

Главы 1—5 написаны проф. д-ром техн. наук М. А. МАСИНО, гла-
вы 7—9 — доц. канд. техн. наук Г. В. МОТОВИЛИНЫМ, главы 6,
10—15 — доц. канд. техн. наук В. И. АЛЕКСЕЕВЫМ.

МЗ1 Масино М. А. и др.

Автомобильные материалы: Справочник инженера-механи-
ка / Масино М. А., Алексеев В. Н., Мотовилин Г. В. — 2-е изд.,
перераб. и доп. — М.: Транспорт, 1979. — 288 с., ил., табл.
В пер.: 1 р. 40 к.

В первом разделе справочника содержатся данные о химическом составе, меха-
нических, физических и технологических свойствах и области применения в автомо-
бильном и авторемонтном производстве сталей, чугунов, цветных металлов и
сплавов, а также ремонтных материалов. Во втором разделе справочника содержат-
ся сведения такого же характера по пластическим массам, резине, клеям, древес-
кам, а также техническим жидкостям.

Второе издание справочника значительно обновлено. Внесены новые дейст-
вующие стандарты и технические условия. В приложении приведена таблица перевода
единиц измерения систем СИ и МКГСС в единицы СИ.

Первое издание вышло в 1971 г.
Справочник предназначен для инженерно-технических работников автотранспорт-
ных и авторемонтных предприятий.

М 31803-005

049(01)-79 5-79 • 3603030000

ББК 39.33

612.1

© Издательство «Транспорт», 1979

ПРИМЕНЯЕМЫЕ В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ И АВТОРЕМОНТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Глава 1. ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Одной из основных задач авторемонтного производства является восстано-
вление деталей. Автомобильные детали изготавливаются из многих металлов и
сплавов и соответственно при их восстановлении используются разнообразные
ремонтные материалы. Основание способов и режимов восстановления деталей
непосредственно связано со знанием химического состава, механических, физиче-
ских и технологических характеристик тех металлов, из которых они изгото-
влены.

§ 1. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К МЕТАЛЛАМ И СПЛАВАМ

Большинство деталей автомобилей воспринимает при работе значительные
статические и динамические нагрузки. Динамические нагрузки возникают при
сгорании газов в камере сгорания цилиндров двигателей, из-за действия инерци-
онных сил, при нарушении соосности сопряженных агрегатов, механизмов и дета-
лей, в результате частотных колебаний, при торможении автомобиля, ударах
колес о препятствия (неровности дороги) и по другим причинам. Многие детали
воспринимают систематические переменные нагрузки и поэтому могут повре-
ждаться устойчивым разрушением. К таким деталям в первую очередь следует
отнести: продольные балки и поперечины рам, рессорные листы, пружины под-
вески, полуоси и др.

Сопряженные поверхности деталей автомобилей подвержены действию боль-
ших удельных давлений, вызывающих износ этих поверхностей. Условия работы
многих деталей неблагоприятны. Лишь немногие сопряжения автомобилей рабо-
тают в условиях жидкостного трения (шатунные и коренные шейки коленчатых
валов). Большинство деталей работает в условиях граничного трения, а некото-
рые детали (тормозные барабаны, колодки, диски сцепления и др.) в условиях
трения без смазки (ГОСТ 16429—70).

Некоторые детали автомобилей, кроме механического, подвержены также
коррозионно-механическому изнашиванию, в частности, окислительному (поршни,
клапаны двигателей, головки цилиндров, поршневые кольца, гильзы цилиндров
и др.) и изнашиванию при фреттинг-коррозии (листовые рессоры, сопряжения
кузовов и кабин).

Применительно к сопряжениям, характеризующимся возвратно-поступатель-
ным перемещением сопряженных поверхностей при ограниченной смазке, доволь-
но часто можно наблюдать результаты молекулярно-механического изнашивания,
являющегося результатом одновременного воздействия механических и атомно-
молекулярных сил.

При этом виде изнашивания на сопряженных поверхностях возникают задир-
ы вследствие поверхностного схватывания и переноса металла. В целом можно ска-
зать, что в подавляющем большинстве случаев ресурс автомобильных деталей до
необходимости их восстановления или выбраковки определяется износом их рабо-
чих поверхностей.

Особенности эксплуатации автомобилей не позволяют при разработке их конструкций идти по пути увеличения сечений, габаритных размеров и массы деталей. Поэтому к материалам, применяемым при их производстве и восстановлении, предъявляются высокие требования. Они должны надежно обеспечивать статическую и динамическую прочность изготовляемых из них деталей, гарантировать от опасности их усталостного разрушения, обеспечивать высокую износостойкость трущихся поверхностей, а в ряде случаев также температурную и коррозионную стойкость.

Указанным требованиям хорошо отвечают легированные стали. В нормальном и особенно улучшенном состоянии они обеспечивают при ограниченных необходимых прочностях изготовляемых из них деталей, а в результате химико-термической обработки с последующим закалкой и низкотемпературным отпускком, — высокую твердость и износостойкость рабочих поверхностей при больших удельных нагрузках.

За счет соответствующего подбора легирующих компонентов у изготовляемых деталей достигаются пружинящие свойства, коррозионная стойкость, жаропрочность и другие специальные качества. В автомобильном строении широко распространены легированные стали при большом разнообразии используемых групп, марок и химического состава.

Однако нельзя не учитывать, что стоимость легированных сталей в 2—4 раза больше превосходит стоимость качественных углеродистых сталей. При массовом характере продукции, выпускаемой автомобильной промышленностью, стоимость же показатели имеют первостепенное значение. Поэтому при изготовлении автомобильных деталей наряду с легированными применяются более дешевые низколегированные (ГОСТ 19282—73) и качественные углеродистые стали. Они применяются во всех случаях, когда это не вызывает снижения надежности и ресурса работающих деталей, а следовательно, и тех агрегатов и узлов, в конструкцию которых они входят.

Например, такие детали, как полуоси, шкворни поворотной цапфы, поршневые пальцы у грузовых автомобилей большой грузоподъемности изготовляются, как правило, из легированных сталей, у легковых и грузовых автомобилей используются грузоподъемности для производства аналогичных деталей обычно используются качественные углеродистые стали марок: сталь 40 и сталь 45 (при поверхностной закалке ТВЧ).

В качестве заготовок автомобильных деталей используются поковок, штамповки, черное и цветное литье. Первые два вида заготовок отливаются более равномерной и мелкозернистой структурой и ориентированным расположением волокон зерен металла, а следовательно, и наилучшими механическими свойствами. Изготовляемых из них деталей. Поэтому в конструкциях автомобилей кованых и штампованных деталей большинство. Исходным материалом для изготовления поковок и штамповок является металлпрокат. Однако он почти в 3 раза дороже чистого литья. Поэтому в тех случаях, когда нагрузки деталей ограничены, целесообразно вместо поковок использовать отливки (при изготовлении кронштейнов, деталей, корпусов и т. д.). При изготовлении деталей особенно сложной формы литье часто является единственным возможным способом изготовления заготовок поковок и головок цилиндров, картеров коробок передач, картеров редукторов и других деталей).

Наиболее дешевым видом черного литья, но вместе с тем наименее прочным является серый чугуны.

Механические качества чугуна могут быть повышены за счет его модификации, легирования, специальной термической обработки. В связи с этим в автомобильной промышленности широко применяются модифицированные, легированные, высокопрочные, ковкие и специальные чугуны.

Для дальнейшего повышения динамических качеств автомобилей большое значение имеет максимально возможное снижение массы. Этому в значительной мере способствует изготовление автомобильных деталей из алюминиевых, магниевых и цинковых сплавов, а также синтетических материалов, область применения которых с годами непрерывно увеличивается.

Для обеспечения высоких и стандартных качеств автомобильных деталей и аналогов условий их обрабатываемости стали, чугуны и цветные металлы должны обладать постоянными механическими и технологическими свойствами, не являющимися существенно в зависимости от партии или плавки. Поэтому при

изготовлении ответственных деталей автомобилей часто применяют качественные углеродистые стали, в которых колебание содержания углерода ограничено до 0,05% против 0,09% в гостированных сталях.

По этой же причине находят применение чугуны и цветные металлы заводских марок с несколько измененным процентным содержанием отдельных компонентов по отношению к стандартным маркам. В некоторых случаях в автомобилестроении находят применение марки легированных сталей и других металлов и сплавов, не предусмотренные ГОСТом.

§ 2. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ОБОЗНАЧЕНИЕ СТАЛЕЙ, ЧУГУНОВ, ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Буквенные обозначения легирующих компонентов для сталей и сплавов приведены в табл. 1. Условные обозначения металлов и сплавов приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 1

Условные обозначения наиболее распространенных легирующих компонентов при маркировке сталей, алюминиевых сплавов, латуней, бронз

Наименование компонентов	Химический знак	Принятые условные обозначения	
		для сталей	для латуней, бронз, алюминиевых и цинковых сплавов
Азот	N	А	—
Алюминий	Al	Ю	А
Бериллий	Be	—	Б
Вольфрам	W	Р	—
Ванадий	V	Ф	—
Железо	Fe	В	Ж
Кремний	Si	—	К
Марганец	Mn	С	М
Медь	Cu	Г	М
Молибден	Mo	Л	—
Мышьяк	As	М	—
Никель	Ni	Н	Мш
Нобий	Nb	Б	Н
Олово	Sn	—	О
Свинец	Pb	—	С
Сурьма	Sb	—	Су
Титан	Ti	Т	Т
Хром	Cr	Х	Х
Цинк	Zn	Ц	Ц
Цирконий	Zr	—	—
Фосфор	P	К	Ф
Кобальт	Co	Е	—
Селен	Se	—	—
Серебро	Ag	—	Ср

Условные обозначения металлов и сплавов

Черные металлы		Цветные металлы и сплавы	
Стали	Чугуны	Латуны	
Обыкновенного качества (ГОСТ 380-71)	Качественные и высококачественные (ГОСТ 1050-74, ГОСТ 4543-71)	На алюминий осн.	Литейные (ГОСТ 2685-75)
Стали повышенной и высокой обрабатываемости резанием (ГОСТ 1414-75)	Стали низколегированные, пружинно-рессорные, жаростойкие и жаропрочные (ГОСТ 19282-73, ГОСТ 14959-69, ГОСТ 5632-72)	Деформируемые (ГОСТ 4784-74)	На магниевой основе (ГОСТ 2856-68)
Серые (ГОСТ 1412-70)	Высокопрочные (ГОСТ 7239-77)	На цинковой основе (ГОСТ 21437-75)	Простые (ГОСТ 15527-70)
Ковкие (ГОСТ 1215-59)	Антифрикционные (ГОСТ 1585-70)	Многокомпонентные (ГОСТ 15527-70, ГОСТ 17711-72)	Бронзы (ГОСТ 5017-74, ГОСТ 18175-78)
Литейные (ГОСТ 2685-75)	Антифрикционные сплавы (ГОСТ 1320-74, ГОСТ 1209-73, ГОСТ 14113-69)	Бронзы (ГОСТ 5017-74, ГОСТ 18175-78)	Антифрикционные сплавы (ГОСТ 1320-74, ГОСТ 1209-73, ГОСТ 14113-69)

Примечания. 1. Буквы А или Ш в конце обозначения марки стали обозначают сорт, в зависимости от стали высококачественная или особо высококачественная; буквы Д в конце марки означают, что сталь предназначена для отливок (ГОСТ 977-75). 2. Цифры в обозначении марки серого чугуна означают временное сопротивление, кгс/мм²; первая — при растяжении, вторая — при изгибе. 3. Цифры в обозначении марок высокопрочных и ковких чугунов означают: первая — временное сопротивление разрыву, кгс/мм²; вторая — относительное удлинение (в %) после разрыва.

В обозначениях чугунов и сталей обыкновенного качества их химический состав не указывается, в большинстве случаев это относится также к алюминиевым и антифрикционным сплавам. Маркировка углеродистых качественных и легированных сталей, латуней, бронз и цинковых сплавов основана на буквенно-цифровой системе, в которой буквы обозначают, какими компонентами легированы стали или сплавы, а цифры указывают количества присутствующих в стали или сплаве легирующих компонентов в процентах.

Как видно из табл. 2, стали обыкновенного качества обозначаются буквами «Ст», «Бст» или «Вст». Перед обозначением всех других сталей следует писать слово «сталь». Цифры после обозначения углеродистых сталей означают: для сталей обыкновенного качества — порядковый номер стали, для качественных сталей — среднее содержание углерода в тысячных долях процента, для легированных сталей с уменьшенным по отношению к ГОСТу пределом колебания содержания углерода после марки стали пишется слово «селект», например «сталь 40 селект».

В обозначениях марок конструкционных легированных сталей цифра слева указывает среднее содержание в данной стали углерода в сотых долях процента, латин и римские буквы и цифры, расположенные правее букв, свидетельствуют о наличии и примерном содержании в данной стали (в процентах) легирующих компонентов. Например, сталь марки 12ХНЗА является высококачественной (см. примечание к табл. 2), легированной хромом и никелем, содержащей в среднем 0,12% углерода (0,09—0,16), около 1% хрома (0,50—0,90), примерно 3% никеля (2,75—3,15). Для особенно сильно действующих на свойства сталей легирующих компонентов, какими являются молибден, титан, ванадий и бор, присутствие принятых для них индексов в обозначениях марки стали не означает, что их количество близко к одному проценту. Обычно содержание молибдена не превышает 0,6%, титана и ванадия 0,20%, а для бора ограничивается даже тысячными долями процента.

При маркировке легированных (многокомпонентных) латуней, бронз, цинковых сплавов, новых марок литейных алюминиевых сплавов в отличие от сталей сначала пишется буквенное обозначение имеющихся компонентов, а затем цифры, указывающие в той же очередности среднее содержание (в %) этих компонентов. Например, марка литейной латуни, имеющая обозначение ЛМцЖ55-3-1 (ГОСТ 17711-72), расшифровывается так: марганцово-железная латунь, содержащая в среднем 55% меди (53—58), около 3% марганца (3—4), около 1% железа (0,5—1,5), остальное цинк; бронза марки Вр.ОЦС 4-4-2-5 (ГОСТ 5017-74) является оловянистой, обрабатываемой давлением, содержащей в среднем 4% олова (3,0—5,0), 4% цинка (3,0—5,0), 2,5% свинца (1,5—3,5), остальное медь; цинковый сплав ЦАМ 9-1,5 (ГОСТ 21437-75) содержит около 9% алюминия (9,0—11,0), 1,5% меди (1,0—2,0), остальное цинк; алюминиевый сплав АК7М2 (ГОСТ 2685-75) содержит около 7% кремния (6,0—8,0), около 2% меди (1,5—3,0), остальное алюминий (более подробно состав указанных сплавов приводится в гл. 4 настоящего справочника).

Химический состав влияет на механические, физические и технологические свойства металлов и сплавов. На свойства сталей в первую очередь оказывает влияние процент содержания в них углерода. Для производства автомобильных деталей применяют, как правило, мало- и среднеуглеродистые качественные и высококачественные стали, содержащие до 0,5% углерода. При изготовлении пружин и рессор применяют высокоуглеродистые стали с содержанием углерода до 0,70%. Кроме того, высокоуглеродистые стали широко используются в автострое-нии и авторемонте при изготовлении режущего инструмента.

С повышением содержания углерода в стали увеличивается ее временное сопротивление и предел текучести, твердость в нормализованном и отпущенном состояниях и уменьшаются относительное удлинение и ударная вязкость. Кроме того, с увеличением содержания углерода в стали снижается ее свариваемость и возрастает твердость после закалки и отпуска. Практически закалке подвергают стали с содержанием углерода от 0,40% и выше (некоторые легированные стали принимают закалку при меньшем проценте содержания углерода). Малоуглеродистые стали (углеродистые и легированные) с содержанием углерода до 0,30% с целью придания им высокой поверхностной твердости при сохранении вязкой и прочной сердцевины часто подвергают химико-термической обработке с последующей закалкой и низкотемпературным отпуском.

На свойства чугунов в первую очередь оказывает влияние форма графитизированного в них углерода (содержание последнего в автомобильных деталях обычно колеблется в пределах 2,2—3,8%). Нанудшей прочностью и пластичностью обладают ковкие чугуны с округлыми (глобулярными) включениями графита, близки к ним по структуре и свойствам высокопрочные чугуны, модифицированные магнием; затем идут модифицированные чугуны, получаемые с использованием других модификаторов; худшими качествами обладают серые чугуны с пластинчатым графитом.

§ 3. МЕХАНИЧЕСКИЕ, ФИЗИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Механические характеристики металлов и сплавов определяются экспериментально на образцах при различных видах их нагружения. Обычно испытанию выносливости и поверхностную твердость. Чугуны испытывают также на сжатие. Существует также испытание на перегиб, растягивание, ползучесть и другие, однако для конструкционных автомобильных материалов они используются редко. Основные механические характеристики металлов и сплавов, их содержание и расчетные формулы для вычисления приводятся в табл. 3.

К основным физическим характеристикам металлов и сплавов следует отнести: плотность (г/см³) или плотность по системе СИ (кг/м³), коэффициент линейного расширения ($\alpha \cdot 10^6$ мм/мм² °С), критические температурные точки фазовых превращений A_c , A_{c1} , A_{c2} , A_{c3} , A_{c4} и температуру плавления (°С). Указанные физические характеристики в значительной степени определяют рациональные температурные режимы плавки,ковки и термической обработки металлов и сплавов, их технологические свойства.

Параметры ¹	Определение (содержание) характеристик ¹	Обозначение	Размерность	Расчетная формула
Предел упругости при растяжении	Напряжение, при котором остаточное удлинение достигает 0,05% длины участка образца, равной базе тензометра	$\sigma_{0,05}$	кгс/мм ²	$\sigma_{0,05} = \frac{P_{0,05}}{F_0}$
Предел текучести (физический) при растяжении	Наименьшее напряжение, при котором образец деформируется без заметного увеличения растягивающей нагрузки	σ_T	кгс/мм ²	$\sigma_T = \frac{P_T}{F_0}$
Предел текучести (условный) при растяжении	Напряжение, при котором остаточное удлинение достигает 0,2% длины участка образца	$\sigma_{0,2}$	кгс/мм ²	$\sigma_{0,2} = \frac{P_{0,2}}{F_0}$
Временное сопротивление при растяжении	Напряжение, соответствующее наибольшей нагрузке ($P_{\max}$), предшествующей разрушению образца	σ_B	кгс/мм ²	$\sigma_B = \frac{P_{\max}}{F_0}$
Относительное удлинение после разрыва ²	Отношение приращенной расчетной длины образца ($l_k - l_0$) после разрыва к ее первоначальной величине (l_0)	δ	%	$\delta = \frac{(l_k - l_0)}{l_0} 100$
Относительное сужение после разрыва	Отношение разности начальной площади (F_0) и минимальной площади поперечного сечения образца (F_k) к начальной площади поперечного сечения образца	ψ	%	$\psi = \frac{(F_0 - F_k)}{F_0} 100$
Временное сопротивление при сжатии	Напряжение, соответствующее наибольшей нагрузке ($P_{\max}$), предшествующей разрушению образца	σ_d	кгс/мм ²	$\sigma_d = \frac{P_{\max}}{F_0}$
Временное сопротивление при изгибе	То же	σ_B , σ_{B1}	кгс/мм ²	$\sigma_B = \frac{P_{\max} l}{F_0}$
Предел выносливости ³	Наибольшее значение максимального напряжения цикла, при действии которого не происходит усталостного разрушения образца при N циклов изменения напряжения ⁴	σ_R , σ_{-1} , σ_{R1} , σ_{-1}	кгс/мм ²	—
Ударная вязкость	Работа, расходуемая для ударного излома надрезанного образца, отнесенная к площади поперечного сечения образца в месте излома	A_K	кгс·м/см ²	$A_K = \frac{A_K}{F_s}$

Параметры ¹	Определение (содержание) характеристик ¹	Обозначение	Размерность	Расчетная формула
Твердость по Бринеллю	Отношение нагрузки к площади поверхности сферического опечатка (F_1), получаемого от вдавливания в испытуемый материал закаленного шарика определенного диаметра	HB	кгс/мм ²	$HB = \frac{P}{F_1}$
Твердость по Роквеллу	Условная величина, отражающая глубине вдавливания в испытуемый материал алмазного наконечника (шкалы С и А) или стального шарика (шкалы В и F)	HRC , HRA , HVB , HRF	—	—
Микротвердость ⁵	Отношение приложенной к алмазному наконечнику нормальной нагрузки (P) к условной площади боковой поверхности опечатка (S)	$H_{\square}$, H_{∇} , $H_{\diamond}$, $H_{\odot}$	кгс/мм ²	$H_{\square} = \frac{P}{S} \approx \frac{1}{1,854P} \frac{l^2}{l^2}$ $H_{\nabla} = \frac{P}{S} = \frac{1,570P}{l^2}$ $H_{\diamond} = \frac{P}{S} \approx \frac{12,896P}{l^2}$ $H_{\odot} = \frac{P}{S} = \frac{4,168P}{l^2}$

¹ По ГОСТ 1497-73 «Испытание на растяжение», ГОСТ 9450-76 «Измерение микротвердости вдавливанием алмазных наконечников».

² При пятикратном отношении длины образца к диаметру относительное удлинение обозначает δ_5 при десятикратном — δ_{10} .

³ Обозначения σ_R и σ_{-1} приняты по результатам усталостных испытаний на изгиб, σ_{R1} и σ_{-1} — по результатам усталостных испытаний на кручение.

⁴ N — заданное техническими условиями число, например 10^4 , 10^5 , называемое базой усталостных испытаний.

⁵ Расчетные зависимости при измерении микротвердости определяются профилем используемой алмазной пирамиды: для четырехгранной пирамиды — зависимость H_{∇} , для четырехгранной пирамиды с ромбическим основанием — зависимость $H_{\square}$, для билиндровидного наконечника — зависимость $H_{\odot}$. Численные значения $H_{\square}$, H_{∇} , $H_{\diamond}$, $H_{\odot}$ табл. 3 даны, таблицы приложены к ГОСТ 9450-76.

Примечание. Обозначения в формулах: $P_{\max}$, P_T , $P_{0,2}$, $P_{\max}$ — нагрузки при испытании, кгс; A_K — работа удара, кгс·м, d — диаметр образца, мм; l — размер (базовая сторона) опечатка при измерении микротвердости, мм. Остальные обозначения приведены в тексте таблицы.

Под технологическими характеристиками (свойствами) обычно понимают способность металлов и сплавов подвергаться тем или иным технологическим операциям с целью получения изделий с необходимыми свойствами. К технологическим характеристикам относят жидкотекучесть, деформируемость, прокаливаемость, свариваемость, обрабатываемость резанием и др. Применительно к ремонту и автотранспортным предприятиям наиболее практическое значение имеют такие технологические характеристики металлов и сплавов, как свариваемость и механическая обрабатываемость.

Механическую обрабатываемость металлов и сплавов обычно оценивают по износу режущей части инструмента, выполненного из быстрорежущей стали Р18 или твердого титанокобальтового сплава ТК10. За эталон при этом чаще всего принимают нормализованную качественную углеродистую сталь 45 (НВ 170—180). Существуют и другие методы оценки механической обрабатываемости металлов, в частности по силе резания. В этом случае полученные результаты обычно сравнивают со значением силы резания, возникающей при обработке стали А12 (ГОСТ 1414—75).

Свариваемость определяет способность металлов и сплавов получать при оптимальной технологии прочный и износостойкий шов или наплавленный металл без существенного снижения эксплуатационных качеств восстановленной или изготовленной детали или сварного узла. Обычно свариваемость оценивается терминми: «хорошая» (без ограничений), «вполне удовлетворительная», «удовлетворительная», «ограниченная» (затрудненная), «весьма затрудненная» и др. Указанные термины устанавливаются согласно накопленному производственному опыту и по результатам лабораторных исследований.

Глава 2. КОНСТРУКЦИОННЫЕ ЧУГУНЫ

При производстве восстанавливаемых на автотранспортных предприятиях деталей широко применяются чугуны с различными механическими качествами, разнообразными по химическому составу и структуре. При этом наряду с готовыми изделиями применяются марки чугунов, разработанные на автомобильных заводах.

§ 1. СЕРЫЕ, МОДИФИЦИРОВАННЫЕ, ВЫСОКОПРОЧНЫЕ И КОВКИЕ ЧУГУНЫ

Автомобильные детали изготавливаются из серых, модифицированных, высокопрочных и ковких чугунов. Данные о их механических свойствах приводятся в табл. 4, 5 и 6. Серые чугуны, в частности марок Сч 18-36, Сч 21-40, Сч 24-44, Сч 28-48 и других, обычно модифицируют порошкообразным ферросилицием, селениокальцием и другими модификаторами. Детали, изготовляемые из высокопрочных чугунов, отливает, как правило, в оболочковых формах и модифицируют магнием. Ковкие чугуны используют преимущественно ферритного класса и также модифицируют, что позволяет ускорить процесс отжига и сократить его продолжительность до 27—43 ч.

Т а б л и ц а 4
Механические свойства серого чугуна (ГОСТ 1412—70)

Марка чугуна	Предел прочности, кгс/мм ²		Средняя прогиба, мм, при расстоянии между опорами, мм		Твердость по Бринеллю, НВ
	при растяжении	при изгибе	600	300	
Сч 12-28	12	28	6,0	2,0	143—229
Сч 15-32	15	32	8,0	2,5	163—229
Сч 18-36	18	36	8,0	2,5	170—229

Продолжение табл. 4

Марка чугуна	Предел прочности, кгс/мм ²		Средняя прогиба, мм, при расстоянии между опорами, мм		Твердость по Бринеллю, НВ
	при растяжении	при изгибе	600	300	
Сч 21-40	21	40	9,0	3,0	170—241
Сч 24-44	24	44	9,0	3,0	170—241
Сч 28-48	28	48	9,0	3,0	170—241
Сч 32-52	32	52	9,0	3,0	187—255
Сч 36-56	36	56	9,0	3,0	197—269
Сч 40-60	40	60	10,0	3,5	207—269
Сч 44-64	44	64	10,0	3,5	229—289

Примечание. Соответствие механических свойств вышеуказанным обеспечивается путем выплавки металла необходимого химического состава или его модифицированием.

Т а б л и ц а 5
Механические свойства высокопрочного чугуна (ГОСТ 7293—70)

Марка чугуна	Предел прочности σ_B , кгс/мм ²	Предел текучести σ_T , кгс/мм ²	Относительное удлинение δ_5 , %	Ударная вязкость α_K , кгс·м/см ²	Твердость, НВ
Вч 38-17	38	24	17	6,0	140—170
Вч 42-12	42	28	12	4,0	140—200
Вч 45-3	45	33	5	3,0	160—220
Вч 50-2	50	38	2	2,0	180—260
Вч 60-2	60	40	2	2,0	200—280
Вч 70-3	70	40	3	3,0	229—275
Вч 80-3	80	50	3	2,0	220—300
Вч 100-4	100	70	4	3,0	302—269
Вч 120-4	120	90	4	3,0	302—369

Примечание. Химический состав исходного чугуна (до модификации) при толщине стенок до 50 мм: углерода 3,3—3,6%; кремния для первых четырех марок при толщине стенок до 10 мм—2,4—2,7%, при толщине стенок 10—30 мм 1,9—2,2%, для Вч 60-2—2,4—2,8%, для Вч 70-3 не предусмотрено; для Вч 80-3—2,6—2,9%; для Вч 100-4 и Вч 120-4—3,4—3,5%.

Т а б л и ц а 6
Механические свойства ковкого чугуна (ГОСТ 1215—59)

Марка	Предел прочности σ_B , кгс/мм ² не менее	Относительное удлинение δ , %	Твердость, НВ, не более
КЧ 30-6	30	6	163
КЧ 33-8	33	8	163
КЧ 35-10	35	10	163
КЧ 37-12	37	12	163
КЧ 45-6	45	6	241
КЧ 50-4	50	4	241
КЧ 56-4	56	4	269
КЧ 60-3	60	3	269
КЧ 63-2	63	2	269

Таблица 7
Наиболее распространенные в конструкциях автомобилей марки чугунов и характерные примеры изготовления из них деталей [1; 5; 7]

Марка чугуна	Изготавливаемые детали
Серые чугуны СЧ 15-32, СЧ 18-36 и др.	Впускные трубопроводы, корпусы водяных и масляных насосов, блоки и головки цилиндров компрессоров, маховики, картеры и крышки картеров корбоек передач, тормозные барабаны, главные и колесные тормозные цилиндры гидравлических тормозов и другие детали
Модифицированные чугуны СЧ 21-40, СЧ 24-44 и др.	Нажимные диски сцепления, маховики, картеры корбоек передач грузовых автомобилей, тормозные барабаны грузовых автомобилей грузоподъемностью свыше 3,0 т, гильзы цилиндров двигателей и другие нагруженные детали
Высокопрочные чугуны ВЧ 50-2 и др. Ковкие чугуны КЧ 35-10, КЧ 37-12	Конечные валы, распределительные валы, гильзы цилиндров, клапанные гнезда, поршневые кольца Картеры главной передачи, чашки дифференциала, картеры рулевого механизма, ступицы колес, кончатые валы компрессоров, кронштейнов и корпусы разные и т. д.
Легированные, высоколегированные и отбеленные чугуны	Гильзы блоков цилиндров, распределительные валы, поршневые кольца, вставки в верхнюю часть блоков и гильзы цилиндров, ремонтные гильзы цилиндров, наплавка толкателей, коромысла клапанов
Металлокерамические материалы на чугунной основе	Поршневые кольца, направляющие втулки клапанов, втулки разные

Химический состав чугуна, характеризующегося одинаковыми механическими качествами, может иметь существенные колебания по содержанию марганца, кремния и других компонентов. Содержание химических элементов в сером, модифицированном, высокопрочном и ковком чугунах ГОСТом не регламентируется. Однако на автомобильных заводах применяются чугуны определенных химических составов.

Обычно за основу берется какая-либо установленная ГОСТом марка чугуна, но содержание в ней отдельных легирующих компонентов и модификаторов корректируется.

В ряде случаев применяются, кроме легированных, свои заводские марки высокопрочных, легированных и других чугунов. В табл. 7 приведены характерные примеры использования чугунов распространенных типов и марок для изготовления автомобильных деталей.

§ 2. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЧУГУНЫ

В табл. 8, 9 и 10 приводятся химический состав специальных легированных и высоколегированных чугунов, применяемых для изготовления вставок и гильз цилиндров двигателей, поршневых колец, вставных клапанных гнезд. В последние годы поршневые кольца часто изготавливают из специального чугуна с шаровидным графитом.

В табл. 11 приводятся сравнительные данные о механических свойствах колец, изготовленных из двух различных материалов. В табл. 12 приводятся химический состав легированных металлокерамических направляющих клапанных втулок. Металлокерамические детали обладают высокой износостойкостью, благодаря способности впитывать смазку в имеющиеся поры.

Таблица 8

Химический состав чугунных гильз цилиндров автомобильных двигателей [5; 8]

Гильзы (вставки) цилиндров, материал	Устанавливают на двигатели	Химический состав, %									Твердость
		Углерод	Марганец	Кремний	Никель	Хром	Медь	Титан	Фосфор	Сера	
СЧ 21-40	МемЗ-966 и другие двигатели с воздушным охлаждением	3,0—3,3	0,6—0,9	1,7—2,3	До 0,20	—	—	Сурьма 0,04—0,07	0,4—0,6	≤ 0,12	HB 170—241
Малолегированная хромоникелевая мокрая гильза	ЯМЗ-236	3,2—3,5	0,6—0,8	2,1—2,4	До 0,10	0,3—0,45	0,15—0,40	0,03—0,08	≤ 0,20	≤ 0,12	HRC (закалка) 42—45 HB 200—240
	МЗМА-412	2,7—3,2	0,7—2,2	1,6—1,2	0,25—0,40	0,4—0,8	—	—	0,4—0,7	≤ 0,10	HB 170—240
Мокрая гильза СЧ 24-44	ЗМЗ-53, ЗМЗ-24-01 и др.	3,15—3,35	0,7—1,2	2,2—2,4	0,15—0,35	0,20—0,35	—	—	0,18—0,25	≤ 0,12	HB 170—241
Мокрая гильза СЧ 18-36	ЗИЛ-130	3,20—3,60	0,7—1,2	1,9—2,4	До 0,35	0,20—0,35	—	—	0,20—0,30	≤ 0,12	HB 170—229
Высоколегированная антикоррозийная вставка (нирезист)	Вставка в верхнюю часть мокрых гильз	2,45—3,00	0,6—1,0	2,5—3,0	16,0—17,5	1,8—2,2	7,8—8,5	—	≤ 0,30	≤ 0,1	HB 155—197
Титано-медистая сухая гильза	Для ремонта цилиндров двигателей	3,5—3,6	0,7—0,8	2,3—2,5	≤ 0,15	≤ 0,15	1,5—1,8	0,1—0,3	≤ 0,45	≤ 0,45	HB 229—269
Хромокремнистая сухая гильза (разработка НАМИ)	То же	2,0—2,2	0,5—0,9	0,8—1,1	—	12,0—15,0	—	—	≤ 0,15	≤ 0,15	HRC 23—25

Примечания. 1. Чугуны при отливке гильз модифицируют. В качестве модификатора применяют порошкообразный силикокальций, ферросилиций, ферросилиций с алюминием, ферросилиций с графитом, ферросилиций с криолитом и другие модификаторы. 2. Действительными средствами повышения износостойкости рабочих поверхностей зеркала гильз цилиндров являются их сульфидирование и вибронакатирование и хромирование.

Химический состав чугуновых легированных поршневых колец с пластинчатым графитом¹ [5]

Материал ²	Химический состав, %										Твердость, НВ
	Углерод	Кремний	Марганец	Хром	Никель	Медь	Ванадий	Молибден	Фосфор	Сера	
Легированный чугун	3,4—3,8	2,8—3,0	0,5—0,8	0,4—0,7	0,5—0,8	0,8—1,2	0,1—0,3	0,8—1,3	0,30—0,50	0,05, не более	96—106
Малолегированный чугун	3,4—3,8	2,5—2,7	0,5—0,7	0,15—0,40	—	—	—	0,20—0,30	0,30—0,50	0,05, не более	96—106

¹ В настоящее время большинство автомобильных заводов используют для поршневых колец чугун с шаровидным графитом, так как поршневые кольца с пластинчатым графитом, даже при условии легирования, обладают более низкими механическими свойствами (см. табл. 11).

² Кроме литых чугуновых поршневых колец применяются также металлокерамические чугуны, в состав которых, кроме углерода (2—2,5%), входят легирующие добавки: хром или хром и никель, или хром, никель молибден в суммарном количестве до 3%.

Таблица 10

Химический состав вставных клапанных гнезд¹ [5; 7]

Тип чугуна	Материал	Химический состав, %									
		Углерод	Кремний	Марганец	Хром	Никель	Молибден	Магний, не более	Фосфор, не более	Сера, не более	
Отбеленный	Хромомолибденовый	2,5—3,0	1,5—2,0	0,5—0,8	2,80—3,25	—	4,0—5,0	—	0,16	0,07	
Высокопрочный	Хромистый	3,2—3,6	1,9—2,4	0,6—0,8	3,0—4,0	0,05, не более	—	0,04	0,04	0,12	
	Хромоникелевый	3,2—3,6	2,3—3,0	0,6—0,8	0,45—0,55	1,2—1,4	—	0,05	0,04	0,12	

¹ Приведенные типы и химические составы чугунов, предназначенных для изготовления клапанных гнезд, не исчерпывают всех возможных вариантов.

Таблица 11
Механические свойства поршневых колец из различного материала [5]

Материал и структура колец	Прочность на изгиб		Твердость НВ	Ударная вязкость α_K , кгс·м/см ²	Модуль упругости E , кгс/мм ²
	по ГОСТ 9786-74	по ГОСТ 9786-74			
Легированный чугун с пластинчатым графитом	50—70	35—40	100—114	<5	8 500—13 000**
Чугун с шаровидным графитом*	140—160	65—75	100—110	>2	16 500—17 500

* Размер включений графита порядка 25 мкм, структура: перлит, небольшие количества феррита (до 10%) и цемента (до 5%); модифицирование производится комплексной легатурой с ферросилицием.

** Разброс цифр учитывает два варианта химического состава колец.

Примечание. Верхние поршневые кольца для повышения их износостойкости покрывают по наружной поверхности электролитическим путем пористым хромом; в последние годы для той же цели применяют иногда напыление молибдена в предварительную проточенную канавку глубиной 1,8—1,9 мм, что обеспечивает особенно высокую микрошероховатость поверхности при лучшей ее по сравнению с хромом смазываемости; напыление молибдена производится методом газопламенной металлизации.

Некоторые чугунные детали (направляющие втулки клапанов, подшипниковые втулки, поршневые кольца и др.) могут изготавливаться не литьем, а спеканием из порошкообразных шихтовых материалов (при температуре около 1100°С, под давлением 6,5·10⁵ кгс/см² в течение примерно 2 ч). В качестве исходных материалов при этом используются железный, графитовый, хромовый и медный порошки. В табл. 13 приводится химический состав высокопрочных и ковких чугунов, применяемых для отливки ответственных автомобильных деталей в ободочные формы. В табл. 14 приводятся свойства основных типов чугунов, применяемых при изготовлении автомобильных деталей.

Таблица 12
Химический состав легированных металлокерамических направляющих клапанных втулок¹ [7]

Металлокерамический материал	Химический состав, %							
	Железо	Углерод	Кремний	Марганец	Медь	Хром	Никель	Прочие примеси, не более
Хромистый	90,40—91,65	2,0—2,5	0,25—0,30	—	1,3—1,5	4,5—5,0	—	0,30
Хромоникелевый	93,15—94,15	2,0—2,5	0,25—0,30	0,45—0,50	1,3—1,5	0,45—0,55	1,1—1,2	0,30

¹ Для увеличения износостойкости металлокерамических направляющих втулок последние могут подвергаться сульфидированию в ваннах (раствор Na₂S при t=250°С), пропусканию в расплавленной сере или сульфидирующем (раствор состава: KCl—50%, Na₂SO₄—40%, NaCN—10%, t=560—580°С, время 2 ч); после этого втулки графитизируют в масле, содержащем раствор коллоидального графита.

Примечание. В настоящее время направляющие втулки клапанов спекаются в проточных муфельных электропечах соприкосновения с контролируемой атмосферой или на пресс-автоматах при индукционном нагреве.

**Химический состав высокопрочных, ковких и отбеленных чугунов,
применяемых для изготовления коленчатых валов, коромысел клапанов
и наплавки толкателей [5; 7]**

Чугун	Применение в автомобиле- строении	Химический состав, %									Твердость (после закалки)
		Углерод	Кремний	Марганец	Хром	Никель	Молибден	Магний	Фосфор, не более	Сера, не более	
Высоко- прочный чугун ВЧ 50-1,5*,***	Отливка изгото- вок коленчатых валов двигате- лей ЗМЗ**	3,4—3,6	1,9—2,2	1,15—1,30	0,15—0,25	—	—	0,02—0,04	0,10	0,002	HRC 40—55
Высокопроч- ный чугун ВЧ 50-2***	То же, двига- телей МеМЗ**	3,3—3,6	1,9—2,2	0,5—0,8	0,15—0,25	—	—	0,01—0,04	0,10	0,002	HRC 40—55
Ковкий чугун КЧ 60-3***	Коленчатые валы компрес- сора ЗИЛ-130	2,45—2,60	1,18—1,30	0,19—0,33	До 0,1	—	Меди 0,80— 0,95	Алюми- ния 0,01— 0,015	До 0,17	0,20—0,35	После отжига HB 257—278
Специальный чугун***	Коромысла кла- панов двигателя	3,0—3,5	2,0—2,7	0,5—0,9	0,9, не более	1,0, не более	0,3 не более	—	0,5	0,14	Основного ме- талла HB 187—269; пята после отбела HRC > 50
Легирован- ный отбелен- ный чугун	Наплавка толкателей	3,1—3,4	2,2—2,35	0,5—0,65	0,8—1,0	—	—	—	0,5	0,14	HRC 60 не ме- нее

* Чугун марки ВЧ 50-1,5 по ГОСТ 7293—70 не предусмотрен.

** Модификация осуществляется в автоклаве под давлением 5—6 кгс/см² металлическим магнием. Кроме того, в разливочный ковш вводится 0,3% (70%-ного) ферросилиция и 0,05% криолита.

*** Литье в оболочковые формы.

**Технологические и эксплуатационные свойства основных типов чугунов,
применяемых для изготовления автомобильных деталей [8]**

Таблица 14

Тип чугуна	Способ отливки	Обычная термиче- ская обработка	Возможность изготовления заготовки в ус- ловиях авторе- монтного про- изводства	Обрабатываемость резанием	Свариваемость ³ при восстановлении деталей	Износостойкость
Серый	В земляные формы, центро- бежное литье	Смягчающий отжиг ($t \approx$ $\approx 600^\circ\text{C}$) или нормализация	Возможно	Хорошая (улучша- ется при увеличении содержания графита и степени дисперсно- сти структурных со- ставляющих)	Вполне удовлево- рительная	Удовлетвори- тельная
Модифици- рованный Высоко- прочный ¹	То же В оболочко- вые формы	То же Закалка ТВЧ	» Практиче- ски невоз- можно То же	То же Вполне удовлетво- рительная	Удовлетворительная »	Выше, чем у серого чугуна Высокая (после закалки)
Легирован- ный, серый	В землю, обо- лочковые фор- мы и другие способы	Отпуск. За- калка объемная или ТВЧ	То же	Удовлетворительная	Низкая	То же
Отбеленный и белый ²	Наплавка на специальных ав- томатах и по- луавтоматах	Самозакалка или закалка ТВЧ	»	Очень плохая	Не сваривается	Очень высокая (в особенности при содержании Ni, Mn, Cr, Mo, V)
Ковкий	В земляные формы, иногда в оболочковые	Многочасо- вой (23—43 ч) двухступенча- тый ($t_1 = 920$ — 970°C), ($t_2 =$ $= 720$ — 760°C) отжиг	»	Хорошая	Свариваемость очень низкая. Воз- можна наплавка по- верхностей электро- импульсным способом	Вполне удов- летворительная

¹ Шейки коленчатых валов из высокопрочного чугуна, помимо высокой износостойкости, отличаются отсутствием склонности к задирам.
² Отбеленный чугун отличается от белого распространением твердой износостойчивой структуры на наружный слой при наличии в осталь-
ном объеме серого или модифицированного чугуна. Белый и отбеленный чугун хорошо работают на износ при очень высоких удельных
давлениях с ограниченной смазкой и вообще без смазки.

³ Материалы для сварки и наплавки приведены в гл. 5 настоящего справочника.

Классификация углеродистых сталей

Таблица 15

Марки сталей

Обыкновенного качества, ГОСТ 380—71*, **			Сталь специального назначения				Качественная ГОСТ 1050—74****		
Группа А, поставляемая по механическим свойствам**	Группа Б, поставляемая по химическому составу**	Группа В, поставляемая по механическим свойствам и химическому составу**	Нелегированные стали для отливок (ГОСТ 977—75)	Стали рессорно-пружинные (ГОСТ 14959—66)	Повышенной и высокой обрабатываемости резанием (ГОСТ 1414—75)*****	Среднеуглеродистая сталь пониженной прокаливаемости по ТУ*****	С нормальным содержанием марганца		С повышенным содержанием марганца
Ст.0	БСт.0	ВСт.1	15Л	65	A11	55 ПП	Сталь 08	Сталь 55	Сталь 60Г
Ст.1	БСт.1	ВСт.2	20Л	70	A12	НИПРА	Сталь 10	Сталь 58 (55ПП)	Сталь 65Г
Ст.2	БСт.2	ВСт.3	25Л	75	A20	50 ППЛ	Сталь 15	Сталь 60	Сталь 70Г
Ст.3	БСт.3	ВСт.4	30Л	85	A30		Сталь 20	Сталь 65	
Ст.4	БСт.4	ВСт.5	35Л		A35		Сталь 25	Сталь 70	
Ст.5	БСт.5		40Л		A40Г		Сталь 30	Сталь 75	
Ст.6	БСт.6		45Л		AC40		Сталь 35	Сталь 80	
			50Л		A35E		Сталь 40	Сталь 85	
			55Л		A45E		Сталь 45		
							Сталь 50		

* Стандарт не распространяется на сталь, изготовленную бессемеровским способом. В обозначениях сталей способ выплавки не указывается.

** В зависимости от нормируемых показателей сталь каждой группы подразделяется на категории: группа А — 1; 2; 3; группа Б — 1; 2; группа В — 1; 2; 3; 4; 5; 6.

*** Сталь обыкновенного качества всех групп с порядковыми номерами 1; 2; 3; 4 изготавливается кипящей (кп), полуспокойной (пс), спокойной (сп), с порядковыми номерами 5; 6 — полуспокойной и спокойной. Для обозначения полуспокойной стали с повышенным содержанием марганца после номера марки ставится буква Г, например Ст3Гпс, ВСт3Гпс3.

**** Сталь качественная углеродистая по способу раскисления подразделяется на: кипящую, полуспокойную и спокойную. Марки кипящей качественной углеродистой стали: 05кп, 08кп, 10кп, 15кп, 20кп. Марки полуспокойной качественной стали: 08пс, 10пс, 15пс, 20пс. Марки спокойной стали перечислены в данной таблице (без индекса).

***** По заводским техническим условиям.

***** Кроме указанных в таблице, ГОСТ 1414—75 предусматривает еще 11 марок сталей хромистых, сернистоселенистых, сернисто-марганцовистых, содержащих свинец, легированных, содержащих свинец, сравнительно мало употребляемых при изготовлении автомобильных деталей.

Глава 3. КОНСТРУКЦИОННЫЕ СТАЛИ

Конструкционные стали широко применяются при производстве и восстановлении автомобильных деталей, изготовлении нестандартного оборудования и приспособлений.

Широко распространены как углеродистые, так и легированные стали преимущественно в обоих случаях мало- и среднеуглеродистые.

§ 1. УГЛЕРОДИСТЫЕ СТАЛИ

Углеродистые конструкционные стали (табл. 15), применяемые в автостроении и авторемонтном производстве, можно подразделить на стали обыкновенного качества (ГОСТ 380—71), качественные углеродистые стали (ГОСТ 1050—74) и стали специального назначения. К последним можно отнести: углеродистые стали повышенной и высокой обрабатываемости резанием (ГОСТ 1414—75), стали пониженной прокаливаемости (по техническим условиям автомобильной промышленности), легированные стали для отливок и углеродистые рессорно-пружинные стали.

Стали обыкновенного качества подразделяются на группы А, Б и В. (табл. 16). Основные механические характеристики сталей групп А и В приводятся в табл. 17, а химический состав сталей Б и В в табл. 18. Стали обыкновенного качества применяются для изготовления малонагруженных автомобильных деталей и нормалей, изготовления приспособлений и нестандартного оборудования в ремонтном производстве.

Углеродистые конструкционные стали повышенной и высокой обрабатываемости резанием (табл. 19) благодаря их высокой технологичности широко применяются при массовом производстве деталей, в частности в отечественном автомобилестроении при использовании автоматического станочного оборудования.

Нормируемые показатели для сталей обыкновенного качества*
(ГОСТ 380—71)

Таблица 16

Группа сталей	Категория сталей	Марки сталей (всех степеней раскисления и с повышенным содержанием марганца)	Временное сопротивление σ_B , кгс/мм ²	Относительное удлинение δ , %	Изгиб в холодном состоянии σ_{BI} , кгс/мм ²	Предел текучести σ_T , кгс/мм ²	Ударная вязкость A_K , кгс·м/см ²	Химический состав по				
								C	Mn	P	S	As
А	1	Ст. 0—Ст. 6**	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
А	2	Ст. 0—Ст. 6**	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
А	3	Ст. 2—Ст. 6**	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
Б	1	ВСт. 0***—ВСт. 6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Б	2	ВСт. 1—ВСт. 6	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
Б	1	ВСт. 1—ВСт. 5	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
В	2	ВСт. 2—ВСт. 5	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
В	3	ВСт. 3—ВСт. 4	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
В	4, 5, 6	ВСт. 3****	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—

* Знак «+» означает, что показатель нормируется, знак «—», что не нормируется.

** Для сталей марки Ст. 6 и 6 кп в холодном состоянии не нормируется.

*** Для сталей БСт. 0 нормируется только содержание углерода, фосфора и серы.

**** Для сталей группы В нормируется ударная вязкость для категорий 4 и 5 при +20°С, для категорий 3 и 6 — после механического старения, для категории 3 — при +20°С.

Таблица 17

**Временное сопротивление и предел текучести сталей
обыкновенного качества групп А и В (ГОСТ 380—71)**

Марки сталей	Временное сопротивление σ_B , кгс/мм ²	Предел текучести σ_T , кгс/мм ² для толщин от 20 до 100 мм
Ст 0	Не менее 31	—
Ст 1кп	31—40	—
Ст 1пс, Ст 1сп	32—42	—
Ст 2кп	33—42	22—19
Ст 2пс, Ст 2сп	34—44	23—20
Ст 3кп	37—47	24—20
Ст 3пс, Ст 3сп	38—49	25—21
Ст 3пс	38—50	25—21
Ст 4кп	41—52	26—23
Ст 4пс, Ст 4сп	42—54	27—24
Ст 5пс, Ст 5сп	50—64	29—26
Ст 5пс	46—60	29—26
Ст 6пс, Ст 6сп	Не менее 60	32—30

Примечание. Остальные механические характеристики сталей групп А и В приводятся в ГОСТ 380—71; механические свойства сталей при испытании на растяжение и изгиб для сталей указанных групп совпадают.
Предел текучести указан: больше значения для толщин стали до 20 мм, меньше значения для толщин свыше 100 мм.

Химический состав сталей обыкновенного качества групп В и В (ГОСТ 380—71)

Таблица 18

Марка стали	Содержание элементов, %		
	Углерода	Марганца	Кремния
ВСт. 0	Не более 0,23	—	—
ВСт. 1	0,06—0,12	0,25—0,50	Не более 0,05 для кп 0,05—0,17 для пс 0,12—0,30 для сп
ВСт. 2	0,09—0,15	0,25—0,50	Не более 0,07 для кп 0,05—0,17 для пс 0,12—0,30 для сп
ВСт. 3	0,14—0,22	0,30—0,60	Не более 0,07 для кп 0,05—0,17 для пс 0,12—0,30 для сп
ВСт. 3пс	0,14—0,22	0,40—0,65	Не более 0,15
ВСт. 4	0,18—0,27	0,40—0,70	Не более 0,07 для кп 0,05—0,17 для пс 0,12—0,30 для сп
ВСт. 5	0,28—0,37	0,50—0,80	Не более 0,15
ВСт. 5пс	0,22—0,30	0,80—1,20	Не более 0,15
ВСт. 6	0,38—0,49	0,50—0,80	0,05—0,17 для пс 0,15—0,35 для сп

**Химический состав и механические свойства углеродистых конструкционных
сталей повышенной и высокой обрабатываемости резанием (ГОСТ 1414—75)**

Группа сталей	Марка сталей	Химический состав, %						Механические свойства			
		Углерод	Кремний	Марганец	Сера, не более	Фосфор, не более	Другие хими- ческие эле- менты	Временное сопротивле- ние σ_B , кгс/мм ²	Предел текуче- сти σ_T , кгс/мм ²	Относи- тельное удлинение δ_5 , %	Твердость по Бринеллю HB, не более
Углеро- дистая серни- стая	A11	0,07—0,15	Не более 0,10	0,80—1,20	0,15—0,25	Не более 0,10	—	42—50	40	22	160—207
	A12	0,08—0,16	0,15—0,35	0,70—1,00	0,08—0,20	0,08—0,15	—	42—52	—	22	160—217
	A20	0,17—0,24	0,15—0,35	0,70—1,00	0,08—0,15	Не более 0,06	—	46—54	—	20	168—217
	A30	0,27—0,35	0,15—0,35	0,70—1,00	0,08—0,15	Не более 0,06	—	52—55	—	15	185—217
	A35	0,32—0,40	0,15—0,35	0,70—1,00	0,08—0,15	Не более 0,06	—	52—58	—	15	201—229
	A40Г	0,37—0,45	0,15—0,35	1,20—1,55	0,18—0,30	Не более 0,05	—	60	—	14	207—240
Углеро- дистая свинец содержа- щая	AC40	0,37—0,45	0,17—0,37	0,50—0,80	Не более 0,04	Не более 0,04	Хром не более 0,25, никель, не более 0,25, свинец 0,15—0,30	58	34	19	187—197
	A35E	0,32—0,40	0,17—0,37	0,50—0,80	0,06—0,12	Не более 0,04	Хром, никель и медь, не более 0,25, селен 0,04—0,10	54	32	20	187
Углеро- дистая серни- стоселе- нистая	A45E	0,42—0,50	0,17—0,37	0,50—0,80	0,06—0,12	Не более 0,04	—	61	36	16	197—207

Примечание. Кроме приведенных в таблице углеродистых сталей, ГОСТ 1414—75 предусматривает 11 марок легированных сталей.

Таблица 20

Химический состав и твердость автомобильных сталей пониженной прокаливаемости, изготовляемых согласно ТУ [5; 7]

Марка стали	Химический состав, %								Поверхностная твердость после закалки и отпуска, НВ
	Углерод	Марганец	Кремний	Хром, не более	Никель, не более	Алюминий, не более	Селен, не более	Сера, не более	Фосфор, не более
53ПП	0,52—0,63	0,12—0,25	0,10—0,35	0,04—0,12	—	—	0,04	0,04	57—60, глупина слоя до 0,8 мм
НПРА	0,52—0,60	0,20—0,35	0,10—0,30	0,15	0,15	0,10	0,04	0,04	58—61
50П1А	0,46—0,53	0,05—0,07	0,15—0,18	0,07	0,08	Си не более 0,03	Тi 0,06—0,14	0,03	52—62, глупина слоя 0,7—1,5 мм

Преимуществом специальных сталей пониженной прокаливаемости, разработанных на предприятиях автомобильной промышленности (табл. 20), является возможность обеспечения высокой поверхностной твердости деталей при сохранении вязкой сердцевины металла в результате обычной объемной закалки. Технологические свойства перечисленных выше групп сталей приводятся в табл. 21.

В табл. 22, 23, 24 приводятся химический состав и механические свойства качественных углеродистых сталей. Эти стали широко распространены в автомо-

Таблица 21

Технологические свойства сталей обыкновенного качества и специального назначения, применяемых в автомобилестроении, на автомобильных и автотранспортных предприятиях [8; 7], (ГОСТ 1414—75)

Марка стали	Основная область применения	Распространенные виды термической обработки	Свариваемость**	Механическая обработка (коэффициент обработки при резцов, из	
				стали Р18	сплав Т5К10
Ст. 0*, Ст. 1	Оржадения, арматура, анкерные болты, сварные соединения	Без обработки	Хорошая всеми способами	1,75***	2,10***
Ст. 2, Ст. 3, Ст. 4	Неответственные соединения, болты, гайки, заклепки, сварные конструкции, мадонатруженные детали, детали, работающие на износ с невысокими требованиями прочности	Без обработки или цементации (или цинирования), закалка и низкотемпературный отпуск	Хорошая всеми способами, Ст. 4 характеризуется ограниченной свариваемостью	1,60—1,65	1,50—1,70

Продолжение табл. 21

Марка стали	Основная область применения	Распространенные виды термической обработки	Свариваемость**	Механическая обработка (коэффициент обработки при резцов из
Ст. 5	Детали и нормалки, воспринимающие небольшие нагрузки (арматура, болты, гайки, тип, осн и др.)	Без обработки или закалка и низкотемпературный отпуск	Ограниченная свариваемость ввиду, под слоем флюса и в среде CO ₂ рекомендуется подогрев и последующая термическая обработка (высокий отпуск, нормализация)	1,20 1,15
Ст. 6	Детали средне-нагруженные (шпонки, клинья, тип, осн, валы, пружины)	Обычно закалка и низкотемпературный отпуск	Вручную весьма затруднена, ограниченная свариваемость контактным способом	0,90—0,95 0,90—0,95
А11, А12, А20	Детали и нормалки с высокими требованиями к точности размеров или чистоте обработки (болты, гайки, винты, пробки, сухари, ролинки, шпундера, седла, осн и др.)	Без обработки, или (чаще) цементации, или цинирования, закалка и низкотемпературный отпуск	В связи со специфичной изготавляемых деталей сварка обычно не применяется	Очень хорошая благодаря значительному содержанию серы и фосфора (легко отделяемая, короткая, ломкая стружка, хороший отвод тепла)
А30, А35, А40Т, А35Е, А45Е	Детали и нормалки, работающие при повышенных нагрузках (болты, винты, гайки, осн, ходовые винты металлорежущих станков)	Без обработки, или, старение***, цементация или цинирование, закалка и низкотемпературный отпуск	То же	То же

Марка стали	Основная область применения	Распространенные виды термической обработки	Свариваемость**	Механическая прочность (коэффициент обр. работоспособности при использовании резцов, из	
				стали Р18	сплав Т5К10
55ПД, НИПРА, 50ПД11	Детали, работающие на износ и подверженные действию значительных нагрузок (шпиндели, шестерни, крестовины дифференциала, коромысла клапанов)	Закалка обильная и низкотемпературный отпуск или при индукционном нагреве*****	Весьма затруднена	—	—

* Стали обыкновенного качества группы В обычно применяют для тех же целей, что и стали соответствующих марок группы А.

Материалы для сварки и наплавки приведены в гл. 5 настоящего справочника.

*** За единицу обрабатываемости принимают обрабатываемость стали 45.

Старение обычно проводят по режиму: нагрев до 160—180°С, выдержка 10 ч. Для ответственных деталей станков режим применяют следующий: после предварительной обработки — нагрев до 560°С, выдержка 7—8 ч; после окончательной обработки — нагрев до 160—170°С, выдержка 36 ч.

**** Благодаря пониженной прокаливаемости стали даже при обильной закалке, или сквозном индукционном прогреве при твердости поверхностного слоя, равной НКС 55—62, сохраняется вязкая сердцевина (твердость НКС 25—30).

Таблица 22

Химический состав и механические свойства низкоуглеродистых качественных сталей (ГОСТ 1050—74)

Марка стали	Химический состав, %			Механические свойства нормализованной стали				
	Углерод	Кремний	Марганец	Временное сопротивление σ_B , кгс/мм ²	Предел текучести σ_T , кгс/мм ²	Относительное удлинение δ_5 , %	Ударная вязкость A_K , кгс·м/см ²	Твердость НВ, не более
05кп	Не более 0,06	Не более 0,03	Не более 0,04	—	—	—	—	—
08кп	0,05—0,11	0,05—0,17	0,25—0,50	33	20	33	—	131
08кпс	0,05—0,11	0,05—0,17	0,35—0,65	33	20	33	—	131
10кп	0,05—0,12	0,17—0,37	0,35—0,65	33	20	33	—	131
10кпс	0,07—0,14	0,05—0,17	0,35—0,65	34	21	31	—	143
10кп	0,07—0,14	0,17—0,37	0,35—0,65	34	21	31	—	143
15кп	0,12—0,19	0,17—0,37	0,35—0,65	38	23	27	—	149
15кпс	0,12—0,19	0,17—0,37	0,35—0,65	38	23	27	—	149
20кп	0,17—0,24	0,05—0,17	0,35—0,65	42	25	25	—	163
20кпс	0,17—0,24	0,17—0,37	0,35—0,65	42	25	25	—	163
25	0,22—0,30	0,17—0,37	0,50—0,80	46	28	23	9	170

Примечание. По степени раскисления стали обозначают: кипящую — кп, полуспокойную — пс, спокойную — без индекса.

Содержание фосфора для всех сталей не более 0,035, серы не более 0,04, никеля и меди не более 0,25.

Химический состав и механические свойства среднеуглеродистых качественных сталей (ГОСТ 1050—74) Таблица 23

Марка стали	Химический состав, %*			Механические свойства нормализованной стали				
	Углерод	Кремний	Марганец	Никель и медь, не более	Временное сопротивление σ_B , кгс/мм ²	Предел текучести σ_T , кгс/мм ²	Относительное удлинение δ_5 , %	Ударная вязкость A_K , кгс·м/см ²
30	0,27—0,35	0,17—0,37	0,50—0,80	0,25	50	30	21	8
35	0,32—0,40	0,17—0,37	0,50—0,80	0,25	54	32	20	7
40	0,37—0,45	0,17—0,37	0,50—0,80	0,25	58	34	19	6
45	0,42—0,50	0,17—0,37	0,50—0,80	0,25	61	36	16	5
5	0,47—0,55	0,17—0,37	0,50—0,80	0,25	64	38	14	4
55	0,52—0,60	0,17—0,37	0,50—0,80	0,25	66	39	13	—
58 (55ПД)	0,55—0,63	0,10—0,30	Нз 60, не 0,20	0,15	—	—	—	229

* Содержание фосфора для всех сталей не более 0,035, серы не более 0,04, хрома не более 0,25.

бильной промышленности для изготовления ответственных автомобильных деталей, а также в ремонтном производстве при изготовлении приспособлений и нестандартного оборудования. В табл. 25 приводятся технологические свойства углеродистых качественных сталей, а в табл. 26 — примеры применения наиболее распространенных марок углеродистых сталей различных групп для изготовления автомобильных деталей и нормалей, а также ремонтного оборудования.

Химический состав и механические свойства высокоуглеродистых качественных сталей (ГОСТ 1050—74) Таблица 24

Марка стали	Химический состав, %		Механические свойства			
	Углерод	Марганец	Временное сопротивление σ_B , кгс/мм ²	Предел текучести σ_T , кгс/мм ²	Относительное удлинение δ_5 , %	Твердость Нормализованной стали, НВ, не менее
60	0,57—0,65	0,50—0,80	69	41	12	229
65	0,62—0,70	0,50—0,80	71	42	10	229
70	0,67—0,75	0,50—0,80	73	43	9	229
75	0,72—0,80	0,50—0,80	110	90	7	229
80	0,77—0,85	0,50—0,80	110	95	6	241
85	0,82—0,90	0,50—0,80	115	100	6	241
60Г	0,57—0,65	0,70—1,00	71	42	11	255
65Г	0,62—0,70	0,90—1,20	75	44	9	229
70Г	0,67—0,75	0,90—1,20	80	46	8	229

Примечание. Для сталей 75, 80 и 85 механические свойства указаны после закалки и отпуска. Для остальных сталей — после нормализации. Содержание фосфора для всех сталей не более 0,035, серы не более 0,04, никеля и меди — не более 0,25, кремния 0,17—0,37.

Технологические свойства углеродистой качественной стали [8; 7]
(ГОСТ 1050-74)

Марка стали	Распространенные виды термической обработки		Свариваемость ²	Механическая обрабатываемость (коэффициент обрабатываемости ²) при использовании резцов из	
	Заготовки	Детали		стали Р18	сплав Т5К10
05кп, 08кп, 10кп, 08пс, 10пс	Обычно не подвергается	Обычно не подвергается	Хорошая всеми способами	1,50—1,65	2,10
08, 10	То же	Без обработки или цементации (цианирование) с закалкой и низкотемпературным отпуском ¹	То же, кроме деталей, подвергнутых химико-термической обработке	1,50—1,65	2,10
15кп, 20кп, 15пс, 20пс	Без обработки или нормализация	Без обработки или цементации (цианирование), закалка и низкотемпературный отпуск	То же	1,60—1,65	1,50—1,70
15, 20, 25	То же	Без обработки или цементации (цианирование), закалка и низкотемпературный отпуск	"	1,25—1,65	1,30—1,70
80 и 35	Без обработки, нормализация или отпуск	Без обработки, или закалка и низкотемпературный отпуск до НРС 30—40, или цементация, закалка и отпуск	Вполне удовлетворительная	1,00—1,10	1,05—1,20
40 и 45	Нормализация или отпуск	Без обработки, или закалка и низкотемпературный отпуск до НРС 40—50, или закалка с нагревом ТВЧ до НРС 53—60	Ограниченная, рекомендуется подогрев и последующая термическая обработка (высокий отпуск, нормализация, отпуск, улучшение)	1,00	1,00—1,40

Продолжение табл. 25

Марка стали	Распространенные виды термической обработки		Свариваемость ²	Механическая обрабатываемость (коэффициент обрабатываемости ²) при использовании резцов из	
	Заготовки	Детали		стали Р18	сплав Т5К10
50 и 55	Нормализация с отпуском или улучшение	Закалка и низкотемпературный отпуск или закалка с нагревом ТВЧ до НРС 57—62	Свариваемость затруднена, необходимы подогрев и последующая термическая обработка	0,65—0,85—0,70—1,03	
60, 65, 70, 75, 80, 85, 60Л, 65Л, 70Л	Нормализация и отпуск	Закалка и отпуск, закалка с нагревом ТВЧ до НРС 60—64	Вручную весьма затруднена, ограниченная свариваемость контактным способом	0,55—0,60—0,65—0,70	

¹ Крупные и средние детали подвергают газовой цементации или газовой цианировке (интродуцированию), мелкие детали — цианированию в ваннах.
² Материалы для сварки и наплавки углеродистых сталей приведены в гл. 5 настоящего свода.

³ За единицу обрабатываемости принята обрабатываемость стали 45.

Наиболее распространенные в автомобилестроении и авторемонтном производстве конструкционные углеродистые стали и детали, изготавливаемые из них [1, 5, 7]

Таблица 26

Марка стали	Изготавливаемые детали и нормы
Ст.2, Ст.3, Ст.4 А12, А20	Плоские шайбы, пластины крепления глушителя, хомуты рессор, петли кузовов, различные малонагруженные нормалли, детали приспособлений, нестандартное оборудование Гайки шестипранные и квадратные, шпифты, штуцера, пробки, стопоры, сухари ползунов, коробки передач, гайки колесные, валки различные малонагруженные

Марка стали

Изготавливаемые детали и нормы

Стали пониженной прокаливаемости

50ПТА (коромысло клапана ЗИЛ-130), 55ПТ, 60ПТ (ведущая цилиндрическая, шестерня главной передачи ЗИЛ-130, ведомая коническая шестерня ГАЗ-53А, вал ведомый ГАЗ-53А, НИПТА (шестерни полуоси, крестовины дифференциала)

Сталь 08, 08 кп, Сталь 10

Корпусы стеклоподъемников и дверных замков, кожуха системы охлаждения, брызговики двигателя, дверки кабины, крылья, глушители, щитки радиатора, панели капота, корпуса воздушного фильтра, детали кабин и кузовов, кронштейны, крышки клапанных механизмов, прокладки регулировочные, маслоотражатели, гайки, шурупы, детали приспособлений нестандартного оборудования

Сталь 15, 15кп

Диски колес легковых автомобилей, пальцы и оси различные, болты и винты с крупной, полукруглой, цилиндрической, потайной и другими головками

Сталь 20, 20 кп

Валы и червяки рулевого управления, валы управления коробкой передач, тросы стеклоподъемников, бамперы, детали рычага ручного тормоза, вилки переключения передач, карданные валы, вкладыши рулевых тяг, рычаги переключения передач, кронштейны различные, тросы управления карбюратором и другие детали

Сталь 30, Сталь 35

Фланцы и вилки карданные, шестерни коленчатого вала, шестерни масляного насоса, корпус гидродинамический опорокидывающих устройств автомобилей, бамперов, гильзы выжимные гидроподъемников, буксирные крюки, вилки переключения передач, шпильки колес, болты шестигранные разные, детали нестандартного оборудования

Сталь 40, Сталь 45, Сталь 50

Валы коленчатые двигателя и компрессора, распределительные валы, поршневые пальцы, полуоси некоторых марок легковых автомобилей, оси шестерен заднего хода, шкворни поворотных цапф, вилки скользящие и другие карданного вала, венды маховиков, разжимные кулаки тормозных колодок штатные толкатели, шпильки головки цилиндров и другие детали

Сталь 50, Сталь 60

Ведомые диски сцепления

Сталь 60 Г, Сталь 65 Г

Упорные кольца водяных насосов, фланцы упорные распределительного вала, пружины сцепления, пружины рулевых тяг, ведомые диски сцепления, пружины клапанов термостата и редукционных клапанов, шайбы пружинные различных типов, кольца стопорные и другие детали и нормы

§ 2. ЛЕГИРОВАННЫЕ И НИЗКОЛЕГИРОВАННЫЕ СТАЛИ

Для изготовления автомобильных деталей широко применяют большое количество марок малоуглеродистых легированных и низколегированных сталей, предусмотренных ГОСТ 4543-71 и ГОСТ 19282-73. Наряду с этим иногда применяют легированные стали, не включенные в настоящее время в ГОСТы и производящиеся по ТУ заводов автомобильной промышленности. Их область применения при производстве автомобильных деталей и характеристиках состав, в табл. 31 и 32 — основные механические и технологические свойства легированных сталей. Легированные стали, как правило, подвераются термической или химико-термической обработке. В табл. 33, 34 и 35 приводятся распространенные материалы, используемые при термической обработке. При производстве автомобильных деталей иногда допускается замена одних марок сталей другими. В табл. 36 приводятся возможные варианты замены наиболее распространенных марок углеродистых и легированных сталей.

Таблица 27
Наиболее распространенные конструкционные легированные и низколегированные стали, применяемые в автомобилестроении и авторемонтном производстве, и детали, изготавливаемые из них [1; 5; 7]

Группа сталей	Марка сталей	Изготавливаемые детали	Термическая обработка
Хромистая	15Х, 15ХА, 20Х	Поршневые пальцы, толкатели, крестовины кардана, распределительный вал и коромысло двигателей автомобилей ЗАЗ и другие детали	Цементация, закалка, низкотемпературный отпуск
	30Х, 35Х, 40Х, 38ХА	Шатуны, валы и шестерни коробки передач, болты шатунов и крепления маховика, шпильки наконечники карданных валов, рулевые сошки, рулевые червяки, валы рулевой сошки, цапфы поворотные, рулевые рычаги, каретки синхронизаторов	1. Улучшение, поверхностная закалка 2. Цанпирование, закалка, низкотемпературный отпуск 3. Улучшение
Марганцовистая	45Г2, 40Г	Шатуны, полуоси, вилки переключения передач	Улучшение
Хромомарганцевая	18ХГТ, 25ХГТ, 30ХГТ, 25ХГМ	Шестерни полуосей, сателлиты, конические и цилиндрические шестерни главной передачи, валы и шестерни коробки передач, крестовины дифференциала, валы рулевой сошки, кулаки шарнира переднего ведомого моста	Цементация или цанпирование, закалка, низкотемпературный отпуск
Хромоникелевая	20ХНЗА, 20Х2Х4А, 12ХНЗА	Конические шестерни главной передачи, шестерни полуосей, сателлиты, крестовины дифференциала, шестерни и валы коробки передач и раздаточных коробок больших грузовых автомобилей, поршневые пальцы, ролики вала рулевой сошки	Цементация, закалка, низкотемпературный отпуск

Группа стали	Марка стали	Изготавливаемые детали	Термическая обработка
Хромомарганцово-никелевая с титаном и бором	20ХГНР, 15ХГН2ТА	Вал ведомый коробок передач автомобилей ЗАЗ; валы шестерни, каретки синхронизаторов коробок передач автомобилей МАЗ-500 и МАЗ-500А; конические шестерни главной передачи автомобилей ЗАЗ; крестовины кардана больших грузовых автомобилей; шестерни полуоси и другие детали	Цементация, закалка, низкотемпературный отпуск
Хромоникельмолибденовая	20ХН2М	Конические шестерни главной передачи (ГАЗ-24, ГАЗ-53А, ГАЗ-66, «Москвич-412»), шестерни полуоси, сателлиты, червяки рулевого управления и другие детали	То же
Хромомало-миниевая и хромо-алюминиевая с молибденом	38Х2Ю, 38Х2МЮА	Плунжеры топливной аппаратуры, иглы форсунок	Азотирование, закалка, высокий отпуск
Хромомарганцово-никельмолибденовая	20ХГНМ (19ХГН)	Валы, шестерни, каретки, синхронизаторов коробок передач и конические шестерни главных передач автомобилей ВАЗ	Химико-термическая обработка, закалка, низкотемпературный отпуск
Бористая	40ХГНМ, 40Р, 45РГ*	Рычаги рулевого управления, поворотные цапфы Шатуны, полуоси	Улучшение 1. Улучшение 2. Улучшение, закалка
Хромованадиевая	40ХФА, 50ХФА	Пружинные клапанов, пластин торсионов автомобилей ЗАЗ	То же
Хромоникелевая	40ХН	Шатунные болты, болты маховика, шаровые пальцы редней подвески	1. Улучшение 2. Улучшение, закалка ТВЧ
Никельгравированные стали	14Г, 09Г2, 14Г2, 12ГС, 17ГС, 19ХГС, 10ХСНД	Продольные и поперечные балки автомобильных рам грузовых автомобилей, металлические кузова самосвалов, балки задних мостов и другие детали	1. Без обработки 2. Нормализация

* Марки стали 40Р и 45РГ по ТУ автомобильных заводов.

Химический состав легированных конструкционных хромистых, марганцовистых, хромомарганцовых и хромокремневых сталей (ГОСТ 4543-71)

Таблица 28

Группа стали	Марка стали	Содержание элементов, %					Другие легирующие элементы
		Углерод	Кремний	Марганец	Хром		
Хро-мис-тая	15Х	0,12-0,18	0,17-0,37	0,40-0,70	0,70-1,00	—	—
	15ХА	0,12-0,17	0,17-0,37	0,40-0,70	0,70-1,00	—	—
	20Х	0,17-0,23	0,17-0,37	0,50-0,80	0,70-1,00	—	—
	30Х	0,24-0,32	0,17-0,37	0,50-0,80	0,80-1,10	—	—
	30ХРА	0,27-0,33	0,17-0,37	0,50-0,80	1,00-1,30	—	—
	35Х	0,31-0,39	0,17-0,37	0,50-0,80	0,80-1,10	—	—
	38ХА	0,35-0,42	0,17-0,37	0,50-0,80	0,80-1,10	—	—
	40Х	0,36-0,44	0,17-0,37	0,50-0,80	0,80-1,10	—	—
	45Х	0,41-0,49	0,17-0,37	0,50-0,80	0,80-1,10	—	—
	50Х	0,46-0,54	0,17-0,37	0,50-0,80	0,80-1,10	—	—
Мар-ганцо-вистая	15Г	0,12-0,19	0,17-0,37	0,70-1,00	—	—	—
	20Г	0,17-0,37	0,17-0,37	0,70-1,00	—	—	—
	25Г	0,22-0,30	0,17-0,37	0,70-1,00	—	—	—
	30Г	0,27-0,35	0,17-0,37	0,70-1,00	—	—	—
	35Г	0,32-0,40	0,17-0,37	0,70-1,00	—	—	—
	40Г	0,37-0,45	0,17-0,37	0,70-1,00	—	—	—
	45Г	0,42-0,50	0,17-0,37	0,70-1,00	—	—	—
	50Г	0,48-0,56	0,17-0,37	0,70-1,00	—	—	—
	10Г2	0,07-0,15	0,17-0,37	1,20-1,60	—	—	—
	30Г2	0,26-0,35	0,17-0,37	1,40-1,80	—	—	—
Хро-момар-ганцо-вая	35Г2	0,31-0,39	0,17-0,37	1,40-1,80	—	—	—
	40Г2	0,36-0,44	0,17-0,37	1,40-1,80	—	—	—
	45Г2	0,41-0,49	0,17-0,37	1,40-1,80	—	—	—
	50Г2	0,46-0,55	0,17-0,37	1,40-1,80	—	—	—
	18ХГ	0,15-0,21	0,17-0,37	0,90-1,20	0,90-1,20	—	—
	18ХГТ	0,17-0,23	0,17-0,37	0,80-1,10	1,00-1,30	—	—
	20ХГР	0,18-0,24	0,17-0,37	0,70-1,00	0,75-1,05	Титан 0,03-0,09	—
	27ХГР	0,25-0,31	0,17-0,37	0,70-1,00	0,70-1,00	—	—
	25ХГТ	0,22-0,29	0,17-0,37	0,80-1,10	1,00-1,30	Титан 0,03-0,09	—
	30ХГТ	0,24-0,32	0,17-0,37	0,80-1,10	1,00-1,30	Титан 0,03-0,09	—
Хро-мо-крем-ниевая	40ХГТР	0,38-0,45	0,17-0,37	0,70-1,00	0,80-1,10	Титан 0,03-0,09	—
	35ХГФ	0,31-0,38	0,17-0,37	0,95-1,25	1,00-1,30	Ванадий 0,06-0,12	—
	25ХГМ	0,23-0,29	0,17-0,37	0,90-1,20	0,90-1,20	Молибден 0,20-0,30	—
	33ХС	0,29-0,37	1,00-1,40	0,30-0,60	1,30-1,60	—	—
	38ХС	0,34-0,42	1,00-1,40	0,30-0,60	1,30-1,60	—	—
	40ХС	0,37-0,45	1,20-1,60	0,30-0,60	1,30-1,60	—	—

Примечание. В зависимости от химического состава и свойств легированные конструкционные стали делятся на следующие категории: качественные, высококачественные (обозначаются буквой Ш, например 30ХГШ), особо высококачественные (обозначаются буквой С, например 30ХГС).

Допустимое содержание в конструктивных, высококачественных и особо высококачественных сталях соответственно: фосфора 0,035, 0,025 и 0,025%; серы 0,035, 0,025 и 0,015%; меди 0,30, 0,20 и 0,25%; никеля у всех трех категорий 0,30%. В сталях, содержащих в обозначении марки букву Р, бор вводился по расчету (без учета утрат) в количестве не более 0,005%.

Таблица 29

Химический состав легированных конструкционных хромомолибденовых, хромомолибденованадиевых, хромованадиевых, никельмолибденовых, хромокремнемарганцовых, хромокремнемарганцовоникелевых и хромоалюминиевых сталей (ГОСТ 4543—71)

Группа сталей	Марка стали	Содержание элементов, %						
		Углерод	Кремний	Марганец	Хром	Никель	Молибден	Ванадий
Хромомолибденовая и хромомолибденованадиевая	15ХМ	0,11—0,18	0,17—0,37	0,40—0,70	0,80—1,10	—	0,40—0,55	—
	20ХМ	0,15—0,25	0,17—0,37	0,40—0,70	0,80—1,10	—	0,15—0,25	—
	30ХМ	0,26—0,34	0,17—0,37	0,40—0,70	0,80—1,10	—	0,15—0,25	—
	30ХМА	0,26—0,33	0,17—0,37	0,40—0,70	0,80—1,10	—	0,15—0,25	—
	35ХМ	0,32—0,40	0,17—0,37	0,40—0,70	0,80—1,10	—	0,15—0,25	—
	38ХМ	0,35—0,42	0,17—0,37	0,35—0,65	0,90—1,30	—	0,20—0,30	—
	30ХЗМФ	0,27—0,34	0,17—0,37	0,30—0,60	2,30—2,70	—	0,20—0,30	0,06—0,12
	40ХМФА	0,37—0,44	0,17—0,37	0,40—0,70	0,80—1,10	—	0,20—0,30	0,10—0,18
Хромованадиевая	15ХФ	0,12—0,18	0,17—0,37	0,40—0,70	0,80—1,10	—	—	0,06—0,12
	40ХФА	0,37—0,44	0,17—0,37	0,50—0,80	0,80—1,10	—	—	0,10—0,18
	15Н2М	0,10—0,18	0,17—0,37	0,40—0,70	—	1,50—1,90	0,20—0,30	—
	(15НМ)							
Никельмолибденовая	20Н2М	0,17—0,25	0,17—0,37	0,40—0,70	—	1,50—1,90	0,20—0,30	—
	(20НМ)							
	20ХГСА	0,17—0,23	0,90—1,20	0,80—1,10	0,80—1,10	—	—	—
	25ХГСА	0,22—0,28	0,90—1,20	0,80—1,10	0,80—1,10	—	—	—
Хромокремнемарганцовая и хромокремнемарганцовоникелевая	30ХГС	0,28—0,35	0,90—1,20	0,80—1,10	0,80—1,10	—	—	—
	30ХГСА	0,28—0,34	0,90—1,20	0,80—1,10	0,80—1,10	—	—	—
	35ХГСА	0,32—0,39	1,10—1,40	0,80—1,10	1,10—1,40	—	—	—
	30ХГСН2А (30ХГСНА)	0,27—0,34	0,90—1,20	1,00—1,30	0,90—1,20	1,40—1,80	—	—
Хромоалюминиевая и хромоалюминиевая с молибденом	38Х2Ю (38ХЮ)	0,35—0,43	0,20—0,40	0,20—0,50	1,50—1,80	—	—	Алюминий 0,50—0,80
	38Х2МЮА (30ХМЮА)	0,35—0,42	0,20—0,45	0,30—0,60	1,35—1,65	—	0,15—0,25	Алюминий 0,70—1,10

Примечание. Обозначения качественных, высококачественных и особо высококачественных сталей, а также содержание в них фосфора, серы, меди и никеля см. в примечании к табл. 28. В скобках приведены обозначения марок сталей, соответствующие ранее действовавшему ГОСТ 4543—61 или техническим условиям.

Таблица 30

Химический состав легированных конструкционных хромоникелевых, хромомарганцовоникелевых, хромоникельмолибденовых, хромоникельмолибденованадиевых и хромоникельванадиевых сталей (ГОСТ 4543—71)

Группа сталей	Марка стали	Содержание элементов, %				
		Углерод	Марганец	Хром	Никель	Молибден
Хромоникелевая и хромоникелевая с бором	20ХН	0,17—0,23	0,40—0,70	0,45—0,75	1,00—1,40	—
	40ХН	0,36—0,44	0,50—0,80	0,45—0,75	1,00—1,40	—
	45ХН	0,41—0,49	0,50—0,80	0,45—0,75	1,00—1,40	—
	50ХН	0,46—0,54	0,50—0,80	0,45—0,75	1,00—1,40	—
	20ХНР	0,16—0,23	0,60—0,90	0,70—1,10	0,80—1,10	—
	12ХН2	0,09—0,16	0,30—0,60	0,60—0,90	1,50—1,90	—
	12ХН3А	0,09—0,16	0,30—0,60	0,60—0,90	2,75—3,15	—
	20ХН3А	0,17—0,24	0,30—0,60	0,60—0,90	2,75—3,15	—
	30ХН3А	0,27—0,33	0,30—0,60	0,60—0,90	2,75—3,15	—
	12ХН4А	0,09—0,15	0,30—0,60	1,25—1,65	3,25—3,65	—
	20ХН4А	0,16—0,22	0,30—0,60	1,25—1,65	3,25—3,65	—
	15ХН2ТА (15ХНТА)	0,13—0,18	0,70—1,00	0,70—1,00	1,40—1,80	—
	20ХНТР	0,16—0,23	0,70—1,00	0,70—1,00	0,80—1,10	—
	20ХНТР	0,18—0,24	0,80—1,10	0,40—0,70	0,40—0,70	—
Хромомарганцовоникелевая и хромомарганцовоникелевая с титаном и бором	38ХН1	0,35—0,43	0,80—1,10	0,50—0,80	0,70—1,00	—
	14ХН3МА	0,12—0,17	0,30—0,60	1,50—1,75	2,75—3,15	0,20—0,30
	20ХН2М (20ХНМ)	0,15—0,22	0,40—0,70	0,40—0,60	1,60—2,00	0,20—0,30
	30ХН2МА (30ХНМА)	0,27—0,34	0,30—0,60	0,60—0,90	1,25—1,65	0,20—0,30
	38ХН2МА (38ХНМА)	0,33—0,40	0,25—0,50	1,30—1,70	1,30—1,70	0,20—0,30
	40ХН2МА (40ХНМА)	0,37—0,44	0,50—0,80	0,60—0,90	1,25—1,65	0,15—0,25
	40ХН2МА (40ХН1ВА)	0,35—0,42	0,30—0,60	1,25—1,65	1,35—1,75	0,20—0,30
	38ХН3МА	0,33—0,40	0,25—0,50	0,80—1,20	2,75—3,25	0,20—0,30
	18ХН4МА (18ХН4ВА)	0,14—0,20	0,25—0,55	1,35—1,65	4,00—4,40	0,30—0,40
	25ХН4МА (25ХН4ВА)	0,21—0,28	0,25—0,55	1,35—1,65	4,00—4,40	0,30—0,40
	30ХН2МФА (30ХН2БФА)	0,27—0,34	0,30—0,60	0,60—0,90	2,00—2,40	0,20—0,30
	36ХН2МФА (36ХН1МФА)	0,33—0,40	0,25—0,50	1,30—1,70	1,30—1,70	0,20—0,30
	38ХН3МФА	0,33—0,40	0,25—0,50	1,20—1,50	3,00—3,50	0,35—0,45
	45ХН2МФА (45ХНМФА)	0,42—0,50	0,50—0,80	0,80—1,10	1,30—1,80	0,20—0,30
Хромоникельмолибденовая и хромоникельванадиевая	20ХН4ФА	0,17—0,24	0,25—0,55	0,70—1,10	3,75—4,15	—

Примечание. Обозначения качественных, высококачественных и особо высококачественных сталей, а также содержание в них фосфора, серы, меди и никеля см. в примечании к табл. 28.

Содержание кремния во всех приведенных сталях составляет 0,17—0,37%; в сталях согласно обозначениям их марки, содержащим ванадий и титан, количественные отношения этих элементов соответствуют: первого 0,10—0,18%, второго 0,03—0,09%.

Таблица 31
Механические свойства конструкционных легированных сталей
(ГОСТ 4543—71)

Продолжение табл. 31

Группа сталей	Марка стали	Временное сопротивление, кгс/мм ²	Предел текучести, кгс/мм ²	Относительное удлинение, %	Ударная вязкость, кгс·м/см ²	Твердость по Бринеллю, НВ, не более
Хромистая	15Х	70	50	12	7	207
	15ХА	70	50	12	6,0	217
	20Х	80	65	12	4,5	229
	30Х	90	70	11	5	229
	30ХГ	160	130	12	6	256
	30ХГФА	160	130	9	4	241
	35Х	93	75	11	7	241
	38ХА	95	80	11	8	197
	40Х	100	80	12	7	229
	45Х	105	85	10	7	207
Мартеновская	50Х	110	90	9	5	207
	15Г	42	25	26	—	163
	20Г	46	28	24	—	179
	25Г	50	30	22	—	197
	30Г	55	32	20	—	197
	35Г	57	34	18	—	207
	40Г	60	36	17	—	207
	45Г	63	38	15	—	229
	50Г	66	40	13	—	229
	10Г2	43	25	22	4	197
Хромомарганцевая	20Г2	60	35	15	—	207
	30Г2	63	37	13	—	207
	40Г2	67	39	12	—	217
	45Г2	70	41	11	—	229
	50Г2	75	43	11	—	229
	15ХГ	90	75	10	—	157
	18ХГ	100	80	9	—	217
	20ХГ	100	80	9	—	217
	25ХГ	140	120	8	—	217
	30ХГ	150—120	110—100	10—9	7—6	217
Хромоникелевая	40НГ	150	130	9	—	229
	35ХГФ	100	80	11	—	229
	25ХГМ	120	110	14	—	207
	38ХС	90	70	13	8	241
	38ХС	95	75	12	7	255
	40ХС	125	110	12	8,5	255
Хромоникель-титановая	20ХН	80	60	14	8	197
	40ХН	100	80	11	7	229
	45ХН	105	85	10	7	207
	50ХН	110	90	10	5	207
	20ХНР	120	110	9	9	—
	12ХН2	80	60	12	9	207
	12ХН3А	95	70	11	9	217
	20ХН3А	95	75	12	11	255
	12ХН4А	115	95	10	9	260
	20ХН4А	130	110	9	8	260
Хромомарганцевая	30ХН3А	100	80	10	8	241
	15ХГН	80	70	12	10	229
	15ХГН2А	95	75	11	10	250
	(15ХГН2А)	130	110	10	9	197
	20ХГНР	120	100	9	8	—
	20ХГНР*	110	90	10	8	—
	Хромомарганцевая и хромо-марганцевая с ксеноном и бором					
	38ХГЮ	90	75	10	8	229
	(38ХГЮ)	100	85	14	9	229
	38Х2МЮА					
Хромомарганцевая	15ХМ	45	28	21	12	179
	20ХМ	80	60	12	9	179
	30ХМ	95	75	11	8	229
	30ХМ2А	95	75	12	9	229
	35ХМ	95	85	12	8	241
	38ХМ	100	90	11	7	241
	30ХМФ	100	85	12	10	229
	40ХМФ	105	95	13	9	209
	Хромомарганцевая и хромо-марганцевая с молибденом					
	Хромомарганцевая и хромо-марганцевая с молибденом					

Группа сталей	Марка стали	Временное сопротивление σ_B , кгс/мм ²	Предел текучести σ_T , кгс/мм ²	Относительное удлинение δ , %	Ударная вязкость A_{10} , кгс·м/см ²	Твердость нормализованной стали H_B , не более
Хромована-лиевая	15ХФ 40ХФА	75 90	55 75	13 10	8 9	187 241
Никельмо-либденовая	15Н2М (15НМ) 20Н2М (20НМ)	85 90	65 70	11 10	8	197
Хромони-кельмолиб-деновая	14Х2Н3МА 20ХН2М (20ХНМ) 30ХН2МА (30ХНММ)	100 90 100	90 70 80	10 11 10	8 8 8	269 229 241
Хромолиб-деновая	38Х2Н2МА (38ХНММ) 40ХН2МА (40ХНММ) 40Х2Н2МА (40ХНММ) 38ХН3МА (38ХНММ) 18Х2Н4МА (18Х2Н4ВА) 25Х2Н4МА (25Х2Н4ВА)	110 110 110 110 110 115 110	95 95 95 95 100 85 95	12 12 10 12 12 12 4	8 8 8 8 10 10 9	269 269 265 269 269 269 269
Хромолиб-кельмолиб-деновая и хромолиб-кельмолиб-деновая	30ХН2МФА 36Х2Н2МФА (36ХНММФА) 38ХН3МФА 45ХН2МФА (45ХНММФА) 20ХН4ФА	90 120 120 145 90	80 110 110 130 70	10 12 12 7 12	9 8 8 4 10	269 269 269 269 269
Берилстая	40Р*	65	40	15	10	—

* Данные по ТУ авторских заводов.

Таблица 32

Технологические свойства легированных сталей [8; 7]

Марка стали	Распространенные виды термической обработки		Свариваемость ¹	Механическая обрабатываемость (коэффициент обрабатываемости) ² при использовании резцов, из	
	заготовки	детали		стали Р18	сплава Т5К10
Малоуглеродистые хромистые: 15Х, 20Х, 15ХА	Нормализация	Цементация, закалка, низкотемпературный отпуск	Хорошая	1,3	1,7
Среднеуглеродистые хромистые: 30Х, 35Х, 38ХА, 40Х	1. Нормализация 2. Улучшение	1. Без обработки (после улучшения) 2. Цианирование, закалка, низкотемпературный отпуск 3. Закалка ТВЧ	30Х — умеренная, остальных сталей — низкая	0,75	0,85
Марганцевые: 40Г2, 45Г2, 40Г	1. Нормализация 2. Улучшение	—	Весьма низкая	0,55	0,75
Малоуглеродистые хромо-марганцевые: 18ХГТ, 25ХГТ, 30ХГТ, 25ХГМ	Нормализация	1. Цементация, закалка, низкотемпературный отпуск 2. Цианирование (нитроцементация), закалка, низкотемпературный отпуск	Умеренная	0,9—0,6	1,0—0,75
Среднеуглеродистые бористые: 40Р, 45РП	Улучшение	1. Без обработки 2. Закалка ТВЧ	Низкая	—	—
Хромокремнистые: 33ХС, 38ХС, 40ХС	—	—	—	0,45	0,70
Хромокремнемарганцевые: 38ХГСА, 35ХГСА	1. Нормализация 2. Улучшение Нормализация	Закалка и низкотемпературный отпуск (после нормализации)	—	0,5—0,45	1,1—0,70

Марки стали	Распространенные виды термической обработки		Свариваемость ¹	Механическая обрабатываемость (коэффициент обрабатываемости) ² при использовании резцов из	
	заготовки	детали		стали Р18	сплава Т5К10
Малоуглеродистые хромо- моникелевые: 12ХН3А, 20ХН3А, 20ХН4А	Нормализация	Цементация, закалка (одинарная или двойная), низкотемпературный отпуск	Умеренная (после сварки рекомендуется отжигать)	0,75—0,45	0,85
Среднеуглеродистые хромо- моникелевые: 40ХН	1. Нормализация 2. Улучшение	1. Закалки и низкотемпературный отпуск 2. Закалка ТВЧ (в обоих случаях после нормализации)	Низкая	0,85	1,05
Хромомарганцово-никелевые с титаном и бором 15ХГН2ГА, 20ХГНР	Нормализация	Цементация, закалка, низкотемпературный отпуск	Умеренная	—	—
Никельмолибденовые: 15Н2М, 20Н2М	»	То же	Хорошая	—	—
Малоуглеродистые хромо- моникельмолибденовые 20ХН2М, 20ХНМ	»	»	Умеренная	0,8	0,9
Хромомарганцово-никель- молибденовые 20ХГНМ (19ХГН)	»	Цементация или цианирование, закалка и низкотемпературный отпуск	Умеренная (рекомендуется подогрев, а после сварки отжиг)	—	—
Хромоалюминиевые и хромо- молибденовые с молибденом: 38Х2Ю, 38Х2МОА	Улучшение	Азотирование, закалка, отпуск	Низкая	0,55	0,75
Хромованадиевые 40ХФА, 50ХФА	»	1. Без обработки 2. Закалка, отпуск	Умеренная	0,75	0,85

¹ Материалы для сварки и наплавки приведены в гл. V настоящего справочника.² За единицу обрабатываемости принята обрабатываемость стали 45.

Таблица 33

Составы газов и ванн, применяемые при химико-термической обработке стальных автомобильных деталей [5; 7]

Марка стали	Характерные детали	Оrientировочный режим термической обработки	Состав газа, ванны, охлаждающей среды	Результат термической обработки
40Х, 38ХА, 40ХН	Болты крышки шатуна, болты маховика	Улучшение. Закалка с $t=850\pm 10^\circ\text{C}$, время нагрева 10 мин, время выдержки — 5 мин. Охлаждение, промывка	Нагрев под закалку в ванне: кальцинированная сода Na_2CO_3 — 65—70%; поваренная соль NaCl — 28—31%; цианистый натрий NaCN — 1—2%	Контроль твердости, на отсутствие трещин и на разрыв (пониженная величина разрывного усилия 7000 кгс)
30ХГТ, 20ХН2М, 20ХН3А, 20ХГНР, 18ХГТ, 15Х и др.	Шестерни заднего моста, шкворни, поршневые пальцы и другие детали	Отпуск при $620\text{--}670^\circ\text{C}$, выдержка в печи — 35 мин, охлаждение Газовая цементация при $t=940\pm 10^\circ\text{C}$, время 9—12 ч	Эмульсол (водный 1,5—3% раствор Na_2CO_3 кальцинированной соды) Состав и ориентировочный расход газа: эндогаз (заполнитель пространства печи) — 20—25 м ³ /ч; городской газ — 1,5—2,0 м ³ /ч	Глубина слоя (в зависимости от времени выдержки) 1,2—1,6 мм
		Закалка с температуры подсуживания $840\pm 10^\circ\text{C}$ Низкотемпературный отпуск, охлаждение	Веретенное или трансформаторное масло На воздухе	Твердость наружной поверхности HRC 56—62

Продолжение табл. 33

Марка стали	Характерные детали	Ориентировочный режим термической обработки	Состав газа, паян. охлаждающей среды	Результат термической обработки
25ХГМ, 25ХГТ, 35Х, 20,08 и др.	Валы и шестерни корбоков передач, вилки переключения передач, опорные шайбы полуосей и сателлитов	Газовое цианирование (нитроцементация) при $t = 860 \pm 10^\circ \text{C}$, время: » валов — 9—10 ч, » шестерен 5—7 ч, » вилок и шайб 3—4 ч Закалка ступенчатая с температуры подстуживания $830 \pm 10^\circ \text{C}$ Низкотемпературный отпуск при нагреве до $t = 170\text{—}190^\circ \text{C}$, время 60 мин, охлаждение Жидкостное цианирование при $860 \pm 10^\circ \text{C}$, время нагрева 15 мин, выдержка 20 мин Закалка и промывка Отпуск при $210 \pm 10^\circ \text{C}$, время 60 мин, охлаждение	Состав и ориентировочный расход газа: эндогаз — 40—80 м ³ /ч; городской газ — 0,9—1,0 м ³ /ч; аммиак — 0,9—1,1 м ³ /ч Охлаждающая среда—веретенное или трансформаторное масло На воздухе Электродная ванна состава: кальцинированная сода Na_2CO_3 —50—60%; поваренная соль NaCl —28—31%; цианистый натрий NaCN —12—15% Эмульсол На воздухе	Глубина слоя для валов из стали 35Х, 25ХГТ и 25ХГМ 0,8—1,1 мм для шестерен 0,5—0,7 мм; для вилок из стали 20 0,3—0,5 мм; для шайб из стали 0,8—0,15—0,30 мм Твердость наружной поверхности $\text{HRC } 60\text{—}65$ Глубина слоя — 0,15—0,20 мм. $\text{HRC } 52\text{—}56$, проверка деталей тарировочным напильником
A12, A20, 20 и др.	Баллонные гайки колес, фиксаторы, стойки амортизатора, сектор рычага ручного тормоза, валики разные и т. п.			

1 Состав Саратовского городского газа: CO_2 — до 0,4%; C_2H_6 — до 0,4%; O_2 — до 2,0%; CO — до 2,0%; H_2 — до 10%; CH_4 и C_2H_2 — до 80—95%; N_2 — до 3%. Кроме городского газа, для газовой цементации применяются пропано-бутановые смеси, лиробензол, осветительный керосин и другие газифицированные продукты.
2 Могут применяться и другие составы.
3 Для предохранения поверхностей, не подлежащих насыщению углеродом или азотом, при цементации и паянирования применяются защитные обмазки, замешанные на жидком стекле (крепителе), главной составляющей которых обычно является огнеупорная глина или окись меди, например: 1) глина огнеупорная 50%, жидкое стекло 50%; 2) окись меди 30%, тальк технический 5%, жидкое стекло 65% и др.

Таблица 34
Составы и фракции для цементации в твердом карбюризаторе

Состав карбюризатора, фракции	Карбюризатор древесноугольный (березовый), ГОСТ 2047—73, %	Карбюризатор угольковый, ГОСТ 6535—76, %
Уголь древесный березовый Каменноугольный полукок Углекислый барий » калийный, не более Серя, не более Двуокись кремния, не более Печные вещества, не более Воды, не более Фракции (по величине зерен): менее 3,5 мм от 3,5 до 10 мм » 10 до 14 мм	Остатное — 20±2 2 0,04(0,06) 0,2(0,3) 8(9) 4,0 Не более 2 92 6	Остатное — 10—14 2,7 0,30 Не нормируется То же 6,0 4 84 12

Примечание. Древесноугольный карбюризатор применяется 1-го и 2-го сорта, цифра в скобках соответствует 2-му сорту.

Таблица 35
Состав солей и сплавов, применяемых в закалочных и нагревательных печах-ваннах [7]

Температура плавки, °C	Температура применения, °C	Химический состав, %
137	150—500	Азотнокислый натрий — 45 » калий — 55
225	280—550	Азотнокислый натрий — 50, азотнокислый калий — 50
317	325—600	Азотнокислый натрий — 100
337	350—600	Азотнокислый калий — 100
435	480—780	Хлористый натрий — 21, хлористый барий — 31, хлористый калий — 48
530	560—870	Хлористый натрий — 20, хлористый калий — 30, хлористый барий — 50
620	650—900	Хлористый натрий — 35, углекислый натрий — 65
660	720—900	Хлористый натрий — 44, хлористый калий — 56
803	850—1100	Хлористый натрий — 100
960	1100—1350	Хлористый барий — 100

Примечание. При температуре выше 600°C соды разлагается. При нагреве выше 1000°C в ванне температура ванны, вступает в химическое соединение с жидким металлом, что сопровождается опасностью взрыва. Недопустима загрузка в ванну выжженных деталей или загрязненных слоев либо углек.

Таблица 30

Возможные замены наиболее распространенных марок сталей [7]

Углеродистые стали		Легированные стали	
Заменяемые марки сталей	Марки сталей заменителей	Заменяемые марки сталей	Марки сталей заменителей
Ст.1, ВСт.1	Сталь 08, 10	Сталь 40Г2	Сталь 55Г, 60Г, 45Г2
Ст.2, ВСт.3	Сталь 10, 15, 15Г	Сталь 45Г2	Сталь 60Г, 65Г, 50Г2, 30Х
Ст.3	Сталь 20, 15Г, 20Г	Сталь 15Г	Сталь 20Г, 25Г
Ст.4, ВСт.4	Сталь 20, 20Г, 25, 25Г	Сталь 30Г	Сталь 35Г, 40Г
Ст.5, ВСт.5	Сталь 30, 30Г, 35, 35Г, 40, 40Г	Сталь 15Х	Сталь 15ХА, 20Х, 12ХН3А
Ст.6, ВСт.6	Сталь 45, 45Г, 50, 50Г	Сталь 20Х	Сталь 18ХГТ, 12ХН3А, 30Х
Сталь 08	Сталь 10	Сталь 12ХН4А	Сталь 20ХН3А, 20ХНР, 25ХГТ, 20ХНГР, 12ХН4А
Сталь 10	Сталь 15	Сталь 15ХМ	Сталь 20ХНР, 20ХНГР
Сталь 15	Сталь 15Г, 20	Сталь 18ХГТ	Сталь 20ХМ
Сталь 20	Сталь 20Г, 25	Сталь 25ХГТ	Сталь 30ХГТ, 20ХГР
Сталь 25	Сталь 25Г, 30	Сталь 25ХМ	Сталь 25ХГТ, 30ХГТ
Сталь 30	Сталь 30Г, 35	Сталь 35Х	Сталь 25ХГТ, 15ХГН2А
Сталь 35	Сталь 35Г, 40	Сталь 40Х	Сталь 40Х
Сталь 40	Сталь 40Г, 45	Сталь 38ХА	Сталь 35Х, 40Х, 40ХН
Сталь 45	Сталь 45Г, 50	Сталь 40ХН	Сталь 45ХН
Сталь 50	Сталь 50Г, 55	Сталь 30ХМА	Сталь 35ХМ, 38ХМ
		Сталь 30ХГС	Сталь 30ХГСА, 35ХГСА

1 В качестве заменителей указаны марки сталей, обеспечивающие примерно те же для нескольких лучших механические свойства по сравнению с заменяемыми сталями, применение которых наиболее целесообразно по экономическим соображениям.

Использование в автомобилестроении низколегированных сталей с годами увеличивается. По сравнению с качественными углеродистыми сталями эти стали отличаются повышенной прочностью, износостойкостью, коррозионной стойкостью благодаря увеличенному содержанию в них марганца, хрома, меди, наличие ванадия и других присадок. Вместе с тем они обычно дешевле легированных сталей. В табл. 37 и 38 приведены группы, марки, механические свойства и химический состав низколегированных сталей. Их преимущественное применение в автомобилестроении указано в табл. 27.

Таблица 37

Марки и химический состав низколегированной стали (ГОСТ 19282—75)

Марка стали	Содержание элементов, %						Азот (другие элементы)
	Углерод	Кремний	Марганец	Хром, не более	Медь	Ванадий (ниобий)	
09Г2	≤ 0,12	0,17—0,37	1,4—1,8	0,30	≤ 0,30	—	—
09Г2Д	≤ 0,12	0,17—0,37	1,4—1,8	0,30	0,15—0,30	—	—
14Г2	0,12—0,18	0,17—0,37	1,2—1,6	0,30	≤ 0,30	—	—
12ГС	0,09—0,15	0,5—0,8	0,8—1,2	0,30	≤ 0,30	—	—
16ГС	0,12—0,18	0,4—0,7	0,9—1,2	0,30	≤ 0,30	—	—
17ГС	0,14—0,20	0,4—0,6	1,0—1,4	0,30	≤ 0,30	—	—
17Г1С	0,15—0,20	0,4—0,6	1,15—1,6	0,30	≤ 0,30	—	—
09Г2С	≤ 0,12	0,5—0,8	1,3—1,7	0,30	≤ 0,30	—	—
09Г2СД	≤ 0,12	0,5—0,8	1,3—1,7	0,30	0,15—0,30	—	—
10Г2С1	≤ 0,12	0,8—1,1	1,3—1,65	0,30	≤ 0,30	—	—
10Г2С1Д	≤ 0,12	0,8—1,1	1,3—1,65	0,30	0,15—0,30	—	—
15ГФ	0,12—0,18	0,17—0,37	0,9—1,2	0,30	≤ 0,30	0,05—0,12	—
15ГФД	0,12—0,18	0,17—0,37	0,9—1,2	0,30	0,15—0,30	0,05—0,12	—
15Г2СФ	0,12—0,18	0,4—0,7	1,3—1,7	0,30	≤ 0,30	0,05—0,10	—
15Г2СФД	0,12—0,18	0,4—0,7	1,3—1,7	0,30	0,15—0,30	0,05—0,10	—

Марки стали	Содержание элементов, %						Азот (другие элементы)
	Углерод	Кремний	Марганец	Хром, не более	Медь	Ванадий (ниобий)	
14Г2АФ	0,12—0,18	0,3—0,6	1,2—1,6	0,40	≤ 0,30	0,07—0,12	0,015—0,025
14Г2АФД	0,12—0,18	0,3—0,6	1,2—1,6	0,40	0,15—0,30	0,07—0,12	0,015—0,025
16Г2АФ	0,14—0,20	0,3—0,6	1,3—1,7	0,40	≤ 0,30	0,08—0,14	0,015—0,025
16Г2АФД	0,14—0,20	0,3—0,6	1,3—1,7	0,40	0,15—0,30	0,08—0,14	0,015—0,025
18Г2АФпс	0,14—0,22	До 0,17	1,3—1,7	0,30	≤ 0,30	0,08—0,15	0,015—0,030
18Г2АФДпс	0,14—0,22	До 0,17	1,3—1,7	0,30	0,15—0,30	0,08—0,15	0,015—0,030
10Г2Б	≤ 0,12	0,17—0,37	1,2—1,6	0,30	≤ 0,30	(0,02—0,05)	—
10Г2БД	≤ 0,12	0,17—0,37	1,2—1,6	0,30	0,15—0,30	(0,02—0,05)	—
14ХГС	0,11—0,16	0,4—0,7	0,9—1,3	0,5—0,8	≤ 0,30	—	—
10ХСНД	≤ 0,12	0,8—1,1	0,5—0,8	0,6—0,9	0,4—0,6	—	—
15ХСНД	0,12—0,18	0,4—0,7	0,4—0,7	0,6—0,9	0,2—0,4	—	—
15Г2АФДпс	0,12—0,18	До 0,17	1,2—1,6	0,30	0,2—0,4	0,08—0,15	0,015—0,030
10ХНДП	≤ 0,12	0,17—0,37	0,3—0,6	0,5—0,8	0,3—0,5	—	(фосфор 0,07—0,12, алюминий 0,08—0,15)

Примечание. Низколегированные стали могут поставляться без термической обработки, в нормализованном или упрочненном состоянии. Они используются в изделиях основном без дополнительной термической обработки. Содержание ванадия в сталях 15ХСНД и 10ХНДП составляет 0,3—0,6%, в сталях 10ХСНД 0,2—0,5%. Во всех остальных сталях — не более 0,05%.

Механические свойства низколегированной стали (ГОСТ 19282—73)

Таблица 38

Марка стали	Временное сопротивление разрыву σ_B , кгс/мм ²	Предел текучести σ_T , кгс/мм ²	Относительное удлинение δ_5 , %	Ударная вязкость α_K , кгс·м/см ² , при температуре		
				+20°С	—40°С	—70°С
14Г2	46—47	33—34	21	—	3—3,5	—
09Г2	45	30—31	21	—	3—4	—
09Г2Д	45	30—31	21	—	3—4	—
12Г	47	32	26	—	—	—
16Г	46—50	28—33	21	6	3—4	2,5—3
17Г	50—52	34—35	23	—	3,5—4,5	—
17ГС	52	35—36	23	—	4—4,5	—
09Г2С1	44—50	27—35	21	6—6,5	3,5—4,5	3—3,5
10Г2С1	44—50	30—36	21	6—6,5	3—4	2,5—3
09Г2СД	44—50	27—35	21	6—6,5	3,5—4	3—3,5
10Г2С1Д	44—50	30—36	21	6—6,5	3—4	2,5—3
15Г	48—52	34—38	21	—	3—4	—
15Г2СФ	56	40	18	—	3,5—4	—
15ГФД	48—52	34—38	21	—	3—4	—
15Г2СФД	56	40	18	—	3,5—4	—
15Г2СФД	56	40	20	—	4—4,5	3—3,5
15Г2АФ	55	40	20	—	4—4,5	3—3,5
16Г2АФ	58—60	42—45	19	—	4—4,5	3—3,5
18Г2АФпс	60	45	20	—	4—4,5	3—3,5
14Г2АФД	55	40	20	—	4—4,5	3—3,5
16Г2АФД	58—60	42—45	20	—	4—4,5	3—3,5
16Г2АФДпс	55	40	19	—	4—4,5	3—3,5
18Г2АФДпс	60	45	19	—	4—4,5	3—3,5
10Г2Б	52	38	21	—	3—4	—
10Г2БД	52	38	21	—	3—4	—
14ХГС	50	35	22	—	3,5—4	—
10ХСНД	52—54	40	19	—	4—5	3—3,5
15ХСНД	50	35	21	—	3—4	—
10ХНДП	48	35	20	—	3—4	—

Примечание. Косые значения механических характеристик относятся к толщине проката, наибольшие значения относятся к малой толщине. Основное применение низколегированных сталей см. в табл. 27.

§ 3. РЕССОРНО-ПРУЖИННЫЕ, ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫЕ ЖАРОСТОЙКИЕ И ЖАРОПРОЧНЫЕ СТАЛИ

Рессорно-пружинные стали углеродистые и особенно легированные широко применяют в конструкциях отечественных автомобилей для изготовления деталей подвески, пружин, листовых рессор, пластин торсионов автомобилей ЗАЗ, а также клапанных пружин двигателей, пружин сцепления и различных других деталей. В табл. 39, 40 и 41 приводятся химический состав и механические свойства легированных и углеродистых рессорно-пружинных сталей (ГОСТ 14959—69). Как видно из табл. 39 и 41, рессорно-пружинные стали относятся к высокоуглеродистым, причем в качестве легирующих элементов для них особенно характерно содержание кремния, марганца, хрома и ванадия.

Марки и химический состав рессорно-пружинных легированных сталей (ГОСТ 14959—69)

Марка стали	Углерод	Кремний	Марганец	Хром	Прочие легирующие элементы
60C2	0,47—0,55	1,50—2,00	0,60—0,90	Не более 0,30	—
55C2	0,52—0,60	1,50—2,00	0,60—0,90	Не более 0,30	—
55C2A	0,55—0,58	1,50—2,00	0,60—0,90	Не более 0,30	—
60C2	0,57—0,65	1,50—2,00	0,60—0,90	Не более 0,30	—
60C2A	0,58—0,63	1,50—2,00	0,60—0,90	Не более 0,30	—
70C3A	0,66—0,74	2,40—2,80	0,60—0,90	Не более 0,30	—
50XГ	0,46—0,54	0,17—0,37	0,70—1,00	0,90—1,20	—
50XГA	0,47—0,52	0,17—0,37	0,80—1,00	0,95—1,20	—
55XГP	0,52—0,60	0,17—0,37	0,90—1,20	0,90—1,20	—
50XΦA	0,46—0,54	0,17—0,37	0,50—0,80	0,80—1,10	0,001—0,003 Бор
50XГΦA	0,48—0,50	0,17—0,37	0,80—1,00	0,95—1,20	Ванадий 0,10—0,20
60C2XΦA	0,56—0,64	1,40—1,80	0,40—0,70	0,90—1,20	Ванадий 0,15—0,25
60C2XA	0,56—0,64	1,40—1,80	0,40—0,70	0,90—1,20	Ванадий 0,10—0,20
50XCA	0,45—0,55	1,40—1,80	0,40—0,70	0,90—1,20	—
65C2BA	0,61—0,69	1,50—2,00	0,70—1,00	0,90—1,20	—
60C2H2A	0,56—0,61	1,40—1,80	0,40—0,70	0,90—1,20	Вольфрам 0,80—1,20
60C1A	0,56—0,61	1,30—1,80	0,80—1,00	0,90—1,20	Никель 1,40—1,70
70C2XA	0,65—0,75	1,40—1,70	0,40—0,60	0,20—0,40	Никель 1,40—1,70
60Г	0,57—0,65	0,17—0,37	0,70—1,00	Не более 0,25	—
65Г	0,62—0,70	0,17—0,37	0,50—1,20	Не более 0,25	—
70Г	0,67—0,75	0,17—0,37	0,90—1,20	Не более 0,25	—
55ГC	0,52—0,60	0,50—0,80	0,60—0,90	Не более 0,25	—

Примечание. Содержание серы и фосфора не должно превышать для качественных сталей 0,035% и для высококачественных 0,025% (каждого элемента). Для всех сталей содержание меди не должно превышать 0,20%, остаточного никеля 0,20%.

Механические свойства и рекомендуемый режим термической обработки рессорно-пружинных легированных сталей (ГОСТ 14959—69)

Марка стали	Рекомендуемый режим термической обработки		Механические свойства			
	Температура закалки, °C	Температура отпуска, °C	Предел прочности σ _в , кг/мм²	Предел текучести σ _т , кг/мм²	Относительное удлинение δ ₅ , %	Твердость НВ, термическая обработка стали
60C2	870	460	120	110	6	285
55C2	870	460	130	120	6	285
55C2A	870	460	130	120	6	285
60C2	870	460	130	120	6	302
60C2A	870	420	160	140	6	302
70C3A	860	460	180	160	6	302
50XГ	840	440	130	110	7	302
50XГA	840	440	130	120	7	302
55XГP	830	450	140	125	8	302
50XΦA	850	520	130	110	8	302
50XГΦA	850	520	130	120	6	321
60C2XΦA	850	410	190	170	5	321
60C2XA	870	420	180	160	5	321
50XCA	850	520	135	120	6	302
65C2BA	850	420	190	170	5	321
60C2H2A	880	420	175	160	6	302
60C1A	860	460	160	140	6	302
70C2XA	860	460	180	160	6	302
60Г	840	480	190	80	8	285
65Г	830	480	190	80	8	285
70Г	830	480	105	85	7	285
55ГC	820	480	100	80	8	285

Примечание. Закалочная среда для сталей 60C2, 55C2 и 65C2A масло или вода, для всех остальных сталей — масло.

В табл. 42 приводится химический состав высоколегированных жаростойких и жаропрочных сталей (ГОСТ 5652—72), применяемых для изготовления клапанов и автомобильных двигателей. В некоторых случаях на заготовку клапанов из легированных сталей при использовании флюса (80% буры и 20% борной кислоты) можно из жаростойкого сплава на никель-хром-бористой основе. Для этой цели применяется, в частности, сплав ЭП-616 (состав: С 0,8—1,2%; Si 2,5—3,0%; Cr 15—17%; В 1,0—1,5%; Fe не более 3,0%; Al не более 0,6%; Mn не более 0,4%; никель — остальное) и другие сплавы. Полости клапанов лингвистей ЭИИ-130, ЗМЗ-53 и некоторых других заводских металлургических предприятий, выпаривание которого во время работы двигателя способствует снижению рабочих температур тарелок клапанов.

Таблица 41

Механические свойства и рекомендуемый режим термической обработки
ресорно-пружинных углеродистых сталей (ГОСТ 14959—69)

Марка стали	Рекомендуемый режим термической обработки		Механические свойства			
	Температура закалки, °С	Температура отпуска, °С	Предел прочности σ_B , кгс/мм ²	Предел текучести σ_T , кгс/мм ²	Относ. тяжелос удлинение δ_5 , %	Твердость, HВ, термиче- ски необ- работанной стали
65	840	480	100	80	10	255
70	830	480	105	85	9	269
75	820	480	110	90	9	285
85	820	480	115	100	8	302

Примечание. Химическое содержание элементов соответствует его содержанию конструктивных качественных углеродистых сталей аналогичных марок по ГОСТ 1090—74.

§ 4. МАРКИ СТАЛЕЙ, ЧУГУНОВ И ЦВЕТНЫХ СПЛАВОВ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ОСНОВНЫХ ДЕТАЛЕЙ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

В табл. 43 приведен материал основных деталей современных марок отечественных автомобильных двигателей и сцеплений. Как видно из таблицы, для изготовления деталей (блоков, картеров сцеплений, головок цилиндров и чашун).

Поршни изготавливают из жаростойкого алюминиевого сплава (см. гл. 4), клапаны — из жаростойкого высоколегированного стали (см. табл. 42). Коленчатые и распределительные валы изготовляют из конструкционных сталей или чугуна.

Для других деталей применяют качественные и высококачественные стали или модифицированные и спеченные чугуны.

В табл. 44 приведен материал деталей коробов передач. Здесь также корпус и шестерни изготавливают из чугуна или цветных сплавов. Материалом валов синхронизаторов используют легированные конструкционные стали, коленца — легированные конструкционные стали.

Здесь материал деталей о материале деталей задних мостов.

В табл. 45 приведен материал деталей обычно является кованый чугун. Валы легированных конструкционных сталей. Как видно из табл. 46, наиболее распространенный материал деталей карданных передаточных валов углеродистые качественные стали.

Корпусные детали русских автомобилей (табл. 47) изготавливаются из кованого чугуна или цветных сплавов, остальные детали — из конструкционных сталей легированных или углеродистых.

В табл. 48, 49, 50 и 51 приводятся соответственно данные о материалах деталей передних и задних мостов грузовых автомобилей, коленчатых тормозов и ступиц колес, подвески, рам.

Таблица 42

Марки и химический состав высоколегированных жаростойких и жаропрочных сталей, применяемых для изготовления клапанов автомобильных двигателей

Марки сталей		Химический состав, %						
ГОСТ 5632—72	Старое обозначение	Углерод	Кремний	Марганец	Хром	Никель	Молибден	Прочие легирующие элементы
40X9C2	4X9C2	0,35—0,45	2,0—3,0	≤ 0,80	8,0—10,0	—	—	—
40X10C2M	ЭИ107, 4X10C2M	0,35—0,45	1,90—2,60	≤ 0,80	9,0—10,5	—	0,7—0,9	—
30X13H7C2	ЭИ72, 3X13H7C2	0,25—0,34	2,0—3,0	≤ 0,80	12,0—14,0	6,0—7,5	—	—
45X14H14B2M	ЭИ69, 4X14H14B2M	0,40—0,50	≤ 0,80	≤ 0,70	13,0—15,0	13,0—15,0	0,25—0,40	W 2,00—2,80
19X13CЮ	ЭИ404, 1X12CЮ	0,07—0,12	1,20—2,00	≤ 0,80	12,0—14,0	—	—	Al 1,0—1,8
—	ЭП332	0,70—0,80	1,25—1,75	0,40—0,70	19,0—21,0	1,0—2,0	—	—
—	ЭИ992	0,75—0,85	1,5—2,00	0,4—0,7	19,0—21,0	1,0—2,0	—	—
55X20Г9АН4	ЭП303, 5X20H4AГ9	0,50—0,60	≤ 0,45	8—10%	20,0—22,0	3,5—4,5	—	N 0,3—0,6
45X22H4M3	ЭП48, 4X22H4M3	0,40—0,50	0,70—1,00	0,85—1,25	21,0—23,0	4,0—5,0	2,5—3,0	—

Примечание. Допустимое содержание серы у различных сталей колеблется в пределах от 0,020—0,030%, допустимое содержание фосфора у разных сталей установлено в пределах от 0,030 до 0,040%.

Материал основных деталей

Наименование деталей	Марки	
	ММЗ-400, ММЗ-908, ММЗ-908А	МЗМА-412
Блок цилиндров	Мagneвий сплав МЛ-5, чилндры — СЧ 21-40	АЛ9, гильзы — специальный чугуун СЧ 26
Головка цилиндров	АЛ5	АЛ9
Выпускной тру-бopовод	АЛ10В	АЛ4
Выпускной трубopовод	Сталь 10	СЧ 18-36
Кoлeнчатый вал**	ВЧ 50-2	Сталь 45, СЧ 40
Маховик***	СЧ 21-40, ве-нец — сталь 45	Сталь 45, СЧ 18-36, ве-нец — сталь 40
Шатуны***	Сталь 40Р	Сталь 40, сталь 45Г2
Поршневой палец	Сталь 15Х	Сталь 45
Поршень	КС 245***	Высокопроч-ный сплав ЖЛС****
Впускной кла-пан	40Х9С2 (4Х9С2)	40Х9С2 (4Х9С2)
Выпускной клапан	45Х14Н14В2М, 55Х20Г9АН4 (ЭП303)	45Х14Н14В2М, 40Х9С2 (ЭП303)
Распределе-тельный вал	Сталь 15Х	Чугун дециро-ванный специаль-ный
Коромысло	Сталь 20Х	Специальный чугуун
Мagneвий сплав МЛ5	СЧ 21-40	АЛ9В
		СЧ 24-44
		СЧ 26

Материал ВДЗ во многих случаях применяется неограни-ченно (нормально) автомобильного завода.

Материал ВДЗ во многих случаях применяется неограни-ченно (нормально) автомобильного завода.

Отечественных двигателей [1: 5: 7]

автомобилей		ЗМЗ-43		ЗМЗ-24	
и модификации		и модификации		и модификации	
АЛ4, гильзы цилиндров — СЧ 24-44	АЛ4, гильзы цилиндров — СЧ 24-44	СЧ 18-36, вставка гильзы — чугуун децирован-ный	СЧ 18-36, ве-нец — сталь 45	СЧ 18-36, ве-нец — сталь 45	СЧ 18-36, ве-нец — сталь 45
АЛ4	АЛ4	АЛ4	АЛ4	АЛ4	АЛ4
АЛ4	АЛ4	АЛ4	АЛ4	АЛ4	АЛ4
СЧ 18-36	СЧ 18-36	СЧ 15-32	СЧ 15-32	СЧ 15-32	СЧ 15-32
ВЧ 50-1,5	ВЧ 50-1,5	Сталь 45	Сталь 45	Сталь 45	Сталь 45
СЧ 18-36, ве-нец — сталь 45	СЧ 18-36, ве-нец — сталь 45	СЧ 18-36, ве-нец — сталь 45	СЧ 18-36, ве-нец — сталь 45	СЧ 18-36, ве-нец — сталь 45	СЧ 18-36, ве-нец — сталь 45
Сталь 45Г2	Сталь 45Г2	Сталь 40Х	Сталь 40Х	Сталь 40Х	Сталь 40Х
Сталь 45	Сталь 45	Сталь 15Х	Сталь 15Х	Сталь 15Х	Сталь 15Х
АЛ30	АЛ30	АЛ30	АЛ30	АЛ30	АЛ30
40Х9С2 (4Х9С2)	40Х9С2 (4Х9С2)	40Х10С2М (ЭП107)	40Х10С2М (ЭП107)	40Х10С2М (ЭП107)	40Х10С2М (ЭП107)
55Х20Г9АН4 (ЭП303)	ЭП303	ЭП-332	ЭП-332	ЭП-332	ЭП-332
Сталь 45	Сталь 45, сталь 40	Сталь 45	Сталь 45	Сталь 45	Сталь 45
Сталь 45	Сталь 45	Сталь 50 ППТ	Сталь 50 ППТ	Сталь 50 ППТ	Сталь 50 ППТ
АЛ4	АЛ4	Всехэта часть — СЧ 18-36, нижняя часть — АЛ4	Всехэта часть — СЧ 18-36, нижняя часть — АЛ4	Всехэта часть — СЧ 18-36, нижняя часть — АЛ4	Всехэта часть — СЧ 18-36, нижняя часть — АЛ4
СЧ 21-44	СЧ 18-36, СЧ 21-44	СЧ 21-44	СЧ 21-44	СЧ 21-44	СЧ 21-44

*** По ТУ автомобильных заводов.

И р и м е ч а н и е. Кроме распределительных валов термической обработки, привалочных и распределительных валов, а также подшипников и ступиц 45 подвергается поверхностной закалке 11НЧ, водные пазы и другие детали, изготовленные из легированной стали, проходят цементацию, за-калку и низкотемпературный отпуск; заготовки шатунов подвераются упрочнению.

Материал основных деталей коробок

Наименование деталей	ГАЗ-24 «Волга»	«Москвич-412/13», «Москвич-427/119», «Москвич-434/119»	ЗАЗ-968, ЗАЗ-968А
Картер	СЧ 18-36	СЧ 15-32, удлинитель — АЛ19-В	Матиневый сплав МЛ15
Крышка картера	СЧ 18-36	АЛ19-В	—
Бал ведущий ¹	Сталь 30Х	Сталь 35Х	Сталь 40Х
Бал ведомый ¹	Сталь 30Х	Сталь 40Х	20ХГНР
Вал промежуточный ¹	Ось — сталь 45, блок шестерен — сталь 30Х	Ось — сталь 20Х, блок шестерен — сталь 35Х	Сталь 35Х
Шестерни ¹	Сталь 30Х	Сталь 35Х	Сталь 35Х
Ось (вал) шестерен заднего хода ²	Сталь 45	Сталь 45	Сталь 40Х
Каретки сцепления	Сталь 30Х	Сталь 35Х	—
Кольцо конусное синхронизатора ³	Латуны ДМНСКА58-2-2-1-1	Латуны ДМНСКА 58-2-2-1-1	Латуны ДМНСКА 58-2-2-1-1

¹ Шестерни, каретки синхронизатора, ведущие и ведомые валы и блок шестерен промежуточного вала подвержены общему газовому изнашиванию или изнашиванию в контакте с низкотемпературным маслом с обеспечением поверхности твердости на зубьях в пределах 56—64 HRC (группы закаливания чисел твердости зависят от марок стали и режима термической обработки).

передач отечественных автомобилей [1; 5; 7]

ВАЗ-2101, ВАЗ-2102, ВАЗ-2103	УАЗ-451М и модификации	ЗИЛ-130, ЗИЛ-ММЗ-555 и модификации	ГАЗ-53 ГАЗ-66	МАЗ-500А, МАЗ-508А, МАЗ-501А и модификации
Алюминевый сплав АК12М2 (нормаль 53228)	СЧ 18-36	СЧ 18-36	СЧ 15-32, ведущий вал КЧ 35-10	СЧ 15-32, ведущий вал — КЧ 35-10, задний вал — АЛ10Б
АК12М2	СЧ 18-36	СЧ 15-32, ведущий вал КЧ 35-10	СЧ 18-36	СЧ 15-32, ведущий вал — КЧ 35-10, задний вал — АЛ10Б
Сталь 19ХГН или 20ХГНМ	Сталь 40Х или 25ХГМ	Сталь 25ХГМ	Сталь 30Х	Сталь 15ХН2ТА (15ХНГТА)
Сталь 19ХГН или 20ХГНМ	Сталь 40Х	Сталь 25ХГМ	Сталь 60ГП	15ХН2ТА (15ХНГТА)
Сталь 19ХГН или 20ХГНМ	Сталь 25ХГМ	Сталь 25ХГМ	Ось — сталь 30Х, блок шестерен — сталь 35ХМ	15ХН2ТА (15ХНГТА)
Сталь 19ХГН или 20ХГНМ	Сталь 40Х	Безопасного вала и заднего хода, 25ХГМ, промежуточное по валу 25ХГТ	Сталь 35Х	15ХН2ТА (15ХНГТА)
Сталь 19ХГН	Сталь 45	Сталь 25ХГМ	Сталь 45	15ХН2ТА (15ХНГТА)
Сталь 19ХГН	Сталь 40Х	Сталь 25ХГТ	Сталь 38Х	15ХН2ТА (15ХНГТА)
Латуны ДМШЖН	Латуны ДМНСКА 58-2-2-1-1	Латуны ДМНСКА 58-2-2-1-1	Латуны ДМНСКА 58-2-2-1-1	5р. ОДЦ-5-5-5

¹ Оси шестерен и валов шестерен имеют тросовые изнашивания или изнашивания с последующим заделкой и изнашиванием ступицы (использование — стальной 20ХГМ, 15ХН2ТА, 19ХГН и т.п.) или заделка 19ХГН (сталь 45, сталь 40Х). Поковки перекаливаются выше стандартных деталей, однако валы 30Х, 35Х, 60ГП подлежат нормализации, поковки ведомых валов производят тушение. ² Латуны маргинево-цинкового кристаллического сплава (по IV группе).

Материал основных деталей ходных мостов

Наименования деталей	ГАЗ-9 «Золотая» и модификации «Летящая»	«Москвич-412» и модификации	ЗАЗ-968, ЗАЗ-968А	ВАЗ-2101, ВАЗ-2102, ВАЗ-2103
Картер главной передачи	КЧ 35-10	КЧ 35-10	Матиневский стале МЛ5 (совместно с картером КП)	Специальный ковкий чугун (нормаль 52220)
Картер заднего моста	Кожухи — сталь 45, крышки — сталь 30	Балка — сталь 10	—	Специальный ковкий чугун (нормаль 52220)
Конические шестерни главной передачи	Сталь 20ХН2М	Сталь 20ХН2М	Сталь 20ХГНПР (коническая ведомая)	Сталь 19ХГН
Цилиндрические шестерни главной передачи	—	—	—	—
Полуоси	Сталь 35	Сталь 40	Сталь 35Х2ГСА	Сталь 30, сталь 40
Шестерни полуоси	Сталь 20ХН2М	Сталь 18ХГТ	Сталь 20ХГНПР	Сталь 14ХГН
Сателлиты	Сталь 20ХН2М	Сталь 18ХГТ	Сталь 20ХГНПР	Сталь 14ХГН
Крестовина или ось сателлитов	Сталь 30Х	Сталь 40Х	Сталь 40Х	Сталь 14ХГН
Чашка дифференциала	КЧ 35-10	КЧ 35-10	—	Специальный ковкий чугун (нормаль 52220)

Примечание. Шестерни главной передачи и бортовых передач обычно подвергают цементации с обеспечением поверхностной твердости 56—62 НРС (точное значение определяется при тех же последующих операциях). Для крестовины и осей сателлитов, если они подвергнут цементации, поковки должны подвергаться закалке ТВЧ. Полуоси (объемных осей) в большинстве случаев подвергаются закалке ТВЧ.

Отечественных автомобилей [1; 5; 7]

ГАЗ-53А, ГАЗ-66 и модификации	МАЗ-500А, МАЗ-504А и модификации	ЗИЛ-131	ЗИЛ-130	Волга-540, Волга-548
КЧ 35-10	КЧ 37-12	КЧ 35-10	КЧ 35-10	Сталь 40Л-Н
Балка — сталь 12ГС, цапфы балки — сталь 30Х	Балка — сталь 40Л, кожанки — сталь 40Х	Сталь 17ГС, цапфы — сталь 40Х	Сталь 17ГС (сталь 40), трубы и цапфы — сталь 35 (сталь 40Х)	Сталь 40Л-Н
20ХН2М, ведомая с 1972 г. 55ГНП	Сталь 20ХН3А	Сталь 20ХН4А	Сталь 30ХГТ	Сталь 20ХН3А
—	—	Ведущая — сталь 25ХГНМ, ведомая — сталь 30ХГТ	Ведущая — сталь 30ХГТ, ведомая — сталь 55ГНП	—
Сталь 40Г	Сталь 38ХГС	Сталь 45РП, полуоси и кулачки переднего моста, сталь 20ХГНПР	Сталь 45РП	Сталь 38ХГСА
Сталь 20ХН2М	Сталь 20ХН3А	Сталь 18ХГТ	Сталь 18ХГТ	Сталь 18ХГТ, сталь 25ХГТ
Сталь 20ХН2М	Сталь 20ХН3А	Сталь 25ХГТ	Сталь 25ХГТ или 25ХГМ	Сталь 18ХГТ, сталь 25ХГТ
Сталь 20Х	Сталь 20ХН3А	Сталь 25ХГТ	Сталь 18ХГТ	Сталь 12ХН3А
КЧ 35-10	КЧ 37-12	КЧ 35-10	Сталь Мс6 или КЧ 35-10	Сталь 40Л-1

Стальной цементации (у автомобилей ВАЗ и ГАЗ не производится), закалке и отпусканию или цементации из малоуглеродистой стали, привечается также газотермическая цементация стальной привечается закалка ТВЧ. Полуоси всех передних и задних мостов подвергнутся закалке ТВЧ.

Материал основных деталей карданных

Наименование деталей	ЗиЛ-130 и модификации	ЛиаЗ-677 и модификации	ГАЗ-66, ГАЗ-53А и модификации	МАЗ-500А, МАЗ-503А, МАЗ-504А и модификации	МЗМА «Москвич-412»
Трубы	Сталь 20	Сталь 20	Сталь 15	Сталь 20	Сталь 20
Крестовины карданных	Сталь 18Х1Т	Сталь 55П	Сталь 20Х	Сталь 15Х1НТА	Сталь 20Х
Вылки, привариваемые к трубе	Сталь 35	Сталь 35	Сталь 35	Сталь 40	Сталь 40
Вылки стальной шлицевой шлицевой	Сталь 45	Сталь 45	Сталь 40	Сталь 40	Сталь 35
Шлицевые наконечники	Сталь 40Х	Вал подвижной шлицевой шлицевой —	Втулка шлицевая — шлицевой шлицевой —	Вал подвижной шлицевой шлицевой —	—
Фланцы —	Сталь 35	Сталь 40Х	Сталь 45	Сталь 40Х	Сталь 35

1 Нарезанные термической обработкой крестовины кардана — газовой цементации или 2 Карданные валы и шлицевые наконечники обычно подвергаются нормализации, но и 3 Шлицевые наконечники и наружные шлицы стальных валов могут закаливаться

Материал основных деталей рулевых механизмов

Наименование деталей	ЗиЛ-130	ГАЗ-53А, ГАЗ-66	МАЗ-500А и модификации	ЛАЗ-695
Картер рулевого механизма	КЧ 35-10	КЧ 35-10	КЧ 37-12	КЧ 35-10
Нризма кривина кривера	АЛ4	ГАЗ-53А, сталь 40Л, 45Л, ГАЗ-66 КЧ 35-10, сталь 35Х	КЧ 37-12	КЧ 35-10
Червяк (винт)	Сталь 18Х1Т	Сталь 20ХН3А	Сталь 40Х	Сталь 40Х
Вал рулевого механизма	Сталь 20	Сталь 40	Сталь 45	Сталь 20
Вал рулевой сошки	Сталь 18Х1Т	Сталь 30Х	Сектор и вал 20ХН3А	Сталь 40Х
Рулевая сошка	Сталь 40Х	Сталь 30Х	Сталь 40Х	Сталь 40Х

1 Червяки рулевого механизма обычно подвергаются цементации или газовой цементации, если рулевой сошку может подвергаться раскату цементации или цементации,

[1: 7]

Таблица 4б

Материал основных деталей автомобилей [1: 7]

МАЗ-968	ВАЗ-2101, ВАЗ-2102, ВАЗ-2103	УАЗ-452Д и модификации	ПАЗ-672	КРАЗ-250Б и модификации	БелАЗ-540, БелАЗ-540А и модификации
См. подпункт 45 в табл. 20Х	Сталь 08, сталь 10	Сталь 20	Сталь 15	Сталь 20	Сталь 35
Сталь 20Х	Сталь 20Х	Сталь 20Х	Сталь 20Х	15Х1Н2ТА	Промежуточный вал 15Х1НТА, вал заднего моста 25Х1Т
—	Сталь 40	Сталь 40	Сталь 35	Сталь 40	Сталь 40
—	Сталь 30Х	Сталь 35Х	Сталь 40	Сталь 40	Сталь 40
Вал подвижной шлицевой шлицевой —	Вал подвижной шлицевой шлицевой —	—	Втулка шлицевая — сталь 30Х	Шлицевый наконечник — сталь 40Х	Вал подвижной шлицевой шлицевой —
КЧ 50-4	Сталь 40Х	Сталь 35	Сталь 45	Сталь 40	Сталь 40Х

1 Изделия, закупаемые и изготовляемые отпуском, поковок, подвергаются нормализации, для улучшения.

[1: 7]

Таблица 47

УАЗ-469, УАЗ-451, УАЗ-452Д и модификации	ЗАЗ-966	«Москвич-412»	ВАЗ-2101, ВАЗ-2102, ВАЗ-2103	ГАЗ-24 и модификации
КЧ 35-10	КЧ 35-10	АЛ9В	АК9	КЧ 35-10
КЧ 35-10	КЧ 35-10	АЛ9В	Сталь 08КП	КЧ 35-10
Сталь 35Х	Сталь 20ХН2М	Сталь 20ХН2М	Сталь АС30ХМ	Сталь 35Х
Сталь 35	Сталь 20	Сталь 20	Сталь 10	Сталь 35
Сталь 30Х	Сталь 30Х	Сталь 40Х	Сталь 30ХМ	Сталь 30Х
Сталь 35Х	Сталь 40Х	Сталь 35Х	Сталь 35ХНМ	Сталь 30Х

1 Изделия, закупаемые и изготовляемые отпуском, поковок, подвергаются нормализации, для улучшения.

Материал основных деталей передних неведущих мостов отечественных грузовых автомобилей [1; 7] Таблица 48

Наименования деталей	ГАЗ-53А	ЗИЛ-130	Семейство МАЗ-500 и МАЗ-500А	Наименование деталей	ГАЗ-53	ЗИЛ-130	Семейство МАЗ-500 и МАЗ-500А
Балка переднего моста	Сталь 30Х	Сталь 45	Сталь 40Х	Рычаги рулевого управления Продольная рулевая тяга Поперечная рулевая тяга	Сталь 30Х	Сталь 40Х	Сталь 40Х
Поворотная цапфа	Сталь 35Х	Сталь 40Х	Сталь 40Х		Сталь 35	Сталь 20	Сталь 35
Шкворни поворотных цапф	Сталь 50	Сталь 18ХГТ	Сталь 45		Сталь 35	Сталь 20	Сталь 40

Примечание. Балки переднего моста, поворотные цапфы, рычаги рулевого управления подвергаются улучшению с обеспечением поверхностной твердости (в зависимости от марки стали) до *HV* 269—321.

Шкворни подвергаются поверхностной закалке ТВЧ или для стали 18ХГТ цементации, закалке и низкотемпературному отпуску.

Материал основных деталей колесных тормозов и ступиц колес [1]

Таблица 49

Наименования деталей	ГАЗ-53А	ЗИЛ-130	Семейство МАЗ-500, МАЗ-500А	БелАЗ-540, БелАЗ-518	Урал-375 и модификации	УАЗ-469, УАЗ-451, УАЗ-452 и др.	ГАЗ-24 «Волга»	«Москвич»-412ИЭ и все модификации	ЗАЗ-966, ЗАЗ-968	ВАЗ-2101, ВАЗ-2102, ВАЗ-2103
Ступицы колес	КЧ 35-10	КЧ 35-10	Сталь 40ЛК	Сталь 40Л	КЧ 35-10	КЧ 35-10	КЧ 35-10	КЧ 35-10	КЧ 50-4, КЧ 35-10	СЧ 65-48-05 (нормаль 52220)
Тормозные барабаны	СЧ 18-36	СЧ 15-32	СЧ 24-44	СЧ 24-44	СЧ 21-40	СЧ 18-36	СЧ 18-36	СЧ 18-36	КЧ 50-4, КЧ 35-10	Алюминиевый сплав АК12М2 с внутренним чугунным кольцом
Колодки тормозные	Сталь 08кп	КЧ 35-10, втулки ЛС 74-3	Сталь 25	Сталь 40Л	КЧ 35-10	Сталь 08КП	Сталь 08 КП	Сталь 10	Сталь 20	Сталь 08КП, сталь 30
Накладки тормозных колодок	АК	АК	АК	АК	АК, 6КХ-1Б	АК, 6КФ-59	АК, 6КФ-58 (клей ВС-10-Т)	АК, 6КФ-58 (клей ВС-10-Т)	АК	АК

Примечание. Главные и колесные тормозные цилиндры гидравлических тормозов изготавливаются из серого чугуна, обычно марок СЧ 18-36 или СЧ 21-40 (для ВАЗ из чугуна С26).

Поршни гидроцилиндров изготавливаются из алюминиевых или цинковых сплавов, в частности марок АЛ10В, Д1Т, ЦАМ4-1 и др. (для ВАЗ из стали 12ХН). АК — асбестовая композиция. Показатели качества асбестовых накладок регламентирует ГОСТ 18090—72.

Материал основных деталей подвески отечественных автомобилей [1]

Таблица 50

Наименования деталей	ГАЗ-24 «Волга»	«Москвич»-412 «Москвич»-408»	Запорожец ЗАЗ-968	ВАЗ-2101, ВАЗ-2102, ВАЗ-2103	ПАЗ-652, ПАЗ-672	ГАЗ-66, ГАЗ-53А	ЗИЛ-130, ЗИЛ-ММЗ-555	МАЗ-500, МАЗ-500А и модификации	УАЗ-469, УАЗ-451М, УАЗ-452 и модификации	КрАЗ-255Б, -256Б и модификации
Рессорные листы	Сталь 50ХГА	Сталь 50ХГА	—	—	Сталь 50ХГА	Сталь 50ХГ	Сталь 60С2	Сталь 60С2	Сталь 50ХГА	Сталь 60ХГС
Пружины подвески	Сталь 60С2А	Сталь 60С2А	Сталь 60С2А	Сталь 60С2ГФ	—	—	—	—	—	—

Примечание. Пластины торсионной передней подвески автомобилей ЗАЗ-968 изготавливаются из стали 50ХФА. Рессорные листы в качестве термической обработки подвергаются закалке и высокотемпературному отпуску по режиму: для стали 50ХГА и 50ХГ закалке в масле с температуры нагрева 850—860°С и отпуску при нагреве 450—500°С с обеспечением твердости *HV* 363—414; для стали 60С2А закалке в масле с температуры нагрева 900—920°С, отпуску при нагреве до 540—600°С с обеспечением твердости *HV* 363—444. Пружины подвески из стали 60С2А подвергаются термической и дробеструйной обработке с обеспечением твердости *HRC* 45—48. Рессорные пальцы изготавливаются из стали 45 и подвергаются закалке ТВЧ, после которой поверхностная твердость находится в пределах *HRC* 52—60; стремянки рессор обычно изготавливаются из стали 45 или стали 40Х и в качестве термической обработки подвергаются нормализации или улучшению.

Материал основных деталей рам отечественных грузовых автомобилей [1; 7]

Таблица 51

Наименования деталей	ЗИЛ-130	ГАЗ-53А	ЗИЛ-164	ГАЗ-51	Семейство МАЗ-500, МАЗ-500А	БелАЗ-531	УАЗ-469
Продольные балки	Сталь 30Г, 14Г2АФ	Сталь 25	Сталь 30	Сталь 25	Сталь 19ХГС	Сталь 10ХСНД	Сталь 25.
Поперечины	Сталь 20, сталь 08, сталь 14Г2	Сталь 25, сталь 08КП, сталь 12ГС	Сталь 20, сталь 08, сталь 14Г2	Сталь 25, сталь 08	Сталь 19ХГС, сталь 14ХГС	Сталь 10ХСНД	Сталь 20КП, Сталь 08
Буфер	Сталь 20	Сталь 25	Сталь 20	Сталь 25	—	Сталь 09Г2С	Сталь 08, сталь 20кп
Буксирный крюк	Сталь 35	Сталь 40	Сталь 35	—	Сталь 45	—	Сталь 35

Глава 4. ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ

В автомобилестроении и ремонтом производстве нашли широкое применение цветные сплавы на алюминевой, цинковой и медной основе, различные антифрикционные сплавы и броню, некоторое применение получили также магниевые сплавы (см. табл. 43).

Чистые цветные металлы применяются для нанесения различного назначения покрытий на поверхности деталей и для наращивания поверхностей электролитическим способом с целью компенсации их износа. Кроме того, цветные металлы и сплавы применяют для изготовления и ремонта аккумуляторных батарей и электрических проводов.

§ 1. ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ НА АЛЮМИНЕВОЙ, ЦИНКОВОЙ И МАГНИЕВОЙ ОСНОВЕ

В автомобилестроении применяются литейные алюминиевые сплавы (ГОСТ 2035—75) и деформируемые алюминии и алюминиевые сплавы (ГОСТ 4784—74). Деформируемыми называются такие алюминиевые (или магниевые) сплавы, деформируемые из которых (листы, пруты, профилы) материалы, изготавливаемые путем обработки давлением. Как видно из табл. 43, 44 и 45, для изготовления автомобильных деталей преимущественно применяют литейные алюминиевые сплавы, причем иногда негостированных заводских марок. Деформируемые сплавы применяют для изготовления поршней двигателя (сплав АК4), поршней цилиндров гидравлических тормозов (сплав ДП), деталей сцепного механизма (сплав Д16, В35 и др.) и различных мелких деталей. В табл. 52 приведены маркировка и основная область применения в автомобилестроении деформируемых цветных сплавов. В табл. 53 и 54 приводятся химический состав и в табл. 55 способы литья, виды термической обработки, механические и технологические свойства литейных раскисленных при изготовлении автомобильных деталей алюминиевых сплавов.

В табл. 56 приводятся марки и рекомендуемые цифровые обозначения алюминия и алюминиевых деформируемых сплавов (ГОСТ 4784—74), в табл. 57 — химический состав деформируемых сплавов, имеющих наибольшее применение в автомобилестроении при изготовлении и авторемонтном производстве.

Сплавы металлов деформируемые (ГОСТ 14957—76) иногда применяют для изготовления бачков, картеров сцепления и коробок передач (сплав МЛ5), дисков колен (сплав МЛ50) и некоторых других деталей.

Основная покомпонентная характеристика цинковых сплавов заключается в их высокой пластичности в расплавленном состоянии. Поэтому их применяют для изготовления автомобильных деталей сложной формы с тонкими размерами и тонкими сечениями металлов и сплавов под давлением. Точность размеров отливок достигает здесь 3-го класса, а шероховатость поверхности соответствует 5-7-му классу (ГОСТ 2783—76).

В табл. 58 приводятся марки, химический состав, основные свойства и область применения цинковых сплавов, рекомендуемых ГОСТ 21437—75 для изготовления автомобильной промышленности. Детали из цинковых сплавов при подготовке деталей не деформируются.

Таблица 52

Классификация, марки и область применения при изготовлении автомобильных деталей алюминиевых литейных сплавов (ГОСТ 2685—75)

Группы сплавов				
I	II	III	IV	V
Сплавы на основе системы алюминий — кремний	Сплавы на основе системы алюминий — кремний — медь	Сплавы на основе системы алюминий — медь	Сплавы на основе системы алюминий — магний	Сплавы на основе системы алюминий — прочие компоненты (жаростойкие сплавы)
Марки сплавов				
АЛ2 АЛ4 АЛ4-1 АЛ6 АЛ9-1 АЛ34(ВАЛ5) АК9(АЛ1В) АК7(АЛ9В)	АЛ3 АЛ5 АЛ5-1 АЛ6 АЛ32 АК5М2(АЛ3В) АК5М7(АЛ10В) АК7М2(АЛ14В) АК4М4(АЛ15В)	АЛ7 АЛ19 АЛ33(ВАЛ1)	АЛ8 АЛ13 АЛ22 АЛ23 АЛ23-1 АЛ27 АЛ27-1 АЛ28	АЛ1 АЛ11 АЛ21 АЛ24 АЛ25 АЛ30 АК21М2 (ВКЖЛС-2)
Основная область применения				
Головки цилиндров двигателей, картеры рулевых механизмов, удлинитель картеров коробок передач, картеры сцепления, поршни компрессоров, корпуса масляных центрифуг, водяных насосов, поршни тормозных цилиндров, впускные трубопроводы и многие другие детали	Корпусы карбюраторов, топливных насосов, арматура (чаще цинковый сплав); крышки различные; патрубки мелкие, ненагруженные детали	Арматура, кронштейны и другие детали	Декоративные детали	Поршни двигателей

**Химический состав наиболее распространенных в автомобилестроении
алюминиевых литейных сплавов (ГОСТ 2685—75)**

Таблица 53

Номер группы	Марка сплавов	Химический состав основных компонентов, %							
		Алюминий	Магний	Кремний	Марганец	Медь	Никель	Титан	Другие элементы
I	АЛ2	Основа	—	10,0—13,0	—	—	—	—	—
	АЛ4	»	0,17—0,30	8,0—10,5	0,20—0,50	—	—	—	—
	АЛ4-1	»	0,23—0,30	9,0—10,5	0,20—0,35	—	—	0,08—0,15	—
	АЛ-9	»	0,20—0,40	6,0—8,0	—	—	—	—	—
	АЛ9-1	»	0,25—0,40	7,0—8,0	—	—	—	0,8—0,15	—
	АК9 (АЛ4В)	»	0,20—0,40	8,0—11,0	0,20—0,50	—	—	—	—
II	АК7 (АЛ9В)	»	0,20—0,50	6,0—8,0	—	—	—	—	—
	АЛ5	»	0,35—0,50	4,5—5,5	—	1,0—1,5	—	—	—
	АК5М7 (АЛ10В)	»	0,20—0,50	4,5—6,5	—	6,0—8,0	—	—	0,05—0,15
	АК7М2 (АЛ14В)	»	0,20—0,50	6,0—8,0	0,20—0,60	1,5—3,0	—	—	0,10—0,20
	АК4М4 (АЛ15В)	»	—	3,0—5,0	0,20—0,60	3,5—5,0	—	—	—
	АЛ19	»	—	—	0,60—1,0	4,5—5,3	—	0,15—0,35	—
IV	АЛ8	»	9,5—10,0	—	—	—	—	—	—
	АЛ13	»	4,5—5,5	0,8—1,3	0,10—0,40	—	—	—	—
	АЛ23	»	6,0—7,0	—	—	—	—	0,05—0,15	Бериллий 0,02—0,10, цирконий 0,5—0,20
V	АЛ24	»	1,5—2,0	—	0,20—0,50	—	—	0,10—0,20	—
	АЛ25	»	0,8—1,3	11,0—13,0	0,30—0,50	1,5—3,0	0,8—1,3	0,05—0,20	—
	АЛ30	»	0,8—1,3	11,0—13,0	—	0,8—1,5	0,8—1,3	—	—
	АЛ21	»	0,8—1,3	—	0,15—0,25	4,6—6,0	2,6—3,6	—	Хром 0,1—0,2
	ВКЖЛС-2	»	0,2—0,5	20,0—22,0	0,20—0,40	2,20—3,00	2,2—2,8	0,10—0,30	Хром 0,2—0,4

Примечание. В указанных сплавах в зависимости от их марок может ограничиваться наличие следующих примесей: магния, кремния, марганца, меди, цинка, олова, свинца, титана, никеля, бериллия, циркония, бора. ГОСТ 2685—75 регламентирует содержание каждой примеси и их суммарное количество.

Таблица 54

**Химический состав негостирированных или скорректированных по отношению
к ГОСТ алюминиевых сплавов, широко применяемых на автомобильных
заводах [5]**

Марка сплавов	Основные компоненты, %						
	Кремний	Медь	Магний	Марганец	Никель	Железо (титан)	Алюминий
АК12М2	11,0—12,5	1,75—2,50	—	—	—	0,70—1,00	Остальное
АК6М2	5,5—6,5	1,75—2,25	0,30—0,45	—	—	(0,10—0,20)	»
АК9	8,5—9,5	—	0,30—0,45	0,40—0,60	—	(0,05—0,15)	»
АК10М2В	9,5—10,5	2,00—2,50	0,90—1,20	—	0,80—1,20	—	»
АМ4	—	4,20—5,00	0,20—0,40	—	—	(0,15—0,30)	»
АК21	20,0—22,0	1,40—1,80	0,40—0,80	0,40—0,80	1,4—1,6	Не более 0,7, кобальт 0,5—1,2	»
АЛ4ч	8,0—11,0	—	0,20—0,40	0,20—0,50	—	—	»
АЛ4чс	8,0—11,0	—	0,20—0,35	0,20—0,50	—	—	»

Примечание. В зависимости от марки сплавов в них может ограничиваться содержание следующих примесей: цинка, свинца, олова, титана, никеля, марганца, меди, железа. Примеры использования указанных сплавов при изготовлении автомобильных деталей приведены в табл. 43, 47 и 52.

Механические, физические, технологические и эксплуатационные свойства
наиболее распространенных в автомобилестроении литейных алюминиевых
сплавов (ГОСТ 2685—75)

Марки сплавов	Способ литья ¹	Вид тер- мической обработ- ки ²	Механические свойства, не менее			Физические свойства		Технологические и эксплуатационные свойства			
			Времен- ное сопро- тивление σ_B , кгс/мм ²	Относи- тельное удлине- ние δ , %	Твер- дость, HB	Темпера- тура плавления, °C	Темпера- тура литья, °C	Обрабаты- ваемость резанием	Сваривае- мость	Коррозий- ная стой- кость	Предель- ные рабо- чие темпе- ратуры, °C
АЛ12	ЗМ, ОМ, ВМ, КМ	T2	14	4	50	565	680—720	Понижен- ная	Хорошая	Хорошая	200
АЛ12	КД	T2	15	2—3	50	550	690—760	»	»	»	200
АЛ14	К	T1	20	1,5	70						
АЛ14	ЗМ, ВВ К, КМ	T6	23—24	3	70						
АЛ9	З, О, В, К, Д	T2	14	2	45	550	690—750	Удовлет- воритель- ная	»	»	200
АЛ19	КМ, З, В	T4	18—19	4	50						
АЛ19	ЗМ, ОМ, ВМ	T6	23	1	70						
АЛ19	ЗМ, ОМ, ВМ	T7	20	2	60						
АЛ19	ЗМ, ОМ, ВМ	T3	16	3	55	550	690—750	То же	»	»	200
АК9	З, К	T6	21—25	0,5	80—90						
АК9	З, К	T5	20—22	0,5	75	550	690—750	»	»	»	200

АЛ15	З, О, В, К	T1	16	0,5	65	535	720—750	Удовлетво- рительная	Удовлетво- рительная	Удовлетво- рительная	250
АК5М7	З, К	T1	15	—	80	535	690—730	Средняя	То же	Понижен- ная	250
АЛ23	З, О, К	T4	23	6	60	449	660—720	Хорошая	То же	Отличная	100
АЛ25	К	T1	19	—	90	540	680—730	Удовлетво- рительная	Хорошая	Удовлетво- рительная	300
АЛ30	К	T1	20	0,5	90	540	680—730	То же	То же	То же	250
АЛ21	К	T6	18—21	1	65—75	540	720—760	Хорошая	Удовлетво- рительная	Понижен- ная	325

¹ Условные обозначения способов литья: З — в песчаные формы, О — в оболочковые формы, В — по выплавляемым моделям, К — в кокиль, Д — под давлением, М — модификация.

² Условные обозначения видов термической обработки: T1 — искусственное старение; T2 — отжиг, T4 — закалка, T5 — закалка и кратковременное (неполное) искусственное старение, T6 — закалка и полное искусственное старение, T7 — закалка и стабилизирующий отпуск, T8 — закалка и смягчающий отпуск.

В автомобилестроении преимущественно применяют режим T1 при нагреве до $t=175\pm 5^\circ\text{C}$ и выдержке при этой температуре 12—15 ч и режим T6, включающий нагрев до $t=535\pm 5^\circ\text{C}$, выдержку при этой температуре 4—6 ч, закалку в воду, нагретую до 50—100°С, нагрев до $t=175\pm 5^\circ\text{C}$ с выдержкой 12—15 ч.

Марки и рекомендуемые цифровые обозначения алюминия и алюминиевых деформируемых сплавов (ГОСТ 4784—74)

Таблица 56

Марки	Рекомендуемые цифровые обозначения марки	Марки	Рекомендуемые цифровые обозначения марки	Марки	Рекомендуемые цифровые обозначения марки	Марки	Рекомендуемые цифровые обозначения марки	Марки	Рекомендуемые цифровые обозначения марки	Марки	Рекомендуемые цифровые обозначения марки
АД0	1011	АД35	1350	Д12	1521	Д16	1160	АМг5	1550	АК6	1360
АД1	1013	АВ	1340	АМг1	1510	Д16П	1161	АМг5П	1551	АК8	1380
ММ	1403	В65	1165	АМг2	1520	Д18	1180	АМг6	1560	В95	1950
АМц	1400	Д1	1110	АМг3	1530	АК4	1140	АД31	1310	1915	1915
АМцС	1401	Д1П	1111	АМг4	1540	АК4-1	1141	АД33	1330	1925	1925

Химический состав наиболее распространенных деформируемых алюминиевых сплавов (ГОСТ 4784—74)

Таблица 57

Марки	Химический состав основных компонентов, %								Область применения
	Алюминий	Медь	Магний	Марганец	Кремний	Никель	Железо	Титан	
В65	Основа	3,9—4,5	0,15—0,30	0,30—0,50	—	—	—	—	Заклепки, элементы конструкций Поршни автомобильных двигателей, диски и кольца турбореактивных и турвинтовых двигателей
Д16	»	3,8—4,9	1,20—1,80	0,30—0,90	—	—	—	—	
Д18	»	2,2—3,0	0,20—0,50	—	—	—	—	—	
АК4	»	1,9—2,5	1,40—1,80	—	0,50—1,20	0,80—1,30	0,80—1,30	—	
АК4-1	»	1,9—2,7	1,20—1,80	—	—	0,80—1,40	0,80—1,40	0,02—0,10	

Примечание. В указанных сплавах в зависимости от их марки может ограничиваться наличие следующих примесей: железа, кремния, меди, марганца, никеля, цинка, титана, магния, хрома, ГОСТ 4784—74 регламентирует содержание каждой примеси и их суммарное количество.

Марки, химический состав и основные свойства цинковых литейных сплавов [5]

Таблица 58

Марка сплава	Химический состав, %					
	Алюминий	Медь	Магний	Железо, не более	Свинец, не более	Кадмий
ЦАМ4-1 ¹	3,5—4,3	0,75—1,25	0,03—0,08	0,2	0,015	0,015
ЦАМ4 ¹	3,5—4,3	—	0,03—0,08	0,2	0,015	0,015
ЦАМ4-3 ¹	3,5—4,5	2,3—4,5	0,02—0,10	0,2	0,030	0,015
Остальное то же						

Марка сплава	Основные свойства			Основное назначение
	Температура плавления, °С	σ _В , кгс/см ²	δ, %	
ЦАМ4-1 ¹	390—500	28,7	7,0	Для деталей средней точности Для деталей с устойчивыми размерами Для деталей высокой точности
ЦАМ4 ¹	390—500	33,3	10,0	
ЦАМ4-3 ¹	395—500	35,0	5,0	

¹ Сплавы, используемые по ТУ автомобильных заводов для изготовления корпусов, картеров, топливных насосов и многих других деталей методом литья под давлением.

Примечание. ГОСТ 2137—75 предусматривает сплавы ЦАМ9-1,5Л и ЦАМ10-5Л, относящиеся к категории литейных сплавов (изготавливаемые из расплава, обычно отливается в кокиль), и ЦАМ9-1,5 и ЦАМ10-5 — сплавы, обрабатываемые давлением.

§ 2. ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ НА МЕДНОЙ ОСНОВЕ

Листов медь имеет в автомобилестроении и авторемонтном производстве ограниченное применение. Зато широко применяются медно-цинковые сплавы (латуни), оловянистые и безоловянистые бронзы.

Латуни подразделяются на литейные (ГОСТ 17711—72) и деформируемые (ГОСТ 15527—70), последние, в свою очередь, подразделяются на простые (основными компонентами которых являются медь и цинк) и многокомпонентные. В табл. 59 приводятся классификация, основные марки и область применения деформируемых латуней, в табл. 60 и 61 — химический состав, механические, физические и технологические свойства деформируемых латуней, наиболее употребляемых в автомобилестроении и авторемонтном производстве. Литейные латуни также в большинстве случаев являются многокомпонентными, их марки, химический состав, механические свойства, способы литья и область применения указаны в табл. 62 и 63.

При практическом использовании следует иметь в виду, что повышение процентного содержания меди в составе латуни улучшает ее пластичность, теплопроводность, электропроводность и коррозионную стойкость. Относительное повышение содержания цинка улучшает обрабатываемость латуни резанием, приравливаемость, повышает износостойкость, снижает себестоимость латуни. Включение в состав латуни свинца увеличивает ее антифрикционные свойства. Наличие в латуни олова, марганца, кремния, железа повышает ее прочность и способствует улучшению антикоррозионных свойств.

**Классификация и основная область применения деформируемых
медно-цинковых сплавов (латуней) (ГОСТ 15527—70)**

Таблица 59

Виды латуней						
Простые	Многокомпонентные					
	Алюминиевые, алюминийно-железные, алюминийно-никелевые, никелевые	Марганцовые, марганцово-алюминиевые	Железистомарганцовые, железисто-свинцовые	Оловянистые	Свинцовистые	Кремнистые, мышьяковистые, алюминийно-мышьяковистые, оловянисто-мышьяковистые, алюминийно-никеле-кремнистомарганцовые
	Марки латуней					
Л96 Л90, Л63 Л85, Л60 Л80 Л70 Л68	ЛА77-2 ЛАЖ60-1-1 ЛАН59-3-2 АН65-1	ЛМц58-2 ЛМцА57-3-1	ЛЖМц59-1-1 ЛЖС58-1-1	ЛО90-1 ЛО70-1 ЛО62-1 ЛО60-1	ЛС74-3 ЛС64-2 ЛС63-3 ЛС60-1 ЛС59-1 ЛС59-1В	ЛК80-3 ЛМш68-0,05 ЛАМш77-2-0,05 ЛОМш70-1-0,05 ЛАНКМц72-2,2,5-0,5-0,5
Основное назначение						
Втулки генераторов, заклепки крепления фрикционных накладок, бачки радиаторов, клапаны топливного бака (Л63), трубки водяного и масляного радиатора (Л63, Л90), трубки пневматических тормозных систем, топливопровода, детали радиаторов (Л96), листы, трубки, прутки	Трубки конденсаторные радиатора, прутки, листы, лента, проволока	Прутки для газовой пайки чугуна, полосы, проволока, листы	Полосы, прутки, проволока, трубки	Втулка вала рулевой сошки (ЛО90-1, ЛО60-1), сварочная проволока (ЛО60-1), ленты, листы, трубки, прутки	Угольники, тройники, крестовины пневматических и топливных систем, толкатели экономайзеров карбюраторов, пробки топливных фильтров и т. д. (ЛС59-1); жиклеры и пробки карбюраторов (ЛС59-1В); * втулки тормозных колодок, кронштейнов педалей и др. (ЛС74-3)	Для различных деталей при повышенных требованиях к коррозионной стойкости

Таблица 60
Химический состав деформируемых латуней, наиболее употребляемых в автомобилестроении и авторемонтном производстве (ГОСТ 15527—70)

Марка	Химический состав, %				
	Медь	Цинк	Марганец (опово)	Свинец	Железо, не более
Л63	62,0—65,0	Остальное	—	≤ 0,03	0,10
Л90	88,0—91,0	»	—	≤ 0,03	0,10
Л96	95,0—97,0	»	—	≤ 0,03	0,10
ЛС59-1	57,0—60,0	»	—	0,8—1,9	0,50
ЛС59-1В	57,0—61,0	»	—	0,8—1,9	0,50
ЛС74-3	72,0—75,0	»	—	2,4—3,0	0,10
ЛО60-1	59,0—61,0	»	(1,0—1,5)	≤ 0,03	1,0
ЛМц58-2	57,0—60,0	»	1,0—2,0	≤ 0,1	1,0
ЛО90-1	88,0—91,0	»	(0,25—0,75)	≤ 0,03	0,1

Примечание. Содержание фосфора для всех латуней не более 0,01%, сурьмы не более 0,005, висмута не более 0,002%.

Таблица 61
Механические, физические и технологические свойства деформируемых латуней, наиболее употребляемых в автомобилестроении и авторемонтном производстве (ГОСТ 15527—70)

Марка	Температура плавления, °С	Временное сопротивление		Относительное удлинение		НВ, кгс/мм²		Ударная вязкость α _Н , кгс·м/см² (в мягком состоянии)	Обработка резанием в % от ЛС63-3
		ОВ, кгс/мм²	мг/мм² (отож.-жест. нол)	0, %	мг/мм² (отож.-жест. нол)	мг/мм² (отож.-жест. нол)	мг/мм² (отож.-жест. нол)		
Л63	905	60	33	3	49	164	56	14	40
Л90	1045	48	26	4	45	136	53	18	20
Л96	1070	45	24	2	50	137	59	22	20
ЛС59-1	900	65	40	16	45	140	90	2,6	80
ЛС74-3	965	65	33	4	50	—	60	—	80
ЛО60-1	900	55	38	10	40	—	—	7,7	40
ЛО90-1	1015	52	28	5	45	148	58	7,5	30
ЛМц58-2	880	70	40	—	15,6	175	85	12	20

Механические свойства литейных медно-цинковых сплавов (латуней)
(ГОСТ 17711-72)

Марка латуни	Способ литья*	Механические свойства (не менее)		
		Временное сопротивление разрыву σ_B , кгс/мм ²	Относительное удлинение δ_5 , %	Твердость НВ
ЛК80-3Л	К, З	30	15	110-100
ЛКС80-3-3	К, З	30-25**	15-7	100-90
ЛАЖМц66-6-3-2	Ц, К, З	70-60***	7	160
ЛА67-2,5	К, З	40-30	15-12	90
ЛАЖ60-1-1Л	К, З	42-38	18-20	90-80
ЛМцНЖА60-2-1-1	К, З	40-35	18-20	85-100
ЛС59-1ЛД	Д	20	6	70
ЛМцС58-2-2-2	Ц	20	20	30
ЛМцС58-2-2	К, З	30	4-6	100-90
ЛМц58-2Л	К, З	35-25	8-10	80-70
ЛМцЖ55-3-1	К, З, Ц	35	20	100
ЛВ0С	К, З, Д	50-40	10-18	100-90
	З	15	8	60

* Условные обозначения способов литья: З — в землю, К — в кокиль, Ц — центробежное, Д — под давлением.

** Во всех графах первая цифра — для литья в кокиль.

*** Первая цифра для центробежного литья.

Ремонт деталей и узлов, изготовленных из латуней, обычно производят пайкой. Материалы, применяемые на авторемонтных и автораспорочных предприятиях для пайки литейных деталей, приводятся в § 3 этой главы.

В автомобилестроении и авторемонтом производстве применяются литейные (ГОСТ 613-65), обрабатываемые давлением оловянистые (ГОСТ 5017-74) и безоловянистые бронзы (ГОСТ 18175-78). Наиболее распространены для изготовления деталей оловянистые бронзы. Они характеризуются достаточной прочностью, высокими антифрикционными качествами, коррозионной стойкостью, хорошей теплопроводностью. Деформируемые оловянистые бронзы отличаются, кроме того, хорошими упругими свойствами. Повышение содержания олова в оловянистых бронзах увеличивает их прочность и твердость, но уменьшает пластичность и ударную вязкость.

В качестве легирующих добавок в оловянистую бронзу вводят фосфор, цинк, свинец, никель. Цинк и никель улучшают механические свойства бронзы, причем никель способствует измельчению зерна и улучшению структуры сплава, свинец и фосфор улучшают антифрикционные свойства и, кроме того, обрабатываемость резанием (фосфор) и износоустойчивость (свинец). Вместе с тем увеличение содержания фосфора более 0,35-0,40% снижает механические свойства сплавов. В табл. 64 и 65 приводятся химический состав и область применения оловянистых бронз, обрабатываемых давлением, и литейных бронз. В табл. 66 те же данные приведены по отношению к обрабатываемым давлением безоловянистым бронзам. Из приведенных в табл. 66 марок бронз следует, в частности, отметить кремнистые бронзы марки Бр.КМц3-1 и бериллиевые бронзы марок Бр.Б2; Бр.БНТ1,7; Бр.БНТ1,9, обладающие упругостью, прочностью, химической стойкостью, высоким значением усталостной выносливости. Эти бронзы применяются для изготовления ответственных пружин: термостатов, пробок топливных баков, клапанов топливных насосов, пружин карбюраторов и т. п.

Таблица 63

Марки и химический состав некоторых литейных медно-цинковых сплавов (латуней) (ГОСТ 17711-72)

Наименование латуни	Марка сплава	Химический состав по основным компонентам, %							Основное назначение
		Медь	Алюминий	Железо	Марганец	Свинец	Другие компоненты	Цинк	
Кремнистая	ЛК80-3Л	78-81	—	—	—	—	Кремний 3,0-4,5	Ос- таль- ное	Арматура, детали прибо- ров
Кремнисто-свин- цовая	ЛКС80-3-3	77-81	—	—	—	2,0-4,0	Кремний 2,5-4,5	То же	Подшипники, втулки, вкла- дыши
Алюминиево-же- лезо-марганцевая	ЛАЖМц66-6-3-2	64-68	4-7	2,0-4,0	1,5-3,0	—	—	»	Гайки нажимных винтов
Алюминиевая	ЛА67-2,5	66-68	2-3	—	—	—	—	»	Для коррозионно-стойких деталей
Алюминиево-же- лезная	ЛАЖ60-1-1Л	58-61	0,8-1,5	0,8-1,5	0,1-0,6	—	Олово 0,2-0,7	»	Арматура, втулки, под- шипники
Марганцево-ни- кележелезо-алюми- ниевая	ЛМцНЖА60-2-1-1	58-62	0,5-1,0	0,5-1,1	1,5-2,5	—	Никель 0,5-1,5	»	Для деталей, работающих в среде масла, топлива, воды
Свинцовая	ЛС59-1ЛД	58-61	—	—	—	0,8-2,0	—	»	Для изготовления деталей литьем под давлением
Марганцовая	ЛМц58-2Л	57-60	—	—	1,0-2,0	—	—	»	Для подшипников, дета- лей, заливаемых баббитом
Марганцево-же- лезная	ЛМцЖ55-3-1	53-58	—	0,5-1,5	3,0-4,0	—	—	»	Корпусы пробок радиато- ра, гребные винты, лопасти
Оловяно-свинцо- вая	ЛВ0С	60-75	—	—	—	1,0-3,0	Олово 0,5-2,0	»	Для различных штуцеров, применяемых в автомобиле- строении

Примечание. В указанных латунях в зависимости от их марок могут содержаться примеси: свинца, олова, сурьмы, марганца, железа, алюминия, фосфора, никеля. ГОСТ 17711-72 регламентирует содержание каждой примеси и их общее количество.

Марки, химический состав и примерное назначение оловянистых бронз, обрабатываемых давлением (ГОСТ 5017—74)

Таблица 64

Марка	Химический состав по основным компонентам, %					Примерное назначение
	Олово	Фосфор	Цинк	Прочие легирующие элементы	Медь	
Бр.ОФ8,0-0,3	7,5—8,5	0,25—0,35	—	Никель 0,10—0,20	Остальное	Проволока для сетчатых фильтров
Бр.ОФ7-0,2	7,0—8,0	0,10—0,25	—	—	»	Прутки, применяемые для различных целей
Бр.ОФ6,5-0,4	6,0—7,0	0,26—0,40	—	Никель 0,10—0,20	»	Проволока для пружин, антифрикционные втулки, изготовление различных деталей
Бр.ОФ6,5-0,15	6,0—7,0	0,10—0,25	—	—	»	Ленты, полосы, втулки, подшипниковые детали, заготовки для сталебронзовых втулок
Бр.ОФ4-0,25	3,5—4,5	0,20—0,30	—	—	»	Трубки для контрольно-измерительных приборов и других целей
Бр.ОЦ4-3	3,5—4,5	—	2,7—3,3	—	»	Проволока для пружин топливного насоса, прутки, применяемые для изготовления штуцеров и различных других деталей
Бр.ОЦС4-4-2,5	3,0—5,0	—	3,0—5,0	Свинец 1,5—3,5	»	Ленты, полосы, прокладки, подшипниковые детали, втулки
Бр.ОЦС4-4-4	3,0—5,0	—	3,0—5,0	Свинец 3,5—4,5	»	То же

Примечание. Допустимое содержание примесей: сурьмы, висмута, алюминия, серы и магния не более 0,002% во всех сплавах; кремния не более 0,002% и свинца не более 0,02% во всех сплавах, кроме двух последних; фосфора не более 0,03% в трех последних сплавах; цинка не более 0,03% в первом и третьем сплавах; железа не более 0,02% в первом, третьем и пятом сплавах и не более 0,05% в остальных.

Бронзы оловянистые литейные (ГОСТ 614—73)*

Таблица 65

Марка	Основные компоненты, %**					Марка	Основные компоненты, %**				
	Олово	Цинк	Свинец	Никель	Медь		Олово	Цинк	Свинец	Никель	Медь
Бр.03Ц8С4-Н1	2,6—4,0	7,0—10,0	3,0—6,0	0,5—2,0	Остальное	Бр.ОЦС3-12-5***	2,0—3,5	8,0—15,0	3,0—6,0	—	Остальное
Бр.03Ц13С4	2,1—3,5	9,0—16,0	3,0—6,0	—	»	Бр.ОЦС5-5-5***	4,0—6,0	4,0—6,0	4,0—6,0	—	»
Бр.04Ц7С5	3,1—5,5	6,5—9,0	4,0—7,0	—	»	Бр.ОЦС4-4-17***	3,5—5,0	2,0—6,0	14,0—20,0	—	»
Бр.05Ц6С5	4,1—6,0	4,5—6,5	4,0—6,0	—	»	Бр.ОЦС3,5-7-5***	3,0—4,5	6,0—9,5	3,0—6,0	—	»
Бр.ОЦСНЗ-7-5-1***	2,5—4,0	6,0—9,5	3,0—6,0	0,5—2,0	»						

* ГОСТ 614—73 распространяется на оловянистые бронзы в чушках, предназначенные для изготовления оловянистых литейных бронз по ГОСТ 613—65.

** По ГОСТ 614—73 допускаются примеси (не более): сурьмы 0,5%; железа 0,4; марганца 0,2; алюминия, кремния, магния 0,02; висмута 0,015; мышьяка 0,15; фосфора 0,1; никеля 1—2%.

*** По ГОСТ 613—65 механические свойства последних пяти бронз: предел прочности от 15 до 21 кгс/мм², относительное удлинение от 4 до 8%, твердость НВ 60.

Марки и химический состав некоторых безоловянистых бронз, обрабатываемых давлением (ГОСТ 18175—72)

Таблица 66

Марка	Химический состав по основным компонентам, %						Применение
	Алюминий	Бериллий	Марганец	Никель	Другие компоненты	Медь	
Бр.А5	4—6	—	—	—	—	Остальные	Плиты, листы, полосы, прутки, втулки, подшипники, пружины ответственные мелкие
Бр.А7	6—8	—	—	—	—	»	
Бр.АМц9-2	8—10	—	1,5—2,5	—	—	»	Полосы, ленты, прутки, проволока, поковки
Бр.Б2	—	1,8—2,1	—	0,2—0,5	—	»	
Бр.БНТ1,7	—	1,60—1,85	—	0,2—0,4	Титан 0,10—0,25	»	Ленты, полосы, проволока, пружины и ленты для приборов
Бр.БНТ1,9	—	1,85—2,10	—	0,2—0,4	Титан 0,10—0,25	»	
Бр.КМц3-1	—	—	1—1,5	—	Кремний 2,75—3,5	»	То же

Примечание. В указанных бронзах в зависимости от их марки могут содержаться примеси мышьяка, сурьмы, олова, кремния, алюминия, никеля, свинца, фосфора, железа, цинка, марганца. ГОСТ 18175—72 регламентирует количественное содержание каждой примеси и их общее количество. По ранее действовавшему ГОСТ 493—54 предусматривались также свинцовистые бронзы для подшипников двигателей ма-

§ 3. АНТИФРИКЦИОННЫЕ СПЛАВЫ И ПРИПОИ

Антифрикционные сплавы широко применяются в конструкциях автомобилей в качестве материала трущихся поверхностей вкладышей коленчатых валов двигателей и различных валуков. В качестве антифрикционных сплавов в автомобилестроении и авторемонтном производстве находят применение оловянистые, свинцовые и кадмиевые бабиты, свинцовые бронзы и сплавы на алюминий-вой основе (по ГОСТ 14113—69 и ТУ заводов автомобильной промышленности). Преимуществом стал-алюминиевых вкладышей является их прочность, хорошая теплопроводность, температуростойкость, относительно низкая стоимость. В табл. 67 приводятся марки оловянистых, свинцовых, кадмиевых и алюминиевых антифрикционных сплавов.

Припой различных групп и марок имеют широкое применение в автомобильной промышленности, на авторемонтных и автотранспортных предприятиях. В табл. 68 и 69 приведены марки, физико-механические свойства, назначение и химический состав оловянно-свинцовых припоев (ГОСТ 21930—76). Эти припои имеют наибольшее применение на авторемонтных и автотранспортных предприятиях. В табл. 70 и 71 те же сведения приводятся по отношению к серебряным припоям (ГОСТ 19738—74). Положительными свойствами серебряных припоев является высокая механическая прочность, пластичность, электропроводность, коррозионная стойкость. В табл. 72 приводятся основные данные по медно-цинковым припоям. В табл. 73 приведены составы флюсов для пайки оловянно-свинцовыми, серебряными, медно-цинковыми и алюминиевыми припоями.

Таблица 67

Марки оловянистых, свинцовых, кадмиевых и алюминиевых антифрикционных сплавов, используемых для изготовления вкладышей подшипников и задвижек различных валуков

Оловянистые (ГОСТ 1320—74)	Свинцовые (ГОСТ 1320—74)	Кадмиевые (ГОСТ 1209—73)	Алюминиевые (ГОСТ 14113—69)
В88	ВН	ВКА	АО3-1
В83	ВС6(СОС6-6)	ВК2	АО9-2
В83С		ВК2Ш	АО9-2В
			АО9-1
			АО20-1*
			АН-2,5
			АСМ

* В последние годы в автомобилестроении для изготовления вкладышей широкое распространение получил неперестроиваемый сплав АМО-120, близкий по химическому составу к сплаву АО20-1. Химический состав сплава АМО-120: олова 19—24%, меди 0,8—1,3, железа до 0,3%, алюминий — остальное.

Таблица 68
Химический состав оловянно-свинцовых припоев (ГОСТ 21930—76)

Марка	Основные компоненты, %		
	Олово	Сурьма	Кадмий (медь)
ПОС90, ПОС90-П	89—91	—	—
ПОС61, ПОС61-П	59—61	—	—
ПОС40, ПОС40-П	39—41	—	—
ПОС30, ПОС30-П	29—31	—	—
ПОС10, ПОС10-П	9—10	—	—
ПОС61М, ПОС61М-П	59—61	—	(1,5—2,0)
ПОСК50-18	49—51	—	17—19
ПОСК2-18, ПОСК2-18П	1,8—2,3	—	17,5—18,5

Бессурьмянистые

Остальное

Малосурьмянистые

ПОСК961-05, ПОСК961-05-П	59—61	0,05—0,5	—	Остальное
ПОССУ50-0,5	49—51	0,05—0,5	—	»
ПОССУ50-0,5-П	39—41	0,05—0,5	—	»
ПОССУ40-0,5	34—36	0,05—0,5	—	»
ПОССУ40-0,5-П	29—31	0,05—0,5	—	»
ПОССУ30-0,5	24—26	0,05—0,5	—	»
ПОССУ30-0,5-П	17—18	0,05—0,5	—	»

Сурьмянистые

ПОССУ95-5, ПОССУ95-5-П	94—96	4,0—5,0	—	Остальное
ПОССУ40-2, ПОССУ40-2-П	39—41	1,5—2,0	—	»
ПОССУ35-2, ПОССУ35-2-П	34—36	1,5—2,0	—	»
ПОССУ30-2, ПОССУ30-2-П	29—31	1,5—2,0	—	»
ПОССУ25-2, ПОССУ25-2-П	24—26	1,5—2,0	—	»
ПОССУ18-2	17—18	1,5—2,0	—	»
ПОССУ15-2	14—15	1,5—2,0	—	»
ПОССУ10-2	9—10	1,5—2,0	—	»
ПОССУ8-3	7—8	2,0—3,0	—	»
ПОССУ5-1	4—5	0,5—1,0	—	»
ПОССУ4-6	3—4	5,0—6,0	—	»
ПОССУ4-4	3—4	3,0—4,0	—	»

Примечание. ГОСТ 21930—76 ограничивает содержание примесей сурьмы, меди, бериллия, мышьяка, железа, никеля, алюминия, серы, фосфора. В обозначениях марок припоев буква П означает повышенные требования по содержанию примесей.

Марка припоя	Температура плавления, °C		Временное сопротивление разрыву σ_B , кгс/мм ²	Ударная вязкость α_H , кгс-см/см ²	Твердость по Бринеллю, HB	Назначение
	Солидус	Ликвидус				
ПОС40	183	283	3,8	4,0	12,5	Для лужения и пайки электроаппаратуры, деталей из оцинкованного железа, пайки радиаторов, топливопроводов и т. д.
ПОС10	268	299	3,2	3,2	12,5	Для лужения и пайки контактных поверхностей электрических приборов, реле и др.
ПОС61М	183	192	4,5	1,1	14,9	Для лужения и пайки медной проволоки в электроприборостроении
ПОСК50-18	142	145	4,0	4,9	14,0	Для пайки деталей, чувствительных к перегреву
ПОССу61-05	183	189	4,5	3,7	13,5	Для лужения и пайки электроаппаратуры, обмоток электрических машин
ПОССу50-0,5	183	216	3,8	4,4	13,2	Для лужения и пайки радиаторов
ПОССу40-0,5	183	235	4,0	4,0	13,0	Для пайки радиаторных трубок, обмоток, лужения и пайки белой жести
ПОССу35-0,5	183	245	3,8	3,9	13,3	Для лужения и пайки свинцовых деталей
ПОССу30-0,5	183	255	3,6	3,9	13,2	Для лужения и пайки листового цинка, радиаторов
ПОССу25-0,5	183	266	3,6	3,9	13,6	Для лужения и пайки радиаторов
ПОССу40-2	185	229	4,3	2,8	14,2	Припой широкого назначения
ПОССу25-2	185	260	3,8	2,4	—	} Для пайки в автомобилестроении и авторемонтном производстве
ПОССу18-2	186	270	3,6	1,9	11,7	
ПОССу15-2	184	275	3,6	1,9	12,00	
ПОССу10-2	268	285	3,5	1,9	10,8	
ПОССу5-1	275	308	3,3	2,8	10,7	
ПОССу4-6	244	270	6,5	0,8	17,3	Для лужения и пайки деталей, работающих при повышенных температурах, для лужения трубчатых радиаторов
						Для шпатлевки кузовов автомобилей, для пайки белой жести, закатанных швов

Таблица 70
Марки и примерное назначение серебряных припоев (ГОСТ 19738—74)

Марки припоев	Примерное назначение
ПСр72, ПСр71, ПСр62, ПСр50Кд, ПСр50, ПСр45, ПСр40, ПСр37,5, ПСр25, ПСр15, ПСр10, ПСр2,5 ПСр72	Лужение и пайка меди, медных и медно-никелевых сплавов, никеля, кобальта, нейзильбера, латуни и бронзы Пайка жезло-никелевого сплава с посеребрёнными деталями из стали
ПСр72, ПСр62, ПСр40, ПСр25, ПСр12М ПСр37,5	Пайка стали с медью, никелем, медными и медно-никелевыми сплавами Пайка меди и медных сплавов с жаропрочными сплавами и жароустойчивыми
ПСр40	Пайка меди и латуни с кобальдом, никелем, с жароустойчивыми и жаропрочными сталями, пайка свинцово-оловянистых бронз
ПСр10-90, ПСрОСУ8, ПСрМО5, ПСрОС3,5-95, ПСр3-97, ПСрОС3-58, ПСрОС2-58, ПСр2, ПСр1,5	Пайка и лужение меди, никеля, медных и медно-никелевых сплавов с посеребрённой керамикой, пайка посеребрённых деталей
ПСр3, ПСр2, ПСр1,5	Пайка меди и никеля со стеклом, эмалью и керамикой
ПСр71, ПСр25Ф, ПСр15	Самодиффузирующийся припой для пайки меди с бронзой, меди с медью, бронзы с бронзой
ПСр3Кд	Пайка меди, медных сплавов и сталей по свежеснятому медному электролитическому покрытию толщиной не менее 10 мкм
ПСрМО68-27-5, ПСрКдМ50-34-16, ПСрМЦКд45-15-16-24, ПСр3, ПСр2,5 ПСр1	Пайка и лужение цветных металлов и сплавов
	Пайка и лужение серебряных деталей

Химический состав и температура плавления наиболее распространенных серебряных припоев (ГОСТ 19738—74)

Марка припоя	Химический состав, %					Температура плавления, °С	
	Серебро	Медь	Цинк	Олово	Другие компоненты	Верхняя критическая точка	Нижняя критическая точка
ПСр72	72,0±0,5	Остальное	—	—	—	779	779
ПСр70	70,0±0,5	26,0±0,5	Остальное	—	—	770	715
ПСр65	65,0±0,5	20,0±0,5	То же	—	—	722	695
ПСр50	50,0±0,5	Остальное	—	—	—	860	779
ПСр45	45,0±0,5	30,0±0,5	Остальное	—	—	730	665
ПСр25	25,0±0,3	40,0±1,0	То же	—	—	775	740
ПСр15	15,0±0,5	Остальное	—	—	Фосфор 4,8±0,3	810	640
ПСр12М	12,0±0,3	52,0±1,0	Остальное	—	—	630	793
ПСр10	10,0±0,3	53,0±1,0	То же	—	—	850	892
ПСр2,5	2,5±0,3	—	—	5,5±0,5	Свинцовое	300	295

Примечание. ГОСТ 19758-74 ограничивает также содержание примесей свинца, железа, висмута,

Т а б л и ц а 72
Химический состав, температура плавления и механические качества
наиболее распространенных медно-цинковых припоев [7]

Марка припоя ¹	Температура плавления, °С	Химический состав, %		Механические свойства			Область применения
		Св.-лиг.-дус	Медь	Цинк	Временное сопротивление разрыву σ _в , кгс/мм ²	Твердость, HB	
ПМЦ-36	800	825	34—38	Остальное	—	—	7,7
ПМЦ-48	850	870	46—50	»	21	130	8,2
ПМЦ-54	875	885	52—58	»	25	90	8,3

Примечание. Для пайки деталей из цветных сплавов и чугуна могут применяться также латуни, в частности латуни марки Л63.

¹ По ГОСТ 1534—42 (в настоящее время отменен).

Т а б л и ц а 73
Флюсы для пайки оловянно-свинцовыми, серебряными, медно-цинковыми и алюминиевыми припоями [7; 10]

Группы припоев	Применение	Химический состав, %
Оловянно-свинцовые (ГОСТ 21930—76)	Для пайки разных деталей из разнообразных материалов (подробно см. табл. 69)	1) Водный раствор хлористого цинка — 100. 2) Водный раствор хлористого цинка — 75, хлористый аммоний — 25. 3) Спиртовой раствор каинфолы — 100 и другие составы
Серебряные (ГОСТ 19738—74)	Для пайки пластинок из твердых сплавов и во всех случаях, когда требуется высокая сопротивляемость коррозии, изгибу, ударным и вибрационным нагрузкам (подробно см. табл. 70)	1) Борная кислота — 60, фтористый калий или фтористый натрий — 40. 2) Борная кислота — 57, фтористый калий — 43. 3) Фтористый калий — 35, фтороборат — 40, борный ангидрид — 25 и другие составы
Медно-цинковые	Для пайки медных сплавов То же, чугуна, припайки пластинок из твердых сплавов	Бура — 50, борная кислота — 50 Бура — 100

Продолжение табл. 73

Группа припоев	Применение	Химический состав, %
Алюминиево-медные, алюминиево-кремниевые ¹	Для пайки деталей из алюминиевых сплавов	1) Фтористый калий или фтористый натрий — 6—8, хлористый калий — 35—42, хлористый цинк — 15—25, хлористый калий — остальное 2) Фтористый калий или фтористый натрий — 8—10, хлористый натрий — 15—20, хлористый барий — 10—15, хлористый цинк — 30—40, хлористый калий — остальное 3) Хлористый калий — 29—35, хлористый цинк — 8—12, хлористый калий — 54—56, хлористый натрий — 9—11 и другие составы

¹ Для пайки алюминиевых радиаторов и других деталей в качестве припоя могут применяться: 1) старорусные проволоки марки СВАК5, СВАК10; 2) алюминево-медный припой 34А (АМТУ 276—71), в состав которого входят: медь 27—29%, алюминий 5,4—6,5%, алюмин — остальное; 3) силумин состава: кремний 10—13%, медь не более 0,8, цинк не более 0,5%, алюминий — остальное.

Глава 5. МЕТАЛЛЫ И МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ

§ 1. МЕТАЛЛЫ И МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ

АВТОМОБИЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ СВАРКОЙ, НАПЛАВКОЙ И МЕТАЛЛИЗАЦИЕЙ

К сварочным и наплавочным материалам относятся сварочная и наплавочная проволоки, электроды, присадочные прутки, покрытия (обмазки), флюсы, горючие, защитные, плазмообразующие газы, наплавочные порошки, карбид кальция и другие материалы.

Сварочная проволока предназначена для изготовления электродов для ручной дуговой сварки и наплавки металлических деталей и конструкций. В автомобильном производстве малоуглеродистую сварочную проволоку иногда используют и при восстановлении деталей механизированными видами наплавки. ГОСТ 2246—70 предусматривает 75 марок сварочной проволоки. Химический состав 20 из них, имеющих наибольшее применение при восстановлении автомобильных деталей, приведен в табл. 74.

В табл. 75 приведены наиболее распространенные компоненты покрытий электродов для ручной дуговой сварки и наплавки.

В табл. 76 перечислены марки и приведен химический состав наплавочных проволок, предусмотренных ГОСТ 10543—75. В ремонтном производстве при восстановлении деталей механизированными способами наплавки широко используются многие марки наплавочной проволоки. Особенно распространены проволоки марок: Нп-50, Нп-65, Нп-80, Нп-30ХГСА, Нп-20Х14, Нп-30Х13 и др. В табл. 77 приведены твердость наплавленного металла и примерное назначение наплавочных проволок.