

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ**
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання розрахунково-графічного завдання з дисциплін
“Ливарні сплави і плавка” і “Основи теорії плавки та
виробництва виливків” (Розділ «Чавунне литво»)
для студентів напрямів підготовки
6.050502 “Інженерна механіка”
і 6.050402 “Ливарне виробництво”
всіх форм навчання

2013

Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічного завдання з дисциплін “Ливарні сплави і плавка” і “Основи теорії плавки та виробництва виливків” (розділ «Чавунне литво») для студентів напрямів підготовки 6.050502 “Інженерна механіка” і 6.050402 “Ливарне виробництво” всіх форм навчання / Укладачі: В.Г. Іванов, Є.М. Парахневич. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2013. – 22 с.

Укладачі: В.Г. Іванов, доцент, к.т.н.
Є.М. Парахневич, доцент, к.т.н.

Рецензент: В.В. Луньов, професор, д.т.н.

Відповідальний
за випуск: В.В. Луньов, професор, д.т.н.

Затверджено
на засіданні НМР
Фізико-технічного інституту ЗНТУ

Протокол № 3 від 18.12.2012 р.

Затверджено
на засіданні кафедри
“Машини і технологія
ливарного виробництва”

Протокол № 4 від 14.12.2012 р.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Загальні відомості.....	5
2 Завдання на виконання розрахунково – графічної роботи.....	8
3 Вміст пояснювальної записки.....	10
4 Список літератури.....	11
Додаток А Приклад виконання розрахунково-графічного завдання.....	12
Додаток Б Склад шихтових матеріалів для виплавки чавуну...	16
Додаток В Відсоток угару елементів при виплавці чавуну.....	22

ВСТУП

Розрахунково-графічне завдання виконується 16 годин навчального процесу. Розрахунково-графічне завдання є одним з етапів вивчення розділу «Чавунне литво» дисциплін «Ливарні сплави і плавка» і «Основи теорії плавки та виробництва виливків» і полягає у виконанні розрахунку шихти для виплавки чавуну певної марки. Студент повинен навчитися розраховувати необхідне співвідношення шихтових матеріалів, що забезпечить отримання заданого хімічного складу чавуну, структури та необхідні властивості.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Завданням розрахунку шихти є встановлення такого співвідношення компонентів шихти, що забезпечить отримання сплаву, потрібного хімічного складу, при мінімальній його вартості. Тобто для отримання дешевого сплаву треба використовувати дешеві шихтові матеріали, економний плавильний агрегат, а також витратити менше часу на плавку.

Вихідними даними для розрахунку шихти є:

- а) хімічний склад чавуну у виливку;
- б) склад, витрата та коефіцієнт засвоєння модифікатору (в разі його використання, наприклад, для високоміцного чавуну – лігатуру з магнієм);
- в) тип плавильного агрегату;
- г) характер футеровки печі.

Умовно розрахунок шихти можна поділити на три етапи.

На першому етапі визначають середній хімічний склад шихти. Для цього треба спочатку визначити середній склад чавуну згідно його марки за відповідними стандартами. У зв'язку з тим, що під час плавки відбувається угар або пригар елементів, необхідно відповідно збільшити або зменшити концентрацію елементів у шихті в порівнянні з їх концентрацією у рідкому стані. В залежності від сплаву використовують один з двох способів врахування угару у процентах:

- від середнього вмісту кожного з елементів у всіх компонентах шихти;
- для кожного компонента шихти окремо по кожному з елементів.

На другому етапі складається список компонентів шихти. У цей список необхідно внести:

- ворття власного виробництва;
- первинні матеріали (для виробництва чавунів використовують чушкові чавуни ливарні або переробні. Останні менш вартісні та дефіцитні);
- феросплави, що містять необхідні легувальні компоненти (для чавунів розповсюдженими є феросиліцій, феромарганець, ферофосфор та ін.);

- вторинні матеріали (брухт чавунний або сталевий, ошурки, сталева висічка та ін.);
- карбюризатори (для виплавки синтетичних чавунів – електродний бій, коксік та ін.).

У списку компонентів вказується хімічний склад компоненту (обов'язково) та його вартість (бажано).

Третій етап це власне розрахунок шихти. В наш час виконується за допомогою ПК. Існуючі раніше методи розрахунку [1-2] аналітичний, графічний та підбором у наш час заслуговують увагу тільки з точки зору розкриття сутності розрахунків, що виконуються.

Складність розрахунку шихти полягає у громіздкості рівнянь та їх вирішенні. У наш час це значно полегшилося використанням швидких прикладних програм для ПК, що дозволяють значно скоротити час розрахунків.

В реальних умовах розрахунок шихти проводиться для розплавів, що може містити до 10 і більш елементів, а число компонентів шихти також може бути більше десятка. В цих випадках кількість рівнянь збільшується, можливі варіанти, коли система цих рівнянь може мати декілька можливих рішень, тоді треба враховувати найменш вартісний склад шихти. Такі задачі можна вирішити тільки за допомогою ПК. Однак підготовка даних для введення у комп'ютер потребує акуратності та чіткого розуміння розрахунків, що проводяться.

При розрахунках шихти для отримання чавунних виливків з високими механічними та експлуатаційними властивостями треба враховувати сучасні тенденції розвитку ливарного виробництва чавунних виливків:

- а) використання більш довершених плавильних агрегатів – електричних печей – індукційних або дугових замість вагранок;
- б) виплавка синтетичних та високоміцних чавунів, властивості яких близькі до властивостей сталі;
- в) застосування модифікування та рафінування металу для покращення властивостей чавунних виливків;
- г) використання довговічних вогнетривких футерівок з високою вогнетривкістю, термостійкістю, інертністю до металу, низькою вартістю та ін.;
- д) використання дешевих шихтових матеріалів – брухту,

відходів, стружки, висічки та ін.

Враховуючи вище назване найбільш придатними плавильними агрегатами у виробництві виливків з чавунів треба визнати індукційні або дугові печі з кислотою футерівкою для плавки звичайних сірих та білих чавунів та з лужною – для виплавки високоміцних чавунів, деяких низькосірчаних та високолегованих чавунів.

В якості первинних шихтових матеріалів доцільніше використовувати переробні чушкові чавуни замість більш вартісних і дефіцитних ливарних. При виплавці синтетичних чавунів частка чушкових чавунів повинна складати не менше 50 % для забезпечення високих властивостей і оптимальних термо - часових параметрів плавки. У компонентах шихти для плавки білого чавуну, що буде використовуватися на переробку в ковкий, необхідно забезпечувати низький вміст хрому до 0,04 – 0,06 %, що значно впливає на тривалість відпалу. При виплавці високоміцного чавуну у металі треба забезпечувати низький вміст сірки (до 0,05 – 0,06 %) для отримання чавуну кулястої форми.

Дані про угар та пригар елементів, а також склад шихтових матеріалів для виплавки чавунів різних марок наведені у довідковій літературі (додаток Б, В).

Вміст кожного елемента у шихті з урахуванням угару (пригару) розраховують за формулою:

$$[E]_{ш} = \frac{[E]_{спл}}{100 \pm Y} \times 100\% \quad (1.1)$$

де $[E]_{ш}$ – вміст елемента у шихті, %;

$[E]_{спл}$ – вміст елемента у сплаві (заданий), %;

Y – угар «-» або пригар «+» елемента в процесі плавки, %.

Необхідна кількість модифікатору для покращення структури, подрібнення вкраплень графіту або для отримання вкраплень графіту кулястої форми (для високоміцного чавуну) розраховується за формулою

$$M = \frac{Q \cdot x \cdot 100}{C \cdot y} \quad (1.2)$$

де M – необхідна кількість модифікатору, кг;

- Q – маса металозавалки, кг;
x – відсутня кількість елемента для отримання заданого значення, %;
C – вміст елемента у феросплаві (лігатурі);
y – засвоєння елемента з феросплаву (лігатури), %.

2 ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО – ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ

Завдання полягає у тому, щоб для заданої марки чавуну (СЧ, КЧ, ВЧ або легованого) виконати розрахунок шихти: за маркою сплаву визначити його хімічний склад, вибрати тип печі та футерівку (обов'язково обґрунтувати вибір), представити схему плавильної печі, вибрати складові шихти, провести необхідні розрахунки компонентів шихти, зробити висновки.

Вихідними даними для виконання роботи є завдання і дані таблиці 2.1 (марки чавунів та склад шихтових матеріалів можуть бути змінені безпосередньо керівником розрахунково – графічного завдання).

Таблиця 2.1 – Марка сплаву та кількість вороття для розрахунково-графічного завдання

Номер у списку групи	Марка чавуну	Кількість вороття у складі шихти, % (номер відповідає останній цифрі групи)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	СЧ10	5	10	15	20	25	30	35	40	45	0
2	ВЧ100	5	10	15	20	25	30	35	40	45	0
3	КЧ30-6	5	10	15	20	25	30	35	40	45	0
4	СЧ15	5	10	15	20	25	30	35	40	45	0
5	ВЧ80	5	10	15	20	25	30	35	40	45	0
6	КЧ33-8	5	10	15	20	25	30	35	40	45	0
7	СЧ20	5	10	15	20	25	30	35	40	45	0
8	ВЧ70	5	10	15	20	25	30	35	40	45	0
9	КЧ35-10	5	10	15	20	25	30	35	40	45	0
10	СЧ25	5	10	15	20	25	30	35	40	45	0
11	ВЧ60	5	10	15	20	25	30	35	40	45	0
12	КЧ37-12	5	10	15	20	25	30	35	40	45	0
13	СЧ30	5	10	15	20	25	30	35	40	45	0
14	ВЧ50	5	10	15	20	25	30	35	40	45	0
15	КЧ45-7	5	10	15	20	25	30	35	40	45	0
16	СЧ35	5	10	15	20	25	30	35	40	45	0
17	ВЧ45	5	10	15	20	25	30	35	40	45	0
18	КЧ50-5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	0
19	ВЧ40	5	10	15	20	25	30	35	40	45	0
20	КЧ55-4	5	10	15	20	25	30	35	40	45	0
21	ВЧ35	5	10	15	20	25	30	35	40	45	0
22	КЧ60-3	5	10	15	20	25	30	35	40	45	0
23	КЧ65-3	5	10	15	20	25	30	35	40	45	0
24	КЧ70-2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	0
25	КЧ80-1,5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	0

3 ВМІСТ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

Пояснювальну записку складають у вигляді тексту, розрахунків, ілюстрацій, таблиць на аркушах формату А4.

Пояснювальну записку виконують за допомогою ПК або рукописним способом відповідно до СТП 15 – 96.

Пояснювальна записка до розрахунково-графічного завдання повинна містити наступні розділи:

Вступ

У цьому розділі визначається актуальність застосування чавунів певних марок як конструкційних матеріалів. Описати загальний порядок розрахунку шихти та плавку чавуну.

1 Вихідні дані для розрахунку

Навести хімічний склад заданої марки чавуну. Обґрунтувати вибір плавильного агрегату та характер футерівки для отримання цієї марки. Зазначити угар (пригар) елементів хімічного складу чавуну під час плавки.

2 Визначення середнього хімічного складу чавуну

Навести середній хімічний склад чавуну з урахуванням угару.

3 Вибір шихтових матеріалів

Вибрати та обґрунтувати вибір шихтових матеріалів для чавуну заданої марки. Навести хімічний склад шихтових матеріалів.

4 Розрахунок шихти

Навести систему рівнянь, які необхідно вирішити, щоб встановити співвідношення компонентів шихти. Результати розрахунку навести у вигляді таблиці.

Висновки

Перелік посилань

Приклад розрахунково-графічного завдання наведено в додатку А. Склад шихтових матеріалів наведено в додатку Б. Відсоток угару елементів при виплавці чавунів у різних плавильних агрегатах наведено в додатку В.

4 СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Литейные сплавы и плавка: Учебник для студ. высш. учеб. заведений /А.П. Трухов, А.И. Маляров. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 336 с.
2. Справочник по чугунному литью. / Под ред.. Н.Г. Гиршовича. – Л.: Машиностроение, 1978. – 758 с.
3. Виробництво виливків: підручник / О.Л. Голубченко, А.М. Голофаєв, Бер Рюдігер та ін. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2009. – 328 с.

Додаток А

Приклад виконання розрахунково-графічного завдання

Виконати розрахунок шихти для отримання чавуну марки СЧ10.
Кількість вороття прийняти 30 %.

1 Вихідні дані для розрахунку

Хімічний склад чавуну марки СЧ10 наведено у табл.А.1.

Таблиця А.1 – Хімічний склад чавуну марки СЧ10

Марка чавуну	Масова частка елементів, %				
	Вуглець, С	Кремній, Si	Марганець, Mn	Фосфор, Р	Сірка, S
				не більш	
СЧ10	3,5 – 3,7	2,2 – 2,6	0,5 – 0,7	0,3	0,15

З марки чавуну СЧ10 виготовляють невідповідальні деталі, що не несуть суттєвих навантажень: кришки, кожухи, колони, радіатори тощо. Для виплавки чавуну даного хімічного складу оптимальним плавильним агрегатом буде індукційна тигельна піч. Це пояснюється перевагами цього плавильного агрегату перед іншими:

- відсутність додаткового забруднення розплаву шкідливими домішками та газами;
- можливість використання легковажної шихти (стружки, висічки, окатишів);
- малий угар елементів сплаву;
- можливість перегріву до будь-яких заданих температур;
- збалансований ККД за розплавленням та перегрівом рідкого чавуну;
- можливість отримання точного хімічного складу чавуну;
- зменшення забруднення повітря різними домішками та газами.

Для отримання чавуну марки СЧ10 вибираємо кислу набивну футерівку з кварциту, що забезпечить високу стійкість та чистоту сплаву за шкідливими домішками. Лужна футерівка в цьому випадку недоцільна, бо операцію десульфурзації проводити не треба. Крім того лужна футерівка дорога та менш стійка.

Угар елементів хімічного складу чавуну під час плавки у індукційній тигельній печі з кислото футерівкою вибираємо з табл.В.1.

Угар вуглецю – 5%, кремнію – 0%, марганцю – 20 %.

2 Визначення середнього хімічного складу чавуну

Розрахунок шихти проводимо на середній хімічний склад чавуну марки СЧ10 за основними елементами (мас. частка, %): C=3,6; Si=2,4; Mn=0,7.

З урахуванням угару вуглецю повинно бути

$$[C]_{ш} = \frac{3,6}{100 - 5} \times 100 = 3,79 \%$$

кремнію повинно бути

$$[Si]_{ш} = \frac{2,4}{100 - 0} \times 100 = 2,4 \%$$

марганцю повинно бути

$$[Mn]_{ш} = \frac{0,7}{100 - 20} \times 100 = 0,88 \%$$

3 Вибір шихтових матеріалів

Вибираємо шихтові матеріали такі, що забезпечать заданий хімічний склад чавуну при мінімальній їх вартості. Доцільно використати переробний чушковий чавун замість ливарного з навіть підвищеним вмістом шкідливих домішок – сірки та фосфору:

чавун переробний марки ПЛ1-3-В-5 ГОСТ 805-95;

сталевий брухт категорії А ГОСТ 2787-86;

феросиліцій ФС45 ГОСТ 1415-93;

феромарганець ФМн78 ГОСТ 4755-91.

Хімічний склад компонентів шихти знаходимо у відповідних стандартах і розрахунок будемо вести по середньому вмісту елементів.

Хімічний склад компонентів шихти (мас. частка, %):

1) Чавуну переробного марки ПЛ1-3-В-5(4,0 С; 1,0 Si; 0,7 Mn; до 0,3 P; до 0,05 S);

2) Брухту сталевого (0,3 С; 0,3 Si; 0,5 Mn, 0,04 P; 0,02 S);

3) Феросиліцію ФС 45 (0,2 С; 45 Si; 1,0 Mn; 0,05 P; 0,02 S;)

4) Феромарганцю ФМн78 (7,0 С; 6,0 Si; 78 Mn; 0,7 P; 0,02 S)

4 Розрахунок шихти

Розрахунок шихти проводимо на 100 кг металозавалки. Для визначення необхідного співвідношення компонентів шихти необхідно скласти відповідну систему балансових рівнянь. Позначаємо кількість вороття через x , кількість чушкового чавуну через y , кількість сталевого брухту через z , кількість феросиліцію через p , кількість феромарганцю через n .

Складаємо балансові рівняння

За вуглецем

$$\frac{3,6 \cdot x}{100} + \frac{4,0 \cdot y}{100} + \frac{0,3 \cdot z}{100} + \frac{0,2 \cdot p}{100} + \frac{7,0 \cdot n}{100} = 3,79$$

За кремнієм

$$\frac{2,4 \cdot x}{100} + \frac{1,0 \cdot y}{100} + \frac{0,3 \cdot z}{100} + \frac{45 \cdot p}{100} + \frac{6,0 \cdot n}{100} = 2,40$$

За марганцем

$$\frac{0,7 \cdot x}{100} + \frac{0,7 \cdot y}{100} + \frac{0,5 \cdot z}{100} + \frac{1,0 \cdot p}{100} + \frac{78 \cdot n}{100} = 0,88$$

Усього повинно бути

$$x + y + z + p + n = 100 \text{ при чому } x=30$$

Рішенням цієї системи будуть значення

$$x=30,00 \text{ кг;}$$

$$y=67,22 \text{ кг;}$$

$$z=0,35 \text{ кг;}$$

$$p=2,21 \text{ кг;}$$

$$n=0,23 \text{ кг.}$$

Результати розрахунку зводимо у табл. А.2

Таблиця А.2 – Склад шихти та баланс елементів для марки сірого чавуну СЧ 10

Компонент шихти	Кількість компоненту, %	Вміст елементу (мас. частка), %					
		C		Si		Mn	
		У компоненті шихти	Вноситься компонентом шихти	У компоненті шихти	Вноситься компонентом шихти	У компоненті шихти	Вноситься компонентом шихти
1 Вороття	x=30,00	3,6	1,08	2,4	0,72	0,7	0,21
2 Чавун переробний ПЛ1-3-В-5 ГОСТ 805-95	y=67,22	4,0	2,69	1,0	0,67	0,7	0,47
3 Сталевий брухт	z=0,35	0,3	0,00	0,3	0,00	0,5	0,00
4 Феросиліцій ФС 45 ГОСТ 1415-93	p=2,21	0,2	0,00	45,0	1,00	1,0	0,02
5 Феромарганець ФМн78	n=0,23	7,0	0,02	6,0	0,00	78,0	0,18
Всього	100,01	-	3,79	-	2,39	-	0,88

Додаток Б
Склад шихтових матеріалів для виплавки чавуну

Таблиця Б.1 – Марки і хімічний склад ливарних чавунів (ГОСТ 4832-95)

Марка чавуну	Вміст елементів, %				
	Si	Для груп			
		1	2	3	4
Л1	Більш 3,2 до 3,6 включно	До 0,3 включно	Більш 0,3 до 0,5 включно	Більш 0,5 до 0,9 включно	Більш 0,9 до 1,5 включно
Л2	Більш 2,8 до 3,2 включно				
Л3	Більш 2,4 до 2,8 включно				
Л4	Більш 2,0 до 2,4 включно				
Л5	Більш 1,6 до 2,0 включно				
Л6	Більш 1,2 до 1,6 включно				

Марка чавуну	Вміст елементів, %								
	P для класів					S для категорій			
	А	Б	В	Г	Д	1	2	3	4
Л1	0,08	0,12	0,3	Більш 0,3 до 0,7 включно	Більш 0,7 до 1,2 включно	0,02	0,03	0,04	0,05
Л2									
Л3									
Л4									
Л5									
Л6									

Примітка. За вимогою споживачів вміст хрому може бути не вище 0,03%.

Таблиця Б.2 - Марки і хімічний склад переробних чавунів для ливарного виробництва (ГОСТ 805-95)

Марка чавуну	Вміст елементів, %				
	Si	Mn для груп			
		1	2	3	4
П1	Більш 0,5 до 0,9 включно	До 0,5 включно	Більш 0,5 до 1,0 включно	Більш 1,0 до 1,5 включно	-
П2	До 0,5 включно	До 0,5 включно	Більш 0,5 до 1,0 включно	Більш 1,0 до 1,5 включно	-
ПЛ1	Більш 0,8 до 1,2 включно	До 0,3 включно	Більш 0,3 до 0,5 включно	Більш 0,5 до 0,9 включно	Більш 0,9 до 1,5 включно
ПЛ2	Більш 0,5 до 0,8 включно	До 0,3 включно	Більш 0,3 до 0,5 включно	Більш 0,5 до 0,9 включно	Більш 0,9 до 1,5 включно

Марка чавуну	Вміст елементів, %							
	P (не більше) для класів			S (не більше) для категорій				
	A	B	B	1	2	3	4	5
П1	0,1	0,2	0,3	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
П2								
ПЛ1								
ПЛ2								

Примітка. За вимогами споживача виготовляють з масовою долею вуглецю 4,0–4,5 %, для ЧШГ і КЧ з масовою частотою хрому до 0,2 %.

Таблица Б.3 – Марки і хімічний склад феросиліцію (ГОСТ 1415 – 93)

Марка	Масова частка, %						
	Si	C	S	P	Al	Mn	Cr
		не більше					
ФС90	Більш 87 до 95 включно	0,1	0,02	0,03	3,5	0,3	0,2
ФС75	Більш 74 до 80 включно			0,04	3,0	0,4	0,3
ФС70	Більш 68 до 74 включно			0,04	2,0	0,4	0,4
ФС70А1 1	Більш 68 до 74 включно			0,04	1,0	0,3	0,3
ФС65	Більш 63 до 68 включно			0,05	2,5	0,4	0,4
ФС50	Більш 47 до 52 включно			0,05	1,8	0,6	0,5
ФС45	Більш 41 до 47 включно	0,2		0,05	2,0	1,0	0,5
ФС25	Більш 23 до 29 включно	0,8		0,06	1,0	1,0	0,8
ФС20	Більш 19 до 23 включно	1,0		0,10	1,0	1,0	0,8

Таблиця Б.4 – Марки і хімічний склад феросиліцію (ГОСТ 1415 – 93)

Марка	Масова частка, %									
	Si		Al		P	S	C	Mn ¹	Cr ¹	Ti ¹
	більш	до і включно	більш	до і включно	не більше					
FeSi10	8,0	13,0	-	0,2	0,15	0,06	2,0	3,0	0,8	0,3
FeSi15	14,0	20,0	-	1,0	0,15	0,06	1,5	1,5	0,8	
FeSi25	20,0	30,0	-	1,5	0,15	0,06	1,0	1,0	0,8	
FeSi45	41,0	47,0	-	2,0	0,05	0,05	1,0	1,0	0,5	
FeSi50	47,0	51,0	-	1,5	0,05	0,05	0,8	0,8	0,5	
FeSi65	63,0	68,0	-	2,0	0,05	0,04	0,4	0,4	0,4	
FeSi75Al 1	72,0	80,0	-	1,0	0,05	0,04	0,5	0,5	0,3	
FeSi75Al 1,5	72,0	80,0	1,0	1,5	0,05	0,04	0,5	0,5	0,3	
FeSi75Al 2	72,0	80,0	1,5	2,0	0,05	0,04	0,5	0,5	0,3	
FeSi75Al 3	72,0	80,0	2,0	3,0	0,05	0,04	0,5	0,5	0,5	
FeSi90Al 1	87,0	95,0	-	1,5	0,04	0,04	0,5	0,5	0,2	
FeSi90 Al 2	87,0	95,0	1,5	3,0	0,04	0,04	0,5	0,5	0,2	

Примітка. ¹ Наведено максимальні кількості елементів тільки для інформації.

Таблиця Б.5 – Марки та хімічний склад феромарганцю (ГОСТ 4755-91)

Група	Марка	Масова частка, %					
		марганцю	вуглецю	кремнію	фосфору для класів		сірки
					А	Б	
не більш							
Низьковуглецеві	ФМн90	Більш 85,0 до 95,0 включ.	0,5	1,8	0,05	0,30	0,02
Середньовуглецеві	ФМн88	Більш 85,0 до 95,0 включ.	2,0	3,0	0,10	0,40	0,02
Високовуглецеві	ФМн78	Більш 75,0 до 82,0 включ.	7,0	6,0	0,05	0,70	0,02
	ФМн70	Більш 65,0 до 75,0 включ.	7,0	6,0	0,30	0,70	0,02

Таблиця Б.6 – Марки і хімічний склад ферросилікомарганцю (ГОСТ 4756 – 91)

Марка	Масова частка, %				
	Si	Mn	C	P	S
		Не менш	Не більше		
МнС25(А)	більш 25	60,0	0,5	0,05	0,02
МнС25(Б)				0,25	
МнС22(А)	20,0 - 25,0	65,0	1,0	0,10	
МнС22(Б)				0,35	
МнС17(А)	15,0 - 20,0	65,0	2,5	0,10	
МнС17(Б)				0,60	
МнС12(А)	10,0 - 15,0	65,0	3,5	0,10	
МнС12(Б)				0,60	

Примітки: 1. За вимог споживача феросилікомарганець класу Б виготовляють з масовою часткою фосфору через кожні 0,05%, в марках МнС12, МнС17, МнС22 до 0,10 %, а в марці МнС25 до 0,05 %.

2. В позначенні марки феросилікомарганцю входять основа сплаву, масова доля фосфору і класу крупності.

Таблиця Б.7 – Марки і хімічний склад феросилікомарганцю (ГОСТ 4756 – 91)

Марка	Масова частка, %				
	Mn	Si	C	P	S
FeMnSi12	60,0 - 75,0	10,0 - 15,0	3,5	0,35	0.03
FeMnSi18					
FeMnSi18LP	60,0 - 75,0	15,0 - 20,0	2,5	0,15	
FeMnSi22HP					
FeMnSi22MP					
FeMnSi22LP					
FeMnSi23HP					
FeMnSi23MP					
FeMnSi23LP	65,0 - 75,0	20,0 - 25,0	1,0	0,10	
FeMnSi28					
FeMnSi28LP					
FeMnSi30HP	65,0 - 75,0	25,0 - 30,0	0,5	0,20	
FeMnSi30MP					
FeMnSi30LP					
FeMnSi30LP	57,0 - 67,0	28,0 - 35,0	0,1	0,10	
FeMnSi30LP					
FeMnSi30LP					

Таблиця Б.8 – Хімічний склад (%) модифікатору комплексного типу ФСМг (ТУ 14-5-134-86)

Марка	Mg	Ca	Сума PЗМ	Si	Al (не більш)
ФСМг9	8,5 – 10,5	0,2 – 1,0	0,3 – 1,0	50 – 60	1,2
ФСМг7	6,5 – 8,5	0,2 – 1,0	0,3 – 1,0	45 – 55	1,2
ФСМг5	4,5 – 6,5	0,2 – 1,0	0,3 – 1,0	45 – 55	1,2
ФСМг4	3,5 – 4,5	0,2 – 1,0	1,0 – 2,0	45 – 55	1,2
ФСМг3	2,5 – 3,5	2,0 – 4,0	1,0 – 2,0	55 – 70	2,5
ФСМг2	1,5 – 2,5	2,0 – 4,0	1,0 – 2,0	55 – 70	2,5

Додаток В
Відсоток угару елементів при виплавці чавуну

Таблиця В.1 – Угар (пригар) хімічних елементів при плавленні чавуну

Плавильний агрегат	Футерівка	Зміна вмісту елементу, відн. %									
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Mo	Ti
Вагранка холодного дуття	Кисла	+10...+30	-10...-25	-15...-30	0	+25...+100	-15...-30	До - 10	До - 10	До - 10	-20...-50
Вагранка гарячого дуття	Кисла	+20...+300	-10...+20	-10...-20	0	+10...+50	-10...-15	До - 5	До - 5	До - 5	-20...-40
	Основна	+30...+360	-15...-20	-5...-15	До -10	-20...-50	-5...-10	До - 5	До - 5	До - 5	-20...-40
Дугова піч	Кисла	-15...+5	0...+5	-15...-20	0	0	-15...-30	До - 10	До - 10	До - 10	-30...-60
	Основна	-10...+5	-10...-15	-5...-10	До -20	-20...-50	-5...-10	До - 10	До - 10	До - 10	-30...-60
ІТП промислової частоти	Кисла	-5...-15	-3...+5	-10...-25	0	-5	-5	0	0	0	0
	Основна	-5...-10	-10...-15	-5...-10	0	-30...-60	0	0	0	0	0
ІТП середньої частоти	Кисла	-10...-20	-5...+5	-10...-15	0	-5	-5	0	0	0	0
	Основна	-15...-20	-10...-15	-8...-12	0	-20...-45	0	0	0	0	0

Примітка. Знак «+» перед числом означає пригар елементу, знак «-» - угар.