

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

Кафедра металлорежущих станков и инструментов

КЛАССИФИКАЦИЯ И МАРКИРОВКА СТАЛЕЙ

Методические указания к лабораторным работам
по дисциплинам **«Технология конструкционных материалов»**,
«Технологические процессы в машиностроении»,
«Технология металлов», **«Материаловедение»**
для обучающихся технических направлений и специальностей

Составитель **Д. Б. Шатько**

Утверждены на заседании кафедры
Протокол № 11 от 27.05.2020
Рекомендованы к печати
учебно-методической комиссией
направления подготовки 15.03.05
Протокол № 12 от 27.05.2020
Электронная копия находится
в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2020

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

- изучение принципов классификации и маркировки конструкционных и инструментальных сталей;
- освоение студентами маркировки сталей на уровне способности ориентироваться в выборе материалов, которые применяются в общем машиностроении;
- ознакомление с видами упрочняющей термической обработки рассматриваемых сталей.

2. КЛАССИФИКАЦИЯ СТАЛЕЙ

2.1. Общие сведения

Сталь – важнейший конструкционный материал для машиностроения, транспорта, строительства и прочих отраслей промышленности. Из всех материалов, применяемых в настоящее время и прогнозируемых в будущем, только сталь позволяет получить сочетание высоких значений различных механических характеристик и хорошую технологичность при сравнительно невысокой стоимости. Поэтому сталь является основным и наиболее распространенным конструкционным материалом. Стали имеют хорошие технологические свойства: легко обрабатываются давлением (изделия получают прокаткой, ковкой, штамповкой), хорошо обрабатываются на металлорежущих станках, а также свариваются. Достоинством сталей является возможность получать нужный комплекс свойств, изменяя их состав и вид обработки.

Сталь – это сплав железа с углеродом (до 2 %) и сопутствующими примесями в виде марганца, кремния, серы, фосфора и др. Стали, применяемые в машиностроении, обычно содержат от 0,05 до 1,5 % С. Примеси, присутствующие в стали, делят на четыре группы:

- постоянные (или обычные) – марганец, кремний, фосфор и сера, если их содержание находится в пределах: до 0,8 % – Mn; до 0,4 % – Si; до 0,05 – P и до 0,05 – S;
- скрытые – азот, кислород, водород, присутствующие в любой стали в очень малых количествах (тысячные доли процента);

- случайные – например, мышьяк, свинец, медь и др., попадающие в сталь из-за того, что они содержатся в рудах или в шихтовых материалах данного географического района или связаны с определенным технологическим процессом производства стали;
- специальные (легирующие элементы) – их вводят в состав стали для получения нужных по условиям службы деталей свойств стали. В этом случае сталь называют легированной.

2.2. Общая классификация

Существует несколько принципов классификации сталей:

- **по химическому составу:** углеродистые, низколегированные (легирующих элементов $\leq 3\%$), среднелегированные (3–10 %) и высоколегированные ($> 10\%$);
- **по качеству:** обыкновенного качества (S, P $\leq 0,04$ – $0,05\%$ каждого), качественные (S, P $\leq 0,035\%$), высококачественные (S, P $\leq 0,025\%$), особо высококачественные (S, P $\leq 0,01$ – $0,02\%$);
- **по способу выплавки:** стали, выплавленные кислым или основным процессом;
- **по назначению:**
 - конструкционные стали общего назначения:**
 - строительные;
 - цементуемые (C $\leq 0,25\%$);
 - улучшаемые (0,3–0,5 %);
 - азотируемые (легированные улучшаемые).
 - специализированные стали:**
 - рессорно-пружинные;
 - износостойкие (подшипниковые, стали Гадфильда);
 - жаропрочные и нержавеющие;
 - коррозионно-стойкие;
 - с особыми физическими свойствами (электротехнические, магнитные и др.
 - инструментальные стали:**
 - для режущего инструмента;
 - для мерительного инструмента;
 - для штампового инструмента.

3. КОНСТРУКЦИОННЫЕ УГЛЕРОДИСТЫЕ И ЛЕГИРОВАННЫЕ СТАЛИ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

Конструкционными называют стали, применяемые для изготовления деталей машин и механизмов, металлических конструкций. Их поставляют в виде проката различных профилей, которые выпускаются различного качества, углеродистыми и легированными.

К конструкционным сталям предъявляются требования по основным и технологическим свойствам.

Конструкционные стали характеризуются комплексом основных механических свойств, определяемых при стандартных испытаниях (σ_B , $\sigma_{0,2}$, δ , ψ , KCV, НВ). Этот комплекс свойств обеспечивает высокую конструктивную прочность, т. е. прочность, которая находится в наибольшем соответствии со служебными свойствами данного изделия. Конструкционная прочность оценивается надежностью материала против внезапных разрушений, температурным порогом хладноломкости, долговечностью изделия, по сопротивлению усталости, стойкости против коррозии и износа.

Конструкционная сталь должна обладать хорошими технологическими свойствами: хорошей или удовлетворительной обрабатываемостью давлением, резанием, свариваемостью и малой склонностью к деформации и трещинообразованию при термической обработке, достаточной прокаливаемостью.

3.1. Углеродистые стали обыкновенного качества (ГОСТ 380-2005)

Самые дешевые конструкционные стали. В процессе выплавки сохраняют повышенное количество вредных примесей.

Стали обыкновенного качества маркируются буквами Ст и цифрами: Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6 (ГОСТ 380-88).

Цифра – это номер стали, которому соответствует химический состав и основные свойства. Чем выше цифра, тем больше углерода в стали (от 0,06 до 0,49 %) и тем соответственно выше прочность и ниже пластичность ($\sigma_B = 310 \div 640$ МПа; $\delta = 23 \div 17$ %

для сталей Ст0 и Ст6 соответственно). Содержание углерода в сталях обыкновенного качества можно определить по номеру стали следующим образом: $C = \text{№ стали} \times 0,07 (\%)$.

В зависимости от условий и степени раскисления стали выпускают спокойными (сп), кипящими (кп), полуспокойными (пс), что оговаривается в конце маркировки, например Ст3кп.

Эти стали не обладают высокой прочностью, поэтому из них изготавливают детали машин неответственного назначения, работающих при относительно невысоких нагрузках. Стали марок Ст0, Ст1, Ст2, Ст3 ($C \leq 0,25 \%$) применяют для строительных сварных, клепаных и болтовых конструкций (балок, ферм, подъемных кранов и т. д.) чаще всего в состоянии поставки, т. е. после нормализации. Детали машин из этих сталей изготавливают методом холодного, горячего деформирования, обработкой резанием. Если они работают в условиях интенсивного износа, то поверхности могут подвергаться цементации ($C \leq 0,25 \%$). Стали марок (Ст4, Ст5, Ст6) не используют для сварных конструкций. Детали машин из них проходят нормализацию на феррито-перлитную структуру, улучшение на сорбитную структуру и, если требуется повышенная твердость на поверхности, поверхностную закалку ТВЧ (токами высокой частоты) за счет мартенситной структуры с включениями карбидов.

3.2. Углеродистые конструкционные качественные стали (ГОСТ 1050-2013)

К ним предъявляются более высокие требования по содержанию вредных примесей, а также по неметаллическим включениям. Качественные углеродистые конструкционные стали маркируют цифрами 05, 08, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 55, 58, 60 (ГОСТ 1050-88). Цифры указывают среднее содержание углерода в сотых долях процента.

Низкоуглеродистые стали марок 08, 10, 15, 20, 25 ($0,15-0,25 \%$ C) называют цементируемыми. Они обладают невысокой прочностью, но высокой пластичностью ($\sigma_{\text{в}} = 330 \div 460$ МПа, $\delta = 33 \div 23 \%$). После нормализации эти стали используют для ответственных сварных конструкций, для деталей, заготовки кото-

рых получают методом глубокой вытяжки, а также для цементуемых деталей машин.

Среднеуглеродистые стали марок 30, 35, 40, 45, 50, 55 (0,3–0,55 % С) называют улучшаемыми; они имеют повышенную прочность ($\sigma_{\text{в}} = 500 \div 700$ МПа) при несколько пониженной пластичности ($\delta = 21 \div 16$ %) по сравнению с малоуглеродистыми. Их используют для изготовления самых разнообразных деталей во всех отраслях машиностроения после нормализации или улучшения (полной закалки и высокого отпуска на сорбит). Если требуется повышенная износостойкость на поверхности, то для сталей марок 40, 45, 50, 55 проводится поверхностная закалка ТВЧ.

3.3. Легированные конструкционные стали общего назначения

Маркируются цифрами и буквами, например: 15Х, 12ХН3А; двузначные цифры, приводимые в начале марки, указывают среднее содержание углерода в сотых долях процента. Если цифра перед маркировкой отсутствует, то углерода в стали около 1 %. Буквы в маркировке обозначают легирующие элементы: А – азот; Н – никель; Г – марганец; Х – хром; Р – бор; Б – ниобий; М – молибден; Ц – цирконий; Д – медь; В – вольфрам; П – фосфор; С – кремний; Ю – алюминий; Ф – ванадий; Т – титан; Е – селен; К – кобальт. Цифра после буквы указывает примерное содержание легирующего элемента в целых процентах. Отсутствие цифр говорит о том, что его количество составляет от 1 до 1,5 %, а карбидообразующих элементов – в десятых долях %, от 0,1 до 0,5 в зависимости от элемента. К особенностям маркировки конструкционных сталей относится то, что в подшипниковых конструкционных сталях – буква Ш перед маркировкой (ШХ15) среднее содержание хрома указывается в десятых долях процента; буква Л в конце маркировки означает, что заготовка из этой стали изготавливается методом литья (40 Л); буква А перед маркировкой – сталь автоматная (А20), цифры после нее – это содержание углерода в сотых долях процента и т. д.

3.3.1. Строительные низколегированные стали (ГОСТ 19281-2014)

По качеству легированные стали выплавляют только качественными или высококачественными. Высокое качество плавки стали отмечают буквой А в конце марки (30ХГСА). Особо высококачественные стали встречаются гораздо реже и выделяются буквой Ш в конце марки (30ХГСШ).

Строительные низколегированные стали легируют марганцем и кремнием (20Г2, 17ГС, 10Г2С1). Для особо ответственных сварных конструкций используют стали с никелем (он понижает порог хладноломкости), хромом, медью (они улучшают коррозионную стойкость, например 15ХСНД, 25ХСНД). Типовой режим термической обработки – это улучшение на сорбит.

3.3.2. Машиностроительные конструкционные легированные стали (ГОСТ 4543-2016)

Данные стали легируют с целью повышения прочности и прокаливаемости чаще всего хромом, марганцем, кремнием (по 1 % каждого). В ответственных случаях они легированы никелем (3–5 %), который повышает прочность без снижения ударной вязкости, понижает температурный порог хладноломкости. Легированные конструкционные стали более технологичны по сравнению с углеродистыми, т. е. они меньше деформируются при термической обработке из-за возможности выполнения закалки в масле. Используют для более крупных и тяжелонагруженных деталей машин сложной формы с сечением выше 20 мм.

Так же, как углеродистые, они, в зависимости от содержания углерода, делятся на цементуемые (15Х, 20Х, 12ХНЗА, 18ХГТ, 20ХГР) и улучшаемые (30Х, 40Х, 40ХН, 30ХГСА). Применяют легированные стали только после упрочняющей обработки по типовым режимам: низкоуглеродистые – после закалки и низкого отпуска; среднеуглеродистые – после улучшения.

Для повышения износостойкости стали подвергают: цементации – процессу диффузионного насыщения поверхности стали углеродом (15Х, 20Х, 18ХГТ, 20ХНЗФА и другие цементуемые стали); азотированию – процессу диффузионного насыщения по-

верхности стали азотом (38ХМЮА, 38Х2МЮА, 40Х, 40ХНЗФА и другие азотируемые стали); низколегированные стали (30Х, 40Х и др.) могут подвергаться закалке ТВЧ.

4. СТАЛИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Имеют специфические свойства, химический состав, термическую обработку и более узкую область применения. В общем машиностроении из широкого многообразия этих сталей наиболее часто применяют рессорно-пружинные, подшипниковые, нержавеющие, износостойкие, автоматные и др.

4.1. Рессорно-пружинные стали

Применяют для изготовления рессор, пружин, шпинделей, станков, бандажно-колесных пар и других деталей с высокой упругостью. Их выпускают углеродистыми: стали 65, 70, 75, 80, 85, 60Г, 65Г, 70Г по ГОСТ 1050–88 и легированными: 55С2, 60С2А, 70С3А, 65С2ВА, 50ХГФА, 60С2Н2А и др. по ГОСТ 14959-79. Для обеспечения упругих свойств стали содержат повышенное количество углерода (0,55–0,75 %) и подвергаются полной закалке с последующим среднетемпературным отпуском. По этой же причине основными легирующими элементами пружинных сталей являются марганец и кремний. Срок службы пружин повышают: обработкой ППД, патентированием холоднотянутой проволоки.

4.2. Износостойкие стали

Это подшипниковые и высокомарганцевистые стали Гадфильда.

4.2.1. Подшипниковые стали

Марки ШХ4, ШХ15, ШХ15СГ, ШХ20СГ (ГОСТ 801-78) являются высокоуглеродистыми, содержат около 1 % углерода. В подшипниках качения (кольцах, шариках, роликах) должны обеспечиваться высокая прочность, износостойкость, в том числе

усталостная, и высокий предел выносливости. Детали подшипников воспринимают высокие контактные, знакопеременные нагрузки, поэтому их обрабатывают на максимальную твердость и прочность. Для этого их подвергают неполной закалке и низкому отпуску. Основные и технологические свойства этих сталей, например прокаливаемость, улучшают введением хрома в количестве 0,4–1,5 %.

4.2.2. Износостойкие стали Гадфильда

Сталь предложена в 1882 году английским металлургом Р. Гадфильдом. Это высокомарганцевистые аустенитные стали типа 110Г13Л, 110Г13Х2БРЛ, 130Г14ХМФАЛ, 110Г13ФТЛ, 120Г10ФЛ и др. Стали широко используют для изготовления деталей, испытывающих в процессе эксплуатации ударные нагрузки и износ одновременно, так же для неё характерна высокая пластичность. В качестве примера можно привести: траки гусеничных машин, щеки дробилок, черпаки землечерпальных машин, крестовины железнодорожных и трамвайных путей и т. д. В условиях ударных нагрузок они упрочняются за счет наклепа аустенита. Отливки из стали редко подвергаются дополнительной обработке, так как она плохо обрабатывается резанием из-за наклепа поверхности в процессе резания.

4.3. Нержавеющие стали

Выпускают хромистыми (08Х13, 12Х13, 20Х13, 30Х13, 40Х13, 12Х17, 15Х25Т) и хромоникелевыми (04Х18Н10, 08Х18Н10, 12Х18Н10Т, 17Х18Н9, 10Х13Н2Т, 10Х14Г14Н4Т, 12Х17Т9АН4 и др. по ГОСТ 5632-72).

Отличительной особенностью этих сталей является наличие хрома более 12,5 %, что вызывает изменение электропотенциала феррита с электроотрицательного на электроположительный в хромистых сталях и получение парамагнитного аустенитного состояния в хромоникелевых сталях. Это и обеспечивает высокую коррозионную стойкость сталям.

Термическую обработку нержавеющей сталей производят для повышения коррозионной стойкости за счет стабилизации

структуры феррита в сталях 08X13, 12X17, 15X25T ферритного класса или аустенита в сталях 08X18H10, 12X18H10T и др. аустенитного класса.

Мартенситные стали 20X13, 30X13, 40X13 подвергают упрочняющей обработке, тип которой определяется условиями эксплуатации и соответствует типовым режимам обычных конструкционных сталей, а именно:

- для деталей машин – улучшение (20X13, 30X13);
- для пружин, коррозионно-стойкого инструмента, подшипников – закалка с низким отпуском (20X13, 30X13, 40X13).

Нержавеющие стали плохо обрабатываются резанием. Детали и конструкции из них изготавливают методами холодной и горячей обработки давлением, а из ферритных и аустенитных – сваркой.

4.4. Автоматные стали

Автоматные стали – стали, обладающие повышенной обрабатываемостью резанием, которые обрабатывают при высоких скоростях. При их применении снижается расход режущего инструмента и уменьшается шероховатость поверхности обрабатываемой детали.

A12, A20, A30, A35, A40Г, AC14, AC35Г2, AC45Г2, АЦ20, АЦ30, АЦ40Х (ГОСТ 1414-75) – это стали хорошей обрабатываемости резанием, созданы для обработки на автоматических линиях в массовом производстве.

Технологическое свойство – обрабатываемость резанием – улучшается за счет введения повышенного количества серы (0,08–0,3 %) и фосфора (менее 0,05 %), а также свинца (0,15–0,3 %, буква С в маркировке) или кальция (0,002–0,008 %). Маркируют автоматные стали цифрами и буквами: А – сталь автоматная; С – содержит свинец; Ц – содержит цинк; остальные легирующие элементы указываются так же, как и в легированных сталях. Цифры перед маркировкой – это содержание углерода в сотых долях процента.

Эти стали имеют пониженную из-за вредности примесей прочность и широко применяются в массовом производстве, особенно в автомобилестроении, станкостроении, тракторном маши-

ностроении для изготовления слабо- и средненагруженных деталей машин после термообработки, аналогичной углеродистой, т. е. чаще после нормализации или улучшения, могут подвергаться цементации в зависимости от требований к деталям машин.

5. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СТАЛИ

Применяют для изготовления режущего, мерительного и штампового инструмента. Это высокоуглеродистые стали (0,7–1,4 % С), обладающие высокими твердостью, теплостойкостью, удовлетворительной прочностью, ударной вязкостью.

Их выпускают углеродистыми и легированными. По теплостойкости подразделяют: на нетеплостойкие (до 200 °С), полутеплостойкие (до 400 °С) и теплостойкие (600 °С и выше).

Особенностью маркировки инструментальных сталей является то, что содержание углерода указывается в десятых долях процента. У углеродистых оно следует за буквой У (У10), а в легированных ставится перед маркировкой (9ХС), если цифра перед маркировкой отсутствует, то углерода в стали около 1% (ХВГ).

В промышленности выплавляют углеродистые стали следующих марок: У7, У8, У8Г, У8ГА, У9, У10, У11, У12, У13, качественными и высококачественными: У7А и У13А (ГОСТ 1435-90). Их применяют в основном для изготовления слесарного, штампового холодного деформирования, деревообрабатывающего и металлообрабатывающего инструментов, работающих без нагрева.

Низколегированные нетеплостойкие Х, ХВГ, 9ХС, ХВСГ, 6ХС (ГОСТ 5950-73) и др. используют практически так же, как и углеродистые, только для сложного и крупного инструментов с размерами 30–50 мм, так как являются более технологичными.

Среднелегированные полутеплостойкие типа Х12 применяют для крупногабаритных до 400 мм тяжелонагруженных штампов холодного деформирования. Стали с пониженным содержанием углерода 5ХНМ, 5ХГН, 4Х5В2С, 3Х2В8Ф и др. (ГОСТ 5950-73) используют в качестве штамповых сталей горячего деформирования.

Высоколегированные теплостойкие инструментальные стали называют быстрорежущими. Выпускают быстрорежущие стали следующих марок: Р6М5, Р9, Р12, Р18, Р6М5К8 и др.

(ГОСТ 19255-73). Особенность их маркировки – это буква Р. Следующая за ней цифра указывает на содержание основного легирующего элемента этих сталей – вольфрама в %. Они обязательно содержат: углерод 0,8 % и более; хром около 4 %; кремний около 2 %; вольфрам не более 1,2 %.

Быстрорежущие стали являются универсальными по назначению, но основное их применение – это всевозможный металло-режущий инструмент (резцы, сверла, фрезы, протяжки), работающий с нагревом режущей кромки. Термическая обработка инструментальных сталей направлена на обеспечение максимальной твердости и теплостойкости:

- для нетеплостойких (У8, У9, Х, ХВГ, 9ХС) – это закалка с низким отпуском на структуру мартенсит или мартенсит с избыточными карбидами;

- для нетеплостойких (7ХС, 4ХС, 6ХС, 6ХВ2С, 6ХВГ) – это закалка со средним отпуском на структуру троостит либо изотермическая закалка с последующим низким отпуском;

- для полутеплостойких штампов холодного деформирования (Х12, Х12Ф1, Х12ФМ) – высокотемпературная закалка с низким отпуском на мартенситную структуру с избыточными карбидами первичным и вторичным;

- для полутеплостойких штампов горячего деформирования (5ХНМ, 5Х5НВ, 4Х5В2СВ, 4Х5МВС, 3Х2В8Ф, 3Х3М3Ф и др.) – высокотемпературная закалка со среднетемпературным отпуском на структуру троостит;

- для быстрорежущих сталей (Р6М5, Р9, Р12, Р18, Р6М5К5, Р14Ф3 и др.) – высокотемпературная закалка 1 200–1 280 °С с последующим трехкратным отпуском при 560 °С по 1 часу каждый на структуру мартенсит с первичными и вторичными карбидами.

6. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Студенты выполняют работу по индивидуальным заданиям и приложению. Содержание работы заключается в следующем:

- ознакомиться с методическим указанием, изучить классификацию сталей и их маркировку;

- предложенные студенту в индивидуальном задании марки сталей расшифровать по химическому составу;

- расшифровать марки сталей по назначению;
- определить область применения каждой марки и сформулировать условия эксплуатации данных сталей;
- дать рекомендации по упрочняющей термической обработке рассматриваемых сталей.

При выполнении задания можно использовать рекомендуемую литературу.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Ознакомиться с порошковыми инструментальными материалами: порошковыми быстрорежущими сталями, металлокерамическими твердыми сплавами, керамическими материалами (керметами). (Короткова, Л. П. Инструментальные материалы: учеб. пособие / Л. П. Короткова ; ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2006. – 178 с.; гл. 3. (2 часа).

8. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Марочник сталей и сплавов. – 4-е изд., переработ. и доп. / Ю. Г. Драгунов, А. С. Зубченко, Ю. В. Каширский и др.; под общей ред. Ю. Г. Драгунова и А. С. Зубченко – Москва : 2014. – 1216 с.: ил.
2. Лахтин, Ю. М. Основы металловедения [Текст] / Ю. М. Лахтин. – Москва : Инфра-М, 2013. – 272 с.
3. Арзамасов, Б. Н. Материаловедение [Текст]: учебник для ВУЗов / Б. Н. Арзамасов, В. И. Макаров, Г. Г. Мухин и др. – Москва : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. – 648 с.
4. Лахтин, Ю. М. Материаловедение [Текст]: учебник для ВУЗов / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. – Москва : Альянс, 2013. – 528 с.
5. Короткова, Л. П. Конструкционные материалы [Текст] : учеб. пособие / Л. П. Короткова; ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2005. – 156 с.
6. Контроль качества материалов (в машиностроительном производстве) [Текст] : учеб. пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных про-

изводств» / Л. П. Короткова, Д. Б. Шатько, Д. М. Дубинкин; ФГБОУ ВПО «Кузбасский гос. технический ун-т им. Т. Ф. Горбачева». – Кемерово, 2011. – 170 с.

7. Металлы и сплавы. Справочник [Текст] / под ред. Ю. П. Солнцева. – Санкт Петербург : НПО «Профессионал», НПО «Мир и семья», 2003. – 1066 с.

8. ГОСТ 380-2005. Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки. – Введ. 30.06.2008. – Москва : Стандартиформ, 2009. – 10 с.

9. ГОСТ 1050-2013.Metalлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия. – Введ. 01.01.2015. – Москва : Стандартиформ, 2014. – 32 с.

10. ГОСТ 1435-99. Прутки, полосы и мотки из инструментальной нелегированной стали. Общие технические условия. – Введ. 01.09.2001. – Москва : Изд-во стандартов, 2001. – 21 с.

11. ГОСТ 4543-2016. Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия. – Введ. 01.10.2017. – Москва : Стандартиформ, 2017. – 53 с.

12. ГОСТ 801-78. Сталь подшипниковая. Технические условия. – Введ. 01.01.1982. – Москва : Изд-во стандартов, 2004. – 26 с.

13. ГОСТ 5632-2014. Легированные нержавеющие стали и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки. – Введ. 01.01.2015. – Москва : Стандартиформ, 2015. – 52 с.

14. ГОСТ 5950-2000. Прутки полосы и мотки из инструментальной легированной стали. Общие технические условия. – Введ. 01.01.2002. – Москва : Изд-во стандартов, 2000. – 39 с.

15. ГОСТ 19265-73. Прутки и полосы из быстрорежущей стали. Технические условия. – Введ. 01.01.1975. – Москва : Изд-во стандартов, 2002. – 23 с.

15. ГОСТ 19281-2014. Прокат повышенной прочности. Общие технические условия. – Введ. 01.01.2015. – Москва : Стандартиформ, 2016. – 50 с.

16. ГОСТ 14959-2016. Metalлопродукция из рессорно-пружинной нелегированной и легированной стали. Технические условия. – Введ. 01.01.2018. – Москва : Стандартиформ, 2017. – 31 с.

Приложение

№ варианта	Сплавы	№ варианта	Сплавы
1	ШХ15; сталь 65; 8ХФ	16	12ХН3А; 70С2ХА; У13
2	20Г; АС35Г2; Ст 1 кп	17	30Х3МФ; 30Х13; А20
3	18ХГТ; У8Г; ХГС	18	12ГС; 30ХРА; Р12
4	35ХГФ; сталь 20; ХВСГФ	19	15Н2М; 65С2ВА; У9А
5	14Г2; сталь 40; 6ХС	20	55С2ГФ; сталь 5; 20Х13
6	33ХС; сталь 70; Р9Ф5	21	ШХ4; Ст 3; В2Ф
7	40ХФА; У7; 12Х18Н9Т	22	18Х2Н4МА; сталь 35; Р9
8	40ХН; Х12МФ; сталь 45	23	10Г2С1Д; сталь 85; 7Х3
9	30ХН; сталь 10; ХВСГФ	24	20ХНР; 12Х13; 5ХНВ
10	5ХГР; сталь 58; 9ХС	25	16Г2АФ; 60С2А; 6ХВ2С
11	20ХН2М; 14ХГС; 4ХС	26	38ХМЮА; 17Х18Н9Т; У7
12	30ХМА; 55С2; Х12	27	15ХМ; 20Х23Н13; У11
13	38ХС; 15ГФ; Р18	28	08Х17Н5М3; 17Г1С; Р14Ф4
14	38Х2Ю; 15ГФД; 110Г13Л	29	08Х13; 60С2ХФА; Р9К5
15	30ХН2МА; сталь 25; 5ХНМ	30	33ХС; 15ГФД; АЦ20

Составитель
Дмитрий Борисович Шатько

КЛАССИФИКАЦИЯ И МАРКИРОВКА СТАЛЕЙ

Методические указания к лабораторным работам
по дисциплинам **«Технология конструкционных материалов»**,
«Технологические процессы в машиностроении»,
«Технология металлов», **«Материаловедение»**
для обучающихся технических направлений и специальностей

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 09.07.2020. Формат 60×84/16.
Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе. Уч.-изд. л. 0,8.
Тираж 30 экз. Заказ
Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева. 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28.
Издательский центр УИП Кузбасского государственного технического
университета имени Т. Ф. Горбачева. 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4А.