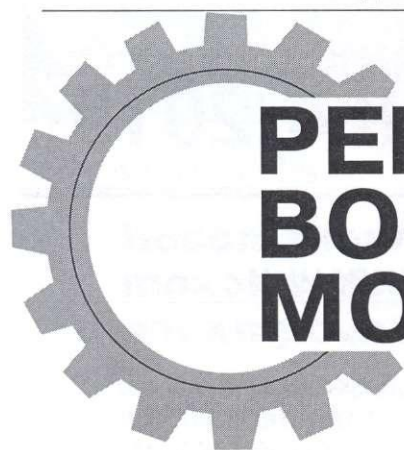




РЕМОНТ ВОССТАНОВЛЕНИЕ МОДЕРНИЗАЦИЯ

RVM

4/2019

Рекомендован ВАК для публикации материалов диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора технических наук по следующим группам специальностей: 05.02.00 — машиностроение и машиноведение; 05.20.00 — процессы и машины агроинженерных систем; 05.21.00 — технологии, машины и оборудование лесозаготовок, лесного хозяйства, деревопереработки и химической переработки биомассы дерева.

Журнал вошел в Russian Science Citation Index (RSCI) на базе Web of Science.

Редакционный совет:

Клюев Владимир Владимирович — председатель редакционного совета, академик РАН

Дорохов А.С., чл.-корр. РАН

Лобачевский Я.П., чл.-корр. РАН

Мешалкин В.П., академик РАН

Приходько В.М., чл.-корр. РАН

Гаркунов Д.Н., д-р техн. наук, проф.

Гладков С.А., ген. директор ПО «САЗИ»

Dr. Eric Kochman (USA)

Музыкант Я.А., президент компании
ОАО «ВНИИИНСТРУМЕНТ»

Русин М.Ю., д-р техн. наук, проф.,
гл. конструктор ОНПП «Технология»

Ушаков Б.К., д-р техн. наук, проф.

Главный редактор

Баурова Н.И., д-р техн. наук, проф. E-mail: nbaurova@mail.ru

Заместитель главного редактора **Кременский И.Г.**, канд. техн. наук

Редакционная коллегия

Апатенко А.С., д-р техн. наук, проф.

Артемьев Б.В., д-р техн. наук, проф.

Быков В.В., д-р техн. наук, проф.

Гладштейн В.И., д-р техн. наук, проф.

Ерофеев М.Н., д-р техн. наук, проф.

Ефимов А.Г., д-р техн. наук, чл.-корр. АЭН РФ

Ковалевский М.А., канд. экон. наук

Кононенко А.С., д-р техн. наук

Кравченко И.Н., д-р техн. наук, проф.

Кузелев Н.Р., д-р техн. наук, проф.

Масленков С.Б., д-р техн. наук, проф.

Мельников Э.Л., д-р техн. наук, проф.

Морозов Б.Б., нач. отдела «ОКБ Сухого»

Петрова А.П., д-р техн. наук, проф.

Слинко Д.Б., канд. техн. наук

Схиртладзе А.Г., д-р пед. наук,

канд. техн. наук, проф.

Туполев В.С., канд. техн. наук

Угрюмов С.А., д-р техн. наук, проф.

Шубочкин А.Е., д-р техн. наук, чл.-корр. АЭН РФ

Редактор Зайцева Т.Ф.

Руководители регионов

Санкт-Петербург

Чуппина С.В., д-р хим. наук, проф.

Татарстан (Казань)

Стоянов О.В., д-р техн. наук, проф.

Центрально-Черноземный регион (Орел)

Коломейченко А.В., д-р техн. наук, проф.

Якутия

Григорьев И.В., д-р техн. наук, проф.

Уральский регион (Нижний Тагил)

Коротков В.А., д-р техн. наук, проф.

Брянск

Михальченко А.М., д-р техн. наук, проф.

Пенза

Скрябин В.А., д-р техн. наук, проф.

Республика Мордовия

Сенин П.В., д-р техн. наук, проф.

При использовании материалов журнала в любой форме ссылка на журнал обязательна.

За достоверность информации и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели.

Адрес издательства:

105215, Москва, 9-я Парковая ул., д. 60.

Тел.: 8 (495) 988-98-67, факс: 8 (495) 988-98-65.

E-mail: admin@nait.ru, rvm@nait.ru, <http://www.nait.ru>

© ООО «Наука и технологии», 2019

● ПРАКТИКА РЕМОНТА, ВОССТАНОВЛЕНИЯ И МОДЕРНИЗАЦИИ

- Схиртладзе А.Г., Скрыбин В.А., Зверовщиков А.Е.** Восстановление работоспособности токопроводящих пружин, растяжек и подвесов электроизмерительных приборов 3
- Кравченко И.Н., Чеха Т.А., Сливов А.Ф., Кузнецов Ю.А., Севрюков А.А.** Разработка способа получения антифрикционных покрытий для повышения долговечности подшипников скольжения технологического оборудования 7
- Самойлов В.Б.** Термоэлектрическая система охлаждения зоны затвердевания при печати на 3D-FDM-принтере 13
- Ярославцев В.М., Ярославцева Н.А.** Модернизация средств технологического оснащения для реализации технологии обработки резанием с опережающим пластическим деформированием 16

● ДИАГНОСТИКА И ПРИЧИНЫ ПОВРЕЖДЕНИЙ

- Фролов И.С., Григорьев И.В., Куницкая О.А.** Повышение эффективности переработки низкокачественной древесины за счет неразрушающего контроля внутренней структуры 22

● НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ

- Быков В.В., Голубев М.И.** Защита лесохозяйственных машин от коррозии консервационными составами на основе отходов производства с учетом параметров окружающей среды. 30

● ОБЩИЕ И НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

- Памятия Маслénкова С.Б.** 33
- Безбородов И.А.** Методология разработки технологических проектов ремонта, восстановления и модернизации механических объектов. Часть 2. Фонд физико-математических моделей прогноза для направленного формирования эксплуатационной надежности базовых деталей и их соединений при ремонте автотракторных двигателей 34
- Побединский В.В., Побединский Е.В.** Интеллектуальная система определения количества постов ТО и ремонта техники. Часть 1. Формализация неопределенностей в задаче 42



УДК 621.357.74:76

Восстановление работоспособности токопроводящих пружин, растяжек и подвесов электроизмерительных приборов

А.Г. СХИРТЛАДЗЕ¹, канд. техн. наук, д-р пед. наук, проф., В.А. СКРЯБИН², д-р техн. наук, проф.,
А.Е. ЗВЕРОВЩИКОВ², д-р техн. наук, проф.

¹Московский государственный технологический университет «Станкин», Москва, 127055, РФ

²Пензенский государственный университет, г. Пенза, 440026, РФ

E-mail: vs_51@list.ru

DOI: 10.31044/1684-2561-2019-0-4-3-6

Поступила в редакцию 28.08.2018

После доработки 18.10.2018

Принята к публикации 17.12.2018

Изложены причины выхода из строя элементов электроизмерительных приборов: токопроводящих противодействующих пружин, растяжек, подвесов. Приведены материалы для изготовления этих элементов; технологии их восстановления.

Ключевые слова: электроизмерительный прибор, эксплуатация, отказ, элемент, токопровод, пружина, растяжка, подвес, обрыв, перегрев, деформация, момент, материал, стрелка, пайка, ремонт, замена, установка, приспособление, натяжение, регулировка.

Failure causes of elements of electrical measuring instruments: conductive counteracting springs, extensions, suspensions are discussed. Materials for the manufacture of these elements and technologies of their recovery are described.

Keywords: electrical measuring instrument, operation, failure, element, current wire, spring, extension, suspension, break, overheating, deformation, moment, material, arrow, soldering, repair, replacement, installation, device, tension, adjustment.

В настоящее время промышленностью страны выпускается и эксплуатируется значительное количество измерительных приборов. По номенклатуре около 50% всех средств измерений составляют электроизмерительные приборы (ЭИП). По данным метрологических служб, бракуется 15–20% ЭИП от поступивших на проверку. При этом 3/4 ЭИП из этого количества бракуется по метрологическим отказам (погрешности и вариации показаний). Эти отказы на 60% происходят из-за выхода из строя комплектующих элементов, а на 30% по вине лиц, неправильно эксплуатирующих эти приборы. Не менее 2/3 от числа забракованных могут быть восстановлены [1, 2].

Противодействующий момент в подвижных системах ЭИП на опорах создается спиральными пружинами. Ими же подводится ток к рамке подвижной системы (исключение: электромагнитные и магнитоэлектрические приборы с подвижным магнитом, к их подвижным частям не нужен подвод тока либо напряжения)

[1, 3]. Подвижные системы ЭИП могут крепиться не только на кернах, но и на растяжках и подвесах, которые как пружины играют роль токоподводов. Во время эксплуатации приборов токопроводящие противодействующие пружины постепенно либо внезапно (при обрыве, перегреве или деформации) теряют свои расчетные свойства и требуют ремонта или замены. Пружины для создания противодействующего момента имеют форму спирали Архимеда, у которой расстояние между двумя соседними витками всегда постоянно (рис. 1). Момент данной пружины пропорционален углу ее закручивания, т.е. углу поворота подвижной части прибора. Для пружины противодействующий момент нормируется при угле закручивания на 90°. В приборах, у которых ноль находится посередине шкалы, а также с укороченной шкалой, когда определить момент можно только при углах, меньших 90°, нужно значение измерительного момента привести к углу 90°:

$$M_{90} = (90/\alpha_u) M_u,$$

где M_{90} — момент пружины при угле закручивания в 90° ; M_u — момент пружины, измеренный при угле α_u ; α_u — угол отклонения стрелки в градусах при M_u .

Используемые для изготовления упругих элементов ЭИП материалы должны обладать хорошей электропроводностью, малым температурным коэффициентом измерения упругих свойств, коррозионной стойкостью, быть антимагнитными, должны легко паяться, обладать пластичностью при холодной обработке, сохранять свои свойства во времени [1].

Спиральные пружины изготавливают из бериллиевой бронзы Бр.Б2, оловянисто-цинковой бронзы Бр.ОЦН-3, фосфористой бронзы Бр.ОФБ. Кроме этих материалов на изготовление подвесов и растяжек также применяют: платино-серебряный сплав ПлСр-20 (для растяжек приборов высокого класса точности, вибро-, тряско- и ударопрочных, с большим углом закручивания, работающих при повышенных температуре и влажности); фосфористую бронзу Бр.ОФН-3-0,08 (и для растяжек, и для подвесов). В особых случаях в качестве растяжек и подвесов могут использоваться особо тонкие монокристаллы и кварцевые нити [1, 4, 5]. В логометрах, в которых противодействующий момент создается электромагнитными силами, а не упругими элементами, используются безмоментные токопроводы из медно-серебряных сплавов, бронзы, серебра, золота и их сплавов.

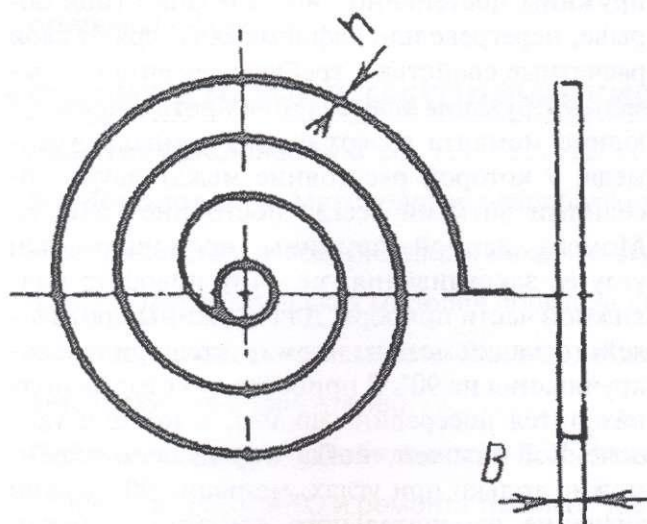


Рис. 1. Токопроводящая противодействующая пружина

Основные неисправности и причины, которые их порождают в процессе эксплуатации приборов, относящиеся к пружинам, следующие [1, 6]. Упругое последствие характеризуется тем, что стрелка прибора после длительного включения либо перегрузки прибора не возвращается на нулевую отметку. Если корректором невозможно вернуть стрелку на нуль, то нужно заменить пружину при ремонте. Применяют отжиг внешнего конца пружины вследствие некачественной пайки при сборке прибора, если стрелка прибора не возвращается в нулевое положение шкалы. В случае невозможности устранения этого эффекта путем перепайки после отрезания дефектного конца при ремонте пружину нужно заменить. Перегрев пружины, возникающий от протекания по ним чрезмерно большого тока либо от выделения тепловой энергии от других элементов прибора, приводит к изменению — уменьшению противодействию-

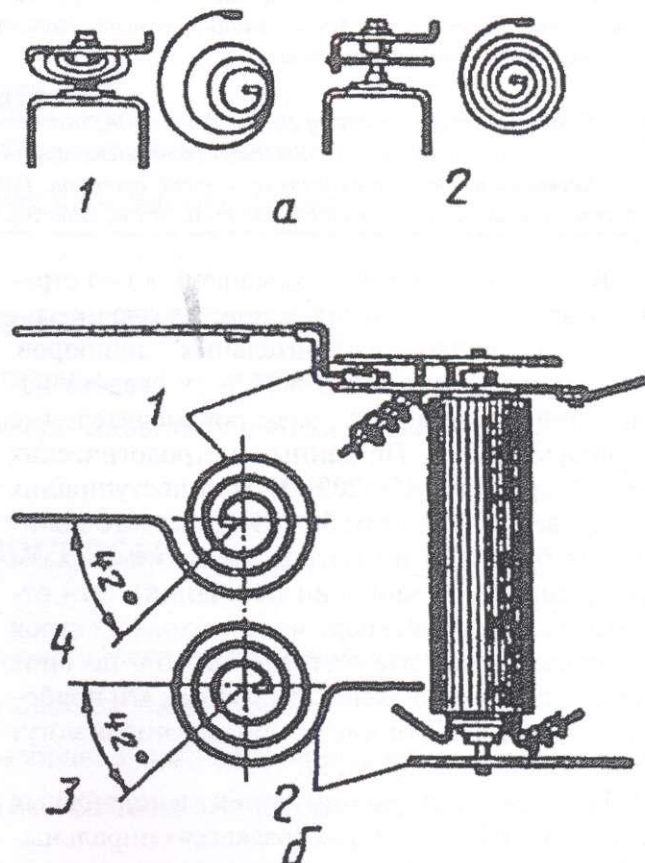


Рис. 2. Схемы установки упругих элементов подвижных систем ЭИП:

a — 1 — неправильное положение; 2 — правильное положение; *б* — 1 и 2 — верхняя и нижняя пружины; 3 и 4 — положения стрелки

ющего момента и завышению показаний прибора. Такие пружины при ремонте следует заменить. В ряде случаев признаком перегрева могут быть следы побежалости на пружине.

Пружины для замены необходимо подбирать по назначению величины момента, наружному диаметру, допустимой величине тока. Изгиб либо скручивание пружины возникают из-за наличия резких ударов или встряхивания. Это также приводит к невозвращению стрелки на нулевую отметку прибора. В случае если нельзя выправить пружину на месте и отпаять ее наружный конец, следует попытаться выправить ее, отпаяв оба конца и удалив из прибора. При этом пружину нужно положить на белую ровную поверхность и выправить штатным или специальным пинцетом с гладкими губками. Если имеется большая деформация, то пружину нужно заменить. Схемы установки упругих пружин даны на рис. 2.

Растяжки нужно припаивать только по оси к специальным держателям (рис. 3).

Пайку растяжек к рамке следует выполнять с помощью специальных приспособлений

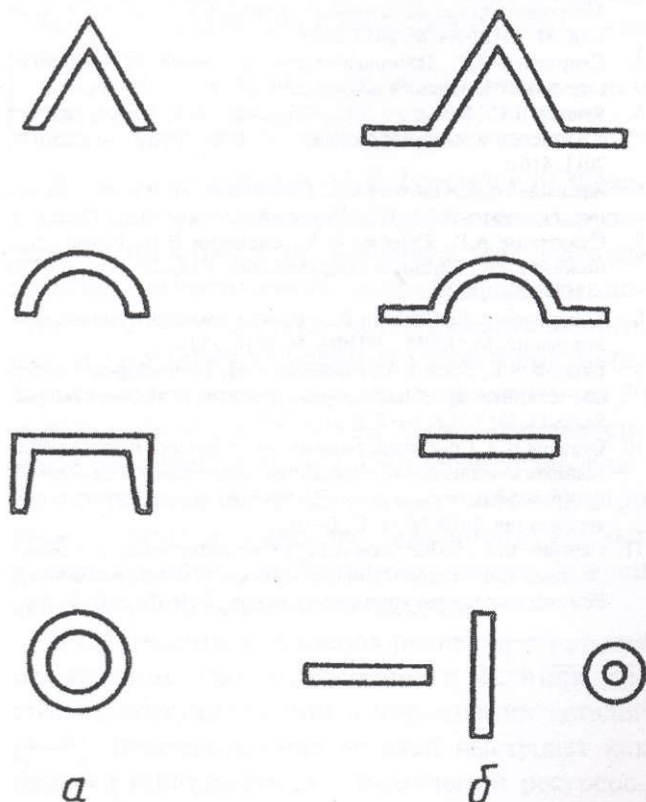


Рис. 3. Взаимное расположение пружины и пружинодержателей

(рис. 4, а) [1]. Рамку 1 устанавливают на приспособлении таким образом, чтобы ее наконечники легли на угловую канавку 2. Растяжку 3 пропускают через сквозные отверстия наконечников, которые закреплены на рамке 1. Затем на концы растяжек вешают грузы (на рисунке это зажимы типа «крокодил»). Далее выполняют пайку, касаясь паяльником наконечников рамки. Перед осуществлением пайки необходимо промыть наконечники и растяжки спиртом-ректификатом в местах будущего спая. Нужно следить, чтобы флюс и припой не затекали на рабочую часть растяжки. Пайку можно считать удовлетворительной, если припой примерно на 0,2 мм не доходит до вершины конуса наконечника. Для более удобной и точной установки растяжек наконечники спиливают до половины их диаметрального размера (рис. 4, б).

При пайке подвесов выполняют операции, подобные приведенным выше. После выполнения пайки места спая нужно промыть спиртом посредством тампона для удаления остатков флюса. Нужно также отрезать лишние концы

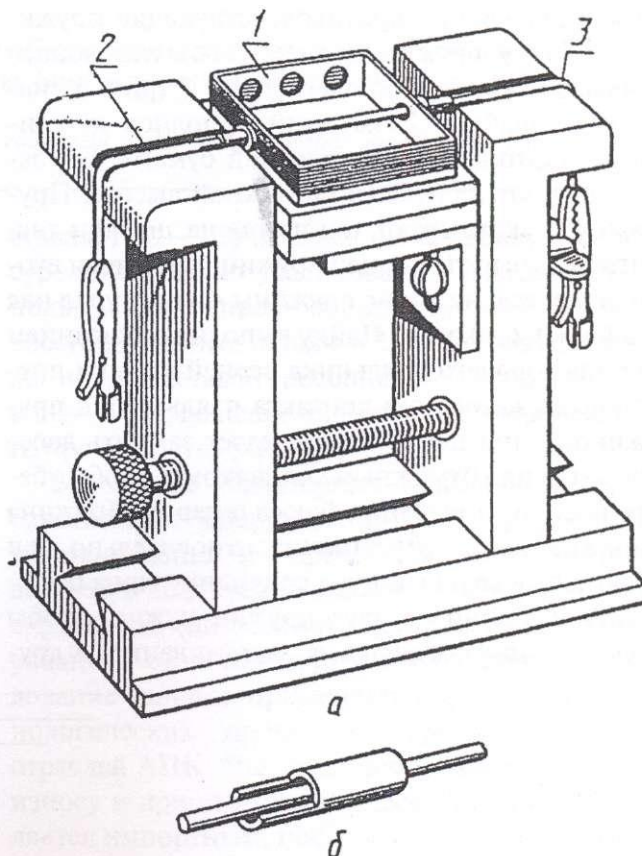


Рис. 4. Схема приспособления для пайки растяжек и подвесов к подвесным частям ЭИП

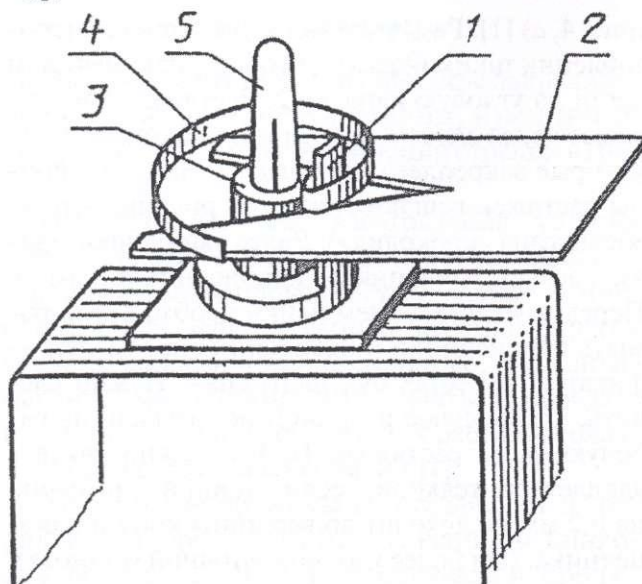


Рис. 5. Приспособление для пайки моментных пружин ЭИП

подвесов. Место спая осматривают посредством трех- или четырехкратной лупы для того, чтобы убедиться в том, что припой или флюс не затекли на рабочую поверхность. При ремонте приборов необходимо заменять или ремонтировать токопроводящие противодействующие пружины. Пайку пружин осуществляют следующим образом. На пружинодержатель 1 (рис. 5) надевают шаблон 2, который выполнен из тонкого картона либо из плотной бумаги. Его заклинивают на буксе 3 на нужной высоте. Пружину 4 укладывают пинцетом на шаблон так, чтобы отогнутый конец пружинодержателя вошел в петлю на конце пружины 4 и выступал над ней на 0,2—0,5 мм. Пайку выполняют касанием конца горячего паяльника верхней кромки пружинодержателя без контакта паяльника с пружиной. При пайке керн следует закрыть деревянным или бумажным колпачком 5, чтобы уберечь его от попадания флюса и паров. Пружина должна быть симметрична относительно оси прибора и ее плоскость перпендикулярна оси.

При установке двух пружин нужно, чтобы одна из них работала на закручивание, а дру-

гая — на раскручивание. Пайку наружного конца пружины выполняют при установке подвижной системы в обойму прибора. Перед пайкой нужно установить корректор в нейтральное (срединное) положение, а стрелку — на нулевую отметку шкалы. Следует проверить симметричность пружины и затем выполнить пайку наружного конца пружины к наружному пружинодержателю. Контроль правильности установки пружин может быть выполнен осмотром: при отводе стрелки прибора до отметки верхнего предела измерений закручивание пружины должно быть симметричным, витки должны быть в одной плоскости и не касаться друг друга. Применение в ремонтной практике приведенных мероприятий позволяет восстановить работоспособность приборов, продлить срок их эксплуатации и сэкономить средства на приобретение новых [7—11].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шабалин С.А. Ремонт электроизмерительных приборов. Справочная книга метролога. М.: Изд. Стандартов. 1989. 293 с.
2. Горохов В.А., Иванов В.П., Схиртладзе А.Г. и др. Технология, оснащение и организация ремонтно-восстановительного производства. Старый Оскол: ООО «ТНТ». 2013. 552 с.
3. Тимирязев В.А., Схиртладзе А.Г., Дмитриев С.Н. и др. Метрологическое обеспечение производства в машиностроении. М.: ИНФРА-М. 2017. 259 с.
4. Схиртладзе А.Г. Технологическое производство в машиностроении. М.: Высшая школа. 2007. 927 с.
5. Кушнер В.С., Верещака А.С., Схиртладзе А.Г. Технологические процессы в машиностроении. М.: Изд. Центр «Академия». 2011. 416 с.
6. Афанасьев А.А., Погонин А.А., Схиртладзе А.Г. Физические основы измерений. М.: Изд. Центр «Академия». 2010. 226 с.
7. Схиртладзе А.Г., Скрыбин В.А., Борискин В.П. Ремонт технологических машин и оборудования. Старый Оскол: ООО «ТНТ». 2010. 432 с.
8. Схиртладзе А.Г., Скрыбин В.А. Ремонт технологического оборудования. М.: КУРС, ИНФА-М. 2018. 352 с.
9. Baurova N.I., Zorin V.A., Prikhodko V.M. Technological heredity and identification of technological processes // Polymer Science. Series D. 2015. V. 8. No 3. P. 219—222.
10. Скрыбин В.А. Совершенствование конструкции и расширение технологических возможностей токарных станков с числовым программным управлением // Ремонт, восстановление, модернизация. 2016. № 11. С. 7—10.
11. Скрыбин В.А., Схиртладзе А.Г. Ремонтопригодность и технологичность объектов технического обслуживания и ремонта // Ремонт, восстановление, модернизация. 2016. № 3. С. 3—10.