

5.7. Изготовление гильз цилиндров с закалкой рабочей поверхности токами высокой частоты

На протяжении многих десятилетий две технологии изготовления гильз цилиндров – “сырых” и “каленых” – конкурируют между собой. Каждая из этих технологий имеет свои плюсы и минусы. “Сырые” гильзы обеспечивают более низкий ресурс цилиндров, но более высокую стойкость поршневых колец. Закаленные гильзы обладают более высоким ресурсом по сравнению с нетермообработанными за счет более высокой твердости, но по этой же причине приводят к повышенным износам контртела, т.е. поршневых колец. Каждая из этих технологий находит своих приверженцев. Так, минская школа предпочитает использование нетермообработанных гильз, а харьковская – термообработанных.

Среди процессов термообработки наибольшее распространение получила закалка рабочей поверхности гильзы токами высокой частоты. Эта технология наиболее удачно вписывается в технологический процесс механической обработки гильзы цилиндра, требует относительно простого оборудования, быстрая по времени и сравнительно энергосберегающая. Закалка ТВЧ проводится с помощью специальных индукторов на специальных установках с вращением гильзы вокруг своей оси. Термообработке подвергается внутренняя поверхность гильзы, за исключением части поверхности на расстоянии 10...15 мм от торца с целью предотвращения растрескивания. Глубина закаленного слоя составляет обычно 1,5...2,0 мм, а твердость не ниже 43 HRC₃. Термообработку проводят перед чистовой расточкой гильзы. Для снятия внутренних напряжений проводится последующий индукционный отпуск.

Основным производителем гильз цилиндров автотракторных дизелей в бывшем СССР и в Украине является ПО “Киевтрактородеталь” и его

филиалы. На всех предприятиях отливка гильз, в том числе и для харьковского завода “Серп и молот”, ведется центробежным способом.

Анализ качества полученных гильз, в частности гильз цилиндров дизелей типа СМД-60, показал, что очень часто наблюдается брак деталей по твердости гильз. Применяемая закалка ТВЧ не обеспечивает необходимой твердости рабочей поверхности – 43 HRC₃.

Автором проведен комплекс исследований по выяснению причины получения пониженной твердости гильз и разработаны пути ликвидации производственного брака. Исследования микроструктуры заготовок гильз дизелей СМД-60 и СМД-61, полученных центробежной отливкой в изолированный кокиль, показали присутствие в структуре большого числа включений феррита при наличии и структурно-свободного цементита. Такая структура является следствием термодинамических процессов кристаллизации и охлаждения отливки в металлическом кокиле при пассивном охлаждении. (Кинетика образования цементита и феррита при центробежной отливке была описана выше). Именно наличие большого числа включений феррита и цементита в структуре чугуна не позволяет провести качественную закалку. Времени на растворение углерода в феррите при кратковременном нагреве под закалку токами высокой частоты не хватает, углерод остается связанным в цементитных включениях, и зоны, состоящие из включений феррита, остаются обедненными углеродом и не способны к закалке. В результате закалки таких чугунов твердость поверхности находится в пределах 35...37 HRC₃. Повышение температуры нагрева под закалку приводит к появлению крупноигльчатого мартенсита с большими термическими напряжениями и трещинами на торцовой поверхности.

Автором разработана и защищена технология (а.с. СССР № 810372, В22Д 27/04), позволяющая получать гильзы с высокой твердостью и оптимальной структурой. Суть технологии заключается в подготовке структуры чугуна отливок под закалку ТВЧ. Наилучшие результаты закалка ТВЧ дает при чисто

перлитной структуре металлической матрицы и отсутствии структурно-свободного цементита и феррита.

Практически подготовка структуры чугуна гильзы была выполнена в процессе получения заготовки за счет управления термодинамическими процессами кристаллизации и охлаждения отливки. Замедление кристаллизации, и тем самым устранение образования цементита, достигается применением повышенного нагрева кокиля перед заливкой и применением термоизолирующей присыпки либо титанового кокиля, а образование перлитной металлической матрицы достигается принудительным охлаждением внутренней поверхности отливки в интервале температур от 750...850 °С до 400...500 °С в течение 15...28 секунд. Дальнейшее охлаждение гильз – медленное, в коробе с готовыми отливками, где за счет тепла большого количества отливок происходит медленное охлаждение и самоотпуск заготовок. Полученная таким образом структура чугуна является оптимальной под закалку ТВЧ, твердость готовых гильз составляет 45...52 HRC₃. Брак по твердости полностью исключен. По разработанной технологии отливалась и исследовалась контрольная партия гильз цилиндров дизеля СМД-60 в количестве 1000 шт. на Конотопском заводе “Мотордеталь”.
Материал заготовки: чугун марки СЧ20, масса –16 кг, отливка осуществлялась на кольцевом литейном конвейере в изолированный кокиль. Температура заливки 1320...1340 °С. При достижении отливками температуры 760...780 °С внутренняя поверхность принудительно охлаждалась водо-воздушной смесью в течение 20 с до достижения отливкой температуры 450...470 °С. После этого гильзы извлекались из кокиля и помещались в короб. Закалка ТВЧ производилась после черновой механической обработки при нагреве до 840...870 °С, отпуск осуществлялся нагревом токами промышленной частоты в течение 50 с при температуре 250...260 °С. Чистовая обработка гильз осуществлялась после завершения термообработки.

Использование разработанного способа изготовления гильз позволяет значительно сократить время черновой обработки гильзы, уменьшить время закалки ТВЧ и значительно повысить качество изделий.

Заданная переменная износостойкость рабочей поверхности гильзы достигается за счет переменной скорости движения индуктора вдоль поверхности гильзы и закалки ее на заданную твердость в каждом сечении.

Внедрение данного способа изготовления гильз цилиндров позволит дать экономический эффект около 1 млн. грн. в год [174].