

ASIA TRADE

СБОРНИК ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Официальный дилер на территории РФ:

ООО «Азия Трейд», г. Новосибирск

+7 (383) 380-33-80

info@asia-td.ru

asia-td.ru

2019 г.

Оглавление

1. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ.	3
2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ.	3
2.1 Марки, назначение и точность отливок.	3
2.2 Механические свойства отливок.	4
Сплавы	4
Окончание таблицы 2	5
2.3 Химический состав отливок.	5
3. ХАРАКТЕРИСТИКА СЫРЬЯ, ПРИМЕНЯЕМОГО ПРИ ПЛАВКЕ И ПОРЯДОК ДОПУСКА ЕГО В ПРОИЗВОДСТВО.	6
3.1 Характеристика сырья.	6
Для разогрева ковшей применяется газ и кокс литейный каменноугольный КЛ-1, КЛ-2 ГОСТ 3340.	
Характеристики кокса литейного приведены в таблице 9:	7
Гранулят полистирола.	7
3.2 Порядок допуска сырья в производство.	7
4. ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.	8
4.1 Технологический процесс литья.	8
4.3 Изготовление форм.	10
4.5 Футеровка печи.	10
4.5.1 Выбор материала для тигля индукционной печи.	10
4.5.2 Кислая футеровка.	10
4.5.3 Основная футеровка.	14
4.6 Футеровка ковшей.	14
4.7 Плавка чугуна и стали.	16
4.7.1 Шихтовые материалы и завалка шихты для плавки стали.	16
4.7.2 Ведение плавки.	16
4.7.3 Выпуск плавки.	17
4.7.4 Контроль качества.	17
4.7.5 Розлив чугуна и стали.	17
4.7.6 Плавка высоколегированного хромистого чугуна.	20
4.8 Плавка цветных металлов.	20
4.8.1 Химический состав.	20
4.8.2 Подготовка шихтового материала.	21
4.8.3 Загрузка шихты и плавка.	22
4.8.4 Рафинирование.	22
4.9 Выбивка форм, очистка поверхности отливок, термическая обработка.	23
5. КОНТРОЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА И КАЧЕСТВА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ.	25
6. ОХРАНА ТРУДА.	31
6.1 Характеристика неблагоприятных факторов литейного производства.	31
6.2 Физиологическое воздействие сырья и материалов, используемых в литейном производстве на человека.	31
6.3 Требования к помещениям.	32
6.4 Порядок допуска к работе, инструктаж и обучение персонала.	33
6.5 Общие требования техники безопасности.	34
6.6 Устройство и эксплуатация электрооборудования.	36
6.7 Требования личной гигиены и санитарии.	37
6.8 Правила противопожарной безопасности.	38
7. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.	39

1. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ.

Настоящий сборник инструкций для литейного производства распространяется на изготовление литья из различных материалов, применяемых на предприятии. Сущность получения отливок заключается в том, что расплавленный сплав заданного состава заливается в литейную форму.

Большая часть существующих технологий обработки металлов включает стадию получения литой заготовки (отливки). Из этого следует, что наиболее эффективной является литейная технология, позволяющая получать изделия необходимых конфигураций, размеров и свойств непосредственно из расплава при минимальных затратах энергии и материалов.

Сборник разработан в соответствии с ОСТ В 84-1561-85.

Действует совместно с нормативной документацией, технологическими инструкциями на проводимые работы и технологической планировкой.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ.

В литейном производстве используются различные материалы для изготовления отливок, такие как чугуны, стали, бронзы, латуни и т.д. Наиболее распространенным материалом является сталь.

Литье должно выпускаться в соответствии с требованиями:

- отливки из серого чугуна - ГОСТ 1412-85;
- отливки из углеродистой стали - ГОСТ 977-88;
- отливки из бронзы - ГОСТ 613;
- отливки из алюминия - ГОСТ 1583-93.

Вид, конструкция, материал, масса и действительные размеры должны соответствовать чертежам на конкретные виды отливок.

2.1 Марки, назначение и точность отливок.

Таблица 1

Марка отливаемой заготовки	Назначение отливок
СЧ-15	Малоответственные части сельскохозяйственных, текстильных, швейных, пишущих и счетных машин, станочное литье.
СЧ-18 СЧ-20	Ответственные части тракторов, автомобилей, станков, крупные шкивы и маховики.
СЧ-21, СЧ-24 СЧ-25	Ответственные отливки для дизелестроения, блоки автомобильных цилиндров.
СЧ-30 СЧ-35	Весьма ответственные отливки: дизельные цилиндры, коленчатые валы, штампы и другие тяжело нагруженные отливки.
ЧС 15 ЧС17	Простые по конфигурации детали центробежных и поршневых насосов, компрессоров, трубы и фасонные детали для трубопроводов и теплообменников и другие детали химической аппаратуры.

ЧХ 16 ЧХ 28 ЧХ 32	Детали, работающие при небольших механических нагрузках в среде SO ₂ , в щелочах высоких концентраций, азотной кислоте, в растворах и расплавах солей при температуре до 1273 К(1000°С).
35Л 45Л	Ответственные части тракторов, автомобилей, станков, шкивы, маховики, корпусные детали, полумуфты, втулки.

Окончание таблицы 1

Марка отливаемой заготовки	Назначение отливок
БрО5Ц5С5	Антифрикционные детали, работающие в условиях трения.
БрАЖ 9 – 4Л	Подшипники, корпуса насосов, гайки, сальники и другое.
АЛ-2	Детали сложной конфигурации, средней нагруженности, работающие при t°С не выше 200°С.

Точность отливок определяется точностью размеров, шероховатостью поверхности и точностью массы при соблюдении качества и сплошности литого металла.

Точность литья по газифицируемым моделям дифференцируется в зависимости от степени совершенства литейной технологии на три класса точности:

- I - массовое производство,
- II – серийное производство,
- III – единичное производство.

В ГОСТ 26645 приведены допускаемые отклонения для чугуновых и стальных отливок применительно к их габаритам и массе. Отклонение фактической массы отливок от ее теоретического значения косвенно свидетельствует о снижении точности размеров отливок, в первую очередь вследствие увеличения толщины стенок. Допуски на отливки из цветных и специальных сплавов устанавливаются ведомственными нормативами.

2.2 Механические свойства отливок.

Механические свойства отливаемых заготовок и деталей должны соответствовать требованиям ГОСТ 26645 и таблице 2:

Сплавы	Технологические и физические свойства			Механические свойства			
	Плотность, т/м ³	Усадка, %	Температура плавления, °С	Временное сопротивление, МПа		Относительное удлинение, %	Твёрдость по Бринеллю, НВ
				При растяжении	При изгибе		
Серый чугун	7,15	1,0	1150-1260	150	280	1,5-3	150

Сталь литейная углеродистая	7,8	2,0	1420- 1520	491	-	15	-
Бронза	8,9	1,5	1000- 1150	147	-	5	588
АЛ-2	2,7	1,5	700-750	165	-	-	-
110 Г 13	7,8	3,5	1350- 1450	800	-	25	190

Окончание таблицы 2

Сплавы	Технологические и физические свойства			Механические свойства			
	Плотность, т/м ³	Усадка, %	Температура плавления, °С	Временное сопротивление, МПа, не менее		Относительное удлинение, %	Твердость по Бринеллю НВ, не менее
				при растяжении	при изгибе		
ЧС-15		1,7	1360- 1400	60	170	-	290-390
ЧС-17		2,3		40	140		390-450
ЧХ-28		1,8	1450- 1500	370	560	-	215-270
ЧХ-32		2,0		290	490		245-340

2.3 Химический состав отливок.

Чугун - многокомпонентный сплав железа с углеродом и другими легирующими элементами, где содержание С более 2,14%.

Высоколегированные (высокремнистые) чугуны с содержанием Si - от 12% до 18% называют ферросидами.

Высоколегированные (высокохромистые) чугуны содержат Cr - от 25% до 34%.

Железный сплав с содержанием углерода до 2,14% называется сталью.

Кроме углерода, стали содержат кремний, марганец, многие легирующие элементы и вредные примеси - фосфор и серу.

Углерод повышает прочность стали, одновременно снижая ее пластические свойства.

Алюминий, кремний и марганец раскисляют сталь, понижая в ней содержание вредной примеси - кислорода, марганец также ослабляет вредное влияние серы, которая ухудшает механические свойства стали.

Бронзы и латуни - сплавы меди с различными элементами.

Химический состав отливаемых металлов должен соответствовать ГОСТу.

Например:

Химический состав отливаемой стали ст.35Л должен соответствовать ГОСТ 977-88 (таблица 3):

C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu
0,32 - 0,40	0,20 - 0,42	0,4 - 0,9	0,04	0,04	0,3	0,3

Химический состав бронзы должен соответствовать ГОСТ 613-79 (таблица 4):

Марка	Основные компоненты, %, остальное медь					
	Sn	Al	Fe	Zn	Pb	Ni
БрО5Ц5С5	4,1-6,0			4,5 - 6,5	4-6	-
БрАЖ9-4Л		8-10	2-4			

Химический состав высоколегированных хромистых чугунов должен соответствовать ГОСТ 7769-82 (таблица 5):

Марка	Массовая доля, %					
	C	Si	Mn, не более	P, не более	S, не более	Cr
ЧХ-28	0,5-1,6	0,5-1,5	1,0	0,1	0,08	25,0-30,0
ЧХ-16	1,6-2,4	1,5-2,2	1,0	0,1	0,05	13,0-19,0

Химический состав серых чугунов должен соответствовать ГОСТ 1412-85 (таблица 6):

Марка	Массовая доля, %				
	C	Si	Mn	S, не более	P, не более
Сч10	3,5-3,7	2,2-2,6	0,5-0,8	0,15	0,3
Сч15	3,5-3,7	2,0-2,4	0,5-0,8	0,15	0,2
Сч18	3,4-3,6	1,9-2,3	0,5 - 0,7	0,15	0,2
Сч20	3,3-3,5	1,4-2,4	0,7-1,0	0,15	0,2

3. ХАРАКТЕРИСТИКА СЫРЬЯ, ПРИМЕНЯЕМОГО ПРИ ПЛАВКЕ И ПОРЯДОК ДОПУСКА ЕГО В ПРОИЗВОДСТВО.

3.1 Характеристика сырья.

При плавке в индукционных печах применяются металлические шихтовые материалы, модификаторы и флюсы.

Металлическими шихтовыми материалами являются:

а) Литейный чугун марок Л1-1, Л1-3 группы II и III по ГОСТ 4832. Химический состав указан в таблице 7:

Марка чугуна	Массовая доля, %					
	C	Si	Mn		P	S
			гр. II	гр. III		
Л 1	3,6-4,1	2,76-3,25	0,51-0,90	0,91-1,30	0,11-0,30	0,2
Л 3	3,8-4,3	1,76-2,25	0,51-0,90	0,91-1,30	0,11-0,30	0,2

б) Передельный чугун марок ПЛ1-1, ПЛ1-2 ГОСТ 805. Марки, как и для литейного, определяются содержанием кремния, которого в передельном чугуне значительно меньше, чем в литейном. Химический состав указан в таблице 8:

Марка	Массовая доля, %
-------	------------------

чугуна	C	Si	Mn	P	S
ПЛ-1	4,0-4,3	0,9-1,2	0,3	0,08	0,2
ПЛ-3	4,1-4,5	0,5-0,9	0,3	0,08	0,2

в) Лом чугуны и возврат собственного производства по ГОСТ 2787. Ввод в шихту стального лома и отходов производства снижает содержание углерода в чугуне. Поставляемый лом должен соответствовать нормам ГОСТ 2787, в котором предусмотрено применение лома, не содержащего легирующих элементов и сплавов цветных металлов.

Лом и отходы должны быть разделены на группы по своему происхождению и сопровождаться актом на отсутствие содержания в них взрывоопасных и радиоактивных веществ. Размеры кусков лома не должны превосходить 250x200x100 мм при массе не более 35 кг. Лом не должен быть проржавленным и горелым. Химический состав лома может колебаться в широких пределах и зависит от особенностей лома и источников его получения, однако предпочтение оказывается лому со средними значениями по химическому составу. Собственные отходы производства должны тщательно очищаться от пригоревшего песка, антипригарного покрытия, стержней и других примесей.

Для разогрева ковшей применяется газ и кокс литейный каменноугольный КЛ-1, КЛ-2 ГОСТ 3340. Характеристики кокса литейного приведены в таблице 9:

Показатели	КЛ - 1	КЛ - 2
Содержание влаги, %, не более	11,5	10,0
Содержание золы, %	0,45	0,80
Содержание серы, %	40	40

Флюсы.

В качестве флюсов для основной футеровки используются модификатор барий-стронцевый «БСК-2» ТУ 1717-001-75073896-2005. Химический состав «БСК-2» приведен в таблице 10:

Марка	Массовая доля, %											
	SiO ₂	BaO	CaO	SrO	K ₂ O	Na ₂ O	Fe ₂ O ₃ (FeO)	MnO	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CO ₂	MgO
БСК-2	24,8	16,0	21,5	5,5	3,0	1,5	4,0	0,2	2,9	0,9	18,0	0,9

Гранулят полистирола.

Гранулят полистирола (ТУ 38.602-22-57-96) поставляется потребителю в основном упакованными в мешках-контейнерах весом 25 кг.

3.2 Порядок допуска сырья в производство.

Технологом, в присутствии начальника цеха, отбирается проба сырья и материалов, подлежащих входному контролю, на химический анализ, металлографические исследования, механические свойства.

На основании полученных результатов анализа начальник цеха дает заключение о запуске материалов в производство.

Заключение о годности и запуске в производство сырья и материалов, поставляемых по паспорту поставщика, дает начальник цеха.

4. ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.

4.1 Технологический процесс литья

4.2 Литниково-питающая система.

Литниково-питающая система - это система каналов и элементов литейной формы, предназначенная для подвода металла к полости формы, ее заполнения.

Литниковая воронка или чаша служит для приема металла из заливочного ковша. В чаше происходит частичное отделение шлаковых включений от расплава. Стояк, представляющий собой вертикальный канал для передачи металла другим элементам литниковой системы, заканчивается углублением для частичного гашения потока металла.

Шлакоуловитель предназначен для задерживания шлаковых включений и подвода металла к питателям. При разливке из ковша стали, свободной от шлаковых включений, шлакоуловитель выполняет только распределительную роль и называется горизонтальным ходом. Для отливок из цветных сплавов этот канал называется коллектором. Через питатели осуществляется заполнение расплавом рабочей полости формы.

Прибыли предназначены для питания отливки во время ее затвердевания и предотвращения образования в отливках усадочных раковин. При использовании сплавов с малой объемной усадкой или при отсутствии в отливке массивных частей прибыли можно не предусматривать.

Выпор необходим для отвода воздуха и газов во время заливки и служит указателем ее окончания.

Литниковая система должна отвечать следующим требованиям:

- а) заполнять форму металлом за определенное время;
- б) обеспечивать минимальное количество неметаллических и шлаковых включений в металле;
- в) создавать рациональный режим затвердевания и охлаждения отливки;
- г) иметь небольшую массу;
- д) занимать мало места в форме и обеспечивать удобство формовки.

Определение времени заполнения формы является наиболее важной частью литниковой системы, т.к. оно в наибольшей степени влияет на качество отливок. Продолжительное заполнение вызывает появление в отливках недоливов, неслитин, из-за быстрого охлаждения и затвердевания расплава, а также ужимин и засоров, возникающих в результате длительного теплового воздействия расплава на стенки формы. Ускорение заполнения связано с появлением в отливках газовых раковин, напряжений, трещин и засоров из-за размыва формы металлом.

Удержание шлаковых включений, вносимых вместе с заливаемым металлом,

обеспечивается правильной конструкцией литниковых чаш и шлакоуловителей. В чаше шлак всплывает на поверхность зеркала расплава, а более тяжелый металл уходит в стояк. С помощью литниковой системы можно регулировать режим затвердевания и охлаждения отливки. Для создания направленного затвердевания от тонких к более массивным частям отливки и далее к прибыли, которая затвердевает последней, питатели необходимо подводить к массивным частям или непосредственно в прибыль. Направленное затвердевание применяют для сталей, алюминиевых и других сплавов, имеющих значительную объемную усадку и склонных к образованию усадочных раковин.

Литниковые системы существуют сужающиеся и расширяющиеся, верхние, боковые и нижние (сифоны). Наличие самого узкого места в питателях, лимитирующих расход металла, обеспечивает быстрое заполнение металлом всей системы и шлакоуловителя в целях лучшего улавливания шлака. Однако истечение металла в полость формы происходит с большой линейной скоростью, что может привести к разбрызгиванию и окислению расплава, захвату воздуха и размыву формы. Наиболее широко данные системы применяют в производстве чугуновых отливок.

В расширяющихся литниковых системах узкое место чаще всего находится в нижнем сечении стояка. Скорость потока последовательно снижается от стояка к питателям, в результате чего, металл поступает в полость формы более спокойно, с меньшим разбрызгиванием, меньше окисляясь и размывая стенки формы. Данные системы применяют при литье сталей, алюминиевых и других легкоокисляющихся сплавов.

Литниковыми системами с верхним и боковым подводом металла в форму в течение всей заливки обеспечивается горячее зеркало расплава, что способствует направленному снизу вверх затвердеванию и устранению дефектов отливок. Расположение питателей и шлакоуловителей сбоку отливки в горизонтальной плоскости разъема формы удобно при формовке.

В литниковых системах с нижним подводом металл поступает снизу под затопленный уровень без разбрызгивания, окисления и вспенивания, что наиболее важно для легкоокисляющихся сплавов. Эти системы применяют для отливок с отношением их высоты к толщине стенки не более 50, т.к. в противном случае форма может не заполниться металлом из-за преждевременного охлаждения головной части потока. Последовательным действием питателей характеризуются ярусные литниковые системы, подъем уровня металла в полости формы начинается с нижних питателей. Эти системы, обеспечивающие спокойное заполнение и достаточно горячий металл в головной части потока, применяют при изготовлении крупных и тонкостенных отливок из черных и цветных сплавов.

Эффективная работа прибыли обеспечивается при соблюдении следующих условий:

- а) прибыль должна застывать после отливки или питаемого термического узла;
- б) запас жидкого металла в прибыли должен быть достаточным для питания отливки во время ее затвердевания;
- в) форма прибыли и ее расположение должны обеспечивать свободный доступ жидкого металла к отливке или питаемому узлу;
- г) размеры и масса прибыли должны быть минимальными.

Проточные прибыли эффективнее сливных, т.к. постоянно разогреваются проходящим во время заливки металлом. Открытые прибыли применяют при изготовлении крупных отливок, и в них можно доливать металл.

Холодильники - чугуновые или стальные элементы, которые устанавливаются в форму для усиления охлаждения массивных мест отливки. Наружные холодильники

устанавливаются на модель при набивке формы, а внутренние - в полость, при подготовке формы к заливке.

4.3 Изготовление форм.

4.5 Футеровка печи.

4.5.1 Выбор материала для тигля индукционной печи.

Футеровка индукционных тигельных печей состоит из нескольких основных элементов - тигля, подины, воротника, сливного носка и обмазки индуктора. Основным элементом футеровки является тигель, поэтому при правильном выборе огнеупорного материала для тигля в основном обеспечиваются надежность печи и её технико-экономические показатели. В качестве футеровочных материалов могут быть использованы: кварцит, диас (кислые) – SiO_2 , магнезит (основные) - MgO , шпинели - $\text{MgO}+\text{Al}_2\text{O}_3$, хромомagneзит - $\text{CrCl}+\text{MgO}$, циркон - ZrO , графит и т.п. Для оптимального решения в выборе того или иного вида огнеупорных материалов необходимо учитывать конкретные условия службы футеровки тигля, вид выплавляемого металла, а также стоимость и дефицитность огнеупора. Как показала практика, основным фактором при выборе футеровки является срок её службы, обеспечивающий надежную работу печи в данных условиях. Технически обоснованный выбор вида и метода футеровки, должен обеспечить следующее:

- выплавку металла высокого качества;
- наибольшую продолжительность межремонтного цикла работы печи;
- надежную и безопасную работу обслуживающего персонала;
- стабильность проведения металлургического процесса;
- высокие экономические показатели;
- недефицитность применяемых материалов;
- минимальное загрязнение окружающей среды.

Футеровка оказывает существенное влияние на химическую чистоту и физико-механические свойства выплавляемого металла. В процессе плавки в металле образуются нежелательные примеси, которые вредно отражаются на его качестве. Эти примеси попадают в металл в виде неметаллических включений, образующихся в результате взаимодействия расплава с поверхностью футеровки, или из шихты, а также в виде окислов получающихся при раскислении и легировании расплава. Уменьшение содержания неметаллических включений - одна из основных задач качественной металлургии.

При выборе вида футеровки необходимо учитывать склонность некоторых металлов к обменной реакции с окислами, входящими в состав футеровочных масс. Так алюминий и сплавы на его основе, а также высокомарганцовистые стали и сплавы можно плавить в основных тиглях, но не в кислой футеровке, которая будет восстанавливаться алюминием, марганцем и их сплавами.

4.5.2 Кислая футеровка.

Наибольшее распространение индукционных печей на практике получила кислая футеровка на основе кварцита с химической связкой из борной кислоты или

борного ангидрида. Причиной этого являются следующие факторы: дешевизна кварцита, недефицитность футеровки, полиморфные превращения кварца обеспечивают безупрочность рабочего слоя и плотность неспечённого буферного слоя, нет необходимости в наведении шлаков, мала вероятность сквозных усадочных трещин, что обеспечивает надёжность работы печи, стабильный, достаточно высокий срок службы тигля. Срок службы кислой футеровки в значительной мере зависит от качества исходного сырья. Для футеровки тигельных печей чаще всего используют кварциты двух месторождений - Первоуральского на Урале и Овручского на Украине (см. табл. 11).

Таблица 11.

Параметры		Месторождение	
		Овручское	Первоуральское
Химический состав, %:	SiO ₂	97,0 – 98,2	98,18 – 99,10
	CaO	0,46 – 1,71	0,15 – 0,70
	MgO	0,1 – 0,57	0,14 – 0,42
	TiO	0,06 – 0,50	0,08 – 0,50
Огнеупорность, °С		2650 – 2660	2650 – 2660
Плотность, кг/м ³		1770	1770
Пористость, %		0 – 1,1	0,15 – 0,30

Определяющим условием стойкости и надёжности футеровки является правильный подбор зернового состава массы. Огнеупорные материалы делятся на три фракции: крупную, среднюю и мелкую. Мелкая фракция даёт хорошее спекание кварцитовой массы, однако при слишком большом её количестве получается глубокое и даже сквозное спекание стенок тигля, недопустимое для индукционных печей.

Увеличение в кварцитовой массы крупной фракции улучшает теплоизоляционные свойства, но снижает плотность набивки и спекаемость массы, а также замедляет превращение кремнезёма.

В таблице 12 приведены зерновые составы наиболее часто применяемых масс:

Кварцит	Содержание фракций в % при размере частиц в мм				
	Более 3 мм	3 – 1 мм	1 – 0,5 мм	0,5 – 0,088	менее 0,088мм
Первоуральский	-	45	15	15	25
Овручский	-	40	-	20	40

Наиболее распространенной является набивная футеровка, которую можно выполнять двумя способами: по-сырому и по-сухому. При способе по сырому получают монолитный тигель, в котором все зёрна прочно связаны между собой. Однако при эксплуатации таких тиглей велика вероятность образования трещин. Более целесообразной является изготовление футеровки по сухому из набивных масс, с применением шаблона из листовой стали. Спекание и обжиг футеровки можно осуществлять по расплавляемому шаблону вместе с загруженной шихтой. Металлический шаблон выполнен из стали (S=2 мм). На стенке предусмотрены отверстия d=5-6 мм в шахматном порядке на расстоянии 150-200 мм по всей поверхности, которые служат для удаления влаги из футеровки при сушке и спекании.

В период эксплуатации в результате спекания на стенке набивного кварцитового тигля образуются три зоны (смотри рис.1). Первая зона прилегающая к расплавленному металлу - зона полного спекания - она характеризуется интенсивным стекловидным спеканием зерен кварцита. Ширина этой зоны составляет приблизительно

до 20% толщины стенки. Вторая – малоспечённая зона - характеризуется керамическим упрочнением зерен кварцита. Толщина этой зоны составляет 30-40% толщины стенки тигля. Третья – буферная - зона характеризуется наличием несвязанных зерен и порошкообразных частиц, которые сцепляются друг с другом благодаря угловатой форме молотого кварцита. Ширина этой зоны составляет 20-30% толщины слоя футеровки. Буферная зона придаёт тиглю упругость и предохраняет его от образования сквозных трещин и от прохода металла к индуктору.

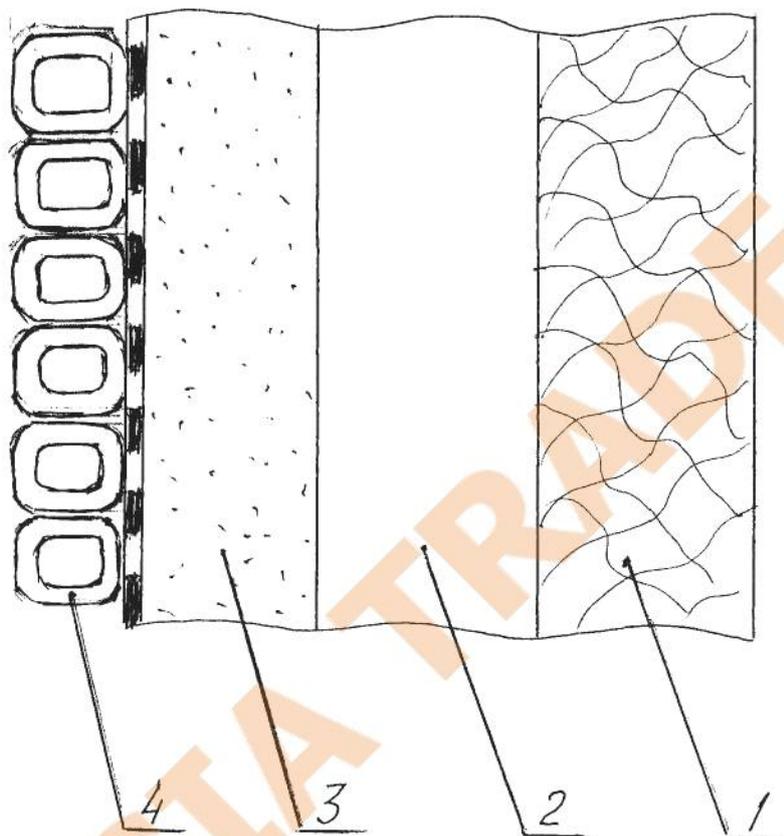


Рис.1

- 1 – зона полного спекания;
- 2 – малоспеченная зона;
- 3 – буферная зона;
- 4 – индуктор.

Набивка кислой футеровки ИСТ.

Наиболее высокую стойкость имеет кварцит марки ПКМИ 97,5 (см. табл. 11) Первоуральского динасового завода для тигельных индукционных печей. Влажность кварцита не должна превышать 0,3%. Оптимальный зерновой состав кварцита следующий: зерен крупнее 3,2 мм - не более 5%, от 3,2 до 1 мм - 25-30%, от 1 до 0,5 мм - 15-20%, от 0,5 до 0,1 мм - 20-25% и мельче 0,1 мм - 27-32%.

Для лучшего спекания рабочего слоя футеровки в нее добавляют борный ангидрид или борную кислоту. Однако последняя содержит больше влаги, что несколько снижает качество футеровки. Исследование показывает, что оптимальным количеством добавки к кварцитам в индукционных печах следует считать 1-1,5% борной кислоты или 0,7-0,8% борного ангидрида. Дальнейшее увеличение добавки приводит к повышению содержания стекловидного вещества, что приводит к повышению скорости износа тигля.

Футеровку тигля производят следующим образом:

- на дно и откосы подины укладывают асбестовый лист.
- внутри индуктора стенки плотно обкладывают листами асбеста толщиной 5 мм встык. Для лучшего прилегания асбеста к стенке его фиксируют распорным кольцом.
- во избежание сквозного пропекания подины и опасности трещинообразования нижнюю половину подины набивают кварцитом без связующих добавок, толщина слоя составляет 50 мм.
- уплотнение кварцитовой массы производят либо вручную металлическими трамбовками или пневматическими вибраторами. Плотность утрамбованного слоя проверяют лопаткой, она не должна внедряться в уплотненный слой при нажатии. Дальнейшую набивку подины тигля производят футеровочной смесью с борной кислотой или борным ангидридом.
- перед наложением второго и последующих слоев футеровочной массы утрамбованную поверхность взрыхляют.
- при достижении определенной толщины подины (180 мм) выравнивают место, куда будет установлен шаблон. Для плотного прилегания производится притирка шаблона поворотом влево и вправо.
- после этого шаблон нужно извлечь и проверить плотность прилегания.
- затем производится установка металлического шаблона и его центровка с помощью трех деревянных клиньев.
- после центровки шаблона на его дно загружают металлическую шихту (1/3 объема шаблона).
- перед футеровкой стенок тигля взрыхляют уплотненный верхний слой массы, засыпают массу на высоту около 150 мм и трамбуют. При трамбовании производят постукивание молотком по шаблону, чтобы масса лучше уплотнялась с внутренней поверхности. Следует обращать внимание на плотность набивки в нижней конусной части шаблона.
- по мере набивки стенок металлическое распорное кольцо, прижимающее асбест к виткам индуктора снимают.
- набивку стенок производят до верхней асбоцементной плиты.
- сливной носок и воротник печи футеруют смесью состоящей из молотого кварцита с жидким стеклом.

Набивка производится непосредственно перед сушкой и спеканием футеровки. После выполнения всех работ по набивке стенок, выкладыванию верха тигля и верха печи приступают к сушке и спеканию тигля. Перед началом спекания производят дозагрузку печи до половины объема, для чего в металлический шаблон догружают шихту, включают печь на минимальную нагрузку.

Спекание производят в три этапа:

- на первом этапе путем включения и выключения ТПЧ разогревают шаблон по всей высоте. Разогрев ведется с тем, чтобы удалить пары воды через отверстия в металлическом шаблоне. Длительность этого этапа составляет около 6 часов;
- на втором этапе плавно производят подъем температуры и доводят шихту до расплавления;
- третий этап заключается в выдержке металла в тигле при температуре 1500 °С в течение 1,5ч.

Особенно ответственен первый этап спекания, так как в этот период может быть коробление шаблона и повреждение футеровки.

4.5.3 Основная футеровка.

Основную футеровку изготавливают из магнезитовых (переклазовых), доломитовых, хромомagneзитовых и других пород, в которых содержится большое количество основных окислов (MgO, CaO, SiO). Эти материалы имеют огнеупорность около 2000°C. Магнезитовую и хромомagneзитовую футеровку индукционных тигельных печей применяют при плавке качественных сталей и сплавов, в которых строго лимитировано содержание кремния, фосфора, серы, неметаллических включений. Основная футеровка при спекании претерпевает усадку; она не растёт в процессе нагревания поэтому набивку основной футеровки надо производить до максимального уплотнения с помощью пневматических трамбовок или отбойных молотков.

Зерновой состав набивочной массы оказывает большое влияние на качество и стойкость футеровки. При использовании мелких фракций можно обеспечить хорошее спекание даже при отсутствии плавней-минерализаторов. Однако высокое содержание мелких фракций приводит к быстрому и глубокому спеканию стенок футеровки, которое сопровождается усадкой, уменьшением термической стойкости, следовательно, образованием трещин в футеровке.

Правильное соотношение между фракциями зерен является одним из важнейших факторов, обуславливающих термостойкость футеровки из набивных масс, особенно основных и нейтральных.

Для печей 1 тонна и меньше оптимальным является следующий состав зерен:

- 10-20% фракций - 4-2 мм;
- 30-40% - 2-0,5 мм;
- 30-35 % - 0,5-0,088 мм;
- 20-25 % - мельче 0,088 мм.

В качестве плавня-минерализатора во влажной футеровке применяется плавиковый шпат, который не растворяется и не переносится влагой при сушке от горячей поверхности к индуктору.

При влажной футеровке следует избегать применения борной кислоты и борного ангидрида, так как они растворяются в воде, и при сушке тигля вместе с влагой мигрируют к индуктору, увеличивая спекание буферного слоя и ухудшая спекание рабочего слоя. Индуктор печи готовят к футеровке аналогичным образом, как и при кислой набивке тигля.

4.6 Футеровка ковшей.

Футеровка разливочных ковшей емкостью до 500 кг должна соответствовать следующим техническим требованиям:

- а) огнеупорная часть футеровки ковша должна иметь толщину стенок - 40 мм, донной части - 50 мм;
- б) обладать достаточной огнеупорностью;
- в) противостоять действию расплавленных шлаков;
- г) обладать высокой термостойкостью;
- д) не изменять в значительных пределах своего объема при нагревании и охлаждении.

Состав футеровочной массы:

- 75% кварцевого песка марок 2КО315Б, 1КО2А ГОСТ 2138, высушенного до влажности не более 0,5%;
- 25% глины формовочной огнеупорной марок КС1-Т1, КС2-Т1 ГОСТ 3226, высушенной до влажности не более 2% и измельченной до пылевидного состояния.

Кварцевый песок и огнеупорную глину засыпать в смеситель, смешивать в

течение 2-3 минут, затем добавить воду до 1,3% от общего количества смеси, и в течение 4 минут перемешивать до получения равномерно перемешанной массы. Количество смеси определяется визуально.

Для лучшего схватывания футеровочной массы с корпусом, его покрывают огнеупорной краской следующего состава:

- огнеупорная глина - 50%;
- вода - 50%.

Покрытый огнеупорной краской ковш выдержать на воздухе в течение 10 мин.

В первую очередь футеруется дно ковша футеровочной массой толщиной 50 мм, затем футеруется боковая поверхность толщиной 40 мм. Твердость набивки должна быть от 80 до 85 кг/см².

Футеровка носка ковша должна обеспечивать круглый профиль струи металла.

Внутреннюю полость ковша красить кистью огнеупорной краской толщиной слоя от 1 до 1,5 мм и выдержать на воздухе 10 мин. Верхнюю часть внутренней полости ковша покрыть жидким стеклом ТУ 5921-002-00287645.

Сушку ковша произвести в электросушиле. Сушка рабочего слоя ковша производится с постепенным повышением температуры от 20°C до 220°C. Выдержка при температуре 220°C - 12 часов.

Нагрев футеровки при сушке должен быть равномерным. По окончании процесса сушки, перед заливкой, температура рабочего слоя должна быть не менее 180°C. Ковш вынимается из электросушилки не позднее, чем за 15 мин до заливки.

Ковши емкостью от одной тонны и более футеруются следующими огнеупорными материалами:

- кирпич прямой ШБ-1 № 6 ГОСТ 8691, материал шамот кл.6 ГОСТ 390;
- клин ребровый ШКУ-32, ШКУ-37 ГОСТ 8691, материал шамот кл.6 ГОСТ 390;
- песок формовочный кварцевый кл.315 ГОСТ 2138;
- глина огнеупорная КС 1-Т1 ГОСТ 3226;
- мертель шамотный ШТ-1 ГОСТ 6137;
- стекло жидкое, модуль 2,6 - 3,0 ТУ 5921-002-00287645;
- картон асбестовый S = 5 мм ГОСТ 2850.

Все огнеупорные и теплоизоляционные материалы должны соответствовать требованиям НД, подвергаться входному контролю и иметь сертификаты качества. Огнеупорная часть кладки производится из шамотного кирпича на огнеупорном растворе, толщина шва не более 2 мм.

Огнеупорная часть кладки производится из шамотного кирпича на огнеупорном растворе, толщина шва не более 2 мм. Состав огнеупорного раствора:

- 75% - мертеля шамотного;
- 25% - огнеупорной глины.

Сухая смесь замачивается 3%-м раствором жидкого стекла и тщательно перемешивается до консистенции густой сметаны.

Для лучшего схватывания раствора, поверхность кирпича перед нанесением раствора смачивается водой, а носик и верхняя часть ковша обмазываются раствором следующего состава:

- 90 весовых частей песка кварцевого;
- 10 весовых частей стекла жидкого.

Вначале прокладывается картон асбестовый и футеруется донная часть ковша, затем боковые стенки и носик ковша. Швы затираются при помощи щетки огнеупорной краской. Зафутерованный ковш необходимо выдержать в атмосфере цеха. Сушку и нагрев ковша производить форсункой на дизтопливе в течение двух часов перед выпуском

металла.

4.7 Плавка чугуна и стали.

4.7.1 Шихтовые материалы и завалка шихты для плавки стали.

Для обеспечения нормального хода процесса плавки, рецептура шихты должна быть составлена по результатам полного расплавления первой пробы. Химический состав шихты в таблице 13:

Таблица 13

Наименование	Химический состав, %				
	C	Mn	Si	S	P
Шихта	0,34 - 0,44	0,20 - 0,25	0,32-0,37	до 0,04	до 0,05

Примерный состав шихты и добавочных материалов на одну плавку:

- от 55% до 65% стального лома (до 455 кг);
- от 30% до 40% возврата собственного производства (до 245 кг);
- от 2% до 3% передельного чугуна;
- доводочные материалы, от общего количества металлозавалки:
 - 0,75% ферромарганца (16кг);
 - 0,45% ферросилиция (7,5кг);
 - 0,6кг - алюминий, в ковш для раскисления.

Подготовка шихты для плавки чугуна.

Чугунные чушки должны быть разбиты по пережимам на две или три части. Вторичные металлы, в соответствии с ГОСТ 2787, должны иметь максимальные размеры не более 300 мм и массу не более 20 кг и могут использоваться без дополнительной разделки. Оборотные металлы должны быть очищены от формовочной смеси, стержневых остатков и разбиты на части, если их размер превышает диаметр вагранки. Ферросплавы дробят на куски массой от 3 до 5кг. Флюсы дробят на куски размером не более 50мм.

Загрузка печи и пуск.

Количественный состав определяется маркой чугуна, которую необходимо получить, и составляет от общего количества металлозавалки:

- от 40% до 60% лома чугунного;
- от 5% до 10% лома стального;
- от 30% до 50% чушки чугунной;
- от 20% до 40% возврата собственного производства.

Все материалы, подающиеся на плавку, должны быть сухими. Вес шихтовых материалов должен быть проверен мастером или плавильщиком. Очищенная и заправленная подина покрывается небольшим количеством мелкой шихты, на которую загружают крупный лом. Затем заканчивают загрузку оставшейся мелкой шихтой, заполняя ею промежутки между кусками крупного лома. Шихту следует загружать как можно плотнее, чтобы обеспечить более быстрое плавление.

4.7.2 Ведение плавки.

После полного расплавления шихты, металл перемешивается, берется первая проба на экспресс анализ для определения химического состава металла.

При недостаточном содержании углерода, металл необходимо науглеродить малофосфористым чугуном или науглераживателем. Для повышения содержания углерода на 0,01%, на одну тонну жидкого металла чугун дается в количестве 3кг.

Периодически, в процессе плавки добавляется в металл небольшими частями ферромарганец. Оставшаяся часть ферромарганца, до 8 кг, подается за 10 минут до выпуска металла в ковш.

4.7.3 Выпуск плавки.

Перед выпуском стали литейщик берет в стаканчик пробу на содержание марганца и в треугольник - на раскисление.

Если в металле Mn менее 0,2%, проба в стаканчике кипит, искрит, пучится. В этом случае необходимо добавить от 0,6 до 0,7 кг Mn на садку.

Если проба металла, взятая на раскисление, в изломе не плотная, добавляется ферромарганец в количестве 5 кг на садку, металл при этом тщательно перемешивается. После чего включается печь, металл доводится до кипения. Кипение должно быть по всей поверхности. В случае бурного кипения, печь выключают, в шлак добавляют песок. Продолжительность окислительного периода, включая кипение, должна быть не более 40 минут. Затем металл перемешивается, берется повторная проба на Mn и раскисление.

При содержании Mn равном 0,2%, проба металла не искрит и при затвердевании дает усадку.

Металл готов, если проба металла, при нормальном раскислении, застывает спокойно и равномерно, а излом пробы плотный, без раковин.

Шлак к моменту выпуска должен быть достаточно жидкоподвижным для обеспечения полного слива металла и шлака из печи.

В ковш, при выпуске стали, подается до 1% алюминия от общей массы металлозавалки.

Температура расплава стали определяется при помощи термопары. Визуально по цвету:

- красно-желтый - от 1540°C до 1600°C;
- желтый - от 1600°C до 1650°C;
- бледно-желтый - от 1650°C до 1700°C.

Температура расплава при заливке в формы от 1520°C до 1560°C.

4.7.4 Контроль качества.

После того, как плавка готова, сталевар в присутствии мастера и представителя ОТК отбирает пробу на химический анализ. Пробу отбирают ложкой из ванны перед выпуском металла.

Пробу металла заливают в стаканчик-изложницу, затем в нее вставляют ярлык.

Чтобы избежать расплескивания металла, стаканчики-изложницы не доливают приблизительно на 20 мм.

Полностью затвердевшие пробы металла вместе с ярлыками освобождают из стаканчиков-изложниц и передают в химическую лабораторию.

4.7.5 Розлив чугуна и стали.

Разливочный ковш представляет собой стальной, футерованный внутри высокоогнеупорным материалом сосуд, предназначенный для транспортирования и заливки расплава в формы.

Для удобства транспортирования, ручные ковши снабжаются носилками, а более крупные - подвесками и траверсами, для навешивания ковша на крюк мостового крана. Во избежание опрокидывания заполненного расплавом ковша во время его

транспортирования на подвесках, предусматривают специальные запорные устройства - защелки.

Для надежного удержания шлака, разливочные ковши имеют специальные огнеупорные перегородки или чайниковые устройства.

Ручные ковши подразделяются на ковши-ложки, емкостью 6,10 и 16 кг, а также ковши с носилками, емкостью 25, 40, 60 кг.

Конические ковши, емкостью от 60 кг и более, снабжаются одним или двумя сливными носками. Поворот ковша осуществляется с помощью червячного редуктора вручную.

Конструкция ковшей цельносварная, из стального листового проката марок ст.3 ГОСТ 380 или 30 ГОСТ 1050.

Цапфы и тяги траверс изготавливаются из поковок с пятнадцатикратным запасом прочности. Перед использованием ковша, его футеровка должна быть тщательно отремонтирована, просушена и разогрета до температуры от 600°C до 800°C.

Рекомендуется заполнять ковши, независимо от их емкости, не более чем на 7/8 их высоты.

Кипение расплава в ковше при его наполнении указывает на то, что футеровка ковша недостаточно просушена. После прекращения кипения, расплав должен быть слит в изложницу. Если при повторном наполнении ковша кипение не повторяется, расплав используют на заливку форм.

Для получения отливок высокого качества заливка форм должна вестись с соблюдением определенных условий, показателями которых являются:

- температура расплава;
- длительность заливки формы;
- характер поступления расплава в форму;
- степень заполнения литниковой чаши расплавом;
- высота струи расплава;
- своевременность заливки формы;
- предупреждение попадания в форму шлака и неметаллических включений.

Температура заливки расплава в форму обуславливается характером получаемых отливок, т.е. чем меньше толщина стенок и больше габаритные размеры тонкостенной отливки, тем выше должна быть температура расплава.

Температура заливки также зависит от химического состава сплава, чем меньше содержание углерода, кремния и фосфора при заливке серого чугуна в формы, тем выше температура заливки.

Температура заливки расплава в форму тесно связана с величиной его усадки. Учитывая это, при получении массивных чугунных отливок стремятся вести заливку форм при минимальных температурах расплава. Если чугун был перегрет при плавке, то его перед заливкой выдерживают в ковше.

Данные о температурах заливки различных литейных расплавов в формы при получении отдельных групп отливок приведены в таблицах 14, 15, 16. Снижение температуры чугуна в процессе разлива приводится в таблице 17.

Таблица 14:

Стали для отливок	Группы отливок	Температура заливки, °C
Углеродистые и низколегированные	Крупные толстостенные	1390-1420
	средние	1420-1450
	мелкие тонкостенные	1450-1550
Высокомарганцевые	средние и крупные	1350-1380

Высоколегированные (кислото-стойкие, нержавеющие и др.)	средние и крупные мелкие тонкостенные	1420-1480 1480-1570
---	--	------------------------

Таблица 15:

Сплавы	Толщина стенки отливок, мм	Температура заливки, °С
Бронзы оловянно-фосфористые	ДО 10 от 10 до 20 свыше 20	1100-1150 1050-1100 1000-1050
Бронзы алюминиевые	до 10	1100-1200
Алюминиевые (типа силумин)	до 10 от 10 до 20 свыше 20	710-730 700-710 690 - 700

Таблица 16:

Чугуны	Толщина стенки, мм	Температура заливки, °С
Чугун серый	до 4	1450-1360
	от 4 до 10	1430-1340
	от 10 до 20	1400-1320
	от 20 до 50	1380-1300
	от 50 до 100	1340-1230
Ферросилид	до 15	1320-1300
	свыше 15	1260-1300

4.7.5.15 Модифицированные и высокопрочные чугуны должны заливаться при более высоких температурах. Температура выпуска чугуна из печи должна быть выше указанной в таблице на величину потерь температуры в ковшах при переливах и транспортировке.

Таблица 17:

Наименование операции		Снижение температуры, °С
Выпуск чугуна		20-40
Выдержка чугуна в течение 1 мин. в ковше емкостью:	50 кг	15-40
	300 кг	10-25
	1000-2000 кг	4-8
Переливание металла из одного ковша в другой		30-50

Ручные ковши применяют при заливке мелких форм. Носик ручного ковша при заливке формы должен находиться на минимальной высоте от литниковой чаши или воронки. Лить расплав необходимо сразу, уверенно, не допуская перерыва струи. Ковш необходимо очищать от намерзшего расплава на носке, краях и боках ковша. Несоблюдение этого правила приводит к неровной струе расплава, разбрызгиванию, сильному охлаждению и дальнейшему «намерзанию» его на ковше, а также браку по газовым раковинам, недоливам, спаям. Для чистки ковша от намерзшего расплава необходимо пользоваться ломиками, заостренными в виде лопатки. Незначительные повреждения обмазки ковшей при удалении намерзшего расплава, особенно в носке ковша, необходимо немедленно исправлять, покрывая повреждения новым слоем обмазки.

При заливке цветных сплавов в формы и кокили следует выполнять основные правила:

- а) контролировать температуру расплава в ковше в процессе заливки, в случае снижения температуры ниже установленного предела заливку прекратить;
- б) не заливать формы в том случае, если температура выше допустимого предела, металл в ковше выдержать для снижения температуры до заданных параметров;
- в) тщательно удалить шлак с поверхности расплава;
- г) для заливки употреблять ковши, тщательно очищенные от остатков расплава, влияющих на качество литья;
- д) при литье в кокиль контролировать температуру нагрева кокиля, которая подбирается в зависимости от марки используемого сплава;
- е) кокиль должен быть правильно окрашен.

4.7.6 Плавка высоколегированного хромистого чугуна.

Плавка высоколегированного чугуна ЧХ-28 производится в печи ИСТ-1.0. Для этого применяются шихтовые материалы:

- от 40 до 60%, лом стальной гр.1А ГОСТ 2787;
- от 30 до 40%, феррохром ФХО 1,5; ФХО 1 ГОСТ 4757;
- от 5 до 10%, чугун литейный или пердедельный Л-1, Л-2, Л-3 ГОСТ 4832;
- от 30 до 40%, отходы собственного производства или лом хромистого чугуна
- 2-3%, ферросилиций ФС-75, ФС-65, ФС-45 ГОСТ 1415.

Раскисление расплава производят ферромарганцем, от 1% до 2% от садки, при температуре расплавленного металла от 1650°C до 1700°C.

Выпуск металла производится при температуре от 1400°C до 1450°C. Из ковша берется проба металла на химический анализ.

Загруженные формы заливаются без разбрызгивания, не прерывая струи, за минимальное время. Остывание отливок происходит в опоках.

Отливки ЧХ-28 подвергаются термообработке в соответствии с таблицей 18.

Таблица 18

Виды термообработки, назначение	Режимы		
	температура, К (°C)	выдержка, ч	охлаждение
Отпуск после заливки или нормализация для снятия внутренних напряжений	793 - 833 (520 - 560)	3-4	с печью

4.8 Плавка цветных металлов.

4.8.1. Химический состав

На предприятии ведется плавка следующих цветных металлов: алюминия АЛ-2, бронзы Бр05Ц5С5, БрА9ЖЗЛ. Химический состав и механические свойства цветных металлов должны соответствовать требованиям ГОСТ 613, ГОСТ 1583 и таблиц 19, 20, 21.

Таблица 19

Марка бронзы	Массовая доля элементов, %, (остальное Cu)				σ_b , МПа	δ_5 , %	Твердость, НВ	Усадка, %		Жидкотекучесть, мм	Плотность, кг/м ³
	Sn	Zn	Pb	примеси				линейная	объемная		
БрО5Ц5С5	4-6	4-6	4-6	1,3	147	6	60	1,6	4,0-4,5	400	8800

Таблица 20

Марка бронзы	Массовая доля элементов, %, (остальное Cu)				σ_b , МПа	δ_5 , %	Твердость, НВ	Усадка, %		Жидкотекучесть, мм	Плотность, кг/м ³
	Al	Fe	Ni	примеси				линейная	объемная		
БрА9Ж4Л	9,5-11,5	3,5-5,5	3,5-5,5	1,5	587	5	1570	1,8-2,0	6,0-7,5	750	7500

Таблица 21

Марка сплава	Массовая доля элементов, %, (остальное Al)	Жидкотекучесть, мм	Усадка, %		Склонность к образованию горячих трещин, мм	Герметичность
	Si		линейная	объемная		
АЛ ₂	10-13	420/ 820	0,9-1,0	3,0-3,5	не образуются	3/12

4.8.2. Подготовка шихтового материала.

В качестве шихтовых материалов для производства алюминия применяют следующие материалы:

- алюминий чушковый ГОСТ 11070 в количестве 728,2 кг;
- возврат собственного производства в количестве 358,7 кг.

В качестве раскислителя применяют хлористый марганец в количестве 2,2 кг.

В состав шихты для плавки медных сплавов вводят:

- а) для бронзы БрО5Ц5С5:
 - бронза чушковая ГОСТ 614 в количестве 707,4 кг;

- возврат собственного производства в количестве 356,4 кг.
- б) для бронзы БрА9Ж4Л:
 - бронза чушковая ГОСТ 614 в количестве 733 кг;
 - возврат собственного производства в количестве 330 кг.

В качестве раскислителя применяют сплавы меднофосфористые в количестве 4,2 кг.

Перед плавкой шихтовые материалы должны быть тщательно подготовлены, так как от этого зависит качество приготавливаемого сплава и полученных из него отливок.

Шихта должна быть сухой и только известного химического состава.

Крупные куски отходов и бракованные отливки разделить на более мелкие куски, удобные для загрузки в печь.

Отходы собственного производства хранятся отдельно, в соответствии с их химическим составом.

Перед загрузкой в печь все шихтовые материалы подогреваются до температуры от 100°C до 150°C, а лигатуры, вводимые в расплав - от 200°C до 250°C.

4.8.3 Загрузка шихты и плавка.

Плавка цветных металлов производится в тигельном горне в глазурованном графитовом тигле.

Перед загрузкой печи шихтой необходимо очистить тигель от остатков металла и шлака. Осмотреть состояние внутренней поверхности тигля, проверить на наличие трещин или местных углублений, разъеденных металлом.

Для предотвращения проедания металлического тигля и уменьшения загрязнения сплавов железом, необходимо покрыть внутреннюю полость тигля защитной огнеупорной краской до 5 мм. Состав краски:

- мелкий кварцевый песок - 60%;
- огнеупорная глина - 30%;
- жидкое стекло - 10%.

Проверить исправность графитовых тиглей, которые не должны иметь трещин. Тигли перед плавкой должны быть хорошо просушены при температуре 80°C и прокалены при температуре 600°C.

Шихту подавать в тигель столько, чтобы при ее расплавлении объем жидкого металла не превышал 7/8 внутренней высоты тигля.

При загрузке шихты в печь следует соблюдать определенную последовательность. Вначале загружают чушковый материал, затем чистые металлы, лигатуру, после чего вводят отходы собственного производства. При расплавлении всей шихты в расплав вводят присадки.

Сплавы меди и алюминия имеют способность поглощать водород тем больше, чем выше температура расплава. Чтобы предупредить насыщение сплавов водородом, необходимо строго контролировать температуру расплавленного металла.

В процессе плавки медные расплавы активно окисляются, образуя трудноудаляемые мелкодисперсные оксиды, что приводит к загрязнению расплава. Для защиты сплавов от окисления плавку проводят под флюсами, в качестве которых используют соду, буру, поваренную соль и древесный уголь.

Не следует снимать шлак во время плавки, т.к. поверхностная пленка окислов защищает расплав от дальнейшего окисления.

4.8.4 Рафинирование.

Для предотвращения пористости и в целях очищения сплава от неметаллических

включений, цветные сплавы рафинируют.

Рафинирование алюминиевых сплавов следует осуществлять при температуре от 30°C до 50°C выше температуры плавления. Алюминий можно рафинировать таблетками «Дегазер», хлористым марганцем или обезвоженным хлористым цинком в количестве 0,2% от веса шихты.

Медные сплавы перед разливкой рафинируют продувкой расплава инертными газами, вводя хлористый марганец, до 0,2% от количества шихты, или обрабатывая расплав фторидными флюсами.

Длительность рафинирования составляет от 5 до 7 мин. После рафинирования металл тщательно перемешивается, удаляется шлак.

Температура заливки медных сплавов составляет, в зависимости от марки сплава, от 1000°C до 1200°C, алюминиевых сплавов - от 710°C до 730°C.

Ковш для заливки металла должен быть прокален и подогрет.

Во избежание прогорания тигля запрещается остатки металла оставлять в печи.

4.9 Выбивка форм, очистка поверхности отливок, термическая обработка.

Во избежание искажения конфигурации, образования трещин и других дефектов отливок, выбивка должна производиться только после завершения процессов кристаллизации расплава и формирования отливок в форме.

Вывивка из форм производится после остывания отливок до температуры 350°C, для предотвращения поверхностной закалки и отбела.

Время выдержки отливок в опоках в зависимости от массы приведено в таблице 22.

Таблица 22.

Масса отливки	Время выдержки
до 10 кг	15-20 мин
10-30 кг	25 -30 мин
30 – 50 кг	45 - 50 мин
50 – 75 кг	1ч- 1ч 20 мин
75-100 кг	1ч 30 мин - 1ч 40 мин
100-150 кг	2ч - 2ч 30 мин
150-200 кг	3ч- 3ч 30 мин
более 200 кг	6ч-8ч

Отливки массой более 200 кг выбиваются на следующий день.

Отливки из бронзы выбивают из форм при температуре от 300°C до 450°C, а алюминиевые при температуре от 200°C до 300°C.

Вывивка форм должна производиться в специально отведенном для этой цели месте.

После выбивки из форм отливки подвергают предварительному контролю, выявляя имеющиеся явные дефекты. Годные отливки обрубают и очищают в обрубочном отделении.

Процесс обрубки заключается в отделении от отливки прибылей, литников, выпоров. Для удаления пригоревшей формовочной смеси и улучшения их поверхности,

отливки подвергают очистке галтовкой, металлическим песком или дробью, механической обработкой металлическими щетками вручную или приспособлениями.

Прибыли, литники и заливки от стальных отливок обычно отделяются газовой резкой или резкой электрической дугой. При данном способе отделения литников необходимо соблюдать правила техники безопасности при проведении огневых работ и пользоваться разработанными инструкциями. Поверхность резания при этом получается грубой и требует зачистки наждаком.

Механическая резка прибылей и литников имеет ограниченное применение, преимущественно при производстве фасонных отливок из высоколегированной стали. Обрезка крупных прибылей ведется главным образом дисковыми пилами. Мелкие прибыли и литники обрезаются беззубыми пилами.

Учитывая хрупкость серого чугуна, литники от чугунных отливок обычно отделяют ударами молотка во время выбивки форм.

Процесс очистки поверхности отливок подразделяется на операции предварительной и окончательной очистки.

а) Назначение операций предварительной очистки:

- очистка поверхности от приставших формовочных материалов;
- очистка от пригара мест обрезки прибылей и литников;
- удаление из внутренних полостей каркасов стержней.

б) Назначение операций окончательной очистки:

- очистка всех поверхностей от пригара;
- удаление с поверхности выступающих частиц, не предусмотренных чертежом отливки;
- придание отливке товарного вида.

Очистка поверхности отливок происходит на следующем оборудовании:

- 1) Галтовочный барабан - предназначен для очистки поверхности отливок от пригара, заусенец и для притупления острых граней, которое достигается в результате многочисленных взаимных ударов. Очистка поверхности отливок в барабанах осуществляется посредством чугунных звездочек, движущихся под действием силы тяжести отливок и их трения при перемещении внутри барабана. Производительность барабана от 0,7 до 0,9 т/час. Время обработки мелких отливок от 30 мин до 1 часа, крупных - от 1,5 до 2 часов. Очистка литья в галтовочном барабане ведется до полного исчезновения пригара с поверхности и из поднутрений. Степень очистки определяется визуально. Загружают барабан отливками от 0,75% до 0,85% его объема.
- 2) Дробеметная камера предназначена для очистки литья. Поданные в камеру отливки очищаются стальной дробью. Отливки, во время очистки, вращаются вместе с дробью, что обеспечивает очистку отливок по всей поверхности. В зависимости от величины пригара время обработки отливок в дробеметной камере составляет от 20 до 40 мин. Отливки, после очистки в дробеметной камере, должны быть полностью освобождены от пригара. Степень очистки определяется визуально, качество очистки выше, чем в галтовочном барабане.
- 3) Подвесной наждак модели 3374К предназначен для очистки поверхности отливок от пригара, заливок, мест заварки. Очистка производится с помощью абразивного круга. Круг к детали или деталь к кругу подавать плавно, постепенно, сильно не нажимая. Степень очистки определяется визуально.
- 4) Пневматическая шлифмашинка ИПШ-320 предназначена для очистки внутренних полостей отливок от пригара, заливок, которые невозможно

удалить подвесным наждаком.

Обработка отливок абразивами производится в основном после предварительной очистки поверхности другими способами и имеет следующее назначение: зачистку местных неровностей, снятие заусенцев, разделку местных дефектов, подготовку поверхностей к проведению операций контроля на твердость, наличие трещин или других дефектов, придание отливкам товарного вида.

Отливки в литом состоянии имеют крупнозернистую структуру, высокую твердость, низкие прочностные и пластические свойства. В них сохраняются значительные внутренние напряжения. Структура и свойства отливок могут быть значительно улучшены термической обработкой (отжиг, нормализация, закалка, отпуск).

Стальные отливки подвергают термической обработке для снятия внутренних напряжений, изменения структуры и уменьшения твердости перед механической обработкой.

Для сталей с содержанием углерода менее 0,9% нагрев не должен превышать 730°C, с содержанием углерода до 1,1% - 740°C, с содержанием углерода 1,2% - 750°C. Охлаждение происходит со скоростью не выше 30°C в час.

Отливки из чугуна подвергают термической обработке:

- при температуре от 500°C до 600°C - снимаются внутренние напряжения и стабилизируются размеры отливки, а механические свойства практически не меняются;
- при температуре от 680°C до 750°C - уменьшается прочность и твердость, но улучшается механическая обработка.

5. КОНТРОЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА И КАЧЕСТВА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ.

Качество получаемых отливок зависит от очень многих причин: свойств исходных материалов, тщательности изготовления форм, приготовления шихты, условий заливки металла в форму и т.д.

Все отливаемые заготовки и детали делятся на:

- а) годные - полностью отвечающие требованиям технической документации;
- б) условно-годные - имеющие отклонения от установленных требований, но допускаемые для дальнейшей механической обработки и сборки.

Геометрические размеры отливок контролируют с помощью измерительных шаблонов, рулеток, штангенциркулей и другого измерительного инструмента. Внутренние дефекты ответственных отливок выявляют специальными видами контроля (керосиновой пробой, гидроиспытанием и т.д.), цветной дефектоскопией.

При освоении новых ответственных отливок, с целью проверки технологического процесса и оснастки, производят отливку опытной партии. Полученные отливки подвергают тщательным замерам, взвешиванию, полной механической обработке, если это предусмотрено техническими условиями на отливку. При необходимости отливку разрезают для определения равномерности толщины стенок и надежности питания литниковой системы отливок.

Контроль качества формовочных материалов проводится в химической лаборатории литейного участка. Основные характеристики отливок должны соответствовать ГОСТ 2138, ГОСТ 3226. Влажность, газопроницаемость, прочность в сухом и сыром состоянии формовочных смесей определяется по утвержденным

методикам испытаний на специальном оборудовании в лаборатории участка.

Контроль температурного режима расплавов, химический состав и механические свойства отливок должны соответствовать утвержденным методикам испытаний, технологическим инструкциям на плавку и розлив металла в песчаные формы и кокили. Данные о проведении анализов предоставляются начальнику или мастеру участка и контролеру литейного участка. Температура расплавленного металла измеряется оптическим пирометром и сообщается начальнику участка или мастеру, ответственному за плавку и розлив. По заключению лаборатории контролер литейного участка, совместно с начальником участка, принимает окончательное решение о годности отливки.

Шихтовыми материалами в литейном производстве называют металлы, лигатуры, раскислители, шлакообразующие добавки, используемые при получении расплавов. При выплавке любых литейных сплавов необходимо использовать шихту известного происхождения. Химические и механические свойства шихтовых материалов проверяют на основании сертификатов, технических условий или иной нормативной документации.

При изготовлении отливок, форм, а также других работ в литейном производстве осуществляется операционный контроль за соблюдением технологического процесса технологом или начальником участка совместно с контролером литейного участка.

Предъявление готовой продукции литейного участка (приемочный контроль) производится следующим образом:

- а) первая отливка после окончательной обработки проверяется начальником участка и контролером литейного участка на соответствие чертежу отливки по размерам и техническим требованиям;
- б) следующие отливки, после окончательной обработки, предъявляются мастером участка контролеру литейного участка на контроль по отсутствию браковочных дефектов, таких как, земляные и газовые раковины, недолив, спаи и т.д.;
- в) годные отливки заносятся в журнал готовой продукции, после чего, начальником участка оформляются документы на готовые изделия и на изделия для сторонних организаций для предъявления контролеру литейного участка, а также лимитные карты для полуфабрикатов собственного производства;
- г) забракованные изделия заносятся в журнал брака, на каждое изделие контролером литейного участка выписывается брак-карта с указанием фамилии виновного и вида брака. Причину брака указывает мастер участка. Начальник литейного участка и технолог цеха определяют виновных, после чего извещения о браке передаются в планово-экономическое бюро цеха, а бракованные детали, с надписью краской на детали - «брак», отправляются в изолятор брака.

Во время заливки форм металлом производится отбор проб для химического анализа и механических испытаний:

- проба стали берется в «стаканчик» размером 30x30x50мм в середине заливки, в «стаканчик» вставляется флажок с выбитым номером плавки;
- проба ферросилида берется из изложницы, куда сливается расплав в конце плавки, затем тонкие пластины ферросилида толкутся в ступе в порошок. Механические испытания ферросилида проводятся по требованию заказчика;
- проба чугуна берется во время плавки, из второго ковша заливаются специально заформованные образцы: брусок 20x20x300 мм - для химического анализа, цилиндр диаметром 30x300 мм - для механических

испытаний. Цилиндр подвергается механической обработке для получения стандартного образца.

Таблица 23.

ВИДЫ БРАКА ПРИ ОТЛИВКЕ ДЕТАЛЕЙ, ЕГО ПРИЧИНЫ И СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ		
Виды брака и его признаки	Основные причины	Способы предупреждения
Горячие трещины (сквозные разрывы или надрывы тела отливки с поверхностями, покрытыми слоем окислов).	<ul style="list-style-type: none"> а) Конструкция отливки выполнена неправильно - резкий переход от крупных к тонким сечениям. б) Недостаточные по величине галтели. Недостаточное питание отливок. в) Недостаточная податливость форм. г) Слишком высокая температура заливки. д) Плохое раскисление сплава. е) Ранняя выбивка. 	<ul style="list-style-type: none"> а) Изменить конструкцию отливок - смягчить переходы различных сечений, увеличить галтели и предусмотреть усадочные ребра. б) Рассредоточить питание отливок, изменить форму и размеры прибылей. в) Уменьшить значение вакуума г) Понизить температуру заливки. д) Улучшить раскисление сплава. е) Отрегулировать время выбивки форм.
Холодные трещины (сквозные и несквозные разрывы в теле отливки с обработанными поверхностями).	<ul style="list-style-type: none"> а) Термическое и механическое торможение усадки. б) Низкая пластичность сплава. в) Бой при выбивке. 	<ul style="list-style-type: none"> а) Улучшить конструкцию отливок с целью обеспечения равномерности их остывания, увеличить податливость форм, правильно расположить ребра опок, холодильники, искусственно охлаждать более толстые части отливок. б) Изменить химический состав сплава, вводя элементы, увеличивающие пластичность. в) Выбивать отливки без резких ударов, аккуратно отбивать питатели.
Газовые раковины (открытые или закрытые полости в теле отливки, имеющие чистую и гладкую поверхность).	<ul style="list-style-type: none"> а) Повышенная влажность модели и низкая газопроницаемость форм, недостаточная их вентиляция. б) Большое содержание газов в металле, недостаточно раскисленный металл, плохая просушка желоба и ковшей. в) Повышенное содержание 	<ul style="list-style-type: none"> а) Устранить указанные причины. б) Применять качественную шихту, улучшить раскисление металла, просушку ковшей и желоба печи. в) Уменьшить содержание угля и

	газообразующих веществ в песке. г) Прерывание струи и низкая температура металла при заливке, неправильное устройство литниковой системы.	других газообразующих веществ в песке. г) Изменить литниковую систему, с целью исключения засоса воздуха в форму.
Усадочные раковины, рыхлота или пористость.	а) Неправильная конструкция отливки (утолщения и местные скопления сплава). б) Неправильное питание отливки. в) Отсутствие или недостаточное количество холодильников. г) Неправильная температура и большая скорость заливки металла.	а) Устранить «горячие места» в отливке и обеспечить ее направленное затвердевание. б) Изменить литниковую систему и питание. в) Охладить термические узлы холодильниками. г) Перед заливкой выдержать металл в ковше и уменьшить скорость заливки.
Шлаковые раковины (открытые или закрытые полости в теле отливки, полностью или частично заполненные шлаком).	а) Усиленное образование шлаков из-за грязной окисленной шихты, загрязненных флюсов и нестойких огнеупоров. б) Неправильная литниковая система, не улавливающая шлак. в) Плохая очистка ковша и небрежная заливка. г) Низкая температура и жидкотекучесть сплава.	а) Применять очищенную шихту, соответствующие кондициям флюсы и качественные огнеупоры. б) Обеспечить правильное соотношение элементов в литниковой системе. в) Изменить конструкцию ковшей, используя шлакоотделяющие перегородки, сгущать шлаки в ковше песком для облегчения их удаления из ковша. Заливать форму непрерывной струей. г) Повысить температуру сплава.
Песчаные раковины (открытые полости, заполненные песком).	а) Недостаточное разряжение формы, недоуплотнение. б) Неправильный подвод сплава, вызывающий местный разрыв формы.	а) Увеличить вакуум, обратить внимание на виброуплотнение. б) Изменить конструкцию литниковой системы и уменьшить напор сплава.
Корольки (открытые или закрытые полости в теле отливок с застывшими шариками металла, покрытые слоем окислов).	а) Неправильная подача сплава в литниковую систему в начале заливки, разбрызгивание, прерывание струи и т.п. б) Неправильная литниковая система, способствующая раздроблению струи и	а) Усилить инструктаж рабочих-заливщиков, при заливке держать носок ковша возможно ближе к литниковой чаше. б) Изменить литниковую систему.

	образованию брызг.	
Пригар (грубая шероховатая поверхность отливки, получившаяся в результате сплавления песка с металлом)	а) Недостаточная огнеупорность формовочных смесей и плохая окраска форм, применение крупного песка. б) Чрезмерно высокая температура заливки.	а) Изменить состав формовочных смесей с целью увеличения их огнеупорности, применять более мелкие пески. б) Перед заливкой выдержать сплав в ковше.
Ужимины (неглубокие узкие канавки или впадины на теле отливки, прикрытые слоем металла, отделенного от отливки прослойкой формовочной смеси).	а) Слоистость и трещины на поверхности формы. б) Недостаточные газопроницаемость и вентиляция формы, приводящие к местному вспучиванию слоя смеси и отжиму его сплавом во время заливки. в) Повышенная газотворность модели.	а) Усилить инструктаж рабочих-формовщиков. б) Использовать более крупный песок. в) Уменьшить плотность модели.
Наросты (образования на поверхности отливки, состоящие из сплава с прослойкой или включениями песка).	а) Дефекты на поверхности формы, недостаточная ее прочность. б) Неправильный подвод металла, вызывающий местные разрушения формы.	а) Усилить контроль качества поверхности формы, тщательно уплотнять песок при формовке. б) Изменить подвод сплава к форме.
Недоливы (неполностью выполненная при заливке конфигурация отливки).	а) Уход металла из формы вследствие близкого расположения к стенке опоки. б) Недостаточная жидкотекучесть сплава из-за его окисленности. в) Засорение или пережим питателей при сборке.	а) Усилить контроль за формовкой. б) Усилить качество раскисления сплава. в) Усилить контроль за сборкой моделей в блоки.
Заливы (неопределенной формы ребра, выступы и другие приливы на теле отливки, не предусмотренные чертежом).	а) Коробление модельно-опочной оснастки. б) Небрежная отделка и сборка формы. в) Недостаточная нагруженность формы или слабое крепление.	а) Применять проверенную оснастку. б) Усилить контроль за отделкой и сборкой форм и качеством их скрепления. в) Увеличить массу груза.
Перекосы и разностенность (сдвиг одной части отливки относительно другой, а также сдвиг полостей и отверстий)	а) Неправильная модель. б) Дефектная опочная оснастка или изношенные спаривающиеся штыри и втулки.	а) Своевременный ремонт и контроль модельно-опочной оснастки. б) Усилить инструктаж и контроль за качеством сборки и состоянием опок.

относительно наружного контура отливки).	в) Небрежная формовка и сборка.	в) Соблюдение правил формовки и сборки форм.
Коробление (искажение контура отливки).	а) Неправильная конструкция отливок. б) Коробление моделей при формовке. в) Термическое или механическое торможение усадки. г) Ранняя выбивка отливок из формы.	а) Устранить неравномерность сечения отливки. На длинных моделях сделать обратный изгиб и увеличить жесткость конструкции. б) Увеличить жесткость моделей и формовочных плит. в) Увеличить податливость форм. г) Соблюдать время выбивки, указанное в техпроцессе.
Несоответствие отливки чертежу по размерам и массе.	а) Неправильная модельная оснастка, некачественная формовка и сборка. б) Неправильно заданные размеры припусков на обработку и усадку. в) Коробление отливок г) Небрежная обрубка и обдирка отливок.	а) Усилить контроль за состоянием модельной оснастки и качеством формовки. б) Изменить размеры припусков. в) Меры предупреждения указаны ранее. г) Усилить контроль данных операций.

Несоответствие сплава по химическому составу нормативной документации.	а) Неправильный подбор шихты. б) Неправильный расчет угара элементов во время плавки.	а) Не применять без сертификата или контроля их химического состава. б) Правильно рассчитывать шихту и угар, контролировать состав завалки.
Несоответствие сплава по механическим свойствам.	а) Несоответствие химического состава и структуры сплава. б) Неправильное ведение плавки.	а) Изменить химический состав путем легирования, модифицирования и выбрать правильные режимы термической обработки. б) Соблюдать режимы плавки, раскисления и модифицирования.
Отбел чугуновых отливок (наличие в различных местах отливки твердых, не поддающихся механической обработке участков).	а) Несоответствие химического состава сплава. б) Несоблюдение режимов остывания отливок. в) Резкое отклонение по толщине стенок отливок.	а) Увеличить содержание углерода и кремния или уменьшить содержание марганца, серы и хрома. б) Соблюдать режимы. в) Изменить конструкцию отливок, выровнять толщину стенок.

6. ОХРАНА ТРУДА.

6.1 Характеристика неблагоприятных факторов литейного производства.

Процессы, связанные с производством отливок характеризуются рядом неблагоприятных факторов.

Основным из них является загрязнение воздуха пылью смешанного состава. Запыленность воздушной среды наблюдается на всех этапах получения отливок. Наиболее интенсивное выделение пыли имеет место при процессах, связанных с дроблением, измельчением, приготовлением шихты и формовочной смеси.

Пыль ферромарганца с воздухом образуют взрывоопасную смесь.

Такие операции, как плавка отливок, сушка моделей и т.д., сопровождаются значительными тепловыделениями, в связи с чем могут создаваться неблагоприятные микроклиматические условия в помещениях.

Используемое в литейном производстве технологическое оборудование является источником шумообразования, что приводит к повышению общего уровня шума в помещении.

6.2 Физиологическое воздействие сырья и материалов, используемых в литейном производстве на человека.

При разогреве ковшей коксом, в результате горения твердого топлива, образуются химические соединения, такие как, углекислый газ CO_2 и окись углерода CO (угарный газ). Расплавленный и застывающий металл выделяет газы, в состав которых входит до 3,4% CO_2 - газ, выделяемый залитыми формами, содержит до 18% CO .

Угарный газ CO - газ бесцветный, без запаха и вкуса, плотностью $0,97 \text{ кг/м}^3$, горит синим пламенем до образования CO_2 с выделением тепла. Предел воспламеняемости в смеси с воздухом - от 12,5% до 74,2%. Вдыхание небольшого количества CO , до 1 мг/м^3 , вызывает у человека головокружение, сильную боль во лбу и висках, тошноту, рвоту и т.д. Последствиями острого отравления могут быть продолжительные головные боли и головокружения. ПДК- 20 мг/м^3 . Необходим постоянный контроль за концентрацией CO в воздухе рабочих помещений или мест, где он может выделиться.

Углекислый газ CO_2 образуется в пределах от 10% до 18% при сжигании топлива и получается из дымовых газов. CO_2 - бесцветный газ кисловатого вкуса и запаха, плотностью $1,53 \text{ кг/м}^3$. Углекислый газ раздражает кожу и слизистые оболочки. В относительно малых концентрациях возбуждает органы дыхания. Обычно, высокое содержание CO_2 понижает содержание кислорода в воздухе. Содержание в воздухе CO_2 в количестве от 0,25% до 1% приводит к изменению функций дыхания и кровообращения. Содержание CO_2 от 2,5% до 5% вызывает головную боль, раздражает верхние дыхательные пути. ПДК в воздухе рабочей зоны - $0,1 \text{ мг/м}^3$.

Кремнийсодержащие пески используются при приготовлении огнеупорных материалов. Кремнийсодержащие пыли, отлагаясь в органах дыхания, вызывают медленно развивающиеся патологические изменения, такие как, хронические катары верхних дыхательных путей и бронхитов. Типичное заболевание, возникающее под действием кремнийсодержащей пыли,- силикоз. ПДК кремнийсодержащей пыли - 4 мг/м^3 . Для защиты от кремнийсодержащей пыли применяют респиратор фильтрующий РПГ-67 ГОСТ 12.4.004.

При производстве работ по очистке литья от горелой земли, заливов, спаев

применяются подвесные наждаки и стационарные наждачные колонки с использованием абразивных кругов. Действие на организм человека пыль от очистки оказывает такое же, как и кремнийорганическая пыль. Все наждачные колонки должны быть снабжены местным отсосом. Для защиты органов дыхания применяется респиратор «Лепесток» ГОСТ 12.4.028.

При получении алюминиевых отливок в атмосферу выделяется окись алюминия Al_2O_3 . При вдыхании пыли или дыма окиси алюминия поражаются главным образом легкие. Заболевание называется алюминозом легких. Алюминиевая пыль раздражает слизистые оболочки глаз, носоглотки. Плавка алюминиевых сплавов должна вестись с применением местной вытяжной вентиляции. Индивидуальной защитой при работе с алюминиевыми сплавами являются респиратор «Лепесток», пылезащитная одежда, защитные очки. ПДК алюминия и его сплавов - $2,2 \text{ мг/м}^3$.

Бентонитовая и каолиновая глины применяется при приготовлении огнеупорных материалов. Длительное воздействие пыли приводит к появлению у человека диспротеинемии. Индивидуальным средством защиты от пыли является респиратор «Лепесток» и спецодежда. ПДК бентонитовой глины - 2 мг/м^3 .

Плавка свинца должна происходить при непрерывно работающей вытяжной вентиляции. Отравление парами свинца приводит к изменениям в нервной системе, крови и сосудах. При плавке свинца, для индивидуальной защиты используют респиратор фильтрующий РПГ-67. ПДК для свинца и его соединений - $0,01 \text{ мг/м}^3$.

Ферромарганец применяется как легирующая добавка при производстве ферросилида, чугуна и стали. При длительном воздействии ферромарганца на организм человека отмечена повышенная возбудимость, нарушение нервной системы и т.д. Индивидуальное средство защиты - респиратор «Лепесток». ПДК- $0,2 \text{ мг/м}^3$.

При плавке стали в печах выделяются окислы железа, которые раздражающе действуют на верхние дыхательные пути. Средство индивидуальной защиты - респиратор «Лепесток». ПДК стали с примесью окислов марганца до 3%, легированных сталей - 6 мг/м^3 .

6.3 Требования к помещениям.

Для снятия уровня воздействия неблагоприятных факторов (пыль, шум, загазованность) на работающих, отделения литейного участка должны быть размещены в изолированных друг от друга помещениях:

- участок изготовления моделей;
- обрубочный участок;
- литейный участок.

Литейный участок располагается в здании, имеющем согласно нормам пожарной безопасности категорию Г.

Модельный участок находится в помещении имеющем согласно нормам пожарной безопасности категорию ВЗ.

Все помещения должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией, на операциях с выделением пыли обязательно устанавливается вытяжная вентиляция, производящая отсос пыли с рабочего места.

В холодное время года все производственные помещения должны быть отапливаемыми. Отопление может быть водяным, паровым или воздушным (калориферы, совмещенные с приточной вентиляцией).

Наружные транспортные ворота здания должны быть оборудованы механизмами для открывания и воздушно-тепловыми завесами в соответствии с санитарными нормами.

В производственных помещениях необходимо максимально использовать естественное освещение, не реже двух раз в год должна производиться очистка оконных

стекло. Помещения должны быть оборудованы общим равномерным освещением с помощью ламп накаливания или люминесцентных ламп, чистка светильников производится один раз в месяц. Рабочие места и оборудование, требующие повышенной освещенности, должны быть оборудованы местным освещением.

Во всех производственных помещениях должны поддерживаться чистота и порядок, уборка должна осуществляться регулярно. Запрещается хранить в производственных помещениях и на рабочих местах горючесмазочные и легковоспламеняющиеся материалы.

Пути эвакуации и рельсы транспортных тележек нельзя загромождать предметами, препятствующими движению.

6.4 Порядок допуска к работе, инструктаж и обучение персонала.

К работе на литейном участке допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование и не имеющие противопоказаний для работы на данном производстве. Периодически работники, занятые в производстве, должны проходить профилактические медицинские осмотры.

По характеру и времени проведения инструктаж работающих подразделяется на:

- вводный, первичный на рабочем месте;
- повторный;
- внеплановый;
- текущий.

Вновь принятые работники должны пройти вводный инструктаж. Вводный инструктаж со всеми принимаемыми на работу проводит начальник отдела охраны труда или, по его поручению, инженер ОТ и представитель пожарной охраны с целью ознакомления с требованиями безопасности труда, порядком и правилами поведения на территории и в цехах завода, правилами внутреннего распорядка и требованиями пожарной безопасности. О проведении вводного инструктажа делают запись в журнале вводного инструктажа, после чего рабочий получает пропуск и направление в цех.

Перед допуском к работе каждый поступающий в цех должен быть ознакомлен с общими правилами ведения работ. Ознакомление производит заместитель начальника цеха по охране труда.

После проведения вводного инструктажа, начальник участка (мастер-технолог) проводит первичный инструктаж на рабочем месте. При этом рабочий должен быть ознакомлен с технологическим процессом, правилами обращения с сырьем и готовой продукцией, особенностями работы на данном рабочем месте, оборудованием, а также последствиями нарушений правил охраны труда и пожарной безопасности. Лицо, проводящее инструктаж на рабочем месте, обязано проверить знания рабочего.

Распоряжением по участку вновь принятый рабочий закрепляется за опытным рабочим для прохождения стажировки. По окончании срока стажировки рабочий сдает экзамен цеховой комиссии на допуск к самостоятельной работе и получает удостоверение по технике безопасности. О допуске к самостоятельной работе издается распоряжение по цеху.

Персонал, работающий с грузоподъемными механизмами, должен пройти обучение в соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных механизмов» и получить удостоверение.

Повторный инструктаж по безопасности труда производится для всех работающих, независимо от их квалификации, стажа работы по данной профессии с проверкой по правилам ведения работ, охраны труда и пожарной безопасности мастером-технологом или начальником участка один раз в месяц, с 1 по 10 число.

Внеплановый инструктаж проводят:

- при изменении техпроцесса, замене или модернизации оборудования, приспособлений, инструмента, применения новых материалов и других факторов, влияющих на безопасность труда;
- при нарушении работниками требований безопасности труда, технологической и производственной дисциплины, которые могут или привели к травме, аварии, пожару;
- при выполнении разовых работ, не предусмотренных по основной профессии;
- при перерывах в работе более 30 календарных дней.

Внеплановый инструктаж проводят в объеме первичного инструктажа на рабочем месте.

6.5 Общие требования техники безопасности.

Рабочий обязан явиться на рабочее место за 15 минут до начала смены, пройти инструктивный сбор, получить задание на смену.

На рабочем месте рабочий должен находиться в спецодежде. Полы и рукава спецодежды не должны болтаться, волосы должны быть убраны под головной убор.

Перед началом работы рабочий обязан проверить:

- исправность оборудования;
- чистоту рабочего места;
- исправность ограждающих кожухов на вращающихся частях оборудования;
- заземление оборудования;
- работу приточной и вытяжной вентиляции на рабочем месте;
- наличие и исправность инструмента и приспособлений, применяемых на рабочем месте.

Обо всех обнаруженных неисправностях и замечаниях сообщать мастеру смены.

Запрещается ходить в не предназначенных для прохода местах. Проходя по участку, необходимо быть внимательным к сигналам крановщиков, управляющих грузоподъемными механизмами.

Лица, не имеющие отношения к выполняемой работе, не допускаются на рабочие места.

Запрещается прикасаться к движущимся частям механизмов, заходить за ограждения машин, касаться оголенных проводов, самовольно нажимать пусковые кнопки механизмов, включать рубильники и запускать неработающее оборудование. Все детали и узлы, совершающие возвратно-поступательные или вращательные движения, должны иметь ограждения.

Запрещается производить ремонт оборудования до полной его остановки и обесточивания от электрической сети.

Все работающие на участке во время работы должны иметь защитные каски. При несчастном случае с кем либо из работающих, сообщить мастеру, вызвать скорую помощь по телефону 03.

Запрещается:

- складывать опoki в штабеля высотой более 1,5 м, при этом площадь пола должна быть горизонтальной, ровной и утрамбованной, ширина

прохода между штабелями не менее 1,6 м;

- при сборке форм использовать не высушенные модели, т.к. может произойти выброс расплава из формы во время заливки.

При работе с пневмоинструментом, формовщики должны пользоваться антивибрационными рукавицами, респиратором «Лепесток», соблюдать график работы.

Сушильные и транспортные плиты необходимо укладывать устойчиво в штабеля высотой не более 1,5 м на твердой и ровной площадке.

Принимать, сортировать и разделять металлический лом необходимо после визуального его осмотра мастером или начальником участка, при наличии акта очистки или сертификата качества.

Складевать шихтовые материалы в отведенные для этого места в шихтовом отделении в штабеля высотой не более 1,5 м.

Производить резку металлолома разрешается только в специально отведенном для этого месте, при наличии акта по очистке металлолома б/у и разрешения на производство огневых работ.

При ремонте плавильных печей температура в рабочем пространстве печи не должна превышать 50°C.

Для освещения используются только низковольтные /12V/ переносные лампы.

После каждого ремонта тщательно контролируют качество его выполнения и полноту просушки футеровки желобов плавильных печей.

Пол у печи должен быть сухим и ровным, при наличии сырых мест вокруг печи, их следует засыпать сухим песком.

Опоки должны иметь прочные, надежно закрепленные цапфы, ушки, скобы, обеспечивающие уравновешенное и безопасное зацепление и транспортировку их грузоподъемными устройствами.

Исправление и отделка форм в подвешенном состоянии и нахождение людей под формой не допускается.

Рекомендуется заливать формы при возможно более низком, от 50 до 100 мм, положении носка ковша над формой.

Запрещается находиться вблизи ковша при наполнении его расплавом. Наполнять ковш не более чем на 7/8 его высоты.

При транспортировке мостовым краном ковша с расплавленным металлом нельзя находиться под ковшом или около него.

Ковши, не имеющие поворотного механизма и перемещаемые мостовым краном, должны иметь запорные устройства, не допускающие опрокидывания ковша.

Двери сушильных печей (камер) должны плотно закрываться и иметь блокировку.

Галтовочные барабаны, для уменьшения шума, должны устанавливаться в отдельном помещении. Крышку барабана следует открывать осторожно, не допуская проворачивания барабана.

Температура отливок, поступающих на выбивку, должна быть не более 70°C. Место для обрубки отливок должно быть ограждено металлическими щитами высотой не менее 2,5 м.

При загрузке и выгрузке отливок из печи необходимо пользоваться суконными рукавицами. В печь отжига разрешается загружать только сухие отливки. При термической обработке отливок не рекомендуется оставлять работающие печи без надзора, работать в промасленной одежде, смотреть незащищенными глазами в раскаленную печь.

Не допускается выбивка литников и заливок из подвешенных на кране отливок. Запрещается пользоваться холодным и ржавым инструментом при выпуске металла из

печи. Перед работой инструменты очищаются и подогреваются до температуры 50°C.

Ручки молотков и зубил должны хорошо закрепляться и не иметь заусенцев, трещин и сколов. Зубило и другой инструмент не должны иметь трещин, заусенцев, забоин и других дефектов.

Пневматический инструмент перед началом работы необходимо осмотреть, особенно, перпендикулярность торца хвостовика зубила или трамбовки относительно их оси.

Для профилактики виброболезни, в перерывах, предусмотренных графиком труда и отдыха, работающим с пневмоинструментом необходимо проводить массаж рук с использованием вибромассажера.

Не допускается разъединять шланги, подводящие воздух во время работы.

Перед установкой абразивного круга необходимо проверить наличие штампа испытания круга.

Канатные цепи, балансиры, коромысла (траверсы) и другие грузозахватные приспособления должны соответствовать требованиям «Правил устройства и безопасности эксплуатации грузоподъемных кранов».

Работать только на исправных станках и исправным инструментом.

Режущий инструмент, все движущиеся части станков (ременные приводы, шестеренчатые и кулисные механизмы, шкивы, валы и вращающиеся зажимные приспособления) должны быть надежно ограждены.

Оградительные устройства следует осматривать и проверять перед началом каждой смены.

Запрещается работать на станках со снятыми или неисправными ограждениями и без вытяжной вентиляции.

Вращающиеся части станков оборудуются надежными тормозными устройствами.

Запрещается останавливать режущий инструмент и движущиеся части станка рукой или какими-либо предметами.

Запрещается класть на станки, ограждения и механизмы материалы, вспомогательный и измерительный инструмент. Станки должны быть обеспечены местным освещением.

Перед работой необходимо проверить заземление корпусов электродвигателей и шкафов управления.

Необходимо систематически удалять пыль и с оборудования и стенной электропроводки.

Сушка материала на приборах отопления не допускается.

На модельном участке не разрешается курить и выполнять операции, которые могут привести к возгоранию.

Лаки, клей хранить в металлическом шкафу покрасочного отделения. Покрасочное отделение должно быть снабжено вытяжной вентиляцией.

6.6 Устройство и эксплуатация электрооборудования.

Устройство и эксплуатация всего электрооборудования электроплавильных печей должны соответствовать действующим правилам устройства электроустановок, правилам технической эксплуатации и безопасности обслуживания электроустановок промышленных предприятий.

Пускатели наклона электродуговых печей устанавливаются в таком месте, чтобы плавильщик видел струю жидкого металла, идущую из печи, и крановщика крана, обслуживающего операцию разлива металла.

Включение и выключение напряжения во время плавки может производиться только плавильщиком или, по его распоряжению, другим человеком, работающим у печи.

Включение напряжения электропечи для просушки или плавки металла должно производиться после ее тщательного осмотра дежурным электриком.

Полы перед щитами или пультами управления, а также пусковыми устройствами электродвигателей наклона печи должны быть покрыты диэлектрическими резиновыми ковриками.

Вокруг всей рабочей площадки у электродуговой печи должны быть перила с глухим металлическим ограждением высотой 200 мм.

Прямо́к у печи, для спуска жидкого металла и шлака, должен быть водонепроницаемым и снабжен металлическим разъемным перекрытием.

Осадку шлака следует производить лишь сухим песком, охлаждение шлака водой запрещается.

Сколачивание (сливание) шлака должно производиться только в сухие шлакоприемники, состояние которых перед сливом должно тщательно проверяться.

При обнаружении прогара подины или стенок печи охлаждение перегретых (покрасневших) мест кожуха печи в ходе плавки должно производиться только сжатым воздухом. Охлаждение водой запрещается.

Шихтовые материалы загружаются в тигли сухими, без принудительного уплотнения.

Легирующие присадки и другие составляющие сплава вводятся в расплавленный металл подогретыми.

Все токонесущие части печи изолируются. Металлические части электрической печи заземляются.

При розливе металла из печи, очистке и загрузке ее, а также при смене электродов необходимо выключать электрический ток.

Если подача воды для охлаждения печи прекращается, необходимо выключить ток и закрыть вентили. При возобновлении подачи воды вентили следует открывать постепенно, чтобы избежать сильного парообразования. Температура отводящей воды должна быть не выше 50°C.

6.7 Требования личной гигиены и санитарии.

Рабочие литейного участка для защиты органов дыхания от пыли должны использовать респиратор "Лепесток", от CO₂ - респиратор РУ-60М ГОСТ 17269.

Необходимо содержать в порядке и чистоте рабочее место, не загромождать его посторонними предметами.

Запрещается принимать пищу на рабочем месте.

Запрещается курить и пользоваться открытым огнем на рабочих местах и складе моделей. Курение разрешается только в специально отведенных и оборудованных местах.

Обрубщики на очистке и обрубке отливок должны использовать противошумные наушники ВЦНИИОТ-2М.

Во время работы на наждачном станке, с подвесными наждаками, обрубщики используют защитные очки с бесцветными стеклами ГОСТ Р 12.4.013.

Заливщики, плавильщики, во время плавки и заливки металла, должны находиться в защитных очках со светофильтрами модели К1П1 ГОСТ Р 12.4.013.

Для поддержания личной гигиены рабочий должен находиться в исправной, чистой спецодежде, которая периодически подвергается стирке.

После окончания смены принять душ.

В бытовых помещениях должны быть установлены шкафы для раздельного хранения уличной одежды и спецодежды.

Бытовые помещения должны быть оборудованы душевыми установками, умывальниками, санузлами и сушильными шкафами для сушки влажной одежды.

Для защиты от воздействия вредных факторов все работники снабжаются спецодеждой и средствами индивидуальной защиты:

1. костюм х/б ГОСТ 27575;
2. костюм суконный ГОСТ 12.4.045;
3. ботинки кожаные ГОСТ 12.4.137;
4. сапоги резиновые ГОСТ 5375;
5. куртка ватная (мужская) ГОСТ 293 3 5;
6. куртка ватная (женская) ГОСТ 29338;
7. респиратор «Лепесток» ГОСТ 12.4.028;
8. очки защитные ГОСТ Р 12.4.013;
9. очки защитные со светофильтрами К1П1 ГОСТ Р 12.4.013;
10. наушники противошумные ВЦНИИОТ-2М;
11. респиратор РУ-60М ГОСТ 17269.

6.8 Правила противопожарной безопасности.

Все работающие должны знать, что исправность электросетей и электрооборудования, чистота помещений и рабочих мест, отсутствие загромождения проходов, исправность пожарного инвентаря, строгое соблюдение требований инструкций на рабочие места являются лучшей гарантией предупреждения пожара.

Для тушения очагов возгорания применяются пожарные краны, пенные и кислотные огнетушители. Огнетушители должны быть размещены в определенных местах, иметь бирки с датой проверки и указанием веса.

Все работающие на участке должны знать места расположения средств пожаротушения, знать принцип их действия и уметь ими пользоваться.

Подъезды к зданиям, проходы, выходы должны содержаться в исправном состоянии и ничем не загромождаться.

Пожарные лестницы должны быть исправными и проходы к ним должны быть свободными.

В зимнее время подходы к извещателям и подъезды к гидрантам, пожарным лестницам должны быть очищены от снега и льда.

Во избежание загорания запрещается:

- курение на рабочих местах, курить разрешается в отведенных для этого местах;
- оставлять оголенную проводку;
- оставлять промасленную ветошь вблизи печей.

Запрещается пользоваться пожарными кранами в хозяйственных нуждах.

Обтирочный материал должен храниться в металлических ящиках с крышками. Бывший в употреблении обтирочный материал должен складироваться в металлический ящик, расположенный вне рабочего помещения.

Во всех случаях загорания необходимо вызвать пожарную команду по телефону 01, при этом назвать завод, цех, номер здания, указать помещение где возникло загорание, назвать свою фамилию, спросить, кто принял сигнал, и сообщить об этом мастеру смены.

В случае вызова пожарной команды по извещателю, необходимо разбить стекло любым предметом или локтем, нажать кнопку и ждать ответного гудка. В случае

отсутствия ответного гудка, вызвать пожарную команду по телефону.

При загорании электропроводки или электрооборудования очаг пожара можно тушить углекислотным огнетушителем, не отключая напряжения, а при тушении другими средствами пожаротушения обязательно обесточить электроустановку.

7. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.

Основными направлениями оценки воздействия промышленной технологии на окружающую среду являются:

- степень полноты использования исходного сырья;
- количество отходов производства и возможность повторного использования отходов производства.

Сырье, применяемое в литейном производстве, используется полностью.

В процессе производства в окружающую среду выделяются следующие вещества:

- углекислый газ;
- угарный газ;
- пары свинца;
- окислы железа.

Выбросы удаляются из помещения вытяжной вентиляцией.

При изготовлении отливок образуются отходы, которые делятся на перерабатываемые и безвозвратные.

К перерабатываемым отходам относятся: отходы от пенополистирола и т.д.

К безвозвратным отходам относится пыль, полученная из циклонов вытяжной вентиляции и при уборке производственных помещений, а также формовочная смесь, подвергшаяся полимеризации и непригодная для дальнейшего использования.

Основное оборудование литейного участка снабжено пылеочистным оборудованием:

- для удаления пыли от участка формовки опок используется циклон «ЛИОТ». Эффективность составляет – 93,1 %;
- для удаления пыли от выбивных решеток также используется циклон «ЛИОТ». Эффективность составляет – 93,1 %.

Пыль из циклона и от уборки производственных помещений вывозится на склад твердых отходов (СТО) в соответствии с графиком чистки вентиляции, утвержденным начальником цеха.

8. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение	Наименование
ГОСТ 12.4.004-74	Респиратор фильтрующий
ГОСТ Р 12.4.013-97	Очки защитные
ГОСТ 12.4.028-76	Респиратор «Лепесток»
ГОСТ 12.4.044-87	Костюм женский от повышенных температур
ГОСТ 12.4.045-87	Костюм мужской от повышенных температур
ГОСТ 12.4.137-84	Обувь специальная

ГОСТ 380-94	Сталь углеродистая обыкновенного качества
ГОСТ 390-96	Изделия огнеупорные шамотные
ГОСТ 613-79	Бронзы оловянные литейные
ГОСТ 614-97	Бронзы литевые в чушках
ГОСТ 805-95	Чугун передельный
ГОСТ 977-88	Отливки из высоколегированной стали
ГОСТ 1050-88	Покаат сортовой
ГОСТ 1412-85	Чугун с пластинчатым графитом
ГОСТ 1415-93	Ферросилиций
ГОСТ 1566-96	Изделия огнеупорные
ГОСТ 1583-93	Сплавы алюминиевые литейные
ГОСТ 1779-83	Шнуры асбестовые
ГОСТ 2138-91	Формовочные пески
ГОСТ 2787-75	Металлы черные вторичные
ГОСТ 2850-95	Картон асбестовый
ГОСТ 3212-92	Комплекты модельные. Уклоны формовочные
ГОСТ 3226-93	Глина формовочная огнеупорная
ГОСТ 3272-2002	Изделия огнеупорные шамотные
ГОСТ 3340-88	Кокс литейный каменноугольный
ГОСТ 4755-91	Ферромарганец
ГОСТ 4756-91	Силикомарганец
ГОСТ 4757-91	Феррохром
ГОСТ 4832-95	Чугун литейный
ГОСТ 5375-79	Сапоги резиновые
ГОСТ 6137-97	Мертели огнеупорные алюмосиликатные

ГОСТ 6456-82	Шкурка шлифовальная бумажная
ГОСТ 7769-82	Чугун легированный для отливок со специальными свойствами
ГОСТ 8262-90	Решетка литейная выбивная
ГОСТ 8691-73	Изделия огнеупорные общего назначения
ГОСТ 11070-74	Алюминий чушковый
ГОСТ 11775-74	Киянки формовочные
ГОСТ 11801-74	Инструмент литейный формовочный
ГОСТ 17269-71	Респиратор фильтрующий РУ-60М
ГОСТ 19200-80	Отливки из чугуна и стали. Термины и определение дефектов
ГОСТ 19608-84	Каолин обогащенный
ГОСТ 24648-90	Чугун для отливок. Отбор проб и образцов для механических испытаний
ГОСТ 26645-85	Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку
ГОСТ 27575-87	Костюм х/б
ГОСТ 29219-91	Концентраты плавикошпатовые
ГОСТ 29335-92	Куртка ватная (мужская)
ГОСТ 29338-92	Куртка ватная (женская)
ОСТ В 84-1561-85	Порядок разработки, согласования, утверждения и ведения технологической документации
ТУ 6-01-743-87	Крепитель стержневой
ТУ 14-140-59-97	Ферросиликомарганец
ТУ 54-028-0279580-97	Лигносульфонат
ТУ 5921-002-00287645—98	Силикат натриево-калиевый, калиево-натриевый растворимый