

УДК 621.43

О.В. Акимов, канд. техн. наук

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ И МЕТОДЫ КОМПЬЮТЕРНО-ИНТЕГРИРОВАННОГО РЕСУРСНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛИТЫХ БЛОК-КАРТЕРОВ ДВС

Совершенствование показателей современных двигателей внутреннего сгорания (ДВС), является приоритетной задачей современного двигателестроения. Эту задачу невозможно решить без оптимизации конструкции ДВС, будь-то двигатель как готовое изделие, его узлы или отдельные детали. Однако сама конструкция, какой бы совершенной она ни была, может не обеспечивать оптимальных показателей ДВС, если в основу её проектирования не заложены технологические аспекты изготовления деталей, из которых состоят узлы двигателя. Расчетные и экспериментальные методы определения конструктивной прочности, надежности и ресурса в обязательном порядке должны быть согласованы с теми закономерностями, которые определяют протекающие при изготовлении деталей физические, физико-химические, тепловые и т.п. процессы. В первую очередь это относится к вопросам получения литых деталей двигателей. Наличие компромисса между проектированием конструкции деталей и проектированием и реализацией технологического процесса их изготовления является определяющим фактором получения качественных деталей, обеспечивающих достижение заданных эксплуатационных характеристик и надежности ДВС. Как показывает практика ведущих мировых производителей ДВС, технологические аспекты должны быть обязательно учтены при разработке и применении САПР для двигателей.

Технологический анализ является обязательным элементом этапа проектирования детали, так как позволяет на этапе проектирования предусмотреть возможные ошибки технологического процесса изготовления отливок. Подобные ошибки могут привести к функциональным отказам при эксплуатации двигателей.

В качестве объекта была выбрана чугунная отливка блок-картера рядного четырехцилиндрового дизеля 4ЧН12/14.

Проблема обеспечения качества чугунной отливки блок-картера рядного четырехцилиндрового 4ЧН12/14 рассматривалась в следующих аспектах:

- анализ статического нагружения отливки блок-картера и моделирование несущей способности отливки;
- анализ собственных колебаний;
- моделирование фазового перехода и остывания отливки блок-картера;
- физико-химические свойства расплава отливки
- размерно-геометрический анализ отливок и стабилизация геометрических параметров;
- некоторые аспекты применения вычислительной техники для повышения эффективности литейного производства, в том числе создание экспертных систем на базе статистической обработки накопленных баз данных и знаний по технологическим дефектам в отливках.

Так для оценки распределения остаточных напряжений в отливке блок-картера использовалась конечноэлементная модель на основе 1290 тыс. конечных элементов тетраэдральной формы с наложением ограничений на узлы торцевых поверхностей, где закреплялись 2 степени свободы из 3-х (рис.1).

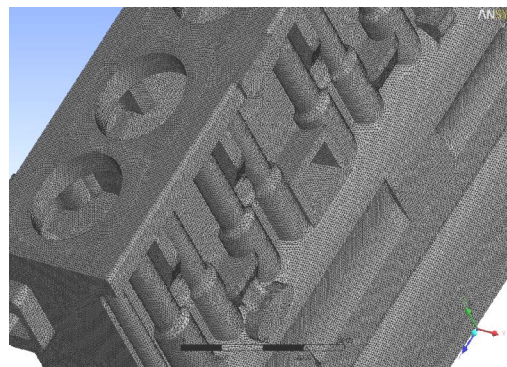


Рис. 1. Конечноэлементная модель блок-картера

На рис. 2 представлено распределение температур по базовой отливке блок-картера, возникающее после фазового перехода всех узлов модели в твердое состояние, °С и микроструктура чугуна в опасной зоне.

Из рисунка видно, что в центральной зоне блок-картера, наиболее опасному месту по НДС, графит крупнодисперсный, механические свойства невысоки.

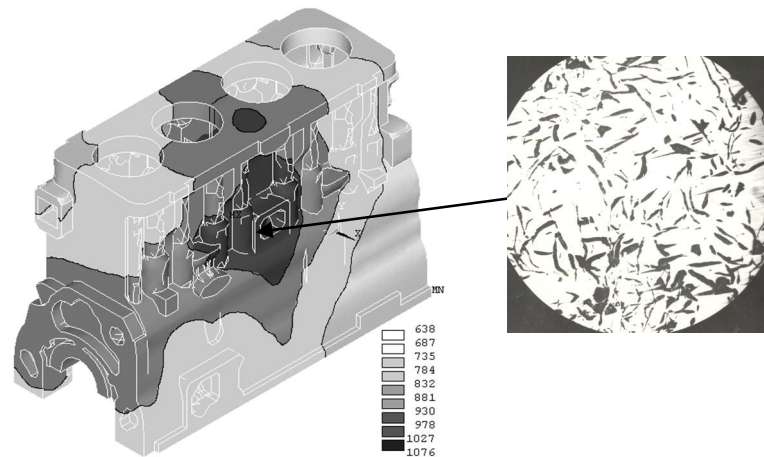


Рис. 2. Распределение температур по базовой отливке блок-картера, возникающее после фазового перехода всех узлов модели в твердое состояние и микроструктура в центральной части литой детали

В модернизированной конструкции после полного затвердевания микроструктура характеризуется меньшим размером графитовых включений, что объясняется большей скоростью кристаллизации в более

тонкой стенке отливки. Как следствие – меньшие остаточные напряжения и более высокие механические свойства (рис. 3.)

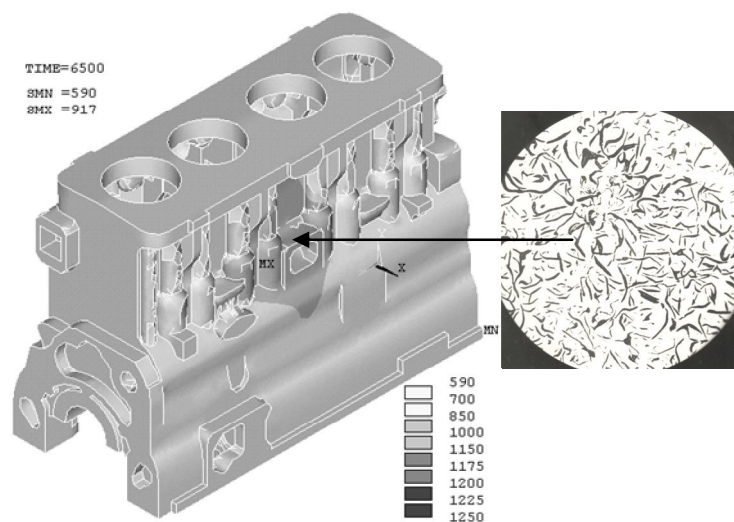


Рис. 3. Распределение температур в модернизированной отливке блок-картера, возникающее после фазового перехода всех узлов модели в твердое состояние и микроструктура в центральной части отливки

Сравнительная оценка распределения температурных полей после полной кристаллизации отливки базовой и изготовленной по модернизированной конструкции (рис.4.) позволяют сделать вывод, что изменения, внесённые в конструкцию межцилиндро-

вой перегородки и уменьшение толщины стенки литого блок-картера, приводят к снижению градиента температур после фазового перехода сплава в твердое состояние.

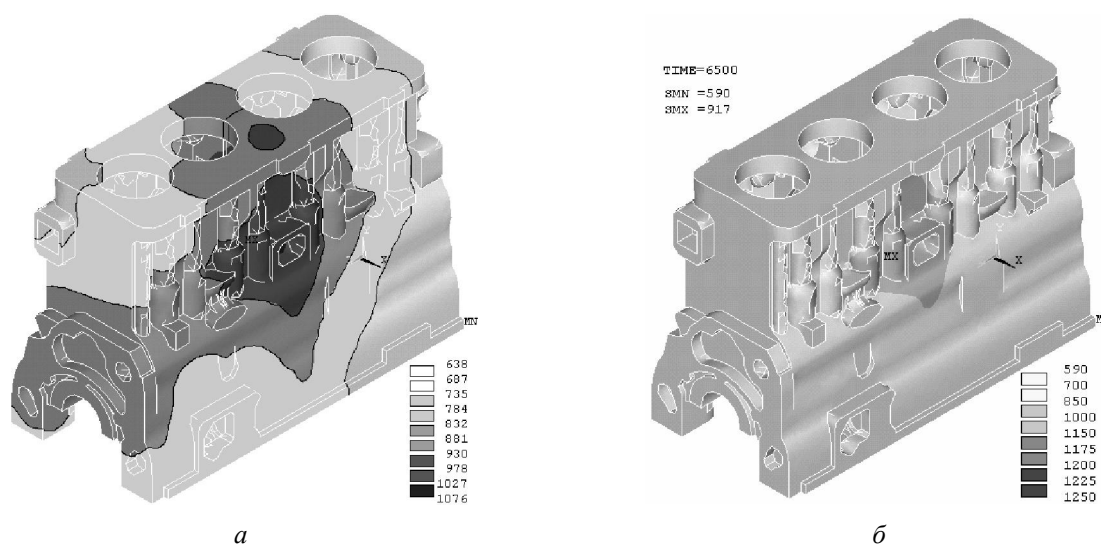


Рис.4. Распределение температур в литом блок-картере, возникающее после фазового перехода всех узлов модели в твердое состояние

а - распределение температур по базовой отливке блок-картера, возникающее после фазового перехода всех узлов модели в твердое состояние, град. С;

б - распределение температур по модернизированной отливке блок-картера, возникающее после фазового перехода всех узлов модели в твердое состояние, град. С

Сравнительная оценка блок-картера базового и изготовленного по модернизированной конструкции показывает, что в последнем случае не наблюдается зона остаточных напряжений. В базовой же конструкции зоны зона максимальной интенсивности остаточных напряжений (по результатам статических испытаний) совпадают с зоной возникновения усталостной трещины. На основе анализа полученной конечно-элементной модели утверждать, что неравномерное распределение напряжений и их величина в базовой отливке картера являются потенциальным источником снижения функциональной надежности корпуса в процессе эксплуатации двигателя (рис.5.).

Сравнение результатов динамических испытаний на конечно-элементной модели подтвердили аналогичную картину (рис.6.). Результаты приведены для третьей собственной формы колебаний.

Полученные результаты подтвердили выводы о возможности снижения металлоемкости отливки, изменении технических условий ее изготовления. По результатам исследований были разработаны рекомендации, направленные на стабилизацию характеристик металла, снижение металлоемкости, и изменение технических условиях по дефектности данного типа отливок. Разработаны рекомендации по изменению конфигурации перегородки с целью уменьшения металлоемкости отливки и рекомендации по изменению Технических Условий по литейным дефектам, проявляющимся на перегородках и стенках отливки блок-картера 4ЧН12/14. Для дефектов типа несплошностей определен максимальный размер, переопределены контролируемые места проявления.

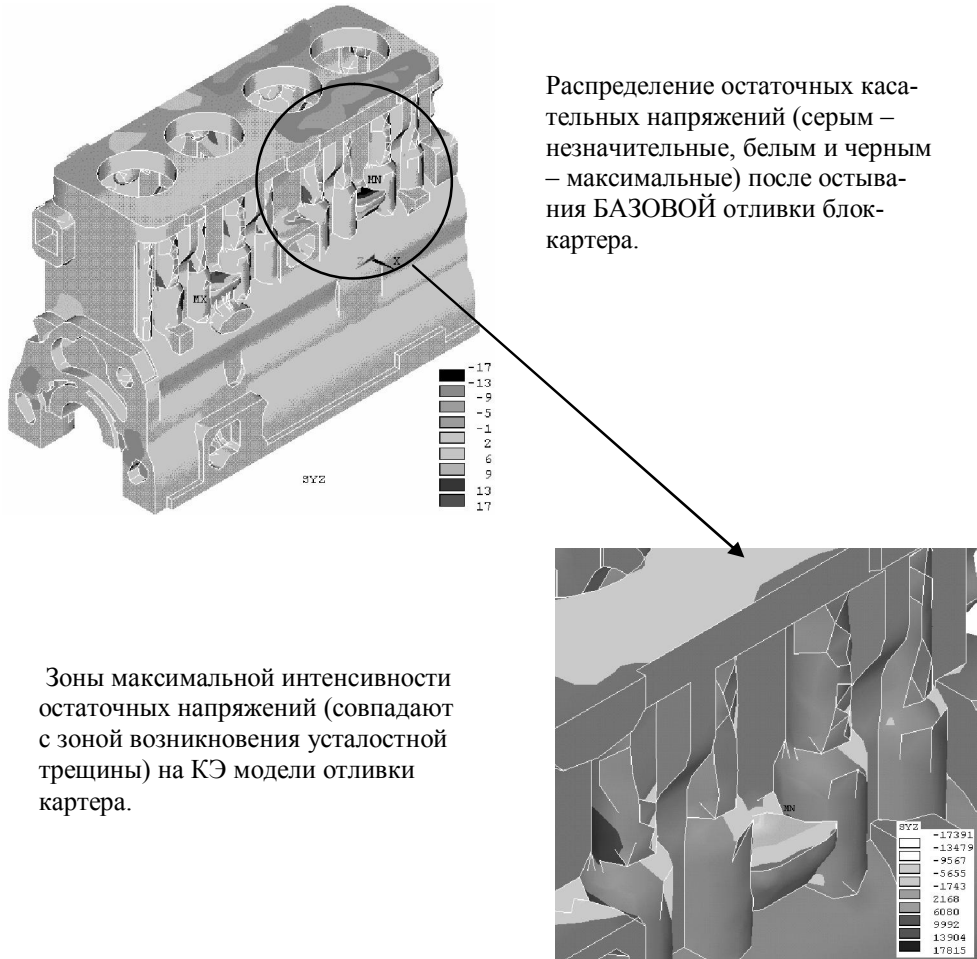


Рис. 5. Распределение остаточных касательных напряжений (после остывания БАЗОВОЙ отливки блок-картера)

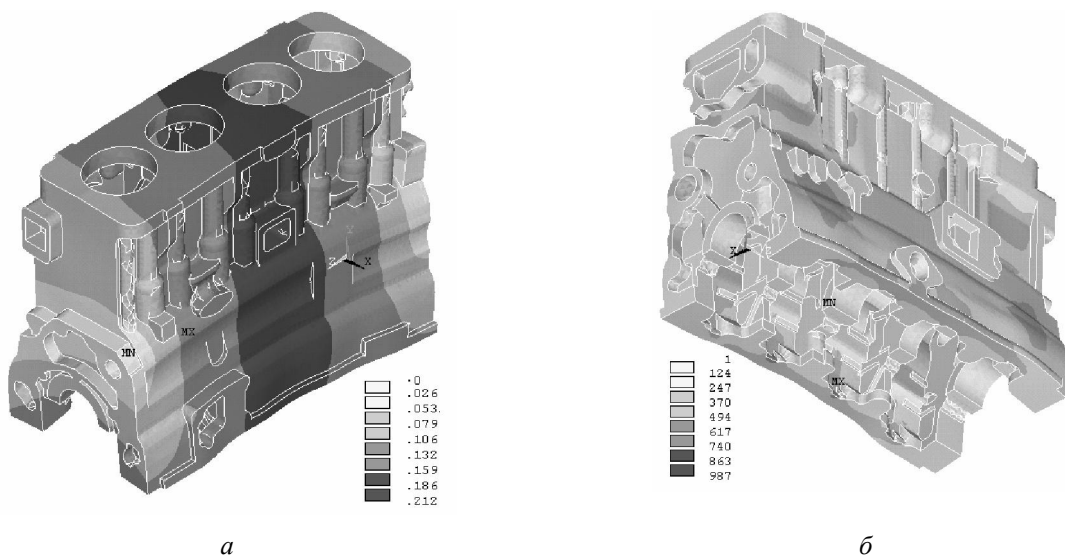


Рис. 6. Результаты динамических испытаний на КЭМ для базовой отливки блок-картера
 а - третья собственная форма колебаний БАЗОВОГО блок-картера двигателя, $p_3 = 589$ Гц.
 б - форма интенсивности динамических напряжений на третьей СФ колебаний БАЗОВОГО блок-картера, $p_3 = 589$ Гц

Список литературы:

1. Акимов О.В., Анацкий Ю.П., Солошенко В.А. Анализ собственных колебаний отливки блок-картера дизеля «СМД» // Вестник ХГПУ, Вып.66, Новые решения в совр. технологиях, Харьков, 1999 г., 159с. – с.40-47. 2. О.В.Акимов. Современные системы автоматизированного проектирования, инженерного

анализа и технологической подготовки производства // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Вып. 6(12), 2004, с. 21-36. 3. О.В.Акимов. Современный САПР в литейном производстве //Металлообработка. Оборудование. Инструмент для профессионалов № 1(73), 2006, с. 32-35

УДК 621.436: 621.793/.795

О.Д. Соколов, д-р техн. наук, О.В. Маннапова, асп., В.П. Молдаванов, д-р техн. наук, В.І. Твердохліб, інж.

**ПОРШНЕВІ КІЛЬЦЯ ДЛЯ ФОРСОВАНИХ ДИЗЕЛЬНИХ ДВЗ
З ДОДАТКОВОЮ КОРЕКЦІЄЮ ЕПЮРИ ТИСКІВ**

Вступ

Поршневі ДВЗ являються сьогодні основою мобільної енергетики всіх галузей господарства, тому питання підвищення працездатності, надійності і довговічності ДВЗ, а особливо їх головного, найбільш напруженого органу - ЦПГ, у машинознавстві постійно зостається актуальним.

У рішенні цих задач досягнуто певних успіхів. Довговічність ЦПГ ДВЗ суттєво підвищена за останні сорок років застосуванням гальванічного зносостійкого хромування робочої поверхні компресійних поршневих кілець, яке постійно вдосконалюється як по конструктивним, так по технологічним і матеріалознавчим параметрам на основі наукових досліджень [1]. Проведена робота по дослідженню режимів нанесення і зносостійкості для застосування на поршневих кільцях газотермічних покриттів різноманітного складу й інших методів зміцнення поверхні [2 - 5].

Невпинне форсування дизельних двигунів по потужності, яке почалося в останні двадцять років і невпинно продовжується [6, 7], на сьогоднішньому етапі призводить до термічної і силової руйнації серійних хромових покриттів на робочій поверхні і підвищенню рівня зношування торцевої поверхні кільця, що перешкоджає збільшенню довговічності і

надійності ЦПГ ДВЗ [8]. Протидією тому можуть бути термічно стійкі плазмово напилені пористі мастилоємні покриття на робочій поверхні кільця і фінішна зміцнювальна обробка всіх поверхонь кільця. У деяких термонапружених дизельних двигунах, застосовують напилені молібденові покриття, але, по зрівнянню з гальванічними хромовими, втрачають при цьому у зносостійкості, що викликає необхідність їх зміцнення. Як показують наші дослідження, іонне азотування молібденового покриття збільшує його зносостійкість до рівня гальванічного хрому і дозволяє одночасно зміцнювати торцеві поверхні кільця [9].

Але збільшення зносостійкості покриття призводить до підвищення довговічності поршневого кільця у ЦПГ ДВЗ тільки при його рівномірному приляганні до гільзи циліндра, що досягається наданням кільцю потрібної епюри радіальних тисків у процесі виробництва [10, 11]. На відміну від низькотемпературного процесу гальванічного хромування, вплив якого не враховується у виробництві при завданні епюри, нанесення покриттів високотемпературним плазмовим струменем впливає на форму кільця [12], що викликає необхідність урахування цього впливу і проведення досліджень для його чисельного визначення.