

8. А.А. Артемьев, Г.Н. Соколов, В.И. Лысак Влияние микрочастиц диборида титана и наночастиц карбонитрида титана на структуру и свойства наплавленного металла // *Металловедение и термическая обработка металлов* №12 2011 г., с 32 – 37.
9. А.М. Левченко, С.Г. Паршин, И.С. Антипов Сварочная порошковая проволока с нанокomпозиционным покрытием для подводной механизированной сварки // *Материалы лучших докладов Недели науки СПбГПУ 2 – 7 декабря 2013 г.*, с. 169 – 175.
10. Рябцев И.А., Кондратьев И.А Влияние ультрадисперсных карбидов в порошковых проволоках на свойства теплоустойчивого наплавленного металла // *Автоматическая сварка*. 2009. №6. С.13-15.
11. Lukashov A. S. ,Zernin E. A. , Kuznetsov M. A. Application of inorganic nanopowders in welding, surfacing and spraying (review) // *Applied Mechanics and Materials*. - 2015 - Vol. 770. - p. 299-303.doi: 10.4028/www.scientific.net/ AMM.770.299
12. Паршин С.Г. Применение ультрадисперсных частиц активирующих флюсов с целью повышения производительности MIG/MAG - сварки сталей // *Сварочное производство*. 2011. №6. С.16-21.
13. Паршин С.Г. MIG – сварка стали с применением наноструктурированных электродных материалов // *Сварочное производство*. 2011. №10. С.27-31.
14. Паршин С.Г. Повышение производительности WIG – сварки сталей и алюминиевых сплавов при введении ультрадисперсных частиц активирующих флюсов // *Сварочное производство*. 2012. №3. С.7-11.
15. Klimpel A., Kik T. Erosion and abrasion wear resistance of GMA wire surfaced nanostructural deposits // *Archives of Materials Science and Engineering*. 2008. №2. P.121-124.

#### **МОДЕРНИЗАЦИЯ СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ – КАК РЕШЕНИЕ ПРИОРИТЕТНОЙ ЗАДАЧИ ПО ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЮ**

*А.Г. Крампит, д.т.н., профессор, Н.Ю. Крампит, к.т.н., доцент, Э.К. Габитов, студент  
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета  
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26  
E-mail: akrampit@mail.ru*

В отечественной промышленности существует зависимость от иностранных технологий и оборудования, что стало одной из причин технологического отставания. Зависимость от оборудования осложняется длительностью процесса создания и апробации российских аналогов. По состоянию на начало 2015 г. по целому ряду направлений Россия попала в высокую зависимость от иностранных компаний.

Проблема технологического отставания сформировалась на протяжении двух последних десятилетий. В товарной структуре импорта из стран дальнего зарубежья на долю машин и оборудования приходится свыше 50%. По результатам анализа, проведенного Минпромторгом, доля импорта в станкостроении, по разным оценкам, превышает 90%, в тяжелом машиностроении - 60-80%, в легкой промышленности - 70- 90%, в электронной промышленности - 80-90%, в фармацевтической, медицинской промышленности - 70-80%, в машиностроении - 60-80% [1].

Задачи импортозамещения и развития отечественной промышленности в отраслях народного хозяйства являются одними из приоритетных для обеспечения устойчивого функционирования российской промышленности в будущем.

Опыт Китая в привлечении современных технологий и локализации производств показывает, что договоренности с зарубежными компаниями в различных отраслях производства имели многоэтапный характер. На первом этапе в Китай поставлялось оборудование и комплектующие из-за рубежа, проходила апробация технологий. На втором этапе создавалось совместное производство на территории Китая, в рамках которого осуществлялась локализация выпуска всего необходимого оборудования. Третий этап мог предполагать или продолжение совместной работы, но при условии наличия у китайской стороны решающего голоса по всем ключевым вопросам управления, или полный переход предприятий под китайский контроль. Реализация схожих схем возможна и в России, особенно по направлениям, где отечественная промышленность имеет технологические отставания. Одним из наиболее наглядных индикаторов качества и конкурентоспособности отечественной продукции является ее востребованность не только на внутреннем, но и на внешних рынках. Сегодня создание глобальных цепочек добавленной стоимости является одной из приоритетных задач отечественной экономики [2].

Поэтому в ходе стимулирования импортозамещения отдельное внимание следует уделить созданию конкурентоспособной продукции, не уступающей по ценовым и качественным характеристикам зарубежным аналогам география сбыта которой не ограничивалась бы отечественным рынком. [3].

Реализация программы импортозамещения, по оценкам Минпромторга, позволит российским предприятиям сформировать дополнительный объем производства на сумму свыше 30 млрд. рублей ежегодно, начиная с 2015 года [1].

Экспертные оценки показывают, что уровень конкурентоспособности практически всех секторов индустриального производства в России ниже имеющегося потенциала. Развитию производства и повышению его конкурентоспособности может способствовать реализация такого стратегического направления промышленной политики, как импортозамещение (возможности отечественного производства конкретных номенклатур конечной или промежуточной продукции и замещение ими импорта во внутреннем потреблении). Такой тип экономической стратегии и промышленной политики государства, который направлен на замену импорта промышленных товаров, пользующихся спросом на внутреннем рынке, товарами национального производства [4].

В настоящее время тема импортозамещения стала одной из самых обсуждаемых. Драйвером реализации политики импортозамещения стали отказ Украины от сотрудничества в ряде производств и вводимые США и Евросоюзом в отношении России экономические санкции. На пленарном заседании Санкт-Петербургского международного экономического форума 23 мая 2014 г. Президент России В.В. Путин заявил: «Уверен, что за счет модернизации промышленности, строительства новых предприятий, локализации конкурентного производства в России мы сможем существенно сократить импорт по многим позициям, вернуть собственный рынок национальным производителям. Это, в том числе, производство программного обеспечения, радиоэлектронного оборудования, энергетического оборудования, это текстильная промышленность и это, конечно, рынок продовольствия»

Стратегия импортозамещения - это курс на модернизацию отечественного производства, который способствует развитию индустриального сектора, его техническому перевооружению, повышению качества производимых товаров, развитию инновационной активности. Одним из приоритетов являются высокотехнологичные отрасли промышленности. Продукт их деятельности – это технологии, воплощенные в производственном оборудовании, используемом в других отраслях промышленности, а также на транспорте, в сфере услуг, в инфокоммуникациях и др. За счет их развития обеспечивается технологическая независимость и технологическая безопасность [4].

В статье представлен пример модернизации сварочного оборудования в свете решения по приоритетному направлению импортозамещения, относящемуся к основной стратегической задаче инновационного развития России до 2020г.

Появление и развитие процесса импульсно-дуговой электрической сварки как плавящимся, так и неплавящимся электродом вызывают необходимость разработки специальных систем питания и управления.

В области дуговой сварки всегда шли параллельно два процесса. Один из них заключается в довольно частых модернизациях существующих образцов оборудования с целью получения улучшенной конструкции. Второй процесс – скачкообразный, характерен резкими изменениями свойств и потребительских качеств оборудования. Принципиально новое оборудование всегда являло собой воплощение новых достижений технологии сварки, основанных на более глубоком понимании сварочных процессов. Реализация этих достижений, как правило, подкреплялась новой электронной и электротехнической элементными базами. Сочетание правильного понимания сварочного процесса с надежной элементной базой и грамотными конструктивными решениями обычно определяет успех нового оборудования.

Сочетание это достигается достаточно трудно и поэтому редко можно видеть действительно удачные образцы нового оборудования. К тому же, это накладывается на традиционную консервативность сварщиков. Причем, чем более ответственные соединения свариваются, тем более настороженный подход к новым процессам и оборудованию. Поэтому особенно приятно рассказать об образцах принципиально нового оборудования, которые обеспечивают качественные сварочные процессы, не уступая своим предшественникам в надежности и уже в настоящее время работают на сварочных участках Российских предприятий.

В данной работе предлагается усовершенствование процесса сварки в углекислом газе при модернизации сварочного оборудования [5].

Как уже отмечалось ранее, к способам, которые могут практически исключить большинство недостатков механизированной сварки в углекислом газе, относятся импульсные методы управления переносом электродного металла. При использовании способа сварки с импульсным питанием повышается устойчивость горения дуги и обеспечивается управляемый перенос электродного металла в сварочной дуге во всех пространственных положениях, вследствие чего снижается разбрызгивание электродного металла и улучшается формирование капли электродного металла, появляется возможность активно воздействовать на геометрические размеры сварного шва и структуру формирующего-

ся сварного соединения. При участии авторов был разработан и успешно реализован способ сварки в  $\text{CO}_2$  при импульсном питании длинной дугой [6]. Особенность данного способа сварки заключается в том, что на интервале действия одного импульса сварочного тока происходит окончательное формирование, отрыв и перенос капли электродного металла, а также зарождение новой капли. Так как после переноса капли электродного металла импульс сварочного тока не прекращается, то это вызывает дальнейшее активное плавление электрода. К преимуществам способа можно отнести и то, что в импульсе происходит дозирование энергии, идущей на расплавление капли электродного металла. Дозируя энергию, можно получать капли, необходимых размеров. На интервале паузы капля под действием силы поверхностного натяжения выравнивается на торце электрода и соосно переходит в сварочную ванну, что является также положительным моментом, а именно, направленный перенос электродного металла.

Для реализации данного способа была изготовлена лабораторная установка, в состав которой входит следующее оборудование: сварочная головка ГСП-2 с блоком управления БАРС-2В, модернизированный источник питания ВДУ-504 с модулятором ИРС-1200АДМ [7]. При модернизации оборудования необходимо учитывать не только эффективность и малозатратность, но и запросы потребителей данного оборудования, поэтому возможности модернизации должны быть сведены к следующим моментам:

- снижение потерь электродного металла на разбрызгивание;
- снижение трудноудаляемого набрызгивания электродного металла на основной металл;
- облегчение и ускорение процесса безошибочной настройки режимов;
- простота конструкции оборудования, позволяющая обеспечить высокий уровень ремонтпригодности;
- надежность, являющаяся неотъемлемым требованием ко всем новым техническим решениям;
- относительно низкая стоимость оборудования и низкий уровень эксплуатационных затрат [8].

Модернизация сварочного выпрямителя ВДУ-504УЗ заключается в следующем. Из силовой части выпрямителя были исключены дроссель и уравнильный реактор, что обеспечивает большую скорость нарастания сварочного тока при наложении импульса. Выполнено это простым закорачиванием входа уравнильного реактора и подключением к точке соединения силового кабеля (рис. 1).

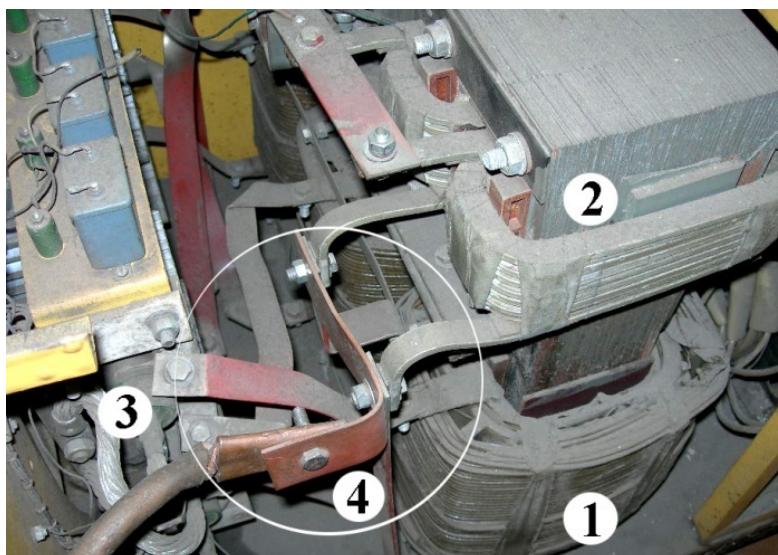


Рис. 1. Изменение в силовой части ВДУ-504:

- 1 – силовой трансформатор; 2 – уравнильный реактор; 3 – блок силовых тиристоров;  
4 – место подключения силового кабеля

Для устранения провалов при выпрямлении регулятор на лицевой панели выводится на максимум. Также возможна замена силовых тиристоров (рис. 2,а) на диоды (рис. 2,б), в этом случае можно демонтировать блок управления. Регулирование параметров сварки, в данном случае, осуществляется скоростью подачи электродной проволоки и изменением параметров модулятора (частоты наложения и длительности протекания импульсов). Амплитудное значение сварочного тока регулируется за счет включения в цепь секционированного дросселя небольшой индуктивности или балластного реостата.

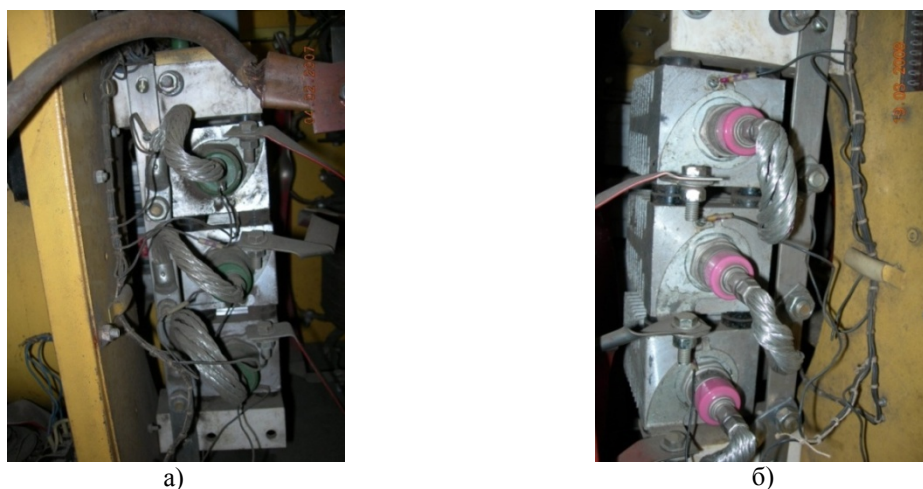


Рис. 2. Силовая часть ВДУ-504  
а – стандартная часть (тиристоры Т161); б – модернизированная часть (диоды Д160)

Модулятор (ИРС - импульсное регулируемое сопротивление) выполнен в виде приставки к сварочному источнику постоянного тока, например, ВДМ-1001, ВДМ-1601, ВДУ-504(506) и др. Модулятор предназначен для механизированной и автоматической сварки плавящимся электродом длинной дугой в среде активных и инертных газов, их смесях и открытой дугой самозащитной проволокой сплошного сечения, а также порошковыми проволоками во всех пространственных положениях с управляемым переносом электродного металла. Модулятор (рис. 3а) состоит из следующих элементов: схемы управления (рис. 3б), блока силовых тиристоров и коммутирующего конденсатора (рис. 3в), зарядного дросселя.

Система (модулятор + источник питания) импульсного питания имеет следующие технические характеристики:

Амплитуда импульсов сварочного тока, А	300 - 1200
Ток паузы, А	20 - 40
Средний ток, А	100 - 300
Частота импульсов, Гц	25 - 150
Длительность импульсов, $c \cdot 10^{-3}$	1 - 8

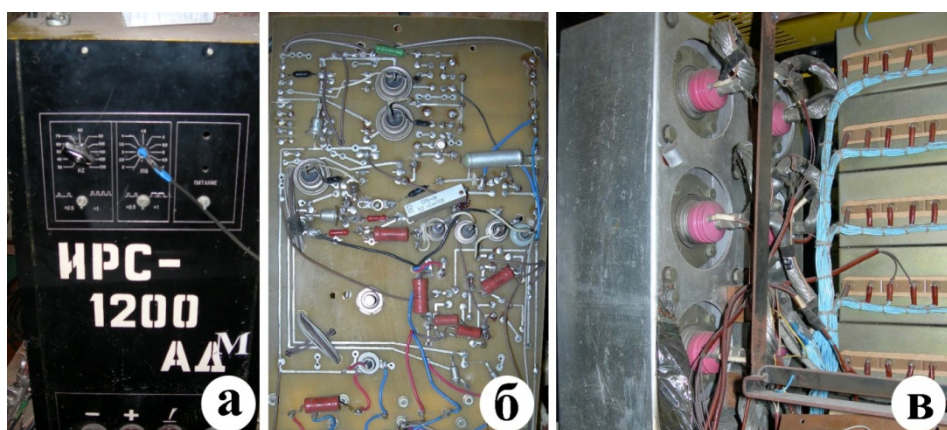


Рис. 3. Модулятор ИРС-1200АДМ: а) лицевая панель модулятора; б) схема управления; в) силовые тиристоры и коммутирующий конденсатор

Применение импульсного питания позволяет в более широких пределах варьировать параметрами сварки (средними значениями сварочного тока и напряжения) [9]. Данный процесс характеризуется большим силовым воздействием сварочной дуги во время наложения импульса сварочного тока. Периодическое воздействие сварочной дуги при изменении параметров импульса позволяет активно влиять на геометрию сварного шва, а также на структуру формирующегося сварного соединения [10].



Благодаря большой мощности дуги процесс с импульсным питанием можно использовать для механизированной и автоматической сварки конструкций в среде углекислого газа в различных пространственных положениях, а также при сварке толстолистовых изделий в щелевую разделку [11]. Лабораторные испытания модернизированного оборудования показали, что повышается стабильность процесса сварки в среде углекислого газа, улучшается структура наплавленного металла, уменьшается протяженность зоны термического влияния, а также улучшаются механические свойства сварного соединения [12].

Таким образом, усовершенствование процесса сварки в среде углекислого газа с применением импульсного изменения параметров сварки не требует значительных затрат и позволяет стабилизировать процесс сварки при улучшении технологических свойств сварных соединений, а следовательно, и всей конструкции в целом. После модернизации сварочное оборудование позволяет выполнять сварку на новом качественном уровне (получение управляемого переноса электродного металла во всех пространственных положениях при улучшении технологических свойств и качества сварного соединения).

Экономическая эффективность (эффективность производства) — это соотношение экономического результата и затрат факторов производственного процесса [13]. Для количественного определения экономической эффективности используется показатель эффективности, также это — результативность экономической системы, выражающаяся в отношении полезных конечных результатов её функционирования к затраченным ресурсам.

На практике определение экономической эффективности не является строгим и общепризнанным для понимания. Зачастую под эффективностью понимается экономический эффект (результат функционирования экономической системой). Так, показателем экономической эффективности на уровне предприятия рассматриваются: прибыль — абсолютный показатель, и рентабельность — относительный показатель. В данном случае прибыль целесообразно называть показателем эффективности, а рентабельности — экономической эффективности.

Также необходимо отметить, что экономическая эффективность является показателем эффективности среди таких категорий, как социальная эффективность, экологическая эффективность, производственная эффективность и т.д. Особенностью данных показателей является не столько соотношение результатов с затратами ресурсов, сколько непосредственно достижение самого результата: если он достигнут, то функционирование системы эффективно.

Проведем экономический расчет экономической эффективности от модернизации сварочного оборудования.

В качестве примера рассмотрено оборудование на кафедре сварочного производства Юргинского технологического института (филиала) Национального исследовательского Томского политехнического университета.

В 2014г. для научных и лабораторных работ профессорско-преподавательского состава кафедры был закуплен источник питания Lorch S8 за 650 тыс.руб. Стоимость ВДУ-504 в 2014г. составила 80 тыс.руб. Модернизация сварочного оборудования включает в себя приобретение модулятора ИРС-1200АДМ за 100 тыс.руб. плюс изменение силовой части источника питания примерно в размере 10 тыс.руб. После проведения простейших расчетов мы получаем, что модернизация оборудования обошлась в 110 тыс.руб. И тогда общая стоимость сварочного оборудования составляет 190 тыс.руб. (по ценам 2014г.).

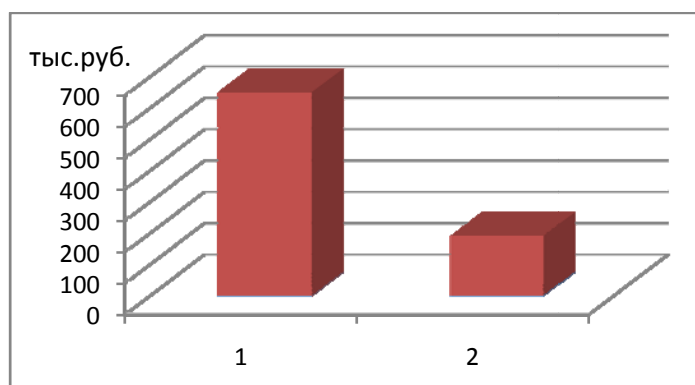


Рис. 4. Сравнение стоимости оборудования: 1 - источник питания Lorch S8; 2 – модернизированное сварочное оборудование

В 2015г. аналогичный источник питания Lorch S8 фирма поставщик предлагает уже за 1млн. 100 тыс. руб.

Таким образом, сравнение стоимости приведенного выше сварочного оборудования показывает экономическую эффективность модернизации уже имеющегося оборудования.

#### **Вывод.**

Развитию производства и повышению его конкурентоспособность может способствовать реализация такого стратегического направления промышленной политики, как импортозамещение. В работе представлен пример модернизации сварочного оборудования в свете решения по приоритетному направлению импортозамещения, относящемуся к основной стратегической задаче инновационного развития России до 2020г.

#### **Литература.**

1. Ю.В. Неёлов. Перспективы импортозамещения в Российской Федерации, // Аналитический вестник. 2015. № 27 (545). С. 4-7.
2. Мау В.А., Улюкаев А.В. Глобальный кризис и тенденции экономического развития // Вопросы экономики, № 11, 2014.
3. В.А. Кулагин, Д.А. Грушевенко, Е.О. Козина. Эффективное импортозамещение // Энергетика и геополитика. 2015. № 1. С. 49-57.
4. Ю.В. Вертакова, В.А. Плотников. Перспективы импортозамещения в высокотехнологичных отраслях промышленности. // Аналитический вестник. 2015. № 27 (545). С. 7-20.
5. Князьков А.Ф., Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. Усовершенствование процесса сварки при модернизации оборудования // Ремонт, восстановление и модернизация оборудования. 2009г. №9. С.7-9.
6. Князьков А.Ф., Крампит Н.Ю., Петриков А.В. Способ импульсно-дуговой сварки / Патент на изобретение № 2133660 от 27.07.99г.
7. Князьков А.Ф., Федько В.Т., Крампит Н.Ю., Крампит А.Г., Князьков В.Л., Князьков С.А. Искусственная формирующая линия в силовой части модулятора ИРС-1200АДМ // Ремонт, восстановление, модернизация. 2003г. №12. С.28-30.
8. Лебедев В.А., Кузьмин С.А., Новгородский В.Г., Пичак В.Г. Управление процессом механизированной сварки в углекислом газе с использованием параметров переноса электродного металла // Сварочное производство. 2002. №5. С.6-14.
9. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г., Князьков С.А. Особенности импульсного управления процессом сварки в СО<sub>2</sub> длинной дугой // Автоматизация и современные технологии. 2002г. №9. С.12-15.
10. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г., Князьков С.А., Проняев А.Б. Исследования влияния параметров импульсов на формирование шва при импульсном питании сварочной дуги // Автоматизация и современные технологии. 2004г. №2. С.3-8.
11. Князьков А.Ф., Крампит Н.Ю., Крампит А.Г., Князьков С.А. Совершенствование процесса импульсно-дуговой сварки в СО<sub>2</sub> в щелевую разделку // Сварочное производство. 2004г. №1. С.36-38.
12. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. Схема воздействия импульсного питания сварочной дуги на структуру формирующегося сварного соединения // Вопросы материаловедения. 2003г. №2(34). С.45-51.
13. Щербаков А.И. Совокупная производительность труда и основы её государственного регулирования. Монография. М. - М.: Издательство РАГС.- 2004.- С. 15.

### **ВОПРОСЫ СОСТОЯНИЯ СОВРЕМЕННЫХ УПРОЧНЯЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ**

*И.В. Павлов<sup>1</sup>, к.т.н., доц., Е.В. Павлов<sup>2</sup>, к.т.н., доц.*

*<sup>1</sup>Курский монтажный техникум*

*305016, г. Курск, ул. Советская, 14, тел. (4712)-38-40-73*

*<sup>2</sup>Юго-Западный государственный университет*

*305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94, тел. (4712)-32-60-90*

*E-mail: piv.vip@mail.ru*

В настоящее время в стране возрос интерес к ресурсосберегающим упрочняющим технологиям, позволяющим получить заданные триботехнические свойства инструмента и деталей машин (пар трения) из менее дорогостоящих металлов и сплавов [1]. Этому предшествовало то, что большинство машиностроительных предприятий в производственной практике используют такие виды термической обработки, как закалка, отпуск, закалка ТВЧ, цементация и нитроцементация. Другие же мето-