

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Ярославский государственный технический университет»

УДК 004.92 : 61.53.17 : 621.432
Регистрационный номер НИР
0120 135 41 85



УТВЕРЖДАЮ

Проректор ЯГТУ по научной работе
д-р хим. наук, профессор

И. В. Голиков

2014 г.

ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ПРОГРЕССИВНЫХ НАУЧНО-
ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ КОНСТРУКТОРСКОЙ,
КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА НАУКОЕМКОЙ ПРОДУКЦИИ
ЭНЕРГОМАШИНОСТРОЕНИЯ

Руководитель НИР
д-р техн. наук, проф.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "А. И. Яманин".

А. И. Яманин

Ярославль 2014

РЕФЕРАТ

Отчет 126 с., 69 рис., 9 табл., 93 источника

ДВИГАТЕЛЬ, ВИБРОАКУСТИКА, КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНАЯ МОДЕЛЬ, 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЦИФРОВОЙ ПРОТОТИП, РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ, ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Объектом исследования являются наукоемкие объекты энергомашиностроения.

Цель работы - разработка методик применения CAD/CAE/CAM/PDM-систем для междисциплинарного инженерного анализа на базе вычислительного эксперимента, создания цифровых прототипов, обеспечения требуемых свойств материалов, энергосбережения и энергоэффективности производства за счет оптимизации технологических факторов.

В процессе работы проводился анализ методов расчета виброакустических параметров энергетических установок с двигателями внутреннего сгорания и используемых при этом моделей.

В результате исследований была создана конечно-элементная модель силового агрегата с поршневым двигателем, адекватность которой подтверждена экспериментально.

Изучены различные аспекты решения задачи проектирования размерной структуры механообработки на трехмерной модели детали посредством созданного приложения GraKON 3D для Autodesk Inventor 2013:

Применение разработанного приложения позволяет использовать трехмерную модель детали в качестве основы при проведении размерного анализа технологического процесса изготовления детали.

Для повышения энергоэффективности выплавки железоуглеродистых сплавов в вагранке выявлены характеристики качества кокса, оказывающие наибольшее влияние на процесс плавки. Представлена модель их влияния на расход кокса и производительность вагранки. Рассмотрены требования к аккредитации заводской испытательной лаборатории для получения достоверных характеристик качества литейного кокса.

Используя термо- и гидро- динамические расчеты разработана модель изменения концентрации алюминия при модифицировании расплава чугуна в ковше без перемешивания. Анализ модели позволил обеспечить равномерное распределения алюминия в расплаве и повысить эффективность модифицирования чугуна.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
1 Моделирование силового агрегата	7
1.1 Основные направления исследования вибрации силового агрегата ...	7
1.2 Методы расчета вибрационного состояния силовых агрегатов	8
1.3 Твердотельные модели силовых агрегатов на упругом основании ...	11
1.4 Конечно-элементная модель силового агрегата	13
1.5 Расчет вынужденных колебаний	17
1.6 Замер вибрации коробки передач на стенде и в составе силового агрегата	20
2 Исследование и анализ геометрии трехмерной модели детали в среде Autodesk Inventor	29
2.1 Предпосылки и постановка задачи исследования	29
2.2 Концептуальная схема приложения GraKON 3D	31
2.3 Укрупненный алгоритм работы модуля и объектная модель	33
2.4 Создание функционала программы	37
2.4.1 Реализация команды «Конструкторские»	37
2.4.2 Реализация команды «Припуски»	47
2.4.3 Реализация команды «Заготовки»	54
2.4.4 Реализация команды «Технологические размеры»	61
2.4.5 Реализация команды «Границы»	69
2.4.6 Сохранение данных о размерной схеме в файле модели	75
2.5 Практическое составление размерной схемы в модуле GraKON 3D ...	76
3 Исследование факторов, обеспечивающих энергоэффективность производства и повышение качества отливок из железоуглеродистых сплавов	85
3.1 Установление характеристик качества литейного кокса	85
3.2 Исследование влияния свойств кокса на его расход при плавке чугуна	93

2 Исследование и анализ геометрии трехмерной модели детали в среде Autodesk Inventor для построения эффективной размерной схемы механообработки

2.1 Предпосылки и постановка задачи исследования

Разрабатываемый модуль (надстройка) GraKON 3D представляет собой программу, основной задачей которой является составление и вывод во внешний файл данных о сформированной размерной схеме. Расчет по такой схеме ведется в отдельной программе – KON7[6, 9].

На рисунке 2.1 представлена схема взаимодействия создаваемого приложения с входными и выходными данными.

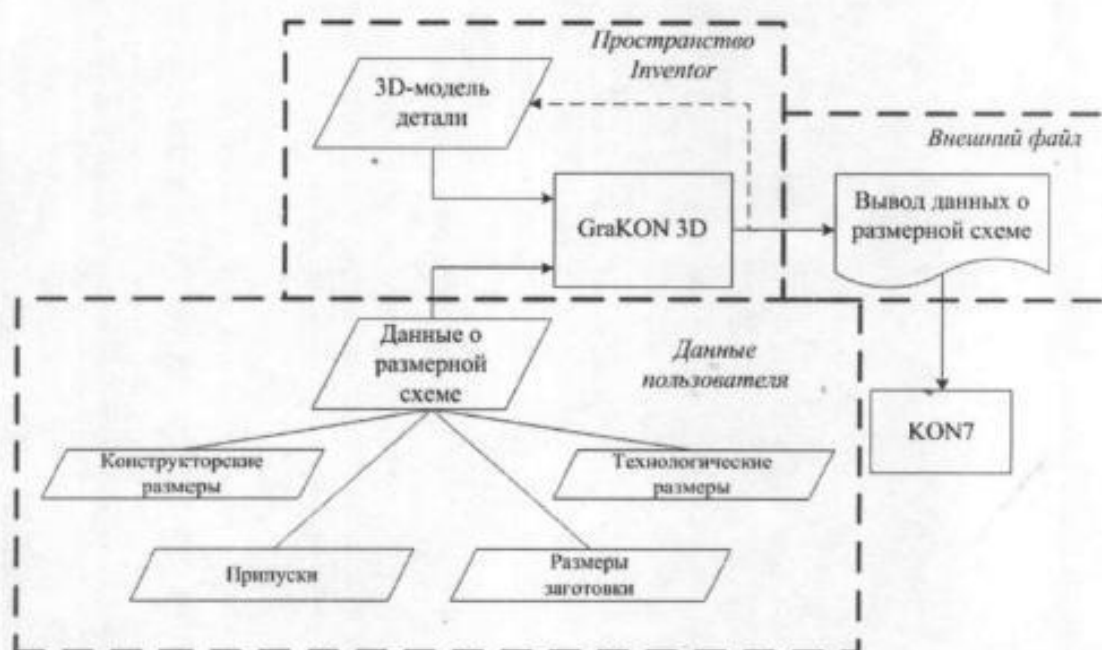


Рисунок 2.1 – Функциональная схема приложения GraKON 3D

Исходными данными для работы приложения GraKON 3D являются: 3D-модель детали и представления инженера-технолога о последовательности раз-

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Бершадский, С. А. Снижение вибрации и шума поршневых компрессоров [Текст] / С.А. Бершадский. – Л.: Судостроение, 1990. – 272 с.
- 2 ГОСТ Р 41.51-2004 (Правила ЕЭК ООН № 51). Единообразные предписания, касающиеся сертификации транспортных средств, имеющих не менее четырёх колёс, в связи с производимым ими шумом.
- 3 Сафронов, П. В. Влияние переменности инерционных характеристик силового агрегата на его колебания на подвеске [Текст] / П. В. Сафронов // Совершенствование энерго-экологических показателей автотракторных двигателей. Сборник научных трудов. – М., МАДИ, 2010. – С. 65 - 78.
- 4 Яковенко, А. Л. Разработка методики и инструментальных средств для прогнозирования структурного шума двигателя внутреннего сгорания [Текст]: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.04.02 / Андрей Львович Яковенко. – Москва, 2009. – 24 с.
- 5 Яманин, А. И. Расчет напряженно-деформированного состояния шатунов транспортных поршневых двигателей [Текст] / А. И. Яманин, М. Д. Бойков, И. А. Яманин // Турбины и дизели. – 2009. - № 3. – С. 4 - 8.
- 6 Калачев, О. Н. Свидетельство о регистрации программы «Программный комплекс KON7. Расчет технологических размерных цепей» // Роспатент. 2001 г.
- 7 Калачев, О. Н. Свидетельство о регистрации программы «GRAKON7. Автоматизированное проектирование размерной структуры механообработки» // Роспатент. 2001 г.
- 8 Калачев, О. Н. Автоматизация размерных расчетов на этапе проектирования технологического процесса механообработки [Текст] / О. Н. Калачев, С. А. Погорелов // Вестник машиностроения. – 2002. – № 6. – С. 54-58.
- 9 Калачев, О. Н. Графическое моделирование размерной структуры технологического процесса на электронном чертеже в среде AutoCAD

[Текст] / О. Н. Калачев, Н. В. Богоявленский, С. А. Погорелов // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2012. – № 5. – С.13-19.

10 Web-страница кафедры "Компьютерно-интегрированная технология машиностроения" <http://tms.ystu.ru> [Электронный ресурс] : Web-страница кафедры "Компьютерно-интегрированная технология машиностроения" Ярославского государственного технического университета / Раздел 7.2 Программа GRAKON7 / ЯГТУ. – Калачев О. Н. : ЯГТУ, 2013 г. – Режим доступа: <http://tms.ystu.ru/>.

11 Тольский, В. Е. Колебания силового агрегата автомобиля [Текст] / В. Е. Тольский, Л. В. Корчемный, Г. В. Латышев, Л. М. Минкин. – М.: Машиностроение, 1976. – 266 с.

12 Влияние переменности инерционных характеристик силового агрегата на его колебания на подвеске [Текст] / П. В. Сафронов // 4-е Луканинские чтения. Решение энергэкологических проблем в транспортном комплексе: Тезисы докладов научно-технической конференции – М., МАДИ, 2009. – С. 73 – 74.

13 Ляпунов, В. Т. Резиновые виброизоляторы: Справочник. [Текст] / В. Т. Ляпунов, Э. Э. Лавендел, С. А. Шляпочников – Л.: Судостроение, 1988. – 216 с.

14 Ляпунов, В. Т. Виброизоляция в судовых конструкциях [Текст] / В. Т. Ляпунов, А.С. Никифоров – Л.: Судостроение, 1975. – 232 с.

15 Минасян, М. А. Опыт практического использования спирального тросового виброизолятора в судовых условиях [Текст] / М. А. Минасян // Двигателестроение. – 1996. – С. 35 – 37.

16 Тузов, Л. В. Применение динамических характеристик к оценке эффективности систем амортизации дизелей [Текст] / Л. В. Тузов, М. А. Миселев // Двигателестроение. – 1979. – № 1. – С. 31 - 33.

17 Яманин, И. А. Амортизатор с управляемыми демпфирующими свойствами [Текст] / И. А. Яманин, А. И. Яманин, Е. К. Чабуткин // Грузовик. – 2011. – №5. – С. 2 – 5.