

УДК 669.715.621.43

ОСОБЕННОСТИ ЗАТВЕРДЕВАНИЯ ВТУЛОК ЦИЛИНДРОВ В УСЛОВИЯХ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА

**Марченко М.В. к.т.н., доц.; Ровный Е.В. аспирант;
Сирый В.И. студент**

*(Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства
имени Петра Василенко)*

Выполнен анализ особенности затвердевания втулок цилиндров в условиях существующего производства из высокопрочного чугуна. Рассмотрены причины выявленных отклонений.

В свете возрастающих требований к конкурентоспособности отечественного машиностроения в развивающейся инновационной экономике проблема повышения технических и эксплуатационных характеристик выпускаемых машин и оборудования является весьма актуальной.

Учитывая, что почти половину деталей машин составляют литые заготовки и около 80% из них приходится на долю чугунных отливок, становится очевидной актуальность и необходимость решения указанной проблемы за счет разработки новых марок чугунов с более высокими физико-механическими свойствами и создания эффективных технологий изготовления отливок с высокими потребительскими характеристиками.

Одним из новых технологических процессов, направленных на повышение качества втулок, является их центробежное литье. По техническим условиям к отливке предъявляются следующие требования: отсутствие каких-либо несплошностей в её теле; обеспечение заданной структуры (высокопрочный чугун), химического состава и механических свойств. Втулка цилиндра 6Д49 для судовых двигателей имеет следующие габариты: высота – 550 мм, максимальный диаметр – 350 мм. Толщина стенки отливки варьируется от 70 до 110 мм. Масса готовой детали – 54 кг. Масса отливки без прибыли при обычной технологии – 70 кг. Все поверхности отливки подвергаются механической обработке.

Целью исследования являлась оценка качества втулок дизельных двигателей в условиях их серийного производства.

Для отливки применяется чугун, имеющий следующий состав: С – 3,4...3,6 %; Si – 1,8...2,3 %; Mn – 0,4...0,7 %; P – не более 0,08 %, S – не более 0,01 %; Ni – не более 0,5 %; Cr – не более 0,08 %, Cu – 0,4...0,6 %, Mo – 0,25...0,45 %; Mg – 0,04...0,08 %. Механические свойства металла по ТУ: σ_b – не менее 539 МПа; НВ = 229...285. Микроструктура отливки: перлитная основа с равномерно распределенными включениями графита; количество цементита в структуре не допускается.

Поскольку деталь имеет цилиндрическую форму и несложную конфигурацию, то в качестве метода получения отливки наиболее эффективным

является метод центробежного литья в металлическую форму. Наиболее распространенный способ литья пустотелых цилиндрических отливок в металлические формы – это машины с горизонтальной осью вращения изложницы. По этому способу отливка формируется в поле центробежных сил со свободной внутренней цилиндрической поверхностью, а внешней формообразующей поверхностью служит внутренняя поверхность вращающейся изложницы. Расплав из ковша заливают во вращающуюся форму через заливочный желоб. Расплав растекается по внутренней поверхности формы, образуя под действием поля центробежных сил пустотелый цилиндр.

Преимуществом центробежного литья является отсутствие литниковой системы и прибыли, что существенно повышает выход годного литья по сравнению с традиционным литьем в песчано-глинистые формы и уменьшает объем механической обработки.

Исследование особенностей кристаллизации массивных отливок цилиндрических втулок в условиях существующего производства на примере отливки втулки цилиндра 6Д49.

Исследования проводили на образцах, отобранных из 58 втулок, изготовленных в условиях производства. В состав выборки входили образцы как до термической обработки так и после. В качестве неразрушающего метода контроля использовали коэрцитивную силу, поскольку она чувствительна к изменению структуры и внутренних напряжений.

В предыдущей работе [1] проводились аналогичные исследования по влиянию факторов на качество втулок цилиндров тепловозных двигателей из высокопрочного чугуна. При проведении исследований выявлен большой разброс значений как по структурным составляющим (перлит 60-90%; сорбит 5-88%; ледебурит 3,5-15%), так и по показателям физико-механических свойств (значение твердости НВ изменяются в пределах 187...293), что фиксирует и коэрцитивная сила (3,9...13,9 А/см).

Это связано с тем, что большая высота и значительная разностенность отливок втулок цилиндров, а также разные теплофизические свойства различных частей литейной формы, обуславливают различающуюся скорость кристаллизации отдельных частей ее зон и соответственно формирование неравномерной микроструктуры чугуна по сечению стенки и высоте.

Температура жидкого металла в период кристаллизации незначительно превышает температуру металла отливки (из-за тонкостенного изделия), что приводит к неэффективному ее питанию. При этом для различных зон отливок характерным является отличающаяся продолжительность процесса кристаллизации, определяемая массой и габаритами (от 30 до 40 мин). Такие условия кристаллизации способствуют образованию в микроструктуре чугуна различных включений графита. В анализируемых зонах были выявлены различные формы графита, начиная от точечного и укороченных пластинок до крупного шаровидного и утолщенного пластинчатого, что в сочетании с неравномерным распределением фазовых составляющих способствует

значительному снижению механических свойств металла тела отливки.

Это подтверждает и работа проведенная Кульбовским И.К. [2]. В своих исследованиях он провел компьютерное моделирование процесса затвердевания отливки цилиндрической втулки судового дизеля ДБ72 массой 3,7 тонны с толщиной стенки в подприбыльной части 131 мм и показал, что к моменту окончания затвердевания отливки выявляются отдельные изолированные оставшиеся объемы жидкого чугуна (рисунок 1), кристаллизующиеся впоследствии с образованием усадочных дефектов. Этому дополнительно способствуют применяемые в этих местах холодильники, интенсивность теплоотвода между которыми неравномерная. Образование таких дефектных зон связано также с неравномерной плотностью набивки существующих форм и неравной толщиной слоя формовочной смеси относительно тела отливки.

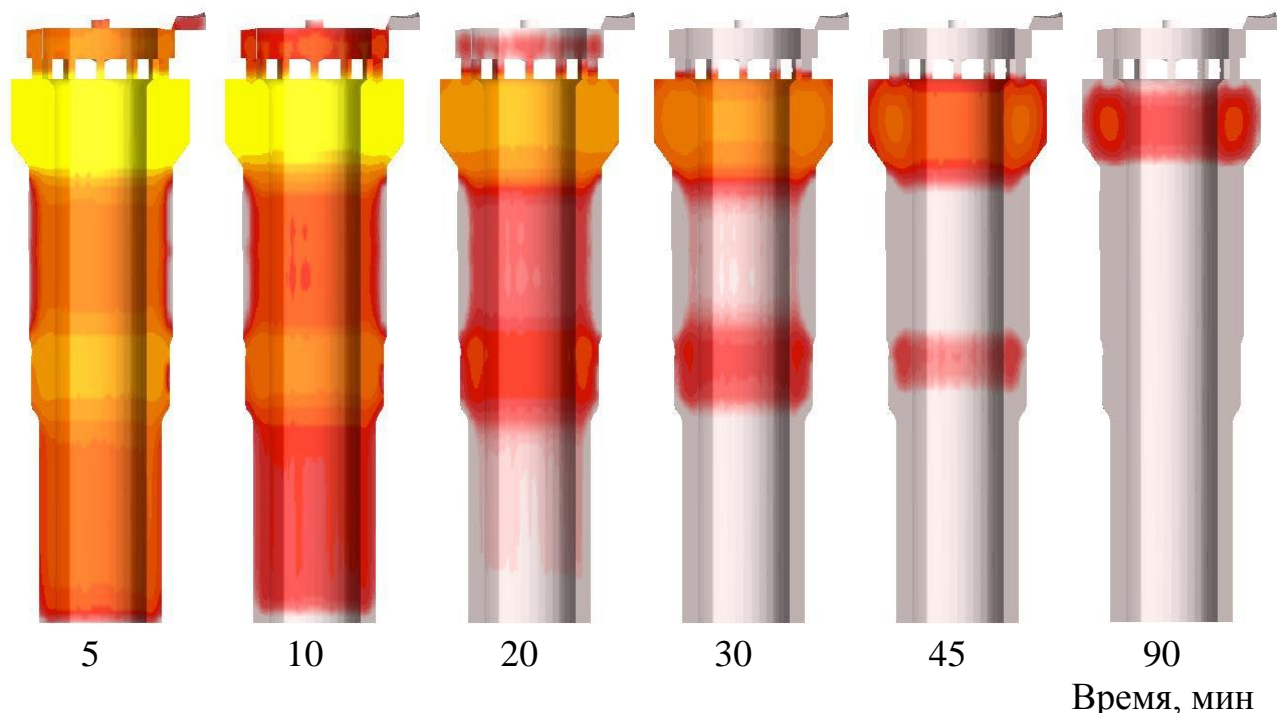


Рисунок 1 - Изменение объема жидкого металла в процессе затвердевания отливки втулки судового дизеля ДБ72 в литейной форме существующей конструкции

Для оптимизации и формирования однородной структуры и снятия внутренних напряжений, согласно действующего регламента, после отливки втулки цилиндров дизельных двигателей подвергают нормализации, а затем упрочнению рабочей поверхности – дополнительным азотированием.

Однако, как показали исследования втулок после термической обработки и азотирования, произведенные технологические операции не приносят желаемого результата (разброс значений по коэрцитивной силе как до- так и после термической обработки находится в пределах 4-9%, а в некоторых случаях после ТО даже увеличивается до 13%). Это связано с тем, что при нормализации прогрев втулки производится одинаковой температурой в печи. При этом нагрев втулки, как и остывание, из-за разной толщины стенок, происходит

неравномерно і відповідально структура в отливке формується неравномерно, що в свою чергу приводить до нестабільності фізико-механічних властивостей.

Для усунення даного дефекта цілесообразно використовувати нагрів ТВЧ індуктором з різною температурою прогрева втулки циліндрів по її висоті в залежності від товщини стінки, що буде сприяти рівномірному прогріву і охолодженню, а відповідально і формуванню однорідної структури в робочому шарі.

Ці рекомендації можуть являтися основою для подальших досліджень по підвищенню якості і експлуатаційної стійкості втулок циліндрів тепловозних двигачів.

Список літератури:

1. Скобло Т.С., Марченко М.В., Рівний Е.В. Фактори впливаючі на якість втулок циліндрів тепловозних двигачів з високопрочного чугуна. Вісник ХНТУСГ. Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві. Випуск 146. Харків. 2014. С.29-34.

2. Кульбовський І.К., Ілюшкін Д.А., Карелін С.В. Дослідження умов кристалізації масивних отливок втулок судових дизелів з допомогою комп'ютерного моделювання. // Проблеми якості машин і їх конкурентоспособності: матеріали 6-й Міжнародної науково-технічної конференції, г. Брянськ, 22-23 травня 2008 г. / під общ. ред. А.Г. Сулова. – Брянськ: БГТУ, 2008. – 580 с. – С. 17-19.

Анотація

Особливості затвердіння втулок циліндрів в умовах існуючого виробництва

Марченко М. В. , Рівний Е. В. Сірик В. І.

Виконаний аналіз особливості затвердіння втулок циліндрів в умовах існуючого виробництва з високоміцного чавуну. Розглянуто причини виявлених відхилень.

Abstract

Features solidification of sleeves of cylinders in terms of existing production

Marchenko M. Rovniy E.S. Siryk, V. I.

The analysis of the characteristics of solidification of sleeves of cylinders in terms of the existing production of spheroidal cast iron. The causes of deviations.