

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра металлорежущих станков и инструментов

**МАТЕРИАЛЫ И ТИПОВЫЕ РЕЖИМЫ
ТЕРМООБРАБОТКИ ДЛЯ ОСНОВНЫХ ДЕТАЛЕЙ
РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ И ПОДВЕСКИ**

Методические указания к лабораторной работе по дисциплине
«**Материалы в автомобилестроении**» для студентов
направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-
технологических машин и комплексов, образовательная
программа «Автомобили и автомобильное хозяйство»,
всех форм обучения

**Составители Д. В. Видин
К. П. Петренко**

Утверждены на заседании кафедры
Протокол № 4 от 20.10.2016

Рекомендованы к печати
учебно-методической комиссией
направления 23.03.03

Протокол № 3 от 07.11.2016

Электронная копия находится
в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2017

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель – изучение материалов, применяемых для изготовления основных деталей и механизмов рулевого управления и подвески, их упрочняющей термической обработки.

2. МАТЕРИАЛЫ И ТИПОВЫЕ РЕЖИМЫ ТЕРМООБРАБОТКИ ДЛЯ ОСНОВНЫХ ДЕТАЛЕЙ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ

Рулевое управление обеспечивает необходимое направление движения автомобиля путем отдельного или согласованного поворота его управляемых колес. Совокупность механизмов, служащих для поворота управляемых колес, называется рулевым управлением. Рулевое управление включает рулевой механизм, который осуществляет передачу усилия от рулевого механизма к управляемым колесам, а у некоторых автомобилей – рулевой усилитель, облегчающий поворот управляемых колес. Схема рулевого управления и конструкция шарнира рулевых тяг показаны на рис. 1 и 2 соответственно.

Основные детали рулевого механизма это: вал рулевой сошки 1, червяк 2, зубчатый сектор 3, вал рулевой сошки 4, рулевая сошка 5, вал рулевого механизма 6, продольная рулевая тяга 7 и поперечная рулевая тяга 8 (рис. 1), шаровые пальцы 1, сухари (вкладыши) 2 (рис. 2). Материалы для изготовления этих деталей и рекомендации по методам термической обработки представлены в табл. 1.

К техническому состоянию рулевого управления предъявляются повышенные требования в связи с его большим влиянием на безопасность движения и технико-экономические показатели работы автомобилей. На любой стадии эксплуатации рулевое управление должно обеспечивать легкое и быстрое изменение направления их движения при различных скоростях и нагрузках, надежное удержание управляемых колес в прямолинейном или другом необходимом положении и минимальный износ шин.

При взаимодействии управляемых колес автомобиля с дорогой возникают разнообразные знакопеременные нагрузки, которые воспринимаются деталями привода рулевого управления.

К основным неисправностям рулевого управления относятся повышенный износ деталей привода, увеличенный свободный ход рулевого колеса и заедание деталей рулевого управления. Срок службы деталей рулевого механизма значительно превышает ресурс деталей привода рулевого управления. К быстроизнашивающимся деталям последнего, лимитирующим надежность всего автомобиля, относятся шаровое сочленение продольной и поперечной рулевых тяг (рис. 2), шарниры гидроусилителя, шкворневое соединение поворотного кулака (рис. 1).

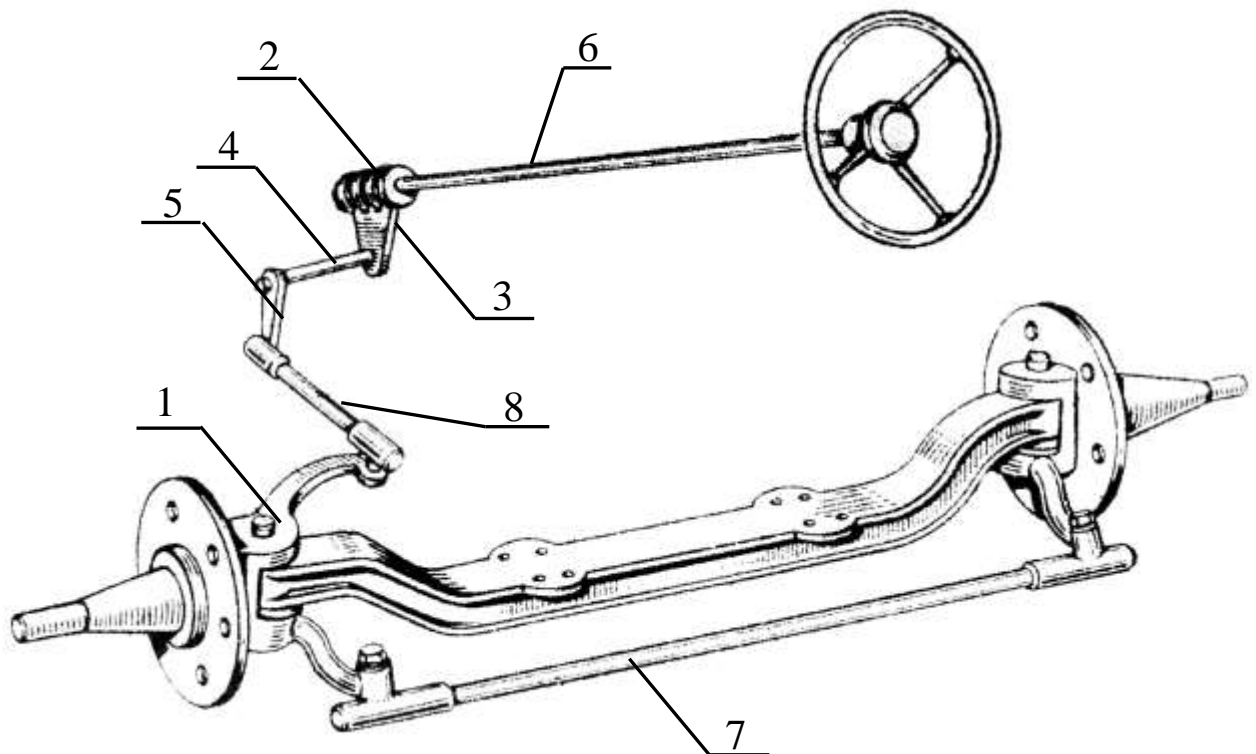


Рис. 1. Схема рулевого управления

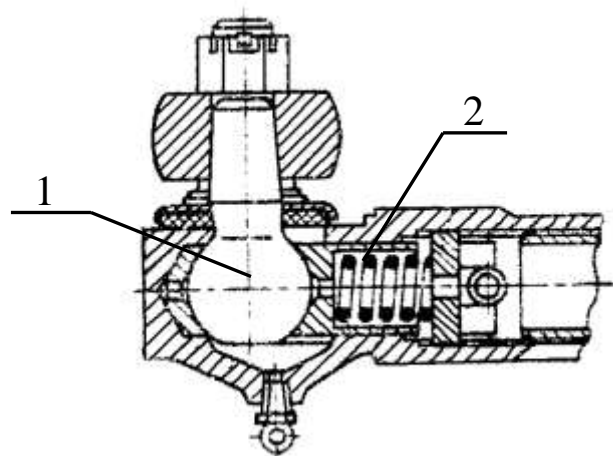


Рис. 2. Конструкция шарнира рулевых тяг

Таблица 1

Материалы некоторых основных деталей трансмиссии и рекомендации по методам их упрочнения

Основные детали	Материалы	Метод упрочнения поверхности
Корпус амортизатора	Сталь 45	Закалка ТВЧ
Шток амортизатора	Сталь 45	Закалка ТВЧ
Опора шаровая (палец)	Сталь 40 X	Закалка ТВЧ
Тяга поперечной устойчивости	Сталь 35	Нормализация
Рычаг подвески	Сталь 45	Улучшение
Седло клапана амортизатора	Сталь 40X	Закалка, с.о.
Шаровые пальцы	40ХН, 45	Закалка ТВЧ, н.о.
	12ХГТ3А, 12Х2Н4А	Цементация, закалка, н.о.
Сухари, вкладыши	18ХГТ, 20Х, 20	Цементация, закалка, н.о.
Шкворень	18ХГТ	Цементация, закалка, н.о.
	50Г, 40Х, 45	Закалка ТВЧ, н.о.
Втулки шкворневого сочленения	ЛО90–1, ЛО60–1, БрАМЦ10–3–1,5, БрОЦ5–5–5, БрОЦС3,5–7–5, БрАЖМц10–3–1,5	Отжиг
Зубчатая передача: червяк, шестерни, зубчатая рейка, зубчатый сектор	18ХГТ, 25ХГТ, 35Х, 20ХН3А, 20ХН2М, АС30ХГМ, АС30ХН	Цианирование, закалка, н.о.

Вал рулевой сошки	18ХГТ, 20ХН3А, 20Х2Н4А, 30Х, 30ХН, 40Х, 40ХГНМ	Цианирование или цементация, закалка, н.о.
Рулевая сошка	30Х, 35Х, 38ХГМ, 40Х	Закалка, н.о.
Вал рулевого механизма	35, 40, 45	Нормализация, закалка ТВЧ, н.о.
	25ХГТ, АС14, АС35Г2	Цементация, закалка, н.о.
Картер рулевого механизма	КЧ 35–10, КЧ 37–12	Отжиг
	АЛ9В, АК9	Стабилизирующее старение
Крышка картера	КЧ 35–10, КЧ 37–12	Отжиг
	АЛ4, АЛ9В	Стабилизирующее старение
	08кп, 40Л, 45Л	Нормализация

Из-за недостаточной герметичности узла или повреждения уплотнителя в процессе эксплуатации в шаровые сочленения попадают абразивные частицы. В зависимости от их формы, размера, материала и количества осуществляется пластическое деформирование поверхностных слоев металла, его окисление и последующий износ образующихся пленок (механохимическое разрушение). Может также происходить внедрение абразивных частиц и разрушение объемов металла со снятием стружки (механическое разрушение). Такой износ протекает более интенсивно и является недопустимым процессом. Источником абразивного повреждения поверхности также могут быть частицы разрушающегося материала, его окислы, частицы выкрошившихся вторичных структур и т.д.

В зависимости от изменения контактных давлений и скоростей скольжения, шероховатости поверхности и наличия смазки, присутствия разных по величине и твердости абразивных частиц в шаровых сочленениях рулевого управления автомобиля могут возникать различные виды трения и износа. Наиболее часто разрушение трущихся поверхностей происходит вследствие абразивного износа, усталостного выкрашивания и износа схватыванием.

Таким образом, к деталям рулевого управления, учитывая условия эксплуатации, предъявляют повышенные требования по износостойкости поверхности, поэтому основными материалами являются цементуемые и улучшаемые стали, подвергаемые закалке ТВЧ, а литые детали (корпусные детали) изготавливают из литейных сплавов – чугунов или алюминиевых сплавов (табл. 1).

Для изготовления шаровых пальцев используются стали 12ХГТЗА, 12Х2Н4А либо стали 40ХН, 45, поверхность которых цементуют либо подвергают закалке ТВЧ для соответствующих сталей. Сухари или вкладыши изготавливаются из цементуемых сталей 18ХГТ, 20Х, 20.

Недостаточным сроком службы обладают шкворневые сочленения передней оси: шкворень – втулки поворотного кулака. Относительное возвратно-вращательное движение при скольжении в ограниченных по углу поворота пределах (в условиях граничного трения) и попадании в сочленение абразивных частиц приводит к преждевременному износу трущихся поверхностей шкворня и втулок. Часто на изношенных поверхностях шкворней наблюдаются задиры, наплывы, вызванные схватыванием стального шкворня с бронзовыми втулками. Повышенный износ чаще всего наблюдается в парах, работающих в условиях недостаточной смазки. Поэтому для изготовления шкворней чаще всего применяется поверхностно-упрочняемая цементуемая сталь 18ХГТ или углеродистые стали 50Г, 40Х, 45. Втулки изготавливаются из антифрикционных материалов – оловянистых латуней ЛО90–1, ЛО60–1, бронз БрОЦ5–5–5, БрОЦС3,5–7–5, алюминиево-железисто-марганцевистых бронз БрАМЦ10–3–1,5, БрАЖМц10–3–1,5.

При движении автомобиля зубчатая передача рулевого механизма воспринимает высокие контактные напряжения, сопровождаемые ударными нагрузками, передаваемыми от управляемых колес. В условиях знакопеременных нагрузок с недостатком смазочного материала в зоне граничного трения происходит износ зубчатой пары – червяка и зубчатого сектора или шестерни и зубчатой рейки.

Для изготовления червяка и зубчатого сектора рулевых механизмов используют стали марок 18ХГТ, 25ХГТ, 35Х, 20ХНЗА, 20ХН2М, АС30ХГМ, АС30ХН, подвергающиеся жидкостному

или газовому цианированию с последующими закалкой и низкотемпературным отпуском (табл. 1).

Вал рулевой сошки 4 (рис. 1) передает усилие от зубчатого сектора на сошку 5. При этом при работе на кручение вал воспринимает и ударные нагрузки, передаваемые от управляемых колес, в то время как сошка воспринимает только изгибающие нагрузки.

Для изготовления вала рулевой сошки применяют стали повышенной прочности и вязкости марок 18ХГТ, 20ХНЗА, 20Х2Н4А, 40ХГНМ и др., подвергая их газовому цианированию или цементации с последующей закалкой и низким отпуском. Рулевую сошку изготавливают из среднеуглеродистых сталей марок 30Х, 35Х, 38ХГМ, 40Х и подвергают полной закалке и низкотемпературному отпуску с целью обеспечения повышенной статической прочности.

3. МАТЕРИАЛЫ И ТИПОВЫЕ РЕЖИМЫ ТЕРМООБРАБОТКИ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ ПОДВЕСКИ

Подвеска (рис. 3) соединяет раму или кузов с колесами автомобиля и состоит из упругих элементов, направляющих устройств и амортизаторов. Рессорная подвеска является основной для грузовых автомобилей. Она содержит минимальное число структурных элементов – рессору с узлами крепления и амортизатор (не всегда). Рессора состоит из стальных листов, имеющих одинаковую ширину и различную длину выгнутой формы, собранных вместе. С помощью коренного листа, имеющего наибольшую длину, концы рессор крепятся к раме или кузову автомобиля. Рессорные листы просты в изготовлении и удобны в ремонте, однако металлоемки и имеют ограниченный срок службы. Рессорные листы 2 эксплуатируются в паре с кронштейнами 1 или накладками (вкладышами) рессор в условиях отсутствия смазки и обильного абразива в зоне контакта между совершающими возвратно-поступательное скольжение трущимися поверхностями.

Основной причиной отказа подвески следует считать выход из строя пары: коренной лист 2 – вкладыши (накладки) кронштейна рессоры. Листы рессоры приходят в негодность из-за

разрушения в месте их крепления к накладке и абразивного износа скользящих концов коренных листов, работающих под опорами кронштейна.

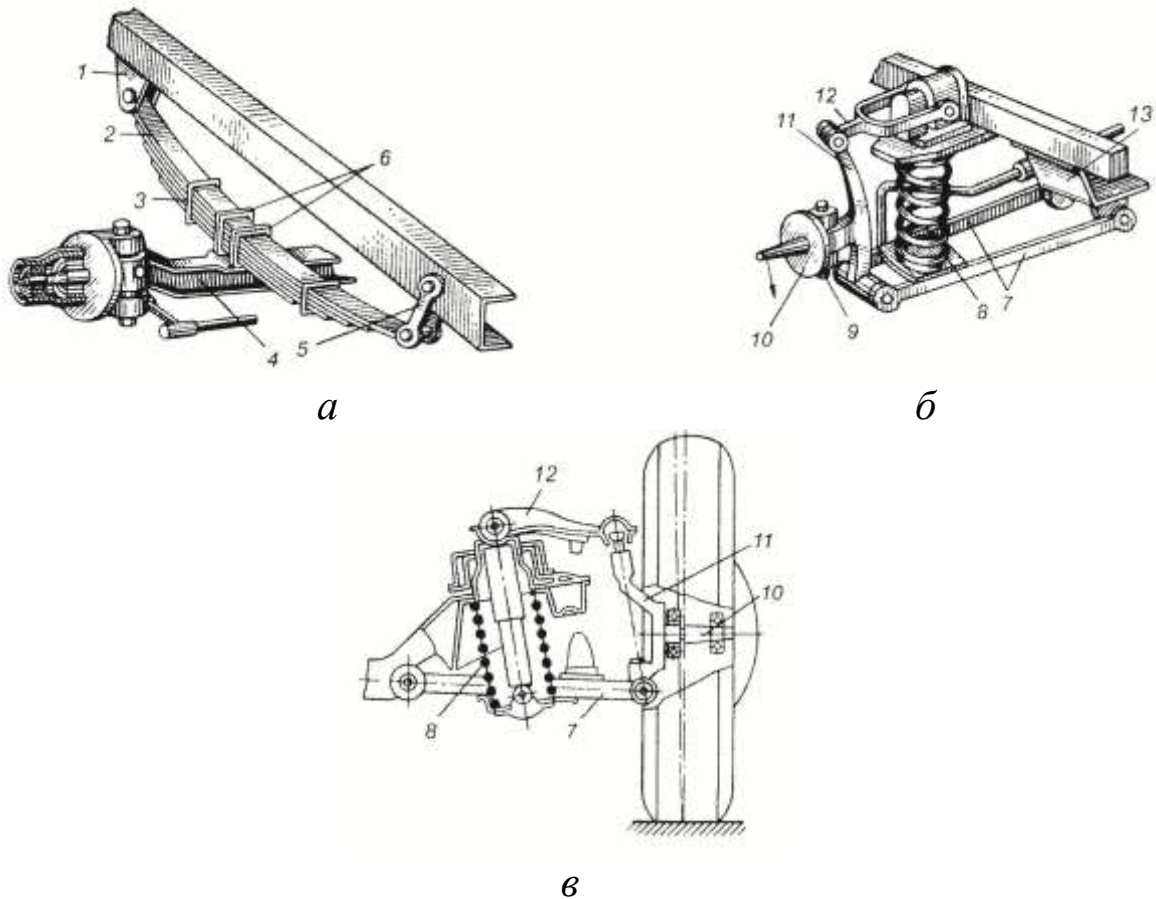


Рис. 3. Подвески автомобилей: *а* – зависимая; *б* – независимая шкворневая; *в* – независимая бесшкворневая; 1 – кронштейн; 2 – рессора; 3 – хомут; 4 – балка переднего моста; 5 – серьга; 6 – стремянка; 7 и 12 – рычаги; 8 – пружина; 9 – шкворень; 10 – поворотный кулак; 11 – поворотная стойка; 13 – поперечина подрамника

Спиральные пружины применяются главным образом для легковых автомобилей. Энергоемкость и долговечность пружин больше, чем у листовых рессор, а масса меньше, однако при использовании пружин возникает необходимость в направляющем устройстве подвески

Пружины подвески и коренной лист рессоры изготавливают из сталей марок 50ХГА, 55С2А, 60С2А, 60С2Г, 60С2ГФ, 60С2ХГ, подвергая закалке и последующему среднему отпуску на твер-

дость НВ 360 – 450. Вкладыши изготавливают из этих же сталей, но обрабатывают на меньшую твердость за счет улучшения.

Основное разрушение пружин происходит из-за усталостного износа. Для его избежания необходимо правильно подбирать размеры пружин и их количество под испытываемые нагрузки, а также структура по всему сечению должна быть однородной.

Для обеспечения длительного срока эксплуатации кронштейны рессоры изготавливают из сталей марок 45, 50, 55, подвергая их закалке с высоким отпуском (улучшению) на твердость НВ 240 – 300.

Шарнирные сочленения подвески: палец – втулка ушка рессоры эксплуатируются в иных условиях. Здесь предусмотрена смазка трущихся поверхностей солидолом. Однако обильное присутствие абразива, знакопеременный случайный характер нагрузки, возвратно-вращательное движение втулки при вращении ее в ограниченных по углу поворота пределах приводят к преждевременному износу трущихся поверхностей. Износостойкость таких сопряжений зависит от твердости деталей и их соотношения. Износ пальца (втулки) при определенном фиксированном значении его (ее) твердости уменьшается с увеличением твердости втулки (пальца), а минимальный износ пальца и втулки обеспечивается при максимальной твердости их рабочих поверхностей. Причем более твердая деталь всегда подвержена более интенсивному износу, потому что частицы абразива, внедряясь в относительно мягкую деталь, закрепляются на ней и интенсивно изнашивают более твердую поверхность. При некоторых определенных соотношениях твердости поверхностей можно достичь одинаковой интенсивности износа каждой детали трущейся пары. Высокая износостойкость деталей и соединений в целом достигается не только при высоких абсолютных значениях твердости на двух сопряженных поверхностях деталей пары, но и при высокой твердости одной из поверхностей при относительно низкой твердости другой.

Для обеспечения длительной непрерывной эксплуатации ОСТ 37.001.076–76, 37.001.077–76, 37.001.078–76 «Элементы листовых рессор автомобильного подвижного состава» предусматривает необходимость термической обработки пальцев до твердости не менее HRC 52, а втулок – до твердости не менее HRC

56. При изготовлении пальцев и втулок из цементуемых сталей марок 19ХГС, 18ХГТ, 20ХГТ их подвергают закалке ТВЧ после цементации, а при изготовлении из среднеуглеродистых сталей марок 40Л, 45 – закалке ТВЧ с последующим низким отпуском.

Широкое распространение в трехосных автомобилях получила рессорная балансирующая подвеска задних ведущих мостов (рис. 4). Они соединяются с кронштейнами рамы реактивными штангами 1 и 5, воспринимающими нагрузку от мостов, передающими на нее тяговые и тормозные усилия и обеспечивающими движение мостов относительно рамы. Каждый ведущий мост прикрепляется к кронштейнам 4 рамы тремя штангами. В зависимости от режима движения автомобиля и ровности дороги в реактивных штангах возникают значительные изгибающие напряжения.

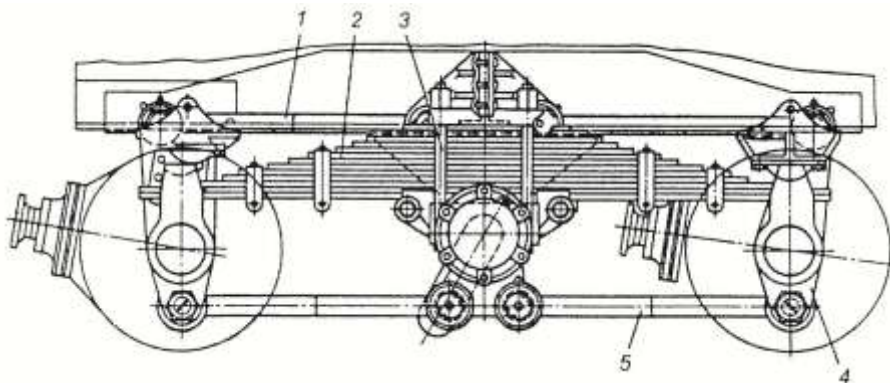


Рис. 4. Балансирующая подвеска промежуточного и заднего мостов:
1 и 5 – реактивные штанги; 2 – рессора; 3 – стремянка;
4 – кронштейн

Для обеспечения длительного срока эксплуатации реактивные штанги изготавливают из сталей марок 45, 50, 55 в виде полых труб и подвергают их закалке с высоким отпуском (улучшению) на твердость НВ 240 – 300.

4. ЗАДАНИЯ НА РАЗРАБОТКУ РЕЖИМА УПРОЧНЯЮЩЕЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ОСНОВНЫХ ДЕТАЛЕЙ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ И ПОДВЕСКИ

В соответствии с индивидуальным заданием, приведенным в прил. 1, используя справочную литературу, выполнить для конкретной детали рулевого управления или подвески следующую работу:

- Составить таблицу химического состава используемых материалов.
- Определить вид материала и способы его упрочнения.
- Исходя из требований к детали назначить режим упрочняющей термической обработки.
- Зарисовать типовой режим упрочняющей термообработки в виде графика в координатах " $T, ^\circ\text{C} - \tau, \text{мин}$ ". Пояснить его структурными превращениями.
- Указать основные свойства материалов ($\sigma_{\text{в}}$, $\sigma_{\text{т}}$, δ , КСV, НВ (HRC)) до и после упрочняющей термообработки. Данные представить в виде таблицы (прил. 2, табл. 1).
- Дать характеристику технологических свойств материалов, представить их в виде таблицы (прил. 2, табл. 2).
- Провести анализ химического состава с упрочняющей термообработкой на основные свойства детали рулевого управления или подвески.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Для названной детали рулевого управления или подвески сформулировать:

- Условия эксплуатации.
- Требования, предъявляемые к ней.
- Варианты достижения указанных свойств за счет:
 - а) выбора материала;
 - б) упрочняющей термообработки.

6. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Материаловедение: учеб. для вузов / Б. Н. Арзамасов [и др.]; под общ. ред. Б. Н. Арзамасова, Г. Г. Мухина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во МГТУ, 2001. – 648 с.
2. Материаловедение и технология материалов / Г. П. Фетисов [и др.]. – М. : Высш. шк., 2002. – 638 с.
3. Мотовилин, Г. В. Автомобильные материалы: справочник / Г. В. Мотовилин, М. А. Масино, О. М. Суворов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1989. – 464 с.
4. Масино, М. А. Автомобильные материалы: справ. инженера-механика / М. А. Масино, В. Н. Алексеев, Г. В. Мотовилин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1979. – 288 с.
5. Марочник сталей и сплавов / под ред. А. С. Зубченко. – М. : Машиностроение, 2001. – 672 с.
6. Металлы и сплавы: справочник / под ред. Ю. П. Солнцева. – СПб.: АНО НПО «Профессионал»; АНО НПО «Мир и Семья», 2003. – 1066 с.
7. Машиностроительные стали: справочник / В. Н. Журавлев, О. И. Николаева. – М. : Машиностроение, 1992. – 391 с.
8. Конструкционные материалы: справочник / Б. Н. Арзамасов [и др.]; под ред. Б. Н. Арзамасова. – М. : Машиностроение, 1990. – 688 с.
9. Лукин, П. П. Конструирование и расчет автомобиля: учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности «Автомобили и тракторы» / П. П. Лукин, Г. А. Гаспарянц, В. Ф. Радионов. – М. : Машиностроение, 1984. – 376 с.
10. Михайловский, Е. В. Устройство автомобиля: учеб. для учащихся автотранспортных техникумов / Е. В. Михайловский, К. Б. Серебряков, Е. Я. Тур. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1985. – 352 с.
11. Автомобиль: Основы конструкции: учеб. для вузов по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» / Н. Н. Вишняков [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1986. – 304 с.

Варианты индивидуальных заданий

№ п/п	Деталь	LADA		КамАЗ–65117		БелАЗ–7555	
		Материал	Твёрдость	Материал	Твёрдость	Материал	Твёрдость
1	Шаровые пальцы	Сталь 45 40X	HRC 56 – 62	–	–	40X	HB 241 – 285 HRC 50
2	Сухари, вкладыши	Сталь 20	HRC 58 – 60	18ХГТ	HRC 60 – 62	–	–
3	Шкворень	–	–	18ХГТ	HRC 60 – 62	40X	HB 241 – 285 HRC 46
4	Втулки шкворневого со- членения	–	–	БрОЦ 5–5–5	–	Лента метал- лопластмас- совая «С»	–
5	Червяк (винт), шестерни	АС30ХГМ АС30ХН	HRC 56 – 58	12ХН3А 25ХГТ	HRC 58 – 64	–	–
6	Зубчатая рейка, зубча- тый сектор	25ХГТ	HRC 58 – 62	20ХН2М	HRC 60 – 62	–	–
7	Вал рулевой сошки	30ХН 40ХГНМ	HRC 56 – 58	Сталь 45 25ХГТ	HRC 58 – 62	–	–
8	Рулевая тяга	38ХГМ	HRC 56 – 58	40X	HRC 56 – 58	40X	HRC 47 – 56
9	Вал рулевого механизма	АС35Г2	HRC 56 – 60	20Х2Н4А	HRC 60 – 62	20X	HRC 56 – 62
10	Картер рулевого меха- низма	АК9	HB 137	КЧ 35–10 КЧ 37–12	HB 140 – 152	45	Штамповка
11	Крышка картера	08кп	HB 140	АЛ4	HB 140	45	Штамповка
12	Пружины	60С2ГФ	HB 360 – 450	–	–	–	–
13	Рессорные листы	–	–	60С2ХГ	HB 363 – 415	–	–
14	Кронштейны рессоры	–	–	Сталь 50	HB 240 – 300	–	–
15	Шарнирные сочленения: палец, втулка	–	–	20ХГТ	HRC 52 – 56	20ХН3А	HRC 32 HRC 58 – 64
16	Реактивные штанги	Сталь 45	HB 156 – 197	Сталь 55	HB 212 – 248		

Основные свойства

Материал	Твердость после предварительной т.о. (НВ)	Свойства после упрочняющей термической обработки				
		Твердость, НРС (НВ)	σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , %	КСУ, МДж/м ²

Таблица 2

Технологические свойства

Материал	Обработываемость давлением	Свариваемость	Обработываемость резанием	Шлифуемость	Прокаливаемость d ₅₀ , мм

Составители
Денис Владимирович Видин
Константин Петрович Петренко

**МАТЕРИАЛЫ И ТИПОВЫЕ РЕЖИМЫ
ТЕРМООБРАБОТКИ ДЛЯ ОСНОВНЫХ ДЕТАЛЕЙ
РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ И ПОДВЕСКИ**

Методические указания к лабораторной работе по дисциплине
«Материалы в автомобилестроении» для студентов
направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-
технологических машин и комплексов, образовательная
программа «Автомобили и автомобильное хозяйство»,
всех форм обучения

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 03.04.2017. Формат 60×84/16.

Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе.

Уч.-изд. л. 0,7. Тираж 20 экз. Заказ _____.

КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28.

Издательский центр УИП КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4А.