**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ**

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧЕРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО**

**ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» (ДГТУ)**

**Кафедра: «Эксплуатация транспортных систем и логистика»**

**Методические указания по выполнению контрольной работы по дисциплине «Автомобильные материалы, их старение и износ»** для подготовки бакалавров по направлению

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов,

ОПОП: Эксплуатация автотранспортных средств

**ДГТУ, 2023**

Составитель:

канд. техн. наук, доц. С. Г. Курень

Автомобильные материалы, их старение: Метод. указания к контрольной работе. Предназначены для студентов заочной формы обучения. – Ростов н/Д: Изд. центр ДГТУ, 2023.- 17 с.

Методические указания к контрольной работе по дисциплине «Автомобильные материалы, их старение и износ» предназначены для студентов заочной формы обучения направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

Печатается по решению методической комиссии факультета

«Транспорт, сервис и эксплуатация»

Научный редактор

д-р. техн. наук, профессор А.А. Короткий

Рецензент канд. техн. наук, доцент С.Г. Соловьев

© Издательский центр ДГТУ, 2023

**1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

**1.1. Цель преподавания дисциплины**

Основной целью изучения дисциплины является формирование у студентов знаний теоретического и прикладного материаловедения для назначения оптимальных материалов и видов упрочняющей обработки, обеспечивающих надежность и долговечность работы различных узлов и деталей автомобилей.

**1.2. Задачи изучения** – изучение превращений происходящих в условиях термической обработки, технологии термической и химико-термической обработки;

– изучение основных сталей, применяемых в автомобилестроении;

– изучение основных чугунов, применяемых в автомобилестроении;

– приобретение навыков в выборе материала и назначении режимов термической обработки для различных деталей автомобилей с целью обеспечения требуемого комплекса свойств;

– приобретение умения навыков работы со справочной литературой.

**1.3. Дисциплины, необходимые для изучения данного курса**

Перечень дисциплин, усвоение которых студентами необходимо для изучения данного предмета:

– физика;

– химия;

– теоретическая механика;

– сопротивление материалов;

– детали машин;

– материаловедение.

**2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**– Требования, предъявляемые к конструкционным материалам в автомобилестроении**

Условия эксплуатации автомобилей и требования, предъявляемые к металлам и сплавам. Химический состав, механические и технологические характеристики металлов и сплавов.

**– Термическая обработка стали и сплава в автомобилестроении**

Типовые режимы предварительной и упрочняющей термообработки сплавов. Методы поверхностного упрочнения. Основные методы химико-термической обработки и поверхностной закалки. Типовые режимы термообработки цветных сплавов на основе алюминия, магния и меди.

**– Конструкционные стали, применяемые в автомобилестроении**

Стали общего и специального назначения. Углеродистые, легиро-ванные и низколегированные стали. Рессорно-пружинные, высоколе-гированные жаростойкие и жаропрочные стали. Автоматные и под-шипниковые стали. Типовые процессы упрочняющей термической и химико-термической обработки конструкционных сталей в зависимости от условий эксплуатации узлов и деталей автомобилей.

**– Конструкционные чугуны, применяемые в автомобилестроении**

Чугуны с пластинчатым, шаровидным, хлопьевидным графитом. Специальные чугуны.

**– Цветные металлы и сплавы, применяемые в автомобилестроении**

Цветные алюминиевые, цинковые и магниевые сплавы. Цветные сплавы на медной основе. Припои и антифрикционные сплавы. Химический состав наиболее распространенных в автомобилестроении сплавов. Основные типовые режимы упрочняющей обработки цветных сплавов.

**– Материалы, альтернативные металлическим сплавам, изго-товленные по нетрадиционной технологии**

Пластические массы, металлам и сплавам. Химический состав, механические и технологические характеристики металлов и сплавов.

**– Термическая обработка стали и сплава в автомобилестроении**

Типовые режимы предварительной и упрочняющей термообработки сплавов. Методы поверхностного упрочнения. Основные методы химико-термической обработки и поверхностной закалки. Типовые режимы термообработки цветных сплавов на основе алюминия, магния и меди.

**– Конструкционные стали, применяемые в автомобилестроении**

Стали общего и специального назначения. Углеродистые, легиро-ванные и низколегированные стали. Рессорно-пружинные, высоколе-гированные жаростойкие и жаропрочные стали. Автоматные и под-шипниковые стали. Типовые процессы упрочняющей термической и химико-термической обработки конструкционных сталей в зависимости от условий эксплуатации узлов и деталей автомобилей.

**– Конструкционные чугуны, применяемые в автомобилестроении**

Чугуны с пластинчатым, шаровидным, хлопьевидным графитом. Специальные чугуны.

**– Цветные металлы и сплавы, применяемые в автомобилестроении**

Цветные алюминиевые, цинковые и магниевые сплавы. Цветные сплавы на медной основе. Припои и антифрикционные сплавы. Химический состав наиболее распространенных в автомобилестроении сплавов. Основные типовые режимы упрочняющей обработки цветных сплавов.

**– Материалы, альтернативные металлическим сплавам,**

**изготовленные по нетрадиционной технологии**

Пластические массы, керамика и металлокерамика, порошковые и композиционные материалы. Основные группы материалов, эксплуатационные свойства и способы получения.

**– Основные детали автомобилей, материалы для их изготовления**

Материалы и типовые режимы термообработки для основных деталей: двигателей, коробки передач, карданной передачи, главной передачи и полуосей, рулевого механизма, и деталей передней и задней подвески.

Металлы и материалы, применяемые при восстановлении

автомобильных деталей сваркой, наплавкой и напылением.

**3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

Контрольная работа ставит своей целью закрепление знаний в области основных конструкционных материалов и их термической обработки, применяемых в автомобилестроительной промышленности. задачей контрольной работы является анализ используемых материалов для конкретной детали автомобилей разных моделей, умение назначить вид упрочняющей термической обработки и ее режимов в зависимости от условий эксплуатации.

**1.4. Задания для выполнения контрольной работы представлены в приложении № 1, таблицы №1,№2,№3, вариант выбирается по последней цифре зачетной книжки (по одному заданию из каждой таблицы).**

В соответствии с индивидуальным заданием, приведенным в табл. 1, 2, 3 прил. 1, используя справочную литературу, выполнить для конкретной детали автомобиля следующую работу:

* Составить таблицу химического состава используемых материалов.
* Определить вид материала по назначению и способы его упрочнения.
* Исходя из требований к детали, назначить режим предварительной и упрочняющей термической обработки.
* Зарисовать типовой режим упрочняющей термообработки в виде графика в координатах "Т, °С – *τ*, мин". Пояснить его структурными превращениями.
* Указать основные свойства материалов (σв, σт, δ, KCV, HB (HRC)) до и после упрочняющей термообработки. Данные представить по форме в виде таблицы (табл. 1 прил. 2).
* Дать характеристику технологических свойств материалов, представить их по форме в виде таблицы (табл. 2 прил. 2).
* Провести анализ влияния химического состава и упрочняющей термообработкой на основные свойства детали автомобиля.

**4. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Лахтин, Ю. М. Материаловедение: учебник для втузов / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. – Москва: Альянс, 2009. – 528 с.

2. Короткова, Л. П. Конструкционные материалы [Электронный ресурс] : учеб. пособие для вузов / ГОУ ВПО "Кузбас. гос. техн. ун-т". – Кемерово, 2005. – 156 с. URL: http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90168&type=utchposob:common

3. Колесник, П. А. Материаловедение на автомобильном транспорте : учебник для студентов учреждений высш. проф. образования / П. А. Колескник, В. С. Кланица. – 5-е изд., испр. – Москва: Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с. – (Сер. Бакалавриат).

4. Колесник, П. А. Материаловедение на автомобильном транспорте : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Менеджмент организации" / П. А. Колескник, В. С. Кланица. – Москва: Академия, 2005. – 320 с.

5. Мотовилин Г. В. Автомобильные материалы: справочник / Г. В. Мотовилин, [и др.]. – Москва: Транспорт, 1989. – 463 с.

6. Марочник сталей и сплавов : / под общ. ред. В. Г. Сорокина. – Москва: Машиностроение, 1989. – 640 с.

7. Материаловедение: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки и специальностям в области техники и технологии / Б. Н. Арзамасов [и др.]; под ред. Б. Н. Арзамасова, Г. Г. Мухина. – Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. – 648 с.

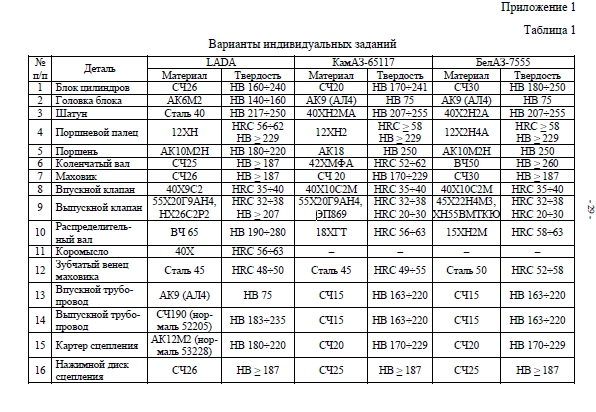
8. Масино, М. А. Автомобильные материалы: справочник инженера-механика / М. А. Масино, В. Н. Алексеев, Г. В. Мотовилин. – Москва: Транспорт, 1979. – 288 с.

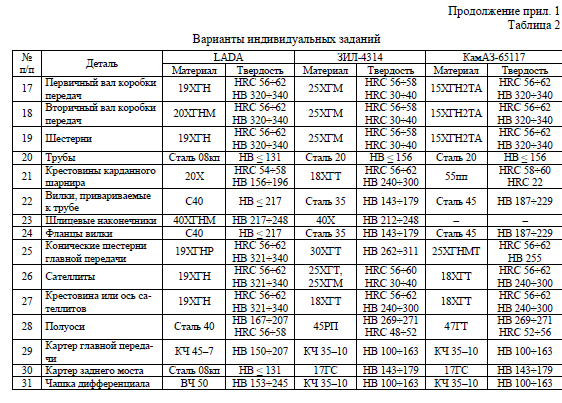
9. Материаловедение. Технология конструкционных материалов [Электронный ресурс] : [учеб. пособие] / Д. В. Видин [и др.]; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева». – Кемеро-во, 2011. – 163 с.

http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90704&type=utchposob:common.

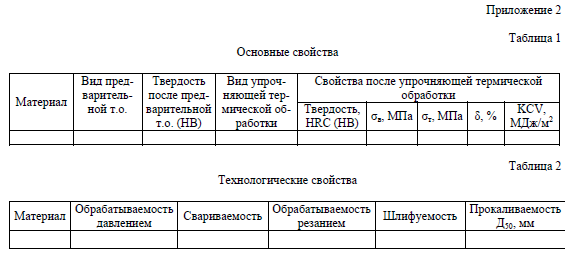
10. Материаловедение. Применение и выбор материалов. [Электронный ресурс] : [учеб. пособие] / Солнцев Ю.П. [и др.] – Санкт-Петербург: Химиздат 2007 –200с. www.bibliociub.ru/102722 Materi-alovedenie\_Primenenie\_i\_vybor\_materialov\_ Uchebnoe\_posobie.html

11. ГОСТ 380-88, ГОСТ 1050-88, ГОСТ 1435-90, ГОСТ 4543-71, ГОСТ 801-78, ГОСТ 5632-72, ГОСТ 5950-73, ГОСТ 19255-73, ГОСТ 19281-89, ГОСТ 1412-85, ГОСТ 7293-85, ГОСТ 1215-79, ГОСТ 4784-74, ГОСТ 2685-75, ГОСТ 15527-70, ГОСТ 17711

****

****

****

****

Приложение 3

**ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

*Разработать режим упрочняющей термической обработки* распределительного вала ДВС различных марок автомобилей, изготовленного из следующих материалов: сталь 18ХГТ (ВАЗ-2101 – 2107), 40ХН3ФА (ЗИЛ-130), ВЧ 60 (КамАЗ-740).

*Распределительный вал* передаёт движение от коленчатого вала через кулачки клапанам, открывая и закрывая их. Готовый вал должен иметь оптимальную структуру, обеспечивающую хорошее сопротивление износу, высокие механические свойства на сжатие, изгиб и срез, достаточно высокую твердость и хорошую вязкость, высокую теплопроводность, хорошую сопротивляемость усталостному разрушению, удовлетворительную коррозионную стойкость.

Рабочие поверхности кулачков, опорных шеек, эксцентриков и зубчатых колёс стальных распределительных валов подвергают термической либо химико-термической обработке с последующим шлифованием для повышения надёжности и износостойкости.

Валы из углеродистых улучшаемых сталей подвергают поверхностной закалке, при этом твердость кулачков и эксцентрика бензинового насоса должны быть не менее HRC 54, зубьев колес – не менее HRC 40 на глубине 2÷5 мм, на носике кулачка допускается глубина до 10 мм. Валы из цементируемых сталей по поверхностям, оговоренным в чертежах, должны подвергаться цементации на глубину 1÷2 мм и последующей закалке с низким отпуском. У чугунных валов для повышения износостойкости кулачки и опорные шейки подвергают одному из трех видов упрочняющей обработки: отбеливанию с поверхности, закалке ТВЧ или азотированию.

****

Сталь 18ХГТ – цементируемая сталь перлитного класса.

Распределительный вал подвергается цементации с последующей закалкой и низким отпуском. Термическая обработка направлена на получение высокой твердости на поверхности и повышенной вязкости в сердцевине.

Продолжение прил. 3

В качестве предварительной термической обработки проводится нормализация (930–960 °С, воздух).

Упрочняющая обработка включает следующие операции:

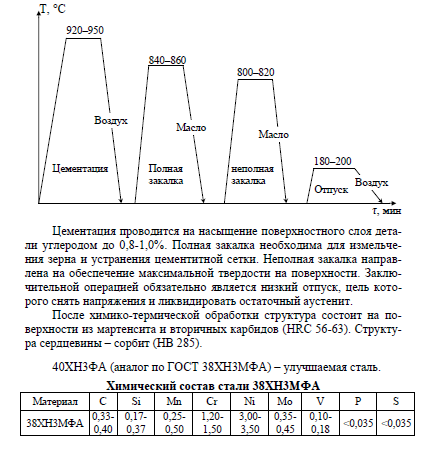
Цементация 920–950 °С, воздух;

Полная закалка 840–860 °С, масло;

Неполная закалка 800–820 °С, масло;

Отпуск 180–200 °С, воздух.

Цементация



****

улучшение обеспечивает высокую конструкционную прочность сердцевины, а закалка ТВЧ – высокую твердость и износостойкость поверхности.

После термической обработки мы имеем структуру среднелегированного сорбита в сердцевине (HRC 39) и мелко игольчатого мартенсита на поверхности (HRC 54-58).

ВЧ 60 – серый высокопрочный чугун, структура состоит из шаровидного графита с перлитной основой.

В качестве предварительной термической обработки проводится отжиг для снятия внутренних напряжений и исключения возможности коробления детали (деформационное старение).

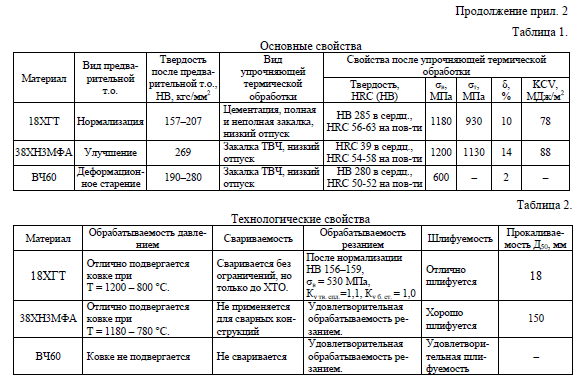
Продолжение прил. 3

Распределительный вал, изготавливаемый из высокопрочного чугуна, подвергается закалке ТВЧ для получения высокой твердости на поверхности и сохранения относительной вязкости сердцевины. После закалки проводим низкий отпуск для снятия внутренних напряжений.

Закалка ТВЧ, масло;

Низкий отпуск 180–200 °С, воздух.

****

****

**Пример №2**

**ОСНОВНЫЕ УЗЛЫ И ДЕТАЛИ**

*Разработать режим упрочняющей термической обработки*

маховика различных марок автомобилей, изготовленного из следующих материалов: сталь СЧ26 (ВАЗ-2109),СЧ20 (КАМАЗ-65117),СЧ30 (БелАЗ-7555).

Маховик располагается в торце коленвала, возле заднего коренного подшипника. При этом коренной подшипник считается одним из самых мощных в моторе, так как в его функции входит удерживание маховика на месте и принятие на себя всех его нагрузок в процессе работы.

Химический состав в % материала   СЧ26

|  |  |
| --- | --- |
| Марка | СЧ26 |
| Классификация | Чугун серый |
| Применение | для изготовления отливок |

Химический состав в % материала СЧ26

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| C | Si | Mn | S | P |
| 3.5 — 3.7 | 2 — 2.4 | 0.5 — 0.8 | до   0.15 | до   0.2 |

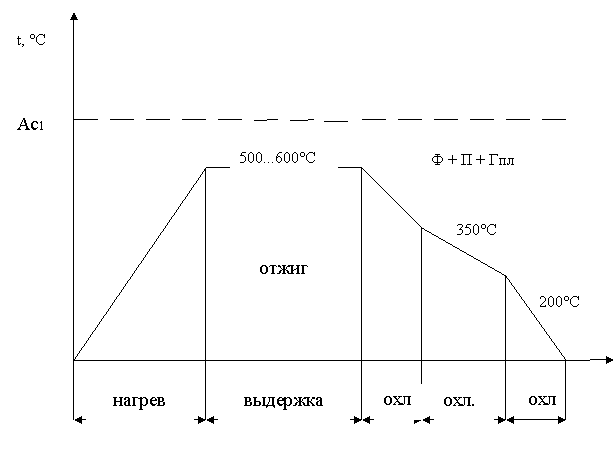
Механические свойства при Т=20oС материала СЧ26 .

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сортамент | Размер | Напр. | sв | sT | d5 | y | KCU | Термообр. |
| — | мм | — | МПа | МПа | % | % | кДж / м2 | — |
|  |  |  | 150 |  |  |  |  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Твердость материала   СЧ26   , | HB 10-1 = 130 — 241   МПа |

Физические свойства материала СЧ26 .

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| T | E 10— 5 | a 106 | l | r | C | R 109 |
| Град | МПа | 1/Град | Вт/(м·град) | кг/м3 | Дж/(кг·град) | Ом·м |
| 20 | 0.9 |  | 59 | 7000 |  |  |
| 100 |  | 9 |  |  | 460 |  |



|  |  |
| --- | --- |
| Марка | СЧ20 |
| Классификация | Чугун серый |
| Применение | для изготовления отливок |

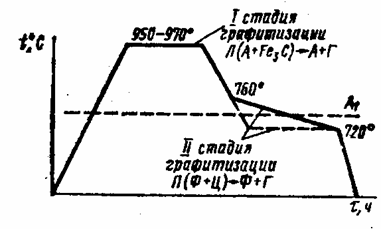
Химический состав в % материала СЧ20

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| C | Si | Mn | S | P |
| 3.3 - 3.5 | 1.4 - 2.4 | 0.7 - 1 | до   0.15 | до   0.2 |

Механические свойства при Т=20oС материала СЧ20 .

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сортамент | Размер | Напр. | sв | sT | d5 | y | KCU | Термообр. |
| - | мм | - | МПа | МПа | % | % | кДж / м2 | - |
|  |  |  | 200 |  |  |  |  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Твердость материала   СЧ20   , | HB 10-1 = 143 - 255   МПа |



Характеристика материала СЧ30.

|  |  |
| --- | --- |
| Марка : | СЧ30 |
| Классификация : | Чугун серый |
| |  | | --- | | Продукция, предлагаемая предприятиями-рекламодателями:   Нет данных. | | |
| Применение: | для изготовления отливок |

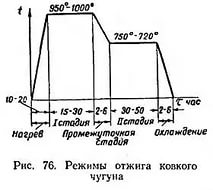
Химический состав в % материала СЧ30

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| C | Si | Mn | S | P |
| 3 - 3.2 | 1.3 - 1.9 | 0.7 - 1 | до   0.12 | до   0.2 |

Механические свойства при Т=20oС материала СЧ30 .

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сортамент | Размер | Напр. | sв | sT | d5 | y | KCU | Термообр. |
| - | мм | - | МПа | МПа | % | % | кДж / м2 | - |
|  |  |  | 300 |  |  |  |  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Твердость материала   СЧ30   , | HB 10-1 = 163 - 270   МПа |



**9. Общие требования к оформлению контрольной работы**

Текст работы – либо рукописный в тетради (12 листов), либо мащинописный на листах формата А 4. В контрольной работе должны быть представлены решения задачи с условиями, с пояснениями методики расчетов, краткими выводами, а также ответы на два вопроса. Текст следует писать разборчиво, без сокращений слов (за исключением общепринятых сокращений). Оформление контрольной работы должно отвечать требованиям ЕСКД.

**10. Порядок защиты и ответственность студентов за выполнение контрольной работы**

Контрольная работа представляется на проверку преподавателю не позже, чем за две недели до сессии. Защита контрольной работы осуществляется после проверки правильности выполнения. Если работа содержит грубые ошибки, то перед защитой их следует исправить. После успешной защиты контрольной работы студент допускается к экзамену.