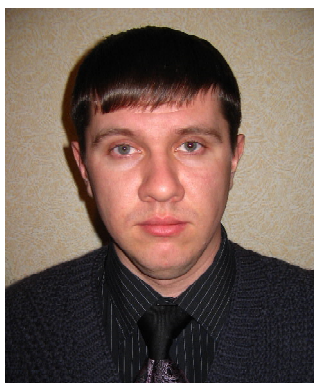




Абрамов Андрей Дмитриевич — кандидат технических наук, доцент, начальник Управления научно-исследовательских работ Сибирского государственного университета путей сообщения. Родился 25 марта 1974 г. Окончил Сибирскую государственную академию путей сообщения. С 1997 г. и по настоящее время работает на кафедре «Технология транспортного машиностроения и эксплуатация машин» и в НИЛ «Технология транспортного машиностроения и ремонт подвижного состава». Имеет 33 печатные работы.



Бондаренко Алексей Геннадьевич — аспирант кафедры «Технология транспортного машиностроения и эксплуатация машин». Родился 26 декабря 1982 г. В 2005 г. окончил Сибирский государственный университет путей сообщения. Имеет 4 печатные работы.

УДК 621.963

В.А. КАРГИН, А.Д. АБРАМОВ, А.Г. БОНДАРЕНКО

ПЕРСПЕКТИВЫ ФОРМИРОВАНИЯ РЕМОНТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИБРОУДАРНОГО ИНСТРУМЕНТА

Рассмотрена проблема создания новых виброударных технологий, вопросы синтеза машин конкретного технологического назначения.

На ремонтных предприятиях остро стоит проблема повышения уровня организации всех видов ремонта подвижного состава. Вместе с тем существующие и применяемые на ремонтных предприятиях сети оборудования и технологии не вполне отвечают современным запросам железнодорожного хозяйства. Это объясняется недостаточной производительностью используемого оборудования, высокой энергоемкостью технологических установок термической обработки, трудоемкостью сборочных процессов.

Одним из наиболее эффективных способов решения этой проблемы является применение групповых ресурсосберегающих технологий. Эффект достигается за счет максимальной концентрации операций (переходов); унификации оснастки, используемой для группы изделий; увеличения производительности обработки; высвобождения оборудования посредством более рациональной его загрузки; применения ресурсосберегающих технологий; снижения текущих затрат на подготовку производства; повышения качества ремонтных работ и возможности увеличения ресурса работы отдельных элементов и систем подвижного состава. Предварительные расчеты показали, что текущие расходы ремонтных предприятий могут быть снижены на 20...40 %.

По результатам проведенных научно-исследовательских работ в НИЛ ТТМ и РПС определен круг технологий, требующих глубокого анализа в плане их энергоемкости и использования технологического оборудования.

Поэтому необходимо классифицировать рассмотренные технологии не только по способам воздействия на обрабатываемую заготовку, но и по их энергоемкости. На рис. 1 приведена такая классификация, включающая в себя 21 технологию. Каждую из них можно отнести не только к определенному виду обработки, но и способу деформирования обрабатываемого материала или заготовок, определяющему энергоемкость.

Большинство рассмотренных технологий (1–16) может быть реализовано с использованием одной низкочастотной электромагнитной машины ударного действия. Для реализации этих технологий энергия удара должна достигать 30–40 Дж. Такая энергия может быть получена электромагнитной низкочастотной машиной ударного действия, отличающейся высокой удельной энергией [3]. При массе 6 кг она обладает энергией единичного удара до 45 Дж, что в 3–4 раза превышает энергетические показатели существующих аналогов. Поверхностная обработка деталей (технологии 17–21) может быть реализована с использованием высокочастотной малогабаритной машины с энергией удара 4–6 Дж, что позволяет устанавливать ее вместо резцедержателя на токарном станке. Для наиболее энергоемких технологий, связанных с пластическим деформированием материала, требуется энергия единичного удара, достигающая 60 Дж.

Рассмотренная проблема может быть решена созданием размерного ряда машин: 5–25 Дж; 25–45 Дж; 45–60 Дж; которые могут обеспечить как большую энергию единичного удара при малой частоте, так и малую при сравнительно большой частоте.

На основании проведенных в 2000–2005 гг. фундаментальных исследований выполнены научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по некоторым технологиям.

1. Виброударное пластическое упрочнение (ВПУ), которое обеспечит повышение механической прочности поверхностного слоя деталей после их восстановления, в том числе и в труднодоступных местах, при виброударном воздействии индентора.

В основе метода ВПУ лежит многократное точечное воздействие на упрочняемую деталь посредством ряда повторяющихся ударов, регулирования энергии единичного удара, частоты вращения заготовки и подачи виброударной машины. Это предоставляет возможность управлять геометрическими и физико-механическими характеристиками поверхности.

Метод ВПУ может быть реализован с использованием в качестве генератора ударных воздействий электромагнитной машины ударного действия, отличающейся простотой конструкции и невысокой стоимостью. Он приобретает особую значимость для ремонтного производства, так как не требует сложного и дорогостоящего оборудования и осуществляется установкой малогабаритной машины ударного действия на резцедержателе токарного станка как сменной оснастки, что показано на рис. 2.

Рис. 1. Классификация технологий по способам воздействия на обрабатываемую заготовку и по энергоемкости

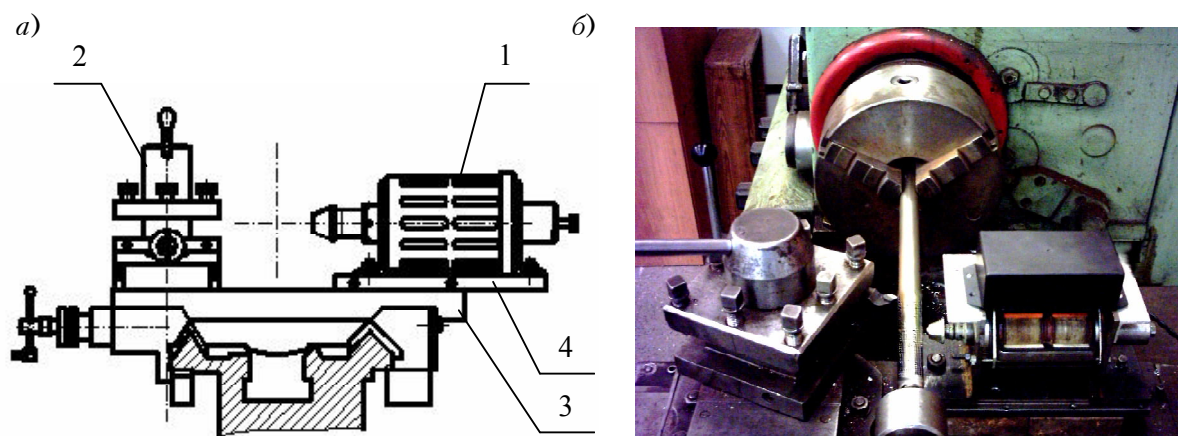


Рис. 2. Установка для виброударного пластического упрочнения:

а — принципиальная схема, *б* — вид общий;

1 — виброударная машина; 2 — резцедержатель; 3 — суппорт; 4 — направляющий швеллер

2. Оконцевание проводов и кабелей при ремонте (замене) энергетических установок путевых машин и другой техники, межвагонных перемычек, аккумуляторных клемм путем опрессовки на многопроволочных жилах сечением 16–120 мм² трубчатых наконечников. При этом качество получаемых неразъемных контактных соединений соответствует всем требованиям действующих ГОСТов, что позволяет увеличить срок их службы, а соответственно и надежность работы самих энергетических установок. Для реализации технологии оконцевания многопроволочных жил проводов и кабелей создан малогабаритный опрессователь контактных соединений, отличающийся высокой надежностью и не имеющий аналогов в отечественной и зарубежной практике [3].

3. Изготовление элементов щеточных устройств путем опрессовки стальных втулок на стальных канатах роторных питателей снегоуборочных машин и электробалластеров.

По результатам испытаний заводских образцов оконцованных тросов выяснено, что сила удержания втулки, а соответственно и качество выполнения технологической операции напрямую зависит как от силы опрессовки, так и от формы сечения втулки после опрессовки.

При ремонте щеточных узлов операцию оконцевания стальных канатов выполняют несколькими способами. Один из способов — нарезка стальных втулок, их нагрев в кузнечном цехе с последующим обжатием гидравлическим или механическим прессом, развивающим усилие 70–200 кН. Очевидно, что необходимое усилие в контактной зоне, при котором начинается пластическое деформирование заготовки, может быть достигнуто при многократном динамическом нагружении.

Разработанная технология опрессовки и электромагнитный пресс для ее реализации позволяют повысить надежность и долговечность работы канатов, используемых в рабочих органах путевой техники, что способствует экономии сырья, уменьшению объемов ремонта путевой техники, улучшению условий труда за счет повышения уровня механизации. Образцы оконцованных стальных канатов показаны на рис. 3.

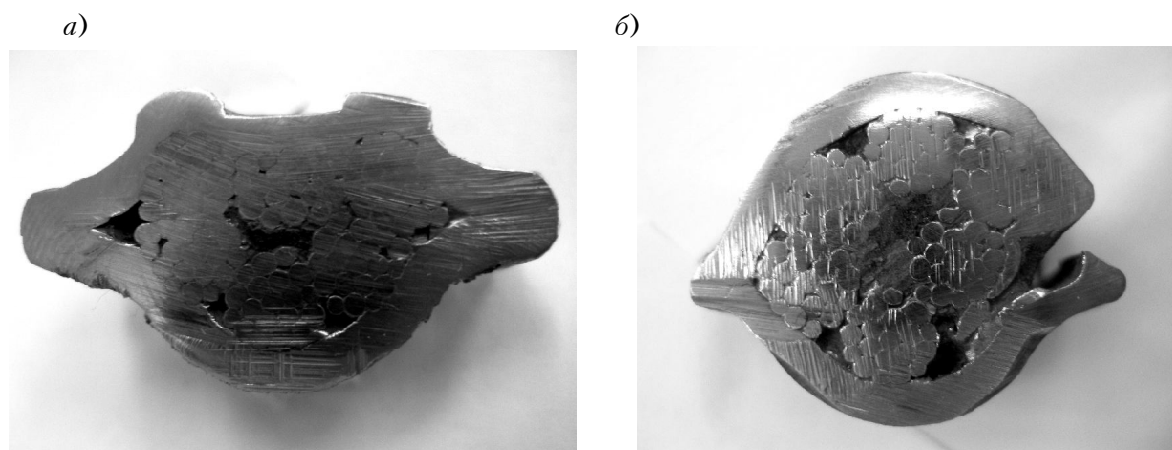


Рис. 3. Элементы щеточных устройств:

а — элемент, изготовленный с использованием разработанной технологии и электромагнитного инструмента; *б* — элемент, изготовленный в условиях ремонтного предприятия

4. Виброударная осадка деталей — перспективная ремонтная технология, предназначенная для восстановления изношенных поверхностей деталей типа «вал» или «втулка». В настоящее время для их восстановления используется наплавка или напыление, что требует сложного дорогостоящего оборудования, устанавливаемого на специализированных участках.

Раздача заготовок стержнями в холодном или горячем состоянии является новой технологией, которая может быть реализована только в виброударном режиме.

В отличие от осадки деталей восстановление изношенного объема металла может быть осуществлено за счет стержня, забиваемого в торец детали вращения. Восстановленная таким образом деталь может рассматриваться как составная, а соответствующий подбор материала стержня может придать ей новые, улучшенные механические свойства.

Предлагаемый технологический процесс можно использовать для восстановления пальцев шарнирных соединений тормозных тяг путевых машин.

В рычажной системе тормозов путевых машин используются пальцы различной длины от 63 до 120 мм и диаметров, соответственно от 26 до 55 мм. Износ пальцев приводит к увеличению зазоров в подвижных соединениях тормозных тяг, следствием чего является увеличение времени срабатывания тормозов. Различные диаметры и длины пальцев обусловлены разными типами тормозного оборудования, используемого на путевой технике. В результате анализа данных по параметрам выбракованных пальцев было выяснено, что основным дефектом пальцев, как это показано на рис. 4, является изменение геометрических параметров на участке *А* свыше предельно допустимого износа.

На сегодняшний день на большинстве ремонтных предприятий при ремонте тормозного оборудования производят замену изношенных элементов новыми. Это обусловлено тем, что применение технологии наплавки изношенных пальцев подвижных соединений тормозных тяг требует больших затрат, что экономически невыгодно.

Наименее затратным является способ пластической раздачи деталей, не требующий высокой квалификации персонала и наличия дорогостоящего оборудо-

дования. Очевидно, что участок *A* подлежит восстановлению до номинального диаметра, для чего сверлится направляющее отверстие по всей длине детали. На участке *A* отверстие имеет установленный диаметр, меньший чем диаметр забиваемого в палец стержня, а на участках *B* и *B* отверстие имеет диаметр, равный диаметру стержня, и является направляющим. При этом соотношение диаметров стержня и отверстия на восстанавливаемом участке существенно влияет на уровень энергии единичного удара и величину раздачи детали, что является определяющим для качественного выполнения технологической операции.

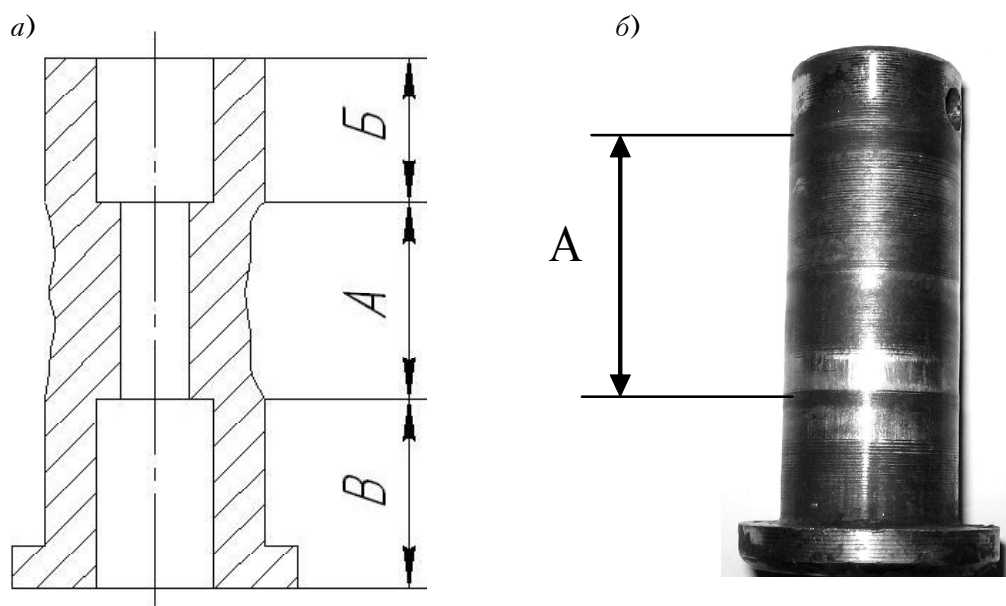


Рис. 4. Износ трущейся поверхности пальца:

a — схема изношенного пальца; *б* — изношенный палец путевой машины.

С достаточной для практики точностью задачи динамического деформирования могут решаться с использованием моделей, отображающих поведение материалов при упругопластических деформациях. Наиболее сложным вопросом при этом является построение модели, соответствующей реальному деформационному процессу, зависящему от структуры материала, способа нагружения, скорости деформации, количества циклов нагружения. График изменения усилия при погружении стержня имеет нелинейный вид, так как увеличение силы трения не пропорционально величине погружения стержня вследствие увеличения диаметра стержня при его нагревании по мере погружения.

Экспериментально установлено оптимальное соотношение диаметра отверстия на участке деформирования и диаметра стержня в зависимости от диаметра восстанавливаемой детали, позволяющее произвести раздачу на этом участке детали без деформирования детали и стержня в продольном направлении.

Приведенные выше технологии являются наиболее проработанными и готовыми к реализации. Имеющийся научный задел представляет собой теоретический и практический опыт в разработке и использовании ряда новых процессов и оборудования для реализации основных операций, выполнение которых связано с виброударным деформированием материалов.

Литература

1. *Каргин В.А.* Низкочастотные электромагнитные двигатели // Электромагнитные импульсные системы. Новосибирск: СО АН СССР, 1989. С. 27–33.
2. *Каргин В.А., Абрамов А.Д.* Виброударная технология и инструмент для железнодорожного транспорта // Современные технологии строительства, ремонта и эксплуатации путевого хозяйства Зап.-Сиб. ж. д.: Сб. тр. Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2001. С. 116–123.
3. *Абрамов А.Д., Манаков А.Л., Бондаренко А.Г.* Виброударные технологии в транспортном машиностроении и строительстве // Строит. и дор. машины. 2007. № 9. С. 38–42.