

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Тольяттинский государственный университет  
Институт машиностроения  
Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

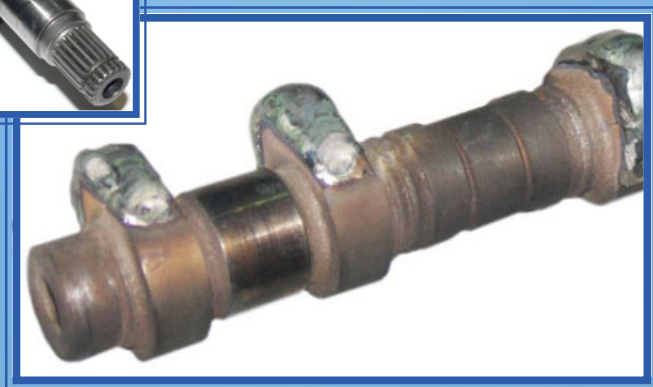
**В.В. Ельцов**

# **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**по выполнению практических работ  
в рамках изучения дисциплин  
«Ремонтная сварка и наплавка деталей машин  
и механизмов» и «Восстановление  
и упрочнение деталей автомобилей»**



© ФГБОУ ВПО «Тольяттинский  
государственный университет», 2014



УДК 621.791  
ББК 34.641

Ельцов, В.В. Методические указания по выполнению практических работ в рамках изучения дисциплин «Ремонтная сварка и наплавка деталей машин и механизмов» и «Восстановление и упрочнение деталей автомобилей» / В.В. Ельцов. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2014. – 1 электрон. опт. диск.

Методические указания содержат методику подготовки студентов к практическим работам, их выполнения во время аудиторных занятий, а также критерии оценки преподавателем выполненной студентом работы. Приведены примерные варианты заданий для выполнения практической работы и пример её результата.

Предназначены студентам направления подготовки 190600.62 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» очной формы обучения.

Текстовое электронное издание

Рекомендовано к изданию методической комиссией института машиностроения Тольяттинского государственного университета.

Минимальные системные требования: IBM PC-совместимый компьютер; Windows XP/Vista/7/8; ППЗ 500 МГц или эквивалент; 128 Мб ОЗУ; SVGA; Adobe Reader.

Номер государственной регистрации электронного издания

© ФГБОУ ВПО «Тольяттинский  
государственный университет», 2014

Редактор *Е.Ю. Жданова*

Технический редактор *З.М. Малявина*

Компьютерная вёрстка: *И.И. Шишкина*

Художественное оформление,

компьютерное проектирование: *И.И. Шишкина*

В оформлении использованы иллюстрации с интернет-сайта:

<http://tool-land.ru/naplavka-metalla.php>

Дата подписания к использованию 15.09.2014.

Объем издания 6 Мб.

Комплектация издания: CD-диск, первичная упаковка.

Заказ № 1-54-13.

Издательство Тольяттинского государственного университета

445667, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14,

тел.: 8 (8482) 53 91 47, [www.tltsu.ru](http://www.tltsu.ru)

# Содержание

---

---

Введение .....	5
1. Общие положения о выполнении практической работы ...	7
2. Методические указания по подготовке и выполнению практических работ .....	8
3. Оценка выполнения практической работы .....	9
4. Требования к качеству подготовки презентаций .....	10
5. Примерная тематика заданий для практической работы .....	12
Заключение .....	13
Приложения .....	14

## Введение

---

---

Восстановление и упрочнение деталей автомобилей, тракторов и других машин и механизмов на сегодняшний день являются одними из основных технологических процессов, продляющих срок службы техники, а значит, и повышающих рентабельность использования автотранспортного парка предприятий. Невысокая сложность оборудования, простота его обслуживания, доступность по цене позволяют формировать ремонтные участки как на мощных автотранспортных предприятиях, так и на небольших СТО.

Экономическая целесообразность ремонта обусловлена тем, что около 45 % деталей машин, поступающих в ремонт, изношены в допустимых пределах и могут быть использованы повторно, а около половины деталей могут быть использованы после восстановления при его себестоимости 15–30 % цены новых деталей. Только 5–9 % деталей не подлежат восстановлению. Восстановление деталей является основным источником экономической эффективности ремонта, технически обоснованным и экономически оправданным мероприятием.

Разработка технологических процессов восстановления и упрочнения изношенных поверхностей требует от специалистов знания характеристик основного и вспомогательного технологического оборудования и материалов для получения качественного изделия после ремонта. Осведомленность об известных технологических ремонтно-восстановительных процессах в сочетании с грамотным их применением в производстве позволяет специалисту в области автомобильного хозяйства приобрести одну из важных профессиональных компетенций – способность разрабатывать технологии и выбирать оборудование для восстановления эксплуатационных свойств изношенных деталей различными методами.

**Цель** выполнения практической работы – приобретение студентами навыков отыскания и анализа технической и технологической информации в конкретной области техники, грамотного ее оформления, создания презентации и обсуждения в профессиональной среде.

**Задачи:**

– ознакомление по любым видам источников технической информации с характеристиками основного и вспомогательного оборудования;

– приобретение навыка анализа способов, приемов и материалов для восстановления и упрочнения деталей автотранспортных комплексов.

**В результате выполнения практической работы студент должен уметь:**

- выбирать на основе анализа информации наиболее рациональную технологию и оборудование для восстановления и упрочнения деталей машин и механизмов;
- представлять, обсуждать и защищать в профессиональной среде найденные технические решения.

# 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ О ВЫПОЛНЕНИИ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

---

---

Своевременное и правильное выполнение практической работы, наряду с выполнением лабораторных работ с помощью обучающей компьютерной программы «НАПЛАВКА», является основанием для получения зачета по изучаемой дисциплине.

Практическая работа по дисциплинам «Ремонтная сварка и наплавка деталей машин и механизмов», «Восстановление и упрочнение деталей автомобилей» является частично самостоятельной и частично аудиторной работой студента и призвана создать условия для приобретения навыка разработки технологического процесса для восстановления и упрочнения изношенной детали. Выполнение практической работы студентами позволяет преподавателю оценить их уровень освоения изучаемой дисциплины.

Тематика для практической работы и варианты заданий выдаются преподавателем в начале текущего семестра или в конце предыдущего, в зависимости от графика учебных занятий.

В отдельных случаях темой и заданием для практической работы может являться реальная задача по разработке технологии восстановления изделий на том предприятии, где работает студент. Для этого он обязан согласовать тему практической работы с преподавателем, ведущим данную дисциплину.

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ И ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

---

---

Выполнение практической работы студентом направлено на достижение им профессиональной компетенции в области анализа и представление требуемой научно-технической информации в определенной сфере деятельности. Поэтому, прежде чем приступить к практической работе, студент должен провести предварительную самостоятельную работу по сбору и оформлению технической информации в соответствии с заданием преподавателя.

1. Задания студентам на практическую работу и график их выполнения выдаются преподавателем на первом аудиторном занятии (лекции или практике).

2. Поиск информации по заданию студенты могут осуществлять по любым известным источникам (книги, периодические издания, сборники трудов конференций и т. д.), а также с помощью поисковых систем на интернет-сайтах.

3. Найденные по заданию материалы студенты обязаны представить преподавателю в виде презентаций в PowerPoint и отдельно текстовый файл в Microsoft Word в соответствии с ранее установленным графиком выполнения практической работы.

4. О подготовленных и оформленных в виде презентации материалах по заданию студенты докладывают перед группой студентов в форме конференции во время аудиторных практических занятий.

5. Объем презентации по заданию должен быть 15–25 слайдов. Время на доклад составляет от 10 до 15 минут.

6. По окончании каждого доклада студенты задают вопросы докладчику и высказывают свои суждения о качестве проведенной им работы.



### 3. ОЦЕНКА ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

---

---

1. Результаты докладов (презентаций) оцениваются по пяти критериям (от 0 до 2 баллов):

- соответствие теме (0–1–2);
- новизна и полнота информации (0–1–2);
- своевременность выполнения (0–1–2);
- качество оформления слайдов (0–1–2);
- качество доклада (0–1–2).

2. При условии получения 6–7 баллов по всем критериям презентация оценивается «удовлетворительно»; 8–9 баллов – «хорошо» и 10 баллов – «отлично».

3. Студентам, получившим оценки «хорошо» и «отлично», зачет по дисциплине ставится автоматически при условии выполнения лабораторных работ по программе «НАПЛАВКА».

4. Студенты, не подготовившие презентацию, не допускаются к сдаче зачета как не выполнившие учебный план.

## 4. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ПОДГОТОВКИ ПРЕЗЕНТАЦИЙ

---

Для того чтобы проекция на экран подготовленного материала была хорошо различимой и читаемой, необходимо при подготовке презентации учитывать некоторые особенности.

1. Фон слайда должен быть контрастным по отношению к тексту или графическим изображениям. Это означает, что если фон слайда выбран черным, то текст и графика должны быть выполнены белым шрифтом, и наоборот. Обратите внимание: серые полутона фона слайда и красный шрифт на экране различаются достаточно слабо.

2. Поле слайда должно быть равномерно заполнено информацией не менее чем на 85–90 %. Причем если на слайде имеется графический материал, то рядом должна располагаться и поясняющая текстовая информация. Допускается в отдельных случаях размещать на слайде только иллюстрации (без текста) в виде фотографий большого масштаба, или только текстовый материал, если он носит характер обобщения, определений или выводов.

3. Шрифт текста на слайде и толщина линий графиков должны быть такими, чтобы обеспечивалась четкость изображения и легкость чтения информации на экране в аудитории.

4. Нумерация рисунков, графиков или формул на слайдах должна быть сквозной по всей презентации, начиная с номера «один».

5. Обязательными слайдами в каждой презентации должны быть титульный слайд, где указывается наименование вуза, структурное подразделение, название кафедры, номер группы, ФИО студента и преподавателя, тема задания и год создания презентации, а также окончательный слайд со списком используемой информации, в том числе и с указанием интернет-сайтов.

6. При демонстрации слайдов во время аудиторных занятий использовать эффекты анимации нежелательно, поскольку это занимает дополнительное время.

Пример оформления презентации приведен в прил. 1.

Форма для выдачи заданий по практической работе приведена в прил. 2.

## 5. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

---

---

1. Технология и оборудование для восстановления и упрочнения способами газопламенного напыления.

2. Технология и оборудование для восстановления и упрочнения способами плазменного напыления.

3. Технология и оборудование для восстановления и упрочнения способами металлизации (газовая, электродуговая, детонационная).

4. Технология и оборудование для восстановления и упрочнения способами вакуумного напыления.

5. Технология и оборудование для восстановления и упрочнения способами электроискрового наращивания и легирования.

6. Технология и оборудование для восстановления и упрочнения способами термической обработки.

7. Технология и оборудование для восстановления и упрочнения способами химикотермической обработки.

8. Технология и оборудование для восстановления и упрочнения способами нанесения гальванических покрытий на поверхности деталей.

9. Технология и оборудование для восстановления и упрочнения способами электрохимического микродугового оксидирования.

10. Технология и оборудование для восстановления и упрочнения способами плакирования прокаткой и взрывом.

11. Восстановление деталей автомобилей с использованием синтетических материалов.

12. Основные тенденции развития ресурсосберегающих технологий в машиностроении.

13. Восстановление деталей слесарно-механической обработкой.

## Заключение

---

Ознакомление студентов с данными методическими указаниями способствует качественному и своевременному выполнению практических работ как на аудиторных занятиях, так и при самостоятельной работе.

В первую очередь при выполнении практических работ от студента ожидается заинтересованность в выполнении индивидуального задания, поскольку их тематика полностью соответствует задачам, решаемым в профессиональной сфере. Более того, ожидается некоторая конкуренция при выполнении этих работ, так как каждый студент представляет свою работу перед своими же коллегами. К тому же в процессе выполнения индивидуального задания каждый студент самостоятельно может отыскать самые новые и перспективные технические решения в профессиональной области и предъявить их преподавателю и сокурсникам, обеспечив себе информационный приоритет и хорошую оценку.

## Пример оформления презентации по практической работе

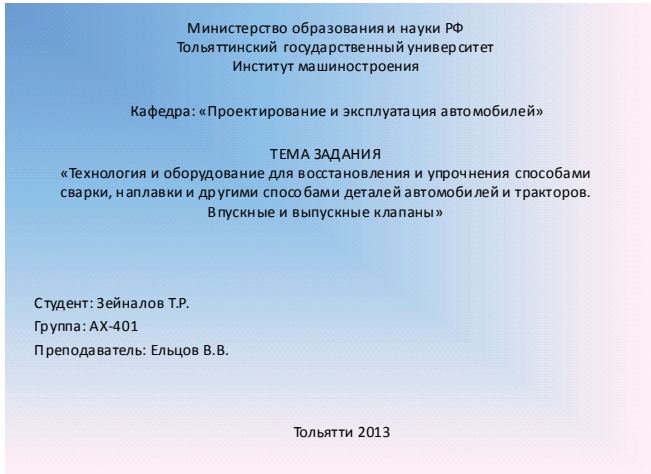


Рис. 1

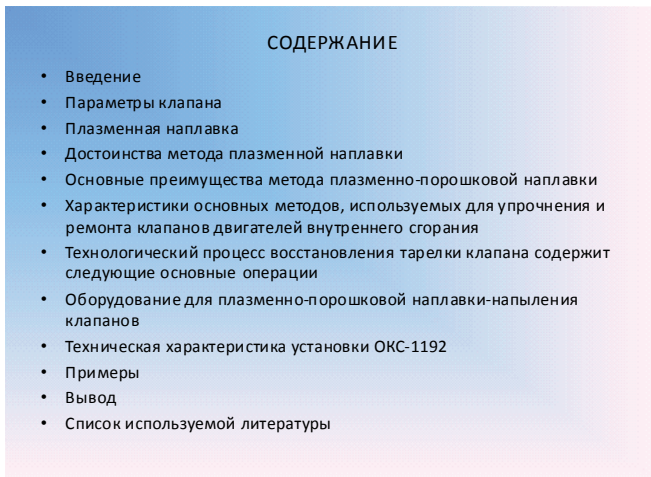


Рис. 2

## ВВЕДЕНИЕ

Клапан состоит из тарелки и стержня. Переход от тарелки к стержню сделан плавным, что придает необходимую прочность, улучшает отвод тепла и уменьшает сопротивление движению газов. Стержень клапана — шлифованный. Торец стержня закален, благодаря чему уменьшается его износ от действия коромысла. Для большей плотности прилегания каждый клапан притирается к гнезду до фаски шириной 1,5...2 мм, выполненной у большинства двигателей под углом 45°. Клапаны работают при высокой температуре и подвергаются разъедающему воздействию газов.



Впускные клапаны изготовлены из хромистой стали 4Х9С2, а выпускные из жаропрочной стали ЭП-303. Материал, применяемый для их изготовления, должен противостоять коррозии и истиранию.

Рис. 3

## ПАРАМЕТРЫ КЛАПАНА



Основными элементами клапана являются головка (**тарелка**) и стержень (**шток**). С целью уменьшения гидравлических потерь на впуске и выпуске переход от головки клапана к стержню делается возможно более плавным. Клапаны, особенно выпускные, работают с высокой тепловой напряженностью, температура тарелки впускного клапана достигает при полной нагрузке двигателя 350–500°C, а выпускного 700–900°C. Столь высокая тепловая напряженность в выпускных клапанах обуславливается главным образом их очень сильным нагревом во время процесса выпуска. Клапаны подвергаются также коррозирующему действию газов. Материал клапанов вследствие этого должен обладать стойкостью против коррозии и хорошо сопротивляться износу, поскольку условия смазки клапана неудовлетворительны. Для повышения износостойкости и продления срока службы клапаны проходят дополнительную обработку путем наваривания специального сплава (стеллита) на рабочую фаску клапана.

Рис. 4

Для улучшения антифрикционных свойств и повышения износостойкости стержня клапана его часто азотируют или хромируют.

Выпускные клапаны форсированных двигателей иногда выполняют полыми. Заполняющее на 50–60% полость клапана легкоплавкое вещество (натрий или специальные соли) во время работы двигателя плавится и энергично вбалтывается, что обеспечивает лучший отвод тепла от головки к стержню клапана и тем самым устраняет его перегрев. Таким образом, можно понизить температуру тарелки клапана на 80–150 К. Полые выпускные клапаны применяются преимущественно с целью понижения температуры в особо опасной области галтели (за круглённым переходом).

Для уменьшения массы в современном моторостроении находят применение полые, незаполненные выпускные клапаны.



Рис. 5

### ПЛАЗМЕННАЯ НАПЛАВКА

Клапаны двигателей внутреннего сгорания в процессе эксплуатации изнашиваются, что приводит к уменьшению их срока службы и необходимости дорогостоящего ремонта двигателя внутреннего сгорания.

Для их упрочнения, как правило, наносят защитный слой покрытия различными методами. Из существующих способов плазменной наплавки наибольшее распространение получила плазменно-порошковая наплавка как наиболее универсальный метод. При плазменно-порошковой наплавке присадкой служат гранулированные металлические порошки, которые подаются в плазматрон транспортирующим газом с помощью специального питателя.

Метод порошковой плазменной наплавки (ППН) является наиболее оптимальным по производительности, цене и качеству.

Контроль качества наплавленного слоя и финишной обработки должен производиться специализированным оборудованием. Готовая продукция должна отвечать стандарту качества ISO/TS 16949:2002.



Рис. 6



### Достоинства метода плазменной наплавки

- высокая производительность наплавки – выше 25 кг/ч;
- эффективность метода – около 85 %;
- низкая растворимость основного металла в наплавленном слое (до 5%);
- высокое качество наплавленного металла;
- минимальные потери присадочного материала;
- возможность наплавки относительно тонких слоев (0,5–5,0 мм).

Важной особенностью ППН является отличное формирование наплавленных валиков, стабильность и хорошая воспроизводимость их размеров. Установлено, что у 95% наплавленных деталей отклонение толщины наплавленного слоя от номинального размера не превышает 0,5 мм. Это позволяет существенно сократить расход наплавочных материалов, время наплавки, а также затраты на механическую обработку наплавленных деталей.

Рис. 7

### Основные преимущества метода плазменно-порошковой наплавки

- гибкость регулирования тепловложения как в основной металл, так и в наплавляемый материал;
- минимальная зона термического влияния; высокая плотность и прочность наплавленного металла;
- снижение деформаций изделий; высокая производительность;
- удобство нанесения покрытий.



Рис. 8

### Характеристики основных методов, используемых для упрочнения и ремонта клапанов двигателей внутреннего сгорания

В результате серийных испытаний было установлено, что наиболее дешевым и эффективным является метод плазменной порошковой наплавки.

Название метода	Растворимость основного металла	Сцепление с основой	Степень автоматизации
Газопламенное напыление с последующим оплавлением	1–5%	зависит от умения оператора	---
Электродуговая наплавка в среде инертного газа плавающим электродом	20–30%	отличное	полуавтомат
Электродуговая наплавка в среде инертного газа вольфрамовым электродом	5–10%	отличное	полуавтомат
Плазменная наплавка	2–5%	отличное	полная

Рис. 9

### Технологический процесс восстановления тарелки клапана содержит следующие основные операции

- Мойка
- Дефектация
- Очистка торца и фаски от нагара
- Плазменная наплавка
- Механическая обработка
- Контроль

Первые три операции выполняют на токарном станке резцами с твердосплавными пластинами. Применение плазменного способа наплавки позволило повысить износостойкость рабочей поверхности тарелки автомобильных клапанов в 1,7–2,0 раза по сравнению с износостойкостью новых.

Механическую обработку клапанов выполняют в такой последовательности: зачистить торец тарелки клапана; обточить тарелку клапана по наружному диаметру в номинальный размер, обработать предварительно тарелку фаски; обработать фаску шлифованием под номинальный размер.

Рис. 10

## Оборудование для плазменно-порошковой наплавки-напыления клапанов

### СОСТАВ :

Вращатель с токоподводом, устройство позиционирования клапана, плазмотрон с устройством позиционирования, механизм колебаний плазмотрона, порошковый питатель, блок газовой аппаратуры, устройство поджига дуги, источник питания сварочной дуги, блок управления циклом наплавки, пульт управления



### ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ :

- номинальная мощность – 30 +5% кВА
  - диапазон регулирования пилотного тока – 15; 200 А
  - номинальное напряжение источника пилотного тока – 40 В
  - диапазон регулирования основного тока – 15; 200 А
  - номинальное напряжение источника основного тока – 40 В
  - продолжительность включения источника ПВ – 100%
- предельные размеры наплавляемых клапанов:
- диаметр тарелки – 200 мм
  - длина – 550 мм
- плазмотрон:
- номинальный пилотный ток – 200 А
  - номинальный основной ток – 200 А
  - охлаждение – водяное
  - расход охлаждающей воды при давлении 3 кг/см<sup>2</sup> – 230 л/ч
  - плазмообразующий, защитный и транспортирующий газ – аргон, аргон + водород;
  - расход газа:
    - плазмообразующий – 1,6; 6 л/мин
    - защитный – 8; 12 л/мин
    - транспортирующий – 2; 4 л/мин
  - наплавляемый порошок: Ni и Co сплавы – 50; 200 мкм

Рис. 11

## Техническая характеристика установки ОКС-1192

Эффективным способом восстановления клапанов является способ плазменной наплавки с подачей жаропрочных порошковых твердых сплавов на изношенную фаску. Для этого Малоярославецким филиалом ГОСНИТИ, ЦОКБ и ВСХИЗО на базе станка У-151 по конструкции ИЭС им. Е. О. Патона была разработана установка ОКС-1192. Установка состоит из наплавочного полуавтомата в комплекте с балластным реостатом РБ-300, плазмотрона конструкции ВСХИЗО.

- Типоразмеры наплавляемых клапанов (диаметр тарелки), мм 30-70
- Производительность, шт/ч < 100
- Расход газа, л/мин:
  - плазмообразующего < 3
  - защитно-транспортирующего < 12
- Расход охлаждающей воды, л/мин > 4
- Вместимость порошкового питателя, м<sup>3</sup> 0,005
- Мощность, кВт 6
- Габаритные размеры, мм:
  - установки 610X660X1980
  - шкафа управления 780X450X770

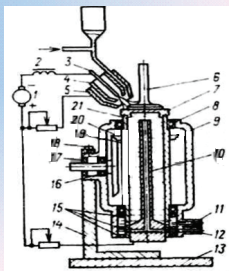


Рис. 12

## Примеры

Рис. 2. Клапан двигателя внутреннего сгорания



а) до наплавки;

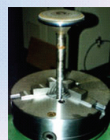


б) во время наплавки

Рис.3. Клапан двигателя внутреннего сгорания



а) во время наплавки;



б) после наплавки

Рис. 13

## Вывод

**Опыт промышленного использования показывает, что плазменно-порошковая наплавка позволяет повысить качество, надежность и долговечность наплавленных деталей, улучшить условия труда. По сравнению с ручной наплавкой на 30–50% повышается производительность труда, на 50–70% сокращается расход наплавочных материалов и примерно на 50% расход электроэнергии.**

Рис. 14

---

---

### Список используемой литературы

<http://k-svarka.com/content/riel-iefnaia-privarka-koliets-iz-zharostoiikih-splavov-k-klapanam-avtomobil-nykh-dvighatieli>  
<http://www.drevniymir.ru/zv56.html>  
<http://www.weldzone.info/technology/deposition/521-vosstanovlenie-detalej-naplavkoi>  
<http://www.weldzone.info/technology/materials/49-carbonic/793-ferritnye-stali>  
<http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-173-traktory-avtomobili/42.htm>  
<http://www.oldpart.ru/articles/51-dvigateli/697-2011-10-06-12-01-11>  
<http://www.weldzone.info/technology/deposition/516-texnologiva-naplavki>  
<http://www.tspc.ru/about/lit/valve/>  
<http://delta-grup.ru/bibliot/23/47.htm>  
<http://www.plasmacentre.ru/equipment/4.php>

Рис. 15

**Форма для выдачи заданий по практической работе**

№ п/п	Задание	Студент	Срок исполнения	Задание получил (подпись)
1	Технология и оборудование для восстановления и упрочнения способами газопламенного напыления	Баширов Элшан Магамедович	08.05.2013	
2	Технология и оборудование для восстановления и упрочнения способами плазменного напыления	Белков Даниил Николаевич	08.05.2013	
3	Технология и оборудование для восстановления и упрочнения способами металлизации (газовая, электродуговая, детонационная)	Бельская Татьяна Сергеевна	08.05.2013	
4	Технология и оборудование для восстановления и упрочнения способами вакуумного напыления	Гончаров Денис Артурович	08.05.2013	
5	Технология и оборудование для восстановления и упрочнения способами электроискрового наращивания и легирования	Гуренков Илья Сергеевич	08.05.2013	
6	Технология и оборудование для восстановления и упрочнения способами термической обработки	Копанев Павел Николаевич	08.05.2013	

7	Технология и оборудование для восстановления и упрочнения способами химикотермической обработки	Котов Иван Александрович	08.05.2013	
8	Технология и оборудование для восстановления и упрочнения способами нанесения гальванических покрытий на поверхности деталей	Кочкин Михаил Алексеевич	15.05.2013	
9	Технология и оборудование для восстановления и упрочнения способами электрохимического микродугового оксидирования	Кузнецов Вадим Николаевич	15.05.2013	
10	Технология и оборудование для восстановления и упрочнения способами плакирования прокаткой и взрывом	Овчинников Игорь Павлович	15.05.2013	
11	Восстановление деталей автомобилей с использованием синтетических материалов	Петров Ярослав Сергеевич	15.05.2013	
12	Основные тенденции развития ресурсосберегающих технологий в машиностроении	Трошина Екатерина Владимировна	15.05.2013	
13	Восстановление деталей слесарно-механической обработкой	Чапарина Елена Викторовна	15.05.2013	