



In the article there are given the technological peculiarities of putting of the thermal covering on combustor of the diesel engine aluminium forcer by method of micro-arc oxidations.

В. В. ОВЧИННИКОВ, В. Я. ЗЕЛИНСКИЙ, ПРУП "ММЗ"

УДК 621.74

АНОДНОЕ МИКРОДУГОВОЕ ОКСИДИРОВАНИЕ АЛЮМИНИЕВЫХ ПОРШНЕЙ – ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ НАНЕСЕНИЯ ТЕПЛОЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ

Создание высокофорсированных дизельных двигателей с турбонаддувом обусловило необходимость защиты его комплектующих, в частности камер сгорания и днищ поршней, изготовленных из Al-Si-сплавов, от воздействия высокотемпературных тепловых потоков, выходящих из камер внутреннего сгорания.

Анализ методов, обеспечивающих снижение градиента температур между юбкой и днищем поршня, позволил заключить, что наиболее эффективный и экономически выгодный способ тепловой защиты – формирование на критических поверхностях теплового оксидного барьерного слоя, обладающего необходимой теплостойкостью, высокой адгезией с алюминиевой основой и обеспечивающего защиту поверхностей поршня от разрушения при циклических термонагрузках [1, 2].

В настоящее время на ПРУП "Минский моторный завод" освоен технологический процесс нанесения теплозащитного покрытия на камеру сгорания и днище поршня из сплава АК12М2MgH (рис. 1) для высокофорсированных дизельных двигателей методом анодного микродугового оксидирования (АМДО).

Принцип нанесения защитного слоя на поверхности алюминиевого поршня заключается в следующем. В положении загрузки поршни устанавливаются днищем вниз в опоры-изоляторы из фторопласта (рис. 2), поворачиваются на 180° и затем зажимаются попарно сверху через алюминиевые шайбы, которые изолированы от соприкосновения с контактирующими деталями. К этим шайбам через гибкие кабели подводится анодный ток.

В образовавшуюся изолированную зону поршня подается электролит (натрий пирофосфорнокислый, натрий кремниевокислый, стекло натриевожидкое, вода питьевая) отдельно под каждый поршень, который омывает активную зону реакции, где под действием импульсного напряжения идет процесс окисления, сопровождаемый выделением большого количества тепла (температура в области окисления достигает 1500–2000°C). Это

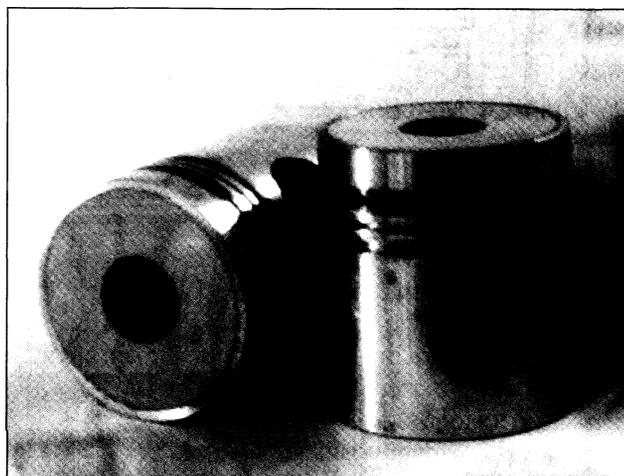


Рис. 1. Поршни с теплозащитным покрытием днища и камеры сгорания методом АМДО производства ПРУП "Минский моторный завод"

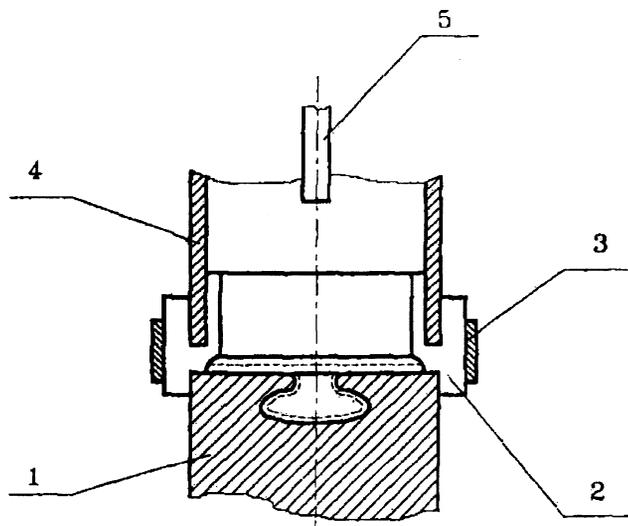


Рис. 2. Схема электрохимической ячейки (ЭХЯ) и зоны нанесения теплозащитного покрытия для обработки одного поршня: 1 – поршень; 2 – опора-изолятор; 3 – ограничительное кольцо; 4 – часть корпуса ЭХЯ; 5 – трубка подачи электролита

тепло негативно сказывается на скорости роста керамического слоя. На аноде в процессе электролиза происходит обратная реакция. С одной стороны, образуется оксидная пленка Al_2O_3 , а с другой – происходит ее растворение. Для роста покрытия необходимо, чтобы скорость роста была больше скорости растворения, что непосредственно связано с температурой электролита, которая должна составлять 25–30°C (рис. 3) [3].

При повышении входного давления электролита с увеличением скорости потока увеличивается время нахождения электролита в ванне, снабженной водяной рубашкой, где происходит интенсивное охлаждение раствора, однако, чем выше скорость потока, тем меньше электролит контактирует с поверхностью ванны и тем медленнее он охлаждается. В результате практических исследований установлено, что оптимальное входное давление подачи электролита должно составлять 250–300 кПа (рис. 4) [3].

Для увеличения производительности работы установки (полный рабочий цикл – 45–50 мин) и обеспечения стабильности получения технических параметров покрытия толщиной 50–60 мкм на ПРУП “ММЗ” внедрен комплекс АМДО на 12 ЭХЯ (рис. 5).

Отличительной его особенностью является наличие дополнительного контура охлаждения электролита, включающего в себя насос и радиатор с водяным охлаждением (рис. 6), обеспечивающего тем самым стабильность температуры электролита на входе в ячейку (25–30°C).

Кроме того, измененная конструкция фторопластового изолятора (рис. 7) обеспечивает более плотное его прилегание к днищу поршня в процессе рабочего цикла, исключая затекание электролита за контур, формирующий поверхность покрытия поршня.

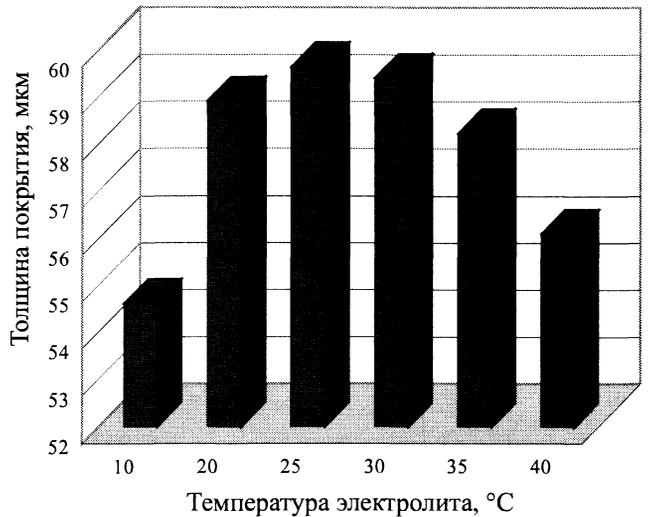


Рис. 3. Влияние температуры электролита на толщину покрытия

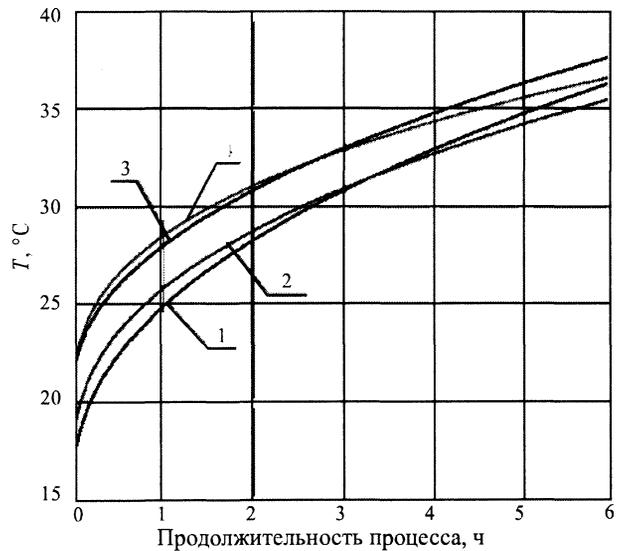


Рис. 4. Изменение температуры электролита в ходе процесса АМДО: 1 – 250 кПа; 2 – 300; 3 – 350; 4 – 400 кПа

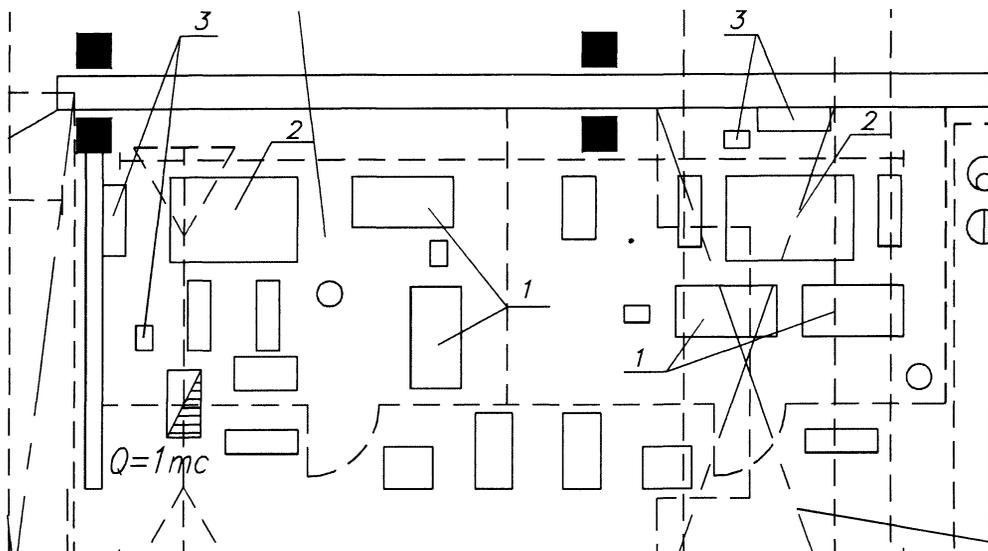


Рис. 5. Комплекс для оксидирования поршней (ПРУП “Минский моторный завод”): 1 – электрохимические 6-позиционные ячейки; 2 – ванна с электролитом; 3 – радиатор и насос дополнительного охлаждения

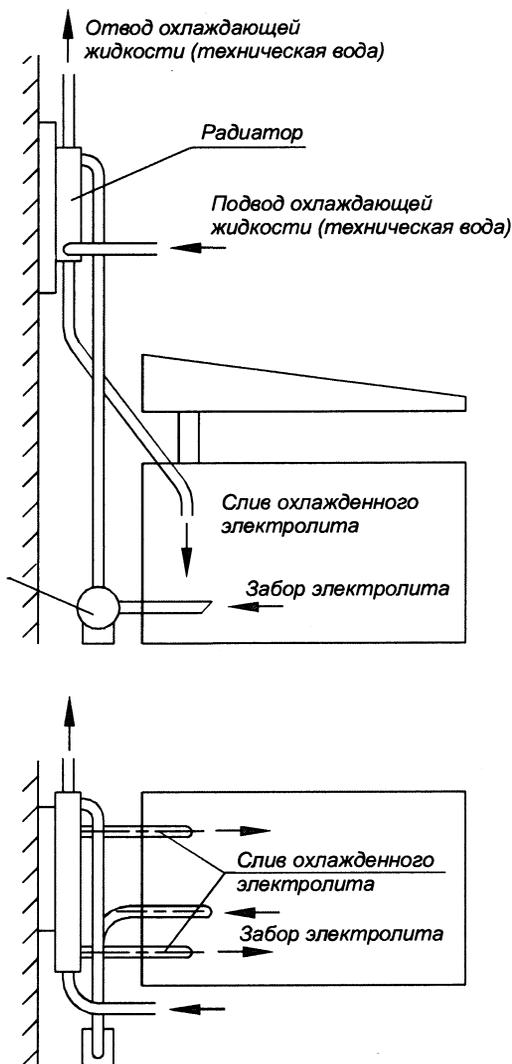


Рис. 6. Условная схема дополнительного охлаждения электролита с использованием радиатора

При испытаниях на термоциклирование поршни с теплозащитным покрытием, полученные по приведенной выше технологии, выдерживают более 3900 циклов, что соответствует параметрам образцов поршней, выпускаемых ведущими фирмами Западной Европы, а срок их службы при соблюдении всех необходимых технологических условий возрастает в 2–3 раза.

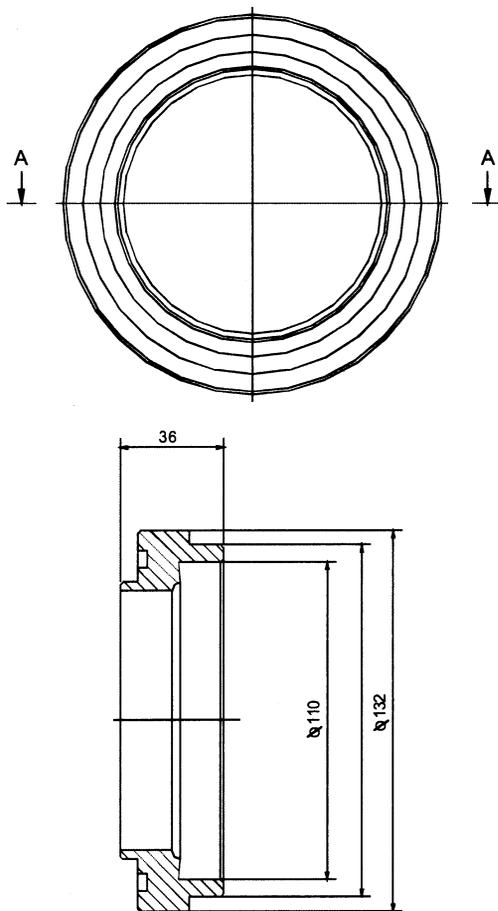


Рис. 7. Опора - изолятор

Литература

1. Марков Г.А., Белеванцев В.И., Терлеева О.П. и др. Микродуговое оксидирование // Вестн. МГТУ. Сер. Машиностроение. 1992. №1. С. 34–56.
2. Малышев В. Н., Федоров В.А., Марков Г.А. Особенности строения и свойства покрытий, наносимых методом микродугового оксидирования // Химическое и нефтяное машиностроение. 1984. №1. С. 26–27.
3. Овчинников В.В. Анализ технологии нанесения теплозащитного покрытия методом анодного микродугового оксидирования алюминиевых поршней дизельных двигателей // Сб. тр. Международной научно-технической конференции "Технология, оборудование, автоматизация, неразрушающий контроль процессов нагрева и упрочнения деталей на машиностроительных предприятиях". Мн.: РУП «МАЗ», 14–15 ноября. 2002. С. 120–124.