

УКРАЇНА

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ
ТА МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**З НАВЧАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ
НА КАФЕДРІ “ТЕХНОЛОГІЇ КОНСТРУКЦІЙНИХ
МАТЕРІАЛІВ І МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА”
«МАШИНОБУДІВНІ МАТЕРІАЛИ»**

КИЇВ 2020

Затверджено методичною комісією факультету конструювання та дизайну НУБіП України.

Укладачі: Афтандіянц Є.Г., Зазимко О.В., Семеновський О.Є.,
Похиленко Г. М.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ З НАВЧАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ НА КАФЕДРІ “ТЕХНОЛОГІЇ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ І МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА” МАШИНОБУДІВНІ МАТЕРІАЛИ

Методичні вказівки теоретичних робіт розділів дисциплін
«Матеріалознавство», «Технологія конструкційних матеріалів»,
«Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів»

для студентів спеціальностей факультетів конструювання та дизайну,
механіко-технологічного, харчових технологій та управління якістю
продукції АПК

Зав. видавничого центру НУБіП

Редактор

Підписано до друку

Формат 60/84 1/18

Ум. друк. арк. _____. Обл.-вид. арк. _____. Тираж _____

МАШИНОБУДІВНІ МАТЕРІАЛИ

Сучасні машини та прилади є досить складними і багатофункціональними. У будь-якому виробі, наприклад металообробному верстаті з числовим програмним керуванням, конструктивно поєднані матеріали практично з усіх класифікаційних груп. Тому дуже важливим є раціональний вибір матеріалів для кожної деталі з урахуванням її функціонального призначення, умов роботи, властивостей, оптимальної вартості та технологічності цього матеріалу при виготовленні.

Зробити правильний вибір може лише фахівець, який володіє інформацією про всі сучасні матеріали, їх властивості, способи оптимізації цих властивостей, методи обробки для отримання необхідної конфігурації деталі при заданій точності і продуктивності.

Конструкційними називають матеріали, призначені для виготовлення деталей машин, приладів, інженерних конструкцій, що працюють під впливом механічних навантажень. На матеріали можуть діяти статичні, ударні (динамічні) чи циклічні навантаження, низькі чи високі температури, агресивні середовища.

Ці чинники зумовлюють вимоги до конструкційних матеріалів, головними серед яких є експлуатаційні, технологічні та економічні.

Класифікація машинобудівних матеріалів наведена на рис. 1.

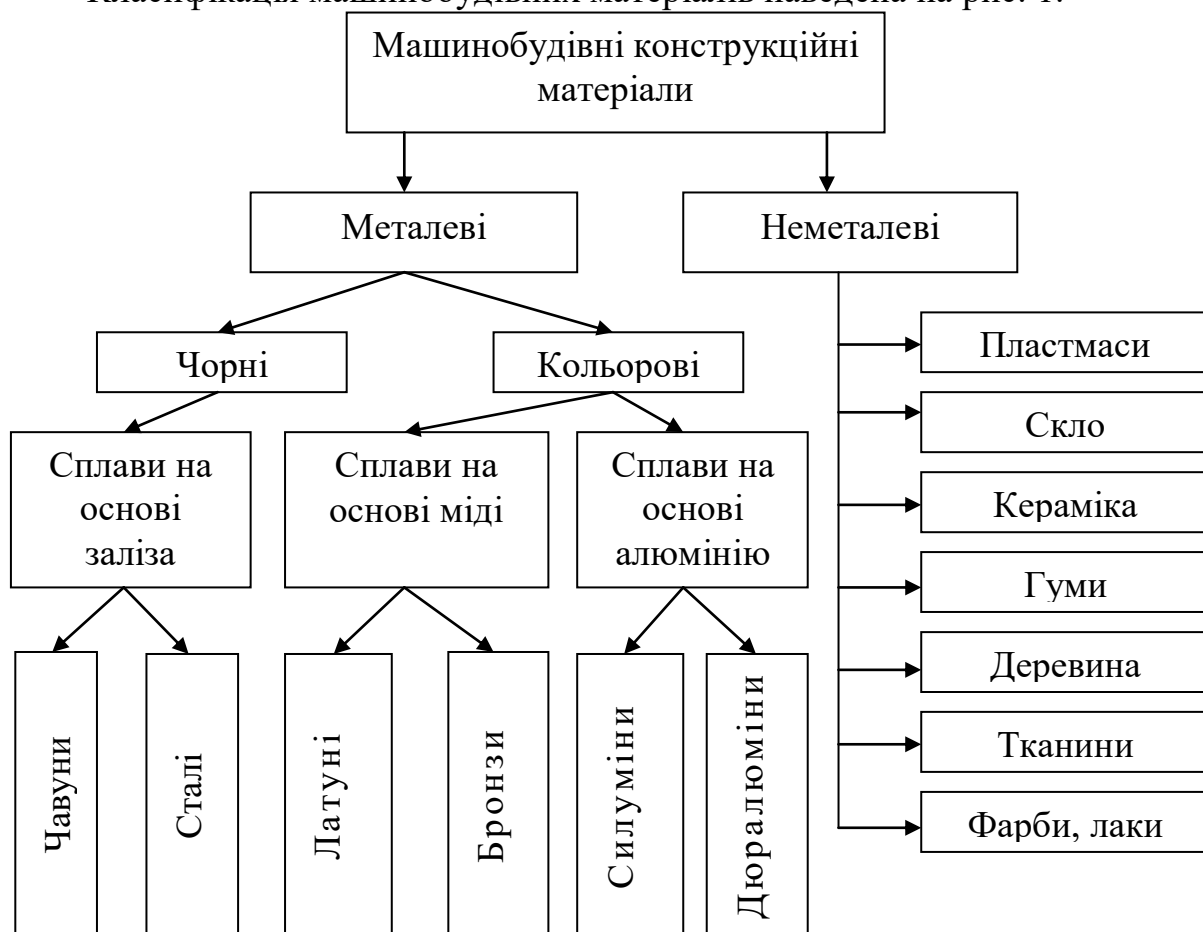


Рис. 1. Класифікація машинобудівних матеріалів

ЧАВУНИ

Чавунами називають залізовуглецеві сплави із вмістом вуглецю від 2,14 до 6,67%. Вони характеризуються високими ливарними властивостями, достатньою міцністю, зносостійкістю, відносно невисокою вартістю, завдяки чому широко використовується в техніці.

Чавуни використовують для отримання якісних виливок складної форми за відсутності жорстких вимог до габаритів і маси деталей.

За структурою розрізняють *білий чавун* (з білим зламом), в якому вуглець знаходиться у хімічно зв'язаному стані у вигляді карбиду заліза Fe_3C (цементит), і *сірий чавун* (з сірим зламом), в якому вуглець знаходиться в основному, у формі графіту. Білі чавуни тверді, крихкі і тому для виготовлення деталей машин не використовуються.

Машинобудівні чавуни поділяють на сірий ливарний, високоміцний, ковкий, жаростійкий, жароміцний, корозійно-стійкий та антифрикційний. У цих чавунах весь вуглець або його частина знаходяться у вигляді графіту. Останній забезпечує понижену твердість, хорошу оброблюваність різанням, а також високі антифрикційні властивості (низький коефіцієнт тертя). Залежно від умов утворення графітних включень та їх форми сірий чавун поділяється на сірий ливарний, ковкий, високоміцний.

Сірий ливарний чавун - це чавун з пластинчастою формою графіту. Маркують його літерами СЧ і двозначними числами, які вказують на значення тимчасового опору при розтягу (МПа), розділене на 10. Наприклад, СЧ10, СЧ15, СЧ18, СЧ20, СЧ25, СЧ30, СЧ35.

Сірий ливарний чавун використовують для деталей, які працюють на стискання – корпуси, вентилі, зубчасті колеса, станини, супорти, блоки циліндрів, поршні, гальмівні барабани, поршневі кільця, гільзи дизелів, штампи, колінчасті вали, та ін. (табл. 1).

1. Властивості сірого ливарного чавуну

Марка	$\sigma_{згин}$, МПа	НВ	Примітка
СЧ10	75	139-274	Маловідповідальні виливки з товщиною стінок до 15 мм (корпуси, кришки, кожухи)
СЧ15	14	160-224	Маловідповідальні виливки з товщиною стінок до 10–30 мм (труби, корпуси клапанів, вентилі при тиску до 20 МПа)

Продовження табл. 1

СЧ18	54	167-224	Відповідальні виливки з товщиною стінок 10 - 20 мм (шків, зубчасті колеса, станини, супорти)
СЧ20	97	167-236	Відповідальні виливки з товщиною стінок до 30 мм (блоки циліндрів, поршні, гальмівні барабани, каретки)
СЧ25	50	176-245	Відповідальні виливки з товщиною стінок до 40 мм (кокільні форми, поршневі кільця)
СЧ30	90	177-250	Відповідальні виливки з товщиною стінок до 60 мм (поршні, гільзи дизелів, рами, штампи)
СЧ35	40	193-264	Відповідальні високонавантажені виливки з товщиною стінок до 100 мм (малі колінчасті вали, деталі парових двигунів)

Високоміцний чавун. У високоміцних чавунах графіт має кулеподібну форму, що зменшує концентрацію напружень порівняно з пластинчастим. Такі чавуни мають вищу міцність і пластичність порівняно із сірими ливарними чавунами. Маркують високоміцний чавун літерами ВЧ, після яких вказують границю міцності на розтяг (як у сірих чавунах). Наприклад, ВЧ35 – ВЧ45, ВЧ60 – ВЧ80, ВЧ100.

Використовують такий чавун у різних галузях машинобудування. З нього виготовляють обладнання вальцювальних станів, ковальсько-пресове обладнання, корпуси парових турбін, колінчасті вали двигунів внутрішнього згорання та інші відповідальні деталі, які працюють при високих циклічних навантаженнях і в умовах зношування.

Ковкий чавун. Чавун, в якому графіт має форму пластивців, називається ковким. Їх отримують відпалом білих чавунів. Ковкий чавун порівняно з сірим має вищу міцність і пластичність.

Маркують його літерами КЧ, після яких вказують границю міцності на розтяг (як у сірих чавунах) і відносне видовження при руйнуванні у відсотках. Наприклад, КЧ30-6, КЧ33-8, КЧ35-10, КЧ37-12, КЧ45-7.

Використовують ковкі чавуни у сільськогосподарському, автомобільному і текстильному машинобудуванні (табл. 2).

Виготовляють з такого чавуну деталі високої міцності, які працюють у важких умовах зношування, здатні сприймати ударні знакозмінні навантаження.

2. Механічні властивості ковкого чавуну

Марка	НВ	Примітка
КЧ 30-6	160	В основному для невеликих виливок, які працюватимуть за умов динамічних навантажень (деталі в автомобільній, тракторній і сільськогосподарській промисловості).
КЧ 33-8	160	
КЧ 35-10	160	
КЧ 37-12	160	
КЧ 45-7	203	
КЧ 50-5	226	
КЧ 55-4	236	Обмежене застосування зумовлене складністю виготовлення виливок, тривалістю термічної обробки, певними допустимими розмірами перерізів (не більше 30-40 мм)
КЧ 60-3	264	
КЧ 65-3	264	
КЧ 70-2	280	
КЧ 80-1,5	314	

СТАЛІ

Деталі машин та приладів, які передають навантаження, повинні мати жорсткість і міцність, достатню для обмеження пружної і пластичної деформації з гарантованою надійністю та довговічністю.

З усіх матеріалів найбільше ці вимоги задовольняють сплави на основі заліза – чавун і, особливо, сталь.

Стаями називають залізовуглецеві сплави з вмістом вуглецю до 2,14%. Вони мають високий модуль пружності і тому високу жорсткість. Останню вони поєднують з достатньою статичною та циклічною міцністю. Величину міцності можна змінювати концентрацією вуглецю, легуючих елементів і технологією термічної та хіміко-термічної обробки. Після такої обробки сталь може стати зносо-, корозійно- та жаростійкою, жароміцною, а також отримати особливі магнітні, теплові або пружні властивості. Сталі також мають хороші технологічні властивості і є порівняно недорогим конструкційним матеріалом. В Україні виготовляють понад 400 марок сталі.

Конструкційні сталі випускають у вигляді заготовок, а також сортового гарячевальцьованого прокату (круги, труби, листи, кутники, швелери, рейки тощо).

Залежно від хімічного складу конструкційні сталі загального призначення поділяють на вуглецеві, низьколеговані (із вмістом легуючих елементів до 5%), середньо- (5-10%) та високолеговані (більше 10% легуючих елементів).

Як вуглецеві, так і леговані сталі поділяють на низько- (менше 0,3% С), середньо- (0,3-0,7% С) і високовуглецеві (більше 0,7% С).

У загальному обсязі виробництва конструкційних сталей вуглецеві становлять більше 80%.

Леговані сталі є дорожчими, тому і використання повинно бути обґрунтоване вищими показниками роботоздатності виробу.

Вуглецеві конструкційні сталі поділяються на сталі звичайної якості і якісні. Сталі звичайної якості використовують для виготовлення металоконструкцій у промисловому та житловому будівництві, мостобудуванні, а також для виготовлення багатьох деталей, які працюють при відносно невисоких навантаженнях.

Сталі звичайної якості поділяють на три групи: А, Б і В. Маркують їх двома літерами Ст та числом від нуля до шести, яке вказує на номер сталі. Збільшення номера означає на підвищення вмісту вуглецю і тимчасового опору (Ст1, Ст2).

Зліва від букв Ст ставлять літеру Б або В, які означають групу сталі (група А в позначенні марки сталі не вказується). Після цифри ставлять букви: **кп** – кипляча, **пс** – напівспокійна, **сп** – спокійна. Ці індекси означають ступінь розкислення сталі.

Сталі групи А поставляють з гарантованими механічними властивостями. Їх використовують для виготовлення деталей і конструкцій, коли не потрібна термічна обробка. Наприклад, Ст0..., Ст2..., Ст6.

Сталі групи В використовують для зварних конструкцій. Вони здатні утворювати зварний шов, рівномірний з основним матеріалом. Такі сталі мають гарантовані механічні властивості і хімічний склад. Наприклад, ВСт1,...ВСт3,...ВСт6.

Для **сталей групи Б** гарантований хімічний склад. Із сталей БСт3, БСт5 виготовляють зварні корпуси суден і апаратів для роботи під тиском, ролики, транспортери тощо. Для виготовлення легких рейок, вагонних коліс, валів, шестерень, гаків, кріпильних деталей використовують сталі з підвищеним вмістом вуглецю (БСт5, БСт6).

Вуглецеві якісні конструкційні сталі вміщують меншу кількість домішок (сірки, фосфору тощо). Крім того, іноді мають підвищений вміст марганцю. Маркують їх словом “Сталь” і двоцифровим числом (наприклад, 05,08,10,15,45,65).

Сталі з низьким вмістом вуглецю (05,10...20) характеризуються невисокою міцністю з високою пластичністю, зварюваністю, здатністю до штампування. З них виготовляють різноманітні низьконавантажені деталі (осі, втулки, валики та ін.), табл. 3.

3. Рекомендації до використання вуглецевої якісної конструкційної сталі

Марка	Призначення
Сталь 08кп, Сталь 10	Деталі, які отримують холодним штампуванням і холодною висадкою, трубки, прокладки, кріплення, ковпачки. Цементовані та ціановані деталі, які не вимагають високої міцності серцевини (втулки, валики, упори, копіри, зубчасті колеса, фрикційні диски)
Сталь 15, Сталь 20	Малонавантажені деталі (валики, пальці, упори, копіри осі, шестерні). Тонкі деталі, які працюють на стирання, важелі, гачки, траверси, вкладки, болти, стяжки тощо
Сталь 30, Сталь 35	Деталі, які зазнають невеликих напружень (осі, шпинделі, зірочки, тяги, траверси, важелі, диски, вали)
Сталь 40, Сталь 45	Деталі, від яких вимагається підвищена міцність (колінчасті вали, шатуни, зубчасті вінці, розподільні вали, маховики, зубчасті колеса, шпильки, храповики, плунжери, шпинделі, фрикційні диски, осі, муфти, зубчасті рейки, вальці тощо)
Сталь 50, Сталь 55	Зубчасті колеса, вальці, штоки, бандажі, вали, ексцентрики, малонавантажені пружини, ресори та ін. Застосовують після гартування з високим відпуском або в нормалізованому стані
Сталь 60	Деталі з високою міцністю і пружністю (вали, ексцентрики, шпинделі, пружинні кільця, пружини та диски зачеплення, пружини амортизаторів). Застосовують після гартування або нормалізації (великі деталі)

Із сталі 0,8кп виготовляють деталі глибокою витяжкою (кузовні деталі автомобілів, ванни, каністри, резервуари). Для підвищення механічних властивостей проводять термообробку та хіміко-термічну обробку.

Сталі із середнім вмістом вуглецю (0,35-0,55%С) підлягають термічній обробці (покращення). З них виготовляють зубчасті колеса, вали, шатуни та інші деталі.

Високовуглецеві конструкційні сталі (0,60; 0,65; 0,70%С) поєднують високу міцність, зносостійкість з високими пружними властивостями. Такі властивості досягаються проведенням термічної обробки. Ці сталі використовують як ресорно-пружинні матеріали.

Пружини виготовляють не лише в термічнообробленому стані, але й з холоднотягнутого дроту (сріблінки). У машинобудуванні

вуглецеві сталі використовують, в основному, для деталей з малим перерізом.

Леговані конструкційні сталі. - це сталі, до складу яких, крім вуглецю і звичайних домішок, вводять легуючі елементи для підвищення конструкційної міцності.

Леговані сталі виготовляють якісними, високоякісними і особливо високоякісними. Кількість легуючих елементів у сталі повинна бути оптимальною (раціональною).

Хром (вводять до 2%) - підвищує механічні властивості сталі, нікель (1 - 5%) найбільш цінний але дефіцитний елемент, марганець (до 1,5%) та кремній (до 2%) підвищує границю текучості, молібден (до 0,4%) та вольфрам (до 1,2%) збільшують прогартовуваність.

Маркують леговані сталі таким чином: цифри на початку марки конструкційної сталі показують вміст вуглецю у сотих долях відсотку. Потім літерами вказують присутні легуючі елементи: Х – хром, Н – нікель, Г – марганець, С – кремній, М – молібден, В – вольфрам, Т – титан, Ф – ванадій, Ю – алюміній, Д – мідь, Б – ніобій, Р – бор, К – кобальт.

Цифра після літери вказує на приблизний вміст легуючого елементу у відсотках. Якщо цифра відсутня, то легуючого елементу близько 1%. Літера “А” – в кінці марки означає, що сталь високоякісна. Особливо високоякісні сталі в кінці мають букву Ш.

Деякі групи сталей мають окремі позначення (на початку марки): Ш – шарико-підшипникова, наприклад, ШХ15, Е – електротехнічна, А – автоматна, наприклад, А15, А20 -сталь підвищеної оброблюваності різанням), Р – швидкорізальна, наприклад, Р9, Р18.

Низьколеговані конструкційні сталі використовують для зварних конструкцій, магістральних нафто- і газопроводів, армування залізобетонних конструкцій і рідше для виготовлення деталей машин (табл. 4).

Ці сталі не піддаються термічній обробці. Вони добре зварюються. Це означає що при зварюванні не утворюються холодні і гарячі тріщини, а властивості зварного шва близькі до властивостей основного металу. Наприклад: 15Х, 20Г, 18ХГТ, 20ХГР тощо.

ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ СТАЛІ

Інструментальними сталями називають вуглецеві і леговані сталі з вмістом вуглецю понад 0,7%, які мають високу твердість, міцність, зносостійкість та використовуються для виготовлення різного інструменту (табл. 5).

4. Використання низьколегованих сталей

Марка	Призначення
Сталь 09Г2	Для деталей зварних конструкцій, виготовлених з листів. Оброблюваність різанням задовільна
Сталь 09Г2С	Для парових котлів, апаратів і посудин, які працюють під тиском при температурі $-70...+450$ °С, для відповідальних листових зварних конструкцій у хімічному і нафтовому машинобудуванні. Добре зварюється. Оброблюваність різанням задовільна
Сталь 10ХСНД	Для зварних конструкцій хімічного машинобудування, фасонних профілів у судно- та вагонобудуванні
Сталь 15ХСНД	Для деталей вагонів, будівельних свай, складних профілів у суднобудуванні. Має підвищену корозійну стійкість
Сталь 15ГФ	Для листових зварних конструкцій у вагонобудуванні. Забезпечує високу якість зварного шва. Штампується задовільно

5. Призначення інструментальної легваної сталі

Марка	Призначення
Сталь 75ХМФ	Для деревообробних інструментів та інструментів, які працюють при ударному навантаженні
Сталь 90ХФ	Для ножів при холодному різанні металів, обрізаних матриць і пуансонів при холодній обрізці заусениць
Сталь 60Х2СМФ	Для мітчиків та інших різальних інструментів діаметром до 30 мм після гартування і охолодження у гарячих середовищах
Сталь 13Х	Для хірургічного і гравірувального інструменту
Сталь ХВ4	Для різців і фрез при обробці з невеликою швидкістю різання
Сталь 9Х2	Для валків холодного вальцювання, клейм, пробійників, холодновисадочних матриць, пуансонів
Сталь 12Х2	Для вимірювального інструменту (плитки, калібри, шаблони)
Сталь 9ХС	Для сверدل, розверток, мітчиків, плашок
Сталь 6ХВ2С	Для валків холодного вальцювання, вирубних штампів, холодновисадочних матриць і пуансонів
Сталь 7ХГ2ВМФ	Для різьбових калібрів, складних і точних штампів
Сталь ХВГ	Для довгих вимірювальних і різальних інструментів, для яких деформування при гартуванні недопустиме; для технологічного устаткування

Продовження табл. 5

Сталь 6XB2C	Для круглих плашок, розверток тощо
Сталь 8X6ФТ	Для деревообробних інструментів
Сталь 8X4B3M3Ф2	Для вирубного інструменту, ножів інструменту, ножів, інструменту для холодного пластичного деформування
Сталь X6BФ	Для різьбонакатного інструменту, матриць, пуансонів, зубонакатників, деревообробних фрез
Сталь X12, Сталь X12BM	Для холодних штампів високої стійкості проти зношення, згинальних і вирубних штампів, волоків, калібрувальних філь'єр
Сталі X12M, X12Ф1	Аналогічно сталі X12, але у випадках, коли вимагається більша в'язкість
Сталь 7XГ2BM	Для штампів звичайного холодного інструменту складної форми при виготовленні виробів з маломіцних матеріалів
Сталь 6X6B3MФC	Для інструментів холодного пластичного деформування, металів підвищеної твердості, різьбо- і зубонакатників, трубопорубочних машин, шарошок тощо
Сталь 3X3M3Ф	Для інструменту гарячого деформування, ливарних форм для мідних сплавів
Сталь 4X2B5MФ	Для важконавантаженого пресового інструменту при гарячому деформуванні легованих і жароміцних сталей
Сталі 4X2B2MФC, 5X3B3MФC	Аналогічно сталі 4X2B5MФ, але для випадків, коли вимагається більша теплостійкість
Сталь 4XC	Для зубил, ножиць, при гарячому і холодному різанні металу, штампів гарячого витягування
Сталі 6XC, 4XB2C	Для пневматичних зубил, відрубних ножів, невеликих штампів холодного штампування
Сталь 5XB2C	Для різьбонакатних плашок, ножів для холодного різання металів, пуансонів і обтискних матриць
Сталі 7X3, 8X3	Для інструменту гарячого висаджування кріпильних деталей і заготовок з вуглецевих і низьколегованих сталей, деталей штампів гарячого штампування
Сталі 5XHM, 5XBH, 5XGM, 5XHBC	Для молотових штампів з масою падаючих частин понад 3т, швидкісних штампів при гарячому деформуванні кольорових металів, пресованих штампів

Продовження табл. 5

Сталі 4ХМФС, 4Х5МФС	Для дрібних молотових штампів, великих молотових і пресових вставок при гарячому деформуванні конструкційних сталей і кольорових сплавів
Сталі 4Х5В2ФС, 4Х5МФ1С,	Для ливарних форм при виготовленні деталей з цинкових, магнієвих і алюмінієвих сплавів, молотових і пресових вставок. Для гарячого деформування сталей, інструменту для висаджування
Сталь 4Х3ВМФ	Для дрібних молотових штампів, інструменту високошвидкісного штампування
Сталь 4Х4ВМФС	Для ливарних форм при виготовленні деталей з мідних сплавів та інструменту, що виготовляється з сталей 4Х5В2ФС, 4Х5МФ1С, 4Х3ВМФ, коли потрібна висока теплостійкість

За призначенням інструментальні сталі поділяються на сталі для: різальних інструментів (свердла, мітчики, фрези тощо); вимірювальних інструментів (калібри, шаблони, штангенциркулі тощо); штампів холодного деформування; штампів гарячого деформування.

Маркування інструментальних сталей

Вуглецеві інструментальні сталі маркують літерою У та числом, яке вказує на вміст вуглецю у десятих частках відсотку (У7, У8, У10, У11, У12, У13). Літера А в кінці вказує, що сталь високоякісна (У8А, У12А).

Леговані інструментальні сталі маркують числом, що вказує на вміст вуглецю в десятих частках відсотку, при вмісті менше 1%. Якщо вміст вуглецю близько 1%, то число відсутнє.

Літери вказують на наявність легуючого елементу, а число після них – на міст у цілих відсотках відповідного легуючого елементу. Наприклад, 9Х, 9ХС, ХВГ, 5ХВГ, Х6ВФ.

Швидкорізальні сталі маркують літерою Р, наступне число вказує на відсотковий вміст головного легуючого елементу – вольфраму. Середній вміст ванадію вказує число після літери Ф, кобальту – число після літери К. Середній вміст хрому у більшості швидкорізальних сталей становить 4%, і тому в марці додатково не вказується. Наприклад, Р9, Р18, Р6М5, Р9К5 (табл. 6).

6. Рекомендоване використання інструментальної швидкорізальної сталі

Марка	Призначення, технологічні властивості
Сталі Р9, Р18	Для інструментів простої форми при обробці конструкційних матеріалів. Здатність шліфуватися понижена
Сталь Р6М5	Для різьбонарізного інструменту та свердел, що працюють з ударними навантаженнями. Здатність шліфуватися задовільна
Сталі Р9М4К8, Р6М5К5	Для обробки високоміцних корозійностійких і жароміцних сталей і сплавів в умовах підвищеного нагрівання різального леза
Сталь Р9К5	Для обробки матеріалів підвищеної твердості і в'язкості. Придатна для роботи з ударами. Здатність шліфуватися понижена

Вуглецеві інструментальні сталі У8, У8А,...У13, У13А мають малу прогартовуваність, тому їх використовують для інструментів невеликих розмірів (діаметром до 10-12 мм). або більших (діаметром 15-30 мм), які мають різальну частину у поверхневому шарі (терпуги, зенкери, короткі розвертки тощо). Деревообробні інструменти та інструменти, які сприймають динамічні навантаження (зубила, кернери, сокири) виготовляють із сталей У7 та У8.

Вуглецеві сталі можна використовувати для різальних інструментів лише при обробці матеріалів із низькою твердістю і малою швидкістю, оскільки їх висока твердість сильно зменшується при температурі 190-200°C.

Леговані інструментальні сталі 9ХС, ХВГ, ХВСГ, Х6ВФ та ін. використовують для різання відносно м'яких матеріалів та з низькою швидкістю; 11ХФ, 13Х, ХВСГ, ХВГ – для виготовлення різних мітчиків, напилков (11Х), лез до бритв, хірургічних та гравірувальних інструментів (13Х). Робоча температура для них не повинна перевищувати 200-250°C.

Сталь ХВГ використовують для інструментів значних перерізів (протяжок), які працюють з малими швидкостями різання, та для обробки металів з малою твердістю.

Із сталі 9ХС виготовляють свердла, розвертки, мітчики, фрези, із сталі ХВГ - довгий вимірювальний і різальний інструмент.

Сталь Х6ВФ використовують для різьбонакатного інструменту, матриці, пуансонів, зубонакатників, деревообробних фрез.

СПЛАВИ МІДІ

Мідні сплави мають хороші механічні, технологічні та антифрикційні властивості. Вони поділяються на:

деформівні і ливарні (за технологічними властивостями);
латуні та бронзи (за хімічним складом).

Латунями називають сплави міді з цинком (табл. 7, 8).

7. Властивості і призначення латуней

Марка	Властивості				Призначення
	σ_B^* , МПа	<i>НВ</i> **	a_n , кДж/м ²	λ , Вт/(м °С)	
Подвійні деформівні латуні					
Л96	235	59,0	22	243	Радіаторні і капілярні труби
Л90	275	59,0	18	180	Деталі машин, приладів теплохімічної і хімічної апаратури, змійовики, сильфони тощо
Л85	295	60,8	-	151	
Л80	343	64,0	16	144	
Л70	343	64,0	16	124	Гільзи хімічної апаратури
Л96	343	64,0	17	116	Штамповані вироби
Л63	441	67,0	-	108	
Л60	412	68,6	-	104	Гайки, болти, деталі автомобілів, конденсаторні труби Товстостінні патрубки, гайки, деталі машин
Багатокомпонентні деформівні латуні					
ЛА77-2	441	54,0	20	116	Конденсаторні труби морських суден
ЛАЖ60-1-1	441	54,0	-	75	Деталі морських суден
ЛАН59-3-2	540	117,8	4,1	84	Деталі хімічної апаратури, електромашин, морських суден
ЛЖМц59-1-1	470	93,5	12,0	101	Вкладки підшипників, деталі літаків, морських суден
ЛН65-5	441	64,0	-	59	Труби, проволока, листи, стрічки
ЛМц58-2	441	83,4	12,0	71	Гайки, болти, арматура, деталі машин
ЛМцА57-36-1	490	93,5	13,5	67	Деталі морських і річкових суден

Продовження табл. 7

ЛО90-1	302	60,0	7,5	126	Стрічки
ЛО70-1	373	63,8	12	118	Труби
ЛО62-1	420	83,5	8	108	Прутки, листи і смуги
ЛО60-1	441	80,4	7,5	108	Дріт для зварювання
ЛС63-3	392	54,0	-	118	Деталі годинників, втулки
ЛС74-3	392	58,8	-	122	Те ж
ЛС64-2	373	58,8	-	118	Поліграфічні матриці
ЛС60-1	392	68,6	-	105	Гайки, болти, зубчасті колеса, втулки
ЛС59-1	392	78,4	5,0	105	Те ж
ЛС59-1В	392	78,4	-	105	- -
ЛЖС58-1-1	441	83,5	-	108	Деталі, виготовлені різанням
ЛК80-3	393	103,0	12-16	88	Корозійно-стійкі деталі
ЛМШ68-0,05	363	58,8	-	114	Конденсаторні труби
ЛАМШ77-2-0,05	344	68,6	-	135	Те ж
ЛОМШ70-1-0,05	373	66,8	-	118	- -
ЛАНКМц75-2-2,5-0,5-0,5	582	-	-	126	Пружини, манометричні труби
Ливарні латуні					
ЛЦ16К4	294	98,0	12,0	84	Деталі арматури
ЛЦ23А6Ж3 Мц2	686	156,5	1,38- 2,76	51	Масивні черв'ячні гвинти, гайки натискних гвинтів
ЛЦ30А3	294	78,5	8-10	114	Корозійно-стійкі деталі
ЛЦ40С	215	68,8	2,6	108	Литі деталі арматури, втулки, сепаратори підшипників
ЛЦ40Мц3Ж	441	89,1	3,5	101	Деталі відповідального призначення, що працюють при температурі до 300 °С
ЛЦ25С	146	58,8	-	114	Штуцери гідросистеми автомобілів
* Деформівні латуні у м'якому стані.					
** Після деформації з обтисканням до 50% і старіння при 350 °С.					

8. Технологічні властивості ливарних латуней

Марка	Ливарна усадка, %	Оброблюваність різанням *, %	Коефіцієнт тертя у парі зі сталлю **
ЛЦ16К4	1,7	30	0,19
ЛЦ23А6Ж3Мц2	1,8	25	-
ЛЦ30А3	1,25	30	-
ЛЦ40С	2,2	80	0,17
ЛЦ38Мц2С2	2,0	60	-
ЛЦ40Мц3Ж	1,6	25	-
ЛЦ25С2	1,8	60	-

* Дані у % порівняно з оброблюваністю латуні ЛС63-3.
 ** Без мастила.

Латуні бувають подвійними (Cu+Zn) (простими) і багатокомпонентними (легованими). Подвійні деформівні латуні маркують літерою Л (латунь) і числом, яке вказує на середній вміст міді у %, наприклад, Л68, Л62.

Латуні із вмістом міді 90% і більше називаються **томпаком** (Л96), а при вмісті міді 80-85% - напівтомпаком (Л80).

У марках деформівних легованих латуней додають цифри і букви що позначають назви й кількість у відсотках легуючих елементів. Наприклад: ЛАН59-3-2 містить 59% міді, 3% - алюмінію, 2% - нікелю, решта - цинк.

У марках ливарних легованих латуней вказується вміст цинку, а кількість кожного легуючого елементу ставиться безпосередньо за літерою, що означає його назву. Наприклад: ЛЦ40Мц3А містить 40% цинку, 3% - марганцю, 1% - алюмінію, решта - мідь.

Підвищення вмісту цинку здешевлює латуні, покращує їх оброблюваність різанням, здатність припрацьовуватись і чинити опір зношуванню. Проте зменшується тепло- та електропровідність. Домішки (свинець, вісмут) підвищують твердість і знижують пластичність латуні.

Подвійні латуні використовують для виготовлення стрічок, дроту або листів. Подвійні латуні не використовують для литва через низьку рідкотекучість й усадочні раковини. Леговані латуні застосовують при деформуванні і фасонних відливках.

Бронзи - це сплави міді з різними хімічними елементами, крім цинку (табл.9).

9. Властивості і призначення бронз**

Марка	НВ	δ , %	σ_B , МПа	Призначення
Олов'янисті деформовані бронзи				
БрОФ8,0-0,3*	88,4-98,0	55-65	392-490	Сітки папероробних машин
БрОФ7-0,2*	83,5-93,5	55-65	372-442	Зубчасті колеса, втулки, прокладки високонавантажених машин
БрОФ6,5-0,4*	68,6-88,4	60-70	343-442	Пружини, деталі машин
БрОФ6,5-0,15*	54,0-68,6	45-50	295-372	Пружини, втулки, вкладки підшипників
БрОФ4-0,25*	54,0-68,6	45-80	295-372	Трубки манометрів
БрОЦ4-3	49,0-68,6	35-45	295-392	Струмопровідні пружини, контакти штепсельних рознімачів, деталі хімічної апаратури
БрОЦС4-4-4				Втулки і прокладки автомобілів і тракторів
Безолов'янисті деформовані бронзи				
БрА7*	63,8-73,5	65-75	432-490	Пружини, мембрани, сильфони
БрАМц9-2*	108-127,6	20-40	392-488	Зубчасті колеса, втулки, гвинти
БрАЖ9-4*	98-117,8	35-45	392-488	Зубчасті колеса, гайки машинних гвинтів, сидла клапанів
БрЖН10-4-4*	127,6-147	35-45	442-540	Напрямні втулки, клапани, зубчасті колеса й інші деталі відповідального призначення
БрБ2*	127,6-147	40-50	392-588	Пружини, пружні елементи
БрБНТ1,9*	117,8-137,5	30-50	392-588	Те ж
БрКН1-3	78,6-98,0	25-30	392-442	Антифрикційні деталі, баки, резервуари

Продовження табл. 9

БрКМц3-1	68,6-78,4	50-60	343-392	Пружини, втулки, вкладки підшипників
БрМц5	68,6-86,4	35-45	292-353	Пальники котлів
БрКД1*	49-68,6	35-45	256-332	Колектори, тролейбусні провідники
Ливарні олов'янисті бронзи				
БрО3Ц12С5	58,8	5	206	Арматура загального призначення
БрО3Ц6С5Н1	58,8	8	206	Деталі, що працюють в оливі, парі та прісній воді
БрО4Ц7С5	58,8	5	176	Арматура, антифрикційні деталі
БрО4Ц4С17	58,6	12	147	Арматура, антифрикційні деталі
БрО5Ц5С5	58,8	6	138	Біметалеві підшипники ковзання
БрО6Ц6С3	58,8	4	176	Арматура, антифрикційні деталі, вкладки підшипників
БрО8Ц4	73,5	10	196	Частини трубопроводів, насосів, що працюють у морській воді
БрО10Ф1	88,2	3	245	Вузли тертя, високо- навантажених деталей приводів та ін.
БрО10Ц2	73,5	10	275	Антифрикційні деталі, вкладиші підшипників та ін.
БрО10С10	73,5	6	196	Підшипники ковзання, що працюють при високих питомих тисках
Ливарні безолов'янисті бронзи				
БрА9Мц2Л*	88,2	18-22	392	Алюмінієві бронзи
БрА10Мц2Л*	117,8	10-14	490	застосовуються для
БрА9Ж3Л*	107,9	8-14	490	фасонних виливок, підшипників, втулок
БрА10Ж3Мц2	127,6	10-14	490	Арматура, антифрикційні деталі

Продовження табл. 9

БрА10Ж4Н4Л*	166,6	6	588	Деталі хімічної і харчової промисловості Арматура, антифрикційні деталі Антифрикційні деталі
БрА11Ж6Н6*	253,8	1-3	588	
БрС30	24,5	4	5,8	
* Бронзи незадовільно оброблюються різанням.				
** Властивості деформаційних бронз наведені для відпаленого стану.				

Назву бронзам дають за основними елементами (олов'яні, алюмінієві, берилієві, кремнієві та ін.). У бронзах як легуюча добавка може бути цинк. Бронзи за технологічними властивостями поділяються на деформівні та ливарні. Деформівні бронзи маркують літерами Бр. (бронза), за якими йдуть літери та цифри, що означають назви та вміст у відсотках легуючих елементів. Наприклад, Бр ОЦС 4-4-2.5 містить 4% олова, 4% цинку, 2,5% свинцю.

У марках ливарних бронз вміст кожного легуючого елемента ставиться відразу ж після літери, яка означає його назву. Наприклад, БрО6Ц6С3 містить 6% олова, 6% цинку, 3% свинцю (табл. 9).

Олов'яні бронзи легують цинком, свинцем, нікелем, фосфором. Для економії дорогого олова в бронзу додають від 2 до 15% цинку. Це підвищує механічні властивості бронзи, покращує рідкотекучість і щільність виливок. Бронзи добре обробляються різанням і паяються.

Олов'яні бронзи мають найнижчу ливарну усадку (0,8%), тому вони використовуються для отримання складних фасонних виливок (БрО10Ф1).

Олов'яні бронзи характеризуються високою корозійною стійкістю в атмосферних умовах, прісній і морській воді.

Деформівні бронзи містять до 6-8% олова, мають високі пружні властивості й опір втомі. Їх використовують для виготовлення круглих і плоских пружин у точній механіці, електротехніці, хімічному машинобудуванні (БрОФ7-0,2, БрОЦС4-4-4, БрОЦ4-3).

Алюмінієві бронзи відрізняються високими механічними антикорозійними і антифрикційними властивостями. До їх переваг перед олов'яними бронзами належить нижча вартість, вищі механічні і деякі технологічні властивості. Алюмінієві бронзи відрізняє висока рідкотекучість, але значна усадка (БрА7, БрАМц9-2, БрАЖ9-4).

Кремнієві бронзи мають хороші механічні, пружні і антифрикційні властивості. Містять до 3% кремнію. Характеризуються високою пластичністю і хорошою оброблюваністю тиском, добре зварюються і паяються. Ливарні властивості кремнієвих бронз нижчі, ніж олов'яних, алюмінієвих бронз і латуней.

Кремнієві бронзи випускають у вигляді смуг, прутків, дроту. Їх використовують замість дорогих олов'яних бронз, для виготовлення антифрикційних деталей, а також заміни берилієвих бронз при виготовленні пружин, мембран, які працюють у прісній та морській воді.

Берилієві бронзи. Бронзи БрБ2, БрБНТ1,9 (містить 1,9% берилію, 0,2-0,4% - нікелю, 0,1-0,25% титану) використовують для виготовлення пружинних елементів відповідального призначення. Висока пружність, корозійна стійкість, електропровідність, парамагнітні властивості.

Алюміній і його сплави

Алюміній – метал сріблясто-білого кольору. Він має високу тепло- та електропровідність, пластичність і корозійну стійкість.

Технічний алюміній випускають у вигляді листів, профілів, прутків і маркують АД0, АД1. Використовують для ненавантажених елементів, конструкцій, коли потрібні легкість, зварюваність, пластичність. Виготовляють трубопроводи, фольгу, цистерни для перевезення нафти та нафтопроводів, посуд, теплообмінники холодильників, конденсатори, електропровідники, кабелі та ін.

Алюміній добре обробляється тиском, зварюється газовим і контактним зварюванням, проте погано обробляється різанням. Має значну усадку затвердіння (6%).

Алюмінієві сплави за технологічними властивостями поділяють на деформівні та ливарні. Деформівні алюмінієві сплави наведені у табл. 10

10. Рекомендоване використання алюмінієвих деформованих сплавів

Марка	Призначення
АД0, АД1	Деталі з високими пластичними властивостями
АМц, АМг	Зварні деталі, трубопроводи, радіатори, резервуари для рідин
АД31, АД33, Д1	Деталі для оздоблення автомобілів, кораблів, літаків, а також ненавантажені деталі
Д16	Деталі середньої міцності, штаповані вузли, заклепки
В95	Силові елементи конструкцій літаків (деталі, каркаси, шпангоути, тяги керування тощо .)
АК4	Деталі двигунів
АК4-1	Листи, профілі, поковки
АК6; АК8	Деталі середньо- і важконавантажені, що виготовляються обробкою тиском

Дюралюміни – сплави алюмінію з магнієм та міддю. Їх зміцнюють термічною обробкою. Маркують Д1...Д16, де число вказує на номер сплаву за відповідним стандартом. Використовують в авіації для лопастей, гвинтів (Д1), тяг керування (Д16), будівельних конструкцій, кузовних елементів автомобілів, заклепок тощо.

Високоміцні сплави алюмінію отримують на основі алюмінію з цинком, магнієм та міддю. Термічно зміцнювані сплави. Маркують В96, де число це номер сплаву за відповідним стандартом, “В” – високоміцний сплав. Використовують у літакобудуванні для виготовлення обшивки фюзеляжу, лонжеронів.

Кувальні сплави алюмінію (групи АК) термічно обробляються. Маркують АК1...АК12, де число вказує на номер сплаву за відповідним стандартом. Виготовляють середньонавантажені деталі, лопаті гвинтів та лонжерони вертольотів.

Незміцнювані термічною обробкою алюмінієві сплави типу АМц (алюміній –марганець) та АМг (алюміній –магній) використовуються для глибокої витяжки, виготовлення зварних конструкцій з високою корозійною стійкістю (трубопроводи, баки), заклепок, корпусів суден, рам залізничних вагонів. Маркують АМц3, АМг6 тощо, де число вказує на номер сплаву за відповідним стандартом.

Ливарні алюмінієві сплави наведені у табл. 11. Їх поділяють на: сплави алюмінію з кремнієм – **силуміни** (1 група); сплави алюмінію з кремнієм і міддю (2 група); сплави алюмінію з міддю (3 група); сплави алюмінію з магнієм (4 група); сплави алюмінію з нікелем, титаном та іншими елементами (5 група).

Силуміни мають кращі ливарні властивості серед ливарних сплавів. Для підвищення характерних механічних властивостей силуміни модифікують натрію. Із силуміну виготовляють корпусні деталі компресорів, картерів, поршні двигунів внутрішнього згорання.

11. Рекомендоване використання алюмінієвих ливарних сплавів

Марка	Призначення
АЛ1 (5 група)	Деталі середньої навантаженості, які працюють при підвищених температурах (поршні, головки двигунів та ін.)
АЛ2 (1 група)	Тонкостінні деталі складної конфігурації, які працюють при ударних навантаженнях (корпусні деталі, важелі, кронштейни, кришки та ін.)
АЛ3 (2 група)	Малонавантажені деталі, які працюють при підвищених температурах (кришки, кронштейни та ін.)

Продовження табл. 11

АЛ4 (1 група)	Великі деталі складної форми, при статичних і ударних навантаженнях (картери і блоків циліндрів двигунів внутрішнього згоряння тощо)
АЛ5 (2 група)	Великі деталі при підвищених навантаженнях (корпуси, блоки, сорочки, головки двигунів внутрішнього згоряння тощо)
АЛ7 (3 група)	Невеликі деталі простої конфігурації, які несуть значні статичні навантаження (кронштейни, упори, підвіски тощо)
АЛ8 (4 група)	Деталі простої форми, які працюють в агресивних середовищах і несуть значні навантаження (арматура, корпуси приладів на морських кораблях)
АЛ9 (1 група)	Складнопрофільні навантажені деталі, які працюють в агресивних середовищах і вимагають зварювання (корпуси насосів, редукторів, картери двигунів та ін.)
АЛ25 (5 група)	Поршні двигунів внутрішнього згоряння
АЛ34 або ВАЛ5 (1 група)	Корпусні деталі, які працюють під високим тиском
АЛ27 (4 група)	Деталі морських кораблів
АЛ19 (3 група)	Силові і клепані деталі, які працюють при температурах до 300°C
АЛ33 або ВАЛ1 (3 група)	Деталі, які працюють при температурі до 350°C

ПЛАСТМАСИ

Пластмасами називають матеріали, отримані на основі природних або штучних полімерів (табл. 12)

Крім полімерної основи, до складу пластмас входять: наповнювачі (крейда, графіт, папір, текстильні матеріали) для покращення механічних властивостей; пластифікатори – для зменшення крихкості; стабілізатори – для сповільнення процесу природного старіння пластмас; мастильні речовини – для покращення виливання заготовки з форми; барвники – для надання виробам декоративного вигляду. За поведінкою пластмас під впливом температури їх поділяють на термопластичні та термореактивні.

Термопластичні пластмаси при нагріванні розм'якшуються, а при охолодженні твердіють. При повторному нагріванні й охолодженні цикли повторюються. До термопластичних пластмас належать поліетилен, поліамід, органічне скло, полістирол тощо.

Термореактивні пластмаси при нагріванні розм'якшуються, подальше нагрівання призводить до їх полімеризації і затвердіння. Повторне нагрівання після охолодження призводить до їх згоряння (деструкції).

В основі реактопластів лежать фенолформальдегідні та поліефірні смоли.

Властивості пластмас.

а) *позитивні:*

- мала густина;
- висока корозійна стійкість;
- високі діелектричні властивості;
- високі фрикційні або антифрикційні властивості;

б) *негативні:*

- низька механічна міцність;
- низька термостійкість;
- здатність втрачати свої властивості під впливом атмосферних умов під час експлуатації (старіння).

12. Основні властивості і призначення пластмас

Пластмаса	Властивості, застосування	Методи обробки
Термопласти		
Поліетилен високого тиску (ПЕВТ) (ГОСТ 16337-87) і низького тиску (ПЕНТ) (ГОСТ 16338-85)	Нейтральний матеріал з низьким водопоглинанням, невисокою міцністю (особливо у ПЕНТ); еластичний, стійкий до розтріскування і хімічних середовищ (крім бензину, бензолу, хлороформу), має високі діелектричні властивості, нетоксичний. Застосовують для ненавантажених деталей, ємностей, труб.	Литво під тиском, відцентрове литво, екструзія, штампування, різання, пресування, зварювання, розплавлення повітрям

Продовження табл. 12

Поліпропілен термостабілізований (ТУ 6-05-1105-83)	Жорсткіший, міцніший і теплостійкіший, ніж поліетилен, але морозостійкість дуже низька. Хімічно стійкий. Старіє інтенсивніше, ніж ПЕНТ. Застосовують для труб, фітінгів, ємностей, вентиляторів, плівок, волокон	Литво під тиском, відцентрове литво, екструзія, штампування, різання, пресування, зварювання, розплавлювання повітрям
Полівінілхлорид суспензійний (ГОСТ 14332-78)	Має високу хімічну стійкість (вініпласт), схильний до термодиструкції при 140 °С. Застосовують: вініпласт - для футеровки в хімічних процесах, труб, вентиляторів та ін.; пластикат- для плівок, лінолеуму, ізоляторів, гнучких труб; гідропласт - для заповнення порожнин в устаткуванні для металообробки	Вініпласт екструзія, пресування ударом, зварювання гарячим повітрям, різання. Пластикат-екструзія, каландрування
Полістирол загального призначення (ГОСТ 20282 - 86)	Висока жорсткість, хороші фізичні властивості. Хімічно стійкий, крихкий. Може бути суспензований -пінополістирол. Застосовують для корпусних деталей, приладів, ізоляторів, поверхневої обробки деталей; пінополістирол (пінопласт) - для звуко - і теплоізоляції	Литво під тиском, екструзія, штампування, пресування, різання, склеювання
Полістирол удароміцний А, Б	Вища ударна в'язкість, ніж у полістиролу. Застосовують для різноманітних деталей	Те ж
Сополімери стирулу МС, МСН-Л (ГОСТ 12271-76)	Вища механічна міцність і еластичність, ніж у полістиролу. Застосовують для різних деталей	- -

Продовження табл. 12

Фторопласти 4 (ГОСТ 10007-80), 4М (ГОСТ 14906 -87), 3 (ГОСТ 13744-87)	Не поглинають воду. Хімічно стійкі до всіх лугів і кислот. Низький коефіцієнт тертя, високі теплостійкість і діелектричні властивості. Низькі механічні властивості, рідкотекучість. При температурі вище 320°C розкладається. Застосовують для підшипників ковзання, прокладок, ущільнювачів, деталей хімічного машинобудування	Механічна обробка, склеювання після спеціальної підготовки поверхні
Поліметакрилатний порошок П-1 (ТУ 05-1344-77)	Світлопроникний, бензо- і маслостійкий, крихкий. Застосовують для деталей складної форми, радіодеталей і деталей, які контактують з бензином і маслом	Литво під тиском, екструзія, пресування
Скло органічне конструкційне СОЛ; (поліметил-метакрилат) СТ-1,2-55 (ГОСТ 15809-80)	Хороша світлопроникність, при витяжці у високоеластичному стані забезпечується висока пластичність і можливість витримувати великі деформації без руйнування. Застосовують для засклення машин і приладів, виготовлення кожухів, корпусів	Вільне литво з наступною витяжкою, зварювання, склеювання, вакуумне і пневматичне формування
Капрон первинний (ТУ 6-06-309-70)	Вищі механічні властивості, ніж в інших термопластів, хороші антифрикційні властивості. Низька хімічна стійкість. Застосовують для підшипників ковзання, зубчастих коліс, антифрикційних і	Литво під тиском, екструзія, відцентрове литво, механічна обробка, зварювання, склеювання

Продовження табл. 12

Поліаміди	Вищі механічні властивості, ніж в капрону; менше водопоглинання, ніж у капрону; найжорсткіший серед капрону і поліамідів - капролон 13. Застосування аналогічне капрону	Литво під тиском, екструзія, відцентрове литво, механічна обробка, зварювання, склеювання
Сополімери АК80/20, АК93/7, АК85/15 та ін. (ГОСТ 19459-74)	Застосовують для вкладок підшипників, шестерень, втулок та інших деталей	Литво під тиском, екструзія, відцентро -ве литво, механічна обробка,
Поліформальдегід	Один з найжорсткіших полімерів; високі тепло- і морозостійкість, антифрикційні і діелектричні властивості. Хімічно стійкий. Застосовується для втулок і вкладок підшипників, тіл кочення, шестерень, корпусів	Литво під тиском, екструзія, механічна обробка
Полікарбонат (дифлон) (ТУ 6-05-1668-74)	Високі тепло- і морозостійкість. Низьке водопоглинання, прозорий, високі діелектричні властивості. Застосовують для корпусних деталей в електромашинобудуванні, труб, вентилів	Те ж і пресування
Склонаповнені поліаміди ПА6Ю-ДС; ПА-211-ДС; ПА66-ДС (ГОСТ 17648-83)	Міцність вища, ніж у капрону, в 2-3 рази; менш пластичні. Низький коефіцієнт тертя, стабільність усадки. Застосовують для корпусних деталей в автомобіле- і приладобудуванні	Литво під тиском, механічна обробка

Продовження табл. 12

Поліакрилат Д-3	Високі термічна стійкість і жаростійкість. Застосовують для антифрикційних деталей	Литво під тиском, екструзія, ливарне пресування
Пінопласт А	Висока хімічна стійкість. Застосовують для деталей корозійностійкої апаратури	Литво під тиском, пресування, екструзія 1
Поліуретан ПУ-1	Стійкий до дії розбавлених кислот, лугів, масел, вуглеводнів, органічних кислот. Застосовують для деталей, які працюють при температурі від -60 до +100°C	Пряме ливарне пресування 1
Реактопласти		
Скловолокнистий матеріал СВАН-ЕР	Складається з скляних ниток і епоксидної або фенолформальдегідної смоли. Високі механічні і електроізоляційні властивості. Застосовують для деталей конструкцій	Пресування
Скловолокніти АГ - 4 (ГОСТ 20437-85)	Складаються зі скляних ниток (в АГ-4С кручених) і фенолформальдегідної смоли; АГ-4С міцніше, ніж АГ-4В. Застосовують для деталей конструкцій	Те ж
Прес-матеріал П-50С, П-75С	Складається із склострічки і модифікованої фенолформальдегідної смоли. Високі механічна міцність і теплостійкість. Застосовують для деталей підвищеної міцності	Пряме пресування
П-5-2	Складається з скловолокна і модифікованої кремнійорганічної смоли. Підвищені механічні властивості. Застосовують для деталей, які працюють при підвищених температурах	Те ж

ПН-67	Одержують на основі поліамідної смоли. Стійкий до окиснення. Застосовують для деталей і підшипників ковзання, які працюють при температурі -180...+125°C	Пресування
П-2-1; П-2-5; П-2-3	Складається з модифікованої епок-сидної смоли і нетканної стрічки. Застосовують для конструкційних деталей	Те ж
179	Склад і призначення аналогічні волокніту К-138-А	- -
Волокніт К-138-А	Складається з кремнійорганічної смоли, мінерального наповнювача та інших добавок. Висока теплостійкість. Застосовують для конструкційних і електроізоляційних деталей, які працюють при температурі до 300-400 °С	- -
Скловолокніт ДСН-2-Р-2м (ГОСТ 17478-72)	Складається з насичених і розрублених скляних ниток. Застосовують для складних деталей з тонкими стінками	- -
Прес-порошок РСТ	Складається з скляного волокна і фенолформальдегідної смоли. Застосовують для конструкційних електротехнічних деталей	- -
Склотекстоліт конструкційний КАСТ (ГОСТ 10292-74)	Складається із склотканин, насичених смолами. Висока механічна міцність, теплостійкість, низьке водопоглинання. Застосовують для перегородок літальних апаратів, конструкційних електротехнічних деталей	Механічна обробка листів

Намотувальні склопластики на основі: скложута ЖС-1, поліефірної смоли МИ 1, епоксидних смол ЕД-8 і ЕД-10	Високі питома механічна міцність, хімічна стійкість, мала густина. Застосовують для високонапірних труб, оболонок, ємностей	Намотування
Склопластики контактного формування на основі епоксидних смол ЕД-8; ЕД-10	Хороша антикорозійна стійкість, висока міцність, мала густина. Застосовують для силових великогабаритних деталей несерійного виробництва	Контактні формування
Текстоліт конструкційний ПТ, ПТК	Складається з бавовняно-паперової тканини і фенолформальдегідної смоли. Високі антифрикційні властивості, міцність при стискуванні, ізоляційні властивості. Застосовують для підшипників ковзання, шестерень, електротехнічних деталей	Механічна обробка листів
Текстоліт графітований	Фрикційний матеріал. Застосовують для деталей, які працюють з тертям	Те ж
Азботекстоліт	Складається з азбестової тканини, насиченої фенолформальдегідною смолою. Хороші фрикційні властивості, висока теплостійкість. Застосовують для гальмівних пристроїв, фрикційних дисків, гідравлічних передач	- -
Гетинакс (ГОСТ 2718-84)	Має хороші електроізоляційні властивості. Застосовують для електротехнічних деталей	- -

Продовження табл. 12

Маси пресувальні фенольні (ГОСТ 5689-79)	Складаються з фенолформальдегід-них смол, різних наповнювачів, затверджувачів, барвників, мастильних	Пресування
СП-342-02	Застосовують для ненавантажених деталей загального призначення	Те ж
Е2-330-02	Застосовують для електроізоляційних деталей	- -
ВХ1-090-34	Для деталей з підвищеною водо- і кислотостійкістю	- -
У2-301-07	Для напрямних втулок, шестерень, кулачків та інших деталей, які працюють на удар	- -
Ж1-010-40	Для електротехнічних деталей, які працюють при підвищеній температурі	- -
Ретинакс А, Б (ГОСТ 10851-73)	Фрикційний матеріал з добавками азбесту, бариту, мастильних речовин. Застосовують для гальмівних деталей	- -
Ангеміт	Антифрикційний матеріал на основі фенолформальдегідної смоли і графітованих продуктів. Застосовують для поршневих кілець, сальників, насосів, фільтрів	- -
Амінопласт, прес-порошок А і Б (ГОСТ 9359-80)	Світлостійкий, нетоксичний, добре фарбується, має електроізоляційні властивості. Недоліки – розтріскування, водопоглинання. Застосовують в електроапаратурі, сигнальних кнопках, сухих вимикачах тощо	Пресування

Деревно-слоїсті пластики ДСП-А, ДСП-Б, ДСП-В, ДСП-Г	Композиційний матеріал на основі дерев'яного шпону і фенолформальдегідної смоли. Хімічно стійкий, високі міцнісні і антифрикційні властивості. Застосовують для електро-ізоляційних деталей, підшипників ковзання, зубчастих коліс, шківів, обшивок тощо.	Механічна обробка листів
---	---	--------------------------