ад мэты і задачы камунікацыі. Таму ўзнікла неабходнасць удакладнення мэтай, зместу і сродкаў навучання беларускай мове ва ўмовах сучаснага адукацыйнага асяроддзя.

Адукацыя заўсёды адыгрывала дамінуючую ролю ў фарміраванні эстэтычнай і духоўнай культуры асобы, якая, у сваю чаргу, выступае як носбіт гэтай культуры, бо менавіта ў асобе каштоўнасці, нормы, веды і вера ператвараюцца ў паводзіны чалавека ў навакольным свеце. Мова як сродак камунікацыі і мыслення з'яўляецца адносна аўтаномнай часткай культуры, гэта значыць такім яе складальнікам, без якога немагчыма ўся “сума” культуры.

Беларуская мова – неад’емны элемент нашай нацыянальнай культуры, магутны фактар сацыялізацыі, паколькі яна “садзейнічае культурнай ідэнтыфікацыі асобы, забяспечвае духоўную сувязь з продкамі, уздзейнічае на эмацыянальную сферу навучэнцаў, абуджае і абвастрае пачуццё прыналежнасці да свайго народа, яго духоўнасці, этыкі і культуры, садзейнічае далучэнню да мастацкіх каштоўнасцей”. Аднак рэалізацыя вялікага выхаваўчага патэнцыялу беларускай мовы як вучэбнай дысцыпліны магчыма толькі тады, калі яна з'яўляецца для навучэнцаў роднай – гэта значыць мовай, “на якой чалавек мысліць без дадатковага самакантролю, з дапамогай якой лёгка і натуральна выражае свае думкі ў вуснай і пісьмовай форме, якая служыць падмуркам яго этнічнага самаўсведамлення, яго этнічнай і нацыянальнай самаідэнтыфікацыі”. Таму першачарговай задачай настаўніка беларускай мовы ў сучасных умовах з'яўляецца фарміраванне ў школьнікаў погляду на беларускую мову як на фундаментальную каштоўнасць нашага народа.

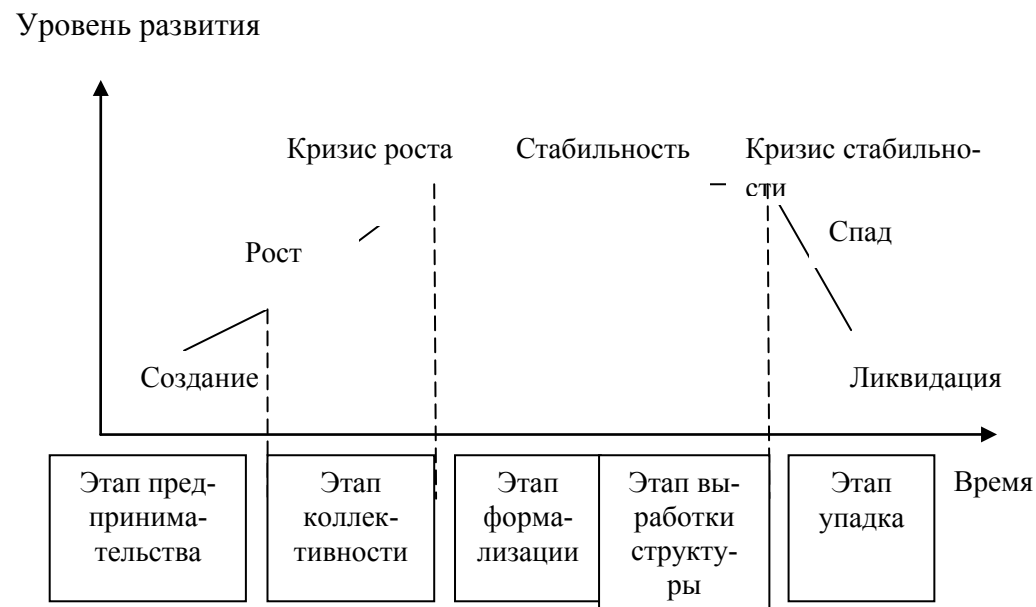


Рис. 1. Модель жизненного цикла организации

И тут успех зависит от конкретных людей, их знаний, компетентности, квалификации, дисциплины, мотивации, способности решать проблемы, восприимчивости к обучению. Т.е. в качестве источника обеспечения длительного существования организации на этапе зрелости и стабильности начинает выступать человеческий ресурс, а именно, – предпринимательство.

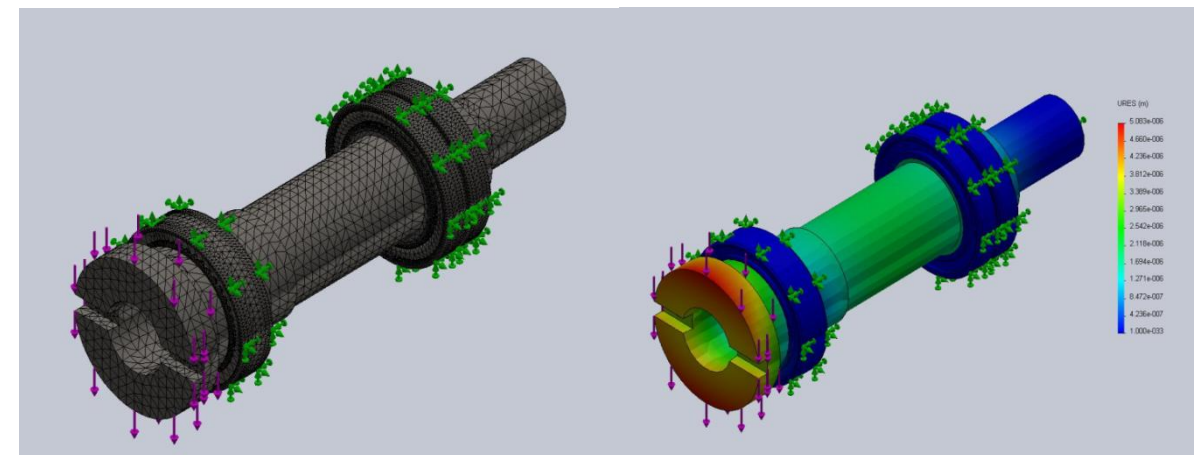
Предприниматели – есть люди, «принимающие управленческие решения» в экономической жизни [2]. Предпринимательство выступает как особый вид человеческого ресурса, как умение в экстремальных условиях принимать оптимальные решения. Объектом управленческого труда является предприятие как совокупность хозяйственных процессов, предметом такого труда служит информация. И здесь определяется еще один источник обеспечения длительного существования организации на этапе зрелости и стабильности – информация как экономический ресурс (совокупность сведений о состоянии управляющей и управляемой подсистем, а также окружающей среды [3].

Таким образом, на этапе зрелости организации возможно управление изменениями деловой активности, приводящее к благоприятным возможностям за счет повышения качества использования предпринимательства и информации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стёпин, В. С. Новая философская энциклопедия: в 4 т. [Электрон. ресурс] / Под ред. В. С. Стёпина. – М. : Мысль, 2001. – Режим доступа: http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_philosophy.
2. Dobb, M. Capitalist Enterprise and Social Progress / M. Dobb. – P. 54
3. Лебедев, О. Т. Основы менеджмента : учеб. пособие / О. Т. Лебедев, А. Р. Каньковская. – СПб, 1998. – 192 с.

В SW Simulation составляются уравнения, управляющие поведением каждого элемента и учитывающие его связи с другими элементами. Эти уравнения устанавливают взаимосвязь между перемещениями и известными свойствами материалов, закреплениями и нагрузками. Так же в программе преобразуются данные уравнения в систему алгебраических уравнений, решая которую находятся перемещения каждого элемента узла в требуемом направлении. По расчетным данным построены эпюры перемещений по осям X, Y, Z и эпюра результирующего перемещения, показанная на рис.1, б.



а)

б)

Рис. 1. Математическая модель шпиндельного узла: а) – конечно-элементная сетка с приложенными нагрузками; б) – эпюра результирующего перемещения

Для удобства восприятия градиентная эпюра преобразуется в числовую зависимость, используя значения перемещений в контрольных точках. В данном случае расположение контрольных точек выбрано по наружной круговой поверхности консоли. Лимитирующей погрешностью, исходя из полученных данных, является смещение оси шпинделя в направлении оси Y, а максимальный прогиб в этом направлении приводит к смещению оси инструмента относительно заготовки на 5–6 мкм. Также определены зависимости смещения оси шпинделя при изменении размеров инструмента, в первую очередь его вылета и наружного диаметра. Так при фрезеровании концевой фрезой диаметром 50 мм при ее вылете из шпинделя на 150 мм величина прогиба увеличивается до 12,4 мкм.

На основании установленных при моделировании зависимостей определена возможность диагностировать смещение оси шпинделя, прогнозировать ее величину для внесения коррекции в процесс управления при обработке на станке, выбора оптимальных режимов обработки, а также возможность оптимального проектирования конструкции шпиндельного узла.

УДК 621.833
ЗАМЕНА ШЛИФОВАНИЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЁС ПРИРАБОТКОЙ В
ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В. Ф. ГРИГОРЬЕВ, Ю. А. ДАКАЛО
Учреждение образования
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Брест, Беларусь

Зубошлифование является распространенным методом чистовой обработки цилиндрических зубчатых колес, оставаясь при этом трудоёмким и дорогостоящим методом отделки.

При изготовлении роторных насосов серий НМ, НР, ВЗ была поставлена задача замены зубошлифования синхронизирующих зубчатых колёс более производительным и дешёвым методом обработки.

Насосы роторные предназначены для перекачивания по трубам вязких молочных продуктов (сливки, концентрированное и сгущённое молоко с концентрацией не выше 45 %, смеси для мороженого и кисломолочные продукты) с температурой до 70 °С на предприятиях молочной промышленности.

Рабочие органы насоса – роторы типа колёс Рутса (рис. 1, а), посажены на валы II, III (рис. 1, б), и заключены в корпус. Крутящий момент с вала двигателя I передаётся через шестерню z_1 на зубчатое колесо z_2 . Для синхронного вращения роторов в насосе служит зубчатая пара (зубчатое колесо z_4 и шестерня z_3). Продукт через всасывающий патрубок заполняет свободные промежутки между лепестками роторов и при их вращении порциями подаётся в нагнетательный трубопровод.

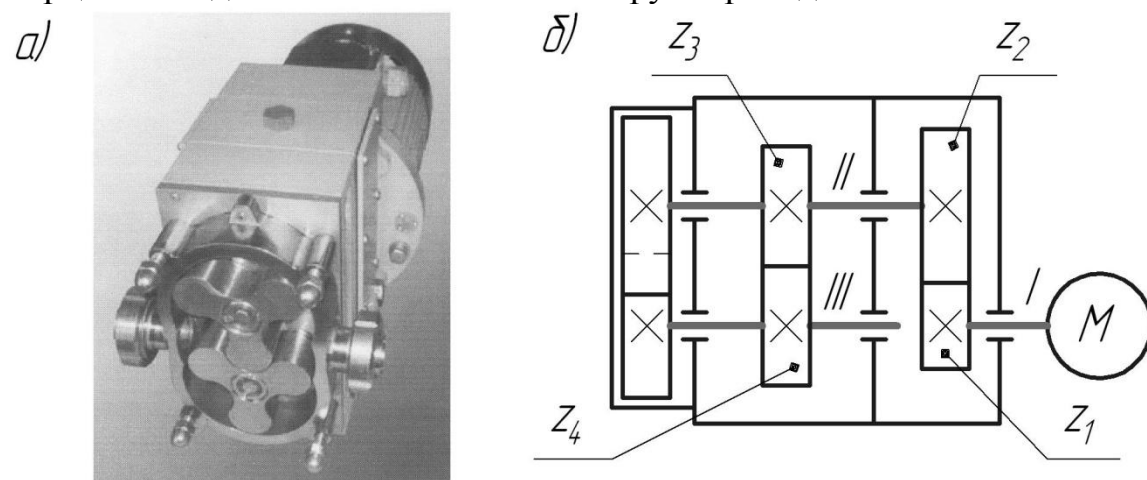


Рис. 1. Насос роторный: а – общий вид; б – схема кинематическая принципиальная

УДК 338.242
УПРАВЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯМИ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Н. Н. ОЛЕШКЕВИЧ
Учреждение образования
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Брест, Беларусь

В деятельности промышленных предприятий непрерывно происходят изменения, что дает почву для научных исследований последствий таких изменений. *Изменение* – категория философского дискурса, которая характеризует состояние, альтернативное стабильности, переход из одного состояния в другое, смену содержания во времени [1]. Изменения порождают события, которые могут стать источниками как благоприятных возможностей, так и проблем.

Если рассматривать коммерческие организации с точки зрения изменений, то, прежде всего, следует отметить, что организации создаются, развиваются, добиваются успехов, ослабевают и, в конце концов, могут прекратить свою деятельность. Именно поэтому широко распространено понятие о **жизненном цикле организаций** как о предсказуемых их изменениях с определенной последовательностью состояний в течение времени. Руководитель должен знать на каком этапе развития находится организация и оценивать, насколько принятый стиль руководства соответствует этому этапу.

Графическая модель жизненного цикла предприятия представляет собой ломаную линию с определёнными точками перегиба (переломными моментами): создание (перелом) – рост (стадия) – кризис роста (перелом) – стабильность (стадия) – кризис стабильности (перелом) – спад (стадия) – ликвидация (перелом) (рис. 1.).

Исследовав социально-экономические обстоятельства, характеризующие ту или иную стадию жизненного цикла, автор обнаруживает **тенденцию увеличения числа проблем** (по сравнению с числом благоприятных возможностей) **по мере приближения экономического субъекта к стадии «упадка»**.

Важно помнить, что организация приходит в упадок не от времени, а от просчётов и от ошибок в управлении – от плохого менеджмента, а поэтому проблема профессионального менеджмента или профессионального управления является ключевой в управлении жизненным циклом предприятия.

Табл. 2. Общий вид индексной матрицы эффективности

	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18	B19	B110
B21		B23	B24	B25	B26	B27	B28	B29	B210
B31	B32		B34	B35	B36	B37	B38	B39	B310
B41	B42	B43		B45	B46	B47	B48	B49	B410
B51	B52	B53	B54		B56	B57	B58	B59	B510
B61	B62	B63	B64	B65		B67	B68	B69	B610
B71	B72	B73	B74	B75	B76		B78	B79	B710
B81	B82	B83	B84	B85	B86	B87		B89	B810
B91	B92	B93	B94	B95	B96	B97	B982		B910
B101	B102	B103	B104	B105	B106	B107	B108	B109	

Формула обобщающего показателя выглядит следующим образом:

$$I_{\text{э}} = \sqrt[16]{\prod_{j=1}^2 \prod_{i=3}^{10} B_{ij}} = \sqrt[16]{B_{31}B_{41}B_{51}B_{61}B_{71}B_{81}B_{91}B_{101}B_{32}B_{42}B_{52}B_{62}B_{72}B_{82}B_{92}B_{102}},$$

где $I_{\text{э}}$ – обобщающий показатель экономической эффективности использования ресурсов предприятия; B_{ij} – индекс изменения частного показателя эффективности, расположенного в i -той строке, j -том столбце; $i = \overline{3,10}$, $j = \overline{1,2}$; Π – знак произведения.

В условиях рынка эффективность ведения торгового бизнеса целесообразно также исследовать с точки зрения рыночной активности. Расчет обобщающего показателя деловой активности по формуле:

$$I_{\text{д}} = \sqrt[8]{\prod_{j=2}^1 \prod_{i=3}^{10} \%_{ij}} = \sqrt[8]{\%_{32}\%_{42}\%_{52}\%_{62}\%_{72}\%_{82}\%_{92}\%_{102}},$$

где $I_{\text{д}}$ – обобщающий показатель деловой активности; B_{ij} – индекс изменения частного показателя эффективности, расположенного в i -той строке, j -том столбце; $i = \overline{3,10}$, $j = 2$.

Для более основательного анализа экономической эффективности деятельности торговых организаций следует использовать индексы эффективности второго уровня, исчисляемые с помощью частных матриц.

В исходном варианте точность синхронизирующих зубчатых колёс по всем трем нормам соответствует 7-й степени точности, шероховатость эвольвентных поверхностей зубьев после обработки шлифованием $Ra = 1,6$ мкм, твёрдость зубьев HRC 43...48.

Для повышения долговечности пар трения обычно стараются уменьшить их приработку в процессе эксплуатации, добиваясь финишной обработкой оптимальной равновесной шероховатости [1]. Заслуживает внимания и более экономичный подход, связанный с переносом финишных операций на этап приработки деталей. Имеются экспериментальные подтверждения того факта, что в процессе трения устанавливается оптимальная, с точки зрения износа, шероховатость поверхности, «не зависящая» от первоначальной, полученной при механической обработке [2].

Основными технологическими решениями при отказе от операции зубошлифования было снижение твёрдости зубьев до HB 269...302 (HRC 28...33) и замена шлифования фрезерованием с использованием более точной фрезы класса AA - 2510-4014AA P18 ГОСТ 9324-80, позволяющей окончательно обрабатывать зубчатые колёса указанной твёрдости, получая седьмую степень точности по трем нормам [3]. При этом отделка для достижения эксплуатационной шероховатости переносится на этап приработки.

С применением портативного прибора для профильного измерения шероховатости TR200 (Time Group Inc.) было произведено измерение шероховатости шлифованных и фрезерованных зубьев после изготовления и последующего технологического прогона в течение 1-го часа: шероховатость шлифованного колеса до приработки $Ra 3,3 \pm 20$ %, после – $Ra 2,5 \pm 13$ %; шероховатость фрезерованного колеса до приработки $Ra 5,3 \pm 28$ %, после – $Ra 3,4 \pm 20$ %. Уровень шума при прогоне не превышал допустимого значения 80 дБА.

Предложенное изменение технологии, позволившее уменьшить штучно-калькуляционное время изготовления деталей на 20 минут (31 %), было внедрено на машиностроительном предприятии в 2011 г. За девять месяцев эксплуатации рекламаций по качеству зубчатых колёс не поступало.

Таким образом, в обоснованных случаях можно рекомендовать замену зубошлифования приработкой без снижения эксплуатационных качеств машин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сулов, А. Г. Научные основы технологии машиностроения / А.Г. Сулов, А. М. Дальский. – М. : Машиностроение, 2002. – 684 с.
2. Комбалов, В. С. Влияние шероховатости твердых тел на трение и износ / В. С. Комбалов. – М. : «Наука», 1974. – 112 с.
3. Производство зубчатых колес: Справочник / С. Н. Калашников [и др.]; под общ. ред. Б. А. Тайца. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1990. – 464 с.

УДК 621.791
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СКАНИРУЮЩЕГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ
УПРОЧНЕНИЯ СРЕДНЕУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ И ЧУГУНА

О. Г. ДЕВОЙНО, П. В. ВЕРЕМЕЙ, А. А. КОВАЛЬЧУК
«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Процесс упрочнения деталей машин является важным этапом изготовления деталей работающих в условиях трения. Основная цель упрочнения трущихся поверхностей – это повышение их износостойкости путём придания им большей твёрдости на определённую глубину, определяемую конструктором. В настоящее время для упрочнения используются высококонцентрированные источники энергии, в частности лазеры. Перспективным является применение оптоволоконных лазеров. Однако основным недостатком для поверхностного упрочнения в них является гауссово распределение плотности мощности по сечению пятна. После такой обработки часто нарушается исходная микрогеометрия поверхности, необходимы финишные операции. Для более равномерного распределения плотности мощности рекомендуют применять сканирование луча по пятну. Современные системы ЧПУ позволяют реализовывать различные схемы сканирования с широким диапазоном выходных характеристик, в частности, с изменением мощности излучения во время обработки.

Данная работа посвящена исследованиям микротвёрдости и глубины упрочнённого лазерной поверхностной закалкой слоя в широком диапазоне режимов обработки для среднеуглеродистой стали и серого чугуна.

Опыты проводились на оптоволоконном лазере с номинальной мощностью 2,0 кВт, длиной волны 1,06 мкм и гауссовым распределением плотности мощности по пятну на пластинках (140 x 20x 8 мм) из стали 45 с исходной шероховатостью Ra5, а также на образцах трубы из чугуна СЧ20 (Ø 60 мм, толщина стенки 5 мм) с той же шероховатостью. Во время эксперимента задавались синусоидальной развёрткой сканирования лазерного луча с заданной амплитудой (A); скоростью обработки (V); двумя уровнями мощности (P₁ и P₂); частотой сканирования (f); процентным соотношением времени воздействия на уровне мощности P₁ (% края).

Закалка проводилась как с оплавлением поверхности, так и без него.

В ходе работы исследовались поперечные срезы закалённых образцов, были изучены микроструктуры в зоне обработки, а также установлены зависимости глубины (h) и микротвёрдости (H_ц) упрочнённого слоя от режимов лазерной закалки. Построены соответствующие графики зависимостей. Даны практические рекомендации по применению режимов, обеспечивающих наилучшее сочетание качества обработанной поверхности и производительности обработки.

мент времени t-1.

Индексная матрица эффективности является основой для экономической интерпретации результатов, получения информации для анализа динамики изменения всех качественных показателей использования ресурсов торговой организации. Таких показателей в матрице 16 - это элементы первого и второго столбцов нижней треугольной матрицы, начиная с третьей строки.

Табл. 1. Матричная модель эффективности торговой организации

	П	Т	РР	ФЗ	К	ОК	СК	КО	ОС	Ч
П		X ₁₂ = Т/П	X ₁₃ = РР/П	X ₁₄ = ФЗ/П	X ₁₅ = К/П	X ₁₆ = ОК/П	X ₁₇ = СК/П	X ₁₈ = КО/П	X ₁₉ = ОС/П	X ₁₁₀ = Ч/П
Т	X ₂₁ = П/Т		X ₂₃ = РР/Т	X ₂₄ = ФЗ/Т	X ₂₅ = К/Т	X ₂₆ = ОК/Т	X ₂₇ = СК/Т	X ₂₈ =КО /Т	X ₂₉ = ОС/Т	X ₂₁₀ = Ч/Т
РР	X ₃₁ = П/РР	X ₃₂ = Т/РР		X ₃₄ = ФЗ/РР	X ₃₅ = К/ РР	X ₃₆ = ОК/РР	X ₃₇ = СК/РР	X ₃₈ = КО/РР	X ₃₉ = ОС/РР	X ₃₁₀ = Ч/РР
ФЗ	X ₄₁ = П/ФЗ	X ₄₂ = Т/ФЗ	X ₄₃ =РР /ФЗ		X ₄₅ = К/ ФЗ	X ₄₆ = ОК/ ФЗ	X ₄₇ = СК/ ФЗ	X ₄₈ =КО / ФЗ	X ₄₉ = ОС/ФЗ	X ₄₁₀ = Ч/ ФЗ
К	X ₅₁ = П/К	X ₅₂ = Т/К	X ₅₃ = РР/ К	X ₅₄ = ФЗ/ К		X ₅₆ = ОК/ К	X ₅₇ = СК/ К	X ₅₈ =КО / К	X ₅₉ = ОС/К	X ₅₁₀ = Ч/К
ОК	X ₆₁ = П/ОК	X ₆₂ = Т/ОК	X ₆₃ = РР/ОК	X ₆₄ = ФЗ/ОК	X ₆₅ = К/ ОК		X ₆₇ = СК/ОК	X ₆₈ = КО/ОК	X ₆₉ = ОС/ОК	X ₆₁₀ = Ч/ ОК
СК	X ₇₁ = П/СК	X ₇₂ = Т/СК	X ₇₃ = РР/СК	X ₇₄ = ФЗ/СК	X ₇₅ = К/ СК	X ₇₆ = ОК/СК		X ₇₈ = КО/СК	X ₇₉ = ОС/СК	X ₇₁₀ = Ч/ СК
КО	X ₈₁ = П/КО	X ₈₂ = Т/КО	X ₈₃ = РР/КО	X ₈₄ = ФЗ/КО	X ₈₅ = К/ КО	X ₈₆ = ОК/КО	X ₈₇ = СК/КО		X ₈₉ = ОС/КО	X ₈₁₀ = Ч/ КО
ОС	X ₉₁ = П/ОС	X ₉₂ = Т/ОС	X ₉₃ = РР/ОС	X ₉₄ = ФЗ/ОС	X ₉₅ = К/ ОС	X ₉₆ = ОК/ОС	X ₉₇ = СК/ОС	X ₉₈ = КО/ОС		X ₉₁₀ = Ч/ОС
Ч	X ₁₀₁ = =П/Ч	X ₁₀₂ = Т/Ч	X ₁₀₃ = РР/Ч	X ₁₀₄ = ФЗ/Ч	X ₁₀₅ = К/Ч	X ₁₀₆ = ОК/Ч	X ₁₀₇ = СК/Ч	X ₁₀₈ = КО/Ч	X ₁₀₉ = ОС/Ч	

Обозначения: П – прибыль; Т – товарооборот; РР – расходы на реализацию; ФЗ – фонд заработной платы; К - совокупный капитал; ОК - оборотный капитал; СК - собственный капитал; КО - краткосрочные обязательства; ОС - основной капитал; Ч – численность работников

Общий вид показателей: x_{ij} (i— номер строки, j — номер столбца, на пересечении которых показатель стоит в матрице эффективности), i = 3,10, j = 1,2. Матрица представлена в табл. 2.

Л. В. НАРКЕВИЧ, И. А. ШАВЕЛЬ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»Филиал федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего профессионального образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь; Рославль, Россия

Актуальность исследования эффективности хозяйственной деятельности торговой организации возрастает по мере развития рыночной экономики, товарного обращения. Важным этапом оценки конкурентоспособности организации выступает выбор инструмента изучения эффективности торговой деятельности, обеспечивающего комплексность, объективность, оперативность и гибкость проводимой диагностики. В качестве матричной модели экономического анализа и диагностики берется квадратная матрица, для расчетов элементов которой исходными данными являются количественные показатели, характеризующие ресурсы, затраты и результаты хозяйственной деятельности изучаемого объекта. Элементами таблицы являются качественные показатели деятельности объекта (частные показатели эффективности). Рассмотрена матрица эффективности из 100 частных относительных показателей, представляющих собой возможные парные соотношения десяти исходных аргументов. Вид матричной модели эффективности торговой организации представлен (табл. 1.).

Методика проведения комплексного анализа предусматривает расчет индексов эффективности первого уровня. Индексы эффективности первого уровня – это отношения одноименных частных показателей эффективности в момент времени t к этим же показателям в момент времени $t-1$. Элементами индексной матрицы являются индексы изменения частных показателей эффективности, рассчитанные по формуле:

$$B_{ij} = \frac{X_{ij}^t}{X_{ij}^{t-1}}, \text{ при } i, j = \overline{1,10},$$

где X_{ij}^t – частный показатель эффективности (в i -ой строке и j -том столбце в момент времени t); X_{ij}^{t-1} – частный показатель эффективности в мо-

А. М. ДОВГАЛЕВ, В. В. ГЛУЩЕНКО, Д. М. СВИРЕПА

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Большой научно-практический интерес представляет метод магнитно-динамического раскатывания отверстий деталей технических систем деформирующими шарами, имеющими магнитный привод [1].

В систему уравнений, описывающих кинематику и динамику деформирующих шаров в процессе упрочняющей обработки, входит сила взаимодействия деформирующего шара с источником магнитного поля. Однако, как показывает анализ литературы, отсутствуют аналитические зависимости для расчета величины магнитной силы, действующей на деформирующий шар. Данная работа посвящена решению поставленной задачи.

При расчете величины силы магнитного притяжения ферромагнитного деформирующего шара к источнику магнитного поля инструмента введем следующие допущения: постоянный магнит и деформирующий шар считаем магнитными диполями – системами с ярко выраженными магнитными полюсами; постоянный магнит и деформирующий шар обладают магнитными моментами p_{m1} и p_{m2} соответственно; система с магнитным моментом p_{m1} создает магнитное поле, а объект с магнитным моментом p_{m2} в нем находится; расстояние между геометрическими центрами постоянного магнита и деформирующего шара превышает размеры постоянного магнита.

Векторный потенциал магнитного поля определяем по зависимости:

$$\vec{U}(\vec{r}) = \frac{\mu_0 [\vec{p}_m; \vec{r}]}{4\pi r^3},$$

где $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м – магнитная постоянная; \vec{r} и r – соответственно радиус-вектор и расстояние между геометрическими центрами постоянного магнита и деформирующего шара.

Индукцию магнитного поля, как функцию потенциала, определяем по формуле [2]:

$$\vec{B}(\vec{r}) = \nabla \times \vec{U} = \frac{\mu_0}{4\pi} \left(\frac{3\vec{r}(\vec{p}_m; \vec{r})}{r^5} - \frac{\vec{p}_m}{r^3} \right).$$

Находим выражения для определения модуля проекций вектора индукции магнитного поля на оси координат x , y [3]:

$$B_x(r) = \frac{\mu_0}{4\pi} p_{m1} \left(\frac{3\cos^2 \theta - 1}{r^3} \right), \quad B_y(r) = \frac{\mu_0}{4\pi} p_{m1} \left(\frac{3\cos \theta \sin \theta}{r^3} \right),$$

где θ – угол смещения деформирующего шара относительно координатной оси Ox .

Вектор магнитной силы, действующей на деформирующий шар, обладающий магнитным моментом p_{m2} , равен [4]:

$$\vec{F} = (\vec{p}_{m2} \cdot \vec{\nabla}) \cdot \vec{B}_1.$$

В соответствии с [5] после преобразований имеем:

$$\vec{F}(\vec{r}, \vec{p}_{m1}, \vec{p}_{m2}) = \frac{3\mu_0}{4\pi r^5} \left[(\vec{p}_{m1}; \vec{r}) \cdot \vec{p}_{m2} + (\vec{p}_{m2}; \vec{r}) \cdot \vec{p}_{m1} + (\vec{p}_{m1}; \vec{p}_{m2}) \cdot \vec{r} - \frac{5(\vec{p}_{m1} \cdot \vec{r}) \cdot (\vec{p}_{m2} \cdot \vec{r})}{r^2} \cdot \vec{r} \right].$$

Определяем проекцию магнитной силы на оси координат x, y :

$$F_x(r, \theta, \alpha) = -\frac{3\mu_0 \cdot p_{m2} \cdot p_{m1}}{4\pi r^4} [2 \cos \theta \cdot \cos(\theta - \alpha) - \sin \theta \cdot \sin(\theta - \alpha)];$$

$$F_y(r, \theta, \alpha) = -\frac{3\mu_0 \cdot p_{m2} \cdot p_{m1}}{4\pi r^4} \cdot \sin(\theta - \alpha),$$

где α – угол, определяющий положение вектора \vec{p}_{m2} .

$$\alpha = \text{arctg} \frac{3 \cos \theta \sin \theta}{3 \cos^2 \theta - 1}.$$

Находим значение p_{m1} по формуле:

$$p_{m1} = \frac{4\pi B \left(\frac{h}{2}\right)^3}{2\mu_0},$$

где B и h – соответственно величина индукции магнитного поля и высота постоянного магнита.

Магнитный момент p_{m2} деформирующего шара находим из выражения:

$$p_{m2} = \frac{(\mu - 1) \cdot H \cdot r^3}{\mu + 2},$$

где H – напряженность магнитного поля в точке, определяемой радиус-вектором \vec{r} ; μ – магнитная проницаемость.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Довгалева, А. М. Математическое моделирование процесса магнитно-динамического раскатывания / А. М. Довгалева, И. И. Маковецкий, Д. М. Свирева // Вестн. БрГТУ. – 2010. – № 4. – С. 26–30.
2. Тамм, И. Е. Основы теории электричества / И. А. Тамм. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 616 с.
3. Leupold, H. A. Multi-tesla permanent magnet field sources / H. A. Leupold, A. S. Tilak, and P. E. Potenziani, // Journal of Applied Physics Appl. Phys. № 73(10). – 1993. – P. 6861–6863.
4. Furlani, E. P. Permanent Magnet and Electromechanical Devices: Materials, Analysis and Applications / E. P. Furlani – Academic Press, 2001. – 518 p.
5. Furlani, E. P. A three-dimensional field solution for bipolar cylinders / E. P. Furlani, S. Reznik, and W. Sanson // IEEE Trans. Mag. № 30 (5) – 1994. – P. 2916–2919.

эффективности на современном этапе развития общества является всестороннее удовлетворение потребностей людей. Критерием экономической эффективности в рыночных условиях принято получение наибольшего экономического результата на единицу ресурсов (затрат). Критерии социально-экономической эффективности могут иметь разное проявление на конкретных уровнях. Так, критерий экономической эффективности торговых организаций на микроуровне целесообразно определить как повышение результатов деятельности (прибыли) при одновременном снижении затрат и рациональном использовании ресурсов, а критерий социальной эффективности как формирование здорового социального микроклимата на предприятии, удовлетворение спроса на товары при высоком качестве торгового обслуживания с участием рыночных инструментов мерчендайзинга, формирования спроса и стимулирования сбыта. Ни экономическая, ни социальная эффективность торговли не ограничивается своей природой; интегрируются, а в результате складывается определенное соотношение между темпами их роста, происходит их оптимизация. Каждый из рассматриваемых видов эффективности выступает в качестве цели и фактора роста другого.

Социально-экономическая эффективность характеризуется рядом конкретных показателей. Они различаются по степени обобщения результатов на обобщающие и частные и делятся на показатели социальной и экономической эффективности. В отличие от экономической эффективности, характеризуемой показателями, обладающими высокой степенью количественной оценки, социальная эффективность не всегда имеет количественное выражение. Экономическая эффективность обуславливает конкурентоспособность предприятия, его финансовое положение на рынке торговых услуг, в то время как социальная эффективность характеризует качество торгово-технологического процесса торговых организаций.

Социально-экономическая эффективность является комплексной категорией и, по мнению большинства специалистов, может быть оценена на основе системы показателей. Общий принцип построения показателей уровня социально-экономической эффективности заключается в сопоставлении результатов деятельности с показателями наличных материальных и трудовых ресурсов (показателями уровня эффективности ресурсов) или с показателями текущих затрат на достижение этих результатов (показателями уровня эффективности затрат). Диагностика торговой организации, функционирующей в рыночной среде, должна включать оценку как входа (ресурсы), так и выхода (продукт). Продуктом розничных торговых организаций является комплекс услуг, связанных с процессом удовлетворения спроса населения посредством реализации товаров широкого потребления населению, а ресурсы представлены основным, оборотным и трудовым капиталом. Выбор показателей, наиболее полно отражающих социально-экономическую эффективность, обеспечивающих объективное и всестороннее изучение по данным учета и отчетности выполнения бизнес-планов и развития в динамике, является одним из сложных и дискуссионных моментов в методологии диагностики эффективности торговой деятельности.

УДК 339.3

ДИАГНОСТИКА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОРГОВЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Л. В. НАРКЕВИЧ, И. А. ШАВЕЛЬ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Филиал федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего профессионального образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь; Рославль, Россия

Рыночные условия хозяйствования розничных торговых организаций требуют комплексного подхода к диагностике социально-экономической эффективности торгово-технологического процесса, дающего возможность оперативно с минимальными затратами управлять ресурсным потенциалом. Проблемами разработки теоретических и методологических основ эффективности товарного обращения в разные периоды времени занимались многие ученые и экономисты. Эффективность торговли выражает степень реализации функциональной цели в процессе воспроизводства и повышение ее уровня означает снижение массы примененных ресурсов (затрат) на единицу полученного эффекта.

Эффективность является социально-экономической категорией, присущей всем типам развития общества. Достижение эффективности означает получение максимальных результатов на единицу затрат, или обеспечение минимизации затрат на единицу результата. Эффективность целесообразно оценивать и по отношению к наличным материальным и трудовым ресурсам, определяющим потенциальные возможности достижения того или иного эффекта. Отношение достигнутого результата (эффекта) к объему ресурсов покажет эффективность реализации возможностей, заключенных в ресурсах, эффективность использования ресурсов. Изменение этих отношений в динамике (или по сравнению с прогнозом) отражает рост или снижение уровня эффективности затрат или ресурсов. Эффективность оценивается на всех уровнях деятельности. Помимо достижения экономического результата (эффекта) функционирование торговых организаций сопровождается достижением социальных результатов, которые заключаются в снижении издержек потребления, т. е. удовлетворении потребностей, сокращении времени приобретения товаров. Это ставит перед торговыми предприятиями задачи достижения эффективности отдельных элементов торгово-технологического процесса.

Для определения эффективности важное значение имеют критерии ее оценки - отличительные признаки, характеризующие качественную сущность изучаемого явления или процесса, на основе которого определяется степень эффективности того или иного экономического процесса при определенных производственных отношениях. Критерием социальной эф-

УДК 621. 787

МОДИФИЦИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛИ
КОМБИНИРОВАННЫМ УПРОЧНЕНИЕМ С ФОРМИРОВАНИЕМ
ПОКРЫТИЯ

А. М. ДОВГАЛЕВ, Н. В. ТУЛУЕВСКИЙ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Методы поверхностного пластического деформирования обеспечивают широкие возможности управления физико-механическими свойствами контактирующих поверхностей деталей пар трения.

Перспективным направлением создания поверхностей трения с заданными эксплуатационными свойствами является разработка комбинированных методов модифицирования поверхностного слоя детали с одновременным формированием антифрикционного покрытия.

Для решения поставленной задачи разработан новый, простой, экологически чистый, низкоэнергетический метод комбинированного магнитно-динамического упрочнения поверхностей деталей (Патенты РФ 2029667, 2023578). Согласно методу, на деталь, деформирующие шары инструмента и технологическую среду воздействуют вращаемым магнитным полем. При этом деформирующие шары осуществляют динамическое упрочнение поверхности в технологической среде, состоящей из соединений меди и веществ, восстанавливающих медь и активизирующих процесс растворения химически стойких окислов металлов.

В результате комбинированного магнитно-химико-механического взаимодействия компонентов технологической среды и обрабатываемой поверхности образуется покрытие, имеющее адгезионную или металлическую связь с материалом детали. Одновременное протекание процессов динамического поверхностного пластического деформирования и химического взаимодействия компонентов технологической среды обеспечивает модификацию поверхностного слоя детали и формируемого покрытия.

Варьируя компонентами технологической среды и режимами магнитно-динамического упрочнения, метод позволяет получить на деталях пар трения модифицированный поверхностный слой различного состава и характеристик с улучшенными эксплуатационными свойствами.

Для реализации метода упрочнения разработаны конструкции инструментов с магнитным приводом деформирующих шаров, обеспечивающих динамическое воздействие на обрабатываемую поверхность и технологическую среду.

Ведутся исследования по созданию технологических сред с магнитными свойствами, позволяющими интенсифицировать процесс формирования антифрикционного покрытия на поверхности детали.

УДК 621.9
 РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ
 ТОЧНОСТИ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

А. В. КАПИТОНОВ, С. Г. ЧЕРНЯКОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
 «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 Могилев, Беларусь

Известны различные методы и средства измерения точности зубчатых колес, которые не могут быть использованы для контроля передач в сборе, а также для измерения кинематической погрешности редукторов. Эти методы и средства позволяют определить погрешности лишь отдельных колес или двух колес в зацеплении без монтажа их с валами, подшипниками и корпусом. Они не подходят для контроля зубчатых передач после сборки.

Исходя из этого, разработаны устройства, позволяющие контролировать кинематическую точность механических передач и редукторов.

Высокую точность измерения и быстродействие обеспечивает одно из разработанных устройств: автоматизированное устройство для контроля кинематической точности передач. Оно содержит контролируемую передачу, установленный на ведущем валу делительный диск с числом пазов для деления N_1 , фиксатор делительного диска, измерительный диск, закрепленный на ведомом валу контролируемой передачи и размещенный в щелевом проеме фотоэлектрического преобразователя, регулируемый источник постоянного напряжения, имитирующий эталонную передачу, блок сравнения электрических сигналов, выполненный на двух резисторах и регистратор. Устройство не имеет эталонного колеса. Его заменяет регулируемый источник постоянного напряжения. Величина напряжения имитирует точные углы поворота ведомого вала контролируемой передачи, соответствующие одинаковым углам поворота ведущего вала при условии отсутствия кинематических погрешностей. Одинаковые углы поворота ведущего вала обеспечиваются при помощи делительного диска и фиксатора.

Поскольку контролируемая передача имеет кинематические погрешности, постольку равным углам поворота ее ведущего вала соответствуют неравные углы поворота ведомого. Если передача не имеет погрешностей, то равным углам поворота делительного диска будут соответствовать равные углы поворота измерительного диска.

Разработанные средства контроля могут быть использованы для контроля любых механических передач в сборе, как в лабораторных, так и в производственных условиях.

Так как с точки зрения экономического эффекта лучшим является наибольшее значение показателя, то в каждом столбце определяют максимальный элемент, который принимается за единицу. Затем все элементы данного столбца (X_{ig}) делят на максимальный элемент эталонного инвестиционного проекта ($\max X_{ig}$). В результате создается матрица коэффициентов ($B_{ig} = X_{ig} / \max X_{ig}$). Матрица коэффициентов представлена в табл. 2.

Табл. 2. Матрица коэффициентов

Инвестиционный проект	P, %	IRR, %	ARR, %	PI, %
1	B11	B12	B13	B14
2	B21	B22	B23	B24
3	B31	B32	B33	B34
4	B41	B42	B43	B44
и т.д.	B_{i1}	B_{i2}	B_{i3}	B_{i4}

Все элементы матрицы коэффициентов возводят в квадрат и с учетом значимости показателей определяют рейтинговые оценки инвестиционных проектов. Значимость показателей устанавливается методом экспертных оценок. Далее устанавливают обобщающий показатель эффективности по каждому объекту инвестиций. Результаты сравнительной рейтинговой оценки инвестиционных проектов обобщают в табл. 3.

Табл. 3. Рейтинговая оценка инвестиционных проектов

Инвестиционный проект	P, %	IRR, %	ARR, %	PI, %	Ri
1	C11	C12	C13	C14	R1
2	C21	C22	C23	C24	R2
3	C31	C32	C33	C34	R3
4	C41	C42	C43	C44	R4
и т.д.	C_{i1}	C_{i2}	C_{i3}	C_{i4}	R_n

Полученные рейтинговые оценки размещают по ранжиру и определяют место каждого проекта по степени эффективности. Оптимальным представляется инвестиционный проект с наибольшей величиной обобщающего показателя эффективности. Преимущества предлагаемой методики: позволяет объективно и комплексно оценить эффективность инвестиционных проектов; проста в использовании на ЭВМ; не требует значительных материальных, финансовых и трудовых ресурсов; обеспечивает оперативность получения аналитической информации, что важно для выработки управленческой стратегии в области инвестиций; пригодна для сравнительного анализа эффективности инвестиций; возможно применение к текущим, оперативным и перспективным планированию; обладает гибкостью; базируется на комплексном многомерном подходе к оценке такого сложного явления как инвестиции.

УДК 339.15.054.22

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

Л. В. НАРКЕВИЧ, Л. Г. КОЗЛОВА

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Экономическое развитие предприятия, обуславливающее рост формируемой им прибыли, и его инвестиционная активность являются взаимобусловленными процессами. Для оценки экономической эффективности инвестиций используют систему показателей, характеризующих ценность проекта. В условиях альтернативы выбора инвестиционных решений целесообразно использование многомерного сравнительного анализа.

Методика многомерного сравнительного анализа предполагает обоснование системы показателей, по которым будут оцениваться инвестиционные проекты. Ограничимся оценкой реальных инвестиционных проектов (капитальные вложения, инновационные инвестиции, инвестиции в материальные оборотные активы). Динамичная система оценки экономической эффективности инвестиций предусматривает определение стоимости инвестиций и будущих доходов на начало расчетного периода путем дисконтирования. Ценность инвестиционного проекта в стоимостном и относительном выражении характеризуют следующие показатели: чистая дисконтированная стоимость (NPV); внутренняя норма рентабельности (IRR); расчетная норма рентабельности (ARR); индекс доходности (PI). Для обоснования выбора оптимального инвестиционного проекта целесообразным представляется формирование матричного поля эффективности. Элементами матрицы являются следующие относительные показатели (X_{ij}): среднегодовая рентабельность инвестиций (P); внутренняя норма рентабельности (IRR); расчетная норма рентабельности (ARR); индекс доходности (PI). В процессе оценки и выбора наиболее выгодного инвестиционного проекта по каждому из них рассчитывают выше перечисленные показатели, формируют матрицу исходных данных (табл. 1).

Табл. 1. Матрица эффективности инвестиционных проектов

Инвестиционный проект	P, %	IRR, %	ARR, %	PI, %
1	X11	X12	X13	X14
2	X21	X22	X23	X24
3	X31	X32	X33	X34
4	X41	X42	X43	X44
и т.д.	Xi1	Xi2	Xi3	Xi4

УДК 621

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ
НАТУРАЛЬНОЙ ДРЕВЕСИНЫ

А. С. КРАВЧЕНКО

Учреждение Образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

В настоящее время процессы резания древесины и древесных материалов не достаточно изучены. Отсутствуют экспериментальные исследования, позволяющие четко определить алгоритм управления этими процессами по заданному критерию.

Существуют стандартные алгоритмы управления, а именно: компенсация длины и радиуса инструмента; компенсация люфта передаточных механизмов; зеркальная обработка программы; разворот координат детали на произвольный угол; поддержка механизма смены инструмента; управление шпинделем и скоростью подачи. С этими задачами легко справятся технологические ПИД-регуляторы, которые могут использоваться, например, для стабилизации расстояния между исполнительным органом и обрабатываемой поверхностью и др. Существует специализированные алгоритмы, такие как: адаптивный алгоритм автоматической коррекции подачи по величине развиваемыми приводами усилий (либо по какому то другому критерию); синхронизация работы приводов по каналам связи; алгоритм расчета текущей скорости движения на основе информации о последующих изменениях траектории движения (look ahead), который позволяет существенно увеличить скорость обработки, что крайне важно для фрезерных станков и обрабатывающих центров.

Для осуществления этих алгоритмов управления в деревообработке необходимо знать основные факторы, влияющие на процессы резания, способы их контроля и математические зависимости от динамических параметров системы (состояния режущего инструмента, припуски на обработку, ширина фрезерования и др.). Эти зависимости можно получить проведя ряд экспериментов на специально изготовленном стенде, который представляет собой модернизированный станок СР6-9, который обеспечивает управление: электродвигателем ножевого вала (асинхронный электродвигатель 380/220 В, 7,5 кВт) в диапазоне частот вращения 600–3000 об/мин (верхнее и нижнее ограничивающие значения устанавливаются программно), электродвигателем привода подачи (380/220 В, 1,1 кВт) в диапазоне частот вращения 300–900 об/мин (верхнее и нижнее ограничи-

вающие значения устанавливаются программно), механизмом подъема стола для его перемещения вверх-вниз.

Система управления станка обеспечивает снятие показаний и индикацию на экране персонального компьютера следующих датчиков:

- датчик частоты вращения электродвигателя ножевого вала (0–3000 об/мин);
- датчик частоты вращения ножевого вала (0–4570 об/мин);
- датчик частоты вращения электродвигателя механизма подачи (0–900 об/мин);
- датчик скорости подачи (8–24 м/мин);
- датчик высоты подъема стола (0–200 мм, дискрет отсчета 0,1 мм).

Модернизированный станок обеспечивает возможность как прямого задания скорости подачи, так и реализацию алгоритма, при котором скорость подачи определяется установленным значением и автоматически снижается при достижении приводом ножевого вала предельного значения мощности, а так же обеспечивает индикацию потребляемой мощности каждого из двигателей станка, запись массива значений параметров в файл отчета на персональном компьютере для последующего анализа. Точность отсчета потребляемой мощности определяется точностью выходного сигнала, который формирует преобразователь частоты.

Программное обеспечение модернизированного станка обеспечивает:

- задание технологических режимов работы (скорости вращения ножевого вала и скорости подачи), отображение датчика высоты подъема стола, состояния дискретных датчиков;
- анимационное (функциональное) представление технологического процесса обработки древесины на станке (отображение режимов работы ножевого вала, привода подачи, подъема стола, заданной и реальной частоты вращения ножевого вала и привода подачи в соответствии с сигналами от датчиков обратной связи).

– сохранение полученных отсчетных значений технологических параметров приводов для последующего анализа.

Возможности стенда позволяют провести экспериментальные исследования и установить закон регулирования процесса обработки по критериям качества и производительности.

обучения, испытывать неуверенность из-за предыдущих неудач, волноваться из-за уменьшающихся с возрастом способностей.

Ввиду этого, иностранные языки для взрослых должны преподавать опытные учителя, способные и хорошо объяснить, и поддержать интерес взрослого человека. Преподаватель является экспертом, организатором, соавтором, консультантом, источником знаний. Для осуществления этих функций преподаватель должен обладать следующими качествами: терпимостью, контактностью, отзывчивостью, доброжелательностью, организаторскими способностями, корректностью и др.

Для обучения иностранным языкам взрослых в настоящее время широко применяется коммуникативная методика, которая является передовой в мире в области преподавания иностранных языков. Занятия в соответствии с данной методикой обучения английскому языку проводятся в группах из 10–12 слушателей. Это количество учащихся считается оптимальным для достижения главной цели обучения – умения свободно излагать свои мысли на иностранном языке. При таком количественном составе группы преподаватель имеет возможность объединять слушателей в небольшие подгруппы или пары, давая им коллективные задания. В процессе групповой или парной работы слушатели избавляются от свойственной им на первых порах скованности, проявляют речевую самостоятельность, пытаются корректировать друг друга, получая при этом дополнительную возможность высказаться. Решая конкретно поставленную преподавателем задачу, слушатели фокусируют свое внимание на определенной тематике и учатся использовать новые и уже известные им грамматические и лексические структуры в ситуациях, максимально приближенных к реальной жизни.

Чтобы сделать занятия разнообразнее, а процесс запоминания новых языковых конструкций более эффективным, преподаватель использует видео и аудио материалы в дополнение к устным и письменным упражнениям. Просмотр современных фильмов, чтение прессы, прослушивание новостей и подкастов значительно ускоряют процесс внедрения слушателей в языковую среду. Результативность занятий повышается, если слушатели регулярно выполняют домашние задания, пытаются анализировать языковой материал самостоятельно, постоянно слушают записи текстов и диалогов. Со взрослыми можно и нужно обсуждать, какими средствами будут достигаться поставленные цели.

В заключение необходимо отметить, что любой взрослый сможет освоить иностранный язык при правильном понимании особенностей своего восприятия, способов закрепления и воспроизведения материала в процессе обучения.

Е. Н. МЕЛЬНИКОВА

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Образование взрослых в современных условиях получает все большее распространение, становясь неотъемлемым условием развития, самореализации и профессиональной компетентности во многих областях социальной жизни. Роль образования имеет своей целью расширение возможности применения взрослыми людьми своих способностей, повышение профессиональной квалификации, получение дополнительных знаний, навыков и умений в той или иной профессиональной деятельности.

В последнее время расширяется сотрудничество с иностранными партнерами в области экономики, политики, культуры и образования. Эти тенденции обусловили интерес к изучению английского языка взрослой аудитории, нацеленной на совершенствование профессиональных навыков и умений в экономических, научных и производственных областях, требующих непрерывной языковой подготовки и практики. Широкие массы специалистов всё больше нуждаются в практическом и быстром овладении иностранным языком.

Обучение взрослых иностранным языкам является в настоящее время одной из актуальных проблем. Взрослые испытывают повышенные трудности при изучении иностранного языка, что главным образом связано с имеющимся безрезультативным предыдущим опытом изучения иностранного языка.

Взрослые слушатели обладают психофизиологическими особенностями, различными индивидуальными способностями и разным уровнем языковой подготовки. Взрослый учащийся имеет ряд отличий от учащихся других возрастов. Основные из них следующие: взрослый человек осознает себя самостоятельной, самоуправляемой личностью; имеет большой жизненный опыт; обладает высокой мотивацией к обучению; взрослый слушатель стремится к немедленному практическому применению полученных знаний и умений в повседневной и профессиональной жизни; учебная деятельность взрослого подвержена временным, пространственным, профессиональным, бытовым и социальным ограничениям.

Кроме того, взрослые имеют ряд особенностей, которые делают обучение проблематичным, а именно: могут критически относиться к методам

А. С. ЛАПКОВСКИЙ, О. Н. КАВАЛЬЧУК, П. В. ВЕРЕМЕЙ
«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Среди существующих методов поверхностной обработки большой интерес представляет упрочнение твердых сплавов лазерным излучением. В отличие от известных способов объемной термической обработки твердых сплавов процесс лазерного воздействия может быть оперативно организован в производственных условиях, с минимальными удельными затратами [1].

В настоящий момент существует три основных направления лазерного упрочнения инструментальных твердых сплавов: импульсная лазерная обработка, непрерывная лазерная обработка, текстурирование передней поверхности лазерным лучом,

Сущность метода **импульсной лазерной обработки (ИЛО)** заключается в воздействии короткими импульсами с высокой плотностью мощности ($q = 10^8 \text{ Вт/см}^2$) направленными на поверхность обрабатываемого материала, что приводит к переходу вещества в плазменное состояние. При расширении плазмы возникают очень большие, как при взрыве давления и, если это явление происходит в том случае, когда время воздействия излучения меньше времени распространения ударной волны, то и возникает ударная волна с большой амплитудой на обрабатываемой поверхности. При распространении этой волны вглубь материала и происходит пластическая деформация, приводящая к упрочнению материала. ИЛО является наиболее изученным и распространенным методом упрочнения твердосплавного инструмента.

Текстурирование режущего инструмента лазерным лучом стало возможно в последнее время, благодаря развитию систем транспортирования излучения. Процесс основан на уменьшения сил трения на передней поверхности инструмента, чего добиваются путем нанесения текстур. Эффект снижения коэффициента трения сильно зависит от формы и размера текстуры, значительно более низкие коэффициенты получаются при микро- и наноразмерных текстурах.

Обработка ведется на фемтосекундных лазерах, что позволяет получить необходимые текстуры без значительного теплового вклада в материал. Схемы наложения текстур различают по их положению к направлению схода стружки: перпендикулярная, параллельная и сетчатая текстуры. Наибольшее распространение получила схема с текстурой перпендикулярной к направлению схода стружки. Она позволяет добиться значительного снижения сил резания, а, следовательно, и увеличение стойкости инструмента.

Технологию текстурирования твердых сплавов рекомендуется применять для модифицирования инструмента применяемого при чистовой и получистовой обработке вязких материалов. Текстурированная поверхность выступает концентратором напряжений, что ведет к охрупчиванию материала и не позволяет вести обработку с ударными нагрузками [2].

Применение **непрерывного излучения** для изменения структурно-фазового состава и свойств твердых сплавов является гибким инструментом, позволяющим в более широком, чем для ИЛО, диапазоне изменять условия протекания термических процессов в поверхностных слоях материалов, что соответствующим образом сказывается на изменении их физико-механических характеристик.

Лазерная обработка непрерывным излучением при плотности мощности от $0,8 \cdot 10^5$ до $1,4 \cdot 10^5$ Вт/см² и скорости перемещения луча по образцу 100...900 мм/мин обеспечивает достаточно эффективное упрочнение твердых сплавов группы ВК. При оптимальных режимах облучения стойкость увеличивается в 2...3 раза. Характерным для данного вида обработки, также как и для ИЛО является наличие сетки трещин на поверхности зоны облучения. Однако после удаления дефектного слоя материала износ значительно уменьшается, что указывает на наличие зоны упрочнения, находящейся под слоем, ослабленным трещинами [3]. При обработке непрерывным излучением безвольфрамовых твердых сплавов ТН, с сохранением исходной шероховатость поверхности, микротвердость возрастает в 1,2–1,5 раза и достигает 20,5–22,5 МПа. Также наблюдается существенный рост плотности дислокаций в зоне облучения, появление в поверхностном слое значительных сжимающих напряжений первого рода. Совокупность этих факторов позволяет достичь увеличения стойкости инструмента в 2,4–4,0 раза.

Применение непрерывного излучения для упрочнения инструмента является производительным методом и предоставляет более широкие возможности для модифицирования свойств поверхности сплавов в сравнении с другими видами лазерной обработки

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Пинахин, И. А.** Влияние импульсной лазерной обработки твердосплавных режущих инструментов на эффективность обработки металлов резанием / И. А. Пинахин, В. Г. Копченков // Вестн. ДГТУ. – Ростов н/Д, 2010. – № 8. – С. 1235–1240.
2. **Noritaka Kawasegia** Development of cutting tools with microscale and nanoscale textures to improve frictional behavior / Noritaka Kawasegia, Hiroshi Sugimori, Hideki Morimoto // Precision Engineering – 2009. – № 33. – С. 248–254.
3. **Ярьско, С. И.** Физические и технологические основы упрочнения твердых сплавов: Монография / С. И. Ярьско. – Самара: Самарский научный центр РАН, 2006. – 244 с.

Основной формой оплаты труда рабочих является сдельная оплата, которая зависит от количества произведенной продукции и норм оплаты труда за единицу продукции. Интенсивность труда при этом никак не учитывается.

В частности, часовая производительность труда характеризует ее уровень за непосредственно затраченное время. Она могла бы точно характеризовать уровень производительности труда, если бы в отработанных человеко-часах отсутствовали потери. Тем не менее, мелкие потери на практике не учитываются, и поэтому часовая производительность труда не является точной мерой ее уровня с точки зрения непосредственных затрат труда.

В показателе дневная производительность труда также отражаются как потери рабочего времени (внутрисменные простои, отвлечения на другие работы), так и искусственное удлинение рабочего дня в результате сверхурочных работ.

Таким образом, потери рабочего времени не по вине рабочего никак не учитываются при расчете этих показателей.

Предлагается норму оплаты труда устанавливать с учетом интенсивности работы (сдельно-интенсивную). При этом часовую производительность труда следует рассчитывать как отношение объема продукции к фактически отработанным человеко-часам, т.е. к отработанным часам за вычетом простоев не по вине рабочего.

Для учета этих потерь рабочего времени предлагается ввести, так называемые, контрольные листки.

В большинстве случаев потери возникают из-за сравнительно небольшого количества причин, таких как поломка, ремонт, нехватка запасов, срыв сроков поставки сырья, отсутствие электроэнергии и др. Выяснив с помощью контрольных листков эти причины и сосредоточив усилия на их ликвидации, можно устранить почти все потери.

В решении этой проблемы может помочь построение диаграммы Парето по результатам деятельности.

Именно такая оплата труда будет удовлетворять и стимулировать рабочего. В этом случае человек получит возможность проявить и доказать свои способности, собственными усилиями создать свое материальное благополучие, полностью взять ответственность за это благополучие на себя. Если доход рабочего действительно зависит от его усилий и отношения к делу, то в этом случае вполне естественны мотивы трудового поведения, самоутверждения.

Введение такой формы оплаты труда позволит не только заинтересовать рабочего в результатах труда, но и помочь руководству предприятия в выявлении и ликвидации причин потерь рабочего времени.

О. Д. МАЛЫШЕВА, О. Г. БАРСУКОВА
Учреждение образования
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ»
Могилев, Беларусь

Эффективное использование персонала предприятия зависит от умения руководства воздействовать на способности работника к труду, с тем, чтобы направить их в нужном для фирмы направлении. Поведение человека определяется не одним мотивом, а их совокупностью, в которой мотивы могут находиться в определенном отношении друг к другу по степени их воздействия на поведение человека. Состояние различных мотивов, обуславливающих поведение людей, образует его мотивационную структуру. У каждого человека она индивидуальна и обуславливается множеством факторов: уровнем благосостояния, социальным статусом, квалификацией, должностью, ценностными ориентациями и т. д. Мотивационная структура отдельного человека обладает определенной стабильностью. Однако она может меняться, в частности, сознательно в процессе воспитания человека, его образования.

Мотивация составляет сердцевину и основу управления человеком, его усердностью и его заинтересованностью в результатах труда.

Мотивирование – это процесс воздействия на человека с целью побуждения его к определенным действиям путем пробуждения в нем определенных мотивов.

Стимулирование принципиально отличается от мотивирования, но, как правило, не все экономисты указывают на данное отличие. Суть этого отличия состоит в том, что стимулирование является одним из методов мотивации. Концепция стимулирования основывается на применении стимулов как внешних воздействий на человека для координации его деятельности (например, применение наказания, поощрения, повышение в должности и т.п.).

Используются различные методы стимулирования заинтересованности работников в результатах труда. Многие из них связаны с материальным поощрением, которое практикуется в различных видах, таких как ценные подарки, премии. Одним из важнейших факторов материального поощрения является заработная плата, как объективная оценка вклада работника в результаты деятельности предприятия.

В. Н. ЛАПТИНСКИЙ, А. А. РОМАНЕНКО, В. Ю. СТЕЦЕНКО
Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ НАН Беларуси»
Могилев, Беларусь

Основной характеристикой процесса теплообмена в кристаллизаторе является локальный коэффициент теплоотдачи, для определения которого следует решить задачи о динамическом и тепловом пограничных слоях [1]. В данной работе при ламинарном течении охладителя формула для локального коэффициента теплоотдачи в автотельном случае представлена в виде

$$\alpha_x = \lambda_0 \left(\frac{U(x)}{x\nu} \right)^{0.5} \left(\int_0^\infty \exp \left[-\text{Pr} \cdot \frac{m+1}{2} \int_0^\xi f(z) dz \right] d\xi \right)^{-1}, \quad (1)$$

где λ_0 , $U(x) = Cx^m$, ν , Pr – коэффициент теплопроводности, скорость невозмущенного потока, коэффициент кинематический вязкости, число Прандтля охладителя; функция $f(z)$ получена в [2]. В данной работе для α_x выведены удобные для практических расчетов оценки:

$$\frac{\lambda_0 \left(\frac{C}{\nu} \right)^{\frac{1}{2}}}{\int_0^\infty \exp \left(-\frac{\text{Pr}(m+1)}{12} t^3 f''(t) \right) dt} x^{\frac{m-1}{2}} \leq \alpha_x \leq \frac{\lambda_0 \left(\frac{C}{\nu} \right)^{\frac{1}{2}} [f''(0)]^{\text{Pr}}}{\int_0^\infty [f''(t)]^{\text{Pr}} dt} x^{\frac{m-1}{2}}. \quad (2)$$

Расчеты на ПК и соответствующие экспериментальные исследования показали эффективность развиваемого подхода. Соотношения (1), (2) могут быть использованы при разработке инженерных методов расчета оптимальных конструктивных параметров кристаллизаторов и рациональных технологических режимов их работы. Оценка для α_x (сверху) может быть использована для качественного анализа коэффициента теплоотдачи при турбулентном течении охладителя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Себиси, Т. Конвективный теплообмен / Т. Себиси, П. Брэдшоу. – М. : Мир, 1987. – 592 с.
2. Лаптинский, В. Н. Расчет динамического и теплового пограничных слоев для оценки охлаждающей способности кристаллизаторов / В. Н. Лаптинский [и др.] // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2010. – № 4 (29). – С. 75–83.

В. Н. ЛАПТИНСКИЙ, В. Ю. СТЕЦЕНКО, Р. В. КОНОВАЛОВ
Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ НАН Беларуси»
Могилев, Беларусь

Известно [1], что главная задача теории затвердевания отливки – расчет скорости затвердевания расплава и выявление связи между комплексным параметром условий литья и свойствами отливки из различных литейных сплавов. Решение этой задачи конструктивными математическими методами позволит не только эффективно (с оптимизацией всех параметров) управлять процессом затвердевания отливки, но и получить соответствующие инженерные формулы. В результате обширных экспериментальных исследований установлено, что важнейшие свойства реальных отливок определяются величиной скорости затвердевания расплава при определенных условиях технологии литья. Точнее, в условиях, обеспечивающих протекание процесса затвердевания с определенной (расчетной) скоростью, поскольку формирование свойств отливки всего лишь обусловлено теплоотводом и является результатом других процессов.

В данной работе предлагается полуэмпирическая методика получения зависимостей, описывающих движение фронта затвердевания отливки в кристаллизаторе. Основные структурные элементы методики:

- получение экспериментальных данных о распределении температуры из показаний N термопар, установленных в отливке;
- обработка этих данных с применением вспомогательных функций различных типов, например, [2, гл. 2];
- получение приближенных формул, описывающих движение фронта затвердевания отливки.

Для описания движения фронта затвердевания отливки в кристаллизаторе (между двумя соседними термопарами) получена формула

$$r(t) = \frac{T_{i+1}(t)r_i - T_i(t)r_{i+1} + \tilde{T}(r_{i+1} - r_i)}{T_{i+1}(t) - T_i(t)}, \quad t_i \leq t \leq t_{i+1},$$

где $T_k(t)$ ($k = \overline{1, N}$) – показания термопар, \tilde{T} – температура кристаллизации, $i = \overline{1, N-1}$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Баландин, Г. Ф.** Основы теории формирования отливки: в 2-х ч. / Г. Ф. Баландин. – М. : Машиностроение, 1976. – Ч.1. – 328 с.
2. **Калиткин, Н. Н.** Численные методы / Н. Н. Калиткин. – М. : Наука, 1978. – 512 с.

И. А. ЛУГОВАЯ, Е. Л. РОЩИНА
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

На многих белорусских предприятиях зачастую бывает невозможно рассчитать показатели эффективности маркетинговой деятельности, например, из-за отсутствия учета затрат на маркетинговые мероприятия на службе маркетинга. Однако, в настоящее время наблюдается движение в сторону более детального учета и более точных измерений в маркетинге. Финансовые менеджеры начинают уделять более пристальное внимание распределению маркетингового бюджета. Специалисты по маркетингу должны постоянно принимать решения относительно того, какие объемы рекламы необходимы, сколько контактов требуется осуществить при помощи методов прямого маркетинга, как часто на клиентов нужно воздействовать маркетинговыми средствами. Решения относительно вложений в маркетинг достаточно сложны. Наиболее точным показателем является рентабельность инвестиций – показатель, который позволяет связать общую сумму произведенных инвестиций с общим эффектом, полученным за счет данных инвестиций. В данном методе, затраты на маркетинг рассматриваются как инвестиционные вложения. Анализ рентабельности маркетинговых инвестиций является инструментом, позволяющим определить, какие из программ следует финансировать, а также принять решение о том, какой объем финансирования выделить той или иной программе.

Модели управления, основанные на рентабельности маркетинговых инвестиций, стимулируют лиц, ответственных за принятие решений, к пересмотру и совершенствованию бюджетного процесса. Предприятие имеет возможность быстро сравнивать и производить выбор из различных вариантов маркетинговых мероприятий, ему проще принимать обоснованные решения. Анализ рентабельности маркетинговых инвестиций позволяет руководителям, финансистам и маркетологам общаться на одном языке, говоря о результатах, которые предполагается получить в будущем. Использование стандартных показателей, имеющих стоимостное выражение, вместо специфических маркетинговых, даст возможность специалистам по маркетингу получить большую поддержку со стороны руководства, упростит для них процесс получения дополнительного финансирования.

их в ценах 1991 года с применением поправочных коэффициентов по элементам затрат. Упомянутые системы создавали значительное несоответствие рассчитанной сметы с реальной стоимостью строительства объекта.

Поэтому, в 2008 году был осуществлен переход на новую нормативную базу в ценах и нормах 2006 года (РСН-2007). При этом в качестве основного метода составления сметной документации принят базисно-индексный метод, предусматривающий составление смет в базисных ценах 2006 года и последующим пересчетом в текущие цены с помощью индексов изменения стоимости по элементам затрат. При определении сметной стоимости строительных и монтажных работ изменен порядок расчета накладных расходов и плановых накоплений (по установленным нормам в процентах от суммы основной заработной платы рабочих и заработной платы в составе затрат на эксплуатацию машин и механизмов). Порядок расчета индексов изменения стоимости строительно-монтажных работ определен РСН 8.01.105-2007. Расчет указанных индексов осуществляется ежемесячно по данным мониторинга цен на строительные материалы, машины и механизмы, транспортные услуги специально созданными региональными центрами по ценообразованию в строительстве. Указом Президента Республики Беларусь от 7 февраля 2005 г. № 58 «О проведении подрядных торгов в строительстве и признании утратившими силу отдельных указов, положения указа Президента Республики Беларусь» (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2005 г., № 23, 1/6218) введено обязательное проведение торгов при заключении договоров на строительство объектов, финансируемых за счет средств республиканского и местных бюджетов. По результатам торгов, в соответствии с установленным порядком, определяется договорная (контрактная) цена.

В целях дальнейшего совершенствования ценообразования в строительстве с 1 января 2012 года в Беларуси внедряется новая система ценообразования с использованием новой нормативной базы (НРР-2012). При этом сметная стоимость строительства объекта утверждается в текущих ценах (на дату начала выполнения строительно-монтажных работ, определяемую заказчиком, и учетом нормативной продолжительности строительства) с применением прогнозных индексов-дефляторов ВВП, утверждаемых, в установленном порядке, сроком не менее чем на 5 лет. Основным методом разработки сметной документации становится ресурсный метод, предусматривающий применение действующих (текущих) цен или средневзвешенных цен на основании нормативов расхода ресурсов, утверждаемых в организации, а при их отсутствии – на основании укрупненных нормативов стоимости строительства объектов и объектов-аналогов.

Внедрение предлагаемой системы ценообразования обеспечит снижение стоимости строительства, позволит внедрить в практику строительства неизменные договорные (контрактные) цены.

УДК 621.01: 621.9.01

УМЕНЬШЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ СТАНКОВ НА ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ

В. А. ЛУКАШЕНКО, И. В. РУСЕЦКАЯ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Погрешности механической обработки деталей, причинами которых являются температурные деформации станков, составляют от 10 до 40 % общей суммарной погрешности. Основными источниками тепла в металлорежущих станках являются: зона резания, гидроаппаратура, электрические цепи, электродвигатели, внешние и другие источники тепла.

Наибольшее влияние на точность обрабатываемых деталей оказывает нагрев шпиндельных бабок, в результате чего происходит смещение шпинделя в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Такие смещения в зависимости от конструкции станка могут достигать 0,01–0,06 мм, что сопоставимо с допусками на обрабатываемые детали.

В заводских условиях для уменьшения погрешности обработки, связанной с температурными деформациями станка, производят предварительный нагрев станка обкаткой вхолостую в течение 2–3 часов до наступления стабильного теплового состояния. Очевидно, что такой метод стабилизации является слишком дорогостоящим и должен повторяться перед каждой рабочей сменой.

На кафедре «Технология машиностроения» Белорусско-Российского университета были проведены исследования температурных деформаций станка мод. ЛФ260МФ3. В отличие от широко распространенной практики установления зависимости смещений шпинделя от времени работы станка был принят несколько иной подход.

Полагая, что смещения шпинделя в основном зависят от теплового состояния шпиндельной головки, в экспериментальных исследованиях наряду с измерениями смещений шпинделя фиксировалась температура масла шпиндельной головки. При многократных повторениях эксперимента зависимость смещений шпинделя от температуры масла $\Delta = f(t)$ оказалась устойчивой.

Получив предварительно зависимость $\Delta = f(t)$ для любого станка и, измеряя температуру масла непрерывно, можно в любой момент времени установить величину смещений шпинделя и ввести соответствующие поправки в настройку или программу станка. Таким способом можно существенно уменьшить погрешности обработки деталей, вызванные температурными деформациями станка.

УДК 621.91.002
СПОСОБ СОКРАЩЕНИЯ ЧИСЛА КОМПЕНСАТОРОВ ПРИ
ДОСТИЖЕНИИ ТОЧНОСТИ СБОРКИ МЕТОДОМ РЕГУЛИРОВАНИЯ

О. А. МЕДВЕДЕВ, В. П. ГОРБУНОВ
Учреждение образования
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Брест, Беларусь

Применение неподвижных компенсаторов для достижения точности замыкающего звена TA_A сборочной конструкторской размерной цепи основано на том, что, с помощью компенсатора определенного размера можно компенсировать за счет допуска замыкающего звена часть суммарного поля рассеяния составляющих звеньев TA_C , называемую степенью компенсации C и равную (в идеале) TA_A . Увеличив компенсатор на величину TA_A можно компенсировать еще такую же часть, примыкающую к первой, и так далее. В действительности степень компенсации меньше допуска замыкающего звена из-за погрешностей изготовления компенсаторов и погрешностей определения требуемого размера компенсатора во время предварительной сборки конкретного экземпляра изделия. Эти погрешности нельзя компенсировать выбором компенсатора. Для их компенсации приходится выделять часть TA_A .

Применение комплекта из нескольких компенсаторов разной толщины для каждого экземпляра изделия требует значительных материальных и трудовых затрат на их изготовление. Известен способ уменьшения требуемого количества компенсаторов в комплекте на одно изделие, при котором размеры компенсаторов являются членами геометрической прогрессии со знаменателем 2. Если в качестве первого компенсатора принять величину степени компенсации C , то размеры компенсаторов в комплекте, заранее изготовленном для каждого экземпляра изделия, будут принадлежать ряду $K_i = C, 2C, 4C, 8C, 16C, 32C \dots$. Применение такого ряда обусловлено тем, что при выборочном сложении размеров компенсаторов можно получить суммарный размер любой кратности по отношению к степени компенсации. Это позволяет компенсировать любое отклонение суммарного составляющего звена сборочной конструкторской размерной цепи в пределах TA_C . Однако в технической литературе отсутствуют методики расчета рациональной величины C и минимально достаточного числа компенсаторов n в комплекте на одно изделие с учетом погрешностей выполнения сборочных работ.

В основе предлагаемой методики расчета указанных величин лежат схемы компенсации TA_C , представляющие собой сочетания конструкторской и технологической сборочных размерных цепей для случаев увеличи-

УДК 338.5:69
ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

О. М. ЛОБИКОВА, С. Д. ГАЛЮЖИН
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Ценообразование в строительном комплексе Республики Беларусь отличается от ценообразования в других отраслях экономики. Это объясняется спецификой создаваемого продукта, длительностью производственного и инвестиционного циклов и, соответственно, большой зависимостью стоимости работ от инфляционных процессов.

В последние годы в Республике Беларусь последовательно использовались сметно-нормативные базы, внедренные в 1984, 1993, 2001, 2008, 2012 годах.

Сметно-нормативная база, действовавшая с 1984 по 1993 годы, позволяла рассчитать сметную стоимость строительства, основываясь на сборниках сметных норм СНИП 84 часть IV, сборниках расценок ЕРЕР-84, сборниках цен ССЦ-1984. При определении сметной стоимости строительных и монтажных работ накладные расходы начислялись в процентах от прямых затрат, а плановые накопления – в процентах от себестоимости.

При использовании сметно-нормативной базы, внедренной в 1993 году (СНИП-91 часть IV, ЕР-91, ССЦ-1991) предусматривалось составление сметной документации в базисных ценах 1991 года, с учетом возможности применения системы совмещения с предыдущей базой. При отсутствии единичных расценок в ценах 1991 года допускалось использование единичных расценок в ценах 1984 года с переходом к ценам 1991 года с помощью поправочных коэффициентов.

При отсутствии единичных расценок в ценах 1984 и 1991 годов допускалась разработка индивидуальных единичных расценок. При определении сметной стоимости строительных и монтажных работ (применении нормативной базы 1993 года) изменена методика расчета накладных расходов и плановых накоплений. Накладные расходы и плановые накопления начислялись в процентах от суммы основной заработной платы рабочих и затрат на эксплуатацию машин и механизмов.

При использовании сметно-нормативной базы 2001 года (РСН-2000) была сохранена методика составления сметной документации в базисных ценах 1991 года, с учетом возможности применения системы совмещения с предыдущей базой. При отсутствии расценок в сборниках ресурсно-сметных норм, а также преysкурантов, укрупненных сметных норм на строительство по ресурсно-сметным нормам допускалось использование

ляющие: субъектная подсистема, объектная подсистема, методология контроллинга, системы обеспечения.

Результативное внедрение и функционирование системы контроллинга позволит предприятию сократить время адаптации предприятия к изменениям внешней и внутренней среды, оптимизировать управленческий риск, предвидеть будущее, не подвергать себя опасности банкротства, сделать предприятие прибыльным и конкурентоспособным.

Выявляя решающие участки и узловые проблемы социально-экономического развития, путем своевременного изменения форм организации учета, анализа, планирования, контроля, методов управления, перенаправляя информационные потоки, эффективная система контроллинга предприятия позволит в сжатые сроки с наименьшими потерями и затратами решать задачи, намечаемые стратегией предприятия. В связи с этим, возникает необходимость внедрения систем контроллинга на белорусских предприятиях с учетом сложившейся экономической модели и особенностей внешней среды.

Создание на белорусских предприятиях службы контроллинга позволит:

- наладить более оперативный обмен информацией, улучшить координацию отделов в процессе разработки планов, повысить эффективность реализации мероприятий;

- быстрее добиться введения единых стандартов и правил планирования, контроля, учета и отчетности по отделам, что облегчит процесс управления;

- скоординировать планы всех отделов и проверить их на правдоподобность, т.к. этим вопросом будет заниматься одна служба;

- восстановить реальное выполнение бизнес-процессов и провести соответствующий их анализ и контроль, проводить разносторонний анализ зависимости значений показателей от их аналитического окружения;

- видеть истинные причины, приводящие к снижению эффективности деятельности предприятия и принимать обоснованные решения, направленные на их устранение.

Таким образом, внедрение систем контроллинга на белорусских предприятиях будет способствовать созданию эффективной системы управления предприятием, финансовой стабильности и конкурентоспособности отечественной продукции.

вающего и уменьшающего компенсатора. Реальная конструкторская цепь представлена в схеме компенсации математически тождественной трехзвенной цепью, состоящей из суммарного составляющего звена, компенсатора и замыкающего звена.

Технологическая сборочная размерная цепь формируется во время предварительной сборки изделия (с эталоном на месте замыкающего звена или компенсатора) и измерения местоположения компенсатора, или замыкающего звена. Замыкающим звеном в ней является местоположение компенсатора, а составляющими звеньями – размеры используемой сборочной оснастки и погрешности выполнения сборочных работ. При окончательной сборке изделия из комплектующих деталей и выбранного компенсатора, отклонение замыкающего звена конструкторской цепи от эталона будет равно отклонению выбранного компенсатора от размера его местоположения. Это отклонение складывается из погрешностей изготовления и установки эталона, погрешности измерения местоположения компенсатора, погрешности изготовления компенсаторов, погрешности выбора компенсатора (равна ступени компенсации). На основе схем компенсации составлено условие достижения точности сборки, которое преобразовано в трансцендентную функцию для определения значения ступени компенсации C

$$C = 2^{\left(\frac{C + \varepsilon + TK \cdot \log_2 TA_{\Sigma} - TA_{\Delta}}{TK} \right)},$$

где: ε – погрешность формирования размера требуемого компенсатора, при предварительной сборке, являющаяся суммой погрешности эталона замыкающего звена, погрешности установки эталона, погрешности измерения местоположения компенсатора; TK – допуск одного компенсатора; TA_{Δ} – требуемый допуск замыкающего звена конструкторской сборочной размерной цепи; TA_{Σ} – суммарный допуск составляющих звеньев конструкторской сборочной размерной цепи;

Численное решение уравнения полученной функции для определения ступени компенсации выполнялось методом проб с помощью компьютерной программы, разработанной в приложении Excel на языке Visual Basic for Application (VBA).

Для расчета числа компенсаторов n в комплекте на один экземпляр изделия, с учетом значения C , использовалось выражение

$$n = \log_2 (TA_{\Sigma} / C) = \log_2 TA_{\Sigma} - \log_2 C.$$

Полученные зависимости позволяют обоснованно определить ступень компенсации и число компенсаторов – членов геометрического ряда, согласующиеся с параметрами точности компенсаторов и сборочной оснастки, используемой при достижении точности сборки методом регулирования.

УДК 621.923.4

ФИНИШНАЯ ПНЕВМОЦЕНТРОБЕЖНАЯ ОБРАБОТКА ГИЛЬЗ
ЦИЛИНДРОВ ТРАКТОРНЫХ И КОМБАЙНОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ В
РЕМОНТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

А. П. МИНАКОВ, К. А. БЫЧИНСКИЙ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В последние десятилетия повысились экологические требования в промышленно развитых странах к выбросам в окружающую среду вредных веществ двигателями внутреннего сгорания (ДВС). Это вызвало всплеск исследований в рассматриваемой области. Инофирмы, изготавливающие двигатели, осуществляют значительные финансовые вложения в исследования по этой теме, т.к. от соответствия их продукции экологическим стандартам зависит расширение рынка сбыта.

В ремонте производстве на финишной технологической операции механической обработки рабочую поверхность гильз цилиндров ДВС после растачивания обычно хонингуют.

Это позволяет обеспечить масляную экономичность ДВС тракторных и комбайновых дизелей с относительным расходом масла на угар не более 0,8...0,9 %.

При этом основным комплексным критерием качества технологии ремонта дизелей является относительная величина угара масла – $g_{м,уг.}(\%)$. В процессе обкатки после ремонта ДВС обеспечивается относительный расход масла на угар $\geq 0,5$ %.

Тем не менее, технология ремонта ДВС по расходу масла на угар масла в ЦПГ уступает новым двигателям. Так, например, расход масла на угар нового ДВС Минского моторного завода модели Д-260 не более 0,4 % согласно ТУ 23.3.03-86.

Повысить топливную и масляную экономичность ДВС можно используя после растачивания и хонингования упрочняющую пневмоцентробежную обработку. При этом прогнозируется повышение ресурса ДВС.

Сущность метода обработки состоит в деформационном упрочнении зеркала гильзы стальными шарами, движущимися свободно в потоке сжатого воздуха по кольцевидной траектории относительно продольной оси гильзы.

Предварительные стендовые испытания 60-часовые испытания ДВС, укомплектованные опытными гильзами, прошедшими ПЦО, показали, что относительный расход масла на угар при новом качестве поверхности $g = 0,3...0,4$ %. Это улучшает показатели экологичности ДВС и ресурсосбережения.

УДК 338

КОНТРОЛЛИНГ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ
ПРЕДПРИЯТИЕМ

Д. В. КУРОЧКИН

Учреждение образования
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. А.А. Кулешова»
Могилев, Беларусь

На сегодняшний день в Республике Беларусь особенно остро стоит вопрос внедрения на предприятиях систем контроллинга. Использование передовых зарубежных методик управления предприятием, адаптированных к условиям Беларуси, эффективного использования информации, обеспечения стабильного развития является чрезвычайно актуальным для отечественных предприятий.

Как российскими, так и зарубежными исследователями отмечается, что контроллинг направляет деятельность всей системы управления на достижение поставленных целей, является синтезом планирования, учета, контроля, экономического анализа и организации информационных потоков, осуществляет информационное обеспечение принятия решений на всех уровнях управленческой иерархии.

Для обеспечения устойчивого развития предприятий в Республике Беларусь необходимо:

- создать систему эффективного стратегического планирования;
- разработать и внедрить методологию достижения стратегических целей с помощью системы контроллинга;
- обеспечить всестороннюю популяризацию и изучение системы контроллинга как системы управления для белорусских предприятий.

Система контроллинга индивидуальна для каждого предприятия, т. к. зависит от характера деятельности предприятия, его места расположения, уровня развития и структуры социально-экономического потенциала, стиля руководства, профессионализма и квалификации кадров, производственной дисциплины, типа организационной структуры управления и др. Поэтому для каждого конкретного предприятия с его учетом особенностей необходимо разрабатывать собственную систему контроллинга.

Анализ трудов в области контроллинга таких зарубежных авторов, как Ю. Вебер, Д. Вильсон, А. Дейле, Д. Джексон, Х.-У. Кюппер и др. позволяют выделить наиболее общие элементы системы контроллинга, характерные для любой системы контроллинга. В структуру системы контроллинга промышленного предприятия входят следующие взаимосвязанные состав-

венно в этой области. Стремление субъектов хозяйствования распространить свою деятельность в разных странах требует отказа от сильной степени привязанности к одной территории, жесткая конкуренция вынуждает усиливать спецификацию различных видов деятельности для достижения максимального результата.

Современные зарубежные компании не обязательно держат большой штат сотрудников в головной компании, а предпочитают контролировать несколько различных компаний, выполняющих для головной отдельные задания. На аутсорсинг могут быть переданы такие функции, как маркетинг, закупки для производства, логистика. Постепенно происходит переход к модели виртуальной компании, занимающейся только стратегическими вопросами (разработка продукта, обслуживание клиентов), а прочие функции потребляются при этом в качестве услуг при помощи сети. Конкурировать начинают отдельные бренды, а не конкретные организационные структуры. Происходят изменения и в общении экономического субъекта с клиентами, которое также становится более гибким, селективным и способным оперативно и успешно адаптироваться к изменяющимся условиям.

Появился термин «информационная прибыльность» (information proficiency) компании, который означает способность компаний и других организаций оптимально и систематически использовать информацию для достижения стратегических целей. Это способ объединения информационных навыков экономического субъекта с теми преимуществами, которые дают электронные формы обмена. Чтобы быть прибыльным с информационной точки зрения, экономический субъект должен иметь продуманную информационную политику, четко выявленные информационные приоритеты, корпоративную культуру, учитывающую информационные моменты, и, наконец, штат высококвалифицированных сотрудников, которые в состоянии осуществлять поставленные перед ними задачи.

Тем не менее, несмотря на столь существенное влияние, которое изменения в информационной сфере оказывают на общество, не следует отрицать традиционных связей и норм поведения. Многие предприятия, переходящие на использование Интернет-технологий, сталкиваются с рядом проблем в этой области, но, в то же самое время, неоспоримые преимущества подобных технологий делают такой переход вполне оправданным и обоснованным. А изменение поведения экономических субъектов на микроуровне неизбежно приводит к новым и эффективным макроэкономическим шагам в сфере принятия решений и организации управленческих задач.

УДК 621.787.4
НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ
ГИЛЬЗ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ В ОСНОВНОМ
ПРОИЗВОДСТВЕ

А. П. МИНАКОВ, Е. В. ИЛЬЮШИНА, Н. М. ЮШКЕВИЧ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В настоящее время финишная обработка внутренней поверхности гильз двигателей внутреннего сгорания (ДВС) в основном производстве состоит из последовательности операций хонингования, где окончательным является плосковершинное. Хонингованием обеспечивают размерную точность, необходимую шероховатость и микрогеометрию поверхности гильз. При этом относительный расход масла на угар, определяющий уровень масляной экономичности двигателя и влияющий на его долговечность, составляет 0,3...0,4 %.

Однако, отечественное производство ДВС уступает по показателю масляной экономичности зарубежному, например, польская фирма «KROTOSZYN» AG – успешный производитель гильз в Европе, использующая для их обработки специальное островершинное хонингование и последующее фосфатирование, обеспечивает расход масла на угар в цилиндропоршневой группе равный 0,2 %, что соответствует нормам ЕВРО 2.

Применение хонингования для финишной обработки гильз обусловлено тем, что рабочая поверхность должна быть по форме геометрически правильным цилиндром, и обязательно иметь на своей поверхности углубления для удержания масла. Если поверхность будет гладкой, произойдет быстрый износ цилиндра и поршневых колец, работающих на сухую.

Ряд российских фирм предлагает прогрессивную технологию хонингования гильз, осуществляемую в три этапа. Сначала большую часть припуска снимают брусками с крупным абразивом, микрорельеф поверхности приобретает вид высоких острых выступов и глубоких впадин. Дальнейшая обработка брусками с более мелким абразивом позволяет получить относительно плоские выступы, что увеличивает площадь опорной поверхности цилиндра. Однако, такая форма выступов не идеальна, поэтому на заключительной операции применяют крацевание (процесс обработки поверхности специальными щетками для скругления вершин трапецевидных выступов и очистки впадин от частиц абразива). Полученный таким образом микрорельеф способен удержать максимальное количество моторного масла на стенках цилиндра при условии, что основные параметры

шероховатости поверхности (R_a , t_p) выдержаны в пределах допустимых значений.

Очень хорошие результаты достигнуты при использовании для обработки гильз процесса алмазного хонингования. Стойкость алмазных брусков, намного больше керамических, а стабильность процесса обработки возрастает в разы. Однако, использование алмазного хонингования в отечественном производстве ограничено парком имеющегося оборудования – устаревшими хонинговальными станками, которым для работы с алмазным инструментом не хватает мощности и жесткости. Для обработки подходят лишь новые, созданные специально для тяжелых режимов станки. Кроме того, алмазный инструмент является достаточно дорогим, за счет чего стоимость обработки гильз возрастает. На поверхности цилиндра после алмазной обработки остается множество металлических частиц, что приводит к быстрому износу поршневых колец, если поверхность не прошла последующую очистку щетками.

Таким образом, процесс хонингования, хоть и является наиболее используемым при обработке внутренней поверхности гильз ДВС, но он чрезвычайно сложен и трудоемок.

В этой связи создание, разработка и исследование новых способов финишной обработки гильз двигателей внутреннего сгорания приобретает особую актуальность. Для снижения трудоемкости обработки гильз на финишных операциях и обеспечения масляной экономичности на уровне европейских производителей, предлагается использовать новую технологию упрочняющей пневмоцентробежной обработки (ПЦО) взамен чистового хонингования.

Упрочняющая ПЦО рабочих поверхностей гильз ДВС заключается в том, что после полустого хонингования их поверхность подвергают тонкому динамическому наклепу (упрочнению) стальными шарами, движущимися по кольцевой траектории в турбулентном потоке сжатого воздуха и перемещающимися относительно продольной оси заготовки, при их импульсно-ударном воздействии на исходный микрорельеф.

Использование упрочняющей ПЦО для обработки внутренних поверхностей опытной партии заготовок гильз двигателей внутреннего сгорания мод. Д-245 показало, что рабочая поверхность гильз после упрочняющей ПЦО имеет шероховатость $R_a = 0,48 \dots 0,50$ мкм, среднюю глубину впадин $R_{vk} = 1$ мкм и относительную опорную длину профиля поверхности $t_{p50} = 85$ %, что в совокупности обеспечивает снижение относительного расхода масла на угар до $0,22 \dots 0,24$ %, что доказано результатами 60-ти часовых стендовых испытаний двигателей. В результате прогнозируется уменьшение расхода топлива ДВС и времени его обкатки, устранение дорогостоящего фосфатирования гильз, повышение износостойкости пары трения гильза – поршневое кольцо.

УДК 330.342.17+330.342.2+330.47

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЕ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

О. Е. КОРНЕЕНКО, Д. В. ДОРОШЕВ

Учреждение образования

«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им.Ф.Скорины»

Гомель, Беларусь

В настоящее время происходит перемещение экономической активности промышленных предприятий из области традиционных форм рынка в область компьютерных информационных сетей, Интернета.

Информационные технологии коренным образом изменяют сам процесс принятия решений экономическими субъектами. Меняется потребительское поведение: в его основе по-прежнему задача максимизации полезности, но ее реализация происходит иначе. Потребитель превращается из пассивного наблюдателя в активного пользователя возможностями информационных технологий.

Современные информационные технологии позволяют реализовать свои задачи в любой точке пространства. Через создание порталов (вертикальных рынков) товаров и услуг Интернет внедряет новые стандарты конкурентоспособности, структуры затрат и прибылей производителей.

Интернет оказывает сегодня такое огромное влияние на деятельность экономического субъекта, что сетевые возможности рассматриваются уже не в качестве конкурентного преимущества, а в качестве необходимой предпосылки для ведения бизнеса на современном уровне, соответствующем мировым представлениям о квалифицированной деятельности.

В сетевой экономике основной целью деятельности экономического субъекта является максимизация не его ценности, а ценности сети экономического субъекта. Сеть отличается тем, что ее функционирование имеет нулевые переменные издержки и нулевой лаг (промежуток времени), она может обеспечить практически безграничный доступ к информации и взаимодействию экономических агентов друг с другом.

Следовательно, необходима выработка новых подходов при организации работы современного субъекта хозяйствования. Сначала компьютерную сеть можно использовать в качестве еще одного маркетингового канала, затем начинается использование Интернета для связывания воедино организационных структур хозяйствующего субъекта, а в дальнейшем произойдет его трансформация, когда многие бизнес-процессы будут полностью автоматизированы.

Не основные функции экономического субъекта могут передаваться другим лицам или организациям, которые специализируются непосред-

готовленная на основе целлюлозы, смешанной с различными добавками, которые придают обоям цвет и текстуру.

Ответ второй: перед обычными обоями – жидкие обои обладают рядом преимуществ:

- главное преимущество – отсутствие стыков и швов;
- жидкие обои скрывают трещины и небольшие дефекты стен;
- не притягивают пыль: (жидкие обои в своем составе имеют натуральные компоненты, которые несут нейтральный электрический заряд);
- обладают тепло- и звукоизоляцией;
- не горят и не выделяют токсичных газов;
- жидкие обои обладают высокой цветостойкостью и практически не выгорают.

Ответ третий: жидкие обои в отличие от бумажных, требуют меньше финансовых затрат на подготовительные операции (грунтовка, штукатурка, шпатлевка стен может быть только черновая или ее полное отсутствие).

В Республике Беларусь производство жидких обоев не получило еще такого развития как в Европе и России.

По схеме импортозамещения можно начать производство жидких обоев, опираясь на исследования научно-отраслевой лаборатории «Строительных материалов» Белорусско-Российского университета, которая предлагает использовать, в качестве основного компонента не целлюлозу, а вторичное сырье, а именно, отходы хлопка, которые можно приобрести по низким ценам у местных производителей, что даст возможность предложить ценовой диапазон более приемлемый на местном рынке. Уникальная методика сотрудников и студентов Белорусско-Российского университета под руководством Семенюк Р. П. позволяет использовать материал на основе отходов текстильного производства и другого вторичного органического сырья, используемого в качестве наполнителей, а также полимерного связующего.

УДК 621.91
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ
ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ФОРМООБРАЗОВАНИИ СЛОЖНОЙ
ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛИ

М. И. МИХАЙЛОВ
Учреждение образования
«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. П. О. Сухого»
Гомель, Беларусь

В общем случае параметры характеристического образа отличны от параметров режущих элементов инструмента, поскольку последние назначают исходя из условий как формообразования, так и резания. В результате одному характеристическому образу может соответствовать множество режущих инструментов. Например, характеристический образ в виде окружности присущ фасонному резцу для обработки торových поверхностей, концевой сферической фрезе, дисковой торовой фрезе и разным модификациям этих инструментов для обработки пазов, винтовых и других сложных поверхностей, спрофилированных по окружности.

В характеристическом образе отражаются общие геометрические свойства возможных инструментов, существенные для представления процесса формообразования поверхности.

Задание характеристического образа инструмента, его положения и перемещения в системе отсчета, связанной с заготовкой, определяет общую схему формообразования. Следует отметить, что форма характеристического образа может в процессе движения становиться другой вследствие соответствующего изменения положения режущего инструмента и его геометрии с целью, например, приближения к форме образующей номинальной поверхности изделия.

В результате при синтезе общих схем обработки возникают задачи выбора рациональной формы характеристического образа инструмента. Для сложной поверхности существует множество решений данной задачи.

Например, выпуклая поверхность может быть образована инструментом с выпуклым, прямым или вогнутым характеристическим образом при разных направлениях и других параметрах его движения. Поэтому практический интерес представляет установление влияния общей схемы формообразования на эффективность способа обработки и при наличии такого влияния – определение критериев выбора характеристического образа инструмента и траектории его движения.

Решение обратной задачи формообразования позволяет определить необходимые движения инструмента относительно детали, а также рассчитать параметры формообразующей кромки.

Исходными условиями для решения этой задачи является вид действительной кинематической поверхности и допустимый размер остаточного гребешка кинематической погрешности.

Рассмотрим общий алгоритм и несколько типовых примеров решения такой задачи.

Общий алгоритм решения включает в себя следующую последовательность: вначале необходимо определить направление относительного движения инструмента и заготовки, а затем по заданному виду кинематической образующей рассчитать параметры формообразующей кромки.

Наибольшую сложность вызывает нахождение аналитического выражения для формообразующей кромки образующей прямой или криволинейный конус. Выбрав исходную систему координат с началом в центре детали и имеющей для каждой точки образующей детали $Z=0$, записывали общее уравнение выбранной образующей. Затем из условий прочности зуба инструмента выбирали максимальное значение переднего угла. Вершину зуба инструмента располагали в точке с минимальным радиусом детали. Выбрав новую систему координат, для которой одна ось проходит по касательной к передней поверхности, а вторая направлена через центр детали, при условии, что $Z_1=0$ находили уравнения связи между системами координат. Полученные уравнения подставляли в исходное уравнение образующей поверхности детали, находили аналитическое выражение для формообразующей кромки резца.

Так, например, для прямой цилиндрической поверхности уравнение формообразующей кромки будет иметь вид:

$$\frac{(X_1 - b)^2}{h^2 k^2} - \frac{Y_1^2}{h^2} = 1,$$

где k и b – параметры образующей поверхности детали; h – расстояние от начала второй системы координат до центра детали.

Анализ полученного выражения позволяет заключить, что, используя в качестве образующих инструментальных поверхностей технологичные линии, можно получить сложные кинематические образующие поверхностей деталей.

Выводы: предложенная методика моделирования позволяет получать аналитические выражения для формообразующих кромок резца по обобщенным выражениям образующей поверхности детали.

УДК 338

ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И СВОЙСТВА НОВЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

С. Л. КОМАРОВА, А. С. БЕЛЯСОВА, Д. Д. САКОВИЧ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилёв, Беларусь

Строительный рынок Республики Беларусь сегодня предлагает широкий ассортимент товаров и услуг, который помогает потребителю воплощать в жизнь любые идеи. Но большой спектр этих товаров и услуг импортного производства. Не всегда белорусский потребитель может выбрать из этого многообразия товаров тот, который сможет удовлетворить все его запросы: быть экологически безопасным, дешевым, простым в эксплуатации, а также действительно быть белорусским. Белорусский потребитель уже хорошо понимает, что «ЗРОБЛЕНА Ў БЕЛАРУСІ» это всегда подтверждение высокого качества товаров. Мы в этом убеждены по многим ярким примерам, и уже не только белорусы, но и украинцы, и россияне приобретают с большим удовольствием белорусские продукты питания, белорусскую мебель, одежду, обувь. За последние 10 лет и на строительном рынке появились белорусские товары, которые однозначно очень высокого качества: цемент, сухие строительные смеси, обои, кирпич, силикатные блоки.

Выйти сегодня на рынок с абсолютно новым товаром довольно сложно. Нужно предложить такой товар, который будет обладать достаточно уникальными свойствами, будет лучше импортных товаров, будет дешевле. Все это совместить бывает трудно. Таким товаром на рынке строительных отделочных материалов могут стать жидкие обои. Товар в нашей республике новый, представлен в основном производителями из Европы, плохо разрекламирован, да и увидеть его можно лишь на нескольких демонстрационных стендах в строительных Гипермаркетах.

Почему белорусский потребитель может заинтересоваться этим товаром? На этот вопрос можно дать несколько достаточно аргументированных ответов.

Ответ первый: стены квартиры имеют неровности, выступы, углы (что достаточно часто можно встретить в наших квартирах), и проблема наклеивания обоев становится более серьезной. Жидкие обои – именно то, что потребителю нужно в таком случае. Материал, из которого произведены жидкие обои, достаточно сильно отличается от привычных для нас обоев. Общим качеством у них можно назвать то, что и те, и другие используют для простой отделки стен. Жидкие обои – это порошковая смесь, из-

бурые угли, торф, древесина, отходы животноводства. Но расчеты показывают, что намеченные меры по энергосбережению, максимальному использованию местных топливных ресурсов и нетрадиционных источников энергии смогут увеличить обеспеченность собственным топливом лишь на 38... 40 %.

Основной причиной значительного ухудшения экологической ситуации является отсутствие устойчивого механизма, учитывающего уровень превышения предельно-допустимых концентраций (ПДК) и предельно-допустимых выбросов (ПДВ). Это отражается на экономике источников, загрязняющих окружающую среду, а также базовых эколого-экономических нормативов, определяющих виды экономического, морального наказания или поощрения.

Одной из основополагающих посылок при формировании эколого-экономических нормативов является определение «пропорций» между возможными направлениями использования природных ресурсов в границах конкретных территорий. Расчет нормативов должен осуществляться с учетом того что: для любого природного комплекса существует определенная величина максимально допустимой антропогенной нагрузки, которая не нарушает естественных процессов, и ее действие может быть компенсировано процессами самовосстановления; при антропогенной нагрузке, более высокой, чем допустимое значение, но не превышающей для каждой природной системы предельный уровень, нарушения в естественном состоянии этой системы могут быть устранены в результате ликвидации нагрузки и проведения природоохранных мероприятий; если антропогенная нагрузка на природную среду превысила предельный уровень, то развиваются процессы необратимой деградации.

На современном уровне развития производственных сил в оборот вовлечены практически все территориальные элементы и компоненты окружающей среды, в результате они подвергаются отрицательному воздействию загрязняющих веществ и физических факторов. Поэтому, целесообразно пересмотреть сложившиеся технологические процессы, наносящие ущерб окружающей среде.

Таким образом, основными направлениями экономии энергоресурсов являются: совершенствование технологических процессов, совершенствование оборудования, снижение прямых потерь топливно-энергетических ресурсов, структурные изменения в технологии производства и производимой продукции, улучшение качества топлива и энергии, организационно-технические мероприятия. Проведение этих мероприятий вызывается не только необходимостью экономии энергетических ресурсов, но и важностью учета вопросов охраны окружающей среды при решении энергетических проблем.

УДК 621.91
МЕТОДИКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСЧЕТА ПРИВОДА
МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО СТАНКА С ДИСКРЕТНЫМ
РЕГУЛИРОВАНИЕМ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ

М. И. МИХАЙЛОВ
Учреждение образования
«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. П. О. Сухого»
Гомель, Беларусь

Проектированию приводов станков посвящено большое количество работ, которые в настоящее время систематизированы и представлены в виде монографий и учебников. Эти работы основаны на графическом методе, что затрудняет автоматизацию проектирования привода.

Как известно, кинематические параметры механических приводов станков формируются на основе геометрических рядов.

Исходными данными для проектирования привода являются: минимальное и максимальное значения частот выходного вала (полученные из расчетов режимов резания), частота вращения вала двигателя, значение знаменателя геометрической прогрессии ряда частот.

Для определения количества валов в приводе необходимо произвести ряд уточняющих проектных расчетов. Вначале рассчитываем максимальное количество интервалов знаменателя прогрессии в приводе как отношение логарифмов относительных частот и знаменателя геометрической прогрессии. Затем для обеспечения этого диапазона регулирования рассчитываем минимальное количество валов k_p в приводе, как отношение максимального количества интервалов к допускаемому плюс один.

По результатам расчетов принимается ближайшее большее целое число $k > k_p$.

Для описания кинематических связей в приводе выбирается его структурная формула, которая отражает количество групп передач между валами и расположение их в приводе.

Для этого определяется количество скоростей на каждом валу привода, предварительно приняв количество передач в группе.

Отдельно выделяется условная электрическая группа передач, отражающая двигатель. Расположив вначале структурной формулы электрическую группу передач, уточняется структурная формула привода.

Затем формируется окончательная структурная формула привода, начиная с последней группы передач.

Определяется минимальное расчётное количество валов k_{ϕ} для обеспечения полученной структурной формулы.

По результатам расчетов уточняется принятое количество валов в приводе.

Кинематические параметры каждой принятой группы передач определяются по отдельным циклам.

Вначале рассчитывается количество интервалов регулирования в принятых группах передач, которые:

- последовательно расположены в приводе;
- параллельно расположенных в приводе.

Выбирается допустимое количество интервалов регулирования каждой принятой группы передач последовательно расположенной в приводе.

Рассчитывается запас интервалов регулирования в группе и определяется количество понижающих и повышающих передач.

Затем определяется передаточные отношения понижающих и повышающих передач.

Если запас интервалов меньше нуля, то необходимо применить параллельное соединение в группах повышающих или понижающих передач.

После этого определяется количество дополнительных валов для последовательного соединения повышающих передач и параллельного соединения понижающих передач.

Затем рассчитаем количество валов последовательного соединения понижающих передач при параллельном соединении повышающих передач.

Сравнив два варианта по уровню частот и количеству дополнительных валов, а также по объёму передач, выбираем лучший.

Приняв предельно допустимое количество интервалов регулирования для всех дополнительных промежуточных передач, определяется количество интервалов повышающей передачи между последним дополнительным валом и шпинделем.

Рассчитывается количество повышающих передач в группе.

Затем определяются передаточные отношения повышающих передач в группе.

Для этого определяется последовательно группы передач между валами k' и j . Выбирается максимальное значение j и текущий номер вала $k' - 1 = j'$.

Определяется остаточное количество интервалов в группах передач.

Рассчитывается количество интервалов повышающих передач.

Определяется количество повышающих передач между валами j' , j и рассчитываются передаточные отношения повышающих передач в группе.

Выводы: приведенная методика позволяет сформировать структуру привода, определить передаточные отношения всех передач и облегчает автоматизацию проектирования механического привода станка с дискретным регулированием частот двигателя.

УДК 658.26:502

ЭКОНОМИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ – ВАЖНЕЙШЕЕ
НАПРАВЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

П. А. КОЗЫРИЦКИЙ, В. В. НАЛЬГАЧЕВ, А. О. ЧИЖИК

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Одной из характерных черт современного этапа научно-технического прогресса является возрастающий спрос на все виды энергии. Важным топливно-энергетическим ресурсом является природный газ. Затраты на его добычу и транспортировку ниже, чем для твердых видов топлива. Являясь прекрасным топливом (калорийность его на 10 % выше мазута, в 1,5 раза выше угля и в 2,5 раза выше искусственного газа), он отличается также высокой отдачей тепла в разных установках. Газ используется в печах, требующих точного регулирования температуры; он мало дает отходов и дыма, загрязняющих воздух. Широкое применение природного газа в металлургии, при производстве цемента и в других отраслях промышленности позволило поднять на более высокий технический уровень работу промышленных предприятий и увеличить объем продукции, получаемой с единицы площади технологических установок, а также улучшить экологию региона.

Экономия топливно-энергетических ресурсов в настоящее время становится одним из важнейших направлений перевода экономики на путь интенсивного развития и рационального природопользования. Однако значительные возможности экономии ископаемых топлив имеются при использовании энергетических ресурсов. Так, на стадии обогащения и преобразования энергоресурсов теряется до 3 % энергии.

На тепловых электростанциях при выработке электроэнергии полезно используется лишь 30...40 % тепловой энергии, остальная часть рассеивается в окружающей среде с дымовыми газами, подогретой водой. Немаловажное значение в экономии топливно-энергетических ресурсов играет снижение удельного расхода топлива на производство электроэнергии.

Большое значение имеет замена ископаемого топлива другими источниками (солнечной энергией, энергией волн, приливов, земли, ветров). Эти источники энергетических ресурсов являются экологически чистыми. Заменяя ими ископаемое топливо, мы снижаем вредное воздействие на природу и экономим органические энергоресурсы. Специалисты в области энергетики считают наиболее перспективным освоение энерго- и ресурсосберегающих технологий и реализацию программы энергосбережения.

Частично сократить поставки топлива из-за рубежа позволит расширение использования местных топливных ресурсов: нефть, попутный газ,

Программа курса ECDL состоит из семи модулей, определяющих навыки и компетенции, необходимые, чтобы быть опытным пользователем компьютера и общих компьютерных приложений, которые включают в себя:

- 1) концепцию информационно-коммуникационных технологий;
- 2) применение компьютера и управление файлами (Microsoft Windows);
- 3) обработку текстов (Microsoft Word);
- 4) таблицы (Microsoft Excel);
- 5) использование баз данных (Microsoft Access);
- 6) презентацию (Microsoft PowerPoint);
- 7) Интернет и веб-коммуникации (Internet Explorer – Outlook Express).

Учитывая все возрастающую роль информационно-коммуникационных технологий в современной жизни, становится очевидной роль вузов в решении задачи подготовки квалифицированных специалистов, владеющих этими технологиями. Причем речь идет не только об обучении студентов в рамках собственно IT-специальностей. Сегодня высокий уровень компьютерной подготовки, наличие практических умений и навыков эффективного использования компьютера в профессиональной деятельности являются общими требованиями к работникам многих профессий. Однако несмотря на масштабное повышение компьютерной грамотности населения за счет выпускников школ, колледжей и университетов, в определенной мере имеет место неудовлетворенность рынка труда средним уровнем компьютерной подготовки соискателей рабочих мест.

В решении столь необходимой задачи участвуют многие вузы страны, которые предоставляют эффективные электронные технологии обучения, опираясь на единые стандарты преподавания и систему оценки знаний, актуальные программы обучения, тестирования и высокий уровень как учебного материала, так и компьютерной техники.

В Белорусско-Российском университете подобное обучение ведется в рамках повышения квалификации специалистов и различных обучающих курсов населения, где предлагается изучить и такие профессиональные приложения как 1С: Бухгалтерия, Автокад и другие.

Впрочем, анализ статистических данных по компьютерным курсам свидетельствует о серьезном падении интереса к обучению в 2010–2011 гг. по сравнению с 2007–2008 гг. (табл. 1).

Табл. 1. Анализ статистических данных по компьютерным курсам

Год	Аналог курса ECDL		1С: Бухгалтерия	
	учебных групп	слушателей, чел.	учебных групп	слушателей, чел.
2007	24	254	14	140
2008	26	271	13	166
2009	21	179	12	106
2010	12	99	12	112
2011	12	100	12	84

УДК 621.01
 РАСПОЗНАВАНИЕ УРОВНЯ ШУМА СОБРАННЫХ ЧЕРВЯЧНЫХ
 ПЕРЕДАЧ ПО ГАРМОНИЧЕСКИМ СОСТАВЛЯЮЩИМ
 КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ПОГРЕШНОСТИ

В. М. ПАШКЕВИЧ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
 «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 Могилев, Беларусь

Одним из показателей качества сборки червячных передач является уровень их шума, контроль которого ведется на завершающем этапе технологического процесса сборки. К сожалению, производственный контроль уровня шума не предусматривает проведения анализа его амплитудно-частотного спектра и в этой связи не позволяет определить причины погрешностей сборки передачи (монтажа подшипников, состояния элементов зацепления и др.). Повысить информативность и достоверность такого контроля можно за счет дополнения его алгоритма определением кинематической погрешности передачи и анализом ее амплитудно-частотного спектра. Кроме того, описанный ниже метод позволяет полностью исключить процедуру контроля шума собранной передачи, а также применение соответствующего оборудования.

При использовании такого метода может использоваться алгоритм метрического распознавания образов. Его использование в условиях ПО «Могилевлифтмаш» позволило обеспечить надежность распознавания передач с повышенным уровнем шума около 73 %.

В то же время, ошибка распознавания может быть значительно уменьшена за счет использования метода голосования, при котором минимизируется суммарная величина ошибок первого и второго рода. Принималось, что ошибка первого рода («пропуск дефекта») допускается алгоритмом распознавания в том случае, когда объект относится к классу «нормальный» (D_1), являясь на деле принадлежащим классу «дефектный» (D_2). Ошибка второго рода («ложная тревога») характеризуется отнесением «нормального» объекта к классу «дефектный».

В качестве гипотезы принималось допущение о том, что спектр шума передачи имеет равномерное распределение в воспринимаемом диапазоне частот (близок к белому шуму). В силу статистической корреляции спектральных составляющих шума и кинематической погрешности допускалось, что амплитуды гармонических составляющих спектра кинематической погрешности «шумящих» передач имеют более высокие значения по сравнению с соответствующими амплитудами передач с низким уровнем шума.

Так как в большинстве случаев образы «нормальных» и «дефектных» передач не являются линейно-разделимыми, для повышения точности разделения классов использовался метод голосования. Для каждой гармонической составляющей кинематической погрешности определялась граница разделения классов xg (рис. 1), при которой минимизировалась бы суммарная ошибка распознавания

$$z = p_I + p_{II} = p_2^0 \int_{-\infty}^{xg} f_2(x) dx + p_1^0 \int_{xg}^{+\infty} f_1(x) dx = p_2^0 p_2 + p_1^0 p_1 \rightarrow \min, \quad (1)$$

где p_I и p_{II} – ошибки первого и второго рода; p_1^0 и p_2^0 – вероятности состояний «нормальный» и «дефектный» (априорные вероятности диагнозов).

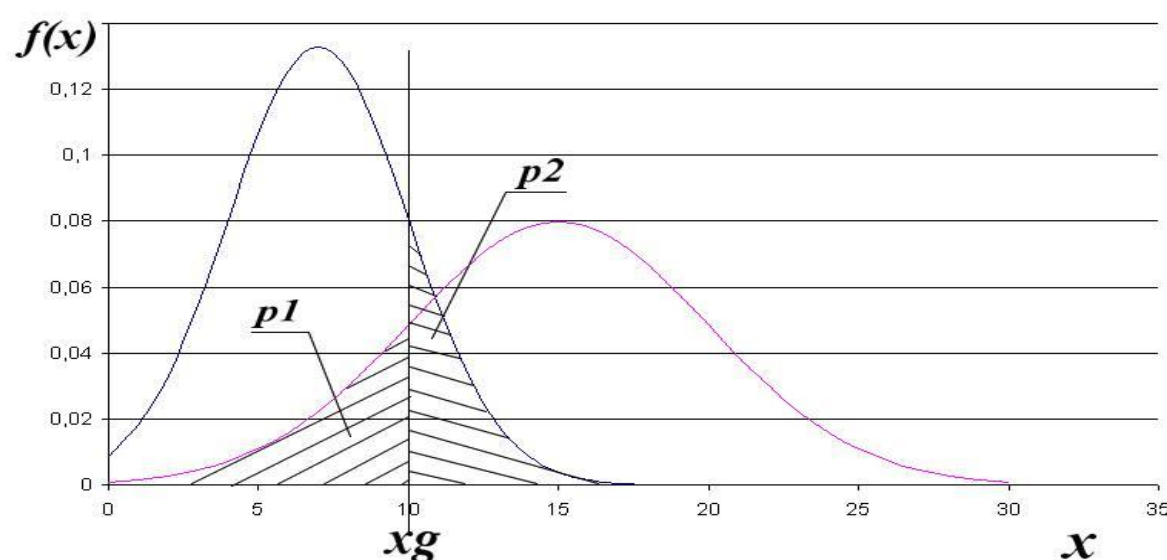


Рис.1. Схема для определения величины границы распознавания, минимизирующей суммарную ошибку распознавания

По амплитуде каждой гармонической составляющей определяется оценка принадлежности передачи классу «нормальный» и «дефектный» по одному из решающих правил:

$$A \leq xg \Rightarrow D_1 \text{ или } A > xg \Rightarrow D_2. \quad (2)$$

Окончательное решение при этом имеет наибольшее число «голосов» (гармонических составляющих, удовлетворяющих условию (2)).

Надежность распознавания передач с повышенным уровнем шума возросла при этом до 87 %.

УДК 378

ПОЛИТИКА ПОДГОТОВКИ НАСЕЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

С. О. КАМИНСКАЯ, С. Б. САМАРЦЕВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Самая крупная в современном мире ярмарка образования DIDACTA в Германии ежегодно предлагает обширную повестку дня, включающую сертифицированные программы в области производственного обучения, образцовые методики преподавания и обучения, успешные стратегии работы с персоналом и т.п. Ключевой темой экспозиции выставки в 2012 году явилось использование Интернета и электронных средств в процессе обучения.

В связи с этим на выставке обсуждались проблемы получения квалифицированного профессионального образования, которое включает в себя также умение пользоваться информационной и коммуникационной техникой. Навык владения техникой коммуникации и передачи информации наряду с чтением, письмом и счётом стал одним из главных навыков, необходимых для межкультурного общения.

Мероприятия выставки, демонстрирующие политику и практику работы учреждений образования и компаний в этой области, показали, что получение сертификата по программе подготовки специалистов содействует развитию профессионального образования. Обязательный сертификат европейского образца (European Computer Driving Licence – ECDL Core Certificate), подтверждающий навыки пользования компьютером и широкий круг общих IT-программных пакетов и свидетельствующий о качестве базовых знаний по информационной технике, признан во всём мире. Его часто называют «европейскими компьютерными правами».

Имея такой сертификат, любой выпускник сможет доказать, что он обладает базовыми знаниями в области информационной техники.

Сертификат признан правительствами, международными организациями, например, ЮНЕСКО, а также многочисленными международными и национальными компаниями. В настоящее время сертификат можно получить в 148 странах и на 41 языке и, в том числе, в Беларуси. Ответственным за совершенствование стандартов и направление их развития служит Сертификационный фонд, резиденция которого находится в Дублине. В Германии национальным центром выдачи сертификатов является Служба общества информатики (Dienstleistungsgesellschaft für Informatik – DLGI). Федеральный институт профессионального образования (Bundesinstitut für Berufsbildung – BIBB) и многочисленные производственные и межпроизводственные центры профессионального повышения квалификации активно поддерживают различные инициативы, способствующие улучшению подготовки специалистов и занятости населения в этой области.

случае, как следует из изложенного, имеет место разработка нового варианта программы на основе её базовой версии. Это подтверждается фактическим выполнением разработчиком и заказчиком всех этапов работ, необходимых в процессе выполнения любой научно-технической разработки.

В целях бухгалтерского учёта компьютерная программа выступает в качестве нематериального актива при соблюдении ряда критериев: идентифицируемые и не имеющие материально-вещественной формы; используемые в деятельности организации; способные приносить организации будущие экономические выгоды; срок полезного использования которых превышает 12 месяцев; стоимость может быть измерена с достаточной надёжностью, при наличии документов, подтверждающих права правообладателя.

Очевидно, что адаптированная программа удовлетворяет всем критериям. При предоставлении той или иной стороной документов, подтверждающих права на неё, она должна быть признана у него объектом нематериальных активов.

Согласно сложившейся практике, в настоящее время сделки оформляются договорами купли – продажи и внедрения базовой программы. Вследствие этого, имущественное право на созданную адаптированную программу продолжает сохраняться за разработчиком, у которого базовая программа учитывается в составе нематериальных активов. Созданный объект (адаптированная программа) не находит отражения в бухгалтерском учёте ни у разработчика, ни у заказчика. У разработчика в бухгалтерском учёте учитывается базовая программа как нематериальный актив, а так же отражается выручка по выполненным этапам работ по её адаптации и внедрению. А у заказчика данный долгосрочный актив вообще отсутствует в учёте.

Данный порядок учёта не соответствует действующим нормативным документам, регламентирующим процесс создания и реализации научно-технической продукции. Они предусматривают, что бухгалтерский учет расходов на выполнение НИОКР ведут организации, осуществляющие финансирование за счет средств собственных источников и являющиеся правообладателями результатов указанных работ. На основании этого правообладателем адаптированной программы должна быть организация – заказчик, так как она финансировала её разработку из собственных источников.

Работы по адаптации базовых компьютерных программ по индивидуальным заказам крупных организаций целесообразно производить по договорам на создание нового объекта интеллектуальной собственности – адаптированной программы. Применение данного подхода, во-первых, позволит привести в соответствие порядок оформления и учёта данной операции с нормативными документами, а во-вторых, имеет преимущества для обеих сторон по сравнению с используемым договором купли-продажи.

С. В. ПЕТРОВ

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ТРАНСПОРТА»

Гомель, Беларусь

Одна из тенденций, которая наблюдается в современном машиностроении, это использование различных методов поверхностного модифицирования обеспечивающих надёжную работу трибосопряжений, в том числе и резинометаллических, эксплуатирующихся в сложных условиях трения и изнашивания, действия активных рабочих сред.

Для исследования триботехнических характеристик поверхностно модифицированных резин используются достаточно большое количество методов, реализованных в различных схемах испытаний. Однако большинство из них не позволяют полностью смоделировать реальные узлы трения, в которых используются резиновые уплотнения.

С целью расширить диапазон схем испытаний, было сконструировано приспособление для торцевого трения (рис. 1) с возможностью крепления на машине трения 2070 СМТ-1 (ПО Точмаш Россия). На данном приспособлении можно проводить испытания поверхностно-модифицированных резиновых уплотнений, как со смазочным материалом, так и без.

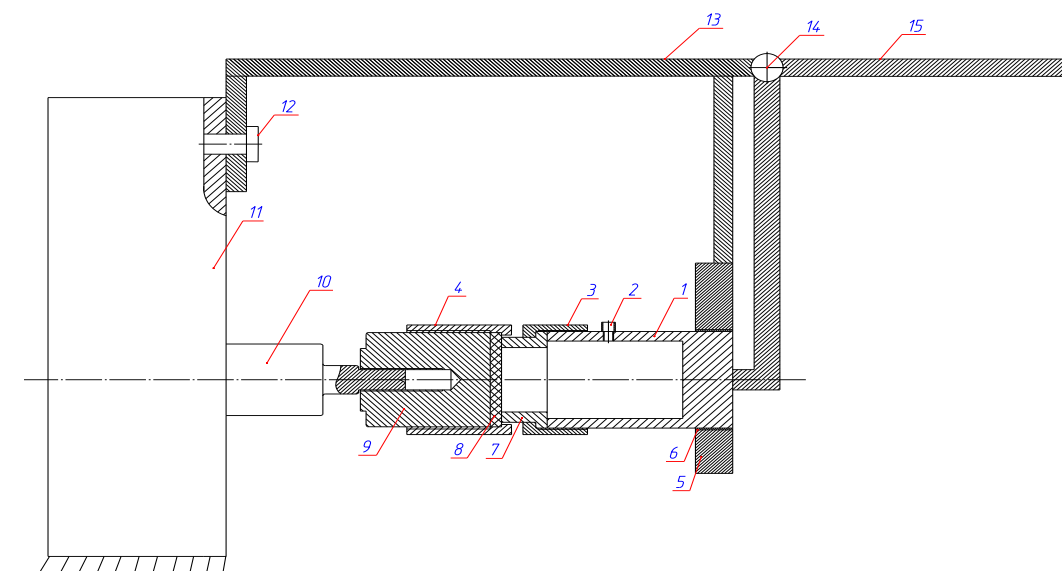


Рис.1. Схема приспособления для триботехнических испытаний резин методом торцевого трения: 1 – стакан, 2 – штуцер, 3 – крышка стакана, 4 – крышка цилиндра, 5, 13 – детали корпуса, 6 – бронзовая втулка, 7 – сменное кольцо, 8 – резиновое уплотнение, 9 – цилиндр, 10 – вал, 11 – машина трения СМТ – 1, 12 – болт крепежа, 14 – шарнир, 15 – рычаг нагружения

Принцип работы приспособления. К резинотехническому изделию 8, закрепленному с помощью крышки 4 на вращающемся цилиндре 9 прижимается торцевой частью сменный полый цилиндрический индентор в виде кольца 7, который в свою очередь жестко соединен со стаканом цилиндрической формы 1. Данное соединение способно совершать только возвратно-поступательные движения по направляющей втулки 6. Нагрузка на индентор передается от рычага 15, закрепленного на корпусе 13 шарниром 14 через стакан. Стакан находится в направляющей бронзовой втулки 6. Втулка расположена в корпусе 13, который крепится болтовым соединением 12 к торцу 11 машины трения СМТ-1. При испытании резинометаллических трибосопряжений со смазочным материалом дополнительно в зону трения может подаваться под давлением масло через штуцер 2.

При испытании на данном приспособлении можно фиксировать следующие параметры: силу трения, которая измеряется с помощью датчика крутящего момента машины трения СМТ-1; температура в зоне трения с помощью термопары, закрепленной в кольце 7; массовый износ резинового уплотнения и сменного кольца; потерю смазочной жидкости во время испытаний.

Для проверки работоспособности данного приспособления были проведены испытания исходных и модифицированных образцов резиновых уплотнений по схеме торцевого трения без смазочного материала. Режимы испытаний: скорость $v = 0,25$ м/с; давление $P = 0,03$ МПа, время тисп = 90 мин. Алмазоподобные покрытия наносились на образцы на основе бутадиен-нитрильного каучука с помощью источника плазмы импульсного катодно-дугового разряда с центральным электродом из графита по следующим режимам: количество импульсов $N = 7500$; время нанесения $t = 25$ мин; частота 5 Гц; давление $P = 0,059$ Па.

Результаты испытаний показали, что нанесение АПП приводит к значительному уменьшению коэффициента трения (в 12 раз), интенсивности изнашивания резинового образца (в 17 раз), интенсивности изнашивания контртела (в 16,5 раз), температуры в зоне трения (в 2,7 раз). Полученные результаты совпадают с результатами испытаний, проведенных на других машинах трения.

Таким образом, используя предложенное приспособление для торцевого трения можно с достаточно высокой точностью проводить триботехнические испытания поверхностно-модифицированных резин при наличии смазочных жидкостей и без. Наличие сменного кольца позволяет варьировать скорости трения и давление в зоне трения. При незначительном изменении конструкции данное приспособление можно использовать для испытания манжет.

УДК 338.24:004.41/42

ПРОБЛЕМЫ УЧЁТА АДАПТИРОВАННЫХ ПРОГРАММ

А. С. ЗУБКОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилёв, Беларусь

Рынок компьютерных программ в области автоматизации управления предприятиями в Республике Беларусь представлен двумя видами программ. В первую, наиболее распространённую, входит семейство программ автоматизации бухгалтерского учёта «1С Предприятие». Ко второй группе можно отнести программы комплексной автоматизации управления производственным или торговым предприятием.

Указанные виды программ различаются способами их реализации. Реализация программ автоматизации бухгалтерского учёта осуществляется разработчиками, как правило, в виде продажи экземпляров произведений на материальных носителях.

Реализация программ второго вида – комплексной автоматизации управления предприятием – имеет существенные особенности. Они не могут быть одновременно проданы заказчику в виде экземпляра базовой программы. Для их реализации требуется выполнить комплекс работ, включающий три основных этапа:

- предварительное обследование предприятия – заказчика с целью выявления его параметров и условий деятельности;

- на основании результатов обследования и выданного заказчиком технического задания производится адаптация базовой программы к особенностям заказчика. В неё вносятся изменения и дополнения с целью учёта всех параметров и требований заказчика;

- после реализации программы осуществляется этап внедрения, в процессе которого в практических условиях производится отладка функционирования адаптированной программы. Практика реализации данных программ в республике показывает, что этап внедрения является довольно длительным (не менее года) и дорогостоящим (затраты на внедрение сопоставимы со стоимостью адаптированной программы).

Затраты на приобретение как самой адаптированной программы, так и на осуществление её внедрения относятся предприятиями-заказчиками на себестоимость продукции. Основанием для этого являются положения нормативных документов, в которых предусмотрено, что экземпляры произведений, содержащихся на материальных носителях, в которых выражены программы для ЭВМ, приобретаемые и используемые для собственного потребления, в бухгалтерском учёте отражаются в составе расходов.

Однако приведенную процедуру разработки и реализации программ такого вида нельзя назвать продажей экземпляров произведений. В данном

существующим на настоящий момент показателям финансового состояния и платёжеспособности предприятия.

Показатели технологического уровня производства:

- степень механизации, автоматизации – задаётся вербально;
- степень использования материальных, энергетических и временных параметров технологического процесса – задаётся количественно в виде показателей материалоёмкости, энергоёмкости процесса, длительности процесса;
- гибкость процесса и возможности изменения его параметров под воздействием требований внешних условий;
- степень достижения оптимальных структурных связей в технологическом процессе по принципу непрерывности, кратности, безотходности процесса и т.д. – задаётся вербально;
- возможность функционирования технологии во взаимосвязи с уже существующим производством и окружающей средой – задаётся вербально.

Показатели экономической эффективности:

- позиции в конкуренции (лидерство в продукции, лидерство в технологии) – задаётся вербально;
- динамика новой продукции (длительность жизненного цикла, частота появления новой продукции, технологическая новизна продукции) – часть показателей задаётся вербально, часть - количественно;
- динамика технологии (длительность жизненного цикла, частота появления новых технологий, число конкурирующих технологий) – часть показателей задаётся вербально, часть - количественно;
- динамика конкурентоспособности (технологические различия в производстве продукции, технология как орудие конкуренции, интенсивность конкуренции) – задаётся вербально;
- суммарный годовой эффект – задаётся количественно;
- срок окупаемости – задаётся количественно;
- прирост прибыли – задаётся количественно.

Для получения количественной оценки инновации вышеперечисленные показатели формализуются с помощью функций принадлежности. Далее следует определить относительную важность каждого показателя и сформировать интегральную оценку путём свёртки всех показателей в одно число, которое меняется от 0 до 1 и позволяет оценить эффективность инновационной деятельности предприятия.

УДК 658.512.2

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В САПР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

А. Н. РЯЗАНЦЕВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В современных системах автоматизированного проектирования технологических процессов СПРУТ ТП, ТЕХНОПРО, АВТОПРОЕКТ и др., достаточно хорошо автоматизированы процедуры формирования текстовой технологической документации в виде маршрутных, операционных карт. При проектировании технологических процессов операционного описания кроме текстовых документов проектируются и графические документы в виде карт операционных эскизов. В современных САПР технологических процессов уровень автоматизации формирования графических технологических документов – карт операционных эскизов, карт наладок весьма низок.

В названных ранее САПР ТП, как правило, графические технологические документы создаются путем построения операционных эскизов с помощью распространенных графических редакторов – КОМПАС, AutoCAD и др. Для повышения уровня автоматизации проектирования в этих системах используются библиотеки типовых графических элементов. Такой подход обеспечивает весьма низкий уровень автоматизации проектирования, который незначительно отличается от создания этого вида документации неавтоматизированным способом.

С целью повышения уровня автоматизации проектирования графической технологической документации разработана методика и программное обеспечение, которые позволяют выполнять этот этап проектирования в автоматическом режиме.

В основе разработанной методики автоматического проектирования графической технологической документации лежит создание файла экспорта результатов проектирования технологического процесса. Файл экспорта результатов проектирования технологического процесса содержит определенным образом структурированную технологическую и геометрическую информацию. При создании операционного эскиза в автоматическом режиме операционные размеры и припуски, информация о которых содержится в файле экспорта, используются для построения геометрических моделей обработанных поверхностей и нанесения операционных размеров.

Для создания на основе технологической и геометрической информа-

ции геометрических моделей, обрабатываемых в технологических переходах поверхностей, разработана компактная библиотека LISP-функций.

Каждая из LISP-функций на основе геометрических параметров технологического перехода выполняет построение трехмерного объема удаляемого припуска. Новый объем обрабатываемой поверхности получается путем выполнения логических операций вычитания из объема заготовки объема операционного припуска. В результате выполнения этих двух типовых операций трехмерного геометрического моделирования формируется новый объем обрабатываемой поверхности.

В результате моделирования технологических переходов в последовательности выполнения их в операции создается 3D- модель обработанной детали. С использованием геометрических параметров технологических переходов в автоматическом режиме наносятся операционные размеры и условные обозначения опор и зажимов в соответствии с требованиями стандартов ЕСТД.

В процессе геометрического моделирования технологической операции технологу предоставляется возможность пошагового отслеживания результатов процесса моделирования по каждому технологическому переходу с целью анализа результатов автоматического проектирования технологического процесса. Дополнительно, при моделировании технологических переходов, выводится текст описания содержания технологического перехода, и показываются геометрические модели применяемых режущих инструментов в рабочих положениях.

Разработанная методика автоматического проектирования графической технологической документации, кроме повышения уровня автоматизации проектирования в САПР технологических процессов, обеспечивает и дополнительные преимущества, которые заключаются в следующем:

- сокращение сроков технологической подготовки производства и ее трудоемкости;
- эффективный контроль и сокращение затрат времени, связанных с анализом содержания технологической документации, которая спроектирована в автоматическом режиме, повышение ее качества;
- использование, созданных в процессе геометрического моделирования технологических операций, 3D-моделей в качестве источника геометрической информации для программирования обработки на станках с ЧПУ в среде САМ-систем;
- сокращение затрат времени на препроцессорную стадию программирования обработки на станках с ЧПУ в среде САМ-систем;
- использование, полученных в ходе моделирования технологического процесса 3D-моделей деталей для виртуальной узловой сборки, что позволяет выявить ошибки в конструкторской и технологической документации до изготовления изделия.

УДК 338

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Е. С. ЖЕСТКОВА

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилёв, Беларусь

Анализ инновационной деятельности предприятия представляет собой довольно сложную задачу, так как он проводится на основании прогнозных данных, зачастую в условиях неопределённости, и поэтому требует использования экспертных методов, методов прогнозирования и моделирования.

Оценка инновационной деятельности предприятия, а в частности перспективности внедряемой инновации, зависит от множества разнообразных факторов. Прежде, чем производить многокритериальную оценку перспективности инновации, необходимо сформировать систему частных показателей, характеризующих её. Рассмотрим иерархию, в состав которой входят следующие группы показателей, которые возможно применить для оценки перспективности инноваций.

Показатели технического и организационного развития:

- приращение производительности труда – задаётся количественно, в процентах по отношению к существующей на настоящий момент производительности труда на предприятии;
- приращение материалоотдачи (снижение материалоёмкости) – задаётся количественно, в процентах по отношению к существующему на настоящий момент показателю материалоотдачи на предприятии;
- приращение фондоотдачи (снижение фондоёмкости) основных производственных фондов – задаётся количественно, в процентах по отношению к существующему на настоящий момент на предприятии показателю фондоотдачи;
- приращение скорости оборота оборотных средств – задаётся количественно, как разность количества оборотов оборотных средств;
- приращение объёма выпуска продукции – задаётся количественно, в процентах по отношению к объёму выпускаемой на настоящий момент продукции;
- приращение прибыли – задаётся количественно, в процентах по отношению к размеру полученной на настоящий момент прибыли;
- приращение показателей финансового состояния и платёжеспособности предприятия – задаётся количественно, в процентах по отношению к

лению, проблемы экологии, эмигрантов, социальных меньшинств и т.д. Будущее евро некоторым аналитикам Евросоюза представляется уже весьма проблематичным и сомнительным. Не случайно Великобритания так и не "сдала" в утиль свой фунт стерлингов. И некоторые из новых членов ЕС, уже осмотревшись, начинают упираться от перехода на евро, откладывая сроки.

Можно сказать, что СНГ крупно повезло в том, что перед глазами есть такой поучительный опыт, как евро. Так давайте же извлечем из этого ценного опыта необходимый полезный урок. Чтобы не повторить чужих ошибок, каждое из государств СНГ, в том числе и Беларусь, и Россия, должны сохранить свою денежно-кредитную систему как очень важный инструмент государственного регулирования и инвестирования национальной экономики.

Если межгосударственную валюту СНГ создать именно как инвестиционный ресурс, и ее инвестирование осуществлять на конкурсной основе в проекты, имеющие надежную перспективу, гарантирующие быструю и значительную прибыль, то каждый денежный знак и все деньги СНГ окажутся обеспеченными более чем на 100 % высоко ликвидным залогом в виде акций наиболее перспективных и прибыльных предприятий СНГ и других государств, возрастающих в стоимости и приносящих эмитенту высокие дивиденды.

Любой проект, способный принести прибыль, мог бы претендовать на получение прямых инвестиций от Межгосударственного банка СНГ, а не кредитов иностранных банков. Можно представить, какую отличную перспективу развития экономики и роста конкурентоспособности товаров, работ, услуг это открывает для стран СНГ и Содружества в целом.

Это будет прорыв в СНГ – экономике на новый уровень экономической интеграции и общественной цивилизации! Из экономической обузы для создавших его государств СНГ превратится в мощнейший мировой источник инвестиций. За счет дивидендов по акциям инвестируемых предприятий Межгосударственный банк СНГ сможет гарантированно обеспечивать:

1) постоянный рост курса общей валюты относительно всех мировых валют;

2) полное самофинансирование органов СНГ и накопление собственности СНГ;

3) перечисление значительных сумм из прибыли Межгосударственного банка СНГ в бюджеты государств-участников Содружества.

От членства в СНГ для государств-членов Содружества и государств, получающих инвестиции, будет огромная экономическая выгода.

УДК 621.9

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОПОГРАФИИ ПОВЕРХНОСТИ ТВЕРДОСПЛАВНОГО ИНСТРУМЕНТА ТИПА ТК, ПОДВЕРГНУТОГО ВОЗДЕЙСТВИЮ ПОТОКА НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ

Н. В. СПИРИДОНОВ, А. Ф. КОРОТКЕВИЧ, Н. А. ГАЛЮЖИНА,
А. А. КУРЗЕНКОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Вопросы ресурсосбережения в современной промышленности являются одним из приоритетных направлений развития. Их реализация обеспечивает не только уменьшение потребления природных ресурсов, но и уменьшение себестоимости выпускаемой продукции. Метод повышения стойкости инструмента в тлеющем разряде воздействием потока низкоэнергетических частиц можно отнести к ресурсосберегающим. Исходя из его относительной новизны, становится целесообразным проведение всесторонних исследований. Одними из них являются исследования топографии поверхности модифицированных инструментов.

Исследования поверхности твердосплавных пластин были выполнены на атомно-силовом микроскопе (АСМ) NT-206. Это система для измерения и анализа поверхности микро и субмикрорельефа, объектов микро и нанометрового диапазона с высоким разрешением.

Для исследований поверхности твердосплавных пластин подвергнутых модификации была подготовлена партия пластин с высокими параметрами чистоты поверхности. Перед тем как поместить пластины в вакуумную установку для модификации их поверхности были исследованы на атомно-силовом микроскопе. Как показали исследования исходных пластин их поверхности достаточно гладкие с проступающими контурами карбидных фаз. После этого пластины были подвергнуты модификации на разных режимах в тлеющем разряде потоком низкоэнергетических частиц и повторному исследованию на атомно-силовом микроскопе. Как показали новые исследования топография поверхности изменилась. На образце, модифицированном на режимах близких к оптимальным с точки зрения повышения стойкости обработки, проступила ярко выраженная мозаичность зерен карбидов. Это подтвердило результаты ранее проведенных рентгеноструктурных исследований, согласно которым наблюдается дробление кристаллитов в кристаллах, что является одной из причин повышения стойкости модифицированного инструмента.

Д. Н. ТУРЕЙКО, И. Л. БАРШАЙ

«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Иглофрезерование – процесс, характеризующийся микрорезанием в зоне контакта ворса с заготовкой. В зависимости от получаемой шероховатости поверхности это может быть отделочно-зачистная и зачистная обработка. Шероховатость поверхности лежит в пределах $Ra = 100-0,32$ мкм, зависит в основном от диаметра игл ($\varnothing 0,2-1,0$ мм) и в меньшей степени от параметров режима обработки. Величина удаляемого за один проход припуска при зачистной обработке может достигать 3–5 мм, при отделочно-зачистной – составлять 0,02–0,04 мм. Иглофрезы изготавливают с длиной ворса, равной 12–22 мм, плотность набивки ворса на режущей поверхности инструмента составляет 75–85 %.

В зависимости от вида обрабатываемой поверхности различаются круглое и плоское иглофрезерование, а также иглофрезерование отдельных участков детали. При круглом иглофрезеровании осуществляется выполнение четырех движений формообразования: главного движения резания иглофрезы; движения круговой подачи заготовки (иглофрезы); движения продольной подачи заготовки (иглофрезы); движения поперечной подачи заготовки (иглофрезы), которые определяются соответственно величинами скорости резания, продольной и круговой подач, натягом. Поверхностная иглодеформирующая обработка характеризуется ударно-выглаживающим воздействием на обрабатываемую поверхность.

При преобладании выглаживающей составляющей воздействия (отделочно-упрочняющая обработка) наблюдается уменьшение шероховатости поверхности. Отмечено увеличение радиуса скругления вершин микропрофиля и повышение его относительно опорной кривой в 2 и более раз. Параметры опорных кривых равны подобным параметрам приработанных поверхностей, т.е. поверхностная иглодеформирующая обработка создает рельеф, близкий к эксплуатационному.

На изменение параметров качества оказывает влияние технологическая наследственность. Оптимальными параметрами режима обработки, обеспечивающими минимальную шероховатость, являются скорость вращения иглофрезы 25–38 м/с, натяг 3–4 мм, время обработки 20 с, диаметр ворса 0,4 мм.

Для повышения энергии удара проволочных элементов с упрочняемой поверхностью предложены иглофрезы с отражателем.

Л. А. ГОРОХОВСКАЯ

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Успешное развитие экономического сотрудничества стран СНГ возможно без решения проблем международных валютно-кредитных и финансовых отношений. Вне зависимости от структуры их политических отношений экономический и валютный союз является наиболее предпочтительным вариантом.

Странам СНГ, все годы своего существования накапливающим в денежно-финансовых системах иностранную валюту, необходимо учитывать то, что происходит в мире с долларом вследствие его неумеренного выпуска в течение десятилетий без какого-либо обеспечения со стороны эмитента, и предвидеть, чем это может для них закончиться. К настоящему времени многие страны "третьего мира" уже осознали ситуацию с долларом и начинают накапливать евро, фунты, йены, а не только доллары. Однако, покупка иностранной валюты с целью накопления – это бесплатный кредит иностранному государству, да еще и с потерей от инфляции этой инвалюты.

Говоря об иностранных инвестициях, порой мы забываем, что к ним нужно относиться очень осторожно. Иностранных инвестиций можно получить сколько угодно, создав в стране соответствующие привилегии для денежных символов из других стран. В мире "вращается" огромное количество излишней валюты самых разных государств. Владельцы этих виртуальных накоплений (подверженных инфляции, способных обесцениться в любой момент непредсказуемо), естественно, желают инвестировать их в нечто более надежное, долговечное, ценное. Принять эту валюту – возможный, но далеко не лучший вариант для стран СНГ, потому как от иностранных денежных инвестиций местные граждане получают работу по рыночной стоимости рабочей силы, но собственность на средства производства и прибыль достанется странам, выпустившим деньги для таких инвестиций. Следует также иметь в виду, что с переходом на евро страны Еврозоны утратили свой суверенный денежно-кредитный инструмент и уже столкнулись с проблемой финансирования государственной социальной сферы, усложняется демографическая ситуация. В перспективе у них нарастают проблемы по обеспечению пенсионных выплат стареющему насе-

ботников, не учитывают мнение коллектива или не умеют управлять конфликтами в целях развития и роста. Некоторые из них не понимают важности мотивационных систем управления, а предубеждения против качественных методов стимулирования работников нередко приводят к снижению трудовой дисциплины.

В современных условиях хозяйствования залогом успеха бизнеса становится глобальная концентрация интеллектуальных ресурсов. Если новую технологию моментально могут скопировать конкуренты, то постоянно изобретать новые продукты и методы их продвижения способны только уникальные люди, лучшие умы организации.

Работник, у которого отсутствует возможность профессионального и личного развития в организации, вряд ли может быть преданным ей. Проблемы профессионализма кадров являются актуальными для белорусских промышленных организаций, наиболее важными из которых являются:

- 1) недостаток знаний, опыта и способностей персонала;
- 2) отсутствие самостоятельности кадров;
- 3) заниженная оценка реального потенциала работников;
- 4) недостаточные навыки коммуникации в организации;
- 5) отсутствие согласованности действий персонала;

б) неполное владение служебной информацией: информация от руководства и от рабочего об одном и том же событии сильно отличается; существуют определенные преграды на пути информационных потоков при этом служащие, рабочие, руководители среднего звена страдают от нехватки информации.

Другой группой проблем промышленных организаций являются проблемы производства. Основными сигналами тревоги, свидетельствующими о наличии в организации таких проблем являются: снижающийся объем выпуска продукции; низкое качество выпускаемой продукции; неполное использование производственных мощностей; недостаточно организованная деятельность по работе с поставщиками и др.

Одной из основных производственных проблем предприятия являются финансово-экономические проблемы, которые могут включать в себя: низкий уровень рентабельности; отсутствие темпов роста основных экономических показателей и т. п.

В заключении следует отметить, что значительная часть ошибочных решений обусловлена тем, что они принимаются до того, как проблема четко сформулирована. Между тем, четкая формулировка проблемы - обязательное условие ее эффективного решения.

Если нет ясной формулировки, то может рассматриваться не та проблема, которую необходимо решить, а та, которую известно как решать. Поэтому правильно определить проблему – значит наполовину решить ее.

Для увеличения степени упрочнения, а также для выполнения упрочняюще-зачистной обработки применяются вращающиеся механические иглофрезы с ударными элементами.

При обработке поверхностей с окалиной, ржавчиной помимо упрочнения в процессе контактирования ударных элементов с обрабатываемой поверхностью происходит разрушение дефектного слоя с последующим удалением разрыхленных загрязнений проволочным ворсом. Глубина упрочненного слоя зависит от типа ударного элемента.

При определенных режимах процесса иглофрезерования происходит не срезание микро- и макронеровностей на обрабатываемой детали, а их смятие, выглаживание, иными словами – холодная пластическая деформация, что в свою очередь приводит к упрочнению поверхности, или наклёпу.

Увеличение деформации сверх значения, соответствующего пределу текучести, приводит в поликристалле к тому, что зерна получают вытянутую форму в направлении наиболее интенсивного течения металла. Определенная ориентировка вытянутых в результате пластической деформации зерен называется полосчатостью микроструктуры.

Явление диффузионной пластичности, так же как и скольжение, может приводить к остаточным изменениям размеров и формы зерен, которые возникают в результате смещения дислокации.

Механизм диффузионной пластичности наиболее сильно проявляется в периферийных слоях зерен и по границам блоков мозаики. Этот механизм сопутствует скольжению. Его роль увеличивается при деформации с нагревом.

Разная ориентировка плоскостей скольжения в зернах поликристалла, а следовательно, и разная величина упругой деформации, соответствующей началу пластической деформации отдельных зерен, приводят при разгрузке к возникновению остаточных напряжений второго рода.

Пластическая деформация приводит к значительному изменению механических, физических и химических свойств металла. В деформируемом металле с увеличением степени деформации увеличиваются все показатели сопротивления деформированию: пределы упругости, пропорциональности, текучести и прочности. Увеличивается также твердость металла. Одновременно с этим наблюдается уменьшение показателей пластичности (относительное удлинение, относительное сужение, ударная вязкость); увеличивается электрическое сопротивление, уменьшаются сопротивление коррозии, теплопроводность, изменяются магнитные свойства ферромагнитных металлов и т.п. Совокупность явлений, связанных с изменением механических и физико-химических свойств металлов в процессе пластической деформации, называется упрочнением (наклепом).

УДК 621.833
ОБЗОР МЕТОДОВ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ЗУБЬЕВ КОЛЕС ПЕРЕДАЧ,
НЕЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ К ПОГРЕШНОСТЯМ МОНТАЖА

С. Н. ХАТЕТОВСКИЙ, С. А. ОВЧИННИКОВА, О. А. СОЛОВЬЕВ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В современном машиностроении и в других самых различных сферах техники широко применяются зубчатые передачи, нечувствительные к погрешностям монтажа. Эти передачи обеспечивают постоянство передаточного отношения, при возникновении погрешностей относительного положения осей вращения колес. Например, цилиндрическая эвольвентная передача нечувствительна к изменению межосевого расстояния. Однако такие передачи не всегда могут быть использованы, так как не всегда обладают требуемыми характеристиками. Поэтому сейчас, с развитием новых технологий, с повышением скоростей узлов машин, с ужесточением требований к уменьшению габаритов и веса существует актуальная проблема создания зубчатых передач, нечувствительных к любому изменению относительного положения колес и к погрешностям монтажа, которые могут вызывать ряд неблагоприятных факторов, таких как динамические нагрузки. Решение данной проблемы по нейтрализации отрицательного влияния погрешностей сводится к нахождению уравнения, описывающего геометрию зубьев колес, обеспечивающих необходимые требования и к разработке способов формообразования таких поверхностей. Основным принципом решения является исследование уравнения зацепления, которое позволяет получить функцию зависимости передаточного отношения от геометрических параметров контактирующих поверхностей и уравнения поверхностей, позволяющие устранить кромочный контакт. Так как именно постоянство передаточного отношения может обеспечить данную нечувствительность.

Способ обработки методом обкатки колес зубчатых передач нечувствительных к любому изменению относительного положения колес и к погрешностям монтажа запатентовано авторами Л. В. Коростелевым и В. В. Ясько и заключается в установлении определенной формы производящей поверхности, что позволяет получить поверхность с теми же свойствами, что и у самой производящей поверхности.

Сущность данного способа заключается в следующем. Производящая поверхность должна обладать во всех точках свойством постоянства момента единичной нормали относительно оси вращения обрабатываемого колеса.

УДК 331.1
ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

О. В. ВОЛКОВА
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В настоящее время все большее число экономистов приходят к выводу о том, что наиболее актуальной задачей хозяйственной деятельности следует считать выявление проблем с их последующим успешным решением. Все проблемы, с которыми сталкиваются руководители отечественных промышленных предприятий, можно условно подразделить на две группы: проблемы профессионального управления и производственно-экономические проблемы.

К числу основных проблем профессионального управления относятся: неконкретная постановка управленческих задач и длительное их решение; нечеткое распределение обязанностей между структурными подразделениями; проблема исполнения документов; решение второстепенных вопросов в первоочередном порядке; незнание методов анализа ситуаций, управленческих технологий и др.

Неправильное понимание сущности процесса управления приводит к снижению управляемости предприятием. Генеральный директор, выполняя большой объем работы, при этом частично исключен из системы управления. Его заместители имеют время для решения возникших проблем, но у них недостаточно требуемых на это полномочий.

Повышение эффективности управления является главным условием улучшения конечных результатов деятельности предприятия. Обеспечение высокой оптимальности системы управления во многом зависит от объективности и достоверности ее оценки. Обоснованная оценка вносит определенность, выявляет реальные тенденции, позволяет измерить и оценить главные факторы, влияющие на рациональность управления, а через него - на результаты деятельности предприятия. Вот почему среди проблем профессионального управления следует выделить проблему совершенствования оценки эффективности системы управления организацией. При этом особого внимания заслуживает выявление ее существенных характеристик, характера и степени взаимосвязей, а также механизма практического использования.

Следующей обобщенной проблемой промышленных предприятий является разработка оптимальной организации управления персоналом. Отдельные руководители не используют индивидуальные особенности их ра-

налоговой нагрузки и определить необходимость оптимизации налоговых платежей;

2) формирование налоговой учетной политики организации. Грамотная учетная политика организации помогает оптимизировать налоговые платежи, используя методы, предлагаемые самим государством;

3) экономико-правовой анализ договоров, заключенных или заключаемых организацией;

4) применение специальных методов налогового планирования (схем). Выбор специальных методов налогового планирования ведется, прежде всего, с точки зрения безопасности и разумности. Кроме того, следует помнить, что главным признаком «схемы», с точки зрения государства является минимизация налогового бремени, при отсутствии явной предпринимательской цели применяемых методов.

В налоговом планировании должны использоваться разные методы: ситуационный метод, а также численные балансовые методы бухгалтерского учета и налогового планирования. Рекомендуется использовать численные балансовые методы:

- микробалансов и замкнутых балансов;
- графоаналитических зависимостей;
- матрично-балансовые;
- статистические балансовые;
- комбинированные балансовые.

Необходимость налогового планирования в решающей степени зависит от тяжести налогового бремени в стране. Если удельный вес налогов не превышает 15 % общего чистого дохода предприятия, то потребность в налоговом планировании минимальна. В такой ситуации за состоянием налоговых платежей вполне может следить главный бухгалтер или его заместитель.

При уровне налогового бремени в пределах 20–35 % на мелких и средних предприятиях целесообразно иметь специалиста, а на крупных предприятиях – группу специалистов, ориентированных исключительно на контроль за налоговыми обязательствами. Для новых проектов обязательно привлечение квалифицированных внешних консультантов по налоговому планированию.

Если налоги забирают 40–50 % и более, то налоговое планирование принимает глобальный характер и должно стать важнейшим элементом всей управленческой работы. Надзор за налоговыми вопросами необходимо при этом осуществлять на уровне высшего руководства. На средних и больших предприятиях обязательно должно быть наличие группы или отдела налогового планирования.

УДК 621.762

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЧНОСТИ СЦЕПЛЕНИЯ КОМПАКТНЫХ ПОДЛОЖЕК С ПОРОШКОВЫМ МАТЕРИАЛОМ

В. К. ШЕЛЕГ, С. Г. БОХАН, В. М. АЛЕКСАНДРОВ
«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Процесс получения компактно-пористых материалов является сложным технологическим процессом, в ходе которого материал наносимого пористого порошкового слоя претерпевает ряд изменений и формируется его сложная структура. Согласно разработанной классификации проницаемых композиционных материалов компактно-пористые материалы (КПМ) характеризуются одновременным присутствием в структуре компактной и пористой составляющих, соединенных друг с другом посредством металлических контактов. В большинстве случаев компактно-пористые материалы представляют композицию из компактной подложки и припеченного к ней пористого порошкового материала с той или иной структурой. Технологический процесс получения деталей из компактно-пористых материалов включает в себя обработку компактной подложки и формирование необходимого слоя пористого материала с его последующим прессованием и термической обработкой.

Для различных изделий из КПМ можно перечислить следующие общие факторы, которые влияют на свойства получаемых деталей и на технико-экономические показатели процесса:

1) факторы, связанные с характером термической обработки пористого порошкового материала при спекании или припекании: температура спекания, наличие и вид газов при спекании, потребляемая мощность и вид термообработки;

2) факторы, связанные с пористым порошковым материалом: состав, физические свойства, форма и размер частиц порошка;

3) факторы, связанные с прессованием материала: давление, скорость прессования, наличие различных добавок, улучшающих процесс прессования, и т.д.;

4) факторы, связанные с компактным материалом: состав, способ предварительной подготовки поверхности и степень обработки, активность подложки, наличие пассивирующих пленок.

5) факторы, связанные с последующей обработкой изделий из КПМ: наличие механической обработки, нанесение поверхностных пленок, покрытий, присутствие дополнительных конструкций или деталей.

Все перечисленные факторы условно можно разделить на две группы по возможности технологического управления и регулирования ими, а

именно на факторы, связанные непосредственно с процессом формирования пористого порошкового материала (1, 2, 3, 5) и факторы, допускающие использование технологических методов, независимых от процесса этого формирования (4), причем последние во многом определяют прочность сцепления пористого материала с компактной подложкой. В то же время, основным фактором, от которого зависит возможность практического применения КПМ, является прочность сцепления, так как остальные положительные свойства формируемого пористого слоя теряют свое значение, если он не будет прочно удерживаться на компактной подложке. Поэтому для повышения качества изделий из КПМ необходима разработка технологий, обеспечивающих повышение прочности сцепления пористой порошковой части изделия с компактной и, тем самым, снижающих вероятность отслоения пористого слоя, как в процессе его формирования, так и в процессе последующей эксплуатации. Из этого следует, что подготовка поверхности компактной подложки имеет наибольшее значение для обеспечения прочного соединения компактной основы с пористым слоем. Являясь частью технологического процесса формирования изделия из КПМ, подготовка поверхности компактной подложки становится наиболее подходящим объектом оптимизации не только по ее важности и степени влияния на прочность сцепления, но и по возможности технологического управления ею.

Обработка резанием поверхности компактной подложки является универсальным методом и позволяет добиться требуемых параметров рельефа. Сравнение удельной длины контакта для различных методов и режимов подготовки поверхности компактной подложки показывает, что использование инструмента с угловым профилем позволяет получить наибольшую площадь контакта компактной подложки и пористого материала. Максимальную величину фактической длины контакта компактной подложки и пористого материала L_m при изменении глубины профиля рельефа компактной подложки от 1 до 3 мм обеспечивает инструмент с углом в плане от 45° до 60° . Наличие промежуточной площадки между элементами профиля уменьшает фактическую длину контакта компактной подложки и пористого материала L_m , однако ее наличие может оказать положительное влияние на прочность сцепления компактной подложки и пористого материала во время прессования и последующего спекания. Поэтому обработку компактной подложки следует проводить резцами с угловым профилем с углом в плане от 45° до 60° , при наличии промежуточной площадки до 1 мм и с подачей, обеспечивающей шаг профиля от 1 до 3 мм.

УДК 338
НАЛОГОВОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ КАК НЕОБХОДИМЫЙ ЭЛЕМЕНТ
ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

И. А. ВЕРЕМЕЕВА, О. В. БАЛЬЧЕВСКАЯ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Налоги являются необходимым звеном экономических отношений в обществе с момента возникновения государства. Налоговая система является одним из важнейших экономических регуляторов, основой финансово-кредитного механизма государственного регулирования экономики.

Одной из основных целей деятельности коммерческой организации является получение прибыли, на размеры которой значительное влияние оказывают налоги, так как они являются расходной частью предприятия.

Важнейшей характеристикой налоговой системы на микроуровне является налоговая нагрузка на организации, которая характеризует степень налоговых изъятий из выручки. Чем меньше величина налоговой нагрузки, тем больше средств предприятие может направить на развитие или собственные нужды, уменьшение налоговой нагрузки увеличивает конкурентоспособность предприятия.

Мировой опыт налогообложения свидетельствует о том, что оптимальный уровень налоговой нагрузки на налогоплательщика должен составлять не более 30–40 % от дохода.

В настоящее время актуальной остается проблема снижения уровня налоговой нагрузки в организациях Республики Беларусь.

Управление налоговой нагрузкой является одной из важных задач финансово-экономической службы каждой организации. В последнее время все более распространенным способом повышения эффективности управления предпринимательской деятельности становится налоговое планирование. Экономия на налогах с помощью использования законных методов налогового планирования способна принести ощутимый положительный результат практически в любой сфере предпринимательской деятельности.

Планирование налогов – это совокупность мер, которые должны выполняться на каждом этапе существования и развития предприятия. На этапе организации предприятия планирование налогов должно быть обязательным пунктом бизнес-плана хозяйственной деятельности.

Процесс налогового планирования можно разделить на несколько этапов:

1) определение текущей налоговой нагрузки организации. Прежде чем использовать «налоговые схемы», необходимо провести анализ текущей

$$K = \text{СД СК}, \quad (1)$$

где СД – сумма переуступленных платежных требований, руб.; СК – ставка комиссии, %.

Фиксированная ставка комиссии обычно составляет 1,5-2,5 % от суммы счета-фактуры, (для расчетов возьмем максимальную ставку комиссии равную 2,5 %). Так как по операции классического факторинга предприятие переуступает факторинговой компании платежные требования на сумму 1494,93 млн р., то размер комиссионного вознаграждения составит:

$$K = 1494,93 \text{ млн р.} \cdot 2,5 \% = 37,37 \text{ млн р.}$$

Следовательно, общая сумма затрат предприятия на проведение факторинговой операции, выраженная в оплате услуг факторинговой компании, составит:

$$З = \text{Пфс} + K, \quad (2)$$

где $З = 36,38 + 37,37 = 73,75$ млн р.

Таким образом, общая сумма денежных средств (S), которые поступят на расчетный счет предприятия от факторинговой компании, при проведении операции классического факторинга, по договору факторингового обслуживания составит:

$$S = \text{СД} - З, \quad (3)$$

где $S = 1494,93 - 73,75 = 1421,18$ млн р.

Изменения показателей оборачиваемости и ликвидности после проведения факторинговой сделки представлены в табл. 1.

Табл. 1. Изменение показателей оборачиваемости и ликвидности после проведения факторинговой операции

Коэффициент оборачиваемости, раз		Период оборота, дни		Коэффициент абсолютной ликвидности	
фактическое	плановое	фактическое	плановое	фактическое	плановое
1,39	1,46	258,99	246,58	0,284	0,48
$\Delta K_{\text{об ДЗ}}$	0,07	$\Delta T_{\text{об ДЗ}}$	12,41	$\Delta K_{\text{лик}}^{\text{абс}}$	0,196

Данное изменение показателей оборачиваемости является положительной динамикой для предприятия и свидетельствует об улучшении эффективности использования оборотных средств.

УДК 621.787.4

АНАЛИЗ СХЕМ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ИМПУЛЬСНО-УДАРНОЙ ПНЕВМОВИБРОДИНАМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПЛОСКОСТЕЙ

Н. М. ЮШКЕВИЧ, Е. В. ИЛЮШИНА, А. А. ГОРШКОВА

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Создание новых эффективных и надежных инструментов для импульсно-ударной пневмовибродинамической обработки (ИУ ПВДО) плоских поверхностей напрямую связано с улучшением качества обработки, повышением эксплуатационных свойств поверхностей и снижением уровня звукового давления.

Анализ конструкций инструментов для упрочняющей ПВДО плоских поверхностей показал, что процесс обработки основан на ударном воздействии шаров инструмента, приводимых во вращательное движение потоком сжатого воздуха, на поверхность заготовки, закреплённой на столе станка, совершающем продольное перемещение. Первые конструкции инструментов имели один ряд шаров, разделенных лопастями сепаратора, приводимого во вращение струями сжатого воздуха.

Дальнейшим шагом стало создание инструментов с усложненной траекторией движения деформирующих шаров, которые свободно располагались в камере расширения, имея шесть степеней свободы и совершая одновременно с вращательным движением осциллирующее перемещение. Это позволило увеличить производительность и улучшить качество обработки.

Однако наибольший интерес представляют инструменты, имеющие в своей конструкции два ряда шаров – приводящие и деформирующие. Пластическое деформирование поверхности происходит за счет нанесения ударов приводящими шарами по деформирующим в зоне обработки, а теми в свою очередь по заготовке. Преимуществами нового инструмента стало увеличение степени деформационного упрочнения обрабатываемой поверхности и повышение производительности обработки.

На основании способа обработки плоских поверхностей, разработанного д-р техн. наук, проф. Минаковым А. П., был создан инструмент, оснащенный массивным диском, в гнездах которого находятся деформирующие шары. Вращение диска совместно с приводящими шарами обеспечивает не только их высокую скорость, но и большую силу удара по деформирующим шарам с учетом массы диска. Это позволяет увеличить глубину наклепанного слоя металла и повысить производительность обработки. Проблема звука в инструменте решена использованием пневмоглушителей.

А. П. АКУЛИЧ, Я. А. АКУЛИЧ
Учреждение образования
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Брест, Беларусь

Приработка во многом определяет общую долговечность деталей. К концу процесса приработки основные взаимосвязанные параметры качества поверхности приобретают значения, соответствующие данным условиям эксплуатации. И.В. Крагельский считает переход исходной технологической шероховатости к эксплуатационной одним из основных условий завершения процесса приработки.

Для экспериментальных исследований были подготовлены несколько серий образцов типа “вал-втулка”, имеющих фактический усредненный параметр шероховатости сопрягаемых поверхностей трения, полученных шлифованием $R_a = 0,27$ и точением $R_a = 1,31$. Радиус рабочей поверхности образцов $R_{раб.} = 17,5$ мм. Образцы “вала” были изготовлены из стали 40Х, втулки из бронзы БрОЦС 5-5-5.

Трибологические испытания проводились по схеме “вал-втулка” на машине трения 2070 СМТ-1, снабженной камерой для испытаний в жидкой среде. В качестве среды было использовано масло И-40А ГОСТ 20799-88. Испытания проводились при нагрузке $P=1000$ Н, скорости скольжения $V=1,0$ м/с. Контроль температуры смазочной среды осуществляется с помощью серийно выпускаемой погружной термопары “хромель-алюмель”.

На рис. 1 представлены кривые изменения значений среднего арифметического отклонения профиля R_a в процессе приработки пары трения. Из зависимостей видно, что при полученной после обработки чистовым точением характеристике качества поверхности $R_a=1,31$, в завершении приработки наблюдалось уменьшение среднего арифметического отклонения профиля ($R_a = 0,53$). Вместе с тем, при испытании образцов после шлифования и, соответственно, имеющих более низкую исходную шероховатость ($R_a = 0,27$), параметр шероховатости при завершении приработки имел значения, превышающие исходные ($R_a = 0,32$). Таким образом, в процессе приработки была получена оптимальная шероховатость для данных условий трения, которая должна обеспечить наиболее приемлемый износ пары трения. Следует отметить, что значение параметра оптимальной шероховатости было, как больше так и меньше исходного, что свидетельствует о влиянии способа обработки поверхностей на износные характеристики исследуемой пары трения.

А. С. БЕЛЯСОВА, С. Л. КОМАРОВА
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Среди операций для извлечения денежных средств выделяют продажу дебиторской задолженности. Следует помнить, что от скорости проведения операций по высвобождению денежных средств зависит сохранение предприятия как хозяйственного объекта, а точнее его действующей части, способной приносить прибыль.

Предварительный анализ дебиторской задолженности по срокам ее возникновения на примере СМУ №6 ОАО «Белсельэлектросетьстрой) Могилевского района, занимающегося строительными работами, позволил установить, что предприятие реализует свою продукцию, предоставляя отсрочку покупателям не более 30 дней. Из-за просроченной дебиторской задолженности средний реальный срок оплаты счетов дебиторами больше установленного на 31 день. Расчет показал, что реальная величина задолженности составит 2989,86 млн р.

Уменьшить сумму дебиторской задолженности возможно за счет ее продажи (факторинга). Так как дебиторская задолженность нашего предприятия имеет весомое место в структуре оборотных активов ($(3102:6274) 100 = 49,44\%$), то получение денежных средств по ней будет способствовать дальнейшему развитию предприятия, а также улучшению его финансового состояния, ликвидности.

Для начала осуществления факторинговой сделки необходимо заключить договор факторинга (договор о переуступке права требования платежных документов). Переуступим фактор-фирме платежные требования на сумму 1494,93 млн р., что составляет 1/2 от суммы оставшейся дебиторской задолженности.

С учетом того, что средний срок оборачиваемости средств в расчетах с покупателями составит 46,08 дня, а плата за классический факторинг в процентном выражении будет равна 2,3 %, то плата за факторинг в стоимостном выражении составит:

$$П_{фс} = (1494,93 \text{ млн р. } 2,3\%):100 = 36,38 \text{ млн р.}$$

Данную сумму наше предприятие должно выплатить факторинговой компании за предоставление денежных средств от переуступленных прав по дебиторской задолженности.

В оплату услуг факторинговой компании входит еще комиссионное вознаграждение. Размер комиссионного вознаграждения рассчитаем по формуле

Конечно, основной отличительной особенностью конкурентоспособного предприятия является его способность выпускать конкурентоспособную продукцию в течение длительного времени. Однако, это только предпосылка конкурентоспособности. Важными аспектами конкурентоспособного предприятия являются: востребованность продукции на внешних рынках; устойчивое финансовое состояние; наличие конкурентных преимуществ и способность их создавать; высокий уровень техники, технологии и организации производства; наличие высококвалифицированных и инициативных кадров; способность противостоять конкурентам.

В литературе предложено достаточно большое количество определений конкурентоспособности фирмы (предприятия). Можно выделить три основных подхода к определению сущности этого понятия:

- 1) конкурентоспособность предприятия – конкурентоспособность его продукции;
- 2) конкурентоспособность предприятия это его способность конкурировать с другими производителями соответствующей продукции;
- 3) конкурентоспособность предприятия – мера эффективности его деятельности.

Объединяя указанные подходы можно предложить следующее определение: **конкурентоспособность предприятия** – его способность длительное время производить конкурентоспособную на национальном и мировом рынках продукцию в полной мере удовлетворяющую потребителей, сохранять и укреплять свои позиции на рынке, при уровне производительности труда и рентабельности капитала не ниже среднеотраслевых.

В этом определении нашли отражение:

- способность производить продукцию, удовлетворяющую потребности;
- условия функционирования предприятия (национальный и внешний рынки);
- сложившееся положение и его динамика (сохранение и расширение позиций на рынке);
- сравнительный уровень эффективности (производительность труда и рентабельность капитала равны и выше среднеотраслевых).

Для развёрнутой характеристики конкурентоспособности предприятия следует принимать во внимание: рынок и его конъюктуру, продукцию и услуги, цены и финансовые отношения с потребителями и поставщиками, организацию сбыта и продвижения продукции, технико-организационный уровень производства, прогнозы динамики потребностей, состояние рынка и рыночной конкуренции, развитие технологии в отрасли.



Рис. 1. Изменения параметра среднего арифметического отклонения профиля R_a поверхности детали втулка в процессе приработки

На рис. 2 приведены зависимости коэффициента трения от времени испытания. Процесс приработки завершается через 30 минут после начала испытания, после чего пара трения переходит в равновесное динамическое состояние со стабильными значениями коэффициента трения.

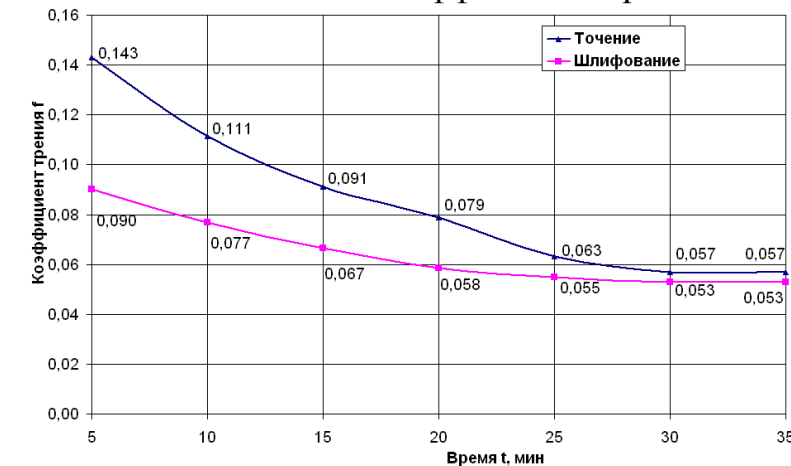


Рис. 2. Зависимость коэффициента трения от времени испытания пар трения в процессе приработки

Результаты проведенных экспериментальных исследований позволяют сделать следующие основные выводы:

- сформировавшееся в результате приработки оптимальная шероховатость, как и другие параметры поверхностного слоя контактирующих деталей, будет зависеть от метода механической обработки поверхности;
- долговечность эксплуатации пары трения во многом будет зависеть от интенсивности изнашивания в процессе приработки и, тем самым, от времени самой приработки, таким образом целесообразно уже на стадии изготовления технологически обеспечивать оптимальные параметры качества поверхностного слоя (близкую к оптимальной шероховатость).

О. В. БЛАГОДАРНАЯ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Швейная игла является весьма специфическим изделием и технология ее изготовления – это узкоспециализированная область. В Беларуси швейные иглы не изготавливаются, основные поставки игл производятся из России и других стран. Существует три способа изготовления иглы: немецкий, американский и комбинированный:

– немецкий способ заключается в изготовлении иглы резанием на станках, в результате чего на изготовление игл уходит больше материала, и, кроме того, поверхность иглы получается недостаточно гладкой, производительность невысокая;

– американский способ заключается в изготовлении иглы последовательной холодной ковкой до необходимого диаметра, канавки на игле фрезеровались; точность изготовления по этому способу невысокая;

– комбинированный способ объединил в себе все самое лучшее из обеих технологий и применяется в настоящее время на большинстве предприятий-изготовителей швейных игл.

Последовательность операций при изготовлении швейных игл в общем виде может быть следующей:

– нарубка и изготовление заготовок с припусками, обработка конца, раскатка на необходимый диаметр, первая правка по длине, вырезание задней короткой канавки, выборки и ушка, вторая правка по длине, фрезерование передней длинной канавки, шлифование острия иглы, закалка изготовленных игл при температуре 7800 С с последующим отпуском в масле при температуре 2500 С, полирование рабочей части иглы и ушка, рихтовка иглы, отгрузка и упаковка игл.

В России при изготовлении швейных игл применяют два метода: штамповка и фрезеровка.

Более распространенным является метод штамповки, так как он позволяет получить иглы наиболее точных размеров. Штампованные швейные иглы характеризуются: прямым лезвием с выемкой; двумя желобками, из которых один длинный, а другой – короткий; острием с конусной заточкой.

Технологический процесс изготовления игл методом штамповки происходит в следующей последовательности.

На рихтовально-обрубочном автомате производят правку проволоки с номинальным диаметром \varnothing_1 и рубку заготовки. Заготовку затачивают с

А. Г. БАРАНОВСКИЙ, А. П. ТРЕНИХИН

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Европейский форум по проблемам управления определил, что конкурентоспособность фирмы – это реальная и потенциальная возможности фирм в существующих для них условиях проектировать, изготавливать и продавать товары, которые по ценовым и неценовым характеристикам более привлекательны для потребителя, чем товары их конкурентов. Недостаток этого определения заключается в том, что оно касается в основном товара и учитывает исключительно ценовые и неценовые его характеристики. В приведенном определении не нашли должного отражения ориентация предприятия на потребителей, позиции предприятия на рынке, его перспективы. Во многом конкурентоспособность предприятия отождествляется с конкурентоспособностью производимой им продукции.

Однако, между двумя понятиями есть существенные отличия, что представлено в (табл. 1.).

Табл.1. Сравнение конкурентоспособности предприятия и продукции

Параметры	Продукция	Предприятие
Период оценки	ЖЦТ (жизненный цикл товара) - сравнительно короткий (несколько лет)	ЖЦП (жизненный цикл предприятия) – длинный (десятилетия)
Объект оценки	Совокупность свойств продукции	Хозяйственный потенциал предприятия и выпускаемая им продукция
Кто оценивает	Потребитель	Собственник
Критерий оценки	Интегральный показатель конкурентоспособности продукции или товара	Система показателей: конкурентоспособности продукции, эффективности производства, финансового состояния предприятия

В конкурентной рыночной среде объективная оценка конкурентоспособности предприятия и соответствующая этому её трактовка (концепция) необходимы для выработки правильной деловой стратегии его развития и формирования адекватных конкурентных преимуществ.

Конкурентоспособность относительна и рассматривается применительно к конкретным условиям: времени, месту и состоянию конкурентной среды.

Сокращая риски, инвестор сокращает свои будущие прибыли. Хеджирование – техника, предназначенная для снижения потенциальных рисков, а не для увеличения прибыли. Для хеджирования своих инвестиций, инвесторы используют деривативы, опционы и фьючерсы основных активов. Например, чтобы захеджировать риски по акциям определенной компании, нужно купить фьючерс или опцион на эту акцию вместе с самими акциями. Эти инструменты позволяют продавать или покупать акции по определенной цене в определенное время.

Любое хеджирование имеет свою цену. Нужно помнить, что главная цель хеджирования не заработать деньги, а сократить риски инвестиций. В любом случае придется нести определенные убытки из-за использования опционов и фьючерсных контрактов, однако, эти потери не сопоставимы с возможными потерями без использования хеджирования.

Сравнивая страхование и хеджирование можно сказать, что хеджирование более точное снижение рисков. С помощью страхования инвестор страхуется от рисков полностью, а хеджирование защищает лишь его инвестиционный портфель в определенных условиях рынка.

Большинство инвесторов никогда не торговали деривативами (опционами и фьючерсами) и, скорее всего, никогда ими не воспользуются. Поэтому хеджирование не является для них жизненно важным. Знание того, как устроен процесс хеджирования, помогает понять работу многих крупных компаний и инвестиционных фондов, которые хеджируются против рисков.

Риск неотъемлемая часть процесса инвестирования, не важно насколько опытным является инвестор. Понимание механизма хеджирования поможет эффективнее анализировать процессы, происходящие на рынках, и принимать более взвешенные и продуманные инвестиционные решения.

двух сторон на специальном заточном автомате под углом β . После заточки производят вытяжку правой стороны стержня до номинального диаметра \varnothing_i ; затем полуфабрикат загружают в бункер специального обрубочного станка, на котором делается первая обрубка, правят на специальном рихтовальном станке, укладывают и осуществляют межоперационный контроль. После контроля производится штамповка выемки, штамповка полного профиля желобка со стороны выемки и частично с противоположной стороны, а также обжатие ушка. Все указанные операции выполняются одновременно на специальном прессе. В местах штамповки происходит расширение металла, выступающего за номинальный размер стержня, который называют облоем. Одновременно с обжатием ушка производится некоторый изгиб конца стержня, что обеспечивает полуфабрикату сохранение требуемого положения при его транспортировке к последующему штампу этого же пресса, который пробивает ушко. Пуансон штампа точно входит в углубление, намеченное при обжиме, и прорубает отверстие в ушке. Полуфабрикат вторично обрубает на специальном обрубочном автомате, где он получает номинальную длину. Затем на специальном фрезерном одношпиндельном автомате фрезеруется желобок с номинальной шириной. После вторичного межоперационного контроля иглы поступают на специальный шлифовальный станок, где предварительно снимается облой, а на шлифовальном двухленточном станке производится чистовая зачистка. Далее на специальном заточном станке предварительно затачивается острие; на шлифовальном двухщеточном станке притупляются острые грани и снимаются заусенцы в ушке. Вновь осуществляют контроль: проверяют чистоту обработки, округленность острия и граней ушка. После термообработки с иглами производятся следующие операции: полировка ушка на специальном ушкополировочном станке, имеющем специальные гребни, куда иглы заправляются нанизанными на нитку; ручная рихтовка, т.е. выпрямление иглы; межоперационный контроль; окончательная заточка и полировка на специальном шлифовально-ленточном станке. Последующими операциями являются: никелирование, полирование колбы и лезвия, окончательное полирование и рихтовка; контроль прямолинейности, шероховатости поверхности, округленности граней желобка и ушка. Далее иглы смазывают и упаковывают.

После каждой основной операции выполняют целый ряд вспомогательных операций: промывку, сушку, очистку, укладку, разборку, правку лезвия.

При межоперационном контроле пользуются проверочной плитой с гладкой поверхностью, скобой, шаблоном, бинокулярной лупой, индикатором, калибром. Технологический процесс изготовления игл методом фрезерования мало чем отличается от метода штамповки, рассмотренного выше, и применяется для игл малых номеров.

УДК 621.865

ТИПОВОЙ РЯД ДВУХСТУПЕНЧАТЫХ ПЛАНЕТАРНЫХ
МЕХАНИЗМОВ НОВОЙ СХЕМЫ

Л. А. БОРИСЕНКО, В. Л. КОМАР, Д. Н. КАЛЕЕВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Существенным недостатком планетарных механизмов является значительное снижение КПД при увеличении передаточного отношения.

Планетарные механизмы обладают достаточно высоким КПД только при малых передаточных отношениях, поэтому реализация больших передаточных отношений в одноступенчатых схемах становится нецелесообразной. В этих случаях чаще всего используются двухступенчатые схемы с быстроходной и тихоходной ступенью, причем рекомендуется реализовывать большую часть передаточного отношения в быстроходной ступени.

В настоящей работе приводятся основные сведения об исследовании, предложенной авторами новой двухступенчатой схемы, в основе которой лежат проверенные и распространенные в технике простейшие схемы планетарных механизмов. Схема защищена двумя патентами РБ. Один из вариантов схемы представлен на рис. 1.

Механизм состоит из трех относительно самостоятельных частей: быстроходной ступени, тихоходной ступени и связывающего их механизма, осуществляющего передачу движения между параллельными валами с передаточным отношением равным единице. В качестве тихоходной ступени использован классический трехколесный планетарный механизм, а быстроходной – двухколесный планетарный механизм с внутренним зацеплением с разностью чисел зубьев в один зуб, объединенные в один агрегат посредством карданного вала или механизма выполняющего ту же функцию.

Конструкция, используемого в данной схеме карданного вала, также предложена авторами. Она обеспечивает передачу вращающего момента в весьма ограниченных рабочих габаритах, он может иметь осевые перемещения, которые очень важны для компенсации неточности монтажа остальных устройств редуктора и обеспечения удобства сборки ступеней редуктора. Кроме того, он позволяет выполнить центральную шестерню трехколесного механизма плавающей.

УДК 338

ХЕДЖИРОВАНИЕ РИСКОВ КАК ЧАСТЬ ПРОЦЕССА
ИНВЕСТИРОВАНИЯ

О. В. БАЛЬЧЕВСКАЯ, И. А. ВЕРЕМЕЕВА

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Важнейшими условиями экономического роста, обеспечения независимости и безопасности страны являются оптимизация накоплений и активное инвестирование. В связи с этим современная инвестиционная политика Республики Беларусь предусматривает проведение комплексных мер по максимальной мобилизации национальных инвестиционных ресурсов, особенно сбережений и накоплений частных инвесторов, привлечению иностранного капитала в белорусскую экономику и повышению эффективности использования инвестиций.

Инвестор, деятельность которого направлена на вложение в развитие своего предприятия, может использовать только собственные средства. Инвестиционная деятельность предприятия позволяет за счет собственных накоплений решить задачи расширения производства, приобретения новых производственных структур или провести диверсификацию, то есть перераспределить инвестиции между разными объектами, чтобы снизить возможные риски потерь. Инвестиционная деятельность предприятия адресована не только на начальные инвестиции, но и на расширение производства, на реинвестиции, то есть на приобретение новых основных средств, за счет оборотных.

Обычно предприятие имеет ограниченные финансовые средства, направленные на регулирование инвестиционной деятельности. Поэтому необходимо использовать различные инвестиционные возможности. Следует учитывать, что инвестиционная деятельность связана с неопределенностью и риском. Поэтому важно уметь правильно оценивать возможности и эффективность инвестиционных проектов.

Хеджирование рисков – практика, которой должен пользоваться любой серьезный инвестор. Зачастую защита инвестиционного портфеля, также важна, как его оценка и анализ. Хеджирование не предотвращает наступление убытков, но может минимизировать последствия. Хеджирование инвестиционных рисков означает стратегическое использование инвестиционных инструментов для уменьшения потерь от сокращения цены на тот или иной актив. Другими словами, инвесторы хеджируют одни активы, покупая другие. Технически необходимо купить два актива с отрицательной корреляцией, то есть имеющими обратную взаимозависимость в цене.

2010 г. – самой высокой. Это ставит перед предприятиями первоочередную задачу обновления производственной базы для повышения своей конкурентоспособности.

Итоги деятельности предприятий отражаются на их финансах. Предварительный анализ финансовых коэффициентов говорит о достаточной платежеспособности и финансовой устойчивости предприятий отрасли. Однако показатели, характеризующие структуру предприятий с точки зрения их обеспеченности собственными оборотными средствами, свидетельствуют, что сложившаяся ситуация не так благоприятна. Так, на конец 2009 г. более 23,2 % предприятий не имели собственных оборотных средств, кроме того, ряд предприятий отрасли испытывали недостаток собственных оборотных средств – 13,5 %. Такая ситуация не может не приводить к проблемам неплатежей и банкротству субъектов хозяйствования. Этот вывод подтверждается стабильно высокой долей предприятий, имеющих просроченную задолженность, как дебиторскую, так и кредиторскую, а также высокой долей неплатежеспособных предприятий в отрасли.

Анализ относительных показателей работы предприятий машиностроения и металлообработки позволяет оценить интенсивность и эффективность их функционирования. Эффективность использования трудовых ресурсов, оцениваемая по показателю производительности труда в сопоставимой оценке, имела неоднозначную динамику в течение анализируемого периода, тем не менее, в 2010 г. составила 124,9 % от уровня 2005 г. Фондоотдача основных средств демонстрирует аналогичную динамику, а в итоге – 140,8 % от 2005 г. Коэффициент оборачиваемости оборотных активов – это практически единственный показатель, демонстрирующий отрицательные изменения на протяжении всего рассматриваемого периода. Постоянное замедление оборачиваемости оборотных средств отрицательно характеризует деловую активность предприятий, связано с неумением распорядиться оборотными средствами, формированием излишних запасов, ухудшающих финансовые показатели деятельности. Все показатели рентабельности имели невысокие значения. Даже в наиболее успешные годы: максимальное значение рентабельности продукции – 14,3 %, продаж – 10,7 %, активов – 7,6 % (все в 2007 г.). Такого уровня рентабельности недостаточно для того, чтобы предприятия могли нормально развиваться. Следовательно, можно отметить, что эффективность работы предприятий машиностроения и металлообработки является невысокой.

Таким образом, по результатам проведенного анализа можно выделить основные задачи развития машиностроения и металлообработки Республики Беларусь:

- обновление производственных мощностей;
- управление финансами предприятий;
- повышение эффективности хозяйствования.

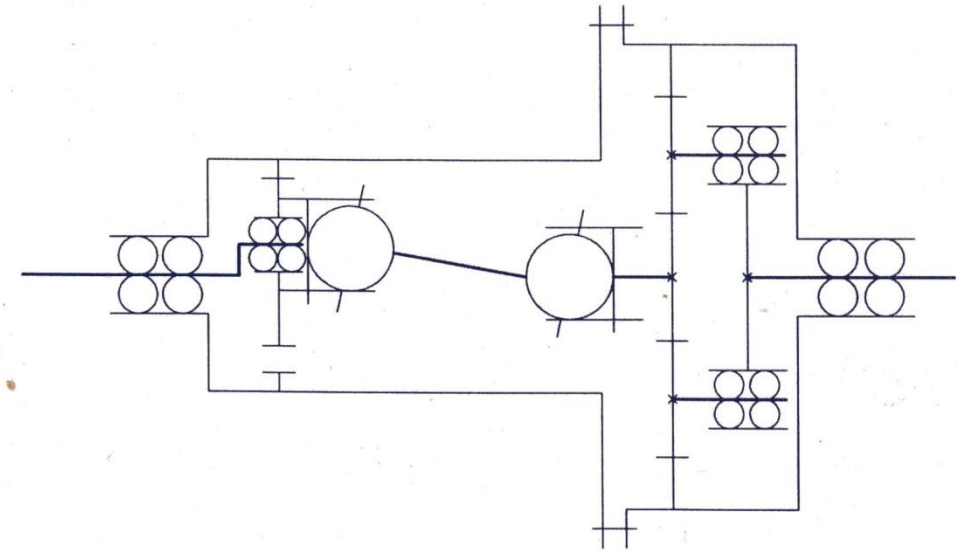


Рис. 1. Предложенная схема двухступенчатого планетарного механизма

Расчетный КПД этого механизма, при надлежащем исполнении зубчатых колес при передаточном отношении 120, может достигать значения 0,82.

К наиболее значительным усовершенствованиям конструкции трехколесного механизма следует отнести возможность применения плавающей центральной шестерни, это позволяет равномерно нагрузить сателлиты и, в конечном счете, уменьшить габариты передачи.

При реализации физических моделей также использовался вариант крестовой муфты, в которой для уменьшения потерь на трение, ползуны поступательных пар заменены втулками с игольчатыми подшипниками на пальцах, установленные на общей крестовине.

Предложенная схема положена в основу типового ряда планетарных механизмов с диапазоном передаточных отношений от 10 до 200, реализованных в 10 опытных образцах. Проведенные лабораторные испытания подтвердили эффективность данной схемы.

В быстроходной ступени использовался двухступенчатый планетарный механизм с зубчатыми колесами изготовленными долбяком с исходным контуром 30° , что позволило получить безинтерференционное внутреннее зацепление с разницей чисел зубьев колес равной единице. При этом колеса были изготовлены с небольшим смещением, которое не приводит к ослаблению зубьев колес.

В. Г. БУТКЕВИЧ, А. В. ЛОКТИОНОВ, С. А. МОСКАЛЕВ
Учреждение образования
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Витебск, Беларусь

В настоящее время подача уточной нити на автоматических ткацких пневморепирных станках осуществляется по двум схемам: механизмом отмеривания, представляющим собой фрикционную муфту с цепным приводом ведущего барабана совместно с механизмом компенсатора шарнирно-стержневого типа, или механизмом отмеривания и компенсатора дискового типа, смонтированном непосредственно на главном валу.

Кинематический анализ обоих механизмов показал, что максимальное значение скорости подачи уточной нити соответствует зоне наибольшего сближения рапир. Данной зоне соответствует наименьшее значение натяжения. Сочетание максимальной скорости и наименьшего натяжения нитей обуславливает трудности протекания технологического процесса ткачества по потери устойчивости движения уточной нити.

Для устойчивости прокладывания уточной нити на станках АТПР скорость подачи уточной нити в рапиры не должна превышать предельного значения скорости движения нити под действием тяги воздушного потока. Для станка АТПР-120, оборудованного рычажным компенсатором с радиусом кривошипа 30 мм, для скорости главного вала станка $n_{z.в}=360 \text{ мин}^{-1}$, определены скорости подачи нити, которые сравнивались с предельными. Предельная скорость определялась разрывной нагрузкой нити по полученной формуле

$$V_{np} = (V_1 - 1,16R\omega) / (1 + \sqrt{\frac{me^{f\alpha}}{0,5\ell C_x \rho d}});$$

где V_{np} – предельная скорость движения уточной нити; V_1 – скорость воздушного потока в неподвижной правой рапире; R – радиус водила механизма привода правой рапиры; ω – угловая скорость главного вала станка; m – масса единицы длины нити; f – приведённый коэффициент трения уточной нити о нитепроводники; α – суммарный угол охвата нитепроводников нитью; ℓ – длина нити в правой рапире; C_x – аэродинамический коэффициент сопротивления нити; ρ – плотность воздуха; d – диаметр нити.

Если скорость подачи уточной нити превышает предельную скорость её движения, то в зоне компенсатора образуется напуск, наибольшая вели-

С. А. АЛЕКСАНДРОВА, А. В. АЛЕКСАНДРОВ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Оценка результатов деятельности является составной частью комплексной оценки развития предприятий машиностроения и металлообработки и отправной точкой разработки стратегии развития.

Для оценки функционирования предприятий отрасли были проанализированы результативные абсолютные показатели деятельности предприятий отрасли; ресурсы предприятий; результативные относительные показатели, которые определяют интенсивность использования имеющихся ресурсов; финансовые показатели, характеризующие платежеспособность и финансовую устойчивость предприятий. Анализируемый период времени – 2005-2010 гг.

Изучение динамики результативных показателей деятельности предприятий отрасли выявило положительную динамику на протяжении всего периода, за исключением 2009 года. Так, объем продукции в действующих ценах в 2010 г. составил 259,8 %, а прибыль от реализации продукции – 262,0 % от уровня 2005 г. Следует также отметить, что машиностроение и металлообработка является лидером среди всех отраслей промышленности по объему производства продукции, выручке и прибыли от реализации продукции, что подтверждает значимость успешного развития данной отрасли для экономики страны.

Численность промышленно-производственного персонала, занятого в отрасли, увеличивалась на протяжении 2006-2008 гг., но в 2009-2010 гг. снизилась и составила на конец периода 95,9 % значения 2005 г. Производство машиностроительной продукции является капиталоемким, в связи с этим важно изучить обеспеченность капиталом предприятий отрасли. Совокупный капитал предприятий отрасли наращивался. Однако анализ накопленной амортизации показал, что более половины основных производственных фондов, используемых в отрасли, изношены, что приводит к проблемам с выпуском конкурентоспособной продукции, более высокому уровню затрат. При этом нужно отметить положительную тенденцию – удельный вес накопленной амортизации ежегодно снижается, что свидетельствует о постоянном, хотя и медленном обновлении производственной базы. Если проводить межотраслевое сравнение, можно сказать, что степень изношенности основных производственных фондов в машиностроении и металлообработке является одной из самых высоких, а с начала

пательной величиной, что влечет за собой уменьшение производственного потенциала и, как следствие, отмечается экономический спад.

Рассматривая инвестиционные процессы, проходящие в Республике Беларусь, видно, что прослеживается тенденция устойчивого роста объемов инвестиций в экономику: 2002 год – 106,0 %, 2003 г. – 120,8 %, 2004 г. – 120,9 %, 2005 г. – 120,0 %, 2006 г. – 132,2 %, 2007 г. – 116,2 %, 2008 г. – 123,5 %, 2009 г. – 104,7 %, 2010 – 115,8 %, 2011 – 113,3 % (в темпах роста к предыдущему году).

В 2011 году использовано 90,8 трлн рублей инвестиций в основной капитал, что составляет 33,1 % от ВВП. Иностранцами инвесторами вложено в реальный сектор экономики валовых иностранных инвестиций – 18,9 млрд долл. США, в том числе 13,2 млрд долл. прямых иностранных инвестиций (ПИИ) (с учетом задолженности прямому инвестору за товары, работы, услуги), что более, чем в 2 раза, превышает объем 2010 года (5,6 млрд. долл. США) и в 17 раз больше, чем объем поступивших ПИИ в начале пятилетки (в 2006 году объем поступивших ПИИ составил 748,6 млн долл. США) [1].

Как же данные цифры соотносятся с суммами амортизационных отчислений?

По данным статистики, в Беларуси амортизационные отчисления составляют около 50 % собственных источников инвестиций. Степень износа основных средств имеет тенденцию к сокращению, но по активной части в 2010 г. в целом по республике еще находилась на довольно высоком уровне – 55, 8 %, по предприятиям Министерства промышленности – 67,0 %, Министерства строительства и архитектуры – 51,6 %. Сохраняется высокая доля полностью самортизированных основных средств, которые уже исчерпали свой ресурс эффективного использования и требуют замены: по республике в целом этот показатель по активной части основных средств составил в 2010 г. 23,4 %, по предприятиям Министерства промышленности – 39,7 %, Министерства строительства и архитектуры – 18,8 % [2].

Таким образом, следует отметить, что сложившаяся модель инвестирования белорусской экономики характеризуется положительной величиной чистых инвестиций, однако, для повышения эффективности инвестиционных процессов данный показатель необходимо увеличивать, что требует разработки специального организационно-экономического механизма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальный сайт Национального статистического комитета Республики Беларусь [Электрон. ресурс]. – Минск, 2012. – Режим доступа: [http : // www. belstat.gov.by](http://www.belstat.gov.by).

2. Официальный сайт Министерства экономики Республики Беларусь [Электрон. ресурс]. – Минск, 2012. – Режим доступа: [http : //www. economy.gov.by](http://www.economy.gov.by).

чина которого соответствует максимальному значению скорости подачи. Ликвидация напуска или увеличение значения предельной скорости при неизменных условиях заправки и наладки станка может быть сделана путём увеличения скорости воздушного потока за счёт увеличения давления сжатого воздуха, подаваемого в рапиру.

Расчёты выполнены при следующих параметрах станка: $V_l = 45$ м/с; $f = 0,27$; $l = 0,663$; $\alpha = 3,14$ рад; $R = 0,175$ м. Анализ показал, что выбранный (базовый) режим работы станка АТПР-120 является неудовлетворительным, т.к. скорость подачи утка компенсатором отмеривающего механизма превышает предельные скорости движения уточной нити. При работе станка в данном режиме будут иметь место напуски в зоне заправки «отмеривающий механизм – компенсатор» и, как следствие этого, малое натяжение уточной нити в момент передачи её из рапиры в рапиру, отставание движения конца уточной нити от цикловой диаграммы станка, что приводит к недалётам утка. Уменьшить максимальную скорость подачи уточной нити при заданном режиме работы станка до значения предельной скорости, при наличии шарнирно-стержневого или дискового компенсатора можно лишь путём уменьшений величины радиуса кривошипа. Анализ регулировочных возможностей компенсаторов показывает, что невозможно выполнить эту операцию оптимально из-за появления недолётов у левой кромки ткани. Рекомендовано применение механизма компенсатора кулачкового типа. Однако, при использовании данного механизма, возрастают нагрузки на вал привода рапир и, следовательно, мощность, потребляемая данным механизмом. Для определения величин приведённого момента движущих сил на валу привода рапир произведён кинематический и силовой анализ механизма привода рапир. Получена формула перемещения рапиры в осевом направлении. При дифференцировании определено значение линейных скоростей и ускорений рапиры. Движение механизма привода рапир описывается в общем виде уравнением Лагранжа второго рода. За обобщённую координату принимается угол поворота вертикального вала или водила, потенциальная энергия равна нулю.

Кинетическая энергия механизмов представляет сумму кинетических энергий подвижных звеньев. За обобщённую силу принимается приведённый момент. Из уравнения Лагранжа получена зависимость для определения приведенного момента M :

$$M = 2R^2(m_p + m_g) \sin 2\varphi \cdot \frac{\dot{\varphi}^2}{2},$$

где R – радиус кривошипа; m_p – масса рапиры; m_g – масса водила; φ – угол поворота вертикального вала или водила.

Знание момента движущих сил на вертикальном валу привода рапир позволяет определить потребляемую механизмом мощность.

УДК 621.83
РАЗРАБОТКА ПРИВОДА ДЛЯ НАТЯЖЕНИЯ ПОЛИЭТИЛЕНОВОГО
РУКАВА НА ОСНОВЕ ПЛАНЕТАРНЫХ ПРЕЦЕССИОННЫХ ПЕРЕДАЧ

Д. С. ГАЛЮЖИН, Е. И. ШИШКОВ, Е. Г. КРИВОНОГОВА, Д. Н. КАЛЕЕВ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Отрасль упаковки – одна из наиболее молодых в нашей стране и, это понятно, т.к. еще 10-15 лет назад основной задачей было производство продукции, а упаковке отводилась второстепенная роль. Несколько десятилетий отрасль упаковки в странах бывшего СССР совершенно не развивалась, в то время как западные компании совершенствовали технологии и изобретали новые упаковочные материалы. В данный момент, производители осознали, что товар обязательно должен быть упакован, причем упаковка должна быть надежной, красивой, эстетичной, а главное, выделять товар из массы конкурентов на рынках товаров и услуг. Кроме того, актуальна для Республики Беларусь, на данный момент, проблема производства упаковки, которая сохраняла бы качественные показатели выпускаемой продукции на длительном промежутке времени, ввиду ориентации промышленности на экспорт производимой продукции.

Производство пленок из полиэтилена (термоусадочной, стретч, пленочных изделий) в настоящее время представляет большой практический интерес и имеет хорошие перспективы роста объемов производства. Полиэтиленовая пленка является прекрасным упаковочным материалом. Она допущена Минздравом Республики Беларусь к контакту с пищевыми продуктами, широко используется для групповой упаковки алкогольных и прохладительных напитков, молочных продуктов, замороженной птицы, колбас и сыров, а также целого ряда других промышленных товаров народного потребления. Налажено производство пленочных изделий, пакетов для строительных материалов и инструмента, групповой упаковки лекарственных препаратов и т.п.

Достоинство такой упаковки заключается в относительной простоте самого процесса упаковки, ее прочности, эстетичности, при относительно небольшой стоимости.

Технологический процесс изготовления полиэтиленового рукава включает операцию *ориентирования пленки*: при растяжении пленок происходит ориентация молекулярных цепей, вследствие чего повышается морозостойкость и механические свойства пленок, а также предел прочности при растяжении. Ориентация молекулы смеси пленки проводится в продольном, либо в продольно-поперечном направлениях.

УДК 330.3
ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ
В НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКЕ

М. С. АЛЕКСАНДРЁНОК
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Инвестиционные процессы являются одними из ключевых факторов, определяющих динамику, темпы и характер экономического роста страны. Инвестирование оказывает положительное воздействие на объем общественного производства и занятости, структурные сдвиги в экономике, развитие отраслей и сфер хозяйства, если осуществляется в эффективных формах. Нерациональное использование инвестиций влечет за собой замораживание ресурсов, и вследствие, этого сокращение объемов производимой продукции, т.е. не ведет к стабильному экономическому росту. В первую очередь для оценки результативности инвестиционных процессов необходим анализ соотношения объемов валовых и чистых инвестиций.

Валовые инвестиции направляются на поддержание и увеличение реального капитала (основного капитала и запасов). Они складываются из амортизации, которая представляет собой ресурсы, необходимые для возмещения износа основных средств (действующих на предприятии), и из чистых инвестиций, т.е. дополнительного вложения капитала (строительство зданий и сооружений, производство и установка нового и/или дополнительного оборудования, модернизация действующих производственных мощностей). Таким образом, чистые инвестиции отражают объем валовых инвестиций, уменьшенный на величину амортизационных отчислений. При этом величина чистых инвестиций может быть положительной, отрицательной или равной нулю.

Первый вариант – чистые инвестиции представляют собой положительную величину. Следовательно, объем валовых инвестиций превышает объем амортизационных отчислений, происходит прирост производственного потенциала, обеспечивающий расширенное воспроизводство, и, соответственно, экономика находится в стадии подъема.

Второй вариант – нулевое значение чистых инвестиций. Мы получаем равенство сумм валовых инвестиций и амортизационных отчислений, т.е. поступление ресурсов равно их потреблению, тем самым имеет место простое воспроизводство, характеризующееся отсутствием экономического роста национальной экономики.

Третий вариант – сумма валовых инвестиций меньше суммы амортизационных отчислений, т.е. показатель чистых инвестиций является отри-

УДК 621.9
АРГОНОДУГОВАЯ НАПЛАВКА С ПРИМЕНЕНИЕМ
МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ,
ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ МЕХАНИЧЕСКОГО ЛЕГИРОВАНИЯ

Д. И. ЯКУБОВИЧ, А. В. ШАБЛОВСКИЙ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Постоянно развивающиеся технологии получения порошковых компонентов открывают новые возможности их применения в наплавочных материалах. Одним из перспективных направлений, является применение порошков получаемых методом механического легирования.

С целью определения влияния механического легирования композиционных порошковых материалов на механические свойства наплавленного металла, была разработана наплавочная паста на основе силикатного клея. Данный выбор обусловлен тем, что изготовление пасты, состоящей из металлического порошка и связующего материала, позволяет оперативно и в достаточных объемах получать образцы разнообразные по химическому составу.

Для выявления отличительных свойств наплавленных швов, получаемых при использовании композиционных материалов, были изготовлены две партии наплавочной пасты. В состав которых входили следующие компоненты: FeCr – 5 %; FeMn – 0,9 %; FeSi – 1,5 %; Fe – 91,7 %.

Шихта пасты первой партии представляла собой механическую смесь компонентов в исходном состоянии, не подвергающихся не какому виду обработки, с размером частиц 0,063 – 0,4 мм. Шихта пасты второй партии представляла собой многокомпонентные композиционные гранулы, полученные методом механического легирования в механореакторе гирационного типа, с размером частиц до 0,05 мм.

Измерение твердости наплавленного металла показало, что швы отличались между собой в среднем на 10 %, благодаря модификации и структурным изменениям металла наплавленного слоя. Первый вариант пасты обеспечивал твердость 52...55 HRC, второй вариант 56...61 HRC.

Отличия проявились и в ширине наплавленного шва, которая составляла 6 и 7 мм для первого и второго варианта наплавочной пасты соответственно. Так же было определено увеличение зоны термического влияния на 2 мм. Применение мелкодисперсных механически легированных порошков приводит к интенсивным экзотермическим реакциям в столбе дуги и жидкой сварочной ванне, что влияет на процессы структурообразования в наплавленном слое.

Процесс ориентации пленки, из кристаллических полимеров, включает *нагрев* и *растяжение* полиэтиленового рукава. Причем, нагревать нужно до температуры, при которой разрушается кристаллическое строение молекулы полиэтилена.

Ориентация пленок в продольном направлении осуществляется двумя группами валков: первая группа валков обогревается (тем самым осуществляется нагрев рукава), вторая охлаждается и создает необходимое натяжение. Каждая группа имеет индивидуальный привод. Окружная скорость валков второй группы выше, чем первой. В каждой группе имеются прижимные гуммированные ролики. Установка для поперечной ориентации состоит из камеры, механизма захвата пленки с индивидуальным приводом и системы обогрева.

Привод валков имеет независимый характер и имеет в своей конструкции источник движения, редуцирующий механизм (либо применяется частотный привод), исполнительный орган – приводной валик натягивающего механизма. Он должен обеспечивать углы поворота $10^\circ - 360^\circ$ и частоту вращения порядка 2–20 мин⁻¹. Кроме того, чтобы обеспечить высокое качество пленки после выполнения операции, привод должен обладать высокой точностью угла поворота вала (высокими показателями кинематической точности), обеспечивать плавную работу натяжных валков. В зависимости от толщины пленочного рукава, силовые характеристики натяжения пленочного полотна должны обладать высокими свойствами, при небольших энергетических затратах.

Указанным выше требованиям в наибольшей степени удовлетворяют планетарные прецессионные передачи. Обеспечить высокие значения передаточного числа может прецессионная передача (ППП) типа К-Н-V, или планетарная прецессионная передача фрикционного типа.

Преимуществами механических передач фрикционного типа, перед другими видами механических передач, являются: возможность трансформировать вращение в широком диапазоне передаточных отношений на одной ступени (10...1000), при пониженных массогабаритных показателях; простота конструкции. Небольшое количество деталей и комплектующих изделий обеспечивает разработанному редуктору пониженную себестоимость изготовления, работу с пониженными виброакустическими показателями. Ограничением в применении данного типа передачи в приводах механизмов является невысокие значения нагрузочной способности. ППП типа К-Н-V имеет возможность трансформировать вращение с большими передаточными отношениями и обладает достаточно простой конструкцией. Все детали редуктора можно изготавливать на стандартном оборудовании, что позволяет им конкурировать по себестоимости с аналогами.

УДК 621.83
ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАНЕТАРНОЙ ПРЕЦЕССИОННОЙ ПЕРЕДАЧИ В
ПРИВОДЕ АГЛОМЕРАТОРА

Д. С. ГАЛЮЖИН, Д. Н. КАЛЕЕВ, Е. И. ШИШКОВ, Е. Г. КРИВОНОГОВА
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

На сегодняшней день переработка отходов стала одним из самых актуальных вопросов в производстве, особенно в сфере выпуска продукции из полимерных материалов. Ведь гораздо проще разумно утилизировать отходы с помощью оборудования для переработки, чем производить продукцию с нуля. Одним из таких устройств, предназначенных для вторичной переработки, т.е. измельчения или агломерирования (получение гранулированных порошков) отходов пленочных материалов являются агломераторы.

Агломератор предназначен для измельчения, отмывки, агломерирования, предварительной подсушки вторичных пленочных отходов полимерных материалов, а также технологических отходов пленки.

Рассмотрим этапы переработки пленочных материалов.

Первым этапом в переработки отходов пленочных материалов является предварительное измельчение, т.к. в агломераторе нельзя использовать отходы пленки любого размера. Для большинства агломераторов, за исключением мощных моделей (производительности от 250 кг/час и выше), требуется предварительная подготовка пленки: либо измельчение на дробилке; либо разрезание вручную на куски до 500–1000 мм, которые в дальнейшем будут доизмельчены самим агломератором и превращены за счет повышения температуры в агломерат.

Вторым этапом в переработки отходов пленочных материалов является агломерация. Агломерация представляет собой процесс спекания дробленых кусков пленки в мелкие шарики неправильной формы (агломерат). В зависимости от умения оператора и самого агломератора размер получаемого агломерата варьируется от 0,5 до 5,0 мм в диаметре (в некоторых случаях до 25 мм). Как правило, крупный агломерат получается в агломераторах с большой производительностью (свыше 200 кг/час). В дальнейшем агломерат (зависит от чистоты) может быть использован в производстве пленки или идет на производство изделий, получаемых методом литья под давлением.

Принцип работы агломератора предельно прост и заключается в следующем: оператор загружает отходы пленки в рабочую камеру, далее материал рубится, если надо отмывается (мойка пленки сильно снижает производительность получения агломерата), после чего за счёт трения высу-

УДК 621.791.763
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕРЫВИСТЫХ СВАРНЫХ ШВОВ

Ю. А. ЦУМАРЕВ, С. Н. СУЩИК, Е. Н. ЦУМАРЕВ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В практике изготовления сварных конструкций находят применения нахлесточные и тавровые сварные соединения с прерывистыми швами. Обоснованием необходимости применения таких сварных швов является экономия ресурсов и снижение себестоимости изготовления, достигаемое за счет уменьшения объема слабо нагруженных сварных швов. Однако такой подход к достижению высоких показателей экономичности нуждается в определенном уточнении.

Основные размеры угловых сварных швов определяют расчетом из условия прочности, описываемого общеизвестным соотношением:

$$\frac{P}{\beta L k} \leq [\tau'],$$

где P – нагрузка, воспринимаемая прерывистым швом; β – коэффициент, учитывающий глубину проплавления и зависящий от способа сварки; L – суммарная длина всех участков прерывистого шва; k – катет углового сварного шва.

Используя данное соотношение можно рассмотреть два равнопрочных шва, параметры которых будут связаны соотношением $L_1 k_1 = L_2 k_2$.

Если $k_1 = n k_2$ ($n > 1$), то $L_2 = L_1 / n$.

Из двух рассмотренных швов прерывистым может быть только шов 1, имеющий больший катет.

Сравним объемы сплошного и прерывистого швов.

$$V_1 = 0,5 k_1^2 L_1; \quad V_2 = 0,5 k_2^2 L_2 = 0,5 \frac{k_1^2}{n^2} L_1 n = \frac{V_1}{n}.$$

Последнее соотношение показывает, что сплошной шов имеет меньший объем, чем прерывистый. Поэтому применение прерывистых швов с экономической точки зрения может быть оправдано только в том случае, когда сплошной шов будет недогруженным даже при минимально возможном значении катета шва. Если учесть, что по данным Г.А. Николаева минимальное значение катета равно 3 мм, то экономия от замены такого сплошного шва прерывистым не может быть значительной. Кроме того, при такой замене следует учитывать концентрацию напряжений, обусловленную наличием непроваренных участков, и их пониженную коррозионную стойкость.

УДК 621.791.3
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПАЯНОГО СОЕДИНЕНИЯ
С НАКЛАДКАМИ

Ю. А. ЦУМАРЕВ, Е. В. ИГНАТОВА, Т. С. ЛАТУН

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Нахлесточные соединения находят широкое применение в технике пайки благодаря своей конструктивной простоте и возможности в широких пределах регулировать площадь спаиваемой поверхности (а, значит, и несущую способность) путем изменения величины нахлестки. Однако отсутствие симметрии создает в них дополнительную изгибающую нагрузку на конструктивные элементы соединения, что снижает показатели его работоспособности. По мнению авторов, стыковое паяное соединение с двумя симметрично установленными накладками также обладает конструктивной простотой и широкими возможностями повышения прочности. В таком соединении повышение прочности достигается за счет увеличения толщины используемых накладок, т.к. уровень рабочих напряжений в наиболее нагруженном стыковом шве такого соединения обратно пропорционален суммарной толщине соединяемых деталей вместе с присоединенными накладками. Поэтому установка двух накладок, каждая из которых имеет толщину, равную толщине соединяемых деталей, позволяет в 3 раза уменьшить механическую нагрузку, приходящуюся на стыковой паяный шов. Конструктивная простота такого соединения обусловлена отсутствием необходимости в точной механической обработке соединяемых деталей и применяемых накладок.

В данной работе предпринята попытка снизить материалоемкость паяного соединения. Необходимые для этого данные по распределению рабочих напряжений были получены расчетным методом с использованием программного комплекса SOLID WORKS.

Было установлено, что накладки в виде круглых дисков либо имеющие форму шаровых сегментов, обеспечивают более высокую несущую способность, чем нахлесточные соединения, не уступая им по показателю материалоемкости. Максимальное значение интенсивности напряжений в основном металле при использовании таких накладок снизилось по сравнению с нахлесточным соединением с 31 МПа до 12...13 МПа, т.е. в 2,38 раза. Наименьшую материалоемкость обеспечивают накладки в виде сферических сегментов. Объем таких накладок в 1,9 раза меньше объема соответствующего конструктивного элемента в нахлесточном соединении.

шивается, разогревается (более 100° С) и превращается в однородную массу. В этот момент в рабочую камеру подается «шоковая» вода для резкого охлаждения массы. Вода охлаждает полученную массу, а ножи рубят ее, в итоге получается агломерат. Затем открывается заслонка и агломерат высыпается на лист металла для быстрого остывания.

Одним из основных элементов в агломераторе является измельчающий механизм (обычно две или три направляющие пластины и соответственно четыре или шесть ножей, закрепленных на валу). Данный механизм соединяется с валом электродвигателя для дальнейшего измельчения отходов и получения агломерата.

Самым актуальным вопросом при проектировании агломератора становится выбор устройства соединения электродвигателя и измельчающего механизма. Такими устройствами соединения являются: муфты и зубчатые механизмы (в случае расположения на одной оси вала электродвигателя и вала измельчающего механизма), ременные передачи (с использованием плоских ремней, клиновых ремней, поликлиновых ремней, зубчатых ремней и т.п.) и цепные передачи (в случае расположения вала электродвигателя и вала измельчающего механизма на разных осях). Однако все эти соединительные устройства обладают рядом недостатков: большие размеры; малая несущая способность; скольжение; малый срок службы (для ременных передач); растяжение цепи; сравнительно высокая стоимость цепей; сложность подвода смазочного материала к шарнирам цепи; скорость движения цепи непостоянна, что вызывает колебания передаточного отношения (для цепных передач); невысокий КПД; сложность изготовления (для редукторов).

Также надо учитывать, что устройства соединения электродвигателя и измельчающего механизма в агломераторе должно обладать повышенной точностью, так как от этого напрямую зависит качество и размер получаемого агломерата.

Учитывая недостатки ременных передач, цепных передач, редукторов и необходимые качества соединительного устройства, наиболее оптимальным в качестве соединительного устройства будет использование разновидности эксцентриковой передачи – планетарной прецессионной передачи (ППП). Особенностью данной передачи является наклонное расположение эксцентрика на входном валу. Эта передача выгодно отличается малогабаритностью, компактностью, возможностью передачи крутящего момента с высоким коэффициентом редуцирования, высоким КПД, высокой нагрузочной способностью и низкой удельной материалоемкостью за счет многопарности зацепления. Также она обладает повышенной кинематической точностью, надежностью и долговечностью за счет того, что каждый ролик центрального колеса выполнен бочкообразным с растояющим радиусом бочкообразности при переходе от торца с меньшим диаметром к торцу с большим диаметром.

УДК 621.833.68
СИНХРОНИЗАЦИЯ РАБОТЫ УПРАВЛЯЮЩИХ ГИДРОЦИЛИНДРОВ
ПЛАНЕТАРНОЙ ПЛАВНОРЕГУЛИРУЕМОЙ ПЕРЕДАЧИ

А. М. ДАНЬКОВ, А. А. ГОРБАЧЕВ, И. М. ЛОБОРЕВ, Ю. М. РЕУТ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В планетарной плавнорегулируемой зубчатой передаче с динамически или статически сбалансированным сателлитом невозможно обеспечить жесткую кинематическую связь между перемещениями секторов центрального зубчатого колеса и сателлита. В этом случае указанные перемещения осуществляются силовым и поворотным гидроцилиндрами, работа которых должна быть тщательно синхронизирована независимо от нагрузки, т.е. скорости выходных звеньев в кинематических цепях обоих гидроцилиндров должны быть равными. В противном случае, при функционировании передачи невозможно обеспечить номинальное положение сателлита и центрального зубчатого колеса, что приведет к быстрому выходу передачи из строя.

В технической литературе описано достаточно большое количество способов синхронизации работы двух гидроцилиндров, однако, с учетом особенностей перемещения элементов планетарной плавнорегулируемой передачи на предмет практического использования, могут быть рассмотрены следующие.

Синхронизация осуществляемых с помощью гидроцилиндров движений реализуется благодаря двум дополнительным нерегулируемым гидромоторам, кинематически соединенным между собой. Это будет обеспечивать требуемую пропорциональность подачи гидравлической жидкости на выходе из гидронасосов. Таким образом, увеличение нагрузки на одном из гидроцилиндров приводит к тому, что подача к этому гидроцилиндру будет меньше, чем ко второму. Но так как дополнительные гидромоторы соединены кинематически, второй гидромотор, на котором реализуется большая подача гидравлической жидкости, увеличивает частоту вращения первого гидромотора, благодаря чему, первый гидромотор переходит в режим насоса и обеспечивает требуемое соотношение подач жидкости к гидроцилиндрам, что обеспечивает равномерность движения выходных звеньев соответствующих кинематических цепей. Этот способ приемлем только в случае использования плавнорегулируемых передач большой мощности.

Принцип действия в способе синхронизации, реализуемом при помощи делителей расхода, основан на дросселировании и осуществляется с помощью делителя потока. При этом поток разветвляется на два, каждый из которых проходит через постоянный дроссель, а затем подводится к ци-

УДК 621.791.3
БЕССВИНЦОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

И. В. ТАРАСЕНКО
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

С введением в действие директивы 22002/96 ЕС по отходам электрического и электронного оборудования (WEEE) перед современной радиоэлектронной промышленностью встала задача организации сбора и удаления отходов, имеющих в своем составе тяжелые металлы и огнезащитные составы. Это означает запрет на использование указанных материалов при изготовлении печатных плат, паяльных паст, припоев и покрытий выводов электронных компонентов.

Одной из самых важных проблем при переходе на бессвинцовую технологию является надежность. В настоящее время данных о надежности паяных соединений, полученных с использованием бессвинцовых технологий недостаточно. В связи с этим практические применения указанных технологий в областях, где надежность играет важную роль, как, например, медицинская техника, исключены из предписанных Европейским Союзом применений для перехода на бессвинцовую технологию.

Свойства смачиваемости мягких припоев и паяльных паст являются существенным критерием для их использования. Принципиальное отличие бессвинцовых припоев от эвтектических сплавов олово-свинец состоит в их большой температуре плавления и плохой смачиваемости. И то, и другое вынуждает поднимать рабочие температуры паяк.

Повышение температуры пайки влечет за собой изменение технологического процесса пайки: выбор и разработка припоев и покрытий для бессвинцовой пайки, отмывка соединений после пайки, выбор оборудования, контроль качества паяных соединений. Кроме того, увеличение рабочей температуры пайки ускоряет процессы термодеструкции элементов межсоединений и изоляции. Увеличение температуры на каждые 8 градусов ускоряет процесс разрушения в два раза, поэтому для бессвинцовых технологий приходится использовать более нагревостойкие базовые материалы и компоненты.

Серьезной проблемой является использование бессвинцовой пайки при ремонте. Высокая температура плавления бессвинцовых припоев ведет к более высокой нагрузке, которая особенно критична при проведении процесса ремонтной пайки печатных плат. Автоматический контроль температуры помогает сократить эту нагрузку в процессе ремонта до минимума.

А. Н. СИНИЦА

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Компоненты промышленных турбин в процессе их эксплуатации подвергаются высоким рабочим нагрузкам из-за высоких температуры, давления, скорости вращения, резких изменений нагрузки и т.д. Вызываемые этим факторами повреждения или изменения механических свойств материалов могут привести к снижению запаса прочности компонентов турбин.

Для предотвращения аварийных ситуаций во время капитального ремонта насосов должны проводиться специфические для их компонентов испытания материалов. Целью таких испытаний является определение свойств компонентов турбин, подвергаемых рабочим нагрузкам, с последующим сравнением и изучением результатов. Эти испытания используются для поддержания компонентов турбин в рабочем состоянии, а также для увеличения эксплуатационной надежности насосов.

Испытания должны соответствовать современной практике и иметь перед собой следующие задачи:

- выявление повреждений или изменений свойств материалов из-за рабочих или аварийных условий работы или аварий;
- выявление дефектов, которые не могли быть найдены во время изготовления.

Опыт эксплуатации промышленных турбин свидетельствует, что наиболее нагруженными компонентами турбин являются вал ротора, диски и лопатки рабочих колес, кольца упорного подшипника. Эксплуатационные дефекты сплошности в перечисленных деталях – трещины. В отдельную группу целесообразно выделить детали, имеющие резьбу. Болты, шпильки, крышки клапанов, глухие фланцы и т.д.

При неразрушающем контроле компонентов промышленных турбин используются следующие виды контроля: магнитный; капиллярный; акустический. Также применяется контроль твердости материалов.

В докладе излагаются некоторые технологические приемы магнитно-порошкового контроля компонентов промышленных турбин. Приводится описание применяемой технологической оснастки (намагничивающих устройств).

линдрю с плавающим поршнем, который выполняет функцию клапана, перемещаясь вдоль цилиндра в зависимости от действующей на него разности давлений. При перемещении в сторону меньшего давления, поршень изменяет площади соответствующих отверстий в требуемом соотношении и займет стационарное положение только тогда, когда давление в правой и левой (по отношению к поршню) полостях цилиндра, а, следовательно, и расходы жидкости через эти полости будут обеспечивать требуемый режим работы силового и поворотного гидроцилиндров планетарной плавнорегулируемой передачи. Таким образом, скорости выходных звеньев соответствующих кинематических цепей будут равны.

Кроме того, синхронизация работы управляющих гидроцилиндров может осуществляться с помощью расходомеров, установленных на входе управляющих гидроцилиндров и настроенных на заданный расход гидравлической жидкости, подаваемой из магистрали. Скорость движения штока цилиндра регулируется с помощью дросселя, который ограничивает расход гидравлической жидкости, поступающей в цилиндр, причем оставшаяся гидравлическая жидкость сливается в бак через предохранительный клапан. Так как расход через дроссели будет ограничен, в цилиндры будет поступать такое количество жидкости, которое, в зависимости от нагрузки, обеспечит равные скорости движения сателлита и зубчатых секторов центрального зубчатого колеса. Эта же цель может быть достигнута включением в линию каждого управляющего гидроцилиндра отдельного регулятора расхода, поддерживающего требуемый расход в линии в зависимости от колебаний нагрузки.

Однако существует значительное число гидравлических систем, в которых перемещение выходного звена кинематической цепи (выходной сигнал) автоматически устраняет заданное перемещение управляющего органа (входной сигнал), благодаря чему, исполнительный механизм отслеживает закон движения управляющего органа. Такие гидравлические системы называются следящими или сервосистемами (сервомеханизмами, если входной и выходной сигналы представляют собой перемещение или угол поворота).

Примером может служить гидросистема, в схему которой включены линейные датчики, устанавливаемые на гидроцилиндре и измеряющие выдвигание штока, и автоматически регулируемые дроссели, устанавливаемые на входе в гидроцилиндр. Принцип действия этой гидросистемы заключается в том, что при малейшем отклонении параметров первого датчика от второго или наоборот, датчик подает электрический импульс дросселю, который, в свою очередь, открывает или же закрывает заслонку, регулируя тем самым подачу гидравлической жидкости в каждый управляющий гидроцилиндр и синхронизируя работу выходных звеньев кинематических цепей.

УДК 621.833.68
СПОСОБЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО СОХРАНЕНИЯ БАЛАНСИРОВКИ
САТЕЛЛИТА В ПЛАНЕТАРНОЙ ПЛАВНОРЕГУЛИРУЕМОЙ
ПЕРЕДАЧЕ

А. М. ДАНЬКОВ, А. З. ИОФФЕ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

На кафедре «Основы проектирования машин» создана принципиально новая эвольвентная зубчатая передача, которая обеспечивает возможность регулирования передаточного отношения при конструктивной простоте силовой кинематической цепи, приемлемой технологичности и нагрузочной способности.

Эта передача может быть эффективно использована как в трансмиссиях транспортных средств, так и в приводах технологических машин с регулируемой частотой вращения выходного вала, например, лифтов и других грузоподъемных механизмов. Однако отсутствие способов простой и качественной балансировки деталей передачи может послужить серьезным препятствием для ее широкого распространения и применения.

Указанная задача представляется достаточно сложной, но отнюдь не неразрешимой. В данном случае наиболее эффективной явилась бы динамическая балансировка, выполняемая при угловом смещении главной центральной оси инерции относительно оси вращения. При этом первоначальная динамическая неуравновешенность может быть компенсирована установкой грузов в двух плоскостях коррекции, создающих компенсирующую пару центробежных сил. В процессе эксплуатации передачи первоначальная балансировка, в силу целого ряда объективных причин, может быть нарушена. Поскольку по литературным данным балансировка деталей автомобиля увеличивает срок его службы на 25...100 % и повышает полезную мощность на 10 %, сохранение и восстановление (желательно автоматическое) динамической балансировки сателлита в планетарной плавнорегулируемой передаче представляется актуальной задачей, решаемой с помощью известных средств: добавлением массы; перемещением массы; уменьшением массы; динамической центровкой.

В случае планетарной плавнорегулируемой передачи корректировка массы перемещающегося в радиальном направлении сателлита невозможна, так же, как и корректировка масс противовесов. Однако приемлемым представляется применение автоматических балансировочных устройств, работающих на основе перераспределения компенсирующих масс внутри балансировочной камеры.

8) вычисление критерия K как отношение полезной энергии зоны сварки к энергии тепловых потерь. Для круглых выштампованных рельефов формула критерия K имеет вид:

$$\frac{Q_{\text{полезная}}}{Q_{\text{потерь}}} = \frac{0,25 \times n \times \delta \times d_p^2 \times c_{\text{ме}} \times \gamma_{\text{ме}}}{(n \times \delta \times (a_{\text{ме}} \times \tau_{\text{св}})^{1/2} \times (d_p + 4 \times (a_{\text{ме}} \times \tau_{\text{св}})^{1/2}) \times K_1 \times c_{\text{ме}} \times \gamma_{\text{ме}}) + (0,25 \times K_2 \times d_{\text{эл}}^2 \times (a_{\text{эл}} \times \tau_{\text{св}})^{1/2} \times c_{\text{эл}} \times \gamma_{\text{эл}})},$$

где n – количество деталей пакета (варьируемая величина); δ – толщина детали пакета (постоянная величина); d_p – диаметр рельефов, выштампованных на деталях (постоянная величина); $c_{\text{ме}}$ – теплоемкость металла при нагреве до температуры плавления (постоянная величина); $\gamma_{\text{ме}}$ – плотность материала пластин (постоянная величина); $a_{\text{ме}}$ – коэффициент температуропроводности металла пластин (постоянная величина); $\tau_{\text{св}}$ – длительность протекания сварочного тока (варьируемая величина для каждого случая сварки различного числа деталей пакета); K_1 – коэффициент, учитывающий, что действительная средняя температура кольца меньше $T_{\text{пл}}/4$ (постоянная величина); K_2 – коэффициент формы электрода (постоянная величина); $d_{\text{эл}}$ – диаметр плоского электрода (постоянная величина); $a_{\text{эл}}$ – коэффициент температуропроводности материала электродов (постоянная величина); $c_{\text{эл}}$ – теплоемкость материала электродов (постоянная величина); $\gamma_{\text{эл}}$ – плотность материала электродов (постоянная величина);

9) расчет требуемой длительности протекания сварочного тока для любого количества деталей пакета;

10) расчет требуемой величины сварочного тока в соответствии с выбранным значением длительности его протекания.

Термин "технологический критерий", введенный Кочергиным К.А. связывал для точечной сварки практически все параметры режима и характеристики металла, являясь тем самым критерием технологического подобию. Однако, ни в основной формуле критерия, ни при расчетах как в случае двух деталей, так и в случае пакетного точечного соединения трех деталей той же толщины не учитывались потери теплоты на нагрев охлаждаемых электродов и области между металлом околошовной зоны и контактами верхний электрод – деталь, нижний электрод – деталь.

Авторами теоретически и экспериментально было установлено, что в случае рельефной сварки пакетных соединений с учетом всех тепловых потерь процесса величина критерия K увеличивается в 1,33 раза при увеличении количества деталей пакета на одну, т.е. $K_{3\delta} = 1,33 \times K_{2\delta}$ и, соответственно, $K_{n\delta} = 1,33^{n-2} \times K_{2\delta}$ ($n \geq 2$). Поэтому физический смысл данного критерия будет соответствовать смыслу критерия технологического подобию K , предложенного Кочергиным, но при этом полученное соотношение учитывает все тепловые потери в зоне сварки и, по сравнению с вышеуказанным критерием, позволяет учитывать помимо материала и формы также и количество свариваемых деталей.

А. Ю. ПОЛЯКОВ, С. М. ФУРМАНОВ, В. П. БЕРЕЗИЕНКО

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Пакетные соединения, которые некоторые авторы также называют ступенчатыми, представляют собой соединения трех и более деталей, получаемые за один цикл сварки. При рельефной сварке данных соединений особая геометрия линий протекания сварочного тока, своеобразный характер деформирования рельефов при нагружении, факт формирования общей литой зоны для всех деталей и другие признаки являются отличительными в сравнении с классической сваркой двух деталей. Соответственно, для подбора оптимальных параметров режима сварки данных соединений определенных типоразмеров в расчетах необходимо обязательно учитывать вышеуказанные особенности.

Существующие методы расчета параметров режима применимы лишь к случаю сварки двух деталей, причем акцент ставится именно на точечной, а не на рельефной сварке.

Авторами была предложена методика расчета параметров режима рельефной сварки пакетных соединений различного количества деталей с использованием так называемого критерия технологического подобия K .

Последовательность расчета выглядит следующим образом:

1) экспериментально определяется кривая изменения сопротивления межэлектродного промежутка при сварке пакета (3 детали) определенной толщины с помощью устройства сбора данных NATIONAL INSTRUMENTS (NI) и программной среды LABVIEW (LVW). Это необходимо для определения оптимального значения сопротивления, требуемого для последующего расчета значения сварочного тока;

2) экспериментальное определение оптимальной длительности протекания сварочного тока при сварке пакета;

3) расчет уравнения теплового баланса зоны сварки;

4) определение полной энергии зоны сварки и ее составляющих согласно уравнению баланса;

5) определение полной энергии зоны сварки экспериментально посредством платы NI и среды LVW;

6) корректировка значения энергии с учетом экспериментальных данных;

7) определение требуемого значения сварочного тока для сварки пакета (3 детали);

Особенностью таких устройств, работающих, как правило, с использованием легкоплавких веществ является необходимость подведения тепловой энергии для реализации процесса балансировки. Тепловую энергию необходимо подавать на детали, вращающиеся при закритических оборотах, что вызывает определенные затруднения. Приемлемым представляется следующий алгоритм восстановления первоначальной балансировки сателлита.

Передача комплектуется двумя емкостями, одна из которых способна нагревать жидкость, помещенную в нее. В момент балансировки сателлит вращается на рабочих (закритических) оборотах и к месту крепления балансирующего устройства подается разогретая жидкость (сплав Вуда). После снижения уровня вибрации ниже допустимого срабатывает датчик вибрации и к месту крепления балансирующего устройства подается холодная жидкость, что приводит к отвердеванию легкоплавкого вещества. Сказанное тем более актуально, что вопросы снижения вибрации, возбуждаемой вращающимся сателлитом и имеющей «зубцовую» частоту относятся к числу наиболее важных при конструировании, изготовлении и эксплуатации планетарной плавнорегулируемой передачи. Вибрация с «зубцовой» частотой в значительной степени определяет надежность передачи, для которой характерны высокие частоты вращения, относительно малая жесткость конструкции, а критические режимы часто располагаются в пределах рабочих диапазонов угловых скоростей.

Другим, более радикальным средством сохранения первоначальной балансировки сателлита планетарной плавнорегулируемой передачи, представляется изменение ее компоновки.

Для решения поставленной задачи в конструкции зубчатой планетарной плавнорегулируемой передачи использован двухпоточный сателлит с оппозитно расположенными зубчатыми венцами, взаимодействующими с составным двухпоточным центральным зубчатым колесом, состоящим из зубчатых секторов. Серьезными, но вполне разрешимыми проблемами в таком случае, являются изменения эксцентриситета зубчатых венцов сателлита и сообщение вращения ведомому валу передачи. Первая проблема решается в результате установки в специальных расточках оппозитных эксцентричных шеек плунжеров управляющих гидромоторов, взаимодействующих через установленные на их торцах цилиндрические ролики с внутренними фасонными поясками эксцентричных втулок, поворот которых приводит к синхронному изменению эксцентриситета зубчатых венцов сателлита. Приемлемым вариантом решения второй проблемы может служить фиксация зубчатых венцов сателлита от вращения вокруг собственной оси и съем вращения с центрального зубчатого колеса.

В. Н. ЛАПТИНСКИЙ

Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ НАН Беларуси»
Могилев, Беларусь

Рассматривается задача о колебаниях периодического типа, описываемых системой дифференциальных уравнений:

$$\frac{d\mathbf{x}}{dt} = \mathbf{f}(\mathbf{x}), \quad \mathbf{x}(t+T) = \mathbf{x}(t), \quad (1)$$

где $(t, \mathbf{x}) \in \mathbf{R} \times \mathbf{R}^n$, $\mathbf{f} \in C^{(1)}(D, \mathbf{R}^n)$, $D = \{\mathbf{x} : \|\mathbf{x}\| < \rho\}$; $0 < \rho \leq \infty$.

В данной работе, являющейся продолжением и развитием [1], установлено, что задача (1) эквивалентна интегральной задаче:

$$\mathbf{x}(z, T, \mathbf{x}_0) = \mathbf{x}_0 + T\mathbf{H}(z, T, \mathbf{x}_0) \int_0^z \mathbf{H}^{-1}(s, T, \mathbf{x}_0) ds \mathbf{f}(\mathbf{x}_0), \quad (2)$$

$$\mathbf{H}(z, T, \mathbf{x}_0) = \mathbf{E} + T \int_0^z \left(\int_0^1 \mathbf{f}'(\mathbf{x}_0 + \mu(\mathbf{x} - \mathbf{x}_0)) d\mu \right) \mathbf{H}(s, T, \mathbf{x}_0) ds, \quad (3)$$

$$\int_0^1 \mathbf{H}^{-1}(s, T, \mathbf{x}_0) ds \mathbf{f}(\mathbf{x}_0) = \mathbf{0}, \quad (4)$$

где \mathbf{x}_0 – постоянный вектор, $\mathbf{f}'(\mathbf{x})$ – матрица Якоби для $\mathbf{f}(\mathbf{x})$, $\mathbf{x} = \mathbf{x}(s, T, \mathbf{x}_0)$, \mathbf{E} – единичная матрица, $t = Tz$.

Анализ системы (2–4) предлагается выполнять с помощью методов [2].

Изложенный подход к задаче (1) может быть использован при решении широкого круга задач естествознания и техники, связанных с анализом колебательных процессов периодического типа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лаптинский, В. Н. Об одном подходе к анализу колебаний в автономных системах со многими степенями свободы / В. Н. Лаптинский // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 21–22 апреля 2011 г. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2011. – Ч. 1. – С. 120.

2. Лаптинский, В. Н. Конструктивный анализ управляемых колебательных систем / В. Н. Лаптинский. – Минск : ИМ НАН Беларуси, 1998. – 300 с.

М. В. МЕЛЬНИК

Учреждение образования
«МОЗЫРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. И. П. Шамякина»
Мозырь, Беларусь

Технические приемы, предупреждающие магнитное дутье, могут быть классифицированы на следующие группы: контроль или снижение уровня остаточного магнетизма; создание противоположного по направлению магнитного поля; коррекция искажения поля, создаваемого током сварочной дуги; изменение магнитного поля, индуцируемого током в свариваемой детали.

Остаточный магнетизм можно устранить при нагревании материала до температуры выше точки Кюри, однако во многих случаях это может быть труднодостижимо или недопустимо по технологическим причинам.

Наиболее распространенный способ размагничивания заключается в использовании поля переменного тока с постепенным снижением его до нуля. Однако при токе частотой 50–60 Гц снятие остаточного магнетизма имело только поверхностный эффект. В некоторых случаях снять его невозможно.

Одним из широко применяемых способов размагничивания трубопроводов является создание локальных магнитных полей противоположного направления.

Следующий вид размагничивания используют с применением дополнительных источников питания постоянного тока. При этом следует правильно выбрать направление тока во избежание увеличения намагниченности.

Наиболее простой способ коррекции искривления поля дуги заключается в использовании сварки на переменном токе. Поле, создаваемое индуцируемыми вихревыми токами, уменьшает поле от тока дуги, однако полностью удалить его не может. В этом случае могут помочь другие технические приемы: выполнение длинных швов с использованием обратноступенчатого метода сварки; установка стальных мостиков на зажимах или прихватках с помощью ручной дуговой сварки металлическим электродом.

Эффективной является намотка заземляющего обратного провода вокруг заготовки таким образом, чтобы образовавшееся при этом магнитное поле нейтрализовало магнитное поле, вызывающее отклонение дуги. При этом соответствующее выпрямление обычно корректируется подключением больших конденсаторов последовательно с дугой.

метров работоспособности, повышение аварийности трубопроводов, увеличение затрат на ремонты; нарушение сплошности стенок труб, приводящая к протечке теплоносителя; протечки транспортируемого продукта, аварийное разрушение труб; опасность хрупкого разрушения, ухудшение свариваемости металла; снижение пластичности, смещение температурного перехода в хрупкое состояние в сторону более высоких температур; возрастание интенсивности отказов трубопроводов, нецелесообразность дальнейшей эксплуатации трубопровода в связи с увеличением затрат на ремонты; снижение надежности трубопровода по причине развития мелких трещин до критического размера и увеличение опасности хрупкого разрушения; снижение статической и циклической трещиностойкости.

Бывшие в эксплуатации трубы обычно сдают в металлолом, но некоторые изготовители труб с пенополиуретановой теплоизоляцией в полиэтиленовой или стальной оцинкованной гидрозащитной оболочке используют лежалые трубы в производстве, нарушая требования нормативных документов и существующих технологических процессов в соответствии с ГОСТ 30732-2006, скрывая при этом от потребителя факт использования старых труб.

Накопление в стальных трубах, бывших длительное время в эксплуатации на газопроводах, структурных изменений и повреждений механической, физической и коррозионной природы приводит к снижению пластичности, термоциклической долговечности и сопротивления хрупкому разрушению материала труб. Технический ресурс таких труб не может быть восстановлен термической обработкой или другими видами обработки. Остаточный технический ресурс отработавших труб не гарантирует надежность и не обеспечивает нормативную долговечность теплотрасс, построенных из бывших в употреблении труб, исчерпавших ресурс работы в менее тяжелых условиях эксплуатации.

Разработаны методические рекомендации, в соответствии с которыми можно определить качество труб. Методическими рекомендациями предусмотрено: изучение документации на обследуемые трубы, проверка подлинности сертификатов и соответствия труб сертификатам; визуально-оптический контроль состояния поверхности металла труб; измерительный контроль геометрических размеров и параметров труб; определение механических характеристик и свойств металла стальных труб; оформление документального заключения о годности труб или акта выбраковки.

Методическими рекомендациями предусмотрена оценка качества и предыстории стальных труб, изготовленных в соответствии с ГОСТ 8731, ГОСТ 8735, ГОСТ 10705, ГОСТ 20295 из сталей марок 10, 20 по ГОСТ 1050, низкоуглеродистых сталей марок 17ГС, 17Г1С, 17Г1СУ, 09Г2С, химический состав и свойства которых соответствуют ГОСТ 19281, ГОСТ 5520 и ТУ заводов-изготовителей.

УДК 677.026.442

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ КОМБИНИРОВАННЫХ НИТЕЙ ПРИ ИХ ФОРМИРОВАНИИ

А. В. ЛОКТИОНОВ, В. Г. БУТКЕВИЧ, С. А. МОСКАЛЕВ

Учреждение образования
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Витебск, Беларусь

Нити и пряжа нашли широкое применение в текстильной промышленности. В большинстве технологических процессов нити либо движутся прямолинейно, либо находятся в состоянии сложного движения. Исследование этого движения позволяет определить нагрузки на нити, и, как следствие, стабилизировать технологический процесс получения нити и ее дальнейшей переработки в целом. Исследование перемещения нити обычно сводится к решению задач статики. Однако очень мало публикаций, в которых полно излагались бы основные положения статики нити и связанные с ними вопросы установившегося движения нити, применительно к конкретным технологическим процессам.

Известны основы механики гибкой нити. При этом большое внимание уделено выводу и обоснованию фундаментальных уравнений кинематики и динамики нити. Реализована возможность сведения задач на установившееся движение однородной нерастяжимой гибкой нити к задачам статики. Однако статика нити рассмотрена недостаточно полно. В некоторых работах рассматриваются вопросы прикладной статики нити и реализуются задачи статического расчета. В них приближенности методами решается задача перемещения свободно висящей нити под действием вертикальной нагрузки, распределенной по горизонтальной проекции нити. Случаи других нагрузок не рассматриваются. Кроме того, подавляющее количество работ о механике нити рассматривают случай нерастяжимой и однородной (абстрактной) нити. Кроме общих дифференциальных уравнений равновесия однородной растяжимой гибкой нити, выведенных в окончательном виде Минаковым А.П., опубликовано лишь несколько частных решений, полученных для однородной упругой растяжимой нити. На практике существует разброс мнений и оценок влияния различных факторов на условия формирования нити.

При изучении процессов прядильного производства достаточно остро возникает вопрос натяжения волокнистых стренг, поскольку этот фактор выступает как главный и ограничительный по условиям технологических возможностей процесса. Известно, что нагрузка на пряжу резко возрастает с увеличением скоростей ее движения в рабочих органах оборудования. В

сочетании с неравномерностью пряжи по линейной плотности, крутке, прочностным характеристикам волокон, приближение натяжения пряжи к критическим значениям определяет большую вероятность ее разрыва.

При разработке технологии формирования многокомпонентных нитей (например, нитей с разрезным ворсом, фасонных нитей, меланжевых нитей и др.) необходимо аналитически изучить характер движения различных волокнистых стренг по сборным направляющим поверхностям оборудования, а также при обкручивании одних нитей другими. Выделяются пять факторов, влияющих на условия формирования конечного волокнистого продукта: центробежная сила, кориолисова и аэродинамическая силы, силы тяжести и начальных натяжений волокнистых стренг. Однако получение численных значений указанных сил затруднительно. Это связано с тем, что, например, при определении аэродинамической силы практически очень сложно описать геометрические характеристики оборудования. Имеется значительный разброс параметров таких как: как ворсистость нити; извитость волокон; линейная плотность; наличие сорных частиц и разнородность, свойственная волокнистым структурам. Не учитываются и структурные особенности воздушных потоков. При исследовании, зачастую, используются грубые характеристики, снижающие точность расчётов. Нет единого мнения о степени влияния вышеприведённых сил на суммарную силу натяжения.

Необходимо аналитическое определение натяжения волокнистых стренг при формировании многокомпонентных нитей. Известно, что при формировании многокомпонентных нитей ворсовый (нагонный) и закрепительный компоненты движутся по спирали с переменным шагом. Это позволило применить метод, часто используемый при описании технологических процессов. Была подобрана функция, описывающая движение элементов нити. Определены начальные условия и произведено двойное дифференцирование. В результате получено уравнение натяжения стренг при формировании многокомпонентных нитей с учётом всех действующих сил. Предложенная аналитическая зависимость имеет следующий вид:

$$T = \mu_0 \cdot v_0^2 + e^{k\varphi} \cdot (T_0 - \mu_0 v_0^2),$$

где T – суммарное натяжение нити; μ_0 – постоянная линейная плотность нити; v – линейная скорость контурного движения нити; T_0 – натяжение обкручивающего компонента; φ – угол охвата нити сердечника обкручивающим компонентом; k – число обкручивающих нитей.

Полученная зависимость позволила определить натяжение волокнистых стренг и стабилизировать процесс формирования многокомпонентных нитей.

УДК 621.791

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И ПРЕДИСТОРИИ СТАЛЬНЫХ ТРУБ ДЛЯ СВАРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОТРАСС

В. Г. ЛУПАЧЁВ, М. У. АКПАНОРОМ, Н. В. МАЛАШЕНКО
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Проведены исследования по разработке методики идентификации бывших в употреблении, лежалых, некондиционных и восстановленных стальных труб путем проведения их визуально-оптического контроля, механических и физико-химических испытаний в производственных, складских и полевых условиях.

В процессе эксплуатации трубопроводов изменяются механические, физические и химические свойства металла труб, приводящие к различным повреждениям под действием коррозионно-активных сред, механических и тепловых нагрузок.

При визуально-оптическом контроле металла бывших в употреблении труб обнаружены различные повреждения: уменьшение толщины стенок труб; местные повреждения стенок в виде углублений, канавок и язв; трещины по границам и по телу зерна с незначительными разветвлениями; проникновение транспортируемого продукта в несплошности металла и границы зерен; деградация свойств металла; сетка трещин, распространяющихся по телу зерен; трещины в сварных швах и зоне термического влияния; изменение размеров и формы трубы, образование овальности и гофр на трубах.

Анализ повреждений показал, что причинами повреждения металла труб являются: общая коррозия, вызванная утратой проектных характеристик изоляционных покрытий, а также взаимодействием металла с агрессивной средой, транспортируемым продуктом или теплоносителем; местная грунтовая коррозия при повреждении сплошности изоляционного покрытия; коррозия под напряжением от эксплуатационных нагрузок; адсорбционное взаимодействие металла с транспортируемым продуктом; деструктивные процессы от деформационного старения, распад феррита с выделением третичного цементита, оксидов, нитридов; усталость материала стенки трубы из-за концентрации механических и температурных напряжений у мест с геометрической или структурной неоднородностью; не выявленные дефекты сварных соединений металлургического происхождения; низкотемпературная ползучесть; режимы эксплуатации трубопроводов с предельными нагрузками.

Выявленные повреждения металла труб могут иметь негативные последствия для работоспособности теплотрасс: снижение проектных пара-

ный металл. Причиной восходящей диффузии углерода является различие в концентрации хрома в перлитной и аустанитной сталях. В результате массопереноса углерода в перлитной стали образуется обезуглероженный слой, а за зоной сплавления со стороны аустенитной стали концентрация углерода возрастает. Нестационарное температурное и силовое воздействие на такое сварное соединение приводит к образованию трещин либо в разупрочненном слое перлитной стали, либо в хрупком науглероженном слое в аустенитном шве.

Чтобы уменьшить диффузионное перемещение углерода при сварке и в процессе эксплуатации разнородных соединений перлитную сталь следует легировать более энергичными, чем хром, карбидообразующими элементами, например, титаном или ниобием. При наличии в составе перлитной стали титана и (или) ниобия, углерод будет связан в устойчивые карбиды и не будет диффундировать навстречу хрому. Однако теплоустойчивую сталь 15X5M не легируют этими элементами.

Поэтому снизить количество диффундирующего через линию сплавления углерода можно путем уменьшения его количества находящегося в твердом растворе. Достигается это перестариванием участков сварного соединения со стороны перлитной стали до выполнения сварного соединения. При перестаривании углерод связывается в стойкие карбиды хрома и при последующем воздействии сварочного термического цикла карбиды полностью не успевают раствориться и углерод не переходит в твердый раствор. Таким образом, участки сварного соединения, непосредственно прилегающие к линии сплавления, обеднены структурно свободным углеродом со стороны перлитной стали.

Продлить работоспособное состояние разнородных сварных соединений можно также технологическими мероприятиями. Эффективное влияние оказывает слой из высоко никелевого сплава предварительно наплавляемого на кромки соединяемых элементов перед сваркой.

Экспериментально установлено, что трещины замедленного разрушения зарождаются в районе корня шва в разнородном соединении и распространяются вдоль линии сплавления на наружную поверхность. Уменьшить степень повреждаемости границы сплавления достигают путем увеличения угла разделки под сварку со стороны перлитной стали.

Дело в том, что с увеличением угла разделки протяженность зоны неоднородности существенно повышается, а степень насыщения ее диффундирующим углеродом уменьшается. Это снижает опасность хрупкого разрушения разнородного сварного соединения.

С целью повышения работоспособности разнородных сварных соединений при их длительной эксплуатации, необходимо применять сварочные материалы системы легирования Cr-Ni-Mo-Nb.

Наплавленный металл такого химического состава обладает высокой пластичностью, энергией зарождения и развития трещин, что не приведет разнородное сварное соединение в хрупкое состояние.

УДК 537
СТЕРЕОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МИКРОСТРУКТУРЫ ТВЕРДЫХ
ТЕЛ

Ю. А. МЕЛЬНИК
«ЛУЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Луцк, Украина

Традиционная интерпретация РЭМ-изображений предполагает получение лишь плоских (планиметрических) характеристик микроструктуры, что предопределено планиметрической сущностью изображения. Однако на основании двух или более изображений, полученных под разными углами (стереоизображений), возможна трехмерная реконструкция представленной на них сцены с последующим получением пространственных морфологических характеристик. Наиболее распространенная методика получения стереопар в РЭМ заключается в повторной съемке одного и того же участка поверхности, наклоненного под разными углами (5-12°) по отношению к электронному зонду.

Для вычисления высот микрорельефа поверхности по РЭМ-стереоизображениям (при увеличениях 500 раз и выше) используются следующие формулы:

$$X = \frac{x_1 + x_2}{2M \cos \alpha}; \quad Y = \frac{y_1 + y_2}{2M}; \quad Z = \frac{x_1 - x_2}{2M \sin \alpha},$$

где X, Y, Z – пространственные координаты микрообъекта; x_1, x_2, y_1, y_2 – плоские координаты объекта на левом и правом снимках; M – увеличение РЭМ-снимка.

Главная проблема автоматического стереометрического анализа – поиск идентичных точек на стереоизображениях (в случае стереопары на левом и правом изображениях). Алгоритм, положенный в основу этого блока работает по иерархической схеме.

Отождествление точек может осуществляться различными способами (корреляционным, фазовым и др.), однако на практике наиболее эффективным оказался градиентный иерархический метод Лукаса-Кенаде.

Метод Лукаса-Кенаде подразумевает поиск такой пары точек на стереоизображениях, которые минимизируют функцию отождествления:

$$\varepsilon(v) = \varepsilon(v_x, v_y) = \sum_{x=p_x-w_x}^{p_x+w_x} \sum_{y=p_y-w_y}^{p_y+w_y} [A(x, y) - B(x+v_x, y+v_y)]^2,$$

где $v = [v_x, v_y]^T$ – вектор относительного смещения образа точки левого стереоизображения на правом стереоизображении; x, y – координаты точки-образа; p_x, p_y – приближенные значения координат точки-аналога (на первом этапе могут выбираться произвольно); w_x, w_y – размеры прямоугольной

окрестности, внутри которой оценивается взаимное сходство очередной пары точек; $A(x, y), B(x, y)$ – элементы матриц разбиения изображений.

Вектор относительного смещения, минимизирующий функцию отождествления, находится следующим образом:

$$v_{\min} = G^{-1}b,$$

где

$$G = \sum_{x=p_x-w_x}^{p_x+w_x} \sum_{y=p_y-w_y}^{p_y+w_y} \begin{bmatrix} I_x^2 & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y^2 \end{bmatrix},$$

$$b = \sum_{x=p_x-w_x}^{p_x+w_x} \sum_{y=p_y-w_y}^{p_y+w_y} \begin{bmatrix} \delta I & I_x \\ \delta I & I_y \end{bmatrix},$$

$$\delta(x, y) = A(x, y) - B(x, y),$$

$$I_x = \frac{\partial B}{\partial x}, \quad I_y = \frac{\partial B}{\partial y}.$$

Применение описанного метода на практике встречает ряд сложностей, связанных как с особенностями предлагаемого градиентного алгоритма (например, необходимо, чтобы матрица G была обратимой), так и с особенностями самих стереоизображений (некоторые участки микрорельефа, видимые на левом стереоизображении после наклона даже на небольшой угол, могут смещаться и становиться невидимыми). Для того, чтобы обнаружить ошибочно отождествленные пары точек на стереоизображении, а также увеличить точность и надежность их обнаружения, авторы используют следующие операции.

1. Градиентный поиск идентичных элементов выполняется по иерархической схеме, которая подразумевает последовательную обработку серии стереоизображений с размерностями матриц разбиения, изменяющимися по правилу геометрической прогрессии с показателем 2, обычно от 16×16 элементов до размерности исходных изображений.

2. Для каждой найденной пары точек производится проверка симметричным поиском. Найденный на правом изображении аналог точки-образа левого изображения, в свою очередь, используется в качестве образа, для которого осуществляется поиск аналога на левом изображении. Найденный аналог должен совпадать с исходной точкой-образом левого изображения.

3. Производится проверка относительного расположения точек и точек-аналогов. Данная проверка основана на том факте, что аналоги точек, расположенных на одной и той же эпиполярной линии (т.е. линии, вдоль которой смещаются идентичные точки при стереосъемке), не могут следовать в порядке, отличном от порядка следования точек-образов.

Полученные, в ходе стереоконструкции объемные цифровые модели, представляют самостоятельный интерес для изучения геометрических характеристик микрорельефа.

УДК 621. 791.92

ЗАМЕДЛЕННОЕ РАЗРУШЕНИЕ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ СТАЛЕЙ РАЗНЫХ СТРУКТУРНЫХ КЛАССОВ

А. Г. ЛУПАЧЕВ, Е. А. ФЕТИСОВА, И. В. ВОЛОВИЧ

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ОАО «Мозырский НПЗ»

Могилев, Мозырь, Беларусь

В нефтехимическом производстве широкое применение находит сталь 15Х5М. Эта сталь по СТБ ISO 15608 соответствует группе 6.3 и при сварке склонна к образованию холодных трещин, возникающих по механизму хладноломкости или замедленного разрушения. Поэтому сварку таких сталей выполняют с предварительным подогревом и последующей термической обработкой.

При изготовлении сварных конструкций, применяемых в нефтехимии, часто приходится сталкиваться с ситуацией, когда невозможно выполнить термическую обработку. В этом случае сварку выполняют аустенитными сварочными материалами с содержанием никеля более 60 %, т.е. образуется сварное соединение разных структурных классов.

Подобные соединения встречаются также в современных блоках тепловых электростанций, в атомных энергетических и силовых установках.

Задача получения качественных сварных соединений разнородных сталей, хотя и непростая, но разрешима и к настоящему времени неплохо выполняется. Значительно сложнее обеспечить эксплуатационную надежность такого сварного соединения. Поскольку они длительно (15...25 лет) эксплуатируются при высоких нагрузках в условиях нестационарного температурного поля и коррозионно-активных средах. Например, на Мозырском НПЗ длительно эксплуатируется технологический трубопровод транспортирующий водород в смеси с парами бензина при давлении водорода 3,2 МПа и температуре 530 °С. Трубопровод изготовлен из перлитной стали 15Х5М, сварные соединения выполнены электродами АНЖР-2. Химический состав материалов приведен в табл. 1.

Табл. 1. Химический состав материалов, %

Марка	C	Mn	Si	Ni	Cr	Mo	Ti	W	S	P
15Х5М	0,15	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,6	5,0	0,5	≤ 0,03	0,3	≤ 0,025	≤ 0,03
АНЖР-1	0,11	2,0	0,45	59,0	24	10	≤ 0,1	-	≤ 0,016	≤ 0,02

Имеется немало фактов разрушения в процессе работы разнородных сварных соединений из аустенитных сталей с перлитными. Известно, что одной из главных причин разрушения таких соединений, является восходящая диффузия углерода из перлитной стали в аустенитный наплавлен-

4. Сварка проволокой ОК Tubrod 14.12 в среде С1 и ОК Autrod 12.63, в среде М21. Заполнение разделки выполняли с поперечными перемещениями дуги по ширине разделки. Тип разделки С39.

При всех вариантах технологии исследовали сталь 17Г1С толщиной 25 мм.

Проведенные механические испытания и металлографические исследования позволили установить, что на всех исследованных режимах сварки, при использовании разделки С21, С25 техникой сварки «ниточными» швами в положении сверху вниз (РГ) наблюдаются дефекты типа: несплавление по кромке разделки, межваликовое несплавление, несплавление в корне шва. Причем указанные дефекты возникают как при сварке сплошной так и порошковой проволокой.

Неспавления в корне шва возникают ввиду ограничения возможности манипулирования электродом в районе корня шва по причине недостаточного угла разделки.

Неспавления по кромке разделки, межваликовое несплавление возникают в результате снижения времени контактирования жидкой сварочной ванны с закристаллизовавшейся поверхностью предыдущих валиков и поверхностью разделки при технике сварки сверху вниз. Указанные виды дефекта обусловлены большой интенсивностью термомодеформационного цикла сварки в районе температур солидуса и ниже в виду повышенной скорости охлаждения рассматриваемых участков сварного соединения при данной технике сварки. Подтверждается это наличием цветов побежалости и кристаллического вида излома на фрактограммах разрушенных образцов.

С целью предотвращения дефектов типа, несплавление по кромке разделки и межваликовое несплавление – сварку металла толщиной более 20 мм сплошной проволокой в смеси $Ag+18\% CO_2$ и порошковой проволокой с дополнительной защитой CO_2 , необходимо выполнять способом сварки в общую сварочную ванну, то есть выполнять поперечные перемещения дуги по ширине разделки по мере её заполнения. Это обеспечивает более длительное контактирование жидкого металла ванны с кромками разделки, и гарантирует зарождение центров кристаллизации и дальнейший рост дендритов на полуоплавленных зёрнах поверхности разделки и предыдущих валиков.

При сварке металла толщиной более 20 мм следует применять разделку С39 вместо разделки С21 и С25, что гарантирует устранение дефектов типа непровар в корне шва. С целью повышения производительности сварочных работ целесообразно применять металл наполненную порошковую проволоку.

УДК 621.9
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДВУХПОТОЧНЫХ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИХ
ПЕРЕДАЧ

О. В. ПУЗАНОВА

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Гидромеханические передачи находят широкое применение в трансмиссиях транспортных средств. Одним из элементов гидромеханической передачи является гидродинамический трансформатор (ГДТ). Он обладает внутренней автоматичностью и позволяет получить прогрессивную характеристику динамического фактора. Однако он имеет сравнительно низкий КПД. Если через ГДТ передавать весь поток мощности двигателя, то КПД гидромеханической передачи оказывается существенно ниже, чем у механической коробки передач. Поэтому применяют двухпоточные схемы гидромеханических передач, в которых часть мощности передается через ГДТ, а часть – механическим путем. Применение двухпоточной передачи позволяет: обеспечить более высокий КПД; снизить нагрузки механизмов передачи; увеличить ресурс их работы; снизить количество ступеней при достижении заданного уровня показателей тягово-скоростных свойств и топливной экономичности; упростить структуру системы управления.

Данная работа посвящена созданию методики определения основных параметров двухпоточной гидромеханической передачи. Необходимость разработки методики параметрического синтеза обусловлена отсутствием в литературных источниках методов проектирования подобных передач. Задача заключается в оптимизации параметров планетарных рядов и нагрузочных характеристик ГДТ. Критериями оптимальности принимаются показатели тягово-скоростных свойств и топливной экономичности. Высокие показатели достигаются путем ограничения диапазона используемой мощности двигателя и уменьшения мощности, передаваемой через ГДТ по мере разгона автобуса.

Предложенная методика синтеза использовалась при разработке двухпоточной ГМП для городского автобуса большого класса на основе кинематической схемы фирмы VOITH, приведенной на рис. 1. Схема включает три планетарных ряда 1, 2, 3, ГДТ, фрикционные тормоза Т1, Т2, Т3, и фрикционные муфты Ф1, Ф2. В таблице показаны комбинации включений тормозов и фрикционных муфт на различных передачах. ГДТ используется лишь на первой передаче и передаче заднего хода. Отметим следующие особенности ГДТ: он содержит неподвижный реактор Р, а колесо осевой турбины Т и насосное колесо Н вращаются в противополож-

ные стороны. Насосное колесо взаимодействует с первым планетарным рядом, а турбинное – со вторым. Планетарный ряд 1 обеспечивает деление мощности на два потока, один из которых проходит через ГДТ, а второй – механическим путем. Планетарный ряд 2 суммирует оба потока мощности. Скорость разгона автобуса на первой передаче достигает 40 % от максимального значения, что обеспечивает высокие разгонные свойства и плавность хода автобуса.

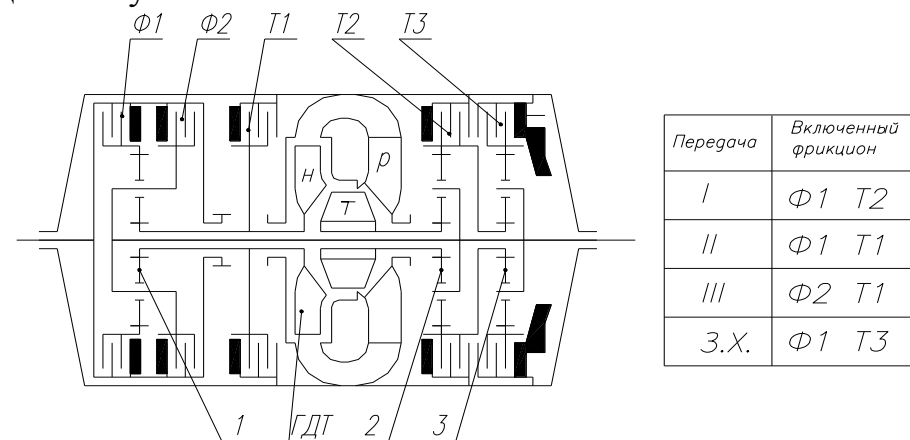


Рис. 1. Кинематическая схема двухпоточной гидромеханической передачи

При решении задачи параметрического синтеза учитываются ограничения: диапазон значений кинематических параметров планетарных рядов выбранного типа для данной схемы $p_i = -5,0 \dots -1,4$; максимальное значение момента, передаваемого фрикционной муфтой, $M_{\phi} < 2,5M_{\text{max}}$; диапазон значений относительных (к скорости двигателя ω_d) угловых скоростей дисков фрикционов $1,2 < \omega_{\phi} / \omega_d < 2,7$, а относительных угловых скоростей сателлитов $2,0 < \omega_c / \omega_d < 3,2$; число зубьев центрального колеса планетарного ряда должно быть не менее 19, а сателлита – не менее 15.

При выборе характеристик ГДТ вначале принимается гипотеза о линейной зависимости момента турбины M_T от ее скорости ω_T . Затем в процессе параметрического синтеза определяются коэффициент трансформации ГДТ $K_{\text{ТН}} = f(\omega_H)$ и момент на насосном колесе $M_H = f(\omega_H)$, уточняется характеристика $M_T = f(\omega_T)$ и находятся оптимальные параметры всех элементов передачи, обеспечивающие высокие показатели эффективности автобуса.

В результате функционального проектирования удалось приблизить динамическую характеристику двухпоточной передачи к идеальной кривой динамического фактора. В результате конструкторского проектирования удалось уменьшить осевые габариты передачи на 10 % и снизить массу на 16 % в сравнении с базовым вариантом.

УДК 621.79

ПОВЫШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПОВЫШЕННОЙ ТОЛЩИНЫ

А. Г. ЛУПАЧЕВ, Е. А. ХАРЧЕВНИКОВА, А. П. РОТАЧ

Государственное учреждение высшего профессионального образования «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

В последнее время в Республике Беларусь осваивается производство сварных металлических конструкций с толщиной соединяемых элементов от 20 мм до 50 мм, например, сварка вращающейся печи второй технологической линии по производству цемента сухим способом и углеподготовительного отделения на БЦЗ г. Костюковичи.

Работы предполагалось выполнять на открытом воздухе в монтажных условиях, в возможно короткие сроки. С целью повышения производительности сварочных работ рекомендован механизированный способ сварки. Исследовали проволоки ESAB: порошковую ОК Tubrod 14.12 (T422MC1H10) и сплошного сечения ОК Autrod 12.63 (G463MG4Si1).

Сварку в смеси $\text{Ar} + 18\% \text{CO}_2$ (защита M21) сплошной проволокой и сварку в CO_2 (защита C1) порошковой проволокой, выполняли полуавтоматом ESAB MIG 325.

По сравнению со сваркой сплошной проволокой, порошковая проволока имеет большую производительность, лучшее качество шва, меньшее брызгообразование.

Разработку и квалификацию технологического процесса сварки выполняли в соответствии с СТБ ISO 15614-1-2009.

Сварку образцов выполнял сварщик пятого разряда аттестованный по СТБ EN 287-1-2009.

Исследовали четыре варианта технологических процессов механизированной сварки.

1. Сварка проволокой ОК Autrod 12.63, в среде M21. Корень шва и заполнение разделки выполняли «ниточными» швами вертикально сверху вниз (положение PG). Тип разделки C21.

2. Сварка проволокой ОК Autrod 12.63, в среде M21. Корень шва выполняли «ниточным» швом в положении PG. Заполнение разделки выполняли с поперечными перемещениями дуги по ширине разделки по мере её заполнения. Тип разделки C25.

3. Сварка проволокой ОК Tubrod 14.12 в среде C1. Корень шва и заполнение разделки выполняли «ниточными» швами вертикально сверху вниз (положение PG). Тип разделки C21.

УДК 621.9
КОНСТРУКЦИЯ ГОРЕЛКИ ДЛЯ СВАРКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАЗА
МАФ (МЕТИЛАЦЕТИЛЕН-АЛЛЕНОВАЯ ФРАКЦИЯ)

В. П. КУЛИКОВ, А. В. ЛИПКОВА, В. В. ЛИПКОВ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Все существующие на сегодняшний день горелки для сварки с использованием метилацетилен-алленовой фракции (далее – газ МАФ) основаны на инжекторном принципе подачи горючего газа в смесительную камеру. В таких горелках кислород под давлением поступает по трубке в сопло инжектора, далее выходя с определенной скоростью из канала сопла, кислород создает разрежение в каналах рукоятки, вследствие которого горючий газ засасывается в смесительную камеру, где образует с кислородом горючую смесь. При выходе из мундштука данная смесь при сгорании образует сварочное пламя. Эффективная мощность пламени в основном зависит от расхода горючего, регулируется она по средствам замены комплектующимися мундштуками газовой горелки. Однако конструкция такого вида горелок не обеспечивает оптимальное перемешивание горючего газа и кислорода, что создает определенные сложности при сварке с использованием газа МАФ. Причиной такой проблемы является многокомпонентность газа МАФ. Таким образом, более тщательного исследования требует процесс смешивания газа МАФ с кислородом и повышение эффективности горения смеси.

Авторами в настоящее время разработаны рекомендации относительно конструкции сварочной горелки, обеспечивающей оптимальное перемешивание газов. Также осуществлен расчет и оптимизация параметров сварочной горелки. Проводятся экспериментальные исследования конструкции горелки. Модернизированная горелка также основана на инжекторном принципе перемешивания газов с использованием вихревого эффекта, что улучшает аэродинамические свойства пламени, обеспечивая устойчивое его горение, а также увеличивает эффективную мощность пламени.

УДК 621.867
ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМ ПРИВОДОВ КОНВЕЙЕРОВ
С ГИБКИМ ТЯГОВЫМ ОРГАНОМ

А. А. РЕУТОВ
Федеративное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Брянск, Россия

Конвейеры с гибким тяговым органом (цепью, канатом, лентой) могут быть оснащены несколькими приводами разных типов. Определение оптимального количества приводов, их типа, мощности и мест установки является важной проектной задачей.

Поскольку параметры системы приводов (СП) конвейера связаны с параметрами тягового органа [1], в качестве критерия оптимальности СП C_K примем сумму стоимостей приводов C_n и тягового органа $C_{то}$.

$$C_K = C_n + C_{от} .$$

Область допустимых значений критерия оптимальности представим с использованием дискретных множеств

$$C_n = \{C_{ni}\}, \quad i = 1 \dots N_n; \quad C_{то} = \{C_{Tj}\}, \quad j = 1 \dots N_T.$$

Здесь C_{ni} – стоимость i -го варианта СП; C_{Tj} – стоимость j -го варианта тягового органа; N_n и N_T – число вариантов СП и ТО.

Будем считать, что для конкретного конвейера стоимость тягового органа определяется его типом T_{Tj} и допустимой величиной его натяжения $[S_j]$, а стоимость привода – его типом T_i и номинальной величиной силы тяги $[F_i]$. Таким образом существует зависимость C_K от параметров T_{Tj} , $[S_j]$, T_i , $[F_i]$

$$C_K = C_K(T_{Tj}, [S_j], T_i, [F_i]).$$

Оптимизируемыми параметрами задачи являются T_{Tj} , $[S_j]$, T_i , $[F_i]$.

Фиксированными параметрами (исходными данными) задачи являются геометрические параметры трассы конвейера, распределение сопротивления движению ТО вдоль трассы.

Перечислим ограничения, которые необходимо учитывать при оптимизации.

Для типовых и серийно выпускаемых ТО и узлов приводов параметры T_{Tj} , $[S_j]$, T_i , $[F_i]$ также являются дискретными множествами.

Сумма номинальных величин сил тяги приводов F_Σ не должна быть меньше суммарного сопротивления движению ТО W_Σ , т.е. $F_\Sigma \geq W_\Sigma$.

Сила тяги каждого привода ограничена либо прочностью ТО, либо предельным сцеплением приводного элемента с ТО.

Сила натяжения ТО по всей длине конвейера должна находиться в допустимых пределах.

Для решения задачи оптимизации СП разделим трассу конвейера произвольно на n участков. Точки, разделяющие соседние участки, пронумеруем последовательно от 0 до n в направлении движения ТО.

Будем считать, что в одной из точек, например k , установлено натяжное устройство, а в остальных точках – приводы. Исключим точки, в которых приводы не могут быть установлены по производственным и техническим условиям.

Из условия равновесия участков ТО, определим силы натяжения ТО S_i на границах участков

$$S_k = S_0 ; S_i = S_{i-1} + W_i - F_i ; i = 1 \dots n ; i \neq k ,$$

где W_i – сила сопротивления движению на i -м участке, F_i – сила тяги в i -й точке.

Таким образом, к оптимизируемым параметрам добавились еще два: k и S_0 с ограничениями $0 \leq k \leq n$ и $S_{min} \leq S_0 \leq [S_j]$, где S_{min} – минимально допустимое натяжение ТО.

Объединив индексы, обозначающие вариант ТО и номер точки трассы, обозначим величину натяжения j -го варианта тягового органа в i -й точке трассы как S_{ji} . Аналогично F_{ji} – величина силы тяги j -го варианта привода, установленного в i -й точке трассы.

Решение задачи оптимизации СП можно считать удачным, если в большинстве точек трассы приводы не требуются. Однако, для конвейеров со сложной трассой возможны решения с большим количеством приводов, установленных вдоль трассы. В этом случае необходима интерактивная корректировка исходных данных. Точки трассы, в которых приводы имеют небольшие силы тяги ($F_{ji} \leq F_0$) удаляют, а смежные участки объединяют. Пороговое значение силы тяги F_0 устанавливают, исходя из требуемой точности решения. Затем задачу решают заново. Т.о., оптимизация СП происходит итерационно, пока не останется приемлемое количество приводов. Чтобы при интерактивной корректировке исходных данных не пропустить глобальный минимум, на каждой итерации целесообразно удалять не более 10 % точек трассы.

Описанный метод определения оптимального количества приводов, их типа, мощности и мест установки можно назвать «Метод лишних приводов».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Реутов, А. А.** Моделирование приводов ленточных конвейеров / А. А. Реутов. – Брянск : БГТУ, 2011. – 152 с.

УДК 621.791.763

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОВОЛОК С ПОНИЖЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ РАСКИСЛИТЕЛЕЙ ПРИ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ СВАРКЕ В СРЕДЕ $Ar + CO_2$

А. О. КОРОТЕЕВ, В. П. КУЛИКОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Научная идея предлагаемой работы заключается в исследовании особенностей и разработке технологии сварки металлоконструкций в среде $Ar+CO_2$ с использованием сварочной проволоки с пониженным содержанием элементов раскислителей и определении влияния химического состава сварочной проволоки и параметров режима сварки на прочностные показатели сварных соединений.

В настоящее время существует острая необходимость решения ряда производственных проблем, связанных с использованием сварочных материалов, так как всё большее количество предприятий начинает активно использовать в качестве защитного газа смесь $Ar+CO_2$, а большинство сварочных материалов, используемых на данном этапе развития машиностроительной отрасли, разработано для сварки в углекислом газе. Вместе с тем, в отечественной производственной практике недостаточно сведений о возможностях применения более дешёвых сварочных проволок с пониженным содержанием элементов раскислителей при сварке в газовых смесях, что существенно снизило бы затраты на сварочные материалы при сохранении высоких эксплуатационных свойств сварного соединения.

Для решения данного вопроса проведён ряд экспериментальных исследований по определению ударной вязкости металла шва сварного соединения, полученного сваркой в смеси 82 % $Ar+18$ % CO_2 проволоками различного химического состава. По результатам испытаний построены соответствующие графические зависимости.

Научная значимость результатов исследований заключается в определении зависимостей прочностных показателей сварного соединения от химического состава сварочной проволоки и параметров режима сварки.

Результаты исследований могут получить применение в широкой области машиностроения при изготовлении металлоконструкций механизированной сваркой в защитных газах. Использование проволок с пониженным содержанием элементов раскислителей позволит снизить затраты на сварочные материалы, а также, в ряде случаев повысить эксплуатационные свойства сварных соединений.

склонен к переохлаждению. Неодновременное развитие структурных превращений в области аустенитизации приводит к развитию значительных структурных напряжений, что в сочетании с формированием малопластичной структуры (мартенсита) может вызвать образование холодных трещин.

Область неполной перекристаллизации (III) – зона максимальных температур от A_{c3} до A_{c1} . На участке неполной перекристаллизации в процессе нагрева наблюдается частичное превращение феррита (перлита) в аустенит. При последующем охлаждении в зависимости от скорости охлаждения возможно превращение аустенита в перлитные структуры или в мартенсит. Неоднородность механических свойств в III зоне может быть большой, поскольку аустенит, формирующийся в диапазоне температур $A_{c3} - A_{c1}$ характеризуется большой химической неоднородностью.

Область разупрочнения (IV) – зона максимальных температур от A_{c1} до $T_{отп}$ (Трекp). При сварке стали в закаленном и отпущенном состоянии в этой области наблюдаются дальнейшая коагуляция цементита и разупрочнение стали, а при сварке нагартованной стали – снятие наклепа в связи с развитием процессов отжига и рекристаллизации. Однако при некоторых условиях сварки, обеспечивающих быстрое охлаждение металла и формирование пересыщенных растворов (углерода, азота), возможно повышение прочностных свойств и снижение пластичности в связи с развитием старения в процессе вылеживания. Таким образом, в результате теплового воздействия процесса сварки в зоне термического влияния наблюдается изменение свойств исходного основного металла. Степень изменения свойств в значительной мере определяется содержанием углерода.

Высокоуглеродистые стали обладают ограниченной тепловой свариваемостью. У этих сталей склонность к формированию структур закалки в зоне термического влияния выше, чем у среднеуглеродистых сталей. Поскольку с увеличением содержания углерода наблюдается снижение критической точки A_3 , то возрастает вероятность формирования структуры перегрева в зоне, нагревавшейся выше температуры начала интенсивного роста зерна. При сварке высокоуглеродистых сталей применяют подогрев и термообработку после сварки.

УДК 621.833.389

ДВУХВЕНЦОВЫЕ ЧЕРВЯЧНЫЕ ПЕРЕДАЧИ

Н. И. РОГАЧЕВСКИЙ, М. Э. ПОДЫМАКО, С. Н. РОГАЧЕВСКИЙ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»,
Республиканское унитарное предприятие завод «МОГИЛЕВЛИФТМАШ»
МОГИЛЕВСКИЙ ОБЛАСТНОЙ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ КОМИТЕТ
Могилёв, Беларусь

Для привода рабочих органов многих машин и технологического оборудования используют червячные передачи, выгодно отличающиеся от других передач высокой нагрузочной способностью, широким интервалом передаточных чисел в одной ступени, плавностью и бесшумностью работы, возможностью самоторможения. Работа этих передач основана на относительном скольжении рабочих поверхностей витков червяка и зубьев колеса, что является причиной недостатков. Известно, что в передаче с обычным цилиндрическим червяком и колесом подавляющее большинство контактных линий расположено так, что среднее (по длине контактной линии) значение угла γ между касательной к контактной линии и вектором относительной скорости скольжения мало. Только у контактных линий, кратковременно находящихся в зоне входа в зацепление и выхода из зацепления, значение этого угла достигает $40...50^\circ$ [1, 2]. Неблагоприятное расположение контактных линий является одной из причин того, что в большинстве контактных точек не выполняются условия перехода к жидкостному трению. Это обуславливает относительно большое значение коэффициента трения в передаче, приводит к уменьшению КПД, повышению износа, к заеданию, то есть снижает эксплуатационные качества этих передач, и следовательно – их нагрузочную способность. Таким образом, чем больше зона расположения контактных линий с относительно большими значениями угла γ , тем ближе условия работы передачи к режиму жидкостного трения, а следовательно – к более высоким значениям КПД.

Одним из путей, приводящим к увеличению значения угла γ является модификация обычных червячных зацеплений. Известна червячная цилиндрическая передача, состоящая из архимедова, конволютного или эвольвентного червяка и сопряженного с ним червячного колеса с вырезанной средней зоной зубчатого венца [1]. При этом проточка в средней части зубьев червячного колеса с шириной, составляющей около трети ширины венца колеса, и с глубиной, превышающей высоту витка червяка, удаляет зону неблагоприятных углов γ , где скольжение происходит вдоль контактных линий. Такое конструктивное решение способствует улучшению эксплуатационных параметров червячной передачи. Однако это улучшение несущественно, так как выполнение проточки значительно сокращает дли-

ну контактных линий и уменьшает контактную и изгибную прочность зубьев червячного колеса [2].

Известна так же червячная цилиндрическая передача, состоящая из червяка и сопряженного с ним червячного колеса. Колесо выполнено полувенцовым, его наибольший диаметр составляет 1,8...2,0 межосевого расстояния передачи. Такое увеличение наибольшего диаметра червячного колеса при расположении его дальнего торца по отношению к главной плоскости передачи на расстоянии, превышающем размер наружного радиуса червяка, приводит к тому, что в работу включается участок с благоприятным углом γ между контактными линиями и вектором скорости скольжения, близким к 90° . Это способствует переходу от граничного трения металлов к жидкостному за счет затягиваемого смазочного материала в клиновой зазор между контактирующими зубьями [2].

С целью расширения участка с благоприятным углом γ между контактными линиями и вектором скорости скольжения, близким к 90° , авторами создана червячная передача, в которой размер наибольшего диаметра колеса выходит за пределы межосевого расстояния передачи. Последнее стало возможным благодаря уменьшению рабочей длины червяка. При этом колесо выполнено двухвенцовым. В одновременной работе находится большое число зубьев, в результате чего повысилась, наряду с КПД, нагрузочная способность передачи. Последнее позволило выполнить колесо цельным из чугуна вместо составного с дорогостоящим бронзовым зубчатым венцом. Ресурс этой передачи обусловлен усталостной выносливостью червяка, каждый виток которого одновременно зацепляется с двумя венцами червячного колеса.

С целью повышения долговечности авторами разработана двухпоточная червячная передача, в которой оба торца диска червячного колеса снабжены зубчатыми венцами, сопряженными с соответствующими червяками, кинематически связанными зубчатой передачей, имеющими одинаковый шаг, но противоположное направление витков. При этом зубчатые венцы колеса, червяки, углы обхвата червяков зубчатыми венцами колеса симметричны относительно главной плоскости передачи. Редуктор на основе такой передачи может иметь как один входной вал (червяк, кинематически связанный со вторым червяком), так и два вала (червяки без кинематической связи).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Решетов, Д. Н. Детали машин / Д. Н. Решетов/ – М. : Машиностроение, 1989. – 496 с.
2. Егоров, И. М. Цилиндро-тороидная червячная передача / И. М. Егоров // Зубчатые передачи-99: тез. докл. междунар. науч. практ. конф. по проблеме обеспечения надежности и качества зубчатых передач. – СПб. : 1999. – С. 22–23.

УДК 621.791

СВАРКА ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ КОНЦЕНТРИРОВАННЫМИ ПОТОКАМИ ЭНЕРГИИ

А. А. КОВАЛЬЧУК, Н. И. ЛУЦКО, А. С. ЛАПКОВСКИЙ
«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Повышение эффективности и качества выпускаемых изделий машиностроительного производства на современном этапе возможно только при комплексном внедрении прогрессивных технологий и автоматизации технологических процессов.

Одной из тенденций развития современного машиностроения является широкое использование сварки как эффективного метода снижения себестоимости выпускаемой продукции за счет повышения коэффициента использования материалов, расширения возможностей применения сочетания различных материалов при изготовлении изделий.

При анализе фазовых превращений, протекающих в различных областях зоны термического влияния, применяют общий методический подход к оценке структуры и свойств металла рассматриваемой зоны. Применительно к сварке углеродистых сталей можно выделить ряд характерных областей зоны термического влияния.

Высокотемпературная область (I) – зона максимальных температур от T_l до T_c . В высокотемпературной области в процессе нагрева наряду с процессами аустенитизации и роста зерна на завершающей стадии нагрева, когда температура превышает температуру солидуса, наблюдается плавление металла как по границам зерен, так и в объеме зерен. При оценке протяженности высокотемпературной области следует иметь в виду, что наличие неравновесных фаз, образующих легкоплавкие эвтектики, или неметаллических включений, обладающих эффектом контактного плавления со сталью, может привести к значительному расширению её протяженности.

Область аустенитизации (II) – зона максимальных температур от T_c до A_{c3} . В рассматриваемой области так же, как и в первой, в процессе нагрева протекает фазовое превращение перлита в аустенит, рост зерна аустенита, его гомогенизация. При этом на участке, где температура ниже $T_{н.и.р}$ (температура начала интенсивного роста зерна), зерно аустенита более мелкое, но менее однородное, чем на участке, где температура выше $T_{н.и.р}$. Различие в свойствах аустенитного зерна в пределах области аустенитизации сказывается в дальнейшем на кинетике превращения аустенита на стадии охлаждения. Крупнозернистый более однородный аустенит по сравнению с мелкозернистым и менее однородным более

некоторые интерметаллические фазы, особенно вблизи ванны расплава и в переходной зоне к твердой фазе, которые и вызывают колебания микротвердости.

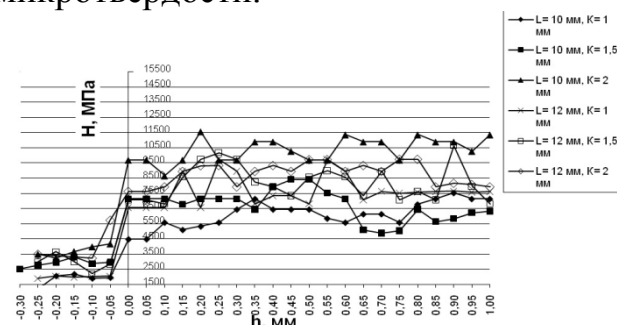


Рис. 1. Распределение микротвердости по глубине слоя про скорости наплавки $V=120$ мм/мин

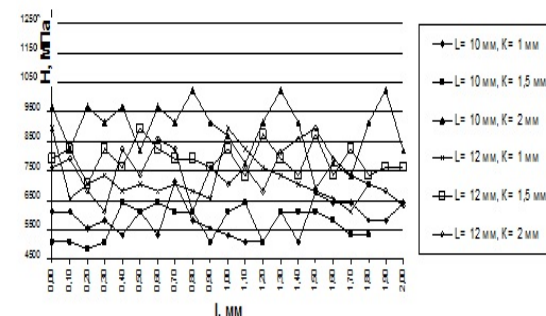


Рис. 2. Распределение микротвердости в продольном направлении при скорости наплавки $V=120$ мм/мин

Графики изменения микротвердости в продольном направлении (рис. 2) показывают, что величина микротвердости находится на таком же уровне.

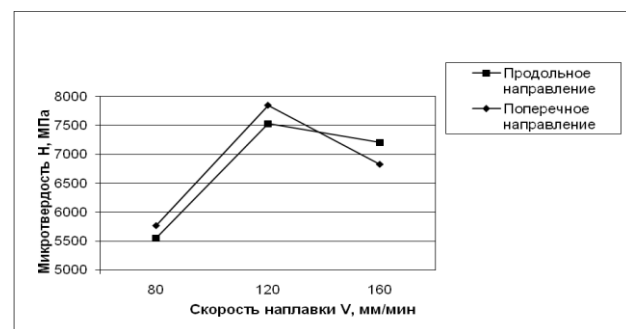


Рис. 3. Зависимость средней микротвердости от скорости наплавки

На рис. 3 приведены зависимости средней микротвердости покрытия от скорости наплавки. Такой характер зависимостей можно объяснить тем, что с изменением скорости наплавки меняется величина удельной энергии E , вводимой в покрытие. При небольшой скорости наплавки энергозатраты в покрытие достаточно большой, происходит его перегрев и образование крупнозернистой структуры с низкой средней микротвердостью. При большой скорости наплавки энергозатраты в покрытие уменьшаются, результатом является неполное сплавление материала валиков по границам зерен и уменьшение средней микротвердости покрытия. При скорости наплавки 120 мм/мин энергозатраты в покрытие обеспечивают образования оптимальной зернистости структуры, которая и дает высокое значение средней микротвердости.

УДК 621.83.06
РЕДУКТОРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНОЙ
БУРОВОЙ ТЕХНИКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

И. С. САЗОНОВ, М. Е. ЛУСТЕНКОВ, Е. С. ФИТЦОВА
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Республика Беларусь уже прошла путь от массовых открытий месторождений нефти, их освоения и достижения максимальных отборов до закономерного падения добычи. По данным ПО «Беларуснефть» открыто 74 нефтяных месторождения, из которых в эксплуатации находятся – 52. Из числа разрабатываемых месторождений 15 находятся на четвертой (заключительной) стадии разработки (по ним отработано 79,8 % от начальных извлекаемых запасов), в список которых попало 5 наиболее крупных, обеспечивающих 50 % добычи нефти от общего объема, а 11 месторождений находится на третьей стадии (по ним отработано 59,6 % от начальных извлекаемых запасов). Ежегодно добыча нефти в Беларуси сокращается на 20 тыс. т за счет выработки запасов на месторождениях, находящихся в промышленной разработке.

В сложившейся ситуации возникает необходимость поиска и разведки новых нефтяных месторождений, бурения разведочных и эксплуатационных скважин, внедрения новых технологий по повышению нефтеотдачи пластов. Ежегодно в Беларуси открывают несколько месторождений нефти. В 2011 году по результатам исследования нефтеносности Туровской депрессии было определено около 10 возможных неразработанных месторождений нефти.

Дальнейшее исследование новых залежей углеводородного сырья требует применения современных технологий бурения: использование новой техники для эффективной добычи нефти, повышение наработки на отказ имеющегося подземного оборудования по скважинам механизированного фонда. Для этого в Беларуси реализуется программа по внедрению новых технологий в области бурения, разработки залежей нефти и газа и геолого-технических мероприятий, согласно которой планируется прорубить около 160 скважин.

Устойчивое социально-экономическое развитие страны, ее экономическая безопасность во многом определяются наличием минерально-сырьевых ресурсов. Годовая добыча нефти из месторождений Беларуси (1,72 млн т) обеспечивает около 30 % потребностей республики, поэтому выявление новых месторождений нефти для поддержания достигнутого уровня нефтедобычи является перспективным направлением геологоразве-

дочных работ, требующим технического и технологического переоснащения поисковых работ в Беларуси.

В Белорусско-Российском университете разрабатываются передачи с промежуточными телами качения (ППТК), которые во многом удовлетворяют требованиям, предъявляемым к механизмам, встраиваемым в буровую технику (электробуры, турбобуры, устройства для ликвидации аварий при бурении и т.д.). Рассмотрим преимущества ППТК.

1. Малогабаритность в радиальном направлении. В отличие от зубчатых передач передаточное число не зависит (напрямую) от радиальных габаритов основных деталей, а зависит от числа периодов кривых. Это актуально в бурении, где редуктор нужно встроить в очень ограниченные диаметральные размеры – размеры скважины.

2. Потенциально большая нагрузочная способность. В обычном зубчатом зацеплении нагрузку передают несколько пар зубьев, в редукторе с промежуточными телами качения – одновременно более половины шариков (или роликов).

3. Возможность проектировать сквозное отверстие как у подшипника, с диаметром, достигающим до 50 % от диаметра корпуса (например, для прохода промывочной жидкости), что в обычном планетарном зубчатом редукторе невозможно.

Разрабатываемые редукторы – реверсивные, самотормозящие (как и червячные передачи). В настоящее время разрабатываются передачи с роликами вместо шариков для повышения нагрузочной способности и с различными типами беговых дорожек, с разъемными обоймами, образующими беговые дорожки для компенсации износа (рис. 1).

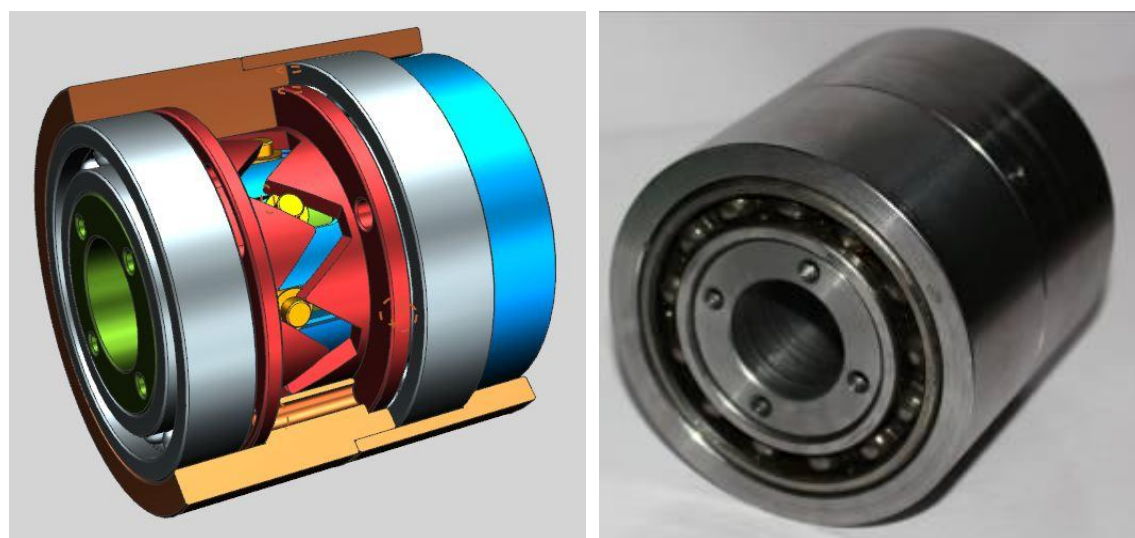


Рис. 1. 3D-модель и опытный образец редуктора с промежуточными телами качения с «квасивинтовой» формой беговых дорожек

УДК 621.791.72

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКИ НА МИКРОТВЕРДОСТЬ ПОКРЫТИЯ ИЗ СПЛАВА НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ

М. А. КАРДАПОЛОВА, Н. И. ЛУЦКО, А. С. ВОЛОДЬКО
«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Лазерная наплавка – это технология создания покрытий, включающая нанесение материалов разной природы на металлическую подложку с использованием в качестве источника энергии лазерного луча. Особенностью лазерной наплавки является достижение высоких (до 10^7 Вт/м²) плотностей мощности, что обеспечивает возможность локального нанесения покрытия без объемного разогрева детали.

Перспективным направлением развития лазерной наплавки является объединение последней с компьютерным проектированием (САД) и компьютерным управлением (САМ), когда появляется возможность производить послойное изготовление деталей завершённой геометрии в течение одноступенчатого процесса с минимальной последующей механической обработкой и получением комплекса свойств деталей, не уступающего по уровню свойствам, получаемым пластической деформацией.

Так как процесс лазерной наплавки является основой упомянутых выше технологий, актуальным является исследование физико-механических свойств в зоне наплавки, чему и посвящена настоящая работа.

Лазерная наплавка производилась при мощности излучения лазера 1000 Вт, при различных дистанциях и скоростях наплавки параллельными валиками с различными шагами наплавки на образцы из стали 45. В качестве наплавочного материала использовали порошок самофлюсующегося сплава – ПГ-10Н-01 грануляцией 20-80 мкм.

Из приведенных графиков распределения микротвердости по глубине слоя (рис. 1) видно, что после того как на границе основа-покрытие происходит возрастание величины микротвердости, в дальнейшем она находится примерно на одном уровне по всей глубине покрытия для каждого режима лазерной обработки, что может свидетельствовать о достаточно равномерном распределении фаз в покрытии. Другими словами, из-за высокой скорости охлаждения (10^3 - 10^5 К/с), большинство упрочняющих элементов остаются в твердом растворе γ -Ni матрицы. Небольшие изменения микротвердости связаны скорее всего с супернасыщением этими элементами γ -матрицы, которое связано с повторными нагревами уже наплавленного валика при наплавке соседних валиков. В результате в предшествующем слое могут выделяться

УДК 621.791
ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
С ПОМОЩЬЮ МЕХАНИЧЕСКОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ

В. В. ДЕСЯТНИК, А. П. РОТАЧ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Потеря устойчивости (местной или общей) является одним из предельных состояний сварных конструкций. Она может произойти как от эксплуатационных нагрузок, так и от наложения сварных швов. В последнем случае это происходит при наложении швов замкнутой конфигурации в тонкостенных конструкциях. Таковыми считаются конструкции, у которых соотношение линейного размера к толщине пластины более 10. В любом случае потеря устойчивости происходит, если сжимающие напряжения больше критических.

Анализ формул, используемых при проектировании конструкций и технологии их изготовления, показывает, что везде участвует предел текучести либо напрямую, либо опосредовано через допускаемые напряжения или расчетные сопротивления.

Сварным соединениям из термически обрабатываемых сталей присуще наличие механической неоднородности в околошовной зоне, т.е. наличие так называемых мягких и твердых прослоек. Последние обладают более высокой твердостью и пределом текучести, чем основной металл, т.е. меньшей деформационной способностью. Это создает предпосылки для использования искусственно созданных твердых прослоек с целью повышения сопротивляемости наступлению потери устойчивости. Искусственное создание твердых прослоек возможно при применении сварочных материалов, позволяющих получать наплавленный металл с более высокой прочностью, чем основной.

Искусственно созданные твердые прослойки можно использовать как для повышения сопротивляемости потере устойчивости от эксплуатационных нагрузок, так и потере устойчивости от сварочных собственных напряжений. При этом места расположения твердых прослоек для обеспечения повышения сопротивляемости потере устойчивости от эксплуатационных нагрузок определяется типом сварной конструкции, местами действия сжимающих напряжений. Что касается потери устойчивости при сварке, расположение и порядок создания твердых прослоек предопределяется очередностью наложения сварных швов.

УДК 621.83.06
РАЗРАБОТКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА РАСЧЕТА
РОЛИКОВОЙ ПЛАНЕТАРНОЙ ПЕРЕДАЧИ

И. С. САЗОНОВ, А. П. ПРУДНИКОВ, М. Е. ЛУСТЕНКОВ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

На сегодняшний день созданы десятки методик по расчету передач с промежуточными телами качения различных типов, некоторые из них автоматизированы. Целью данной работы было создание алгоритма расчета передачи, особенностью которой является наличие в конструкции составных тел качения. На стержневом основании крепятся втулки цилиндрической и полусферической формы, каждая из которых взаимодействует с соответствующей беговой дорожкой, снижая таким образом, механические потери на проскальзывание. Втулками полусферической формы составное тело качения контактирует с беговыми дорожками на кулачках, а цилиндрической втулкой – с пазами сепаратора.

Сфера применения роликовых планетарных передач в настоящее время ограничена созданием малогабаритного технологического оборудования и средств малой механизации (лебедки, баллонные ключи, гайковерты). Это передачи, т.н. цилиндрического типа, одним из преимуществ которых являются малые габариты в радиальном направлении. Поэтому заданным параметром является максимальный диаметр корпуса редуктора. Исходными параметрами для расчета также являются: заданный момент на ведомом валу и требуемое передаточное число, материал деталей передачи и вид их термообработки, заданный ресурс.

Алгоритм расчета включает в себя следующую последовательность операций: энерго-кинематический расчет, определение допускаемых напряжений, расчет геометрии исходя из контактной прочности, проверочные расчеты, уточнение геометрии передачи. В процессе вычислений определяются оптимальные значения радиусов сферических фрез для изготовления беговых дорожек, размеров тела качения, амплитуды. Критерием оптимизации является максимальный КПД редуктора. Особенностью разработанной методики расчета является также алгоритм определения коэффициента перекрытия, определяющего число тел качения, передающих нагрузку. Данный алгоритм учитывает то, что беговые дорожки образованы несколькими деталями, между которыми существует зазор.

Методика расчета была автоматизирована на языке Java и представлена в виде конечного программного продукта.

УДК 631.356.2
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНОГО
КОМБАЙНА

С. В. СИНИЙ, *Р. Б. ГЕВКО, *В. М. ОСУХОВСКИЙ
«ЛУЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
*«ТЕРНОПОЛЬСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Луцк, Тернополь, Украина

Одними из важнейших в отрасли машиноведения остаются вопросы создания рациональных конструкций машин, которые при высокой надёжности и качестве работы отвечали бы также не только современным, но и перспективным требованиям к рациональному использованию энергии при одновременном повышении производительности и уменьшении материалоемкости. В сельскохозяйственном машиностроении значительное внимание уделяется разработке новых и усовершенствованию существующих технических и конструкторских решений уборочных машин, направленных на повышение качества и эффективности работы этих машин в сложных условиях уборки. В частности, в растениеводстве это обусловлено существенной долей энерго- и трудоёмкости процессов уборки, большими динамическими нагрузками на узлы и механизмы уборочных машин в условиях интенсивного воздействия почвенно-климатических факторов и убираемого вороха растительных материалов. И при этом рабочие органы машин должны выполнять технологические процессы и операции уборки с соблюдением соответствующих агротехнических требований, в первую очередь – к минимизации потерь и повреждений конечного материала. Это в полной мере относится и к работе картофелеуборочной техники, особенно – к картофелеуборочным комбайнам, как самым сложным по конструкции и по количеству выполняемых рабочих процессов машинам.

По валовому сбору картофеля Украина традиционно среди мировых лидеров (4-6 места), и в 2011 году при урожайности 168,0 ц/га собрала рекордный за годы независимости урожай в 24247,6 тыс. т с 1443,2 тыс. га. На сегодня в нашей стране убедительно доминирующим производителем картофеля являются хозяйства населения (более 95 % производства), в отличие от Беларуси или России, в которых доля крупных производителей больше. Заметна общая для этих стран тенденция увеличения производства картофеля крупными производителями, с перспективой на долю в 20-40 % валового сбора. Но учитывая национальные традиции и стратегическую важность продуктов из картофеля для наших стран, именно хозяйства населения являются основным его производителем. Поэтому актуальным и перспективным остаётся вопрос производства картофелеуборочного комбайна для хозяйств населения. В этом случае технически сложным задани-

УДК 621.791
СПОСОБЫ УПРАВЛЕНИЯ СВАРОЧНЫМ ТОКОМ
КОНДЕНСАТОРНЫХ МАШИН

С. В. БОЛОТОВ, И. В. КУРЛОВИЧ, Е. Л. БАНСЮКОВА
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Одним из важнейших параметров режима контактной сварки является амплитудно-временная характеристика импульса сварочного тока $I_{св}$. Скорость нарастания и спада тока, а также его длительность обуславливают процессы нагрева и охлаждения металла.

Контактная сварка на конденсаторных машинах предоставляет возможность получения различных по форме импульсов сварочного тока, что является известным преимуществом данного способа сварки. При этом, почти во всех конденсаторных машинах, форма импульса тока определяется емкостью батареи конденсаторов C_p , напряжением ее зарядки U_p и коэффициентом трансформации сварочного трансформатора K_{mp} . Так, увеличение емкости C_p приводит к росту амплитуды и длительности импульса сварочного тока, практически не изменяя скорость его нарастания. Следствием увеличения напряжения U_c , является рост амплитуды импульса и скорости нарастания сварочного тока, длительность импульса почти не меняется. Изменение K_{mp} влечет за собой изменение амплитуды, длительности и интенсивности нарастания тока. Указанные параметры позволяют задавать форму сварочного импульса до начала процесса сварки.

К важным факторам управления формой импульса сварочного тока относятся схемотехнические решения силовой части конденсаторной машины. Использование тиристора в качестве коммутатора разрядного тока конденсаторной батареи, в связи с его неуправляемостью, не позволяет оказать влияние на форму тока в процессе его протекания.

Перспективными являются схемы на основе транзисторных регуляторов, позволяющие осуществлять непрерывное управление сварочным током, точно дозировать количество выделяемой при сварке энергии благодаря использованию обратных связей по падению напряжения на электродах, сварочному току, сопротивлению свариваемых деталей. Такие решения, основанные на программном управлении частотой и длительностью включенного состояния транзисторов, значительно повышая показатели быстродействия и точности, позволяют получать сварные соединения деталей малых толщин высокого качества.

УДК 621.791
ВЛИЯНИЕ ОДНООСНЫХ РАСТЯГИВАЮЩИХ НАПРЯЖЕНИЙ НА
МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА СТАЛИ 12Х18Н10Т

С. В. БОЛОТОВ, А. М. БЕЛЯГОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилёв, Беларусь

Исследование влияния одноосных растягивающих напряжений на магнитные свойства образцов из стали 12Х18Н10Т проводились с целью выявить зависимость магнитных характеристик от уровня напряжений, возникающих в процессе сварки и эксплуатации изделий, изготовленных из аустенитных сталей.

Уровень остаточных напряжений, которые могут возникнуть в зоне сварного соединения стали, задавался методом одноосного растяжения образцов на разрывной машине МУП-50. Остаточная индукция предварительно намагниченных образцов в процессе ступенчатого изменения нагрузки контролировалась прибором ИОН-3, коэрцитивная сила – коэрцитиметром КИМ-2М, содержание ферритной фазы – прибором МВП-2М.

Установлено, что при нагрузке порядка 140 кН в аустенитной стали 12Х18Н10Т, обладающей слабо выраженными магнитными свойствами в исходном состоянии, наблюдается резкое увеличение количества ферритной фазы, что свидетельствует о появлении в структуре материала мартенсита деформации. Увеличение коэрцитивной силы, остаточной магнитной индукции начинается также при нагрузке около 140 кН и продолжается вплоть до разрушения образца, достигая значений 20 А/м и 0,5...1 мТл соответственно. Представленные параметры в области разрыва в 2...4 раза превышают свои значения в области удаленной от зоны разрушения образца. Установлена зависимость между содержанием ферритной фазы и коэрцитивной силой стали 12Х18Н10Т под нагрузкой, что позволяет использовать достаточно простой, не требующий предварительной подготовки поверхности метод коэрцитиметрии для оперативной оценки структурных изменений, определения уровня накопленных деформаций.

Показано, что в области возможного разрушения образца вектора тангенциальной составляющей остаточной магнитной индукции, ориентированные вдоль направления предварительного намагничивания, наряду с ростом амплитуды меняют свое положение в направлении разрыва, что предоставляет возможность выявления очагов возможных разрушений в ответственных конструкциях из аустенитной стали 12Х18Н10Т магнитным методом неразрушающего контроля.

ем, над которым работают авторы, является разработка такой конструкции комбайна, которая при доступной данному производителю цене и качественной уборке отвечала бы требованиям высокой производительности, качества и надёжности работы; небольшой энерго- и материалоемкости, массы и габаритов.

Проведённый анализ решений конструкции комбайна мировых производителей, в т.ч. белорусских моделей (ПКК-2-05 «ПАЛЕССЕ РТ25» Гомсельмаш; Л-601, Л-605 Лидсельмаш; ККБ-2 Лидагропромаш и др.), российских моделей (ККУ-2А, КПК-2-01, УКК-2, УК-2 Рязсельмаш; КСК-1 «Кабан» ИЗТМ и др.) позволил создать (пат. Украины на полезн. модель № 51984 и др.), разработать и изготовить 1-рядный (междурядья 50–70 см) малогабаритный (длина 4035 мм, ширина 1875 мм, высота 1930 мм; масса 1350 кг) картофелеуборочный комбайн полунавесной бункерный (ёмкость 0,75 т) КПБ-1 (рис. 1). Он агрегируется с тракторами класса 0,6–1,4 тс, привод рабочих органов от ВОМ системой редукторов и цепных передач.

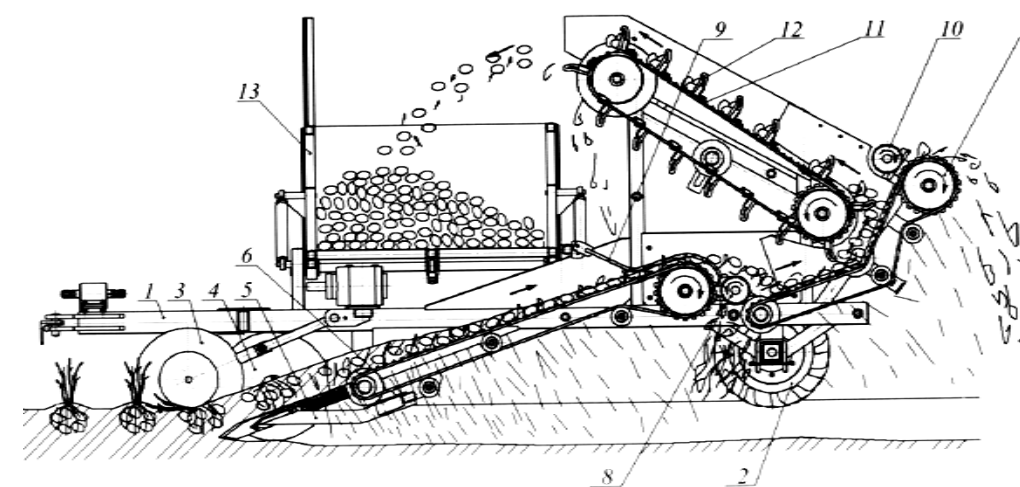


Рис. 1. Конструктивно-функциональная схема картофелеуборочного комбайна КПБ-1: 1 – рама; 2 – ходовые колёса; 3 – опорный каток; 4 – отрезные диски; 5 – лемеха; 6 – элеватор; 7 – передающий Г-образный транспортёр; 8 – принимающий валик; 9 – ботвоулавливающие прутки; 10 – отбойный валик; 11 – загружающий транспортёр; 12 – скребки загружающего транспортёра; 13 – бункер

Опытный образец КПБ-1 демонстрировался на XXII Международной агропромвыставке «Агро-2010» (15–19.06.2010 г., Украина). При высоком уровне компактности конструкции и маневренности комбайна получена производительность 0,20 га/час при рабочей скорости 5,0 км/час на хозяйственных испытаниях 2010–2011 гг. В настоящее время, для усовершенствования конструкции картофелеуборочного комбайна исследуются конструктивно-кинематические параметры рабочих органов и узлов, влияющие на качество работы машины.

Л. М. АКУЛОВИЧ, А. В. МИРАНОВИЧ, А. В. ЛИННИК

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Известно, что устойчивость и стабильность процесса электромагнитной наплавки (ЭМН) обеспечивается согласованностью частоты и фазы следования импульсов напряжений источника внешнего электромагнитного поля в рабочем зазоре и источника технологического тока [1].

Так, в качестве источника внешнего электромагнитного поля в рабочей зоне устройств ЭМН применяют неуправляемые электромагниты (ЭМ) на выпрямленном или переменном (пульсирующем) токе. В качестве источника технологического тока используют сварочные трансформаторы, выпрямители и генераторы импульсов, инверторные источники [2].

Опыт эксплуатации электромагнитных систем устройств ЭМН в сочетании с различными источниками технологического тока показывает, что частично несовпадающие во времени импульсы напряжений электромагнита и источника технологического тока приводят к уменьшению интенсивности нанесения расплава. Вследствие этого нарушается устойчивость и снижается производительность процесса наплавки [3].

В связи с этим поставлена цель работы – изучить характер влияния временных характеристик источников внешнего электромагнитного поля и технологического тока на устойчивость и стабильность процесса ЭМН.

Для этого проведены исследования синхронности следования импульсов напряжения и их формы от различных источников внешнего электромагнитного поля и технологического тока в рабочем зазоре устройств ЭМН. Объектами исследования являлись электромагнитная катушка ИПЭ, напряжение в обмотках которой составляло 36 В, и различные источники технологического тока, питание которых осуществлялось от сети переменного тока промышленной частоты. Измерения импульсов и определения формы электрических сигналов напряжением в пределах 0,01 ... 100 В, частотой в диапазоне 0 ... 400 Гц и временном интервале $0,1 \times 10^{-6}$... 0,02 с выполняли осциллографом универсальным С1-77 ТУ И22.044.077. По изменению импульсов напряжения ИПЭ и источников технологического тока оценивали интенсивность образования во времени цепочек микроэлектродов в рабочем зазоре и их участие в электродуговых разрядах с последующим переносом расплава частиц ферромагнитного порошка на обрабатываемую поверхность. Анализ полученных результатов показывает (рис. 1), что для комбинаций ИПЭ и первых четырех источников технологического тока в момент паузы тока в катушке электромагнита (при $t = 0,01$ с, напряжение равно 0) происходит разрыв цепочек микроэлектродов в рабочем зазоре. Вследствие этого возникновение электрического разряда не происходит и процесс ЭМН идет неустойчиво с короткими замыканиями и одиночным пульсирующим горением цепочек микроэлектродов ферропорошка в рабочем зазоре.

Т. И. БЕНДИК

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

С развитием вычислительной техники оценку различных вариантов технологии изготовления сварных конструкций можно вести с помощью расчетных методов проектирования, реализуемых в программных пакетах конечно-элементного анализа.

Современные программы для расчета сварных конструкций основаны на локально-глобальном подходе, который позволяет существенно сократить вычислительные затраты. При этом проектировщик создает базу данных локальных моделей, которые представляют собой сварные соединения, рассчитанные с учетом протекания всех физических процессов при сварке.

В ходе моделирования локальных моделей возможна произвольная корректировка погонной энергии, вводимой в зону сварки, контроль и визуализация тепловых полей, определение деформаций и напряжений, а также получение информации о размерах зерен и фазовому составу металла шва.

Следующим этапом расчета является перенос данных о деформациях и напряжениях из локальной модели на глобальную модель (всю сварную конструкцию) с указанием в каких местах конструкции и в какой последовательности будет применяться тип шва из базы данных локальных моделей.

Такой алгоритм работы позволяет определять сварочные деформации и напряжения за очень короткий промежуток времени. Расчет небольшой сварной конструкции, например, рамы будет занимать в среднем 4 часа. По результатам конечно-элементного анализа определяются рациональные способы и режимы автоматической, механизированной и ручной дуговой сварки, последовательность сборочно-сварочных операций, температура предварительного подогрева изделия перед сваркой, размеры припусков на механическую обработку и т.д.

Таким образом, использование современных пакетов конечно-элементного анализа позволяет создавать технологичные сварные конструкции, оптимизировать параметры режима сварки, значительно сократить затраты на опытное производство, повысить качество выпускаемой продукции, снизить материалоемкость и трудоемкость сварных конструкций.

О. В. ШУМОВ

Учреждение образования

«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Новополоцк, Беларусь

В настоящее время в технике широко используются детали, получаемые методами порошковой металлургии из различных порошков, в том числе железных. Однако, несмотря на высокий уровень развития данных методов, высокая температура получения и дороговизна используемого оборудования обуславливают увеличение стоимости получения железного порошка. Это делает разработку новых эффективных методов получения порошковых материалов актуальной задачей.

Была разработана энергоэффективная технология получения железного порошка, позволяющая получать железный порошок с низким уровнем примесей. Низкий уровень примесей в порошке обеспечивается за счет подготовки шихты, снижения температуры восстановительного отжига, сепарации полученного порошка. Уменьшение температуры и продолжительности восстановительного отжига достигнуто за счет использования методов активизации диффузионных процессов, протекающих при восстановлении оксидов железа.

В качестве исходных материалов для получения железного порошка были применены прокатная окалина и железорудный концентрат, а также содержащие углерод компоненты и шлакообразующие материалы. Состав шихты для восстановления подбирался расчетным путем из условия полного восстановления оксидов железа и связывания неметаллических примесей.

В данной технологии для восстановления железа из оксидов использовался рудотермический метод. Восстановление железа осуществлялось в подвижных порошковых смесях, что обеспечило сокращение продолжительности восстановления за счет интенсификации процессов сорбции легирующих элементов, поддержания высокой концентрации легирующих элементов в контактных областях, увеличения протяженности границ зерен и т.д.

Кроме того, обеспечивается увеличение степени извлечения легирующих элементов из насыщающих смесей. Также данная технология не требует использования сложного или дорогостоящего оборудования, позволяет достаточно легко автоматизировать большинство операций.

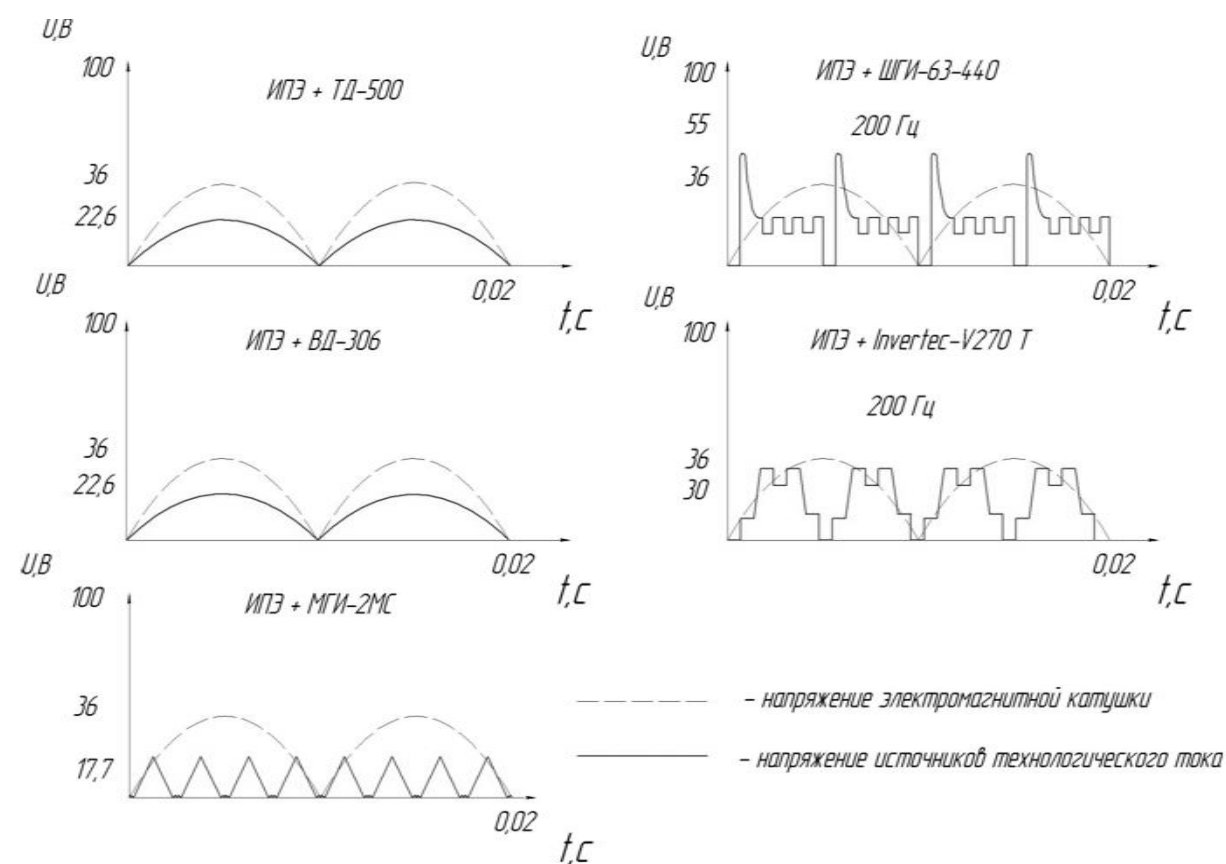


Рис. 1. Временные диаграммы изменения импульсов напряжений электромагнита ИПЭ и источников технологического тока

Установлено, что для комбинации ИПЭ со сварочным трансформатором ТД-500 и сварочным выпрямителем ВД-306 интенсивность образования цепочек-микроэлектродов в рабочем зазоре в 2 ... 4 раза меньше, чем для ИПЭ с генераторами импульсов МГИ-2МС, ШГИ-63-440 и инвертором Invertec V270 T. Выявлено, что для технологической схемы ИПЭ с инверторным источником при частоте следования импульсов тока 200 Гц в момент паузы тока в катушке электромагнита разрыв цепочек-микроэлектродов в рабочем зазоре происходит частично. Это объясняется тем, что в рабочей зоне цепочки-микроэлектроды из частиц ферропорошка удерживаются силой электромагнитного поля контура технологического тока, имеющего отличное значение напряжения от нуля.

На основании проведенных исследований временных характеристик источников внешнего электромагнитного поля и технологического тока для обеспечения устойчивого и стабильного процесса ЭМН рекомендуется использовать технологическую схему ИПЭ с инвертором Invertec V270 T.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акулович, Л. М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле / Л. М. Акулович. – Полоцк: ПГУ, 1999. – 240 с.
2. Кожуро, Л. М. Обработка деталей машин в магнитном поле / Л. М. Кожуро, Б. П. Чемисов. – Минск: Наука и техника, 1995. – 232 с.
3. Использование постоянных магнитов в устройствах электромагнитной наплавки / Ж. А. Мрочек [и др.] // Теория и практика машиностроения. – 2004. – № 3. – С. 75–84.

Л. М. АКУЛОВИЧ, А. В. МИРАНОВИЧ, А. М. ЕФИМОВ

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Известно, что различие режимов работы импульсных источников электрического и магнитного полей в устройствах для электромагнитной наплавки [1] не позволяет синхронизировать во времени подачу в рабочую зону импульсов магнитной энергии и разрядного тока. Вследствие этого нарушается устойчивость и стабильность процесса наплавки, что отражается на качестве покрытий [2].

Цель исследований – повысить стабильность качества покрытий, полученных электромагнитной наплавкой, путем стабилизации магнитной составляющей при энергетическом воздействии.

Исследование проводилось на образцах с покрытиями из композиционных порошков H70X17C4P4, Fe – 5 % V и ФБХ 6-2, полученными наплавкой с использованием установок с магнитными системами (МС) на электрических магнитах (ЭМ) и постоянных (ПМ).

Для нанесения покрытий в переменном магнитном поле использовалась установка ЭУ-5 с ЭМ. Для наплавки в постоянном магнитном поле использовалась установка УНП-1 с ПМ. В качестве источника технологического тока использовался сварочный инвертор Invertec V270-T, микропроцессорная система управления которого позволяла устанавливать ток наплавки в диапазоне 50 ... 270 А. Режим наплавки варьировался в следующих пределах: плотность разрядного тока $i - 1,8 \dots 2,4 \text{ А/мм}^2$; расход композиционного порошка $q_{\text{п}} - 2,30 \dots 3,20 \text{ г/с}\cdot\text{мм}^2$; окружная скорость заготовки $V - 0,08 \dots 0,1 \text{ м/с}$; магнитная индукция в рабочем зазоре $B - 0,15 \dots 0,95 \text{ Тл}$; скорость подачи $S - 0,20 \dots 0,35 \text{ мм/об}$; расход рабочей жидкости $q_{\text{ж}} - 0,50 \dots 3,20 \cdot 10^{-3} \text{ дм}^3/(\text{с}\cdot\text{мм}^2)$. Для определения оптимальных режимов наплавки использовался комплексный показатель [1], в качестве которого была принята обобщенная функция желательности Харрингтона [3].

Изучение открытой пористости образцов проводилось на автоматическом анализаторе изображения «Mini MagiScan» фирмы «Jouze Loebel». Трещинообразование оценивалось с помощью микроскопа. В качестве количественного критерия принималась удельная длина трещин на поверхности площадью $1,0 \text{ мм}^2$.

Анализ результатов исследований показал (табл. 1), что открытая пористость покрытий, полученных наплавкой на установках с МС на ЭМ и ПМ, находится в пределах 4,0 ... 12,0 % и 2,0 ... 9,0 % соответственно.

В. М. ШЕМЕНКОВ, Ф. Г. ЛОВШЕНКО, *Г. Ф. ЛОВШЕНКО,
М. А. БЕЛАЯ, **А. Л. ШЕМЕНКОВА, ***А. С. БАТРАКОВ,

***В. В. МАЛУТИН

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

**Могилевское ОАО «КРАСНЫЙ МЕТАЛЛИСТ»

***ОАО «ТАиМ»

Могилев, Минск, Бобруйск, Беларусь

Проблема повышения стойкости инструментальной оснастки для обработки резанием и давлением в последнее время имеет большое значение. Из-за низких показателей износостойкости инструмента значительно снижается эффективность металлообработки. Одним из перспективных способов модифицирующей обработки инструментальных материалов является обработка тлеющим разрядом, возбуждаемом в среде остаточных атмосферных газов (или смеси реакционных и инертных газов), с напряжением горения от 0,5 до 5 кВ, плотностью токов от 0,25 до 0,50 А/м² обеспечивающим формирование уникальных структурно-фазовых состояний в приповерхностных слоях, а также широкий масштаб модификации структуры.

Для установления закономерностей и механизмов структурно-фазовых превращений, протекающих в поверхностном слое при обработке в тлеющем разряде с различными энергетическими характеристиками, были проведены исследования на партии образцов, изготовленных из инструментальных сталей 5ХЗВЗМФС, 9ХС, Х12, а также быстрорежущих сталей Р6М5, Р6М5К5 и подвергнутых закалке и отпуску.

На основании металлографического анализа установлено, что модифицирующая обработка, как в среде остаточных атмосферных газов, так и смеси реакционного и инертного газов (N₂ – 80 %, Ar – 20 %) приводит к уменьшению размеров карбидной фазы и бала карбидной неоднородности.

На основании рентгеноспектрального анализа установлено, что использование в качестве рабочей среды тлеющего разряда смеси N₂ + Ar позволяет сформировать в структуре материала нитриды железа, хрома, молибдена и вольфрама, что способствует повышению микротвердости сталей в 3–4 раза.

В результате металлографического анализа установлено, что глубина модифицированного слоя находится в пределах от 10 до 30 мкм, и в большей степени зависит от удельной мощности горения разряда.

УДК 621.914.2:669
 ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ
 ТЛЕЮЩИМ РАЗРЯДОМ

В. М. ШЕМЕНКОВ, Ф. Г. ЛОВШЕНКО, М. А. БЕЛАЯ,
 Н. А. ГАЛЮЖИНА

Государственное учреждение высшего профессионального образования
 «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 Могилев, Беларусь

Недостаточная стойкость штамповых инструментов заставляет неоправданно увеличивать объем его выпуска, что в условиях постоянного удорожания природных ресурсов, ростом их дефицитности связано со значительными материальными затратами. Поэтому особое значение в настоящее время приобретают вопросы, связанные с внедрением на производстве технологических процессов модифицирования рабочих поверхностей инструментов путем нанесения износостойких покрытий и поверхностного упрочнения методами ионно-плазменной обработки.

Обработка тлеющим разрядом, возбуждаемом в среде остаточных атмосферных газов (или смеси реакционных и инертных газов), с напряжением горения от 0,5 до 5 кВ, плотности токов от 0,25 до 0,50 А/м² обеспечивает формирование уникальных структурно-фазовых состояний в приповерхностных слоях, а также широкий масштаб модификации структуры. В результате обработки происходит повышение износостойкости поверхностных слоев в размере до 300 мкм без изменения прочностных характеристик основного материала.

Исследованию подвергались партии штамповых инструментов из легированных инструментальных сталей, а также имеющих вставки из твердых сплавов, до и после модифицирующей обработки тлеющим разрядом. Исследования проводились в производственных условиях ОАО «ТАИМ» (г. Бобруйск), МОАО «Красный металлист» (г. Могилев) и УЧНПП «Технолит» (г. Могилев) при изготовлении реальной продукции.

Проведенные испытания в производственных условиях позволили выявить, что модифицирование рабочих поверхностей штамповых инструментов, выполненных из легированных инструментальных сталей, приводит к повышению их эксплуатационных характеристик в 3 – 5 раз, вставок из твердых сплавов в 1,5 – 2 раза.

Использование в качестве рабочей среды для тлеющего разряда смеси реакционного и инертного газа (N₂ – 80 %, Ar – 20 %) позволило повысить эксплуатационные характеристики штампов, выполненных из легированных инструментальных сталей в 5–7 раз. Применяемая рабочая среда не оказала существенного влияния на прирост износостойкости твердосплавного инструмента по отношению к инструменту, обработанному тлеющим разрядом в среде остаточных атмосферных газов.

Табл. 1. Открытая пористость покрытий из композиционных порошков

Материал покрытия	Открытая пористость, %					
	min	max	средняя	min	max	средняя
	Наплавка с применением ЭМ			Наплавка с применением ПМ		
H70X17C4P4	4,0	8,0	6,0	3,0	6,0	4,5
Fe-5 % V	6,0	11,0	8,5	5,0	9,0	7,0
ФБХ-6-2	4,0	7,5	5,5	2,0	5,0	3,5

Сравнение результатов исследований (табл. 2) показало, что покрытия, полученные наплавкой на установках с МС на ЭМ и ПМ, имеют разную удельную длину трещин. В покрытиях, полученных с использованием ПМ, удельная длина трещин уменьшается в 1,75 ... 2,2 раза.

Табл. 2. Трещинообразование покрытий из композиционных порошков

Исследуемый параметр	H70X17 C4P4	Fe-5 % V	ФБХ-6-2	H70X17 C4P4	Fe-5 % V	ФБХ-6-2
	Наплавка с применением ЭМ			Наплавка с применением ПМ		
Удельная длина трещин, мкм/мм ²	35,0	70,0	90,0	20,0	35,0	40,0

В результате проведенных исследований установлено, что меньший предел значений открытой пористости и трещинообразования покрытий, полученных наплавкой с применением ПМ, обеспечивается за счет уменьшения градиента плотности подводимого теплового потока и скорости охлаждения покрытий. Это достигается при следующем режиме наплавки: $q_{ж} = 2,30 \cdot 10^{-3} \text{ дж}^3/(\text{с} \cdot \text{мм}^2)$; $i = 1,65 \text{ А/мм}^2$; $S = 0,25 \text{ мм/об}$; $V = 0,20 \text{ Тл}$; $V = 0,055 \text{ м/с}$; $q_{п} = 2,85 \text{ г/с} \cdot \text{мм}^2$.

На основании полученных результатов исследований структуры и свойств покрытий можно сделать следующие выводы.

1. Использование постоянных магнитов в устройствах электромагнитной наплавки стабилизирует технологические параметры процесса и улучшает качество покрытий.

2. Показано, что открытая пористость покрытий, полученных наплавкой с использованием установок с МС на ЭМ и ПМ, находится в пределах 4,0 ... 12,0 % и 2,0 ... 9,0 % соответственно.

3. Выявлено, что у покрытий, полученных наплавкой на установке с МС на ПМ по сравнению с МС на ЭМ, удельная длина трещин уменьшается в 1,75 ... 2,2 раза, что объясняется увеличением длительности сохранения жидкой фазы в процессе кристаллизации капель расплава порошков в условиях ее скоростного охлаждения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акулович, Л. М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле / Л. М. Акулович. – Полоцк: ПГУ, 1999. – 240 с.
2. Использование постоянных магнитов в устройствах электромагнитной наплавки / Ж. А. Мрочек [и др.] // Теория и практика машиностроения. – 2004. – № 3. – С. 75–84.
3. Ящерицын, П. И. Планирование эксперимента в машиностроении / П. И. Ящерицын, Е. И. Махаринский. – Минск: Выш. шк., 1985. – 236 с.

УДК 621.9

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК БИОСОВМЕСТИМЫХ
ОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ, ФОРМИРУЕМЫХ НА ТИТАНЕ

Ю. Г. АЛЕКСЕЕВ, В. С. НИСС, А. Э. ПАРШУТО
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПАРК БНТУ «ПОЛИТЕХНИК»
Минск, Беларусь

Титан и его сплавы широко используются в качестве материалов при изготовлении зубных, ортопедических и других имплантатов, что объясняется их высокой механической прочностью, химической устойчивостью и биосовместимостью. Биосовместимость титана тесно связана со свойствами поверхностного оксидного слоя, его морфологией и составом. Одним из методов нанесения биосовместимых покрытий является микродуговое оксидирование (МДО), которое осуществляется в анодном режиме. Авторами разработана технология микродугового биполярного оксидирования (МДБО), основанная на сочетании анодного и катодного режимов, обеспечивающая возможность контроля и управления характеристиками покрытия (прочность, толщина, пористость, шероховатость) в более широком диапазоне по сравнению с МДО.

Целью данной работы являются анализ структуры наносимых в процессе МДБО оксидных покрытий и исследование их коррозионного потенциала. В качестве образцов для исследований использовали пластины из титана ВТ1-0. Режимы МДБО образцов приведены в табл. 1.

Табл. 1. Режимы МДО образцов

№ обр.	Электролит	Время МДБО, мин	Температура электролита, °С	Длительность анодного импульса τ_a , мс	Длительность катодного импульса τ_k , мс
1	Na ₄ P ₂ O ₇ (1 %)	2	20	6,0	1,0
2	Na ₄ P ₂ O ₇ (1 %)	4	30	5,5	1,0
3	H ₃ PO ₄ (1 %)	3	30	6,0	1,0

Установлено, что оксидные слои, полученные в электролите на основе пиррофосфата натрия (образцы 1 и 2) имеют гладкую структуру с пористостью около 10 % (рис. 1). Средний размер пор на образце 1 (продолжительность обработки 2 мин) составляет 1,0...1,5 мкм. Увеличение продолжительности МДО до 4 мин (образец 2) приводит к снижению среднего размера пор до 0,5...1,0 мкм. При этом пористость снижается до 5 %. Покрытие, полученное в электролите на основе фосфорной кислоты (образец 3) имеет развитую губчатую структуру со средним размером пор около 0,5...1,0 мкм. Пористость покрытия составляет 20 %.

Табл. 1. Результаты воздействия ВПЭ на поверхность РОПМ

	Деталь	Метод упрочнения	Твердость слоя, HRC	Глубина, мм	Особенности
а	Сошниковый диск	плазменная закалка	50–55	0,6	без оплавления поверхности
б	Лемех-копач	плазменная закалка	60	1,5	с оплавлением поверхности
с	Диск культиватора	комплексная технология	основа 55–58 лезвие 65–68	0,6 0,15	-
д	Стрельчатая лапа	плазменная закалка	55	1,5	с оплавлением поверхности
е	Стрельчатая лапа	плазменная наплавка	65–70	0,2	-

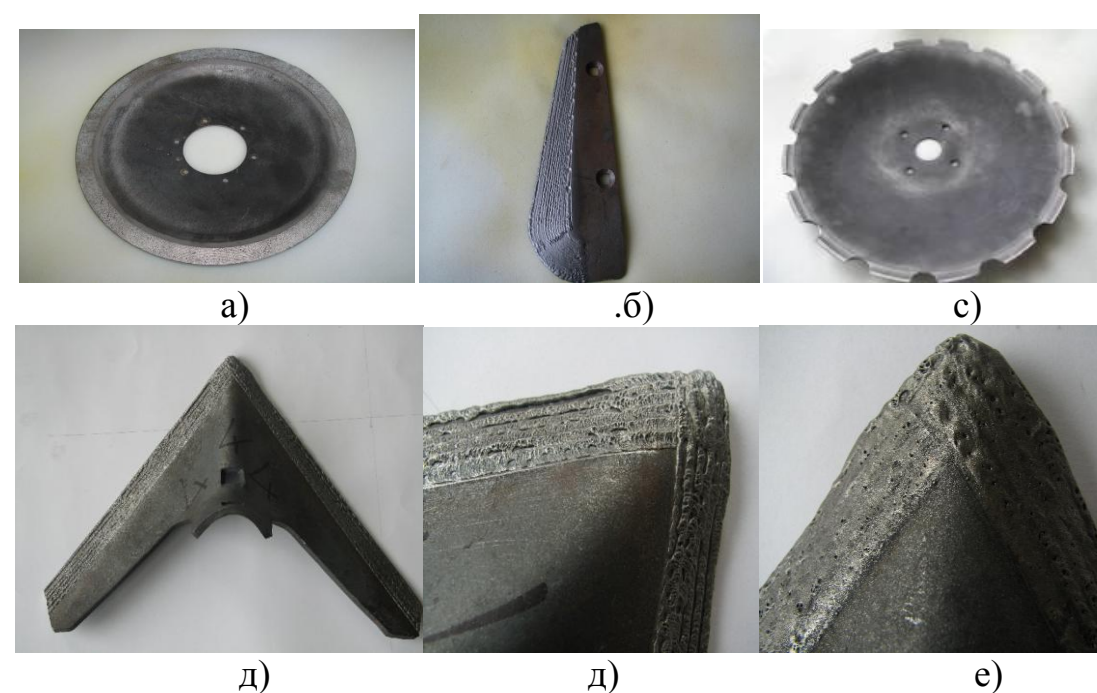


Рис. 1. Внешний вид РОПМ и участков их упрочненных поверхностей после воздействия ВПЭ

Структуры упрочненных слоев деталей имеют слоистые строения с повышенной дисперсностью структурных составляющих, обладают высокой твердостью (55–70 HRC), ударной вязкостью (80...220 Дж/см), сцепляемостью с основой материала и трещиностойкостью.

УПРОЧНЕНИЕ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ
ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ДЕТАЛЕЙ ПОСРЕДСТВОМ
ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

В. Н. ЧЕРНИКОВИЧ, А. П. ЛАСКОВНЕВ, В. С. ГОЛУБЕВ

Государственное научное учреждение
«ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

Используемые до настоящего времени методы упрочнения рабочих поверхностей деталей почвообрабатывающих машин (газопламенная закалка, печная закалка + отпуск) в основном исчерпали свои возможности. Опыт их изготовления ведущими мировыми производителями свидетельствует, что для эффективной обработки почв необходимо обеспечить максимально возможную твердость их поверхностей 65–70 HRC и ударную вязкость основы материала – 0,8–1,0 МДж/м². Такие значения ударной вязкости и твердости при изготовлении почвообрабатывающих деталей из традиционно применяемых сталей 65Г, 40Х и др. указанными технологиями их упрочнения не обеспечиваются.

Поэтому, в рамках действующей программы импортозамещения, объясним интерес к методам поверхностного упрочнения с использованием высококонцентрированных потоков энергии (ВПЭ) – лазерного излучения и плазменного воздействия с целью получения покрытий с заданными свойствами.

В лаборатории лазерной обработки МФТИ НАН РБ были проведены исследования по изучению возможности поверхностного упрочнения стали 65Г методом воздействия ВПЭ. Применялись: лазерная и плазменная закалка, наплавка порошка ПС-12 НВК-01, а также комплексная технология их применения. Определенные в ходе экспериментов с образцами стали 65Г оптимальные режимы термоупрочнения ее поверхности имели следующие значения: скорость перемещения модернизированного плазматрона ВПР-15 изменялась от 3,0 до 7,0 см/с, сила тока плазменной дуги находилась в пределах 80 А при напряжении 38 В, мощность лазерного излучения на установке «Комета-2» составляла 700 Вт с линейной скоростью его сканирования от 2 до 4 см/с. Полученные результаты приведены в табл. 1 и на рис. 1.

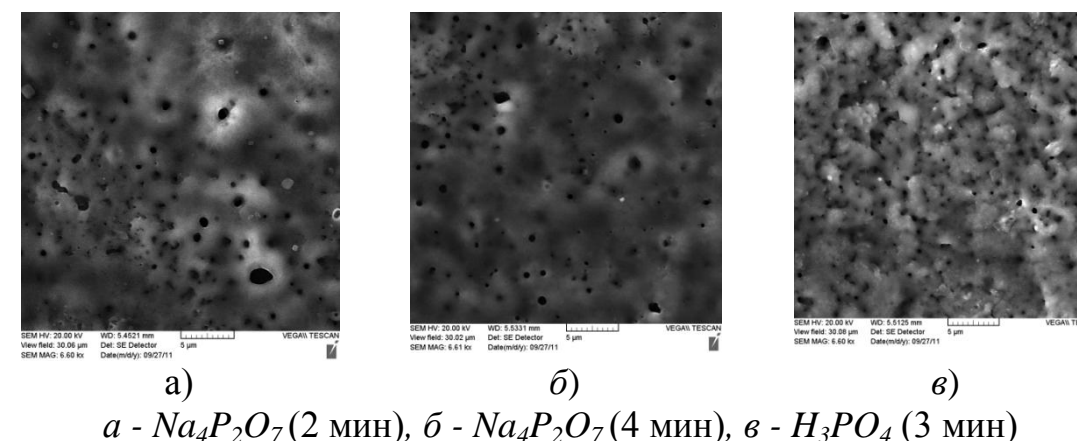


Рис. 1. Оксидные покрытия, полученные в результате МДБО титана VT1-0

Измерение коррозионных потенциалов, полученных оксидных покрытий проводили с использованием двухэлектродной ячейки в растворе 0,9 % NaCl. Для сравнения измеряли также коррозионный потенциал чистого титана VT1-0. В качестве электрода сравнения использовался хлор-серебряный электрод. На основании полученных данных построены кривые изменения коррозионного потенциала от времени (рис. 2).

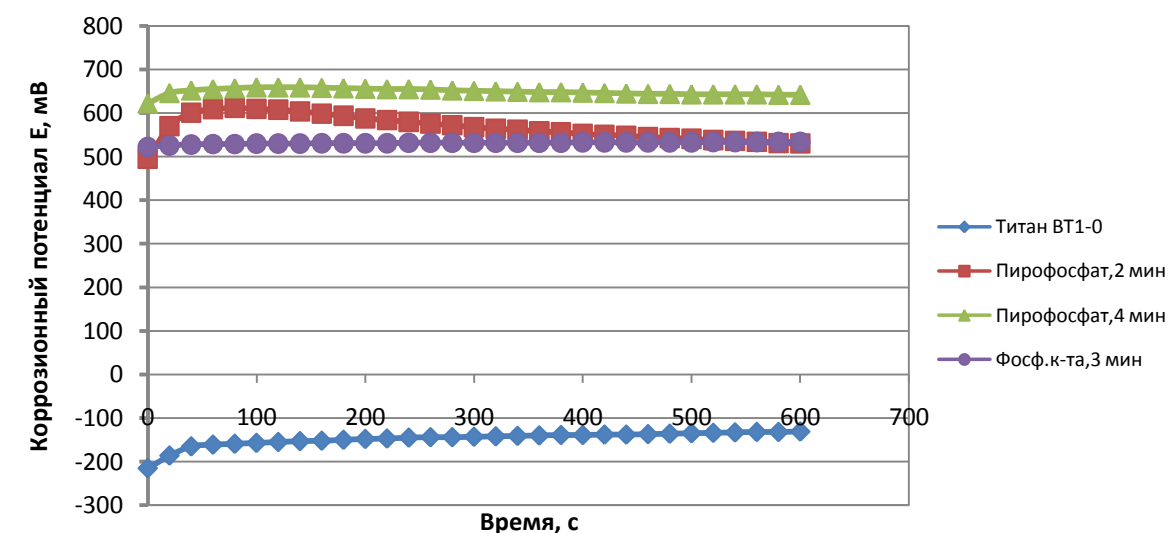


Рис. 2. Изменение коррозионного потенциала

Коррозионные потенциалы всех оксидированных образцов значительно выше коррозионного потенциала титана VT1-0. Наилучшими коррозионными свойствами обладает образец, оксидированный в электролите на основе пирофосфата натрия в течение 4 мин (образец 2). Образцы 1 и 3 по своим коррозионным свойствам примерно одинаковы. Максимальный коррозионный потенциал покрытия на образце 2 объясняется его низкой пористостью.

В. Ф. БЕВЗА, Г. П. ГОРЕЦКИЙ

Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ НАН БЕЛАРУСИ»Государственное научное учреждение
«ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ НАН БЕЛАРУСИ»

Могилев, Минск, Беларусь

Существенно повысить качество отливок и физико-механические и специальные свойства чугуна можно не только путем оптимизации химического состава, использованием качественных исходных материалов, совершенствованием технологии приготовления расплава и модифицирования, но также и за счет создания оптимальных условий кристаллизации и затвердевания металла и управления процессом структурообразования.

Чугун «нирезист» достаточно широко применяется для изготовления деталей оборудования, работающего в экстремальных условиях. Поэтому к нему предъявляется ряд специальных требований, основными из которых являются немагнитность и ростоустойчивость. В связи с этим, основной задачей настоящей работы было получение методом направленного затвердевания полых заготовок из чугуна «нирезист» с металлической матрицей, отвечающей требованиям по остаточной магнитной индукции ($B_r \leq 0,5$ мТл) и твердости чугуна (120-180 НВ) в литом состоянии. Такая постановка задачи на начальном этапе исследований была обусловлена тем, что в некоторых литературных источниках [1] утверждается: «если «нирезист» не проявляет магнитных свойств при комнатной температуре, а его твердость не превышает 180-190 НВ, то выполненные из него детали насоса гарантированно работоспособны при любых температурах». Другими словами, если получить аустенитную металлическую матрицу чугуна без цементита и продуктов распада аустенита в литом состоянии, то это автоматически должно решить задачу по обеспечению соответствия требованиям всех свойств чугуна, в том числе и ростоустойчивости при отрицательных температурах (минус 60 °С).

При проведении исследований использовали металлическую шихту, состоящую из литейных чугунов (ЛЗ; Л4) Косогорского металлургического завода, стального лома (Ст.3), никеля гранулированного (НЗ), лома меди (МЗ) и феррохрома (ФХ800).

Химический состав чугуна по основным элементам выдерживали в пределах, приведенных в табл. 1.

Локализация пластической деформации вблизи матрицы приводит к уменьшению объема упругой («мертвой») зоны с дефектами структуры. Упругая зона вблизи матрицы при обратной экструзии в несколько раз меньше по объему, чем при прямой экструзии. Поэтому поверхностные дефекты при обратной экструзии не могут накапливаться в «мертвой» зоне из-за ее малого объема, и переходят на поверхность прутка, ухудшая ее качество.

Применив обратную экструзию с увеличенным зазором между контейнером и пуансоном, можно избавиться от данного дефекта поверхности, направив структурные несовершенства в образующуюся вокруг пуансона «рубашку».

Для обратной экструзии дисперсно-упрочненных композиций на основе меди при диаметрах контейнера 66 мм и канала матрицы 16 мм оптимальная величина радиального зазора составила 0,085–0,110 мм.

При экструзии дисперсно-упрочненных сплавов на основе меди, для повышения технологичности процесса, применялись плоские матрицы, с углом конусности 90°. В плоских матрицах обжатие материала происходит в воронкообразном канале, образованном границей упругой («мертвой») и пластической зон. Так как экструзия производится до упора пуансона в матрицу, то все поверхностные дефекты, сосредоточенные в мертвой зоне, на заключительной стадии экструзии попадают во внутренние слои прутка. Причем, при прямой схеме экструзии, объем дефектной зоны, характеризующейся резким снижением физико-механических свойств, в 3–5 раз больше, чем при обратной схеме экструзии. Таким образом, при прямой экструзии в отходы необходимо удалять конец прутка составляющий 18–20 % от общей длины. При экструзии с «рубашкой» возможно сокращение объема дефектной зоны в 1,8–2,4 раза. Для прямой экструзии оптимальная величина радиального зазора составляет (0,11...0,13) мм, что позволяет снизить потери материала в 1,5–1,7 раза.

Характерной особенностью ДУКМ, получаемых экструдированием, является волокнистая макроструктура прутков. Волокнистое строение после обработки давлением образуется в материале, имеющем нерастворимые включения, которые в процессе деформации вытягиваются вместе с зернами в направлении деформации. Так как эти включения при нагревании не растворяются, они или продукты их разрушения сохраняют вытянутую форму и придают макроструктуре волокнистое строение, которое не устраняется даже при высоких температурах, имеющей место при последующей термической обработке. Волокнистость макроструктуры приводит к анизотропии механических свойств, что необходимо учитывать при разработке технологии штамповки и обработки резанием, а также при эксплуатации изделий.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ЭКСТРУЗИИ НА ОСОБЕННОСТИ
ДЕФОРМИРОВАНИЯ ДИСПЕРСНО-УПРОЧНЕННОЙ МЕДИ

А. И. ХАБИБУЛЛИН, Ф. Г. ЛОВШЕНКО

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Для изготовления ряда изделий электротехнической промышленности (типа электроконтактов, электродов контактной сварки, токоподводов, сопел) необходимо применение новых жаропрочных износостойких материалов на основе меди. Высокие эксплуатационные характеристики достигаются при использовании дисперсно-упрочненных композиционных материалов (ДУКМ), получаемых методом реакционного механического легирования.

Основные технологические этапы изготовления этих материалов включают в себя: реакционное механическое легирование; холодное прессование полученных дисперсно-упрочненных гранулированных композиций; термообработку гранулированных композиций; экструзию прутков требуемого профиля; формообразование заготовок методами горячей обработки давлением и, наконец, получение изделий с помощью механообработки.

На стадии экструзии дисперсно-упрочненных порошковых композиций обеспечивается окончательное формирование структур с ультрадисперсным и равномерным распределением упрочняющих фаз.

Основная схема напряженного состояния при экструзии – всестороннее неравномерное сжатие. Экструдирование характеризуется значительной неравномерностью свойств по сечению и по длине в результате неравномерности деформации. Степень неравномерности деформаций, а, следовательно, и свойств изделия зависит от следующих основных факторов: разницы температур контейнера, матрицы, пуансона и порошковой композиции; степени и скорости деформации; формы канала матрицы; физико-механических свойств экструдированной композиции; сил трения на поверхностях контакта инструмента и порошковой композиции; схемы экструзии; величины зазора между пуансоном и контейнером и пр.

Проведенные исследования показали, что при обратной схеме экструзии зона пластической деформации расположена в непосредственной близости матрицы, в остальном объеме брикета напряженное состояние близко к всестороннему равномерному сжатию и эта основная часть брикета деформируется упруго. Локализация деформаций вблизи матрицы уменьшает неравномерность деформаций, особенно по длине прутка, так как все поперечные слои деформируются одинаково.

Табл. 1. Химический состав образцов

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	P	S
3,23-3,04	2,37-2,25	0,60-0,65	1,26-1,33	13,3-14,8	6,43-6,21	0,093-0,082	0,028-0,029

Начальные исследования показали, что получаемые заготовки не соответствуют требованиям по структуре металлической матрицы, так как в ней имеется наличие продуктов распада аустенита и завышенное количество цементита. Это определило и несоответствие требованиям по твердости и величине остаточной магнитной индукции (B_r), которая превышала допустимую норму в несколько раз.

Комплекс проведенных исследований позволил определить основные технологические параметры процесса получения отливок с необходимыми свойствами по структуре металлической матрицы и твердости чугуна в литом состоянии. В результате заготовки, получаемые направленным затвердением, соответствовали требованиям по величине B_r ($<0,5$ мТл), твердости чугуна (160-175 НВ), количеству цементита ($<Ц4$), а также по форме и размерам графитовых включений. Однако требования по распределению этих включений выдерживаются не всегда. В некоторых случаях в структуре чугуна имеют место участки с междендритным пластинчатым графитом.

Следует отметить, что значения B_r чугуна в литом состоянии, находящиеся в пределах 0,12-0,20 мТл, сохраняются и после намагничивания образцов в сильном постоянном магнитном поле. Практически, неизменное значение B_r до и после намагничивания свидетельствует о том, что металлическая матрица чугуна состоит только из аустенита, и в структуре образцов отсутствуют продукты его распада.

Таким образом установлена возможность получения полых заготовок с заданной структурой и свойствами в литом состоянии из высоколегированного никелевого чугуна «нирезист» методом направленного затвердения при высокой скорости его кристаллизации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арзамасов, В. Б. Кафедра – создатель перспективных материалов и технологий / В. Б. Арзамасов, А. Н. Волчков, А. В. Шлыкова // Автомобильная промышленность. – 2005. – № 3. – С.3–9.

УДК 621.74.047
РОСТОУСТОЙЧИВОСТЬ АУСТЕНИТНОГО НИКЕЛЕВОГО ЧУГУНА
«НИРЕЗИСТ» ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

В. Ф. БЕВЗА, В. П. ГРУША

Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ НАН БЕЛАРУСИ»
Могилев, Беларусь

В последние годы достаточно остро встала задача повышения ресурса работы деталей, эксплуатируемых в неблагоприятных и сложных условиях [1]. В связи с этим, изыскание средств и методов существенного повышения служебных характеристик чугунов со специальными свойствами, в том числе высоколегированного чугуна «нирезист», является актуальной задачей.

Целью работы было получение полых заготовок из чугуна «нирезист» направленным затвердением и исследование ростоустойчивости, остаточной магнитной индукции и его твердости после обработки холодом.

Исследования проводили с использованием металлической шихты на основе литейных чугунов Косогорского металлургического завода (КМЗ), стального лома и легирующих элементов.

В результате проведенных исследований была решена задача осуществления процесса литья полых заготовок методом направленного затвердения. Были получены образцы с аустенитной металлической матрицей ($B_r < 0,5$ мТл) и твердостью (84-88 HRB), что соответствует техническим требованиям (табл. 1, образцы серии Н 9).

Однако, несмотря на то, что образцы серии Н9 в литом состоянии были немагнитными, они оказались не ростоустойчивыми и после обработки холодом при температуре минус 60 °С в течение одного часа увеличили свои размеры на 0,56–0,74 %, что недопустимо по техническим требованиям. Причем, величина B_r , измеренная после обработки холодом до намагничивания образцов, практически не отличалась от значения этого параметра до обработки холодом. Вместе с тем, после намагничивания величина B_r увеличилась в десятки раз. Это говорит о том, что в составе металлической матрицы появилась ферромагнитная фаза. Причем, вместе с увеличением остаточной магнитной индукции значительно выросла и твердость чугуна – на 13,0–23,6 %.

Следующий цикл исследований был проведен на «базовом» легированном чугуне производства ЗАО «Подольский завод специального литья» (ПЗСЛ), химический состав которого по основным элементам был выдержан в рекомендованных нами пределах и соответствовал химсоставу заготовок, полученных на шихте, основанной на литейных чугунах КМЗ.

Эксперименты, проведенные на чугуне производства ПЗСЛ показали, что в образцах отливок, полученных на этом чугуне по той же технологии

пают сплавам на основе никеля. Стоимость же их, как ожидается, будет в несколько раз ниже стоимости никелевых порошков.

В связи с прослеживаемой перспективностью применения данных материалов, в Белорусско-Российском университете были проведены исследования по возможности получения порошковых материалов приведенных систем технологией реакционного механического легирования и газотермических покрытий из них.

В ходе выполненных работ, были получены порошки, стехиометрический состав которых соответствует интерметаллидам Fe_3Al и $FeAl$, а их свойства удовлетворяют всем технологическим требованиям, предъявляемым к порошкам для газотермического напыления.

Опытным путем установлены оптимальные режимы работы оборудования, а так же определено влияние основных факторов обработки материала на структуру и свойства получаемых композиций. При этом во всем диапазоне варьирования параметрами обработки прослеживались четкие зависимости влияния изменений режима на структуру и свойства порошка, при 100 % воспроизводимости всех экспериментов.

Как теоретическими расчетами, так и практическими исследованиями было установлено, что все разработанные композиционные порошковые материалы обладают значительным экзотермическим эффектом. Покрытия из них имеют высокую прочность сцепления с основой и низкую пористость. Напыление разработанных материалов показало, что технологический процесс нанесения покрытий из таких порошков существенно не отличается от процесса напыления стандартных порошковых материалов на металлической основе.

Испытаниями полученных покрытий было установлено, что их износостойкость в 1,3–1,4 раза выше износостойкости покрытий из материала ПН8Ю15, а твердость выше твердости эталона более чем на 30 %.

По результатам проведенных исследований была напылена опытная партия деталей, которые прошли апробацию в производственных условиях. По результатам испытаний можно сделать вывод о хорошей работоспособности покрытий и целесообразности их использования с целью упрочнения и восстановления деталей машин.

УДК 621.9
 ТЕРМОРЕАГИРУЮЩИЕ ГАЗОТЕРМИЧЕСКИЕ ПОРОШКИ
 НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА

А. С. ФЕДОСЕНКО, А. М. СТАРОВОЙТОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
 «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 Могилев, Беларусь

Газотермическое напыление является одной из эффективных технологий получения функциональных покрытий на рабочих поверхностях деталей машин. При этом покрытия могут наноситься как с целью повышения физико-механических и эксплуатационных свойств новых деталей, так и для восстановления работоспособности и продления срока службы при ремонте.

При нанесении покрытий газотермическими способами, ключевым фактором, влияющим на весь комплекс свойств получаемого слоя, является состав и свойства наносимого материала в качестве которого, как правило, используют порошки. В настоящее время на предприятиях республики широкое применение находит порошковый материал на основе никеля ПН85Ю15 (85 %Ni+15 %Al). Покрытия из данного порошка имеют высокую прочность сцепления с основой, являются достаточно пластичными и не склонны к растрескиванию и отслоению, обладают хорошей твердостью и износостойкостью, а так же работоспособностью при высоких температурах и в атмосфере многих агрессивных сред. Такому комплексу свойств материал обязан никелевой основе. В тоже время большое количество никеля делает его очень дорогостоящим.

Зачастую, при нанесении покрытий с целью упрочнения или защиты поверхности, а так же при ремонте деталей, отсутствует необходимость в материалах со столь высоким комплексом свойств, а, следовательно, нет и необходимости в использовании столь дорогостоящих порошков. Таким образом, создание материалов, обладающих хорошим комплексом физико-механических и эксплуатационных свойств и изготавливаемых из более дешевых и доступных компонентов, является актуальной задачей, решение которой позволит снизить затраты на ремонт и существенно расширить номенклатуру восстанавливаемых и упрочняемых деталей.

Среди порошковых материалов на основе металлов и сплавов, в этом отношении, наибольший интерес представляют порошки на базе железа, среди которых стоит отметить композиции систем Fe-Al и Fe-Al-Cr. Материалы данного состава обладают высоким значением твердости и износостойкости, имеют хорошую коррозионную стойкость, а так же способны работать в ряде газовых сред при повышенных и высоких температурах. При работе в температурном интервале до 500 °С они, зачастую, не усту-

как и в предыдущих экспериментах, значения твердости и остаточной магнитной индукции после обработки холодом остались на том же уровне, что и до обработки холодом. При этом изменение размеров образцов равно нулю, т.е. чугун обладает ростоустойчивостью при температуре минус 60 °С (табл. 1, образцы серии Н 16).

Табл. 1. Ростоустойчивость, остаточная магнитная индукция (B_r) и твердость образцов, полученных на различных исходных шихтовых материалах

№ пп	Шифр образцов	Изменение размера, %	*Остаточная магнитная индукция B_r , мТл		Твердость, HRB	
			до обработки холодом	после обработки холодом	до обработки холодом	после обработки холодом
шихта – на основе литейных чугунов КМЗ						
1	Н9-9-1	0,61	0,19-0,20	$\frac{0,10-0,12}{1,69-2,57}$	86-87	96-97
2	Н9-9-2	0,74	0,12-0,13	$\frac{0,12-0,13}{2,35-3,50}$	84-87	96-98
3	Н9-9-4	0,56	0,15-0,18	$\frac{0,11-0,13}{2,10-3,10}$	85-88	105-107
шихта – «базовый» чугун производства ПЗСЛ						
4	Н16-1-1	0,00	0,10-0,12	$\frac{0,12-0,13}{0,14-0,15}$	80-83	80-82
5	Н16-1-2	0,00	0,10-0,12	$\frac{0,12-0,14}{0,13-0,15}$	82-83	81-83
6	Н16-1-3	0,00	0,10-0,12	$\frac{0,13-0,13}{0,13-0,14}$	80-83	81-83

* числитель – до намагничивания, знаменатель – после намагничивания

Таким образом, доказана возможность получения высококачественных заготовок из чугуна «нирезист» методом направленного затвердевания при высокой скорости кристаллизации. Материал заготовок соответствует требованиям по структуре и металлической матрице, механическим и специальным свойствам. Существенное значение для обеспечения ростоустойчивости чугуна имеют исходные шихтовые материалы. При практически, одинаковом химическом составе чугуна по основным элементам использование различных шихтовых материалов приводит к получению различных результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Особенности производства литых деталей насосов из аустенитного чугуна с шаровидным графитом / Н. С. Гуцин [и др.] // Литейное производство. – 2008. – № 6. – С. 23–26.

М. А. БЕЛОЦЕРКОВСКИЙ, А. Н. ГРИГОРЧИК, В. А. КУКАРЕКО

Государственное научное учреждение
«ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

Метод газотермического напыления покрытий является одним из наиболее интенсивно развивающихся современных технологических способов восстановления изношенных деталей. Вместе с тем, до настоящего времени практически отсутствуют исследования триботехнических характеристик напыленных по различным технологиям слоев. В связи с этим, целью данной работы являлось изучение влияния структуры полученных различными способами проволоочных газотермических покрытий на их триботехнические свойства.

Газотермические покрытия были получены при помощи термораспылителей "ТЕРКО" и "АДМ-10", изготовленных в ОИМ НАН Беларуси с использованием методов газопламенного напыления покрытий (ГПН покрытие) и напыления методом активированной электродуговой металлизации (АДМ покрытие). Напыляемый материал покрытий – промышленная сталь 40X13 (проволока $\varnothing 2,0$ мм). Материал подложки – сталь Ст3. Скорость полета напыляемых частиц составляла: $100 \div 130$ м/с (ГПН покрытие) и $400 \div 500$ м/с (АДМ покрытие). Толщина покрытий – $0,6-0,8$ мм.

Металлографические исследования проводились на оптическом микроскопе «Альтами МЕТ 1МТ». Рентгеноструктурный анализ (дифрактометр ДРОН-3.0, монохроматизированное CoK_α излучение, $V=30$ кВ, $I=10$ мА) использовался для исследования фазового состава слоев. Триботехнические испытания образцов покрытий проводились на трибометре АТВП, оснащенный специально разработанным устройством для определения коэффициента трения. Испытания осуществлялись по схеме возвратно-поступательного движения контактирующих тел при средней скорости взаимного перемещения $\cong 0,1$ м/сек в условиях сухого трения. Удельная нагрузка испытаний составляла $1,5$ МПа. В качестве контртела использовалась пластина, изготовленная из закаленной стали 60Г ($HV=7800-8000$ МПа). Испытываемые образцы имели форму прямоугольной призмы с размерами $5 \times 6 \times 8$ мм. Твердость по Виккерсу измерялась при нагрузке 300 Н. Содержание оксидов в покрытии определялось металлографически с использованием метода секущих.

Твердость напыленных АДМ и ГПН покрытий из проволоочной стали 40X13 составляла 3500 и 2500 МПа соответственно. Фазовый состав по-

– вязкость накладного стекла в интервале температуры $700-850$ °С должна быть ниже, чем у основного, для обеспечения надежного сцепления накладки с основным стеклом;

– температуры трансформации обоих стекол и температурные коэффициенты линейного расширения (ТКЛР) должны быть близки, во избежание возникновения напряжений при охлаждении изделий.

Экспериментальные составы накладных стекол проектировались в системе $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{RO}(\text{CaO}, \text{BaO}, \text{ZnO})-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$. В качестве сырьевых материалов использовались кварцевый песок, карбонаты бария и кальция, цинковые белила, бура, сода кальцинированная, красящие компоненты, обеспечивающие при совместном введении пурпурный, зеленый и красный цвета накладе. Плавкость опытных стекол оценивалась по методу А.Н. Даувальтера.

Нанесение накладки в лабораторных условиях показало, что наилучшие результаты по адгезии с основным стеклом, растеканию и окраске обеспечивали составы с величиной коэффициента плавкости $C=122-125$ (по А.Н. Даувальтеру), что существенно выше плавкости хрусталя ($C=103$). При меньшей плавкости накладка распределялась неравномерно по подложке с явственной границей по поверхности раздела стекол. При более высоких значениях плавкости наблюдалось изменение окраски (просветление) накладки, вследствие малой толщины окрашенного слоя (сильное растекание). Следует отметить неожиданный факт, обнаруженный в ходе исследования, согласование ТКЛР основного и накладного стекла не играет ведущей роли, как это наблюдается в случае сочетания керамических материалов со стекловидными (глазурирование керамических изделий), возможно, вследствие близкой химической природы сочетаемых материалов, а также небольшой толщины накладного слоя и его эластичности. Разность значений ТКЛР накладного и основного слоев в $(10-14) \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ не вызывала в изделии значительных напряжений после отжига, что подтверждено при испытании накладки по методу «кольца».

Напротив, значительная разница в температуре стеклования сочетаемых стекол, приводила к появлению трещин, отслаиванию накладки. Установлено, что разница T_g накладного и основного слоев не должна превышать $30-35$ °С, что в данном случае обеспечивалось повышенным содержанием СаО в составах накладного стекла.

Таким образом, в результате проведенной работы получены экономичные составы накладных стекол (стоимость шихты в $1,6$ раза ниже в сравнении с промышленным составом), согласованные по свойствам как с промышленным составом свинцового хрусталя, так и с ранее разработанными составами бессвинцовых хрустальных стекол.

И. М. ТЕРЕЩЕНКО, А. П. КРАВЧУК, К. А. ЕФРЕМОВ

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

В последнее время все большее распространение получает способ декорирования изделий из хрусталя путем нанесения на их поверхность тонкого слоя цветного стекла (наклад). Сочетание окрашенных участков поверхности изделия с бесцветными зонами, получаемыми путем сошлифовывания наклада с последующим полированием придает изделиям повышенную декоративность, обеспечивая накладному хрусталу высокий покупательский спрос. Требования к составам накладного стекла многообразны: способность к окрашиванию стекол в желаемые цвета, высокий блеск поверхности, высокий показатель преломления, адаптация к свойствам хрусталя во избежание проблем при охлаждении накладных изделий после формования и др. Эти свойства определяются составом стекла и окрашивающих смесей. По уровню требований данный тип стекол приближается к стеклам, имитирующим драгоценные камни.

Традиционно перечисленные свойства достигаются за счет введения в состав стекла не менее 30 мас.% оксида свинца и повышенного количества оксидов щелочных металлов ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$)>16,0 мас.%, дополнительно в шихту вводятся красители для получения требуемого колера. Однако известно, что варка высокосвинцовых стекол осложняется улетучиванием соединений свинца, относящихся к веществам I класса опасности и склонностью расплавов к свилеобразованию. В этой связи, производство, обработка и применение свинцовых стекол являются в настоящее время весьма проблематичными. Повышение требований к охране труда и экологии среды инициируют синтез стекол, не содержащих PbO, однако обладающих тем же уровнем свойств. Именно снижение содержания оксида свинца в составах накладных стекол являлось основной задачей проводимых исследований.

Проведенный предварительно анализ данных литературы и научный опыт позволили установить следующие принципы проектирования составов накладных стекол:

– накладное стекло должно быть более легкоплавким, чем основное, что обеспечивает его растекание тонким слоем (0,1–0,2 мм) по поверхности изделия;

крытий включал: α -фазу (мартенсит), γ -фазу (аустенит), оксиды Fe_3O_4 и $0\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ (в следах) и оксид FeO. В напыленных АДМ слоях отмечается относительно высокая концентрация оксидов, достигающая уровня значений 20–25 об. %. Содержание оксидов в ГПН покрытиях не превышает 5–7 об. %. Отличительной особенностью напыленных слоев из стали 40X13 является присутствие в них значительных количеств остаточного аустенита. При этом в ГПН покрытиях содержание остаточного аустенита составляет ≈ 40 об.% и существенно превышает содержание γ -фазы в АДМ слое (≈ 15 об. %). Повышенное содержание в покрытиях из стали 40X13 метастабильного остаточного аустенита связано с его термической стабилизацией при напылении, а также с изменением химического состава.

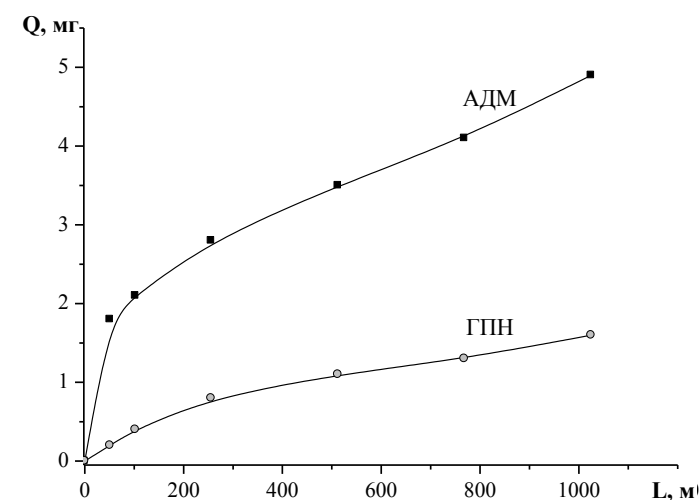


Рис. 1. Зависимости массового износа газотермических покрытий от пути трения (трение без смазочного материала, $p=1,5$ МПа)

Результаты триботехнических испытаний покрытий из проволоочной стали 40X13 представлены на рисунке и в таблице. Можно видеть, что ГПН покрытия из проволоочной стали 40X13, несмотря на их пониженную твердость, отличаются существенно более высокой износостойкостью по сравнению с АДМ покрытиями. Данные рентгенофазового анализа свидетельствуют о распаде метастабильного остаточного аустенита в поверхностных слоях покрытий при трении. При этом микротвердость поверхностных слоев ГПН покрытия возрастает до 6500–7000 МПа, а АДМ покрытия – до 5500 МПа. Сделано заключение, что повышенная износостойкость газопламенных покрытий из стали 40X13 обусловлена деформационным $\gamma \rightarrow \alpha$ превращением метастабильного аустенита в поверхностных слоях покрытий при трении (табл. 1). При этом с повышением содержания метастабильного аустенита в покрытии возрастает его износостойкость.

Табл. 1. Твердость и триботехнические характеристики напыленных по различным технологиям газотермических покрытий из стали 40X13

Режим нанесения покрытия	Твердость HV, МПа	Интенсивность изнашивания, мг/м	Коэффициент трения	Удельная работа изнашивания, МДж/см ³
АДМ	3500	$4,5 \cdot 10^{-3}$	0,9-1,0	50
ГПН	2500	$1,6 \cdot 10^{-3}$	0,9-1,0	230

О. В. БОЙПРАВ, М. Р. НЕАМАХ, Р. Т. АЛЬ-САИДИ

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»

Минск, Беларусь

Структура современных регулируемых электроприводов, на основе которых создается электрооборудование для различных отраслей промышленности, включает в себя преобразователи частоты, выполняющие функцию управления и являющиеся источником мощных радиопомех. Вследствие этого, на производстве весьма актуальным является вопрос принятия мер, направленных на ограничение помехоэмиссии с целью обеспечения электромагнитной совместимости рабочего оборудования. К комплексу данных мер, в первую очередь, относится использование экранирующих электромагнитное излучение (ЭМИ) материалов, обладающих низкими значениями коэффициентов ослабления, отличающихся технологичностью, прочностью и малыми массогабаритными параметрами. Этими свойствами можно охарактеризовать материалы композиционного типа, создание и исследование экранирующих свойств которых представляло собой цель настоящей работы.

Для изготовления образцов были взяты металлическая сетка с размером ячейки 2×2 мм, силикон (как связующее) и шлам очистки ваграночных газов (ШОВГ) двух типов (как наполнитель). ШОВГ первого типа имеет размер фракций 5 мкм, второго типа – 25 мкм.

ШОВГ представляет собой порошкообразные соединения оксидов железа, кремния, кальция, натрия, магния и т.д. Он характеризуется низкой стоимостью, высокой технологичностью, большими значениями магнитной проницаемости μ'' , которая позволяет обеспечить лучшее согласование поглощающего слоя со средой распространения ЭМИ.

Всего в рамках работы было изготовлено четыре образца. Образцы № 1 и № 2 представляют собой закрепленный в силиконе (60 % масс.) ШОВГ с размером фракций 5 мкм и 25 мкм соответственно (40 % масс.). Образцы № 3 и № 4 по составу аналогичны образцам №1 и №2, но включают в свою структуру металлическую сетку. Толщина полученных материалов равна 10 мм. Исследование их экранирующих характеристик проводилось в частотном диапазоне 8...12 ГГц. В нем осуществляют свою работу печи для термообработки металлов, электросварки и т.д.

Установлено, что значения коэффициентов отражения изготовленных без использования металлической сетки материалов и с ее использованием

на начальном участке ближнего ИК диапазона длин волн 750–1350 нм СКЯ лавра преобладает по сравнению с хной на величину в среднем 0,04, а в оставшейся части диапазона 1350–2400 нм – хна с максимальной величиной 0,13 на длине волны 2360 нм.

Степень поляризации для обоих материалов возрастает с увеличением угла наблюдения в видимом диапазоне длин волн и при угле 65° максимальное значение СКЯ составляет 0,09 для хны и 0,25 для лавра. При этом на всех графиках в полосе поглощения хлорофилла имеется заметное увеличение степени поляризации, имеющее значения 0,06 для хны и 0,18 для лавра. Низкая степень поляризации, по отношению к аналогичному параметру для растительности, объясняется отсутствием кутикулы у сухих лавра и хны, за счет чего обеспечивается преобладание диффузной компоненты в спектре рассеяния. В ближнем ИК диапазоне влияние угла наблюдения на степень поляризации у обоих материалов не наблюдается.

Композитные материалы на основе данных органических наполнителей характеризуются значениями СКЯ, изменяющимися в пределах 0,06...0,70 в видимом диапазоне длин волн и 0,12...0,95 в ближнем ИК диапазоне длин волн при увеличении угла наблюдения с 5° до 65°. Увеличение объемного содержания порошкообразного наполнителя с 20 % до 30 % в таких композитах, позволяет обеспечить снижение значения СКЯ на 0,15 при углах визирования 25° и 45°. Поляризация отраженного излучения видимого диапазона для композитов, содержащих органические включения порошкообразного лавра и мелкодисперсной хны, наблюдается при углах наблюдения 25°, 45° и 65°, значения которой изменяются в пределах 0,1...0,7. Наибольшие значения степени поляризации наблюдаются в полосах поглощения хлорофилла. В ближнем ИК диапазоне значения степени поляризации увеличиваются с ростом угла наблюдения и находятся в пределах 0,12...0,90.

Таким образом, СКЯ порошкообразного лавра и мелкодисперсной хны имеет сходство с СКЯ растительности. Полученные композиты диффузно рассеивают электромагнитное излучение видимого и ближнего ИК диапазонов длин волн. Изменение объемного содержания порошкообразного материала в композите с 20 % до 30 % позволяет управляемо изменять СКЯ и степень поляризации получаемых материалов. Увеличение объемного содержания порошкообразных лавра и хны в композите более 30 % является не целесообразным, что обуславливается менее развитой поверхностью таких материалов и, как следствие, значительным снижением прочностных характеристик материала.

Д. В. СТОЛЕР, М. М. Х. АВСИ, Т. В. БОРБОТЬКО

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
Минск, Беларусь

Для формирования покрытий с требуемыми значениями спектрально-поляризационных характеристик могут применяться композиционные материалы, которые в зависимости от концентрации, размеров частиц порошкообразного наполнителя обеспечат необходимое рассеяние электромагнитного излучения оптического диапазона.

Целью настоящей работы является исследование зависимостей спектрально-поляризационных характеристик композиционных материалов от различных концентраций органического наполнителя, в качестве которого были использованы порошкообразные хна и лавр.

Процесс изготовления образцов исследуемых материалов заключался в смешивании порошкообразной и связующей компонент в определенных пропорциях до образования однородной массы с последующей сушкой при комнатной температуре. Для создания композиции использовался прозрачный силикон. Композитные материалы изготавливались с объемным содержанием порошкообразного наполнителя 20 % и 30 %.

Исследование образцов материалов выполнялось в видимом и ближнем инфракрасном (ИК) диапазонах длин волн 400...2400 нм. Для этой цели был использован спектрометр ПСР-02, который позволяет регистрировать спектральную плотность энергетической яркости (СПЭЯ) отраженную от образцов, а при использовании поляризационной насадки – СПЭЯ при различных положениях оси поляроида. В качестве источника света применялась галогеновая лампа КГМ-250. Угол падения коллимированного пучка света на исследуемый объект составлял 45°, а углы наблюдения – от 5° до 65°. В поляризационной насадке использовалось три положения оси поляроида относительно вертикальной плоскости: 0°, 45° и 90°. Полученные данные использовались для вычисления спектрального коэффициента яркости (СКЯ) и степени поляризации.

В видимом диапазоне длин волн 400...750 нм для угла наблюдения 65° наибольшим значением СКЯ характеризуется хна, который составляет 0,47 на длине волны 600 нм. На длинах волн 550...650 нм СКЯ исследуемых материалов имеет локальное увеличение до 0,35 для лавра и 0,47 для хны, что свидетельствует о сохранении каратиноидов в лавре и хне. На на-

составляют соответственно –8...12 дБ и –6...8 дБ.

На рис. 1. представлены частотные зависимости коэффициентов 8–12 дБ ослабления ЭМИ полученными образцами.

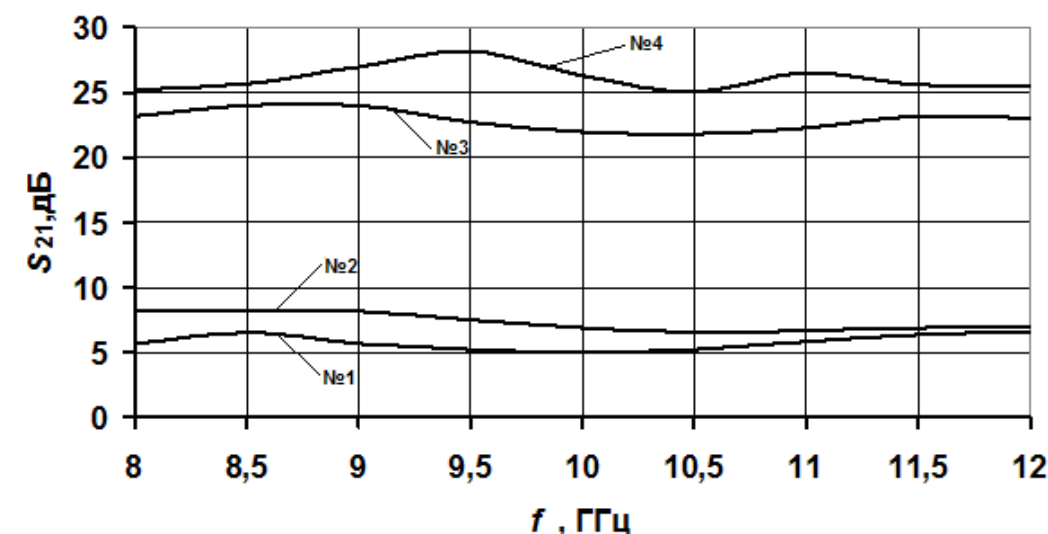


Рис. 1. Частотные зависимости коэффициентов ослабления ЭМИ

На основе анализа результатов выявлено, что включение в состав композиционного материала металлической сетки способствует увеличению его эффективности экранирования ЭМИ на 15 дБ, при возрастании значения коэффициентов отражения в среднем на 4 дБ. Большей эффективностью обладают экраны, изготовленные на основе ШОВГ с размером фракций 25 мкм.

Размер фракций влияет на величины удельного электрического сопротивления, магнитной и диэлектрической проницаемостей порошкообразных соединений оксидов металлов: при возрастании размера фракций – возрастает значение магнитной проницаемости материалов подобного типа, и как следствие, повышается уровень магнитных потерь энергии ЭМИ. Кроме того, с увеличением размера фракций увеличивается размер диэлектрического слоя между ними, и повышается диэлектрическая проницаемость материала, ведущая к росту диэлектрических потерь энергии ЭМИ. Эти явления объясняют улучшение эффективности экранирования материалами, изготовленными на основе ШОВГ с большим размером фракций.

Таким образом, изменяя размер фракций ШОВГ, можно варьировать значениями коэффициентов передачи и отражения изготавливаемых на их основе композиционных экранов ЭМИ. Включение в структуру таких материалов металлической сетки способствует, наряду с повышением эффективности экранирования, увеличению их прочности при незначительном изменении гибкости. Это позволяет достичь улучшения эксплуатационных свойств данных конструкций.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ
ТЕХНОЛОГИИ ГОРЯЧЕЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ ТОЧНЫХ
ПОКОВОК ЛИМИТИРОВАННОЙ МАССЫ

А. Т. ВОЛОЧКО, А. П. ЛАСКОВНЕВ, А. А. ШЕГИДЕВИЧ

Государственное научное учреждение
«ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

В развитии современного машиностроения определяющими тенденциями являются: повышение технических характеристик механизмов и машин на основе внедрения новых конструкционных материалов с повышенными эксплуатационными свойствами, уменьшение массы и металлоемкости изделий, применение энерго- и ресурсосберегающих технологий. Одной из наиболее ответственных и массовых деталей машиностроения является изделие типа шатун. Такие детали широко применяются в различных отраслях промышленности, в частности при производстве компрессоров и двигателей внутреннего сгорания (ДВС).

Среди методов получения таких деталей, в зависимости от их размеров, нагрузочно-скоростных условий работы, используют как способы литья (кокильное литье, литье под давлением и др.), так и способы обработки металлов давлением (ковка, облойная штамповка и др.).

В качестве материалов для такого типа изделий могут быть использованы сплавы на основе алюминия, меди, железа, титана и др.

Алюминиевые сплавы благодаря ряду ценных свойств: малому удельному весу, высокой коррозионной стойкости, усталостной прочности, возможности варьирования твердостью в широких пределах, а также экономической привлекательности, являются достаточно перспективными и в настоящее время широко используются для маломощных компрессоров. Для работы на трение в них запрессовываются подшипники скольжения из бронз и бабитов.

В ФТИ НАН Беларуси имеется опыт по получению монолитных шатунов из композиционного алюминиевого материала (КАМ), выполняющего одновременно и функцию несущей способности пары трения.

Остановимся на примере получения алюминиевого шатуна взамен стального для компрессоров высокофорсированных ДВС. Такая замена позволяет повысить технические характеристики компрессора, уменьшить его себестоимость. Среди процессов получения заготовок алюминиевого шатуна можно выделить литье под давлением, штамповка в открытом и закрытом штампе (рис.1).

слитки стали той же марки с близким химическим составом, полученными по заводской технологии.

Для исследования микроструктуры в Институте технологии металлов НАН Беларуси из трещ были вырезаны образцы. После их шлифовки, полировки и травления двухпроцентным раствором азотной кислоты структуру микрошлифов исследовали методом металлографического сравнительного анализа с помощью аппаратно-программного комплекса на базе микроскопа «Carl Zeiss AxioTech vario». Микроструктура термообработанных образцов, полученных по опытной и обычной заводской технологиям, представлена на рисунке. Установлено, что ввод РМ в жидкую сталь в количестве 0,4 % от веса металла в ковше, позволил измельчить размер зерна в 3...4 раза.

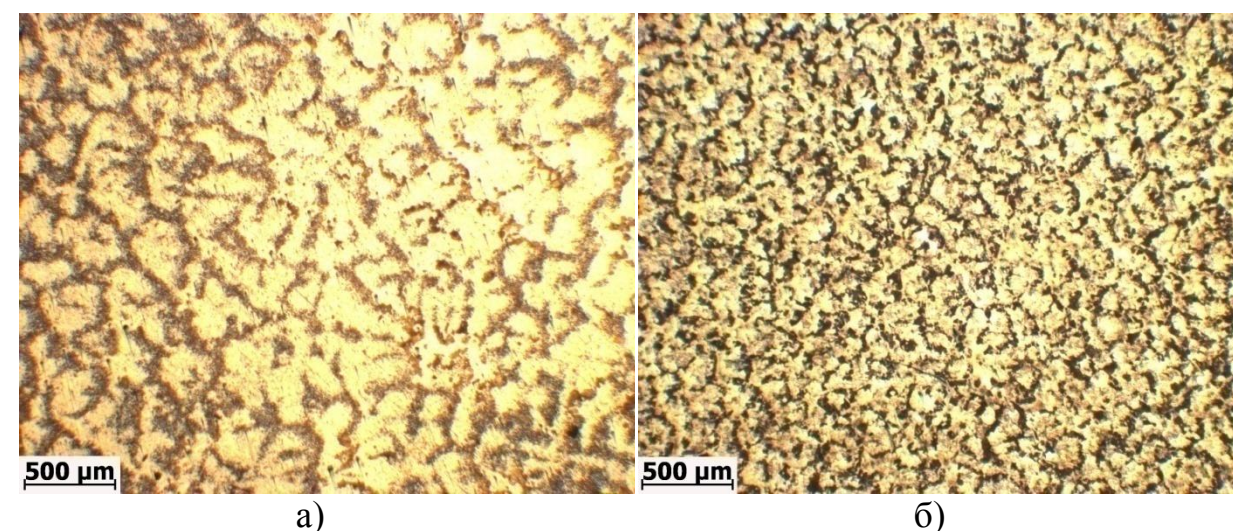


Рис. 1. Микроструктура нормализованных образцов из стали 35Л: а – обычная заводская; б – обработанная РМ

Таким образом, раскислитель-модификатор, полученный из железосодержащих отходов методом алюмотермического восстановления, является недорогим и перспективным материалом, позволяющим повысить качество сталей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гутев, А. П. Исследование возможности металлотермии сильно окисленных железосодержащих отходов для получения стальных слитков / А. П. Гутев, В. Ю. Стеценко, Р. В. Коновалов // Современные методы и технологии создания и обработки материалов: материалы VI междунар. науч.-техн. конф. – Кн.3. – Минск: ФТИ НАН Беларуси, 2011. – С. 26–28.
2. Стеценко, В. Ю. Металлотермическая переработка стружки алюминиевых сплавов, окалины и доменного присада / В. Ю. Стеценко // Литье и металлургия, 2011. – № 3(62) – С.176–177.

В. Ю. СТЕЦЕНКО, А. И. РИВКИН, А. П. ГУТЕВ

Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ НАН Беларуси»
Могилев, Беларусь

В настоящее время на литейных и металлургических предприятиях Беларуси скапливаются отходы в виде железосодержащей окалины, доменного присада и алюминиевой стружки, которые практически не используются и не утилизируются. Металлотермическое восстановление позволяет перерабатывать сильно окисленные железосодержащие отходы и стружку алюминиевых сплавов в металлические слитки за счет тепла, выделяющегося во время реакции [1, 2].

В институте технологии металлов НАН Беларуси разработан способ получения металлических слитков методом алюмотермического восстановления. Для этой цели используются только отходы производства: доменный присад, железосодержащая окалина и стружка алюминиевых сплавов. Была найдена их оптимальная пропорция в металлотермической смеси, позволяющая получать металлические слитки с выходом годного 50...55 %. При этом образуется плавный корунд или корундовый шлак, который также можно использовать для различных технических целей, например, для получения абразивов. Высокая температура экзотермической реакции без подвода тепла извне (2000 °С) позволяет легировать расплавленный металл и получать модифицирующие сплавы. Таким способом был получен раскислитель-модификатор (РМ) для стали, содержащий 30 % алюминия. Он значительно тяжелее алюминиевых слитков, используемых для раскисления стали. Поэтому коэффициент полезного действия РМ будет выше, чем у чистого алюминия.

Промышленное испытание РМ осуществляли в условиях действующего производства ОАО «БелАЗ» при получении стали марки 35Л. Плавку проводили в электропечи ДСП-6. РМ вводили в промежуточный 6-тонный ковш под струю металла в виде двух слитков, общим весом 24 кг, полностью заменив алюминий, необходимый для раскисления жидкой стали.

Плавка с внепечной обработкой, включающей обработку РМ, маркировалась 3-676, а сравнительная плавка по обычной заводской технологии – 3-574. Из опытных плавков были отобраны образцы в виде трэф. Для проведения исследования образцы подвергли нормализации по режиму: 150 минут при 915 °С с последующим отпуском (после 600 °С на воздухе). Химический состав стали 35Л, обработанной РМ, в %: С – 0,32; Si – 0,34; Mn – 0,55; P – 0,013; S – 0,026; Cr – 0,20; Ni – 0,30. Для сравнения выбрали

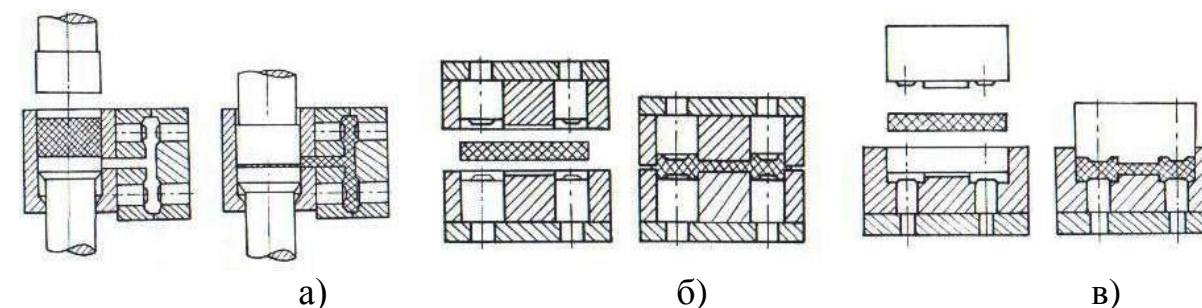


Рис. 1. Схема получения изделий шатуна из КАМ различными методами: а – литье под давлением; б – открытая штамповка; в – закрытая штамповка

Для получения алюминиевых изделий твердостью 140–165 НВ методом штамповки с последующей термообработкой, необходимы заготовки из КАМ. В качестве основы КАМ, в наиболее полной мере подвергающихся штамповке, предложены высокопрочные сплавы с содержанием меди до 3 %, магния до 2,5 %, цинка до 9 %, кремния до 0,1 %, марганца до 0,1 %, которые легко деформируются без нарушения сплошности, или литейные на основе силуминов, подвергнутых специальной модифицирующей обработке. Использование точных заготовок с добавками дисперсных частиц углерода, SiC, Al₂O₃ и других компонентов позволяет существенно улучшить процесс штамповки в закрытом штампе при скорости течения металла 1–4 м/с.

Однако данные технологии не применяются для производства шатунов больших размеров для ДВС. Основными методами изготовления такого типоразмера деталей являются ковка и облойная штамповка стальных заготовок. Данные методы имеют ряд недостатков: увеличенный расход металла, весьма не точные поковки, что является причиной значительного разброса по массе. Предлагается в рамках инвестиционного проекта переход с традиционных технологий на безоблойную штамповку в закрытых штампах поковки шатунов для трехцилиндровых двигателей, что позволит значительно увеличить коэффициент использования металла за счет исключения отхода в облой и минимизации припусков, а также уменьшить число переходов. Разработана технология получения поволоков с высокими точностными параметрами необрабатываемых поверхностей путем безоблойной закрытой штамповки с использованием схемы неравномерного всестороннего сжатия при компенсационном истечении избытка металла в зоны последующей механической обработки, а в перспективе и снижение их массы за счет применения новых материалов на основе алюминия, при сохранении прочностных и других свойств изделия. Разработка энерго- и ресурсосберегающей технологии изготовления поволоков этой группы деталей позволит распространить ее на другие типы (размеры) поволоков шатуна.

УДК 621.785
ПРИМЕНЕНИЕ ЛЕГИРОВАНИЯ И ЦЕМЕНТАЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ
СВОЙСТВ ПОРОШКОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Т. В. ВЫСОЦКИЙ, В. Т. ВЫСОЦКИЙ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Широкому применению порошковой металлургии для изготовления конструкционных деталей, в значительной мере, препятствуют недостаточно высокие физико-механические свойства спеченных материалов на основе железного порошка. Их повышение может быть достигнуто легированием и химико-термической обработкой (ХТО). При этом особого внимания заслуживают методы, способствующие не только поверхностному, но и объемному упрочнению спеченных изделий – цементация и нитроцементация. Однако процесс цементации спеченных материалов в настоящее время изучен еще недостаточно.

Исследован процесс цементации железа и материалов на его основе, легированных отдельно и в комплексе хромом, молибденом, никелем, марганцем, кремнием, фосфором, медью. Цементацию проводили в древесно-угольном карбюризаторе при температурах 900–1100 °С в течение 3–9 ч. Легирование осуществляли введением в порошок основы порошков легирующих элементов и их механическим смешиванием. Легирующие элементы вводили как в чистом виде, так и в виде соединений и ферросплавов. Концентрация элементов составляла от 0,2 до 3,0 процентов.

Образцы получали прессованием в стальных пресс-формах, плотность материалов составляла 85 % от теоретической. Спекание образцов осуществлялось по двум вариантам:

- совмещенный – цементации подвергали образцы непосредственно после прессования;
- отдельный – цементации подвергали образцы после прессования и спекания в среде диссоциированного аммиака при 1200 °С в течение 2 ч.

Изучали влияние легирования, режимов цементации и термической обработки на твердость, предел прочности, ударную вязкость, процессы гомогенизации.

В результате исследований установлено:

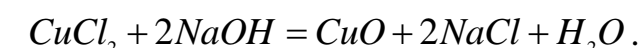
- цементированное порошковое железо можно применять для изготовления изделий простой формы и малых размеров; основным недостатком этого материала является низкая прокаливаемость и необходимость применения в качестве закалочных интенсивно охлаждающих сред (воды и водных растворов солей), что весьма нежелательно, так как в связи с нали-

УДК 621.74
ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ГАЛЬВАНИКИ НА ОСНОВЕ МЕДИ

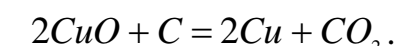
В. Ю. СТЕЦЕНКО, А. И. РИВКИН, А. П. ГУТЕВ
Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ НАН Беларуси»
Могилев, Беларусь

В настоящее время на предприятиях Республики Беларусь скапливается большое количество отходов гальваники на основе меди. Они представляют собой медную сетку, заполненную $CuCl_2$. При этом содержание хлора в этих отходах в среднем составляет 3 %. Медь, как известно, плавится при температуре 1083 °С, а соединение $CuCl_2$ разлагается с выделением токсичного хлора при температуре 933 °С. Это препятствует простому переплаву отходов гальваники на основе меди и способствует накоплению их в отвалах. В любом случае происходит загрязнение окружающей среды токсичными веществами.

Для разработки экологически безопасного процесса переработки отходов гальваники на основе меди был использован метод выщелачивания горячим раствором $NaOH$. При этом происходит реакция:



В результате в медной сетке образуется оксид меди, а хлор связывается в безопасную поваренную соль. После промывки и сушки медной сетки с CuO его подвергали карботермическому восстановлению под слоем древесного угля в индукционной печи по следующей реакции:



В результате получали слиток меди марки М1. Выход годного металла составлял в среднем 75 %. После выпаривания отработанного раствора $NaCl$ можно использовать как компонент флюса – модификатора при плавке алюминиевых сплавов и других технических целей.

Исходя из теоретических и экспериментальных исследований, был разработан технологический процесс переработки отходов гальваники, включающий следующие операции: обработку отходов горячим раствором щелочи; сушка полученного оксида меди; карботермическое восстановление меди из его оксида; литье медных слитков; нейтрализация отработанного щелочного раствора; получение поваренной соли.

Таким образом, разработанный технологический процесс переработки отходов гальваники на основе меди является циклическим, экологически безопасным и безотходным.

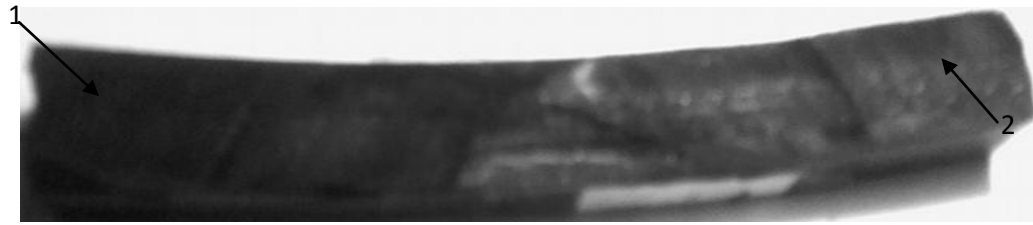


Рис. 2. Качество реза резины при ручном способе резки: 1 – поверхность реза с увеличенной скоростью подачи; 2 – поверхность реза с нормальной скоростью подачи

Рассмотрим еще один способ механической резки упругих листовых материалов с помощью приводных ножниц. Данный способ резки достаточно технологичен и высокопроизводителен в отличие от описанных выше способов. Как можно видеть из рис. 3 качество реза высокое, т.е. ровное и не имеет больших неровностей.



Рис. 3. Качество реза резины при резке на приводных ножницах

Еще одним из способов резки листовых упругих материалов является резка на фрезерно-отрезных станках. Качество поверхности зависит от толщины отрезной фрезы и скорости подачи. Как можно видеть из рис. 4 поверхность реза ровная без неровностей.

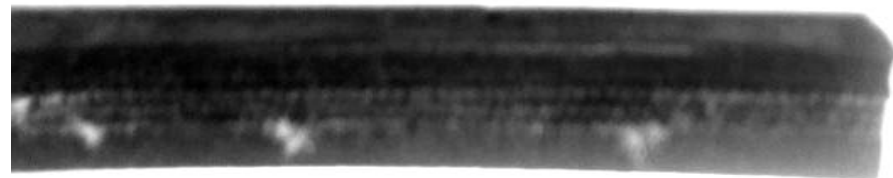


Рис. 4. Качество реза резины при резке на фрезерно-отрезном станке

Можно сделать вывод о том, что наиболее оптимальным способом резания является способ резки на фрезерно-отрезном станке, поскольку поверхность реза имеет наибольшую качественную поверхность, но необходимо отметить, что данным способом возможно разрезание небольших заготовок, т. к. их габариты ограничены размером стола станка. Для листового материала возможно применение способа резки с помощью приводных ножниц.

чем пористости это приводит к появлению внутренней коррозии и, как результат, к снижению механических свойств изделий;

- при цементации материалов в общепринятых средах легирование можно осуществлять элементами с восстанавливающимися в процессе науглероживания оксидами (никелем, медью, молибденом); при применении элементов с невосстанавливающимися оксидами (хромом, марганцем) следует применять специальные насыщающие среды;

- совмещение процессов спекания и науглероживания активизирует диффузионные процессы в материалах, полученных прессованием порошковых смесей железо-легирующий элемент;

- легирующие элементы в исследованных концентрациях не оказывают существенного влияния на кинетику науглероживания; хром, молибден, марганец – повышают, а никель и медь – снижают концентрацию углерода в поверхностной зоне и градиент его концентрации по слою;

- в цементируемые порошковые стали легирующие элементы необходимо вводить в количестве, минимальном для получения требуемой прокаливаемости; наиболее приемлемы следующие составы сталей: хромистая (1 % хрома), молибденовая (0,4 % молибдена), молибден-никелевая (0,7 % молибдена и 2 % никеля);

- максимальными значениями прочности и ударной вязкости обладает сталь, легированная совместным введением молибдена (0,4 %, никеля (2,0 %) и меди (0,4 %);

- установлены режимы термической обработки легированных порошковых сталей: закалка в масле, отпуск при температуре 180 °С в течение 2 ч.

Результаты исследований могут быть использованы для повышения физико-механических свойств любых конструкционных изделий, изготавливаемых методом порошковой металлургии.

А. К. ГАВРИЛЕНЯ, И. А. БОГДАНОВИЧ

Учреждение образования
«БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Барановичи, Беларусь

Одной из основных характеристик процесса измельчения является его удельная энергоёмкость. Построение графиков удельной энергии измельчения представляет собой длительный и трудоёмкий процесс. Поэтому с целью определения методики построения графиков удельной энергии измельчения был проведен анализ теоретических и экспериментальных исследований [1–3], который позволил смоделировать зависимость удельной энергоёмкости измельчения n_{3i} от размеров частиц продуктов измельчения (порошка) d_i дробной рациональной функцией

$$n_{3i}(d_i - d_0) = E_3 = 0,5C_3^2, \quad (1)$$

где d_0 – размер частиц продуктов измельчения, минимальный для конкретных материалов, способов и условий процесса; E_3, C_3 – параметры, зависящие от свойств и состояния материала, способа и режима измельчения.

Выражение (1) представляет математическое описание гиперболы, с осями координат d и n_3 , а параметр C_3 – наименьшее до нее расстояние от центра координат. Очевидно, что с уменьшением величины параметра C_3 возможности соответствующих им машин и условий для получения высокодисперсных порошков при наименьших удельных энергозатратах (выраженных, например, в кДж/кг) повышаются.

Для определения параметров E_3 и C_3 и построения графиков зависимости удельной энергоёмкости измельчения от размеров частиц порошка необходимо выполнить пилотные эксперименты измельчения определенной массы Q материала с фиксированием через определенное время t среднего размера (гранулометрический состав) до d_1 и после d_2 измельчения и расход энергии A_3 за время t измельчения ($A_3 = N \cdot t$). Тогда удельная энергоёмкость этапа измельчения, при котором средний размер частиц уменьшается с d_1 до d_2 , $\Delta n_3 = A_3/Q$. При этом, как видно из рис. 1, $\Delta n_3 = n_{32} - n_{31}$. По установленным экспериментами удельной энергоёмкости этапа измельчения Δn_3 и предельно достижимого в исследуемом измельчителе мини-

Н. Н. РУЛЬКО

Учреждение образования
«БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Барановичи, Беларусь

Широкое распространение в машиностроении получили упругие материалы (резина, пластмасса и др.), которые используются в различных областях производства. Большинство упругих материалов хорошо поддается механическому резанию и эта операция выполняется на обычном металлорежущем оборудовании. Например, для раскроя листовых упругих материалов возможно применять разрезку на ленточных станках с использованием в качестве обрабатывающего инструмента стандартных ленточных пил. При этом ширина реза зависит от толщины пилы, толщины обрабатываемого материала и составляет 1,0...2,5 мм. Рассмотрим на примере конвейерной резины марки 2ШТС(ТГ)–1000–3–ТК–100–5–2 ГОСТ 20-85 качество получаемой поверхности реза (рис. 1).

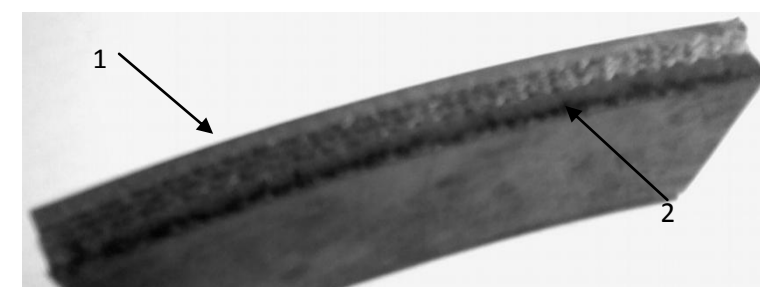


Рис. 1. Качество реза резины при резке на ленточно-разрезном станке: 1 – поверхность входа ленточной пилы; 2 – поверхность выхода ленточной пилы

Из рис. 1 можно увидеть, что область реза резины в месте входа ленточной пилы ровная, а в месте ее выхода образуются неровности, обусловленные физико-механическими свойствами резины и ленточной пилы.

Также для раскроя листовых упругих материалов, возможно, применять разрезку ручным способом. Например, при помощи угловой шлифовальной машины, при этом качество реза зависит от толщины отрезного круга и скорости подачи угловой шлифовальной машины. При нормальном уровне скорости подачи качество поверхности 2 (рис. 2) ровное без неровностей, а при увеличении скорости подачи поверхность 1 (рис. 2) конвейерной резины ровная, но обугленная в связи с повышением температуры при повышении скорости подачи.

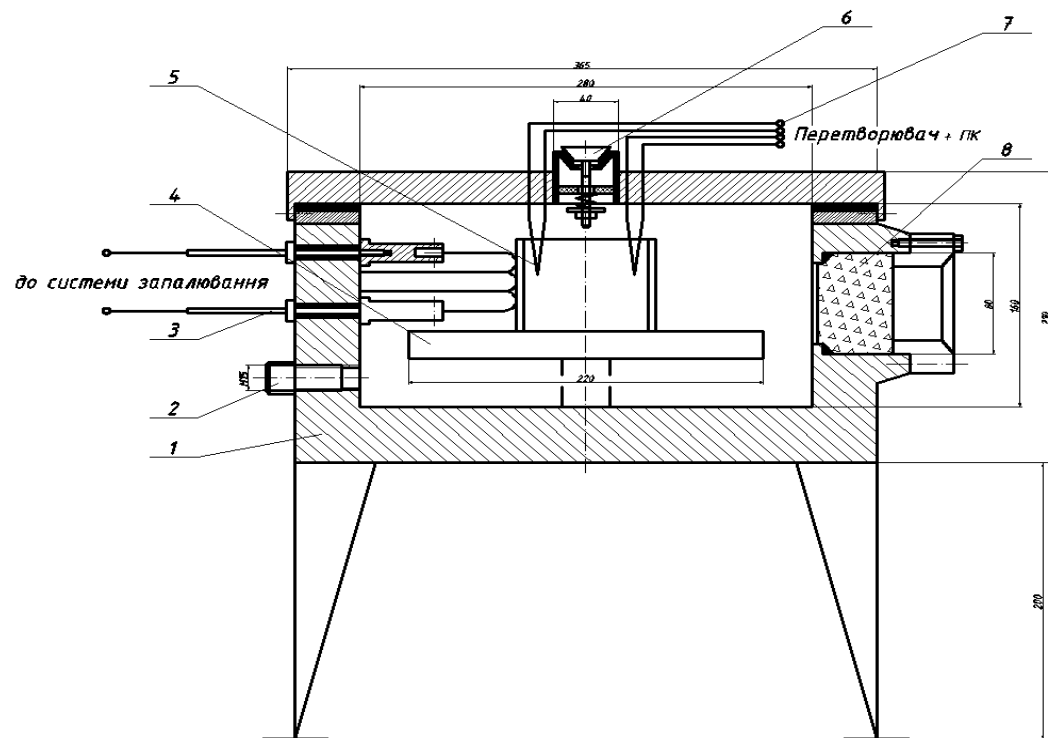


Рис. 1. Реактор для реализации СВС процесса: 1 – корпус; 2 – штуцер; 3 – вольфрамовая спираль; 4 – предметный столик; 5 – контейнер с образцом; 6 – предохранительный клапан; 7 – термопары; 8 – окно наблюдения

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент на винахід 63558 А. Україна. МКИ 7 В22 F 3 / 04. Спосіб отримання металевого порошку з шламових відходів підшипникового виробництва / В. Д. Рудь, Т. Н. Гальчук, О. Ю. Повстяной. – № 2003054065; Заявл. 06.05.03; Опубл. 15. 01. 04; Бюл. № 1. – 3 с.
2. **Питюлин, А. Н.** Самораспространяющийся высокотемпературный синтез. Аналитический обзор / А. Н. Питюлин, В. К. Прокудина, В. И. Юхвид. – М. : 1980. – 12 с.
3. Патент на корисну модель № 140170, Україна. Газогенератор / В. Д. Рудь, О. О. Дуда, Л. М. Самчук, М. І. Колядинський. Заявл. 07.11.08; Опубл. 25. 03. 09; Бюл. № 6. – 4 с.

мального размера d_0 частиц материала, принимаемого за координату смещенной полуоси (асимптоты), устанавливается координата на оси абсцисс точек (рис. 1) d_1 ; d_2 и $d_{\bar{n}} = 0,5(d_1 + d_2)$.

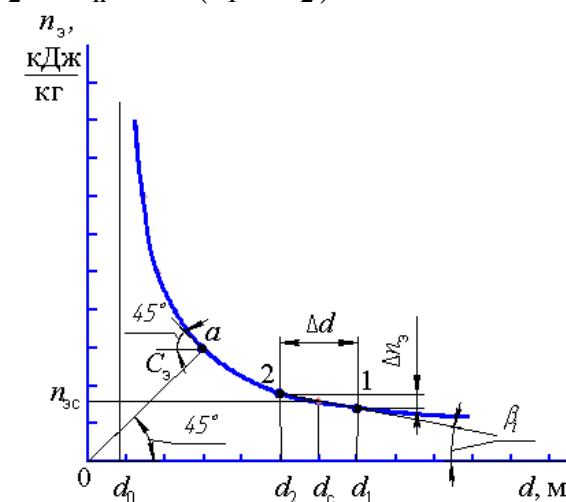


Рис. 1. Схема построения графика удельной энергии измельчения

Для получения расчетной формулы координаты точки n_{3c} оси ординат, соответствующей размеру частиц d_c , дифференцируем выражение (1) по двум переменным n_{3i} и d_i . Преобразуя полученное выражение, получили формулу для расчета положения точки n_{3c} , соответствующую среднему размеру частиц d_c ,

$$n_{3c} = -\frac{\Delta n_3}{\Delta d} (d_c - d_0), \quad (2)$$

где $\Delta d = d_2 - d_1$.

Расчетом по формуле (1) определяются значения постоянных для конкретных устройств и материалов E_3 и C_3 , а затем строится график зависимости удельной энергии измельчения от размеров частиц. Использование таких графиков позволяет принимать обоснованные решения о возможностях и последовательности способов, обеспечивающих энергоэкономичное измельчение материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Акунов, В. И.** О нормальном ряде измельчения / В. И. Акунов. – М. : Госстройиздат, 1958. – 186 с.
2. **Коротич, В. Н.** Металлургия черных металлов / В. Н. Коротич, С. Г. Братчиков. – М. : Metallurgia, 1987. – 240 с.
3. **Сиденко, П. Л.** Измельчение в химической промышленности / П. Л. Сиденко. – М. : Химия, 1968. – 382 с.

УДК 621.74.047

ЛИТЬЕ ЗАГОТОВОК НАМОРАЖИВАНИЕМ ДЛЯ ГОРЯЧЕЙ
ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

В. П. ГРУША, А. И. ПОКРОВСКИЙ

Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ НАН БЕЛАРУСИ»
Государственное научное учреждение
«ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ НАН БЕЛАРУСИ»
Могилев, Минск, Беларусь

Чугун за счет благоприятного сочетания физико-механических свойств и эксплуатационных характеристик является самым распространенным материалом в машиностроении. Работы, направленные на получение чугунов с повышенными эксплуатационными характеристиками всегда находятся в центре внимания исследователей и ведутся по нескольким направлениям.

Одним из эффективных способов повышения физико-механических и эксплуатационных свойств материала, и в частности чугуна, является пластическая деформация. Анализ литературных данных показал, что высокопрочный чугун после пластической деформации приобретает уникальное сочетание прочности, пластичности и вязкости, при этом достигаемый комплекс свойств, превышает свойства исходного материала. Свойства деформированного чугуна напрямую зависят от свойств материала в исходном (литом) состоянии. Соответственно использование высококачественных исходных заготовок для последующей пластической деформации должно еще больше увеличить физико-механические и эксплуатационные характеристики деформированного чугуна. Проведенные предварительные исследования [1] показали возможность получения методом направленного затвердевания высококачественных полых цилиндрических отливок из чугуна с шаровидной формой графита для последующей пластической деформации.

Цель настоящей работы заключалась в расширении номенклатуры направленно-закристаллизованных заготовок, подвергающихся большим пластическим деформациям.

Литье намораживанием предполагает формирование отливки в тонкостенном стальном водоохлаждаемом кристаллизаторе. При получении заготовок малых диаметров, из-за увеличения интенсивности теплоотвода от затвердевающего металла, в наружной зоне отливок (на глубине до 2 мм) возможно наличие включений структурно свободного цементита (Ц10). Одним из методов управления процессом структурообразования, в частности, снижения интенсивности теплоотвода для устранения отбела является повышение термического сопротивления стенки кристаллизатора.

УДК 627.9

ПОЛУЧЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ СВС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ОТХОДОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В. Д. РУДЬ, Л. М. САМЧУК, О. А. ДУДА

«ЛУЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Луцк, Украина

В связи с уменьшением природных ресурсов, загрязнением окружающей среды возрастает роль энерго- и ресурсосберегающих технологий. Решение проблемы возможно благодаря внедрению в производство менее энергоёмких технологий, а также благодаря использованию в качестве исходного сырья отходов машиностроительного производства.

В Луцком национальном техническом университете разработана усовершенствованная технология утилизации шлифовальных шламов подшипникового производства, которая позволяет получать порошки стали ШХ15 [1]. По своему химическому и гранулометрическому составу, технологическим свойствам полученные порошки отвечают требованиям соответствующих ГОСТов относительно железных порошков типа ПЖР-3. В задачу дальнейших исследований входило обосновать целесообразность использования полученных порошков стали ШХ15 для изготовления деталей конструкционного и триботехнического назначения.

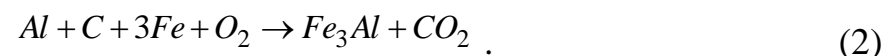
Применение традиционной технологии изготовления изделий методом порошковой металлургии (получение шихты необходимого состава \Rightarrow прессование \Rightarrow спекание \Rightarrow калибрование) оказалось весьма затратной по причине высокой энергоёмкости процесса спекания.

В качестве альтернативного метода спекания исследовался процесс самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) [2].

Для реализации СВС-процесса было изготовлено ряд устройств: газогенераторы [3], калориметры, реакторы (рис. 1.) и т.п.

Эксперименты по спеканию проводились с использованием шихты: порошок титана марки ПТС-1 (ГОСТ 9722-79), порошок алюминия марки ПА-4 (ГОСТ 6058-73), углерод С (сажа – ТУ 14-7-24-80) и порошок стали ШХ 15.

Полученные образцы интерметаллида Ti_2Fe , $TiFe$ испытывались на износ в соответствии со стандартными методиками. Была установлена их удовлетворительная износостойкость, что позволяет рекомендовать для использования в качестве альтернативного метода спекания СВС-процесс. Для окончательного решения вопроса необходимо проведение дополнительных экспериментальных исследований.



Компоненты шихты рассчитывались в соответствии со стехиометрическими соотношениями. Независимо от метода спекания образцы изготавливались двухсторонним прессованием в стальных пресс-формах при давлении 500–700 МПа.

В качестве физико-механических характеристик исследовали прочность образцов, их твердость и особенности строения структуры. Было установлено, что определяемые параметры имеют более высокое значение для метода СВС по сравнению с печным спеканием.

Исследование структуры интерметаллидов (рис. 1, табл. 1) показало однородность распределение компонентов.

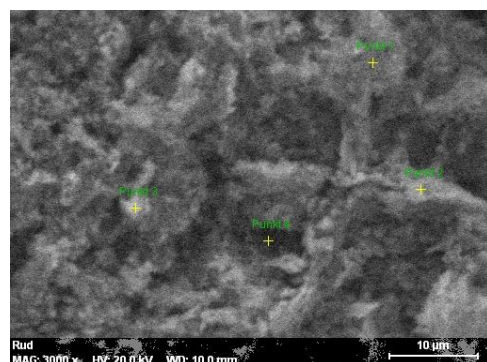


Рис. 1. Фрактограмма интерметаллида Fe₃Al

Табл. 1. Распределение компонентов в точках 1–4

Bruker AXS Microanalysis GmbH, Germany									
Quantifizierungs-Ergebnisse									
Massenprozent (%)									
Spectrum	C	O	Na	Al	Cl	Ti	Cr	Mn	Fe
Punkt 1	0,98	23,97	2,32	44,47	0,26	0,58	0,31	0,23	26,88
Punkt 2	1,84	40,47	0,69	34,20	-	1,31	0,17	0,23	21,07
Punkt 3	1,89	42,49	0,69	35,63	0,25	1,09	0,27	0,39	17,30
Punkt 4	2,33	35,46	1,73	38,13	0,25	1,12	0,47	0,77	19,74
Mittelwert	1,76	35,59	1,36	38,11	0,19	1,03	0,31	0,40	21,25

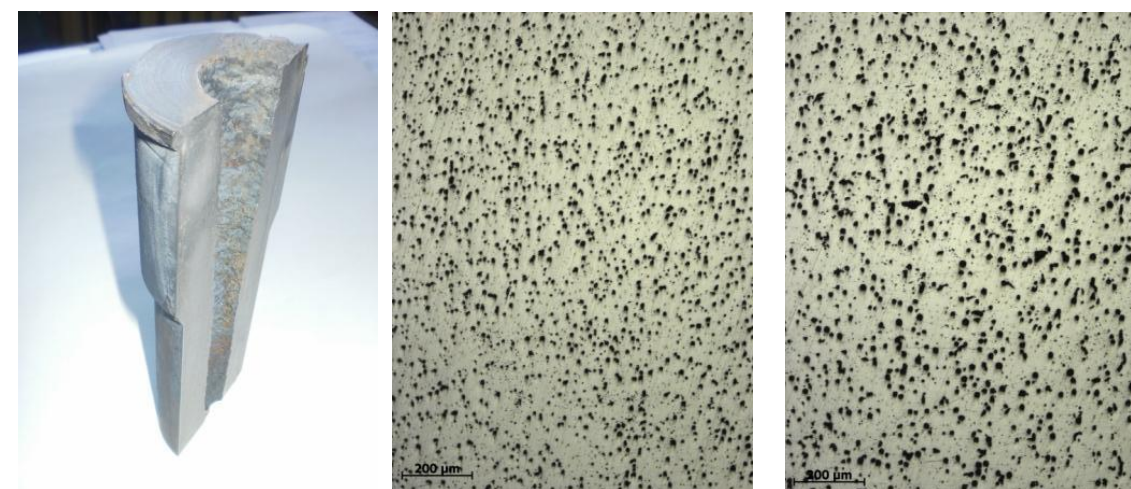
Экспериментально доказано, что для получения материалов конструкционного назначения, целесообразно использовать отходы машиностроительного производства, уменьшив энергозатраты за счет СВС-процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исследование закономерностей процесса СВС в расплаве алюминия при получении композиционных сплавов Al-TiC / Е. Г. Кандалова // Современные наукоемкие технологии. – 2005. – № 11 – С. 45–50.
2. Рудь, В. Д. Использование отходов подшипникового производства в порошковой металлургии / В. Д. Рудь, Т. Н. Гальчук, А. Ю. Повстяной // Порошковая металлургия. – 2005. – № 1-2. – С. 106–112.

Кроме того, при проектировании технологической оснастки ставилась задача получения отливок со ступенчатым перепадом наружного диаметра для изготовления из них деталей двух типоразмеров.

Для этого была разработана специальная конструкция и изготовлен кристаллизатор с ломаной образующей. Реализация такой конструкции была осуществлена за счет применения комбинированной рабочей втулки, которая состояла из основной втулки с расточкой в нижней части, в которую по скользящей посадке установлена стальная вставка.



а

б

Рис. 1. Отливка с перепадом наружного диаметра, разрезанная вдоль образующей (а) и ее структура (б)

В ходе проведенных экспериментов получены экспериментальные партии образцов из ЧШГ для пластической деформации диаметром от 50 до 150 мм. Показано, что металлическая матрица образцов представлена перлитно-ферритной основой, графит имеет правильную сферическую форму (ШГФ 5), размер графитовых включений по толщине стенки изменяется от ШГд 15 до ШГд 25. Количество структурно-свободного цемента в наружном слое по всей высоте отливки не превышает 2 %. Такая структура обеспечивает твердость чугуна в пределах 100–103 HRB, причем изменение твердости по толщине стенки, периметру и высоте отливок из одной плавки не превышает 4 единиц HRB.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бевза, В. Ф. Получение полых заготовок из ЧШГ для пластической деформации / В. Ф. Бевза, А. И. Покровский, В. П. Груша / Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы междунар. научн.-техн. конф., Могилев, 21-22 апреля 2011г: в 2 ч. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т., 2011. – Ч.1. – С.155–156.

О. В. ГУСАКОВА, В. Г. ШЕПЕЛЕВИЧ

Учреждение образования
«МЕЖДУНАРОДНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. А. Д. САХАРОВА»
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Сплавы на основе олова вызывают в последние годы повышенный интерес исследователей в связи с перспективностью их использования в качестве бессвинцовых припоев. Для снижения стоимости оловянных припоев и улучшения их характеристик целесообразно использовать ресурсо- и энергосберегающие технологии, к которым относится и высокоскоростное затвердевание.

Фольги сплава получены кристаллизацией капли расплава на внутренней полированной поверхности вращающегося медного цилиндра. Толщина исследуемых фольг находилась в пределах 40...80 мкм. Скорость охлаждения расплава при получении фольг, как показал расчет, находилась в пределах $10^5 \dots 10^6$ К/с. Микроструктура фольг и массивных образцов исследована с помощью растрового электронного микроскопа LEO 1455VP фирмы «Карл Цейс». Рентгеноспектральный микроанализ проводился с использованием энергодисперсного детектора фирмы «Rontec».

В наших исследованиях выявлено, что микроструктура фольг, изготовленных при разных скоростях вращения кристаллизатора, различна (рис. 1).

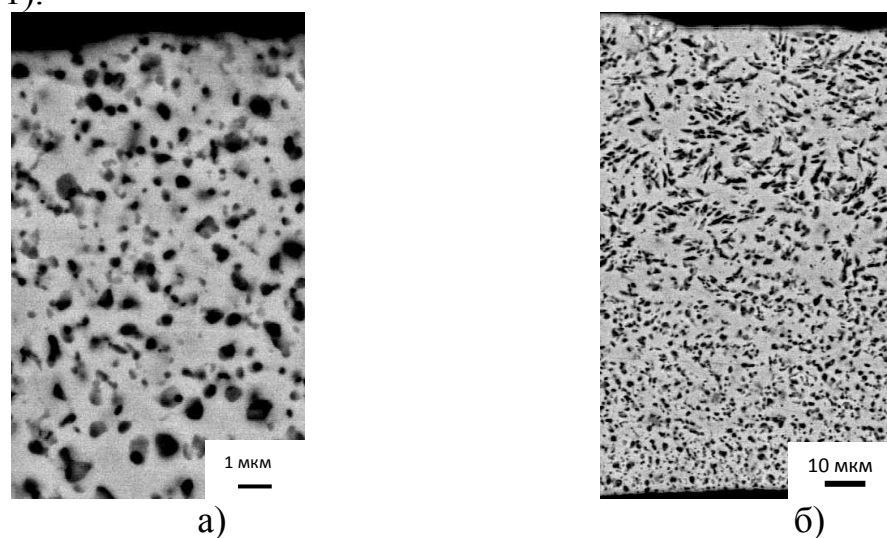


Рис. 1. Микроструктуры эвтектики Sn – 8,8 масс. % Zn, полученной при скорости движения кристаллизатора 36 м/с (а) и 15 м/с (б)

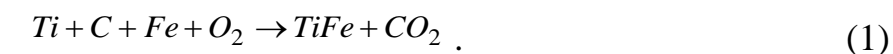
В. Д. РУДЬ, Л. М. САМЧУК

«ЛУЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Луцк, Украина

Интенсивное развитие науки и техники характеризуется созданием новых материалов с особыми свойствами. К таким материалам относятся интерметаллиды и сплавы на их основе. Среди них встречаются композиты, которые характеризуются высокой прочностью, твердостью, жаростойкостью, соединения с низкими и высокими температурами плавления. Необходимо отметить, что за последние годы значительно выросла роль интерметаллидных соединений как основы при создании сплавов с уникальными свойствами. Несмотря на большой объем исследований в этом направлении – осталось ряд нерешенных проблем. Например, для инициирования процесса горения во многих системах металл-металл необходимо проводить предварительный разогрев исходных компонентов, который существенно усложняет процедуру проведения синтеза.

Продукты горения смесей металлических компонентов получают в виде заготовок и характеризуются высокой пористостью и малой пластичностью. Авторами [1] разработан уникальный метод получения соединений и композиционных сплавов, таких как, Al-Ti-C совмещая традиционные методы литья и самораспространяемый высокотемпературный синтез (СВС). Технология позволяет вводить в расплав алюминия исходную порошковую шихту и синтезировать упрочняющую фазу непосредственно в расплаве. Новые возможности СВС-процессов связаны с использованием отходов машиностроительного производства. В Луцком национальном техническом университете проводятся научно-исследовательские работы по совершенствованию технологий утилизации отходов подшипникового производства и получению деталей конструкционного и триботехнического назначения с использованием металлических порошков стали ШХ15 [2].

Цель данной работы – экспериментальное обоснование возможности использования отходов для реализации СВС-процессов и сравнение метода спекания на физико-механические свойства композиционного материала, полученного на основе шихты из порошков титана, порошков алюминия, стали ШХ15 и углерода. Эксперименты по спеканию проводились с использованием шихты: порошок титана марки ПТС-1 (ГОСТ 9722-79), порошок алюминия марки ПА-4 (ГОСТ 6058-73), углерод С (сажа – ТУ 14-7-24-80) и порошок стали ШХ 15, полученный из шлифовального шлама по технологии ЛНТУ. Анализ химического состава порошка стали ШХ15 после утилизации показал, что железо (Fe) составляет 98 % от общего объема. Поэтому при анализе процессов использовались уравнения:



ковольтного управляемого разрядника. С помощью разрядника производится разряд конденсаторной батареи на индуктор. В индуктор магнитно-импульсной установки помещали партию исследуемых образцов из стали Р6М5. Они были изолированы от витков индуктора диэлектриком. Затем производился разряд накопительных конденсаторов через витки индуктора. При этом напряженность поля задавалась не менее 10^7 А/м, длительность импульсов – не более 0,001 с, а необходимое для упрочнения число импульсов выбирали из интервала от 1 до 5. Магнитное поле в индукторе наводило вихревые токи в образцах и вызывало силы отталкивания между индуктором и образцом. В результате этого, в нем происходили фазовые и структурные изменения, структура становилась однородной, выравнивались напряжения, повышалась прочность исследуемого образца [2].

Для дальнейшего сопоставления величин измеренной микротвердости с режимами обработки фиксировались измерения микротвердости по глубине обработки образцов, обработанных при различной величине мощности и количества импульсов. Измерения проводились на микрошлифах твердомером ПМТ-3 по общепринятой методике в соответствии с ГОСТ 9450-60. Среднее значение микротвердости образцов до обработки – 471 кг/мм^2 , после магнитно-импульсной обработки – 753 кг/мм^2 . Анализ представленных зависимостей показывает, что микротвердость обработанных образцов увеличилась на 16–20 %.

В результате проведения теоретических и экспериментальных работ установлено, что после магнитно-импульсной обработки микроструктура сплава улучшается, что ведет за собой и изменение физических и механических характеристик вещества. Изучение этих процессов и управление ими может привести к необходимому качеству материалов – повышенной твердости, вязкости, прочности, пластичности, износостойкости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алифанов, А. В. Магнитно-импульсная упрочняющая обработка металлических изделий / А. В. Алифанов // Технология ремонта, восстановления и упрочнения деталей машин, механизмов, инструмента и технологической оснастки : материалы 10 междунар. науч.-практ. конф., СПб, 10–13 апр. 2007. – Ч. 2. – С. 9–15.
2. Малыгин, Б. В. Магнитное упрочнение инструментов и деталей машин / Б. В. Малыгин. – М. : Машиностроение, 1998. – 130 с.

Увеличение скорости охлаждения расплава 10^6 К/с обеспечивает глобулярную форму дисперсных включений цинка (рис. 1, а) по всей толщине в относительно тонких, менее 40 мкм, фольгах. В сравнительно толстых фольгах (60...120 мкм), образующихся при скорости движения кристаллизатора 6...18 м/с, формируется слоистая микроструктура. Форма включений изменяется от глобулярной к вытянутой (рис. 1, б), а также увеличиваются их размеры. Послойные исследования состава фольги по её поперечному сечению показали, что содержание цинка постоянно как для тонких, так и для толстых фольг.

На рис. 2. приведены: зависимость площади сечения включений от расстояния до кристаллизатора, а также отношение длины включений (L) к их ширине (a) для относительно толстых быстрозатвердевших фольг сплава Sn – 8,8 масс. % Zn, полученных при линейной скорости вращения кристаллизатора 12 м/с.

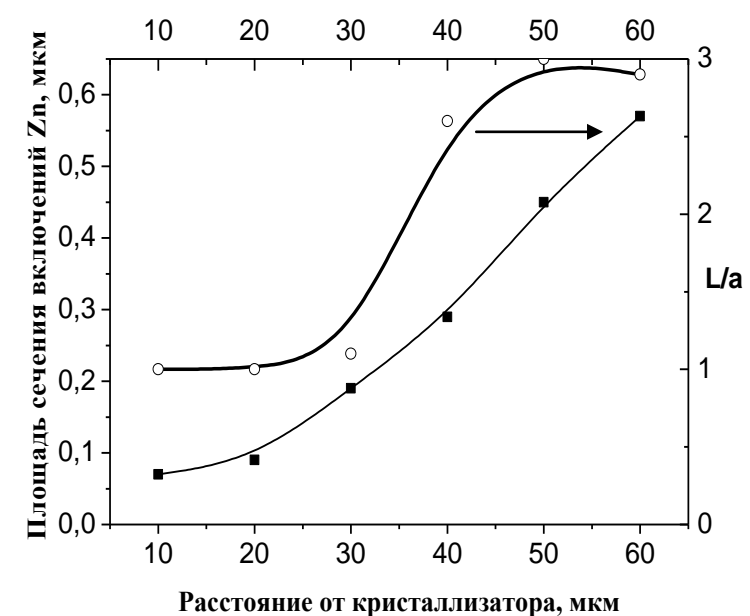


Рис. 2. Зависимость площади сечения включений Zn и отношения их длины к ширине в сплаве Sn – 8,8 масс. % Zn от расстояния до кристаллизатора

Обращает на себя внимание тот факт, что размер включений растет монотонно, при этом форма включений резко изменяется от равноосной к вытянутой. Изменение формы включений связано с уменьшением переохлаждения расплава в слое удаленном от кристаллизатора из-за выделения скрытой теплоты кристаллизации. В слое у кристаллизатора микроструктура формируется в результате распада пересыщенного твердого раствора. В слое, у свободно затвердевающей стороны, скорость кристаллизации уменьшается, и включения стремятся приобрести характерную для квазиравновесной кристаллизации эвтектического сплава Sn – Zn вытянутую форму.

УДК 621.983

ВЛИЯНИЕ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА
ЭЛЕКТРОИСКРОВЫХ ВК8 ПОКРЫТИЙ

О. Г. ДЕВОЙНО, М. А. КАРДАПОЛОВА, О. Н. КАВАЛЬЧУК
«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Одним из недорогих и наиболее распространенных методов является электроискровое легирование (ЭИЛ). Но электроискровые покрытия обладают рядом недостатков, которые значительно снижают их применение. Проблема решается обработкой покрытий лазером. Цель лазерной обработки – уменьшить поверхностную пористость и избавиться от царапин, трещин и неоднородности, повысить плотность покрытия.

Материалы и параметры процесса. В ходе проведения исследований, покрытия наносили методом электроискрового легирования, используя электрод из твердого сплава ВК8 (92 % WC и 8 % Co) с поперечным сечением 3×4 мм (анод) на образцы в форме колец, изготовленных из углеродистой стали 45 (катод).

Для нанесения покрытия использовалась электроискровая установка модели ЭИУ–8А. Основываясь на результаты предварительных исследований, были приняты оптимальными для ЭИЛ следующие параметры: напряжение $U = 230$ В, емкость конденсатора $C = 300$ мкФ, сила тока $I = 2,4$ А.

Последующая лазерная обработка проводилась со следующими параметрами: диаметр пятна $d = 1$ мм; плотность мощности $q = 0,2$ Вт/мм²; скорость луча $v = 250$ мм/мин; обработка проводилась в фокусе.

Обсуждение результатов. Микроструктурный анализ показал, что толщина электроискрового слоя составила 20-30 мкм, а зона термического влияния (ЗТВ) простирается на 15-20 мкм в основу (рис.1, а). На фотографии можно увидеть четкую границу между покрытием и основой, а также поры и микротрещины.

Лазерная обработка (рис.1, б) приводит к гомогенизации химических соединений в покрытии и кристаллизации пересыщенных фаз вследствие распространения температурного градиента и высокой скорости охлаждения. Обработанный лазером слой не имеет микротрещин и пор. Отсутствует граница между покрытием и основой. Толщина обработанного лазером покрытия составляет 40-50 мкм с ЗТВ в пределах 30-40 мкм.

УДК 621.983.044

МЕХАНИЗМ МАГНИТНОГО УПРОЧНЕНИЯ РЕЖУЩЕГО
ИНСТРУМЕНТА

Ж. А. ПОПОВА, А. С. ДЕМЯНЧИК, В. Ф. БАРЫШНИКОВ
Учреждение образования
«БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Барановичи, Беларусь

Проблема повышения стойкости и долговечности металлообрабатывающего и деревообрабатывающего инструментов особенно остро встала в последние годы в связи с резким их удорожанием. В настоящее время до 20 % себестоимости продукции машиностроительных и деревообрабатывающих предприятий приходится на изготовление режущего инструмента, на повторные заточки, на затраты энергии.

В природе не существует материалов, обладающих одновременно высокой прочностью, твердостью, износостойкостью и проявляющих одинаковую степень инертности ко всем контактирующим с ним материалам. Поэтому понятие оптимальный инструментальный материал – является относительным, зависит от свойств обрабатываемого материала, условий обработки. Подбор высокопрочной инструментальной стали всегда связывают со стремлением иметь высокую стойкость инструмента, в частности износостойкость. Применяемые в настоящее время различные способы и средства повышения ресурса инструментов (специальная термообработка, напыление, искровое легирование, лазерная обработка и т.д.) являются весьма дорогостоящими и не позволяют существенно в (1,5–2,5 раза) поднять их эксплуатационные показатели в условиях производства. Из многих технологий, которые используют в настоящее время, особый интерес представляют физические методы упрочнения, в частности, методы магнитно-импульсной обработки (МИО), вызывающие необратимые структурные изменения в обрабатываемом материале [1].

Целью данной работы является проверка эффективности способа упрочнения импульсным магнитным полем стальных изделий из стали Р6М5 и изучение его влияния на структуру и механические свойства образцов. За критерий оптимальности данного процесса была принята конечная поверхностная микротвердость сталей. Обработка осуществлялась на установке МИУ СФТ 9.120.00.00.000, изготовленной в Физико-техническом институте. Так как магнитно-импульсное упрочнение деталей основано на взаимодействии импульсного магнитного поля с металлической заготовкой, то установка для магнитно-импульсной обработки металлов представляет собой генератор импульсного тока (ГИТ), состоящий из емкостного накопителя электрической энергии – высоковольтной конденсаторной батареи, рабочего органа – индуктора и коммутирующего устройства – высоко-

триевого стекла обусловлено невысокой стоимостью и доступностью для белорусских предприятий.

Предварительными исследованиями было установлено, что введение в керамические шликеры с влажностью 34–35 % индивидуально таких дефлокулянтов, как кальцинированная сода, натриевое жидкое стекло, не оказывает эффективного влияния на реологические свойства суспензий. Это обусловлено недостаточной влажностью суспензий и невысоким качеством применяемого глинистого сырья. Вместе с тем установлено, что натриевые соли указанных органических кислот обладают хорошим разжижающим эффектом, который усиливается при одновременном сочетании их с неорганическими добавками.

Установлено, что оптимальное содержание жидкого стекла (по сухому веществу) составляет 0,2–0,4 %, полиакрилата натрия – 0,05–0,30 %, цитрата натрия – 0,08–0,20 %, оксалата натрия – 0,025–0,075 %. Увеличение содержания в шликере цитрата и оксалата натрия сверх оптимального сопровождается его загустеванием. Увеличение концентрации ионов Na^+ в суспензии сверх оптимальной вызывает: сжатие диффузного слоя противоионов мицеллы, снижение электрокинетического потенциала системы, образование коагуляционной структуры. Такая структура имеет тенденцию упрочняться со временем, что приводит к ухудшению текучести суспензий. В то же время, увеличение содержания в шликере полиакрилата натрия положительно сказывается на его текучести и агрегативной устойчивости. Полиакрилат натрия – поверхностно-активное вещество, анионы которого, адсорбируясь на глинистых частицах, оказывают не только диспергирующее, но и стабилизирующее действие на шликер в течение длительного времени.

Авторами также изучено влияние трехкомпонентных добавок электролитов на реологические свойства керамического шликера. Для установления оптимальных количеств дефлокулянтов применена модель с использованием планов Бокса. Переменными являлись содержание каждого компонента в системе, а искомой величиной – текучесть шликера. В результате планирования эксперимента получены уравнения, позволяющие с достаточной достоверностью рассчитывать текучесть шликера при варьировании содержания конкретного дефлокулянта в трехкомпонентной системе.

На основании проведенных исследований, разработано сочетание дефлокулянтов, включающее натриевое жидкое стекло, полиакрилат натрия и цитрат натрия, что позволило получить стабильный агрегативно устойчивый шликер невысокой вязкости. Введение разработанного сочетания дефлокулянтов позволяет увеличить скорость влагоотдачи шликера при сушке по сравнению с промышленными разжижающими добавками. Это позволяет дополнительно сократить расход топлива на термическое обезвоживание шликеров в плиточном производстве.

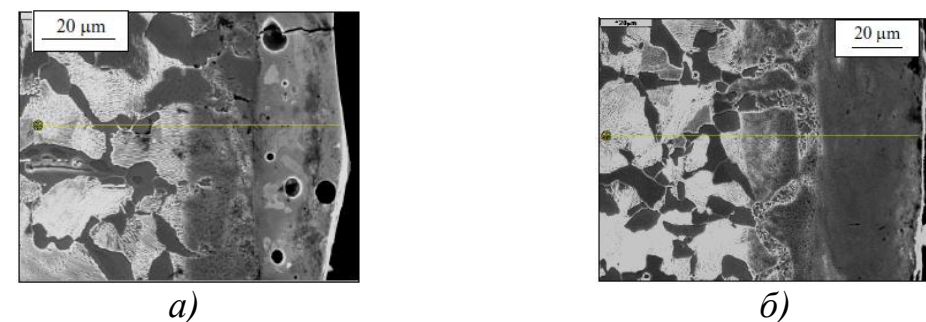


Рис. 1. Микроструктуры электроискрового покрытия (а) и электроискрового покрытия после лазерной обработки (б)

Трибологические исследования электроосажденных покрытий были выполнены с использованием прибора типа «штифт-на-диске» Т-01М, принцип действия которого изображен на рис. 2.

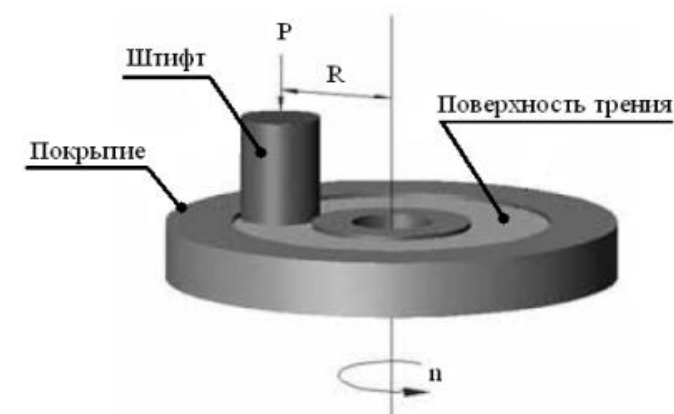


Рис. 2. Принцип работы прибора типа «штифт-на-диске»

Испытания проводились со следующими параметрами трения: скорость вращения $\nu = 637 \text{ мин}^{-1}$, число оборотов $n = 5305$ пов., продолжительность испытания $t = 500$ с (вплоть до приработки, определенной при предварительных испытаниях), нагрузка в пределах 5–15 Н.

Для ЭИ покрытий стабилизация силы трения наступает после 280 с и ее значение колеблется в пределе 6,0–6,2 Н. (рис. 3). После лазерной обработки их сила трения стабилизируется в течение 400 с и ее значение находится в интервале 3,9–4,1 Н. Средняя сила трения ВК8 покрытий приблизительно на 35 % выше, чем у модифицированных лазером (в момент стабилизации).

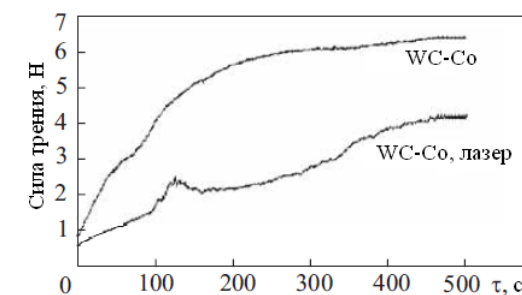


Рис. 3. Диаграмма зависимости силы трения от времени испытания

Микротвердость исследовалась по методу Виккерса под нагрузкой 40 г параллельно в трех зонах: покрытие, ЗТВ и основа (рис. 4).

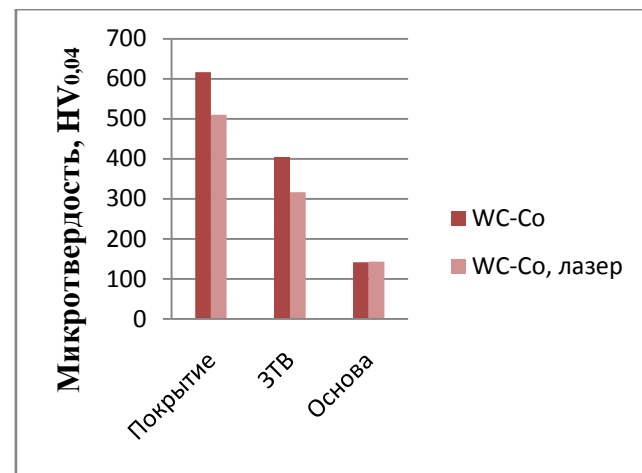


Рис. 4. Гистограмма результатов исследований на микротвердость

Средняя микротвердость подложки после ЭИЛ составила 142 HV_{0,04}, как и в начальном состоянии. Средняя микротвердость ВК8 покрытий – 617 HV_{0,04}, что в 3,35 раза больше по сравнению с материалом основы. Микротвердость ЗТВ после лазерной обработки повысилась в 1,85 раза относительно материала основы.

После применения лазерной обработки микротвердость электроискровых покрытий уменьшилась незначительно, а именно на 21 %. Это снижение может быть причиной перераспределения внутренних напряжений.

УДК 666.3

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ РАЗЖИЖАЮЩИХ ДОБАВОК НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ ШЛИКЕРОВ

И. В. ПИЩ, Е. П. ШИШАКОВ, Л. Я. КРИСЬКО, Ю. А. КЛИМОШ

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Физико-механические свойства керамических изделий, получаемых методом литья, непосредственно связаны с реологическими свойствами и влажностью литейного шликера. Для получения изделий высокого качества необходимо применять устойчивые суспензии, обладающие высокой текучестью и скоростью фильтрации, низкой загустеваемостью.

В настоящее время на белорусских керамических предприятиях, применяющих шликерную технологию приготовления формовочной массы, используют суспензии с влажностью 35 % и более. На аналогичных европейских предприятиях удалось снизить влажность шликеров до 27–30 % при сохранении удовлетворительных реологических характеристик.

Получение шликера с минимальной влажностью и достаточной подвижностью обычно достигается путем введения разжижающих добавок. В настоящее время разработано и изучено довольно много таких компонентов на основе индивидуальных веществ и отходов производства. Однако потребность в них удовлетворяется далеко не полностью. Это делает актуальным поиск новых эффективных разжижающих добавок. В ряде научных работ отмечается перспективность применения как традиционных электролитов (натриевого растворимого стекла, кальцинированной соды, триполифосфата натрия), так и органических дефлокулянтов (углещелочной реагент, соли карбоновых кислот, природные и синтетические высокомолекулярные соединения и др.).

Объектом данного исследования является керамический шликер, применяемый на ОАО «Керамин» при производстве керамических плиток для полов. Важным для технологов является не только снижение влажности суспензий, но и получение стабильных и агрегативно устойчивых шликеров, обеспечивающих эффективную влагоотдачу при их термическом обезвоживании в атомизаторах.

В представленной работе в качестве разжижающего компонента применяли различные сочетания традиционных неорганических добавок электролитов и органических дефлокулянтов: натриевое растворимое стекло, кальцинированная сода, натриевые соли полиакриловой, лимонной и щавелевой кислот. Использование кальцинированной соды и жидкого на-

Синтез пигментов осуществлялся в системе $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-P}_2\text{O}_5$ (SiO_2) на основе технического глинозема (Al_2O_3), мела (месторождение «Волковысское»), кварцевого песка (Гомельский ГОК), апатита (месторождение «Ковдорское»). Дополнительно в состав масс вводили следующие компоненты: минерализатор (H_3BO_3), оксиды-хромофоры (CoO , NiO , Cr_2O_3 , Fe_2O_3).

Порошки исходных компонентов подвергались тщательному совместному измельчению и перемешиванию. Подготовленные образцы обжигали в электрической печи при температурах 950–1000–1050 °С с выдержкой при максимальной температуре 1 час.

Установлено, что оптимальной является температура 1050 °С, при которой получены пигменты средней плотности, имеющие насыщенную окраску голубого, серо-зеленого, темно-зеленого, коричневого цвета.

Согласно данным рентгенофазового анализа установлено, что основными кристаллическими фазами являются γ , β - Al_2O_3 , анортит, α -кварц, а также CoO , NiO , Fe_2O_3 , Cr_2O_3 . По мере повышения температуры синтеза наблюдается снижение интенсивности пиков, принадлежащих оксидам-хромофорам, что связано с протеканием процессов фазообразования.

Разработаны температурно-временные параметры синтеза и установлены количественные соотношения исходных компонентов шихт, обеспечивающих формирование цветонесущих фаз, высокую термическую и химическую стойкость. Установлены оптимальные составы с чистотой тона 23–25 %, кислотостойкостью к раствору 96 %-ной H_2SO_4 – 92,8–94,5 %, щелочестойкостью к 20 %-ному NaOH – 96,5–98,8 %, рН водной вытяжки – 8,2–11,0.

Пигменты разработанных составов могут быть рекомендованы для окрашивания глазурей, керамических масс, сухих смесей. Полученные пигменты могут быть использованы в лакокрасочных материалах при приготовлении грунтовок и эмалей, позволяющих улучшить антикоррозионные свойства покрытий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Пищ, И. В.** Керамические пигменты / И. В. Пищ, Г. Н. Масленникова – Минск: Выш. шк., 2005. – 235 с.
2. **Пищ, И. В.** Керамические пигменты на основе природных минералов / И. В. Пищ, Е. М. Барановская // Стекло и керамика. – 2007. – № 5. – С. 10–13.
3. **Пищ, И.В.,** Синтез пигментов на основе кальциево-силикатной системы / И. В. Пищ, Г. Н. Масленникова // Стекло и керамика.–2010.–№ 12. – С. 12–14.

УДК 539.216.2

СВОЙСТВА СЛОЕВ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ, НАНЕСЕННЫХ РЕАКТИВНЫМ ИОННО-ЛУЧЕВЫМ РАСПЫЛЕНИЕМ

М. В. ЕВСТАФЬЕВА, А. И. ИВАЩЕНКО

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
Минск, Беларусь

Ионно-лучевое распыление характеризуется высокой универсальностью по видам проводимых технологических операций, и в том числе, по виду используемых мишеней (диэлектрик и проводник). В этой связи представляют интерес различия свойств пленок, сформированных из различных мишеней, например, оксида алюминия.

Формирование оксидных слоев Al_2O_3 осуществлялось на экспериментальной вакуумной установке ВУ-2Мп из различных по составу мишеней: металлической и оксидной. В качестве подложек использовались фрагменты монокристаллических кремниевых пластин, подложки из стекла размером 20 на 40 мм и толщиной 2 мм.

Перед нанесением покрытий проводилась ионная очистка подложек при помощи дугового ионного источника. После очистки на образцы наносился слой оксида алюминия. Скорость нанесения колебалась в зависимости от содержания кислорода от 1,5 до 3,2 Å/с.

Коэффициент поглощения n определялся методом эллипсометрии на эллипсометре ЛЭФ-3М, состав полученных покрытий определялся на энергодисперсионном спектрометре типа AVALON 8000.

Были построены зависимости коэффициента преломления n (рис. 1) и скорости распыления (рис. 2) от процентного содержания O_2 в смеси рабочих газов для пленок Al_2O_3 (металлическая мишень – а, оксидная – б).

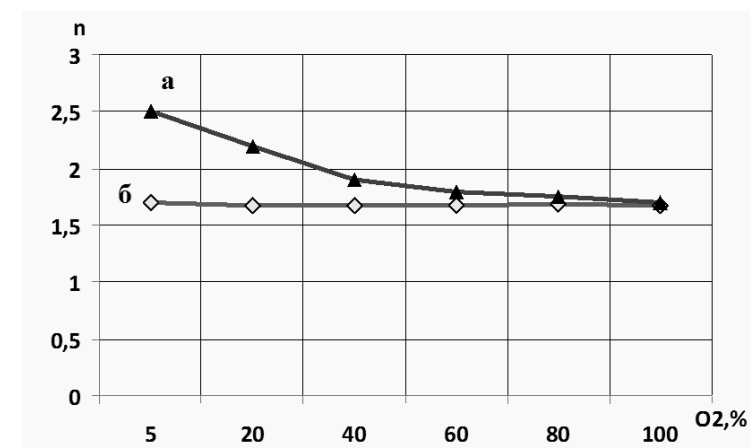


Рис. 1. Зависимость коэффициента преломления от процентного содержания O_2 в смеси рабочих газов

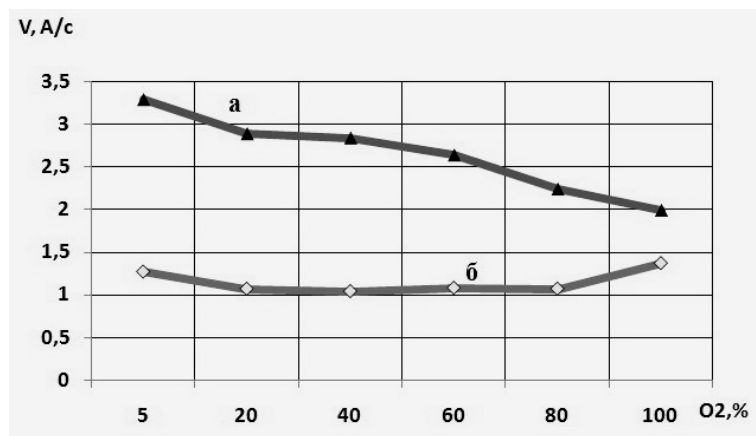


Рис. 2. Зависимость скорости распыления от процентного содержания O₂ в смеси рабочих газов

Коэффициент преломления для пленок оксида алюминия ($n=1,67$ – справочное значение), полученных из оксидной мишени, остается постоянным при изменении содержания кислорода в среде рабочих газов и принимает значения от 1,67 до 1,68. Коэффициент преломления пленок, полученных из металлической мишени, уменьшается от значения 2,5 до 1,75 по мере возрастания процентного содержания O₂. Соответственно, можно предположить, что состав пленок, полученных из металлической мишени отличается от стехиометрического, что подтверждается результатами элементного анализа (отношение Al/O – 0,8 и 0,6 для металлической и оксидной мишеней соответственно для концентрации 5 % кислорода в рабочем газе).

Изменение скорости нанесения пленок Al₂O₃ из оксидной мишени колеблется в пределах от 1,1 до 1,4 Å/с, то есть слабо зависит от концентрации O₂ в смеси рабочих газов. При напылении Al₂O₃ из металлической мишени скорость нанесения постепенно уменьшалась от 3,3 до 2 Å/с по мере увеличения процентного содержания кислорода в камере, что объясняется как уменьшением средней массы распыляющих ионов так и уменьшением коэффициента распыления оксида алюминия, который может локально образовываться на поверхности мишени.

Таким образом, было установлено отличие в свойствах и составе пленок оксида алюминия, сформированных из различных мишеней. Соответственно, возможно формирование ионно-лучевым реактивным распылением стехиометрических пленок с пониженной скоростью из оксидной мишени и не стехиометрических, но с повышенной скоростью нанесения из металлической мишени.

УДК 666.293-522.53
 СИНТЕЗ ХИМИЧЕСКИ СТОЙКИХ КЕРАМИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ В СИСТЕМЕ CaO–Al₂O₃ – SiO₂(P₂O₅)

И. В. ПИЩ, Н. А. ГВОЗДЕВА, А. О. ПАВЛОВА
 Учреждение образования
 «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 Минск, Беларусь

В настоящее время актуальной задачей современного производства керамической, лакокрасочной промышленности является расширение ассортимента, повышение качества путем применения новых видов покрытий и грунтовок, обладающих высокими хромофорными свойствами.

Получение высокотемпературных пигментов широкой цветовой гаммы на основе недефицитных материалов является перспективным направлением исследований.

Синтез керамических пигментов традиционно осуществляют на основе кристаллических соединений, которые обладают стойкостью к воздействию высоких температур, растворяющему действию глазурей и флюсов, к агрессивным средам. В качестве кристаллических решеток-акцепторов используются шпинель первого и второго типа, корунд, циркон, перовскит и др. При включении в решетку указанных минералов ионов переходных металлов (Cr, Fe, Ni, Co, Mn и др.) кристаллы приобретают характерную окраску, которая обусловлена поглощением света, либо за счет d-d-переходов электронов, либо за счет переноса заряда.

Вхождение в кристаллическую решетку перечисленных ионов обеспечивается твердофазными реакциями при температурах (1100-1300 °С) в присутствии минерализаторов (H₃BO₃, NaF, CaF₂) [1-3].

Принципиальным отличием предлагаемых фосфорсодержащих пигментов является их структура, полученная на основе твердофазных реакций. Кристаллическая структура таких пигментов представлена не только окрашенными фосфатами, но и другими химически стойкими фазами.

Целью данной работы является разработка способов направленного регулирования процессов структуро- и фазообразования для синтеза пигментов в системе CaO-Al₂O₃-SiO₂ при замене SiO₂ на P₂O₅, которые позволят повысить коэффициент отражения света, термическую, химическую стойкость и установить взаимосвязь температурно-временных параметров синтеза, содержания вводимого минерализатора с количеством формирующихся цветонесущих фаз, обеспечивающих насыщенную окраску и широкую цветовую гамму пигментов.

Табл. 1. Диапазон рабочих плотностей тока при различном соотношении длительности паузы и импульса

$\tau_k, \text{мс}$	$\tau_n, \text{мс}$	$i_{\text{раб}}, \text{А/дм}^2$
5	2	1,0–3,5
	5	1,2–5,1
	10	2,0–10,2
10	2	1,7–2,9
	5	1,3–3,9
	10	2,0–6,0
20	2	1,3–3,9
	5	2,0–4,5
	10	3,3–7,0
50	2	2,0–3,9
	5	2,4–3,9
	10	1,7–3,9
100	2	2,0–3,9
	5	1,7–3,9
	10	1,7–4,5

Как видно из рис. 1, наибольшее значение выхода по току меди соответствует длительности паузы в 2 мс. Также установлено, что максимальные значения выхода по току достигаются при соотношении $\tau_k:\tau_n = 1:2$. Выход по току при осаждении меди в стационарном режиме достигает 80,9 %.

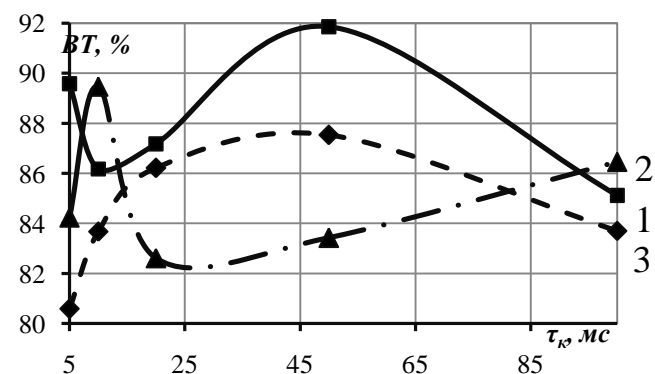


Рис. 1. Зависимость выхода по току меди от длительности импульса при следующих значениях длительности паузы: 1 – 2 мс; 2 – 5 мс; 3 – 10 мс

При использовании импульсного электролиза получают компактные блестящие мелкокристаллические покрытия. В сравнение с покрытиями, полученными в стационарном токовом режиме, данные покрытия имеют меньшие размеры зерен металла.

Таким образом, можно сделать вывод, что применение импульсного режима увеличивает диапазон рабочих плотностей тока и улучшает качество полученных покрытий.

УДК 541.13: 621.357

ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ВАНАДИЙСОДЕРЖАЩИХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ ШЛАМОВ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

И. М. ЖАРСКИЙ, С. Е. ОРЕХОВА, И. И. КУРИЛО, И. В. БЫЧЕК,
Е. В. КРЫШИЛОВИЧ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Ванадий и его соединения находят широкое применение в металлургической и химической промышленности. Из-за отсутствия в недрах Республики Беларусь ванадий содержащих руд основным источником соединений ванадия могут быть промышленные отходы. Одним из основных производственных отходов, содержащих ванадий, являются зольные остатки и шламы, образующиеся при сгорании гудрона и мазута на теплоэлектростанциях (ТЭС).

Согласно литературным данным, содержание ванадия в шлама ТЭС в пересчете на V_2O_5 в среднем составляет 1,5–15 % (масс.). Существенное различие по растворимости в воде основных компонентов зольных остатков ТЭС обуславливает возможность использования гидрометаллургических способов их переработки. Основными стадиями гидрометаллургического способа переработки ванадийсодержащих промышленных отходов являются: выщелачивание основных компонентов шламов и выделение ванадийсодержащих соединений из полученных растворов.

Целью работы было установление оптимальных составов электролитов и режимов выщелачивания, а также определение минимального количества воды, необходимой для извлечения всех водорастворимых компонентов из зольных остатков ТЭС.

Анализ элементного состава исследуемых зольных остатков ТЭС показал, что содержание ванадия в них в пересчете на V_2O_5 составляет 4,56 % (масс.). Из сравнения растворимости шламов ТЭС в воде и в водных растворах H_2SO_4 , HCl , NH_4OH , KOH , а также в растворах указанных кислот, содержащих окислители, следует, что наиболее предпочтительным растворителем является смесь растворов соляной кислоты с окислителем. Установлено, что максимальная растворимость зольных остатков достигается в течение 10 мин. Повышение температуры не оказывает существенного влияния на скорость растворения. Степень выделения соединений ванадия из золы предложенным способом составляет более 60 %. Содержание ванадия в выделенном из растворов выщелачивания продукте в пересчете на V_2O_5 составляет более 40 % (масс.). Для оптимизации водопотребления процесс целесообразно проводить при соотношениях твердой и жидкой фаз (Т : Ж) от 1 : 4 до 1 : 5.

УДК 539.21: 669.715
СТРУКТУРА БЫСТРОЗАТВЕРДЕВШИХ ФОЛЬГ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ
АЛЮМИНИЙ-ОЛОВО

Л. В. ЖИЛКО, С. В. ГУСАКОВА, В. Г. ШЕПЕЛЕВИЧ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Промышленные сплавы алюминия с оловом в настоящее время широко используются в промышленности. Легирование алюминия оловом улучшает многие свойства, в том числе коррозионную стойкость и текучесть полученных сплавов. При скоростях охлаждения выше 10^5 К/с удается создать структуру и придать такие свойства материалу, которые невозможно получить традиционными методами термической обработки. Использование высокоскоростного затвердевания позволяет создавать новые материалы с заданными свойствами [1, 2]. В данной работе исследовались закономерности формирования структуры материала при производстве фольг сплавов системы Al–Sn сверхбыстрой закалкой из расплава.

Объектами исследования являлись фольги бинарных сплавов алюминия с оловом (Al – 1,5 и 3,0 масс. % Sn), полученные сверхбыстрой закалкой из расплавов. Фольги сплавов получены при затвердевании капли расплава массой ~ 0,2 г, выплеснутой на внутреннюю полированную поверхность медного цилиндра, вращающегося с частотой 25 об/с. При проведении исследований использовали фольги толщиной 50–100 мкм. Скорость охлаждения расплава достигала 10^6 К/с. При изучении структуры быстрозатвердевших фольг использовалась растровая электронная микроскопия (микроскоп LEO 1455 VP). Исследование зеренной структуры фольг осуществлялось методом дифракции электронов, который проводился с помощью специальной приставки «HLK CHANNEL 5» (Oxford Instruments) к растровому микроскопу LEO 1455 VP.

Быстрозатвердевшие фольги исследуемых сплавов достигали 10 см в длину и 1 см в ширине. Зеркальная поверхность фольги, прилегающая к кристаллизатору (поверхность А) содержала впадины микронных размеров. Высокоскоростная кристаллизация сплавов Al – (1,5 – 3,0) масс. % Sn, вызывая сильное переохлаждение жидкой фазы, приводит к измельчению зеренной структуры. На рис. 1 приведены зеренные структуры поверхностей А быстрозатвердевших фольг Al – 1,5 масс. % Sn (а) и Al – 3,0 масс. % Sn (б). Средние размеры зерен, определенные методом секущих, на поверхностях фольги А для сплавов Al – 1,5 масс. % Sn и Al – 3,0 масс. % Sn равны 25 и 27 мкм соответственно.

УДК 544.654.2:546.74
ВЛИЯНИЕ ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРОЛИЗА НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССА МЕДНЕНИЯ

Е. В. МИХЕДОВА, А. А. ЧЕРНИК, И. М. ЖАРСКИЙ
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Проблемой осаждения медных покрытий на стальную основу является цементация поверхности химически осажденным слоем меди, который плохо контактирует с основным металлом, имеет хрупкую и пористую структуру. Поэтому покрытие медью черных металлов проводится из комплексных электролитов, где потенциал меди значительно смещен в электроотрицательную сторону.

В связи с этим является актуальной разработка экологически безопасных комплексных электролитов для скоростного электрохимического нанесения меди на рабочую поверхность стальных и чугунных изделий, а также применение импульсных токов и изучение их влияния на технологические параметры и свойства полученных покрытий.

Покрытия осаждались из электролита следующего состава: CuSO_4 – 100 г/л, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – 200 г/л, NaCl – 26 г/л, лимонная кислота – 48 г/л, NaOH до pH 7,5–8,5. Диапазон рабочих плотностей тока определяли с помощью угловой ячейки Хулла объемом 250 см³. Выход по току определяли гравиметрически. Время катодного импульса варьировалось в интервале 5–100 мс, время паузы – 2–10 мс.

На основании измерений в ячейке Хулла установлены диапазоны рабочих плотностей тока при различных величинах длительности импульса и длительности паузы. Для сравнения – рабочий диапазон плотностей тока в стационарных условиях составил 1,0–2,3 А/дм². Результаты измерений приведены в табл. 1.

Как видно из таблицы, максимальная плотность тока достигается при длительности импульса 5 мс и длительности паузы 10 мс. Верхний предел плотности тока увеличился в 3 раза, а также значительно расширился диапазон рабочих плотностей тока.

При определении выхода по току меди, осаждение в стационарном режиме проводилось при плотности тока 2 А/дм². При осаждении в импульсном режиме, катодную составляющую тока рассчитывали таким образом, чтобы эффективная плотность тока имела значение 2 А/дм².

ства после нагрева до температур $T \approx 0,85T_{пл}$ матрицы и являются типичными дисперсно-упрочненными материалами. Высокая стойкость против температурного воздействия обеспечивается образованием субмикро- или микрокристаллической структуры матрицы, обладающей развитой поверхностью границ зерен и субзерен. Эти границы являются эффективным барьером для движения дислокаций и, кроме того, наличие в структуре дисперсных включений вызывает дополнительное упрочнение. Избыточные фазы стабилизируют структуру матрицы при нагреве до высоких температур, что препятствует развитию диффузионных процессов и протеканию рекристаллизации.

Разупрочнение, наблюдаемое при температурах выше 850 °С, указывает на наличие структурных превращений, связанных с некоторым увеличением размера зерен и субзерен, а также коагуляцией и ростом избыточных фаз. Повышение температуры отжига сопровождается снижением удельного электрического сопротивления. Это явление обусловлено фазовыми и структурными превращениями, протекающими в композиции при развитии термически активируемых реакций внутреннего окисления алюминия. Указанный процесс уменьшает концентрацию алюминия в твердом растворе, что приводит к снижению электрического сопротивления. Таким образом, для стабилизации фазового состава, структуры и свойств механически легированных композиций обязательной операцией является отжиг, который может сочетаться с термомеханической обработкой. При этом имеют место развитие такие физико-химические процессы, как диффузия, рекристаллизация, растворение включений, выделение и рост новых фаз, и другие, способствующие переходу системы к равновесному или близкому к нему состоянию. Это обеспечивает стабильность структуры и свойств, являющуюся необходимым условием надежности и долговечности изделий, работающих в жестких температурно-силовых условиях.

Установлено, что оптимальными режимами отжига, обеспечивающими завершение реакций внутреннего окисления алюминия и образования дисперсных частиц упрочняющей фазы в медной матрице, являются: температура нагрева – 775–800 °С, время выдержки – 2–3 ч.

В результате исследований выявлен механизм фазовых превращений, происходящих в порошковой композиции в процессе её механообработки и при последующем отжиге. Показано, что они состоят из следующих этапов: растворения алюминия в медной основе; окисления меди кислородо-содержащей газовой фазой; внутреннего окисления алюминия с образованием наноразмерных включений оксидов и нитридов и снижением концентрации атомов алюминия в твердом растворе меди.

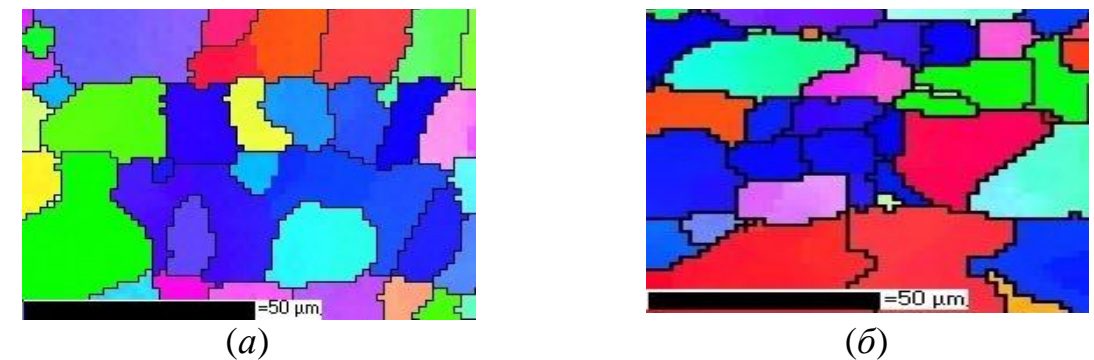


Рис. 1. Зеренные структуры поверхности A быстрозатвердевших фольг сплавов Al – 1,5 масс. % Sn (а) и Al – 3,0 масс. % Sn (б)

В быстрозатвердевших фольгах исследуемых сплавов образуется преимущественная ориентировка зерен. На рис. 2 приведены прямые полюсные фигуры плоскостей $\{111\}$ сплавов Al – 1,5 масс. % Sn (а) и Al – 3,0 масс. % Sn (б). Центр проекций круга совпадает со стереометрической проекцией нормали фольги. Гномостереометрические проекции плоскостей $\{111\}$ различных зерен расположены преимущественно в центре круга проекций или незначительно смещены от него. Это указывает на формирование аксиальной текстуры $\{111\}$ в быстрозатвердевших фольгах.

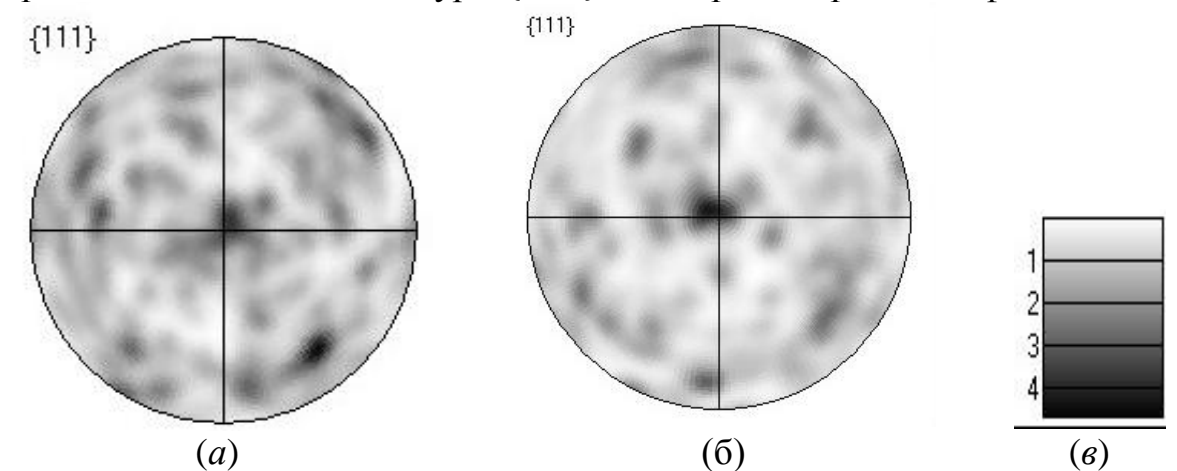


Рис. 2. Прямые полюсные фигуры гномостереографических проекций плоскостей $\{111\}$ для фольг сплавов Al – 1,5 масс. % Sn (а) и Al – 3,0 масс. % Sn (б) и шкала уровня интенсивности (в)

Таким образом, в быстрозатвердевших фольгах сплавов системы Al – Sn, содержащих 1,5 и 3,0 масс. % олова, формируется преимущественная текстура алюминия $\{111\}$. Высокоскоростная кристаллизация исследуемых сплавов приводит к измельчению зеренной структуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Метастабильные и неравновесные сплавы / Под ред. Ю. В. Ефимова. – М. : Металлургия, 1987. – С. 406–438.
2. Мирошниченко, И. С. Закалка из жидкого состояния / И. С. Мирошниченко. – М. : Металлургия, 1982. – 167с.

А. Н. ЖОГАЛЬСКИЙ, В. П. ЗЫЛЬКОВ, А. М. МУРАЧЕВ
Учреждение образования
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ»
Могилев, Беларусь

На практике часто возникает необходимость в применении теплоносителей и хладоносителей. Температурный интервал применения теплоносителя ограничен его фазовыми переходами (кипение и кристаллизация). Хорошими теплофизическими свойствами обладает вода, но применение её ограничено высокой температурой кристаллизации (0°C). Для понижения температуры замерзания применяются её растворы с этиленгликолем (антифризы) и неорганическими солями NaCl , MgCl_2 , CaCl_2 (рассолы). Антифризы обладают относительно высокой вязкостью и, соответственно, низкой теплопроводностью. Рассолы по свойствам близки к воде, но входящий в их состав хлорид ион является сильным активатором коррозии. Этот недостаток можно устранить заменив в составе соли хлорид ион на нитрат ион. Окислительные свойства нитрат иона в нейтральной среде невысоки ($\varphi^0 = +0,01 \text{ В}$).

Авторами в качестве объекта исследования выбран водный раствор NaNO_3 . В ранее проведенном исследовании была установлена его высокая растворимость в воде и относительно низкая вязкость данных растворов. Целью работы явилось экспериментальное определение влияния концентрации соли на температуры фазовых переходов (кристаллизации) данного смесового теплоносителя.

Методика эксперимента. Нитрат натрия квалификации ч.д.а. Вода дистиллированная. Контроль температуры приводился термометром с ценой деления 0,1 градуса с интервалом измерения от $+20$ до -30°C . Охлаждение проводилось в специальной морозильной камере. Для предупреждения переохлаждения раствора ниже температуры кристаллизации, к раствору добавлялись частицы тонкоизмельченного стекла.

В процессе исследования были экспериментально определены кривые охлаждения водных растворов нитрата натрия. Анализ кривых охлаждения позволил установить температуры фазовых переходов. В табл. 1 приведены значения температур замерзания растворов при определенных значениях процентной (ω) и моляльной (ν) концентраций нитрата натрия.

Ф. Г. ЛОВШЕНКО, А. И. ХАБИБУЛЛИН
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Реакционное механическое легирование, осуществляемое в атмосфере оксида азота N_2O , активирует окислительно-восстановительные превращения, имеющие место в композициях на основе системы $\text{Cu}-\text{Al}-\text{MoO}_3$, что приводит к снижению концентрации алюминия в твердом растворе на основе меди и, как следствие, увеличивает электропроводность материала. Однако, после завершения механического легирования, термодинамическое равновесие системы не достигается и фазовый состав гранулированных композиций существенно отличается от равновесного наличием алюминидов Cu_9Al_4 , оксидов Si_2O и CuMoO_4 . Было установлено, что дополнительная термическая обработка брикетированных гранулированных материалов, применяемая перед экструзией полуфабрикатов, повышает электропроводность композиционного материала, что свидетельствует об активации фазовых превращений, приближающих систему к термодинамическому равновесию.

Кроме того, одним из важнейших качеств, определяющих эксплуатационные характеристики электроконтактного материала, является способность сохранять высокие прочностные свойства после продолжительного высокотемпературного воздействия. В связи с этим, целью данной работы являлось изучение влияния режима отжига на физико-механические свойства дисперсно-упрочненной меди.

Температура изменялась в пределах $600-1050^{\circ}\text{C}$ при продолжительности обработки, равной $0,5-8,0$ ч. В качестве атмосферы использовались водород, аргон и вакуум. Основными целями отжига являются стабилизация структуры, свойств и дегазация. Оптимизация режима отжига осуществлена с применением центрального композиционного ортогонального планирования. При описании области оптимума параметрами являлись: предел прочности материала σ_s и удельное электрическое сопротивление ρ ; факторами – температура x_1 , продолжительность отжига x_2 . Средние значения параметров оптимизации, приведенные в матрице планирования, получены по результатам двух параллельных опытов.

Результаты измерений микротвердости гранулированных композиций, полученных после отжига в различных атмосферах, показали, что их влияние незначительно. По результатам исследований можно сделать вывод, что все исследуемые композиции сохраняют высокие механические свой-

механических свойств, из-за сложности технологии и длительности процессов производства, ограничения размеров выпускаемых изделий, широкого применения в промышленном масштабе они не получили.

Поэтому, наиболее массово используют дисперсионно-твердеющие сплавы, которые представляют собой твердые растворы с ограниченной и изменяющейся с температурой растворимостью. Их упрочнение достигается термической обработкой: закалка для перевода и фиксации легирующих элементов в твердом растворе и старение, при котором происходит распад пересыщенного твердого раствора с образованием дисперсных частиц упрочняющей фазы или фаз. Первое приводит к повышению электро- и теплопроводности, а второе – к упрочнению сплава. В противоположность сплавам, упрочняемым наклепом и дисперсно-упрочненными сплавам, дисперсионно-твердеющие сплавы допускают вначале изготовление из них деталей, а, затем, последующее их упрочнение. Уровень прочности, достигаемый при дисперсионном старении значительно выше, чем при упрочнении наклепом, и может не уступать прочности дисперсно-упрочненных сплавов.

Наиболее популярными сплавами данного типа следует считать хромосодержащие сплавы – хромовые бронзы, в которых упрочнение происходит после закалки и старения в результате выделения хрома или хромосодержащих химических соединений. Из всех хромовых бронз наибольшее применение нашли двойные сплавы системы Cu–Cr и тройные системы Cu–Cr–Zr, производство которых составляет около 90 % от всех хромовых бронз.

Но выпуск подобных бронз в РБ не налажен, так как это требует наличие дорогостоящего специализированного оборудования, что определяется технологическим процессом производства, состоящего из следующих технологических операций: подготовка шихты, плавка, литье и термомеханическая обработка, заключающаяся в закалке, пластической деформации со степенью обжатия не менее 50–60 % и последующем старении. Причем, самым сложным и дорогостоящим является процесс выплавки лигатуры, осуществляемый в вакуумных плавильных агрегатах при температуре 1600–1700 °С. Выплавляемая при этом лигатура содержит всего лишь около 3 % Cr, поэтому каждая 4^{-я} плавка в условиях производства – лигатурная.

Упрощение технологии производства и повышение физико-механических свойств бронз можно достигнуть за счет сочетания технологии реакционного механического легирования, применяемого в этом случае для получения лигатур (Cu–Cr, Cu–Cr–Zr), и литья с последующей переработкой литых заготовок в полуфабрикаты и изделия традиционными методами.

Табл. 1. Температуры фазовых переходов (кристаллизации) растворов нитрата натрия

ω, %	14,9	17,0	19,0	24,5	30,8	35,55	39,6
ν, моль/кг	2,05	2,4	2,75	3,8	5,2	5,9	7,7
T _{зам. экс.} , °С	-10,6	-11,5	-12,8	-15,3	-17,0	-16,3	-15,8

Из приведенных в таблице экспериментальных данных следует, что характер зависимости температур замерзания от концентрации соли согласуется с диаграммой состояния двойной системы без образования между компонентами системы химических соединений. В области примерно 30 % раствора находится эвтектическая точка. Данные до и после эвтектической точки (в случае графической зависимости это линии ликвидуса) позволяют установить температуры начала кристаллизации отдельных компонентов. В эвтектической точке, которая соответствует температуре замерзания, примерно, –17 °С происходит кристаллизации обоих компонентов раствора.

Расчет по закону Рауля температуры кипения 30 % дает значения +105,2 °С. С учетом высокой ионной силы данного раствора, температура кипения должна составлять примерно +102,5 °С. Таким образом, рабочий температурный интервал применения данного теплоносителя при эвтектической концентрации находится в температурном интервале, примерно, +90...–10 °С.

Б. И. ИГНАТОВ, В. Н. ПОПОВ

Учреждение образования
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ»
Могилев, Беларусь

Для получения сложнопрофильных поверхностей различных изделий используется способ электроэрозионной обработки, при которой заготовка помещается в диэлектрическую жидкость и обработка осуществляется тепловым воздействием импульсов электрического тока между электродом-инструментом и обрабатываемой заготовкой. При этом в межэлектродном зазоре происходят искровые разряды заданного параметра, во время которых выделяется большое количество теплоты. Теплота, которая выделяется в процессе искрового разряда, может быть использована для легирования поверхностного слоя изделия.

В данной работе изучена возможность применения электроэрозионного метода (ЭЭМ) для создания на поверхности металла упрочненного слоя на основе неравновесных фазовых превращений и легирования в зоне разряда.

В основе ЭЭМ создания упрочненного слоя заложены физические процессы в зоне воздействия электроискрового разряда. В процессе разряда поток электронов, достигая поверхности металла, вызывает локальный разогрев, при этом мгновенная температура в зоне разряда достигает $\sim 25 \cdot 10^3$ К. Энергия разрядного импульса определяет температурное и фазовое состояние микрообъема в зоне разряда, плотность электронного и ионного токов. В свою очередь, энергия импульса разряда зависит от параметров электроэрозионной обработки: среднего тока разряда, длительности и частоты импульсов, скважности, вида технологической жидкости и теплофизических параметров обрабатываемого металла. Упрочняющее действие электроэрозионной обработки реализуется за счет охлаждения с большой скоростью нагретых разрядом участков металла для получения неравновесных структур. Скорость охлаждения ограничивается теплопроводностью металла и теплопередачей в технологическую жидкость.

Экспериментальные исследования выполнялись на образцах из стали марок У8, 12Х13, 4ХМФС и др. Оптимальный режим электроэрозионной обработки определен экспериментально: ток $J_{cp} = 5$ А, $U_{cp} = 30$ В, $\tau_u = 200$ мкс, $f = 400$ кГц. Было установлено, что толщина упрочненного слоя зависит от химического состава стальных образцов. При указанных режимах на образцах из стали У8 была получена максимальная толщина упрочненного слоя, которая составила 12–15 мкм, на стали 12Х13 – 6 мкм, на стали 4ХМФС – до 8 мкм. По металлографическим данным упрочненный слой имеет повышенную микротвердость и теплостойкость. Так, например, микротвердость упрочненного слоя на стали У8 получена 830 НВ.

Ф. Г. ЛОВШЕНКО, *Г. Ф. ЛОВШЕНКО, И. А. ЛОЗИКОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
*«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Минск, Беларусь

Развитие таких важнейших отраслей, как энергетическое машиностроение, автомобилестроение, авиастроение, промышленное и др., явилось причиной расширяющегося с каждым годом серийного производства отдельной группы медных сплавов — низколегированных. Низколегированными следует называть такие медные сплавы, суммарная концентрация легирующих элементов в которых (примерно до 5 %) обеспечивает сохранение на достаточно высоком уровне всех положительных свойств меди при существенном увеличении температуры ее разупрочнения (рекристаллизации).

В литом состоянии подобные сплавы не применяют вследствие низких физико-механических свойств. Исходя из способа упрочнения, их разделяют на две группы – упрочняемые холодной пластической деформацией и дисперсными частицами.

К первой группе относят латуни и бронзы, которые представляют собой двух- или многокомпонентные твердые растворы. Холодная пластическая деформация со степенью 70–80 % повышает твердость и прочность сплавов, но снижает электропроводность и пластичность. Поэтому недостатком материалов этой группы является возможность их упрочнения только при производстве полуфабрикатов простых конфигураций, невозможность сохранения упрочнения при нагреве в условиях эксплуатации или при изготовлении изделий, повышенное электросопротивление, связанное как с составом этих сплавов, так и с их деформированным состоянием.

Ко второй группе относят дисперсно-упрочненные и дисперсионно-твердеющие сплавы. Разработан ряд методов получения и достаточно широкая номенклатура сплавов с дисперсным упрочнением: дисперсионно-упрочненные гранулированные сплавы; дисперсно-упрочненные композиционные материалы; внутреннеокисленные сплавы; сплавы, получаемые механическим смешиванием дисперсных порошков; механически легированные сплавы. Упрочнение достигается либо за счет выделения термостабильных мелкодисперсных частиц при соответствующей термической обработке, или за счет введения подобных частиц в более пластичную основу. Но, при наличии у материалов высокого комплекса физико-

напряженности процесса, можно изменять гранулометрический состав шихты, достигая требуемых значений. Некоторые результаты проведенных исследований приведены на рис. 1.

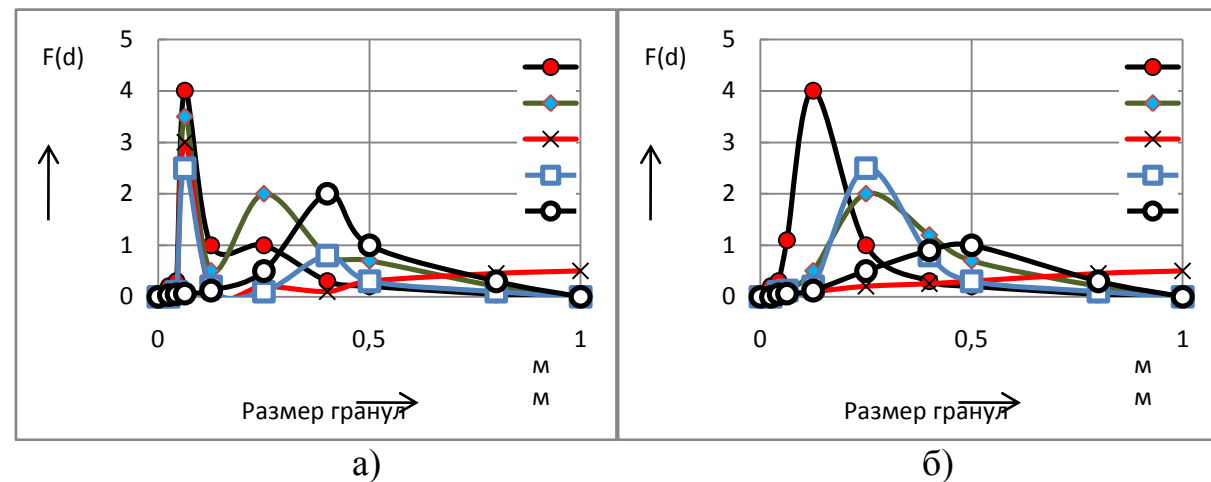


Рис. 1. Зависимость гранулометрического состава шихты от: а) ускорения размалывающих тел: 1) $80 \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$; 2) $110 \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$; 3) $125 \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$; 4) $140 \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$; 5) $150 \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$; б) степени заполнения помольной камеры шарами: 1) 30%; 2) 45%; 3) 60%; 4) 75%; 5) 90%

Полученная по оптимальному режиму обработки шихта состоит из гранул равноосной формы, средний размер которых составляет 300–400 мкм. После компактирования основа имеет микрокристаллический тип структуры. Форма зерен близка к равноосной и их диаметр не превышает 1 мкм. Легирующие элементы равномерно распределены в медной основе и даже изредка встречающиеся их отдельные включения не превышают 2–5 мкм. Характерная структура гранулированных композиций приведена на рис. 2.

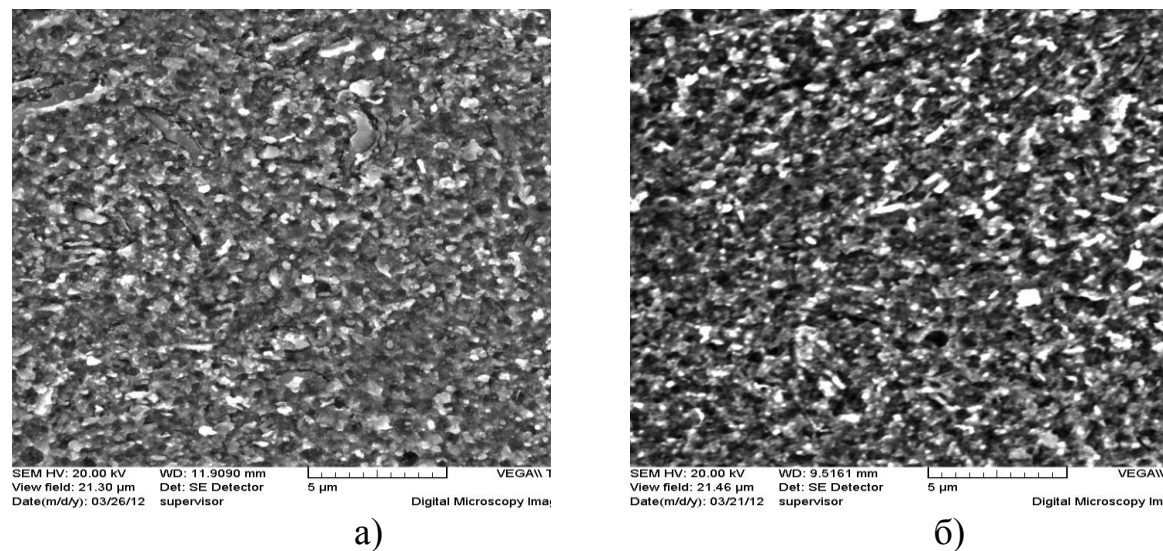


Рис. 2. Структура гранулированных композиций Cu-Cr (а) и Cu-Cr-Zr (б)

Рентгенографический анализ показал, что упрочненный слой содержит повышенное количество углерода (не менее 1,5 %) и имеет структуру мартенсита. Для сравнения, микротвердость стали У8 равна 570 НВ и содержание углерода в ее составе, в среднем, 0,82 %. Среднее содержание углерода в стали 12Х13 составляет 0,12 %, в поверхностном слое после упрочнения углерода не больше 0,9 % и микротвердость этого слоя составила 670 НВ. Эксперименты показали зависимость микротвердости упрочненного слоя от содержания углерода в составе стали.

На основании результатов исследований разработан способ электроэрозионного легирования поверхности стали с использованием мелкодисперсного порошка соединений легирующих металлов, вносимых в технологическую диэлектрическую жидкость. В качестве легирующих порошков используются соединения металлов 4–6 групп таблицы Менделеева. Во взвешенном состоянии и равномерном распределении порошка в технологической жидкости через нее барботируется газ. Газ подается через отверстия в трубке, которая укладывается на дне по контуру технологической ванны. Размер частиц порошка 3–6 мкм. Концентрация порошка в технологической жидкости определяется требованиями к результатам легирования поверхности.

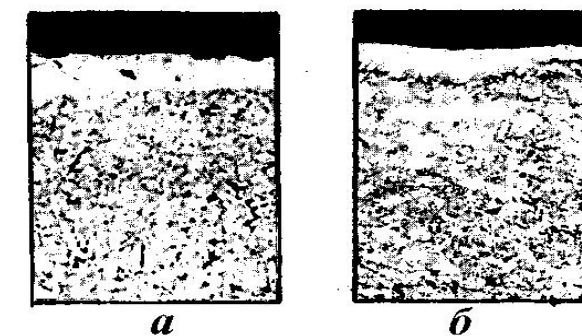


Рис. 1. Упрочненные слои на поверхности стальных образцов: а – сталь У8; б – сталь 1, 2Х13

В процессе электроэрозионного легирования электрод-инструмент совершает вертикальные колебательные движения и, вследствие этого, технологическая жидкость естественным путем заполняет межэлектродный зазор. При прохождении импульса электрического разряда под действием высокой температуры легирующие частицы диссоциируют с образованием ионов, которые при этом отличаются повышенной активностью. Под действием электростатического поля ионы переносятся на обрабатываемую поверхность с образованием легирующего слоя повышенной твердости. Шероховатость легированной поверхности после обработки на заключительном этапе выглаживающими импульсами составляет 4–6 мкм. Толщина легированного слоя составила 16–18 мкм, микротвердость 650–820 НВ (рис. 1).

Рентгенофазный анализ показал, что, при внесении в технологическую жидкости порошка оксида хрома, в поверхностном слое, полученном легированием сталей У8, 12Х13 и 45, содержатся карбиды хрома.

УДК 621.762:71, 620.19
ИОННО-ЛУЧЕВОЕ АЗОТИРОВАНИЕ И КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ
ХРОМИСТЫХ СТАЛЕЙ

А. Н. КАРПОВИЧ, А. В. БЕЛЫЙ, В. А. КУКАРЕКО
Государственное научное учреждение
«ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

Метод низколегированного ионно-лучевого азотирования при высоких плотностях ионного тока успешно развивается на протяжении последних лет. Использование ионных пучков высокой плотности вызывает значительный нагрев поверхности, что обеспечивает радиационно-стимулированную диффузию легирующих и образующих твердое тело атомов. Таким образом, данный метод содержит в себе все преимущества традиционных химико-термических и ионно-лучевых технологий.

Основной целью данного исследования являлось определение влияния низкоэнергетического ионно-лучевого азотирования высокой плотности ионного тока [1–2] на коррозионную стойкость и микроструктуру хромистых сталей. В качестве материалов для исследования были выбраны стали мартенситного класса 40X, 40X13 с существенно отличающейся концентрацией хрома (1 и 13 мас.% Cr соответственно), а также аустенитная сталь 10X18H10T (18 мас.% Cr). Полученные данные показали, что ионное азотирование значительно влияет на коррозионную стойкость хромистых сталей в кислых средах и соляных растворах.

Содержание хрома также существенно влияет на свойства имплантированного слоя. Например, толщина модифицированного слоя на поверхности стали 40X13 оказалась значительно меньше, чем на поверхности стали 40X13. Микроструктура ионно-имплантированных слоев данных сталей также значительно отличается.

Результаты исследований показали, что наибольшая скорость коррозии характерна для низколегированной стали 40X. Предварительная закалка стали 40X заметно увеличивает ее коррозионную стойкость. Показано, что коррозионная стойкость сталей с высокой концентрацией хрома, имплантированных при температурах 670 и 770 К, существенно отличается. Указанное различие в коррозионном поведении сталей, обработанных ионами азота при различных температурах, обусловлено особенностями структурно-фазового состояния их поверхностных слоев. При температуре ионно-лучевой обработки стали 670 К основной фазой, присутствующей в поверхностном слое, является гексагональный нитрид, который характеризуется большей стойкостью к коррозионному растворению, чем кубический нитрид, образующийся в процессе ионно-лучевой обработки при 770 К. Можно предположить на основании исследований структурного со-

УДК 621.762
ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОБРАБОТКИ НА МОРФОЛОГИЮ И
СТРУКТУРУ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫХ ГРАНУЛИРОВАННЫХ
КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ МЕДИ

Ф. Г. ЛОВШЕНКО, *Г. Ф. ЛОВШЕНКО, И. А. ЛОЗИКОВ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
*«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Минск, Беларусь

При обработке порошковых смесей в механореакторе параллельно протекают процессы разрушения частиц и сварки осколков, вызывающие формирование гранулированной композиции. Первый процесс определяется скоростью накопления дефектов кристаллического строения, возникающих при пластической деформации частиц. С увеличением частоты силового воздействия размалывающих тел на обрабатываемую композицию вероятность разрушения частиц возрастает. Параллельно с разрушением частиц в результате адгезии протекает агломерация и грануляция. Адгезия частиц обусловлена Ван-дер-ваальсовыми и электростатическими силами и получает развитие, прежде всего, при контакте свежих поверхностей. Ударное воздействие рабочих тел на агломерированные частицы композиции приводит к сварке, сопровождающейся взаимодиффузией и химическим взаимодействием между компонентами. В результате многократно повторяющихся разрушения и сварки формируется гранулированная композиция, в которой исходные компоненты или продукты их взаимодействия связаны и равномерно распределены между собой.

Кинетика формирования гранулированных композиций и размер частиц, а также их механические свойства зависят от энергонапряженности режима механического легирования, под которой понимается мощность, затрачиваемая на единицу массы обрабатываемой шихты. Для ряда систем в определенном интервале значений энергонапряженности режима обработки, превышающих пороговое, установлена прямо пропорциональная зависимость между этим фактором и скоростью механохимических превращений. В свою очередь для конкретного механореактора основными факторами, влияющими на энергонапряженность, являются амплитуда и частота колебаний помольной камеры, определяющие нормальное ускорение размалывающих тел, степень заполнения помольной камеры рабочими телами и отношение объемов рабочих тел и обрабатываемой шихты.

Варьируя в определенном интервале значений такими факторами как время обработки, ускорение рабочих тел, температура и степень заполнения помольной камеры рабочими телами, соотношение между объемами, занимаемыми рабочими телами и шихтой, вызывающее изменение энерго-

– образцы с содержанием ДОФ в пределах 2,0÷2,5 мас.% демонстрируют оптимальные значения прочности и относительного удлинения (*III*). Этот эффект объясняется формированием упорядоченной структуры ПЭВД при данной концентрации пластификатора;

– при дальнейшем введении пластификатора (> 3,0 мас.%) в полимерную матрицу наблюдается постепенное снижение исследуемых характеристик (*IV*). Высокая концентрация пластификатора соответствует пределу совместимости ПЭВД и ДОФ, обуславливая формирование гетерогенной системы, в результате чего пластификатор становится неэффективным [3].

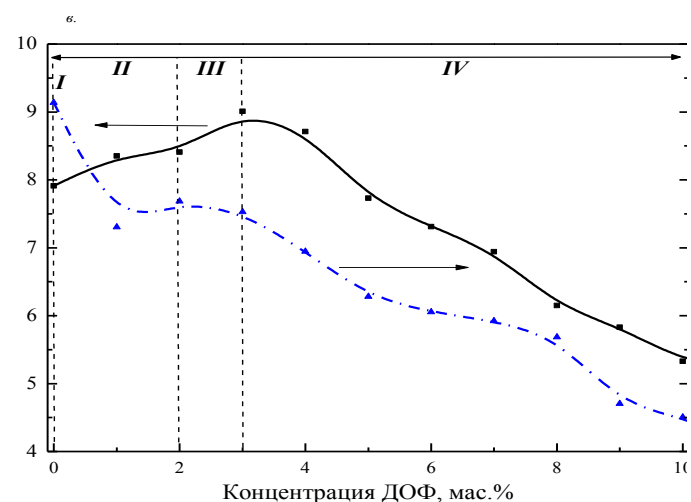


Рис. 1. Деформационно-прочностные параметры пластифицированных ДОФ пленок ПЭВД

Результаты исследований служат обоснованием для разработки композиционных материалов на основе ПЭВД с оптимальной по критерию деформационно-прочностных параметров системы концентрацией ДОФ и возможностью введения в систему дополнительных функциональных наполнителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Лашкина, Е. В.** Физико-химические параметры активных композиционных материалов на основе полиолефинов / Е. В. Лашкина, О. А. Ермолович, Ж. Н. Громько; под ред. А. П. Кудинова // *Высокие технологии, исследования, промышленность: сб. тр. Девятой междунар. науч.-практ. конф. «Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности»*, Санкт-Петербург, 22-23 апреля 2010 г. – РФФИ. – СПб, 2010. – С. 322–323.
2. **Козлов, П. В.** Физико-химические основы пластификации полимеров / П. В. Козлов, С. П. Папков. – М.: Химия, 1982. – 224 с.
3. **Тагер, А. А.** Физико-химия полимеров / А. А. Тагер. – М.: Химия, 1968. – 536 с.

стояния имплантированных при разных температурах сталей, что при более низкой температуре поверхностный слой преимущественно содержит фазы, характеризующиеся повышенной стойкостью к коррозионному растворению. В то же время, выделение в поверхностном слое частиц нитрида хрома в результате ионной обработки при более высоких температурах, приводит к понижению содержания хрома в матричной фазе и замедляет кинетику пассивации поверхностного слоя в агрессивной среде.

В практических приложениях имплантация при 670 К является более перспективной, так как гомогенная структура, полученная при данной температуре обработки, обеспечивает большую коррозионную стойкость, чем неоднородная структура, получаемая при 770 К и дающая лишь кратковременный эффект. Не менее важным для практического применения является то факт, что помимо увеличения коррозионной стойкости хромосодержащих сталей, обработка методом ионно-лучевого азотирования повышает и износостойкость стальных поверхностей.

Можно сделать следующие выводы.

1. Применение ионных пучков азота высокой плотности приводит к повышению коррозионной стойкости мартенситных и аустенитных сталей.
2. В результате высокотемпературной имплантации стойкость сталей на начальных этапах возрастает, однако, после стравливания поверхностного слоя, интенсивность коррозионного растворения существенно увеличивается. Это связано с образованием в поверхностном слое стали частиц нитрида хрома, что приводит к обеднению матричной α -фазы хромом и понижению коррозионной стойкости модифицированного азотом слоя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Белый, А. В.** Инженерия поверхностей конструкционных материалов концентрированными потоками ионов азота / А. В. Белый, В. А. Кукареко, А. Патеюк. – Минск: Беларус. наука, 2007. – 244 с.
2. *Современные перспективные материалы* / Под ред. В. В. Клубовича. – Витебск: Изд-во УО «ВГТУ», 2011. – 562 с.

УДК 621.9.047
ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАЗМЕРНОЙ
ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ

А. Ю. КОРОЛЁВ, Ю. Г. АЛЕКСЕЕВ, В. С. НИСС
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПАРК БНТУ «ПОЛИТЕХНИК»
Минск, Беларусь

Метод обработки в электролитах при высоких напряжениях электролитно-плазменная обработка (ЭПО) широко применяется в качестве финишной операции для полирования, глянцеваания поверхности и для скругления острых кромок на деталях из различных металлических материалов. Авторами впервые на основе ЭПО разработан и внедрен новый способ размерной обработки, позволяющий осуществлять формообразование сложнопрофильных поверхностей деталей вращения с высоким качеством поверхности.

Целью данной работы являются экспериментальные исследования и оптимизация технологических параметров размерной ЭПО деталей вращения. В работе оценивалось влияние основных контролируемых параметров процесса ЭПО (рабочее напряжение, температура электролита и глубина погружения) на скорость размерного съема материала.

Установлено, что температурные условия в приэлектродной зоне и в электролите играют существенную роль в процессе ЭПО. При снижении температуры электролита ниже $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ вместо обработки наблюдается электролитный нагрев образцов. Обработка образцов при температуре электролита $40\text{...}60\text{ }^{\circ}\text{C}$ сопровождается периодическим срывом процесса из-за нарушения сплошности парогазовой оболочки, что приводит к возникновению значительных бросков рабочего тока. В диапазоне от 70 до $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ достигается высокая стабильность процесса ЭПО, а при дальнейшем увеличении температуры ($90\text{...}99\text{ }^{\circ}\text{C}$) образец оказывается погруженным в сплошную подвижную пену, затрудняющую процесс обработки.

Исследования влияния глубины погружения на скорость размерного съема проводились в диапазоне от 5 до 245 мм. Установлено, что с увеличением глубины погружения скорость размерного съема повышается, причем зависимость имеет линейный характер. Основными причинами повышения скорости съема являются перепад гидростатического давления и температурный градиент в вертикальном направлении. Очевидно, что повышение скорости съема будет происходить до глубины, при которой гидростатическое давление станет настолько высоким, что процесс пленочного кипения будет невозможен. Однако реализация процесса размерной обработки на большой глубине невозможна, что связано с технологическими трудностями. Поэтому на практике глубина погружения образцов не должна превышать $100\text{...}125$ мм.

УДК 678.078.2:656.2
ОЦЕНКА ДЕФОРМАЦИОННО-ПРОЧНОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ
ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ СИСТЕМЫ «ПЭВД / ПЛАСТИФИКАТОР»

Е. В. ЛАШКИНА, П. И. БОНДАРЕНКО
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА»
Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ МЕХАНИКИ МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫХ СИСТЕМ
им. В.А. БЕЛОГО НАН Беларуси»
Гомель, Беларусь

Разработка композиционных полимерных материалов на основе крупнотоннажных полиолефинов связана с решением проблем совместимости полимерной матрицы с различными модификаторами. Модификация свойств полимеров путем пластификации оказывает влияние на эксплуатационные характеристики изготавливаемых материалов.

Цель исследований состоит в оценке деформационно-прочностных параметров двухкомпонентной системы ПЭВД/пластификатор.

В эксперименте использовали порошковый ПЭВД марки 16803-070, модифицирующими реагентами выступили пластификаторы – диоктилфталат (ДОФ), этиленгликоль и глицерин. Пленки толщиной $\delta = 120\div 150$ мкм изготавливали методом горячего прессования при температуре $T = 130\text{ }^{\circ}\text{C}$. Основными критериями для выбора пластификатора (ДОФ) послужили: температура экструзионной переработки полимерной матрицы, физико-химические свойства основного компонента пленки, доступность предполагаемого пластификатора [1]. Деформационно-прочностные показатели – предел прочности пленок при растяжении ($\sigma_{\text{в}}$, МПа) и относительное удлинение при разрыве (ε , %) – определяли с использованием универсальной разрывной машины Instron 5567 (США) по ГОСТ 14236-81. Зависимость деформационно-прочностных параметров пленок ПЭВД/ДОФ от концентрации в них пластификатора приведена на рис. 1.

Анализ данных рис. 1 приводит к следующим выводам:

- в непластифицированном ПЭВД (*I*) после прессования сохраняются внутренние напряжения, снижающие прочностные свойства пленок ($\sigma_{\text{в}}$, $\sim 8,0$ МПа, $\varepsilon \sim 600\%$) [2];
- при малой концентрации пластификатора (до $2,0$ мас.%) незначительное возрастание механической прочности системы (*II*) связано с появлением энергетических эффектов – увеличением содержания кристаллической фазы в составе полимера и повышением степени взаимодействия между цепными макромолекулами ПЭВД и пластификатора;

И. И. КУРИЛО, А. А. ЧЕРНИК, И. М. ЖАРСКИЙ, Д. С. ХАРИТОНОВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Электрохимическое меднение является процессом, при котором на поверхности и в отверстиях печатной платы формируется токопроводящий слой, определяющий ее эксплуатационные свойства. Одним из перспективных направлений интенсификации гальваномеднения печатных плат, в настоящее время, является проведение процесса в ультразвуковом поле.

Целью работы было исследование влияния ультразвукового поля на скорость нанесения медного покрытия и его распределение по высоте отверстий многослойных печатных плат.

Для исследований использовали промышленные образцы многослойных печатных плат, предварительно прошедшие все стадии обработки до электролитического меднения. Электролиз проводили в сернокислом электролите следующего состава, г/л: CuSO_4 100–120; H_2SO_4 160–180; NaCl 0,02–0,04; ЛТИ 0,08–0,10; ОС-20 0,8–1,5. В качестве анодов использовали медные пластины марки АМФ. Для получения электролитического медного покрытия использовали ультразвуковую установку с частотой ультразвуковых колебаний 18 кГц, мощностью – 0,17 Вт/см². Плотность тока изменялась от 3 до 10 А/дм².

Для анализа распределения меди в отверстиях и на поверхности печатной платы изготавливали металлографические шлифы. Измерение толщины осадков меди и микрофотографии шлифов проводили при помощи оптического микроскопа с увеличением в 330 и 620 раз. Распределение меди оценивали по отношению слоя осадка в отверстиях (d) к слою осадка на поверхности печатной платы (d_0).

Тестирование электролита в ячейке Хулла показало, что в стационарных условиях наиболее качественные покрытия на поверхности печатной платы получают при плотностях тока, равных 0,5–1,0 А/дм². Наложение ультразвукового поля расширяет верхний диапазон рабочих плотностей тока до 7,0–8,0 А/дм². При этом образуются мелкокристаллические гладкие полублестящие осадки, равномерно распределенные по высоте отверстий многослойных печатных плат (отклонение не превышает 5–10 %). При повышении плотности тока до 10,0 А/дм² наблюдается ухудшение качества образующихся осадков, а также уменьшение толщины осажденного слоя меди на 20 % в центре отверстия и на 15 % на краях отверстия печатной платы.

Исследования влияния рабочего напряжения на скорость размерного съема проводились в диапазоне от 200 до 300 В. В результате исследований установлено, что с повышением напряжения происходит уменьшение скорости размерного съема. Зависимость имеет падающий гиперболический характер. Установлено, что обработка при напряжении от 200 до 240 В сопровождается периодическим нарушением устойчивости парогазовой оболочки и срывом процесса ЭПО. При напряжении от 240 до 300 В процесс обработки протекает стабильно.

Для получения интерполяционной зависимости и оптимизации параметров размерной ЭПО проведен трехфакторный трехуровневый эксперимент по плану Бокса-Бенкина, в результате которого установлено, что основное влияние на скорость размерного съема материала оказывает температура электролита. Уравнение регрессии для расчета скорости съема материала в зависимости от технологических параметров обработки, запишем в следующем виде:

$$V_{\text{ср.}} = 5,96 - 2,12 \cdot t + 0,28 \cdot h - 0,6 \cdot U + 0,24 \cdot t \cdot U + 0,28 \cdot U^2,$$

где t – температура электролита, °С; h – глубина погружения заготовки в электролите, мм; U – рабочее напряжение, В.

Анализ полученного уравнения регрессии позволил установить, что максимальное значение скорости размерного съема составляет 9,5 мкм/мин и достигается при температуре 70 °С, глубине погружения 125 мм и напряжении – 240 В.

На рис. 1 представлена диаграмма, характеризующая поверхность распределения средней скорости размерного съема в зависимости от рабочего напряжения и температуры электролита при глубине погружения 125 мм.

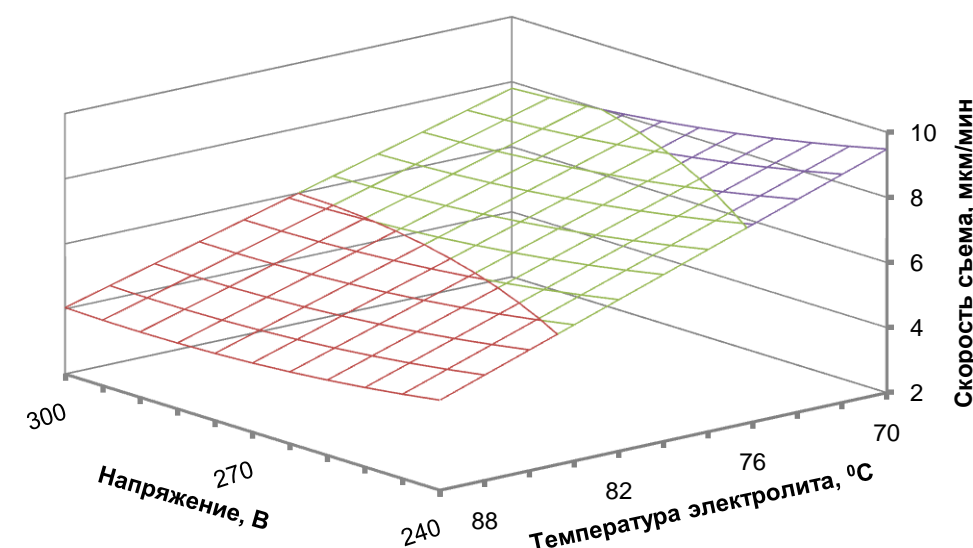


Рис. 1. Зависимость скорости съема от рабочего напряжения и температуры электролита при глубине погружения 125 мм

УДК 621.92
ИЗГОТОВЛЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ АБРАЗИВНОГО
ИНСТРУМЕНТА НА ЛЕГКОПЛАВКОЙ КЕРАМИЧЕСКОЙ СВЯЗКЕ

М. П. КУПРЕЕВ, Е. Н. ЛЕОНОВИЧ

Учреждение образования
«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им.Ф.Скорины»
Гомель, Беларусь

Производство шлифовальных кругов является сложным процессом. Несмотря на тщательный контроль производственных операций и введение специальной системы обозначений шлифовальных кругов, не удается получать полностью идентичные абразивные инструменты. Особенно сильно отличаются круги, изготовленные на разных предприятиях. Это обусловлено тем, что качество абразивного инструмента определяется не только исходным сырьем, но и технологическими режимами его производства (составом связки для абразивного зерна, составом временной связки, составом формовочной массы, последовательностью выполнения операций по приготовлению формовочной массы, режимами прессования, сушки и обжига изделий).

Отработка режимов изготовления шлифовальных кругов из шихты на основе легкоплавкой керамической связки осуществлено на примере изготовления высокоскоростных шлифовальных кругов, применяемых на ОАО «Минский подшипниковый завод» для обработки колец подшипников качения № 904700 и 154901Е на станке модели МС-4. Отрабатывались режимы изготовления шлифовальных кругов прямого профиля со следующими параметрами:

- 1 (ПП) 17 x 16 x 6 25 А 16 СМ1-2 К 60 м/с;
- 1 (ПП) 13 x 16 x 4 25 А 16 С К 60 м/с;
- 1 (ПП) 13 x 16 x 6 25 А 16 С К 60 м/с.

Также на ОАО «Минский подшипниковый завод» используются шлифовальные круги 1 (ПП) 40x10x13x 25 А 16 П СМ К 60 м/с, изготавливаемые из шлифовального зерна белого электрокорунда марки 25А зернистостью № 16 П (размер зерна от 160 до 200 мкм). Их твердость должна быть недостаточно высокой (среднемягкая степень твердости). Поэтому они изготавливаются с малым содержанием в абразивном теле керамической связки (6–11 % от объема абразивного инструмента). Отличительной чертой этих кругов является то, что их рабочая скорость должна быть не ниже 60 м/с. Абразивный инструмент с такими прочностными параметрами может быть изготовлен с использованием керамической связки на основе литийсодержащего борного стекла с добавкой фтористых соединений.

Для изготовления указанных шлифовальных кругов авторами была использована легкоплавкая керамическая связка, содержащая в своем со-

ставе технический криолит (соединение фтора) и углекислый литий. Связка готовилась фриттованием. Для этого исходные компоненты с вязки вначале перемешивались в шаровой мельнице, а затем спекались при температуре 1000 °С. После охлаждения связка дробилась на щековой дробилке и молотась в шаровой мельнице с керамическими барабанами и фарфоровыми шарами. Затем связка просеивалась на вибросите с размером ячеек сита 70 мкм.

Абразивные масса для формования кругов готовилась смешиванием абразивного зерна, связки и увлажнителя, в качестве которого использовался 60 % раствор декстрина. Формование шлифовальных кругов осуществлялось при давлении 14–15 МПа. После формования образцы высушивались, а затем обжигались при температуре 1050 °С в течение 1 ч. Скорость подъема температуры в печи 50 град/ч.

В табл. 1 представлены результаты измерений усадки, структуры и твердости изготовленных абразивных кругов 1 (ПП) 40x10x13 25 А 16П СМ К 60 м/с. Усадка круга по наружному диаметру составляет около 1 % при содержании в нем керамической связки в количестве 9 %, и 1,16–1,18 % при содержании в нем керамической связки в количестве 11 %. Следовательно, повышение содержания в формовочной массе керамической связки на 2 % по массе увеличивает усадку изделия в среднем на 0,17 %.

Оказалось, что объем занимаемого абразивным зерном пространства в теле круга составляет около 48 %. Этому содержанию зерна соответствует 7-я структура абразивного инструмента.

Табл. 1. Свойства шлифовального круга 1 (ПП) 40x10x13 25А 16П СМ К 60 м/с, изготовленного из зерна 16П на разработанной легкоплавкой связке (давление прессования 14,4 МПа)

Содержание связки в формовочной массе, масс. %	Наружный диаметр круга D_{cp} , мм	Усадка круга по наружному диаметру при обжиге ($D_0 \cdot D_{cp}$) мм %	Диаметр отверстия круга d_{cp} , мм	Усадка от отверстия круга при обжиге $d_0 - d_{cp}$ мм %	№ структуры	Степень твердости
9	40,4	0,4	13,78	0,08	7	СМ1
11	40,32	0,48	13,78	0,08	7	СМ1

В результате проведенных на ОАО «МПЗ» испытаний на механическую прочность кругов 1(ПП) 40x10x13 25 А 16П СМ К 60 м/с установлено, что их рабочая скорость превышает 80 м/с (допускается не менее 60 м/с). По стойкости и режущим свойствам они превосходят аналогичный инструмент российского производства и обеспечивают шлифование колец подшипников с установленными параметрами.