

Для достижения наилучшего результата модифицирование металла проводится в специальном рабочем ковше, главным отличием которого от традиционно используемых в литейном производстве ковшей являются геометрические пропорции, и наличие реакционной камеры в донной части.

При модифицировании чугуна по «сэндвич-процессу» на дно реакционной камеры засыпают расчетное количество сфероидизирующего модификатора Сферомаг®620L в количестве 1,8–2,0 % от массы расплава, а поверх его – графитизирующий модификатор SIBAR®4 в количестве 0,25–0,35 % от массы расплава. Затем модификаторы присыпают небольшим слоем (10–15 мм) прокаленной чугунной стружки или дробы, который должен предохранить модификаторы от преждевременного взаимодействия с расплавом до наполнения ковша. После окончания загрузки уровень материалов в камере должен быть на уровне перегородки. При выпуске металла из печи струю металла необходимо направлять в металлоприемную камеру ковша таким образом, чтобы не размыть укрывной материал до наполнения ковша на 3/4 его высоты. По окончании пироэффекта необходимо удалить шлак (продукты реакции) и приступить к заливке металла в форму.

Микроструктура полученного высокопрочного чугуна с шаровидной формой графита показана на рисунке 1.

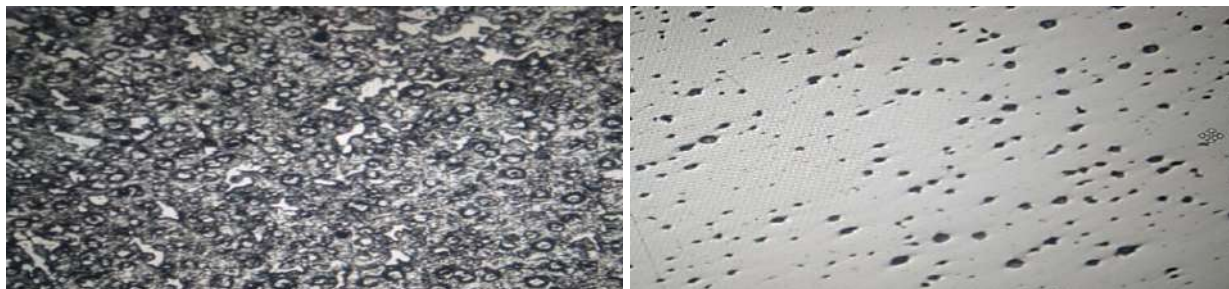


Рисунок 1 – Микроструктура высокопрочного чугуна ВЧ50

Как видно из рисунка 1, высокопрочный чугун марки ВЧ50 при модифицировании модификаторами Сферомаг®620L, SIBAR®4 и INOCSIL SM180 получается мелкодисперсным с шаровидной формой графита, о чем свидетельствуют полученные данные.

При подготовке формы на посадочное место в литниковой системе нижней полуформы необходимо установить вставку INOCSIL SM80 для поздней графитизации. При выплавке чугуна в индукционных печах производится модификация комплексными модификаторами Refloy®FM в количестве 20 кг на 1 тонну, что позволяет снизить содержание серы и фосфора до требуемого значения.

Проведенные исследования показывают, что при ковшевом модифицировании и установке в литниковой системе нижней полуформы вставки INOCSIL SM80 позволяют повысить нормативные значения механических свойств от 7 до 21 %.

#### Список литературы

1 Стрельников, К. Б. Индукционно-плазменная плавильная установка вместимостью 6 Мг для выплавки чугуна и стали / К. Б. Стрельников // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика : тезисы докладов четырнадцатой междунар. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов. – М. : МЭИ, 2008.

УДК 629.4.023.2

## ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПЛАВКИ СТАЛИ ДЛЯ ТЯГОВОГО ХОМУТА АВТОСЦЕПНОГО УСТРОЙСТВА

*Н. К. ТУРСУНОВ, Т. М. ТУРСУНОВ, Т. Т. УРАЗБАЕВ*

*Ташкентский государственный транспортный университет, Республика Узбекистан*

Данная работа посвящена получению тягового хомута автосцепного устройства железнодорожного транспорта из стали марки 20ГЛ. Хомут (рисунок 1) предназначен для сцепления вагонов и локомотива, их фиксации на определенном расстоянии друг от друга и передачи растягивающего усилия, направленного на вагон во время движения состава, поглощающему аппарату.

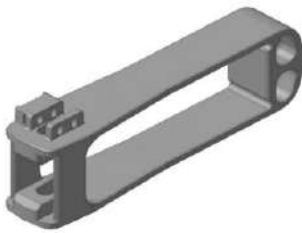


Рисунок 1 – Общий вид тягового хомута железнодорожных вагонов

Во время движения транспорта, при его остановках и выполнении различных маневров, хомут постоянно подвергается сжимающим и растягивающим ударным нагрузкам и является наиболее уязвимым местом в конструкции автосцепного устройства. От качества изготовления тягового хомута зависит прочность и надежность соединения поездов, что в свою очередь, определяет безопасность железнодорожного транспорта в целом [1–4].

Межгосударственный стандарт ГОСТ 22703–2012 описывает литье детали сцепных и автосцепных устройств железнодорожного подвижного состава, предназначенного для эксплуатации на железнодорожных путях общего и необщего пользования шириной колеи 1520 мм.

Требования к материалу тягового хомута следующие [5].

1 Детали первой группы должны быть отлиты из стали марки 20ГЛ.

2 Содержание серы и фосфора в стали деталей, выплавляемых в печах с основной футеровкой, не должно превышать 0,04 % для каждого элемента. Суммарное содержание серы и фосфора не должно превышать 0,06 %.

3 При выплавке стали для деталей второй группы в печах с кислой футеровкой содержание серы и фосфора допускается до 0,05 % для каждого элемента. При этом суммарное содержание серы и фосфора не должно превышать 0,08 %.

4 При выплавке стали в печах с основной и кислой футеровкой при суммарном содержании хрома, никеля, меди более 0,90 % содержание углерода в стали не должно превышать 0,24 %.

5 Сталь при выплавке обрабатывают раскислителями (модификаторами). Вид и способ обработки стали раскислителями (модификаторами), а также их число устанавливает предприятие-изготовитель. Окончательное раскисление стали проводят алюминием. Остаточное содержание массовой доли алюминия в стали должно составлять от 0,02 до 0,06 %.

На основании приведённых требований в ГОСТ 22703–2012 авторами произведена технология выплавки стали марки 20ГЛ для тягового хомута с учетом оптимизации и рационализации футеровки ИТП-6 (рисунок 2).

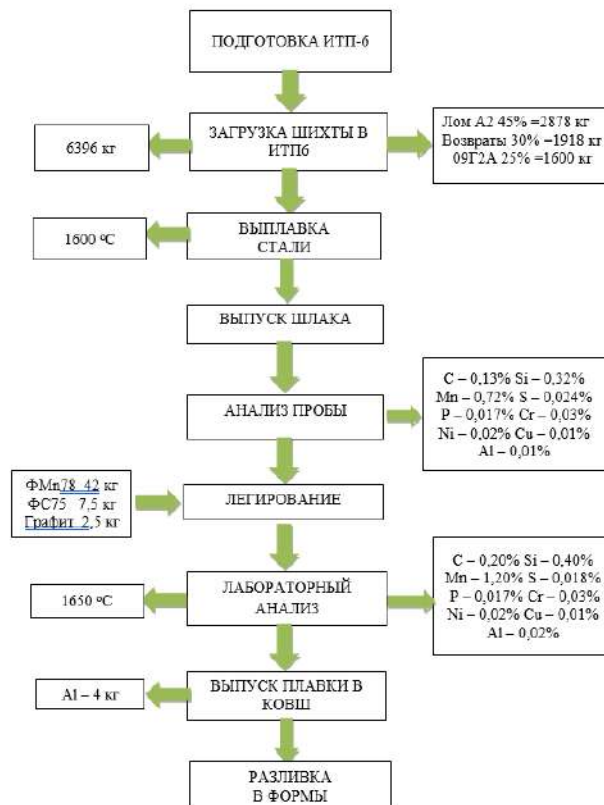


Рисунок 2 – Технология выплавки стали марки 20ГЛ для тягового хомута

Материальный баланс плавки при выплавке стали марки 20ГЛ по разработанной технологии в индукционной тигельной печи представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Материальный баланс плавки стали марки 20ГЛ

Материал	Содержание элемента, %										Сумма
	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	Al	Fe	
Лом А2, %	0,12	0,4	0,3	0,035	0,02	0	0	0	0	99,125	100
Возврат лом, %	0,2	0,40	1,20	0,018	0,017	0,03	0,03	0,011	0,02	98,1	100
09Г2А лом, %	0,11	0,25	1,5	0,01	0,008	0,076	0,098	0,03	0	97,918	100
Лом А2, кг	3,45	11,51	8,63	1,007	0,576	0,00	0,00	0,00	0,00	2853,02	2878,2
Возврат, кг	3,84	7,68	23,03	0,345	0,326	0,58	0,58	0,21	0,19	1882,04	1918,8
09Г2А лом, кг	1,76	4,00	23,99	0,160	0,128	1,22	1,57	0,48	0,00	1565,71	1599
Общий лом, кг	9,05	23,19	55,65	1,51	1,03	1,79	2,14	0,69	0,19	6300,76	6396
Угар, %	10	15	20	0	0	5	1	2	3	3	
Угар, кг	0,91	3,48	11,13	0,0	0,0	0,09	0,02	0,01	0,01	189	205
Общий лом, кг	9,05	23,19	55,65	1,51	1,03	1,79	2,14	0,69	0,19	6300,76	6396
Проба-1, кг	8,15	19,71	44,52	1,51	1,03	1,70	2,12	0,68	0,19	6111,74	6191
Угар, кг	1,63	1,97	4,45	0,0	0,10	0,03	0,02	0,01	0,00	183,35	191
Проба-2	6,52	17,74	40,06	1,51	0,93	1,67	2,10	0,66	0,18	5928,39	6000
ФМн78, %	7	2	78	0,025	0,3	0	0	0	0	12,775	100
ФМн78, кг	2,94	0,84	32,76	0,011	0,126	0	0	0	0	5,366	42
ФС75, %	0,2	75	0,1	0,02	0,03	0	0	0	0	24,65	100
ФС75, кг	0,015	5,625	0,008	0,002	0,0023	0	0	0	0	1,849	7,5
Графит, %	98	0,5	1	0	0	0	0	0	0	0,5	100
Графит, кг	2,45	0,013	0,025	0	0	0	0	0	0	0,013	2,5
<b>Ковшевая, кг</b>	<b>11,9</b>	<b>24,2</b>	<b>72,9</b>	<b>1,11</b>	<b>1,06</b>	<b>1,67</b>	<b>2,1</b>	<b>0,66</b>	<b>0,18</b>	<b>5936</b>	<b>6051</b>
<b>Ковшевая, %</b>	<b>0,20</b>	<b>0,40</b>	<b>1,20</b>	<b>0,02</b>	<b>0,017</b>	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>	<b>0,01</b>	<b>0,025</b>	<b>98,1</b>	<b>100</b>

#### Список литературы

- 1 **Турсунов, Н. К.** Оптимизация футеровки индукционных печей при выплавке стали марки 20ГЛ. Обзор / Н. К. Турсунов, Т. М. Турсунов, Т. Т. Уразбаев // *Universum: технические науки*. – М. : Международный центр науки и образования, 2022. – № 2–2 (95). – С. 13–19.
- 2 **Турсунов, Н. К.** Методика расчета комплексного раскисления стали марки 20ГЛ с алюминием и кальцием / Н. К. Турсунов, Т. Т. Уразбаев, Т. М. Турсунов // *Universum: технические науки*. – М. : Междунар. центр науки и образования, 2022. – № 2–2 (95). – С. 20–25.
- 3 Разработка технологии изготовления литых деталей автосцепных устройств подвижного состава железнодорожного транспорта / Н. К. Турсунов [и др.] // *Проблемы безопасности на транспорте : материалы XII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 160-летию Бел. ж. д. (Гомель, 24–25 нояб. 2022 г.)* : в 2 ч. Ч. 1 / под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2022. – С. 177–179.
- 4 Обоснование мощности индукционных тигельных печей / Н. К. Турсунов [и др.] // *Проблемы безопасности на транспорте : материалы XII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 160-летию Бел. ж. д. (Гомель, 24–25 нояб. 2022 г.)* : в 2 ч. Ч. 2 / под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2022. – С. 73–78.
- 5 ГОСТ 22703–2012. Детали литые сцепных и автосцепных устройств железнодорожного подвижного состава. Общие технические условия. – Введ. 2013-03-01. – М. : Стандартинформ, 2013. – 16 с.

УДК 656.224:629.016.2

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ НОРМИРОВАНИЯ РАСХОДА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ТЯГУ ПОЕЗДОВ

*С. Я. ФРЕНКЕЛЬ, А. П. ДЕДИНКИН*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Условия эксплуатации тягового подвижного состава оказывают существенное влияние на расход дизельного топлива на тягу поездов. К факторам, определяющим такую изменчивость, можно отнести состояние пути, скорость движения, характеристики, вид и техническое состояние подвижного состава и пр. Для планирования, учета и контроля расхода топлива, а также его рационального использования важно обеспечить эффективный механизм нормирования его расхода.