



НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫЕ  
МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИМЕНЕНИЯ В

# АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



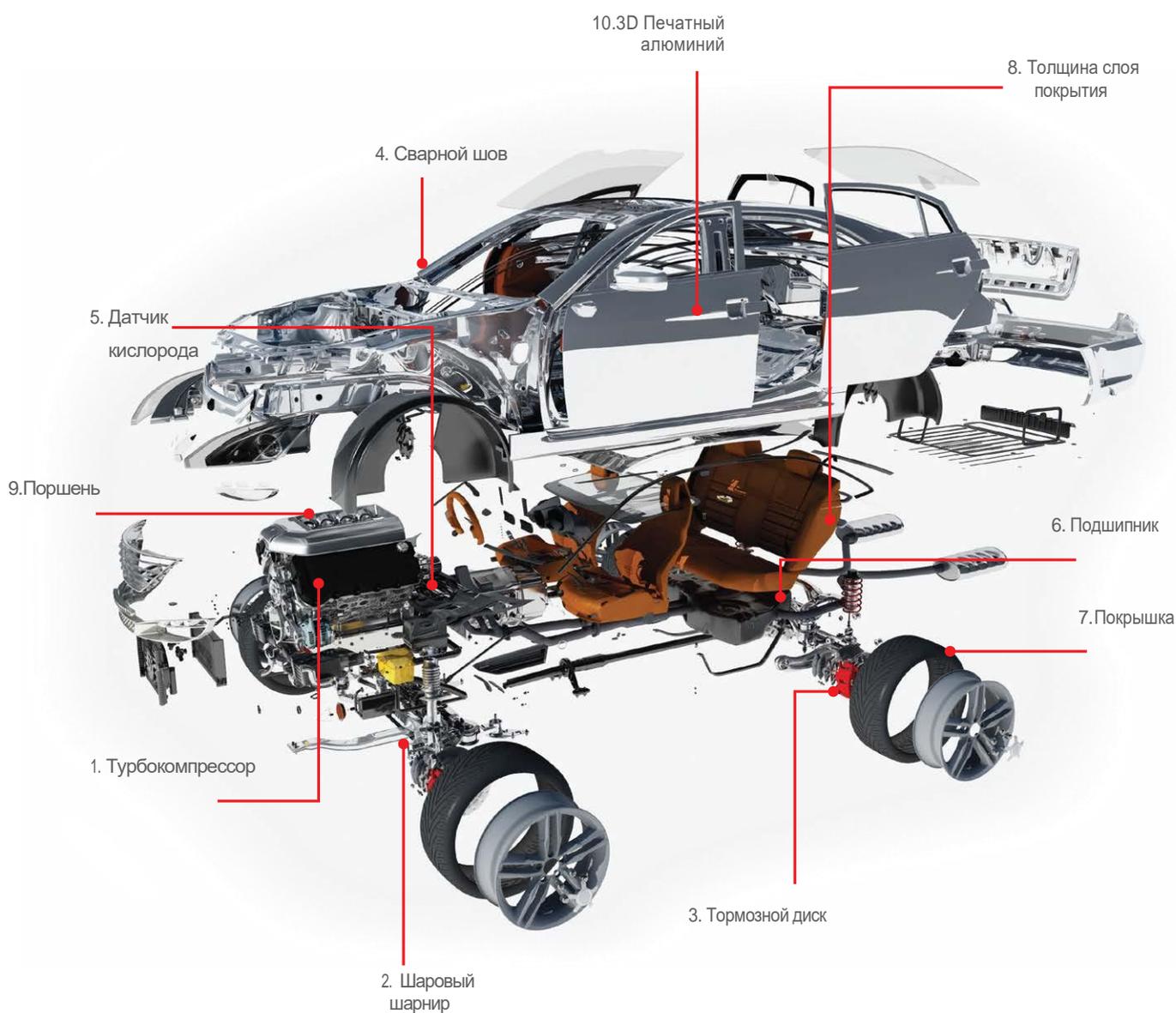
## СОДЕЖРАНИЕ

1. НАШИ НОВЕЙШИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
2. МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКАЯ РЕЗКА ТУРБОКОМПРЕССОРА
3. МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА РЕЗКИ ШАРОВОГО ШАРНИРА
4. МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ТОРМОЗНОГО ДИСКА
6. СВАРНОЙ ШОВ
8. МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА КИСЛОРОДНОГО ДАТЧИКА
10. МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА КОРПУСА ПОДШИПНИКА
12. МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА АВТОМОБИЛЬНОЙ ШИНЫ
14. ИЗМЕРЕНИЕ ТОЛЩИНЫ СЛОЯ ПОКРЫТИЯ
16. МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ПОРШНЯ ДВИГАТЕЛЯ
18. ПОДГОТОВКА 3D-ПЕЧАТНОГО АЛЮМИНИЯ
20. АССОРТИМЕНТ ПРОДУКЦИИ

## НАШИ НОВЕЙШИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

За последние годы автомобильная промышленность претерпела огромные изменения практически в каждой детали материалов и производства, направленные на повышение производительности, веса и прочности. Что касается изменений материалов, то кузова транспортных средств были основаны на обычной холоднокатаной стали и эволюционировали в новые высокопрочные, оцинкованные, ударопрочные и коррозионностойкие стали, алюминий, магний, полимерные и металлические матричные композиты составляют растущий список легких материалов.

В наших информационных буклетах мы предлагаем решения металлографической пробоподготовки для оптимизации ваших процессов. Все инструкции по применению подготовлены нашими опытными металлографами для решения ваших повседневных проблем.



# I. МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКАЯ РЕЗКА ТУРБОКОМПРЕССОРА

## ВСТУПЛЕНИЕ

Турбокомпрессор, или в просторечии турбокомпрессор, представляет собой приводимое в действие турбиной принудительное индукционное устройство, которое увеличивает КПД и выходную мощность двигателя внутреннего сгорания за счет нагнетания дополнительного воздуха в камеру сгорания. Это улучшение по сравнению с мощностью двигателя без наддува связано с тем, что компрессор может нагнетать больше воздуха—и пропорционально больше топлива—в камеру сгорания, чем атмосферное давление.



Турбокомпрессоры были первоначально известны как турбокомпрессоры, когда все устройства принудительного наддува были классифицированы как нагнетатели. В настоящее время термин "нагнетатель" обычно применяется только к устройствам принудительной индукции с механическим приводом. Ключевое различие между турбокомпрессором и обычным нагнетателем заключается в том, что нагнетатель механически приводится в действие двигателем, часто через ремень, соединенный с коленчатым валом, тогда как турбина, приводимая в действие выхлопными газами двигателя, приводит в действие турбокомпрессор. По сравнению с механическим нагнетателем турбокомпрессоры, как правило, более эффективны, но менее отзывчивы. Двойной наддув относится к двигателю как с нагнетателем, так и с турбокомпрессором.



Турбокомпрессоры обычно используются на двигателях грузовых автомобилей, легковых автомобилей, поездов, самолетов и строительной техники. Они чаще всего используются с циклом Отто и дизельными двигателями внутреннего сгорания. Они также нашли применение в автомобильных топливных элементах. В этом разделе часть турбокомпрессора будет отрезана по заданной линии резки.

Тип материала: SUS+Inconel



## ПРОЦЕСС ПОДГОТОВКИ ОБРАЗЦОВ

Образец фиксируется в вертикальных зажимных устройствах в автоматический программируемый отрезной станок SERVOCUT 602. Также резка осуществлялась с перемещением по оси Z.



Параметры резки:  
Скорость подачи : 100 мкм/с.  
Скорость вращения : 1800 об/мин.

## РЕЗУЛЬТАТ

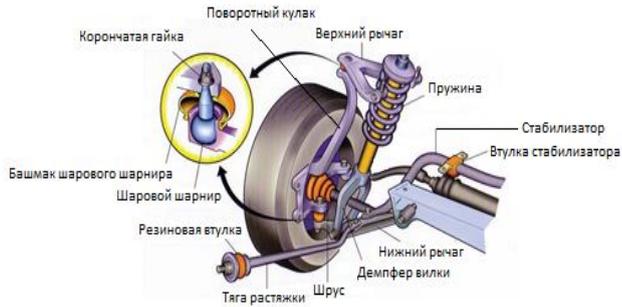
В итоге образец разрезан правильно.



## 2. МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА РЕЗКИ ШАРОВОГО ШАРНИРА

### ВСТУПЛЕНИЕ

В автомобилях двойная поперечная подвеска (или верхняя и нижняя А-образные рычаги) представляет собой независимую конструкцию подвески, использующую два (иногда параллельных) поперечных рычага для крепления к колесу. Каждый поперечный рычаг имеет две точки крепления к корпусу и одно соединение на рычаге. Амортизатор и пружина крепятся к поперечным рычагам для управления вертикальным движением. Двойные поперечные рычаги конструкции позволяют тщательно контролировать движение колеса на протяжении всего хода подвески, контролируя такие параметры, как угол развала, угол кастера, высота центра крена, вылет и многое другое.



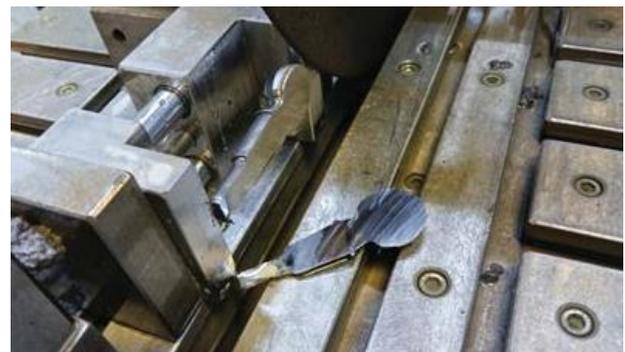
Образцы, которые будут подвержены резке:



### ПРОЦЕСС ПОДГОТОВКИ ОБРАЗЦОВ

Зажимные устройства GR0032 и 15 02 предназначены для операции резки подобных образцов.

С помощью лазерного блока образец быстро позиционируется по требуемой линии резки.



Параметры резки  
Скорость подачи : 100 мкм/с.  
Скорость вращения : 2200 об/мин.

### РЕЗУЛЬТАТ

В результате образец был правильно вырезан в нужной плоскости. Готов к дальнейшим операциям.



### 3. МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ТОРМОЗНОГО ДИСКА

#### ВСТУПЛЕНИЕ

Тормозной диск — это вращающаяся часть дискового тормозного узла колеса, к которой прикладываются тормозные колодки. Этот материал обычно представляет собой разновидность чугуна. Конструкция дисков отличается. Некоторые из них просто твердые, но другие выполнены с ребрами или лопастями, соединяющими две контактные поверхности диска (обычно литые). Вес и мощность транспортного средства определяют потребность в вентилируемых дисках. "Вентилируемая" конструкция диска помогает рассеивать выделяющееся тепло и обычно используется на более сильно нагруженных передних тормозных дисках.



Тормозные диски для мотоциклов, велосипедов и многих автомобилей часто имеют отверстия или пазы, прорезанные через диск. Это делается для лучшего рассеивания тепла, для облегчения рассеивания поверхностной воды, для уменьшения шума, для уменьшения массы или с эстетической целью.



В этом разделе образец тормозного диска будет подготовлен к металлографическому анализу.

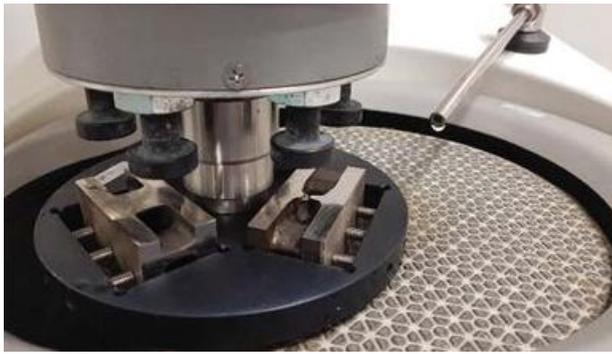


#### ПРОЦЕСС ПОДГОТОВКИ ОБРАЗЦА

Образец зажимается с помощью 15 06 вертикального зажимного устройства и устанавливается на автоматический программируемый отрезной станок SERVOCUT 602.



| Параметры резки:  |  |
|-------------------|--|
| Скорость подачи   | 200 мкм/с. (ось Z)   |
| Скорость вращения | 1400 об/мин.   |
| Нагрузка          | 25 А.  |
| Перемещение       | (60 мм. - 80 мм. для сегментов), (35 мм. для мелких деталей)   |
| Пульсация         | 0,2 мм.  |
| Время             | (Около 40 мин. на 2 сегмента), (Около 6 мин. на мелкие детали) |



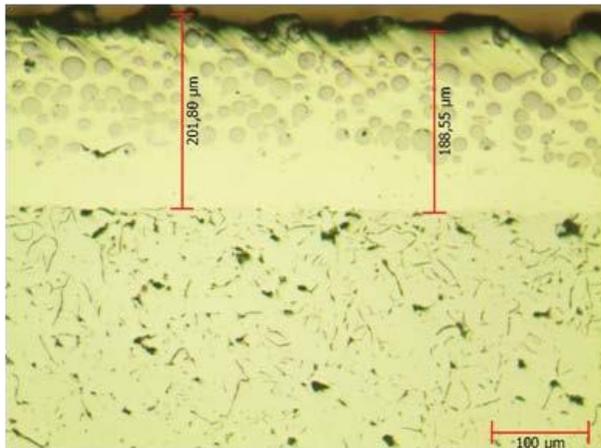
Образец шлифуется и полируется с помощью FORCIPOL 102 + FORCIMAT 102 с использованием держателя 46 45 "3 прямоугольных образца размером 40 x 70 мм.

|                      | Поверхность               | Зернистость                 | Лубрикант       | Усилие на образец (Н) | Время мин.               | Скорость, об/мин. | Скорость держателя, об/мин. |
|----------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------------|--------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Шаг 1. Шлифование    | MAGNETO 125<br>38-040-125 | Алмаз 125 мкм.              | Вода            | 60 Н                  | Контроль снятия глубины* | 400 по ч.с.       | 100 против ч.с.             |
| Шаг 2. Шлифование    | MAGNETO 54<br>40-020-054  | Алмаз 54 мкм.               | Вода            | 60 Н                  | 3 мин.                   | 250 против ч.с.   | 100 против ч.с.             |
| Финальное шлифование | MAGNETO 18<br>39-033-018  | Алмаз 18 мкм.               | Вода            | 60 Н                  | 3 мин.                   | 250 против ч.с.   | 100 против ч.с.             |
| Шаг 1. Полировка     | МЕТАРО-Р<br>39-013-250    | DIAPAT-M 6 мкм.<br>39-430-M | DIAPAT [39-502] | 60 Н                  | 5 мин.                   | 150 по ч.с.       | 75 против ч.с.              |
| Финальная полировка  | МЕТАРО-V<br>39-043-250    | DIAPAT-M 1 мкм<br>39-410-M  | DIAPAT [39-502] | 60 Н                  | 3 мин.                   | 150 по ч.с.       | 50 против ч.с.              |

\* Контроль глубины был отрегулирован до 0,4 мм для очистки от твердых заусенцев на краях образца. Этот процесс занял около 8 минут.

## РЕЗУЛЬТАТ

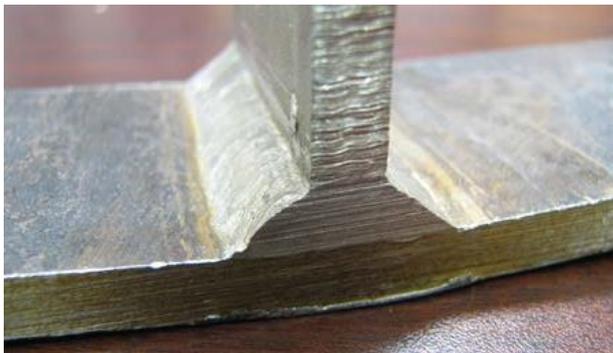
В результате образец был правильно срезан по заданной линии реза. После процесса шлифования и полировки слой покрытия измеряется системой IMAGINE.



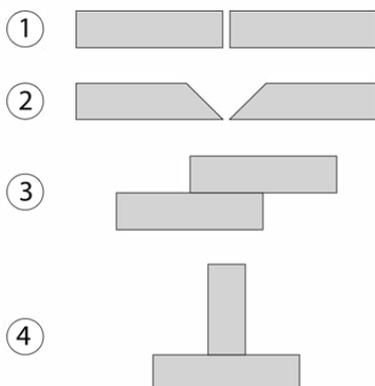
## 4. СВАРНОЙ ШОВ

### ВСТУПЛЕНИЕ

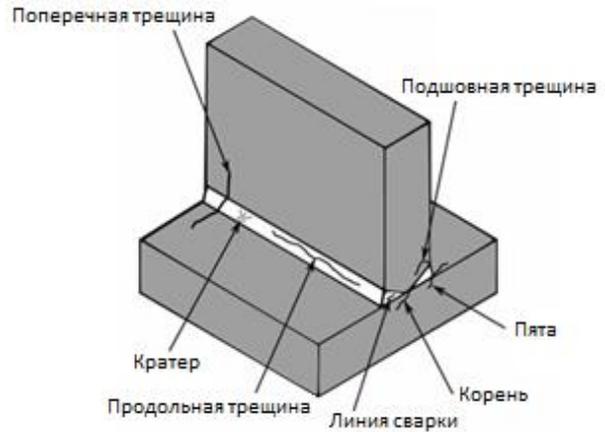
Сварка — это процесс, который соединяет материалы, обычно металлы или термопласты, вызывая нагрев. Это часто делается путем плавления заготовок и добавления присадочного материала, чтобы сформировать бассейн расплавленного материала (сварочная ванна), который охлаждается, становясь прочным соединением, причем иногда используется давление в сочетании с теплом, чтобы произвести сварной шов. В отличие от пайки, которая включает в себя плавление материала с более низкой температурой плавления между заготовками, чтобы сформировать связь между ними, без плавления заготовок.



Сварные швы могут быть геометрически подготовлены различными способами. Пять основных типов сварных соединений—стыковое соединение, соединение внахлест, угловое соединение, краевое соединение и Тройниковое соединение. Существуют и другие вариации—например, двойные V-образные соединения характеризуются двумя кусками материала, каждый из которых сужается к одной центральной точке на половине своей высоты. Одно-U и двух-U подготовительные швы также довольно распространены—вместо того, чтобы иметь прямые края, как одно-V и двух-V подготовительные швы, они изогнуты, образуя форму U. Соединения внахлест, также обычно имеют толщину более двух частей—в зависимости от используемого процесса и толщины материала многие части могут быть сварены вместе в геометрии такого соединения.

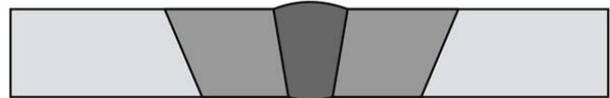


Сварное соединение общего типа — (1) Угловое соединение, (2) стыковой шов с V, (3) внахлест, (4) T-соединения



После сварки в зоне сварки можно выделить несколько различных областей. Сам сварной шов называется зоной плавления—точнее, это место, где в процессе сварки был уложен присадочный металл.

Свойства зоны плавления зависят в первую очередь от используемого присадочного металла и его совместимости с основными материалами. Он окружен зоной термического воздействия, областью, которая имела свою микроструктуру и свойства, измененные сварным швом. Эти свойства зависят от поведения основного материала под воздействием тепла. Металл в этой области часто слабее от основного материала, так и зоны плавления, а также находится там, где остаются остаточные напряжения.



Поперечное сечение сварного стыкового соединения, причем самый темный серый цвет представляет собой зону сварки или плавления, средний серый-зону термического воздействия, а самый светлый серый—основной материал.



Сварной образец для исследования

### ПРОЦЕСС ПОДГОТОВКИ ОБРАЗЦА

Образец устанавливается при помощи «универсального держателя образцов» 46 77, как показано на фото ниже.



Образец готовят с помощью шлифовально-полировального станка FORCIPOLO 202 + FORCIMAT 102 со следующими параметрами;

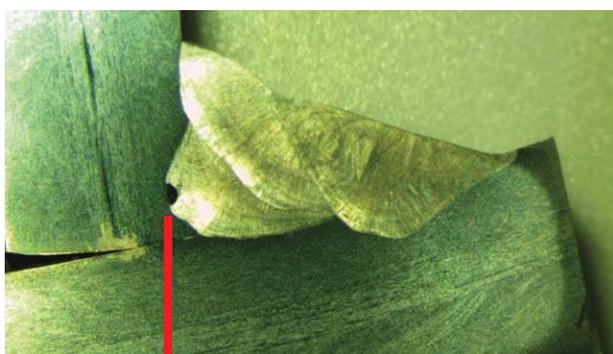
|                      | Поверхность        | Зернистость           | Лубрикант       | Усилие на образец (Н) | Время мин. | Скорость, об/мин. | Скорость держателя, об/мин. |
|----------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|------------|-------------------|-----------------------------|
| Шаг 1. Шлифование    | DEMPAX 38-040-320  | Алмаз 125 мкм.        | Вода            | 25 Н                  | 1 мин.     | 300               | 150                         |
| Шаг 2. Шлифование    | DEMPAX 38-040-800  | Алмаз 54 мкм.         | Вода            | 25 Н                  | 3 мин.     | 300               | 150                         |
| Финальное шлифование | DEMPAX 38-040-1200 | Алмаз 18 мкм.         | Вода            | 25 Н                  | 3 мин.     | 300               | 150                         |
| Шаг 1. Полировка     | FEDO-3 39-025-250  | DIAPAT-M 6мм 39-430-M | DIAPAT [39-502] | 20 Н                  | 5 мин.     | 200               | 75                          |
| Финальная полировка  | FEDO-1 39-065-250  | DIAPAT-M 1мм 39-410-M | DIAPAT [39-502] | 20 Н                  | 3 мин.     | 200               | 75                          |

После операции полировки можно исследовать образец и и зону термического воздействия, протравив его раствором Каллинга.

## РЕЗУЛЬТАТ

В результате образцы хромистой стали были подвергнуты следующим операциям;  
Шлифовка Полировка Травление

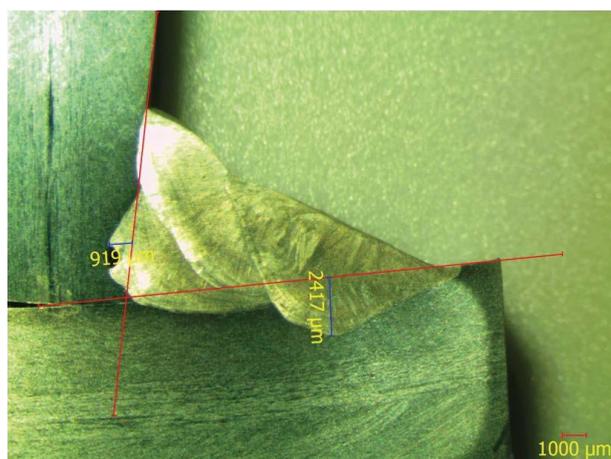
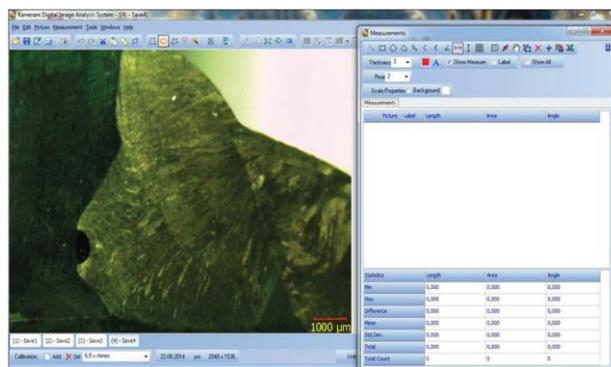
После этого образец исследовали на стереомикроскопе PST 901 (номер заказа: 60 02) для измерения глубины сварного шва.



6,5 x



50 x



6,5 x

Глубина сварного шва измеряется от зон плавления.

В соответствии с производственной задачей может быть сделано несколько измерений, с помощью системы анализа изображений IMAGINE.

## 5. МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА КИСЛОРОДНОГО ДАТЧИКА

### ВСТУПЛЕНИЕ

Автомобильные датчики кислорода, в просторечии известные как датчики  $O_2$ , делают возможным современный электронный впрыск топлива и контроль выбросов. Они помогают в режиме реального времени определить, является ли соотношение воздуха и топлива в двигателе внутреннего сгорания высоким или низким. Поскольку датчики кислорода расположены в потоке выхлопных газов, они непосредственно не измеряют воздух или топливо, поступающее в двигатель, но, когда информация от датчиков кислорода соединяется с информацией от других источников, она может быть использована для косвенного определения соотношения воздух-топливо. Впрыск топлива с обратной связью по замкнутому контуру изменяет работу топливной форсунки в соответствии с данными датчиков реального времени, а не работает с заранее заданным (разомкнутым) алгоритмом впрыска. Помимо обеспечения эффективной работы электронного впрыска топлива, этот метод контроля выбросов позволяет снизить количество как несгоревшего топлива, так и оксидов азота, поступающих в атмосферу. Несгоревшее топливо является загрязнителем в виде переносимых воздухом углеводородов, в то время как оксиды азота (газы  $NOx$ ) являются результатом продукта камеры сгорания, превышающей 1300 Кельвинов из-за избытка воздуха в топливной смеси и способствуют образованию смога и кислотных дождей.

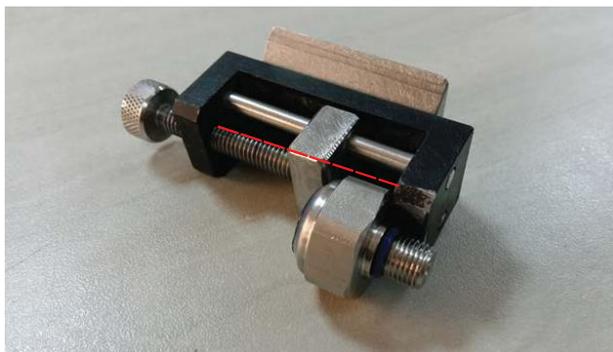


Датчик фактически не измеряет концентрацию кислорода, а скорее разницу между количеством кислорода в выхлопном газе и количеством кислорода в воздухе. Богатая смесь вызывает потребность в кислороде. Это требование вызывает нарастание напряжения, вызванного транспортировкой ионов кислорода через слой датчика. Бедная смесь вызывает низкое напряжение, так как имеется избыток кислорода.

В данном разделе датчик кислорода разрезают в продольной плоскости.



Установка образца в держатель:

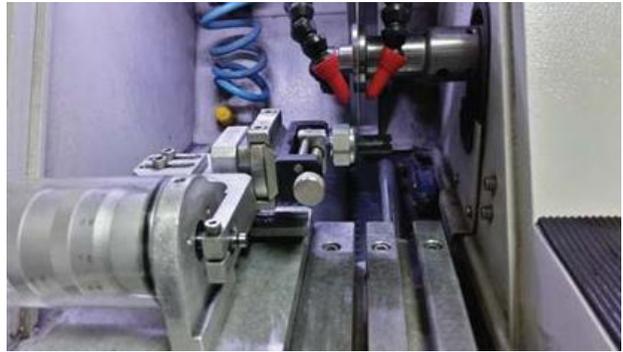


Держатель образца GR 0453

### ПРОЦЕСС ПОДГОТОВКИ ОБРАЗЦА

Образцы зажимаются крепежными тисками GR 0453 и фиксируются на столе MICRACUT 202 с помощью ручного блока позиционирования по оси X GR 0825.

Сначала был разрезан пластиковый разъем.



Параметры резки:

Скорость подачи: 50 мкм/с. Скорость вращения: 3000 об/мин.

Образец монтируется с помощью автоматического металлографического прессы ECOPRESS 102.



Параметры запрессовки:

Температура нагрева: 180°C.

Давление : 250 Бар.

Время нагрева : 3 мин.

Тип охлаждения: Медленное охлаждение, открыто:5  
закрыто:30.

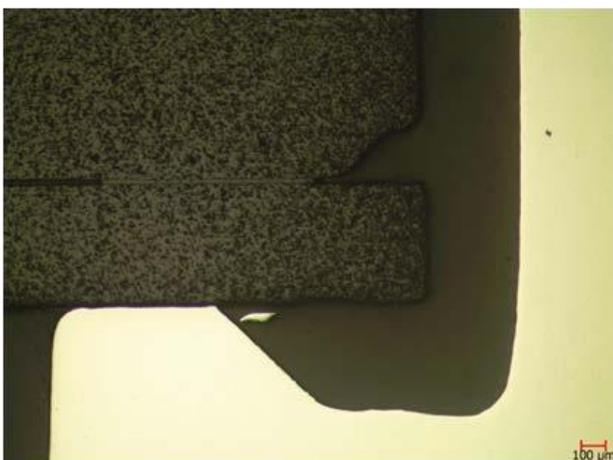
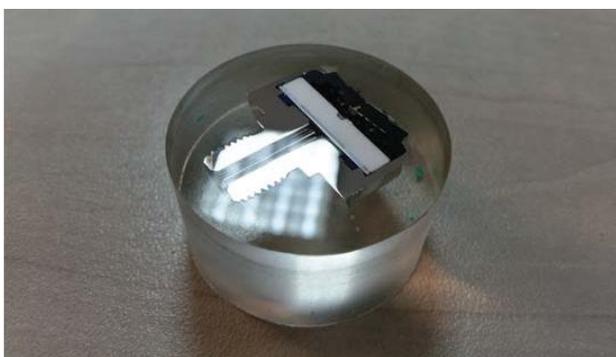
Температура охлаждения : 35°C

Образцы были подготовлены по приведенным ниже параметрам;

|                      | Поверхность         | Зернистость             | Лубрикант       | Усилие на образец (Н) | Время мин.       | Скорость, об/мин. | Скорость держателя, об/мин. |
|----------------------|---------------------|-------------------------|-----------------|-----------------------|------------------|-------------------|-----------------------------|
| Шаг 1. Шлифование    | DEMPAX 38-040-320   | P 320, SiC              | Вода            | 20 Н                  | До выравнивания. | 250 по ч.с.       | 100 по ч.с                  |
| Шаг 2. Шлифование    | DEMPAX 38-040-800   | P 600, SiC              | Вода            | 20 Н                  | 2 мин.           | 250 по ч.с.       | 100 по ч.с                  |
| Финальное шлифование | DEMPAX 38-040-1200  | P 1200, SiC             | Вода            | 20 Н                  | 2 мин.           | 250 по ч.с.       | 150 по ч.с                  |
| Шаг 1. Полировка     | МЕТАРО-Р 39-013-250 | DIAPAT-M 6 мкм 39-430-M | DIAPAT [39-502] | 25 Н                  | 4 мин.           | 150 по ч.с.       | 75 против ч.с               |
| Шаг 2. Полировка     | МЕТАРО-В 39-033-250 | DIAPAT-M 3 мкм 39-420-M | DIAPAT [39-502] | 25 Н                  | 2 мин.           | 150 по ч.с.       | 75 против ч.с               |
| Финальная полировка  | FEDO-1 39-065-250   | DIAPAT-M 1 мкм 39-410-M | DIAPAT [39-502] | 25 Н                  | 1 мин.           | 150 по ч.с.       | 50 против ч.с               |

## РЕЗУЛЬТАТ

Отполированный образец и изображение микроструктуры показаны ниже.



50

## 6. МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА КОРПУСА ПОДШИПНИКА

### ВСТУПЛЕНИЕ

Подшипник — это элемент конструкции, который ограничивает относительное движение только желаемым движением и уменьшает трение между движущимися частями. Конструкция подшипника может, например, обеспечивать свободное линейное перемещение подвижной части или свободное вращение вокруг неподвижной оси; или она может предотвращать движение путем управления векторами нормальных сил, действующих на подвижные части.

Многие подшипники также максимально облегчают желаемое движение, например, сводя к минимуму трение. Подшипники классифицируются в широком спектре, в зависимости от типа работы, допустимых перемещений или направлений нагрузок (сил), приложенных к деталям. Термин "подшипник" происходит от глагола "нести"; подшипник — это элемент конструкции, который позволяет одной стороне нести (то есть поддерживать) другую. Самые простые подшипники — это опорные поверхности, вырезанные или сформованные в деталь, с различной степенью контроля над формой, размером, шероховатостью и расположением поверхности. Другие подшипники — это отдельные устройства, установленные в машине или ее части. Самые сложные подшипники для самых требовательных применений — это очень точные устройства; их производство требует одних из самых высоких стандартов современной технологии.



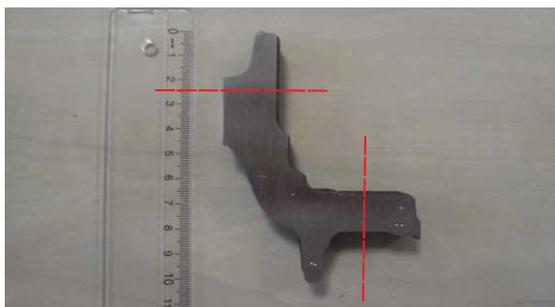
Некоторые подшипники, которые используют в автомобильной промышленности.



Образцы для подготовки к металлографическому исследованию:



Образец 1



Образец 2

### ПРОЦЕСС ПОДГОТОВКИ ОБРАЗЦА

С помощью прижимного устройства 15 02, образец зажимается и отрезается автоматическим программируемым отрезным станком SERVOCUT 302 по заданной линии.



Образец 1 и вертикальное зажимное устройство 15 02.

После окончательной операции резки внешний вид образца 2:



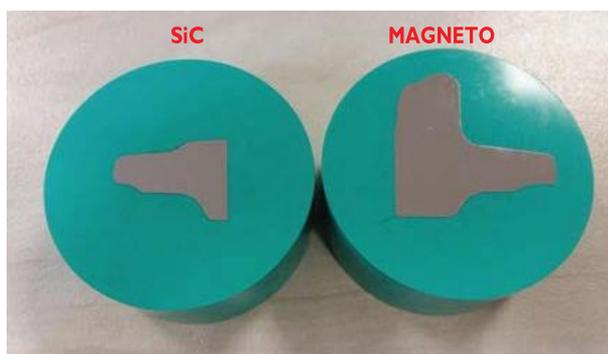
Параметры резки одинаковы для образца 1 и образца 2

Скорость подачи : 150 мкм/с.  
Сила : 8А.  
Скорость вращения : 2000 об/мин.

Образец 1 монтируется в смолу DAP(29-012).

Параметры запрессовки:

Оборудование : Ecopress 102  
Температура нагрева: 190°C  
Давление : 260 Бар.  
Время нагрева : 3 мин.  
Тип охлаждения : Стандартное  
Температура охлаждения: 35°C  
Смола (компаунд) : DAP (29-012)



Образец 1

Образцы подготовлены с FORCIPOL 102 + FORCIMAT 52. Параметры шлифования и полирования:

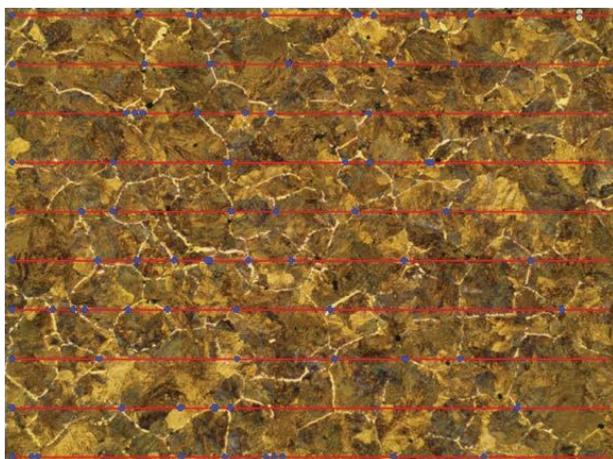
|                      | Поверхность              | Зернистость             | Лубрикант        | Усилие на образец (Н) | Время мин. | Скорость, об/мин. | Скорость держателя, об/мин. |
|----------------------|--------------------------|-------------------------|------------------|-----------------------|------------|-------------------|-----------------------------|
| Шаг 1. Шлифование    | MAGNETO 54<br>38-040-54  | Алмаз<br>54 мкм.        | Вода             | 25 Н                  | 1 мин.     | 250 по ч.с.       | 100 против ч.с              |
| Шаг 2. Шлифование    | MAGNETO 18<br>38-040-018 | Алмаз 18<br>мкм         | Вода             | 25 Н                  | 1 мин.     | 250 по ч.с.       | 100 против ч.с              |
| Финальное шлифование | MAGNETO 6<br>39-040-006  | Алмаз 6<br>мкм          | Вода             | 25 Н                  | 1 мин.     | 250 по ч.с.       | 100 против ч.с              |
| Шаг 1. Полировка     | МЕТАРО-В<br>39-033-250   | DIAPAT-M 3μ<br>39-420-M | DIAPAT<br>39-502 | 20 Н                  | 2 мин..    | 150 по ч.с.       | 750 против ч.с              |
| Финальная полировка  | FEDO-1<br>39-065-250     | DIAPAT-M 1μ<br>39-410-M | DIAPAT<br>39-502 | 20 Н                  | 3 min.     | 150 по ч.с.       | 750 против ч.с              |

\* Травление : Нитал %10

## РЕЗУЛЬТАТ

Измерение зерна образцов ниже:

Фото микроструктуры образца, приготовленного с помощью Magneto;



## ОТЧЕТ О РАЗМЕРЕ ЗЕРНА

| ASTM (G) Размер зерна    | Области | Intercept Count | Изм. линия | Средняя длина зерна |
|--------------------------|---------|-----------------|------------|---------------------|
|                          |         |                 |            | 0                   |
| Измеренное поле          | 1       |                 |            |                     |
| Среднее зерно ASTM(G)    | 1       |                 |            |                     |
| Стандартное отклонение   | 4       |                 |            |                     |
| Измеренная общая площадь | 0       |                 |            |                     |
| %95 CI                   | 1       |                 |            |                     |
| %RA                      | 0       |                 |            |                     |
| Примечание               | N/A     |                 | Ед. изм.   | Мм.                 |

## 7. МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА АВТОМОБИЛЬНОЙ ШИНЫ

### ВСТУПЛЕНИЕ

Шина — это кольцеобразный компонент, который окружает обод колеса для передачи нагрузки транспортного средства от оси через колесо к земле и обеспечения тяги на поверхности пятна контакта. Большинство шин, например для автомобилей и велосипедов, представляют собой пневматически надутые конструкции, которые также обеспечивают гибкую подушку, поглощающую удары, когда шина катится по неровным поверхностям.

Материалами современных пневматических шин являются синтетический каучук, натуральный каучук, ткань и проволока, а также технический углерод и другие химические соединения. Они состоят из протектора и корпуса. Протектор обеспечивает тягу, в то время как корпус обеспечивает удержание некоторого количества сжатого воздуха. До того, как была разработана резина, первые версии шин были просто металлическими полосами, надетыми на деревянные колеса, чтобы предотвратить износ. Ранние резиновые шины были твердыми (не пневматическими). Пневматические шины используются на многих типах транспортных средств, включая легковые автомобили, велосипеды, мотоциклы, автобусы, грузовики, тяжелую технику и самолеты. Металлические шины все еще используются на локомотивах и железнодорожных вагонах, а твердые резиновые (или другие полимерные) шины все еще используются в различных неавтомобильных применениях, таких как некоторые ролики, тележки, газонокосилки и тачки.



Протектор — это та часть шины, которая соприкасается с дорожным покрытием. Участок, который соприкасается с дорогой в данный момент времени, является пятном контакта. Протектор представляет собой толстую резину или резиновый/композитный компаунд, разработанный для обеспечения соответствующего уровня сцепления, который не изнашивается слишком быстро.

Конструкция протекторов и взаимодействие конкретных типов шин с поверхностью проезжей части влияет на уровень шума от проезжей части, являющегося источником шумового загрязнения, исходящего от движущихся транспортных средств. Эти интенсивности звука увеличиваются с увеличением скорости транспортного средства.[58] Протекторы шин могут включать в себя различные расстояния между пазами (длины шага), чтобы минимизировать уровень шума на дискретных частотах. Рисунок протектора — это прорези поперек шины, обычно перпендикулярные канавкам, которые позволяют воде из канавок уходить вбок и смягчают гидропланирование.



Полосы износа (или индикаторы износа) — это рельефные элементы, расположенные в нижней части канавок протектора, которые указывают на то, что шина достигла своего предела износа. Когда выступы протектора изношены до такой степени, что изношенные стержни соединяются поперек выступов, шины полностью изношены и должны быть выведены из эксплуатации, как правило, при оставшейся глубине протектора 1,6 мм (0,063 дюйма).

В этом разделе автомобильная шина будет подготовлена в качестве металлографического образца.



### ПРОЦЕСС ПОДГОТОВКИ ПРОБЫ

С помощью быстрозахватных тисков GR 0029 и GR 0030, образец закреплен на столе SERVOCUT 402.



3 образца будут смонтированы с помощью расходных материалов для холодной заливки DMT 35



Параметры холодной заливки:

Смола: 2 части

Отвердитель: 1 части

20 граммов порошка смешивали с 10 граммами жидкого отвердителя для заполнения каждой формы диаметром 40 мм. Время отверждения расходных материалов для холодного формования DMT 35 после смешивания составляет 5-6 минут.



Образцы после холодной заливки подготовленные с FORCIPOL 102 + FORCIMAT 52.

|                      | Поверхность         | Зернистость           | Лубрикант       | Усилие на образец (Н) | Время мин. | Скорость, об/мин. | Скорость держателя, об/мин. |
|----------------------|---------------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|------------|-------------------|-----------------------------|
| Шаг 1. Шлифование    | DEMPAX 38-040-320   | P 320, SiC            | Вода            | 10 Н                  | 2 мин.     | 250 по ч.с.       | 100 по ч.с                  |
| Шаг 2. Шлифование    | DEMPAX 38-040-600   | P 600, SiC            | Вода            | 10 Н                  | 2 мин.     | 250 по ч.с        | 100 по ч.с                  |
| Финальное шлифование | DEMPAX 38-040-1200  | P 1200, SiC           | Вода            | 10 Н                  | 2 мин.     | 250 по ч.с        | 100 по ч.с                  |
| Шаг 1. Полировка     | DEMPAX 38-040-2500  | P 2500, SiC           | Вода            | 15 Н                  | 4 мин.     | 250 по ч.с        | 100 по ч.с                  |
| Финальная полировка  | МЕТАРО-В 39-033-250 | DIAPAT-M 3мм 39-420-M | DIAPAT [39-502] | 20 Н                  | 5 мин.     | 250 по ч.с        | 75 против ч.с               |

## РЕЗУЛЬТАТ

Фото микроструктуры.



## 8. ИЗМЕРЕНИЕ СЛОЯ ПОКРЫТИЯ

### ВСТУПЛЕНИЕ

Покрытие — это защитный слой, который наносится на поверхность объекта, обычно называемого поверхностью. Цель нанесения покрытия может быть декоративной, функциональной или и той, и другой. Само покрытие может быть сплошным, полностью покрывающим подложку, или оно может покрывать только части подложки.

Краски и лаки — это покрытия, которые в основном имеют двойное назначение: защищать поверхность и быть декоративными, хотя некоторые краски предназначены только для украшения, а краска на больших промышленных трубах, по-видимому, предназначена только для предотвращения коррозии.

Функциональные покрытия могут быть применены для изменения поверхностных свойств поверхности, таких как адгезия, смачиваемость, коррозионная стойкость или износостойкость.

\*Данное исследование включает в себя процедуру металлографической подготовки покрытых и окрашенных образцов для измерения толщины слоя.



Будут исследованы различные виды автомобильных деталей

1. Крышка подушки безопасности
2. Рамка центральной панели
3. Рулевое колесо
4. Логотип

### ПРОЦЕСС ПОДГОТОВКИ ПРОБ

Образцы фиксируются на MICRACUT 202, как показано на нижеприведенных фотографиях, с помощью зажимных тисков GR 0548 с GR 0400. Низкое значение скорости подачи отрегулировано для предотвращения слоев покрытия во время работы.



Номера 1, 2, 4 вырезаются алмазным диском DIMOS.



Параметры резки:

Скорость подачи стола : 50 мкм/с.  
Скорость : 2000 об/мин  
Перемещение : 15-40 мм.  
Сила : 3А

После операции резки образцы 1,2,4 шт будут смонтированы с помощью расходных материалов для холодной заливки DMT 20 (29 511)



Операция шлифования и полирования производится с помощью FORCIPOL 102 + FORCIMAT 52.

Ниже приведены рабочие параметры и список расходных материалов для образцов.

1,2,4 образцы

|                      | Поверхность         | Зернистость            | Лубрикант       | Усилие на образец (Н) | Время мин. | Скорость, об/мин. | Скорость держателя, об/мин. |
|----------------------|---------------------|------------------------|-----------------|-----------------------|------------|-------------------|-----------------------------|
| Шаг 1. Шлифование    | DEMPAX 38-040-600   | P 600, SiC             | Вода            | 30 Н                  | 2 мин.     | 200 против ч.с.   | 100 по ч.с                  |
| Шаг 2. Шлифование    | DEMPAX 38-040-1200  | P 1200, SiC            | Вода            | 30 Н                  | 2 мин.     | 250 против ч.с    | 100 по ч.с                  |
| Финальное шлифование | DEMPAX 38-040-2000  | P 2500, SiC            | Вода            | 25 Н                  | 2 мин.     | 200 против ч.с    | 100 по ч.с                  |
| Шаг 1. Полировка     | МЕТАРО-В 39-033-250 | DIAPAT-M 3мм 39-420-M  | DIAPAT [39-502] | 25 Н                  | 5 мин.     | 200 против ч.с    | 75 против ч.с               |
| Шаг 2. Полировка     | FEDO-1 39-065-250   | DIAPAT-M1 мкм 39-410-M | DIAPAT [39-502] | 25 Н                  | 4 мин.     | 150 против ч.с    | 75 против ч.с               |
| Финальная полировка  | COLLO 39-085-250    | COL-K(NC) 39-600       | -               | 15 Н                  | 2 мин.     | 50 против ч.с     | 90 против ч.с               |

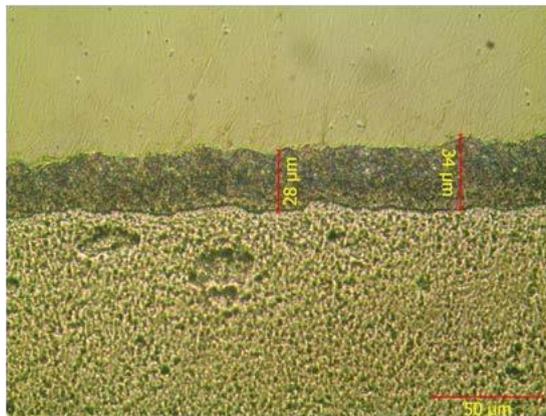
Образец, 3

|                      | Поверхность           | Зернистость            | Лубрикант       | Усилие на образец (Н) | Время мин. | Скорость, об/мин. | Скорость держателя, об/мин. |
|----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------|-----------------------|------------|-------------------|-----------------------------|
| Шаг 1. Шлифование    | MAGNETO 54 38-040-54  | Алмаз 54 мкм           | Вода            | 30 Н                  | 2 мин.     | 250               | 100                         |
| Шаг 2. Шлифование    | MAGNETO 18 38-040-018 | Алмаз 18 мкм           | Вода            | 25 Н                  | 2 мин.     | 250               | 100                         |
| Финальное шлифование | MAGNETO 6 39-040-006  | Алмаз 6 мкм            | Вода            | 25 Н                  | 2 мин.     | 200               | 100                         |
| Шаг 1. Полировка     | МЕТАРО-В 39-033-250   | DIAPAT-M 3мм 39-420-M  | DIAPAT [39-502] | 25 Н                  | 5 мин.     | 150               | 50                          |
| Финальная полировка  | МЕТАРО-В 39-043-250   | DIAPAT-M 1мкм 39-410-M | DIAPAT [39-502] | 20 Н                  | 3 мин.     | 150               | 50                          |

РЕЗУЛЬТАТ

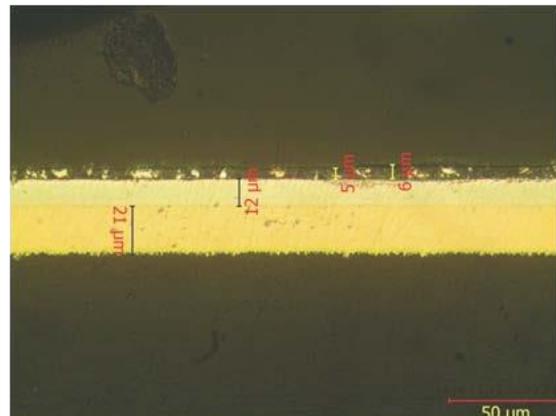
После металлографической подготовки толщину слоя измеряют с помощью металлографического микроскопа и системы визуализации IMAGIN.

Получившийся результат можно увидеть на фото ниже;



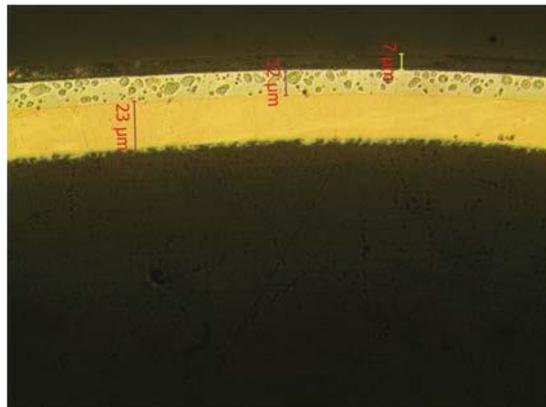
Образец 1

500 x



Образец 4

500 x



Образец 2

500 x

## 9. МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ПОРШНЯ ДВИГАТЕЛЯ

### ВСТУПЛЕНИЕ

Поршень — это цилиндрический компонент двигателя, который скользит вверх и вниз в отверстии цилиндра под действием сил, возникающих в процессе работы. Поршень действует как подвижный конец камеры сгорания. Неподвижным концом камеры сгорания является головка блока цилиндров. Поршни обычно изготавливаются из литого алюминиевого сплава для превосходной и легкой теплопроводности. Теплопроводность — это способность материала проводить и передавать тепло. Алюминий расширяется при нагревании, и для поддержания свободного движения поршня в отверстии цилиндра должен быть обеспечен надлежащий зазор. Чрезмерный зазор может привести к заеданию поршня в цилиндре. Недостаточный зазор может привести к потере компрессии и увеличению шума поршня.



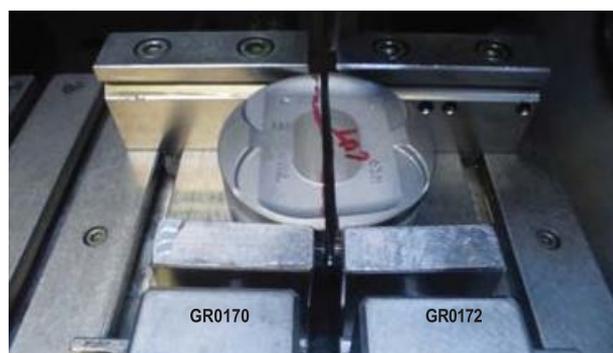
Особенности поршня включают головку поршня, отверстие поршневого пальца, поршневой палец, юбку, кольцевые канавки, кольцевые площадки и поршневые кольца. Головка поршня — это верхняя поверхность (ближайшая к головке цилиндра) поршня, которая подвергается воздействию огромных сил и тепла при нормальной работе двигателя.



Линия резки.

### ПРОЦЕСС ПОДГОТОВКИ ПРОБ

Образец фиксируется на автоматическом программируемом отрезном станке SERVOCUT 302, как показано уже фотографии с зажимными устройствами GR 0170 и GR 0172 быстродействующие зажимные тиски и отрезается по оси Z.



Параметры горячей запрессовки:

Оборудование : Ecompress 102  
Температура нагрева : 190 °C  
Давление : 250 Бар  
Время нагрева : 3 мин.  
Охлаждение : Стандартное  
Температура охлаждения : 35 °C  
Смола (компаунд) : DAP (29-012)



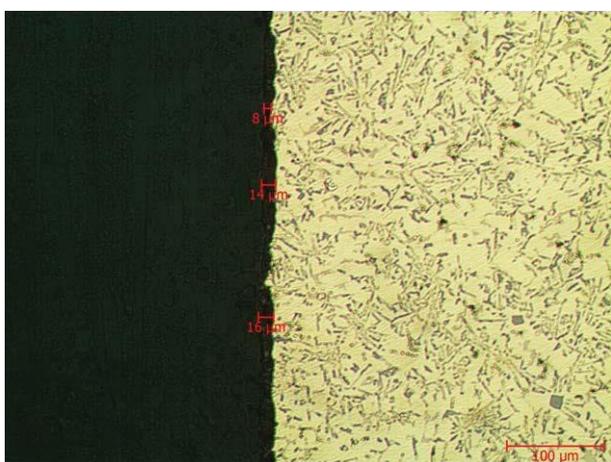
Оборудование FORCIPOL 102 + FORCIMAT 52 для шлифовки и полирования, параметры показаны ниже.

|                      | Поверхность              | Зернистость                | Лубрикант       | Усилие на образец (Н) | Время мин. | Скорость, об/мин. | Скорость держателя, об/мин. |
|----------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------------|------------|-------------------|-----------------------------|
| Шаг 1. Шлифование    | MAGNETO 54<br>38-040-54  | Алмаз<br>54 мкм            | Вода            | 30 Н                  | 1 мин.     | 200 по ч.с.       | 100 против ч.с.             |
| Шаг 2. Шлифование    | MAGNETO 18<br>38-040-018 | Алмаз 18<br>мкм            | Вода            | 10 Н                  | 1 мин.     | 200 по ч.с.       | 100 против ч.с.             |
| Финальное шлифование | DEMPAX<br>38-040-2000    | P 2000<br>SiC              | Вода            | 2 Н                   | 2 мин.     | 200 по ч.с.       | 100 против ч.с.             |
| Шаг 1. Полировка     | МЕТАРО-В<br>39-033-250   | DIAPAT-M 3мм<br>39-420-M   | DIAPAT [39-502] | 5 Н                   | 5 мин.     | 200 по ч.с.       | 100 против ч.с.             |
| Финальная полировка  | FEDO-1<br>39-065-250     | DIAPAT-M 1 мкм<br>39-410-M | DIAPAT [39-502] | 4 Н                   | 4 мин.     | 200 по ч.с.       | 100 против ч.с.             |

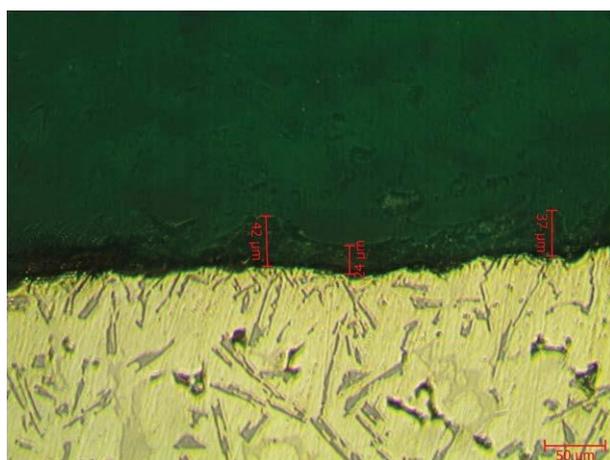
\* Травление раствором Келлера.

## РЕЗУЛЬТАТ

Фото микроструктуры показаны ниже;



200 x

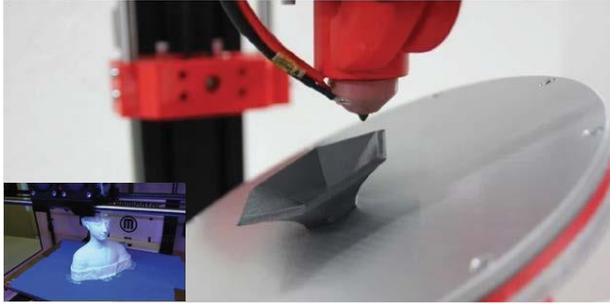


500 x

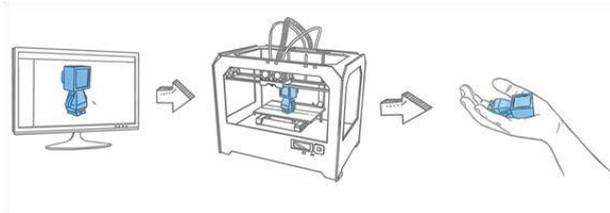
## 10. ПОДГОТОВКА 3D-ПЕЧАТНОГО АЛЮМИНИЯ

### ВСТУПЛЕНИЕ

3D печать или аддитивное производство это процесс изготовления трехмерных твердых объектов из цифрового файла.

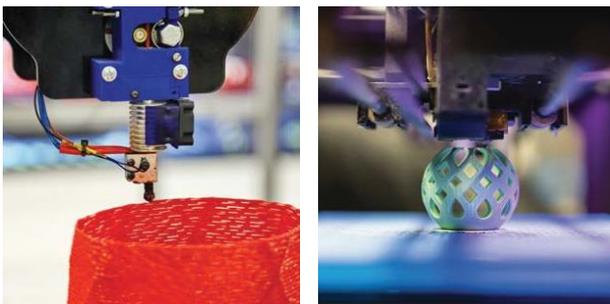


Создание 3D-печатного объекта достигается с помощью аддитивных процессов. В аддитивном процессе объект создается путем укладки последовательных слоев материала до тех пор, пока объект не будет создан. Каждый из этих слоев можно рассматривать как тонко нарезанное горизонтальное поперечное сечение конечного объекта.



3D-печать-это противоположность субтрактивному производству, на котором вырезают / прессуют кусок металла или пластика, например, с помощью фрезерного станка.

Индустрия 3D - печати охватывает множество форм технологий и материалов. Когда большинство людей думают о 3D - печати, они думают о простом настольном FDM-принтере, но это еще не вся картина. 3D-печать можно разделить на металл, ткани, био и целый ряд других отраслей промышленности. По этой причине важно рассматривать как кластер разнообразных отраслей с множеством различных применений.

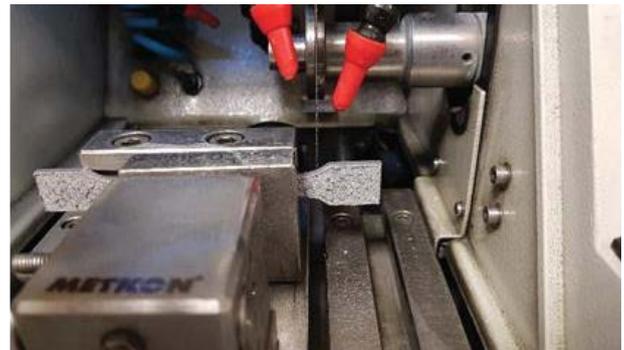


Образцы для приготовления к металлографическому исследованию:



### ПРОЦЕСС ПОДГОТОВКИ ПРОБЫ

Сначала образцы зажимаются с помощью зажимного устройства GR 0548 и фиксируются на столе MICRACUT 202.



Параметры резки:

Скорость подачи : 100 мкм/с Скорость вращения : 2800 об/мин.

Образцы шлифовали на шлифовальной бумаге P 2500 вручную, в течение 30 секунд. После ручной шлифовки образец готов к операции электрополировки с помощью ELOPREP 102.

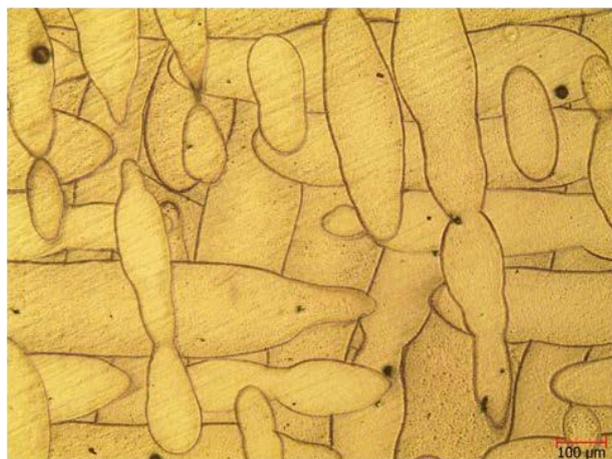


Параметры электрополировки и тип электролита можно увидеть ниже:

Напряжение : 25 В  
Время : 13 с.  
Расход : 8

Предпочтительный электролит: 200 мл. Хлорная кислота + 800 мл. Этанол

## РЕЗУЛЬТАТ



100

## 11. АССОРТИМЕНТ ПРОДУКЦИИ

Полный спектр оборудования для обеспечения воспроизводимого качества результатов испытаний.

### СЕРИЯ ОТРЕЗНЫХ СТАНКОВ

АБРАЗИВНАЯ РЕЗКА

МЕТACUT 302

SERVOCUT 302

SERVOCUT 402

SERVOCUT 502

SERVOCUT 602

ПРЕЦИЗИОННАЯ РЕЗКА

MICRACUT 152

MICRACUT 202

### СЕРИЯ ОБРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЗАПРЕССОВКИ

ГОРЯЧАЯ ЗАПРЕССОВКА

ECOPRESS 52

ECOPRESS 102

ECOPRESS 202

ХОЛОДНАЯ ЗАЛИВКА

VACUMET 52

## СЕРИЯ СТАНКОВ ДЛЯ ШЛИФОВАНИЯ И ПОЛИРОВАНИЯ

ВЫРАВНИВАЮЩЕЕ  
ШЛИФОВАНИЕ



**FORCIPLAN 102**

МОДУЛЬНЫЕ  
СТАНКИ ДЛЯ  
ШЛИФОВАНИЯ И  
ПОЛИРОВАНИЯ



**FORCIPOL 102**



**FORCIPOL 202**



**FORCIPOL  
CONTROL UNIT**



**FORCIMAT 52**



**FORCIMAT 102**

УСОВЕРШЕНСТВОВА  
ННАЯ СИСТЕМА  
ШЛИФОВАНИЯ И  
ПОЛИРОВАНИЯ



**ACCURA 102**

ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКАЯ  
ПОЛИРОВКА



**ELOPREP 102**

ПОРТАТИВНЫЕ  
СТАНКИ



**MOBIPREP**



**MOBISCOPE**

## МИКРОСКОПЫ

ПРЯМОЙ



UPM 902

ИНВЕРТИРОВАННЫЙ



IMM 901



IMM 902

ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЙ



IPP 902

СТЕРЕО



PST 901



PST 902

## ТВЕРДОМЕРЫ

МИКРО  
ВИККЕРС



DUROLINE M1/M2/M3/M4

МАКРО  
ВИККЕРС



DUROLINE V

