

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПУТИ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕОРИИ ПЕРЕМЕННОЙ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПРИ ОТЛИВКЕ ЧУГУННЫХ ЗАГОТОВОК В ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИИ

Л.П. Клименко, д-р техн. наук, О.Ф. Прищепов, канд. техн. наук,

В.И. Андреев, науч. сотр.

Николаевский государственный гуманитарный университет им. Петра Могилы «НГГУ», г. Николаев, Украина

Общая постановка проблемы и ее связь с научно-практическими задачами. Повышение надежности и долговечности машин и механизмов является одной из главных проблем современного машиностроения.

Изучение характера износа узлов трения машин и механизмов показывает, что практически невозможно найти поверхность трения, в пределах которой все внешние факторы нагружения имели бы стабильные параметры. Вследствие этого все поверхности трения в разных точках изнашиваются неравномерно. Это приводит к искажению макрогеометрии деталей, ухудшению мощностных, индикаторных и других параметров машин и механизмов, снижению эксплуатационных показателей и необходимости их ремонта или замены.

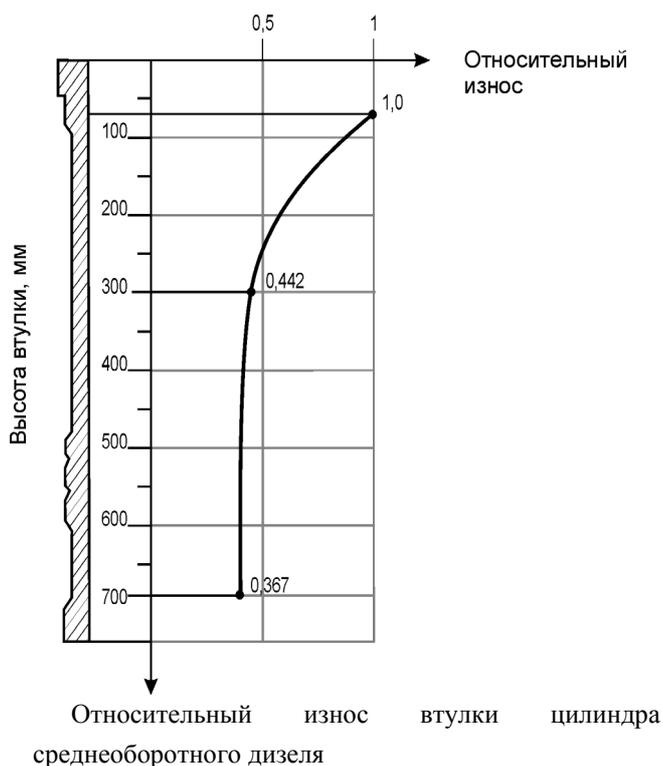
Примером могут служить такие детали двигателей внутреннего сгорания, как втулки или гильзы цилиндров, шейки коленчатых валов, поршни, кулачковые механизмы и другие. Наиболее ярко неравномерность износа можно проиллюстрировать при рассмотрении относительного износа втулки цилиндра по высоте (рисунок).

Неравномерный износ втулки приводит к тому, что рабочая поверхность в верхней зоне имеет конусообразную форму и поршневое кольцо с цилиндрической рабочей кромкой либо контактирует только гранью, либо перекашивается и разбивает поршневую канавку. Таким образом, возникновение неравномерного износа цилиндра вызывает повышение износа всех деталей цилиндропоршневой группы и резко снижает надежность работы двигателей.

Стремление к созданию поверхностей трения, которые изнашивались бы в процессе работы узла равномерно, - одна из актуальных задач современного машиностроения.

Обзор публикаций и анализ нерешенных проблем. Обеспечение необходимой дифференцированной износостойкости рабочей поверхности деталей можно осуществить путем создания заданной переменной структуры и соответственно свойств материала в каждой точке поверхности трения [6 - 10].

Так, например, для достижения максимальной долговечности и минимальных износов втулок цилиндров и поршневых колец дизелей структура чугуна должна иметь графит пластинчатой формы, прямой либо завихренной, металлическую матрицу в виде сорбитообразного перлита, полное отсутствие



структурно-свободного феррита и включения цементита не более 5 % площади шлифа. Изменение формы и качества структурных составляющих и, в частности, дисперсности перлита, будет приводить к изменению механических свойств (твердости) чугуна и соответственно к изменению его износостойкости [1, 2, 3].

Цель исследований. Целью исследования является анализ технологических путей реализации теорий переменной износостойкости при отливке чугунных заготовок в двигателестроении в зависимости от условий литья, массогабаритных и других показателей.

Результаты исследований. Достижение поставленной цели можно осуществлять с помощью достаточно большого количества известных способов. Это различные виды термических и химико-термических обработок, лазерная обработка, нанесение покрытий и т.п.

Однако экономически выгодно формировать свойства деталей на стадии получения заготовок. В связи с чем авторы рассматривают и анализируют только варианты обеспечения заданных дифференцированных свойств поверхностей трения для чугунных деталей в процессе их отливки.

К ним можно отнести управление термодинамическими процессами формирования заготовок и изменение химического состава отливок в различных ее точках.

Управление термодинамическими процессами формирования отливки в целях получения переменной износостойкости чугунных деталей рационально проводить на стадии остывания отливки в интервале температур перлитного превращения. При охлаждении отливки до температуры на $50-80^{\circ}\text{C}$ выше точки A_3 (727°C) необходимо обеспечивать искусственно принудительное охлаждение с определенной скоростью в каждой точке для осуществления промежуточного распада аустенита и образования сорбитообразного перлита с различной дисперсностью и соответственно твердостью.

В зависимости от массогабаритных показателей отливок и способов литья предлагаются два варианта принудительного охлаждения.

Первый – создание холодильников или охлаждающих систем, которые располагаются либо в форме, либо в стержне в зависимости от того, какую поверхность заготовки необходимо упрочнять. Такой способ можно применять при отливке в песчано-глинистые формы крупных или нецилиндричных деталей, например, втулки цилиндров малооборотных двигателей внутреннего сгорания диаметром 700-1000 мм и высотой до 2000 мм. Охлаждающий змеевик заформируется в стержень и изменением его шага можно управлять термодинамикой охлаждения отливки в каждой его точке. Разработанная методика расчета шага змеевика позволяет получать необходимую дифференцируемую износостойкость деталей. Однако такой способ отливки имеет ряд недостатков, главным из которых является сложность обеспечения надежной работы водоохлаждающей системы, а использование воздуха в качестве хладагента не обеспечивает желаемых результатов.

Второй, более простой и надежный, способ получения отливок с переменной износостойкостью – это принудительное и расчетное для определенных внутренних поверхностей охлаждение при центробежном литье. При достижении температуры охлаждающейся отливки зоны перлитных превращений в ее полость при вращающемся кокиле вводится трубка с кольцевыми отверстиями и на поверхность отливки подается вода или водовоздушная смесь в расчетных количествах, обеспечивающая скорость охлаждения и получения необходимой структуры металлической основы чугуна. Указанный способ литья успешно применялся при отливке втулок цилиндров дизелей ЧН 25/34 и ЧН 26/34 в литейном цехе Черноморского судостроительного завода. Проведенные стендовые и эксплуатационные испытания дизелей показали повышение износостойкости втулок цилиндров примерно на 30%.

Такая же технология была внедрена на заводе им. Лепсе объединения «Киевтрактородеталь» при центробежной отливке автотракторных гильз цилиндров.

Изменение химического состава материала детали в различных ее точках, позволяющее получать неодинаковую структуру и свойства металла, по мнению авторов, - также один из реальных способов получения поверхностей трения с переменной износостойкостью. Здесь возможны несколько вариантов.

Первый – подача металла в форму с изменяющимся химическим составом по высоте отливки. Практически это можно осуществить такими путями:

1) при заливке использовать несколько ковшей с различным химсоставом и, обеспечивая последовательную и непрерывную подачу металла в литниково-питательную систему, получить желаемые результаты;

2) в процессе заливки металла в форму в струю расплава вводить лигатуру с изменяющимся химсоставом.

Второй – локальное (поверхностное) внутриформенное легирование, которое заключается в размещении на поверхности внутренней полости формы или поверхности стержня легирующих покрытий или материалов с изменяющимся химсоставом по длине.

При рассмотрении первого варианта необходимо отметить, что использование заранее подготовленного расплава нужного химсостава предоставляет больше реальных возможностей добиться желаемых результатов, так как вводимые в струю расплава лигатуры должны быть легкоплавкими, быстроусваиваемыми и маловыгораемыми. В настоящее время известно достаточно большое количество комплексно-легируемых чугунов, применяемых в двигателестроении. К ним также можно отнести и авторские разработки подобных чугунов и лигатур для их получения [1, 2, 3, 4]. Исследования показали, что изменением химсостава

комплексно-легируемых чугунов или лигатур можно получать необходимые физико-механические свойства, в том числе и повышать износостойкость деталей.

Первый вариант, который рациональнее использовать при отливке крупных деталей, имеет и недостатки:

1) неоправданное завышенное использование дорогостоящих легирующих элементов, которые распространяются на всю массу металла и литниково-питательную системы, в то время, когда наши интересы сосредоточены только на поверхностях трения;

2) в процессе кристаллизации отливки за счет диффузионных процессов будет происходить выравнивание химсостава отливки по высоте, но это в большей степени будет наблюдаться в центральных слоях, которые затвердевают в последнюю очередь и в меньшей степени на периферии отливки.

Второй вариант устраняет недостатки первого и его можно применять для отливок с небольшими массогабаритными показателями. Для его реализации можно использовать специальные покрытия с изменяющимся химсоставом по длине, которые наносятся на элементы литейной формы и стержней и изготавливаются на основе компонентов, легко диффундирующих в тело отливки при ее кристаллизации, либо растворяются в поверхностном слое отливки. Для его реализации в полости формы можно также размещать пластины, проволоку и другие изделия, в химический состав которых входят легирующие элементы. Недостатком второго варианта является ограниченность глубины поверхностно-легируемого слоя до нескольких миллиметров, что уменьшает припуск на механическую обработку. Поэтому данный способ легирования требует точных методов отливки, например, использования комбинированного кокиля или стержня с композиционной облицовкой [5].

Перспективы дальнейших исследований. Дальнейшие исследования необходимо направить на отработку технологических параметров литья для

получения поверхностей заготовок с различным химическим составом по длине.

Выводы. Проведенный анализ технологических путей реализации теории переменной износостойкости при отливке чугуновых заготовок в двигателестроении позволяет выбрать оптимальный способ получения деталей с дифференцированной износостойкостью на рабочей поверхности в зависимости от условий литья, массогабаритных и других показателей.

Литература

1. Медведев М.А., Клименко Л.П. Исследование свойств комплексно-легированного чугуна // Пути повышения качества продукции литейного производства.– К.: ИПЛ, 1981.– С. 148-149.
2. А.с. 773115 СССР, МКИ С22С 35/00. Лигатура для чугуна / Л.П. Клименко, М.А. Медведев, В.А. Барвинок, Ю.В. Данилов, О.С. Кинжалов, В.Е. Корытный (СССР).- № 2680698/22-02; Заявлено 25.10.1978; Опубл. 1980, Бюл. № 39.
3. А.с. 1109459 СССР МКИ С22С 37/08. Чугун / Л.П. Клименко, М.А. Медведев, Ю.В. Данилов, О.С. Кинжалов, А.П. Лозенко, В.Е. Корытный, О.Ф. Прищепов (СССР).- № 3538986/22-02; Заявлено 11.01.1983; Опубл. 23.08.1984, Бюл. № 31.– 2 с.
4. А.с. 1076481 СССР, МКИ С22С 35/00. Лигатура для высокопрочного чугуна: / Л.П. Клименко, М.А. Медведев, Ю.В. Данилов, О.С. Кинжалов, В.Е. Корытный, О.Ф. Прищепов (СССР).- № 3521926/22-02; Заявлено 13.12.1982; Опубл. 28.02.1984, Бюл. № 86.
5. Клименко Л.П., Андреев В.И., Хачатуров Э.Б. Увеличение моторесурса ДВС путем совершенствования технологии кокильной отливки гильз цилиндра: Сб. науч. тр.– Николаев: УДМТУ, 1998.– С. 98-102.
6. Клименко Л.П. Повышение долговечности цилиндров ДВС на основе принципов переменной износостойкости / Под ред. В.В. Запорожца.- Николаев: Изд-во НФ НаУКМА, 2001.– 294 с.
7. Клименко Л.П., Андреев В.И. Технология центробежной отливки гильз цилиндров ДВС при серийном производстве // Триботехнология: Сб науч тр.– Николаев: НКИ, 1990.– С. 23-27.
8. Клименко Л.П., Прищепов О.Ф. Шляхи підвищення ресурсу та відновлення деталей газорозподільного механізму двигунів ВАЗ // Авіаційно-космічна техніка і технологія: Зб. наук. праць. Вип. 26. Двигуни та енергоустановки.– Харків:ХАІ, 2001.– С. 111-115.
9. Медведев М.А., Клименко Л.П. Исследование технологии отливки гильз цилиндров тракторных дизелей при регулировании охлаждения // повышение эффективности литейного производства и качества литых заготовок: Тез. докл. науч.-техн. конф.– Комсомольск-на-Амуре, 1981.– С. 147-149.
10. Медведев М.А., Клименко Л.П. Новая технология отливки втулок цилиндров ДВС с заданными свойствами // Двигателестроение.- 1981.- № 12.– С. 39-42.
11. Левандашев Л.О., Евдокимов В.Д. Определение прогнозируемой скорости абразивного изнашивания поршневых колец транспортных дизелей // Двигателестроение.- 1985.- № 8.– С. 7-10.

Поступила в редакцию 05.07.03

Рецензенты: канд. техн. наук, доцент каф. МЭ БЖД, Ю.Г. Щербак, НГГУ, г. Николаев; канд. техн. наук, ст. науч. сотр. В.В. Георгица, НИИ технологии судового машиностроения, г. Николаев.