

ГЛАВА 3

ЧУГУНЫ

Чугуны, как материалы, обладающие хорошими литейными свойствами, жаростойкостью, коррозионной стойкостью и антифрикционными качествами, до сих пор находят широкое применение при изготовлении технологических аппаратов, узлов и деталей. Однако данные материалы обладают рядом недостатков: высокая хрупкость, сложность обработки резанием, высокие коэффициенты линейного расширения, сильная зависимость прочностных характеристик от температуры, трудность, а в ряде случаев и невозможность сварки этих материалов.

Правила Госгортехнадзора регламентируют использование чугунного литья для работы при следующих параметрах: серый чугун при температуре от -15 до $+250$ °С и давлении до 1 МПа; щелочестойкий чугун при температуре от -15 до $+300$ °С и давлении до 1 МПа; ферросилид при температуре от 0 до $+700$ °С и давлении до 2,5 МПа.

В технологическом машино- и аппаратостроении наибольшее применение получили следующие виды чугунов.

Серый чугун (ГОСТ 1412—85): СЧ 00, СЧ 12-28, СЧ 15-32, СЧ 18-36, СЧ 21-40, СЧ 24-44, СЧ 28-48, СЧ 32-52, СЧ 36-56, СЧ 40-60, СЧ 44-64.

Из чугуна первых двух марок изготавливают корпусные и ненагруженные детали простой конфигурации, а из остальных—ответственные корпуса и детали сложной конфигурации, работающие в слабоагрессивных средах. При расчете деталей на растяжение коэффициент запаса прочности для серого чугуна принимают $n_p = 6—8$.

Щелочестойкие чугуны СЧ Щ1 и СЧ Щ2 применяются для изготовления корпусов, деталей и узлов машин и аппаратов, работающих в водных растворах щелочей NaOH и KOH при давлении до 1 МПа и температуре от -15 до $+300$ °С.

Ферросилиды С15, С17 (ГОСТ 2233—85) и антихлор МФ 15 применяются для изготовления корпусов, деталей и узлов простой конфигурации для работы в сильноагрессивных средах (растворы солей, азотная и серная кислоты), при давлении до 0,25 МПа и температуре от 0 до $+700$ °С. При разработке конструкции следует учитывать, что кремнистые чугуны очень хрупки, чувствительны к колебаниям температуры и трудно обрабатываются резанием. Поэтому изделия из них изготавливают отливкой, предус-

матривая плавные переходы. Ферросилиды широко применяют при изготовлении арматуры.

Следует иметь в виду, что ферросилиды легко корродируют под воздействием соляной кислоты, крепких щелочей и фтористых соединений.

Жаростойкие чугуны, содержащие до 32% Si и 1-2% Si применяются в котельно-топочном оборудовании. Чугуны марки ЖЧХ 0,8; ЖЧХ 1,5; ЖЧ6 5,5 (ГОСТ 7769—82) используют при изготовлении узлов и деталей, работающих при температурах соответственно $+550$, 600 и 800 °С, а чугуны ЖЧХ 16 и ЖЧХ 30 обладают хорошей стойкостью до температур $1000-1200$ °С при действии дымовых газов, содержащих сернистые соединения.

Жаростойкий и коррозионностойкий чугун ЧН15Д7Х2 (ГОСТ 11849—85) применяют при изготовлении узлов и деталей, работающих при температурах от $+100$ до $+600$ °С и агрессивных средах.

Антифрикционные чугуны АСЧ1, АСЧ2 (ГОСТ 1585—85) используют для изготовления узлов и деталей, испытывающих трение (подшипники, шарниры, направляющие и т.д.).

Ковкие чугуны (ГОСТ 1215—85) КЧ30-6, КЧ33-8, КЧ35-10, КЧ37-12, КЧ45-7, КЧ50-5, КЧ55-7, КЧ60-3, КЧ65-3, КЧ70-2, КЧ80-1,5 применяются в основном для небольших отливок. Основным преимуществом отливок из ковкого чугуна является однородность их свойств по сечению, практически отсутствию внутренних напряжений. С целью исключения напряжений в конструкциях отливки изготавливают с толщиной стенок до 50 мм.

Высокопрочные чугуны (ГОСТ 7293—85) ВЧ35, ВЧ40, ВЧ45, ВЧ50, ВЧ60, ВЧ70, ВЧ80, ВЧ100 применяются для изготовления узлов и деталей с повышенными механическими свойствами. ВЧ имеет хорошие литейные свойства: высокую жидкотекучесть, незначительную склонность к образованию горячих трещин. Вместе с тем его склонность к образованию усадочных раковин и литейных напряжений выше, чем у серого чугуна. Кроме того, ВЧ имеет удовлетворительную коррозионную стойкость (не ниже, чем СЧ), жаростойкость, хладостойкость, антифрикционные свойства, обрабатываемость резанием и может подвергаться сварке и автогенной резке.

В табл. 3.1—3.3 приведены свойства чугуна различных марок.

Основные свойства серого литейного чугуна и его применение

Марка	$\sigma_{\text{в}}$, МПа	Твердость по Бринеллю, НВ	Примечание
Чугун с пластинчатым графитом			
СЧ10	275	139–274	Малоответственные отливки с толщиной стенок до 15 мм (корпуса, крышки, кожухи и др.)
СЧ15	314	160–224	Малоответственные отливки с толщиной стенок 10–30 мм (трубы, корпуса клапанов, вентили при давлении до 20 МПа и др.)
СЧ18	354	167–224	Ответственные отливки с толщиной стенок 10–20 мм (шкивы, зубчатые колеса, станины, суппорты и др.)
СЧ20	397	167–236	Ответственные отливки с толщиной стенок до 30 мм (блоки цилиндров, поршни, тормозные барабаны, каретки и др.)
СЧ25	450	176–245	Ответственные отливки с толщиной стенок до 40 мм (кокильные формы, поршневые кольца и др.)
СЧ30	490	177–250	Ответственные отливки с толщиной стенок до 60 мм (поршни, гильзы дизелей, рамы, штампы и др.)
СЧ35	540	193–264	Ответственные высоконагруженные отливки с толщиной стенок до 100 мм (малые коленчатые валы, детали паровых двигателей и др.)

Таблица 3.2

Механические свойства ковкого чугуна и его применение

Марка	Твердость по Бринеллю, НВ	Примечание
КЧ 30–6	160	В основном для небольших отливок, работающих в условиях динамических нагрузок (детали в автомобильной, тракторной и сельскохозяйственной промышленности). Ограниченное применение обусловлено сложностью изготовления отливок, длительностью термической обработки, ограниченными допускаемыми размерами сечений (не более 30–40 мм)
КЧ 33–8	160	
КЧ 35–10	160	
КЧ 37–12	160	
КЧ 45–7	203	
КЧ 50–5	226	
КЧ 55–4	236	
КЧ 60–3	264	
КЧ 65–3	264	
КЧ 70–2	280	
КЧ 80–1.5	314	

Механические свойства легированного чугуна для отливок со специальными свойствами

Марка чугуна	σ_B , МПа	σ_s , %	σ_H , МПа	Твердость по Бринеллю, НВ	Свойства
ЧХ1	170	—	350	203–280	Жаростойкий
ЧХ2	150	—	310	203–280	»
ЧХ3	150	—	310	223–356	», износостойкий
ЧХ3Т	200	—	400	440–580	Износостойкий
ЧХ9Н5	350	—	700	490–607	»
ЧХ16	350	—	700	390–440	», жаростойкий
ЧХ16М2	170	—	490	490–607	То же
ЧХ22	290	—	540	333–607	»
ЧХ22С	290	—	540	215–333	Коррозионно- и жаростойкие
ЧХ28	370	—	560	215–264	То же
ЧХ28П	200	—	400	245–390	Стойкий в цинковом расплаве
ЧХ28Д2	390	—	690	390–635	Износо- и коррозионностойкий
ЧХ32	390	—	690	245–333	Жаро- и износостойкий
ЧС5	150	—	290	140–294	Жаростойкий
ЧС5Ш	290	—	—	223–294	»
ЧС13	100	—	210	294–390	Коррозионностойкие в жидкой среде
ЧС15	60	—	170	294–390	То же
ЧС17	40	—	140	390–450	»
ЧС15М4	60	—	140	390–450	»
ЧС17М3	60	—	100	390–450	Жаростойкий
ЧЮХШ	390	—	590	183–356	Жаро- и износостойкие
ЧЮ6С5	120	—	240	236–294	То же
ЧЮ7Х2	120	—	170	254–294	Жаро- и износостойкие при высокой температуре
ЧЮ22Ш	290	—	490	235–356	»
ЧЮ30	200	—	350	356–536	»
ЧГ6С3Ш	496	—	680	215–254	Износостойкий
ЧГ7Х4	150	—	330	490–586	»
ЧГ8Д3	150	—	330	176–285	Маломагнитный
ЧНХТ	280	—	430	196–280	Коррозионностойкие в газовых средах двигателей внутреннего сгорания
ЧНХМД	290	—	690	196–280	»
ЧНМШ	490	2	—	183–280	»
ЧН2Х	290	—	490	215–280	Износостойкий
ЧХ4Х2	200	—	400	460–645	»
ЧН1Г7Ш	390	4	—	120–250	Жаропрочный
ЧН15Д7	150	—	350	120–250	Маломагнитный
ЧН15Д3Ш	340	4	—	120–250	»
4Н19Х3Ш	340	4	—	120–250	Маломагнитный
4Н20Д2Ш	500	25	—	120–220	Жаропрочный, хладостойкий, маломагнитный