

УДК: 621.745.35

ФУТЕРІВКА КОВШІВ ДЛЯ ПОЗАПІЧНОЇ ОБРОБКИ СТАЛІ

М. І. Прилуцький, О. Ю. Останіна

*Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”*

Розглянуто футерівку ковшів для позапічної обробки сталі та її сушіння при імпульсному режимі подачі тепла.

Рассмотрено футеровку ковшей для внепечной обработки стали и ее сушку при импульсном режиме подачи тепла.

The composition and shapes of lining-ups for ladles used in secondary steel making is considered and investigations on the impulse mode drying of ladles were presented.

Вступ

При виборі футерівки для високотемпературних агрегатів проводиться докладний аналіз умов служби вогнетривких матеріалів, на підставі якого формуються вимоги до вогнетривків. Після цього належить відібрати вогнетривкі вироби, які мають необхідні властивості відповідно умовам служби та режиму роботи ковша, а також склад металу та шлаку. Провести розрахунок розподілу температури вогнетривкого шару і кожуха ковша, вибрати раціональну форму вогнетривких виробів, розмір шва кладки. При виборі форми виробу необхідно урахувати технологію виробництва та вартість виробів.

Ківш для позапічної обробки сталі

Поява ковшової металургії обумовило більш високі температури сталі на випуску з сталеплавильного агрегату, більшу тривалість перебування металу в ковші, підвищення основності і реакційної здатності ковшових шлаків, посилення реакцій металу з футерівкою під вакуумом, зростання ерозії при продуванні сталі в ковші інертними газами.

Для кладки ковшів зазвичай використовували вогнетриви системи – $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$: шамотну цеглу (63 мас. % SiO_2 , 29 мас.% Al_2O_3) і високоглиноземну цеглу з бокситу (14,9 мас.% SiO_2 ; 76,9 мас.% Al_2O_3). Необхідно враховувати, що при розливанні сталі шамотна цегла пом'якшується, на їх поверхні утворюється рідка фаза високої в'язкості, яка одночасно охороняє цеглу від механічного

руйнування, так як рідка фаза не проникає в цеглу. При організації позапічної обробки ситуація змінюється. Висока температура металу, високоосновний шлак, інтенсивне переміщення металу зменшують в'язкість рідкої фази і прискорюють знос футерівки. Доводиться враховувати також, що шамотна футерівка взаємодіє з металом. Встановлено, що активність кисню в металі у стінки ковша значно вище, ніж у центрі; остання в три-шість разів вище, ніж у сталі, що знаходиться в центрі ковша. Взаємодія зі сталлю знижується при використанні високоглиноземної футерівки. Однак найкращі результати досягнуті при використанні доломітової або магнезитової футерівки ковша. Ще кращі результати одержують при використанні доломітових або магнезитових матеріалів, просочені смолою. Вуглець просочування перешкоджає інфільтрації оксидів заліза. Основна кладка ковша важча і має більшу теплопровідність, ніж шамотна, тому вона вимагає використання теплоізоляції з легковісної цегли. Основна футерівка має більше теплове розширення, ніж шамотна, тому між армуючим та робочим шарами кладки ковшів зазвичай роблять набивки з смолодоломітової маси. Для футерівки рафінуючих ковшів краще всього використовувати доломітову цеглу складу, мас. %: SiO_2 -0,6; Al_2O_3 -0,4; Fe_2O_3 -1,0; CaO -57; MgO -41, що володіє наступними характеристиками: об'ємна щільність $2,89 \text{ г/см}^3$; менш відкрита пористість до 6 мас.%; умовна межа міцності 20МПа; теплове розширення при 1200°C 1,4 мас.%. Матеріали, що використовуються для футерівки ковшів, наведені в табл. 1. Схема футерівки показана на рис. 1.

Сушіння футерівки ковшів при імпульсному режимі подачі тепла

Сушку робочого шару футерівки ковша, виконаного на основі приведеної в табл. 1 футерівки, проводиться протягом 6 год. за наступним графіком: підвищення температури до 250°C протягом 2 год; витримка при 250°C протягом 2 год; підйом температури до 450°C протягом 2 год. Висушений по робочому шару ківш знаходився до розігріву 1-2 доби. При цьому способі сушіння робочий шар дна в районі пальників через місцевий перегрів не мав механічної міцності (шар товщиною $\sim 10 - 20$ мм обсипається), що призводить до передчасного зносу футерівки ковша під час розливання.

Для підвищення стійкості футерівки було запропоновано сушку робочого шару ковша проводити з використанням диференційованого режиму подачі тепла, що дозволило уникнути пережогів футерівки в районі пальників, зменшити тріщини, що утворюються, організувати видалення вологи переважно всередину ковша.

Загальний потік вологи, що виникає в матеріалі під час сушіння, формується трьома факторами: переміщенням вологи у вигляді рідини і пара від місць з великою вологістю до місць з меншою (градієнт вологості), у вигляді рідини з місць з високою температурою до місць з

низькою, тобто, градієнт температур протилежний градієнту вологості, а також у вигляді пари при температурах > 100 °С, при цьому усередині матеріалу виникають градієнт тиску і відповідне перенесення маси.

Таблиця 1. Матеріали для футерівки ковшів

Призначення	Бетон для заповнення зазорів між дном і стіною, фурмою і дном	Бетон для заповнення зазорів між робочою і арматурною футерівкою, відбортовка	Бетон для днища і стін			Набивна маса	Мертель для робочого шару	
Тип	Al ₂ O ₃ - MgO	Al ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ - MgO			Mg	Al ₂ O ₃ - SiO ₂	
Хімічний склад, мас. %								
MgO не менше			7,8					
Al ₂ O ₃ не менше	2,5			4,0	5,0	90	90	76,0
CaO не менше	85,0	60,0	89,0	90,0	85,0	3,0		
SiO ₂ не більше			1,3					15,0
Щільність, яка задається, г/см ³								
110 °С×24 г	2,90	2,50	2,95	-	2,85	2,60	-	-
1500 °С×3 г	2,85	2,45	-	-	2,80	-	-	-
Межа міцності при стисненні, Н/мм ²								
110 °С×24 г	25,0 мПа	-	100	196	20,0 мПа	20	-	-
1500 °С×3 г	50,0 мПа	30,0 мПа	400	392	50,0 мПа	20	-	-
Зміна лінійних розмірів, %								
°С×24г	-	-	-	0,1~0,0	-	-	-	-
1500 °С×3г	-0,5~+1,0	-1,0~+0,5	≥0	0~+1,5	0~+0,3	±1,0	-	-
Зерновий склад, мм	0-6	0-6	0-6	0-6	-	0-5	0-0,3	0-0,3
Гранична температура застосування, °С	1800	1650	1850	1800	-	1800	-	-

При сушінні з використанням диференційованого режиму подачі тепла чергування підігрівом його шару ковша з продувкою теплим повітрям дозволяє зменшити напрямок вологи до арматурного шару, тобто зменшити градієнт температур і активно перемістити вологу від місць з більшою вологістю до зовнішньої поверхні футерівки, підвищуючи тим самим ефективність використання палива.

Висновки

Були відпрацьовані різні режими сушіння робочого шару футерівки ковшів з використанням диференційованого режиму подачі тепла. Дослідження показали, що в процесі сушіння з використанням імпульсного режиму подачі тепла видалається практично вся фізична волога з футерівки.

Залишковий вміст вологи після сушіння досить низький (0,2 – 0,4 %).

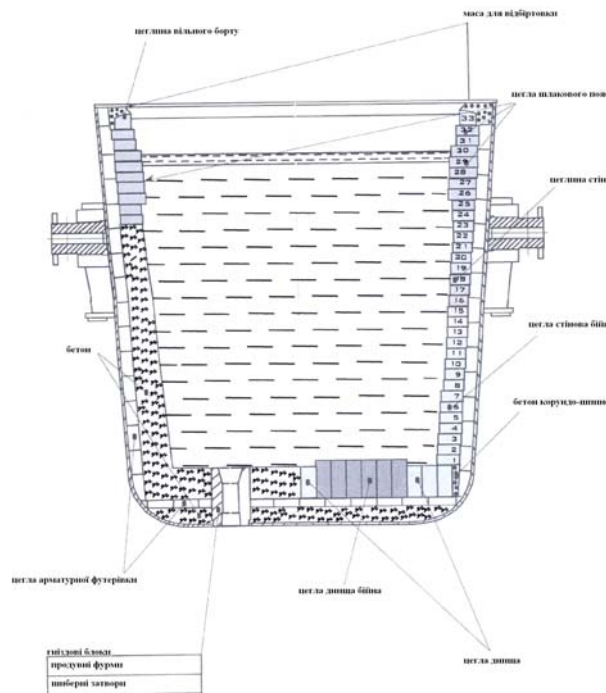


Рис. 1. Вогнетривкі матеріали для ковшів

Температура на поверхні робочого шару в зоні дії пальників не повинна перевищувати 500 °С, при проведенні імпульсного сушіння фактично досягнута температура склала 400–460° С. Візуальний огляд футерівки після сушіння показав відсутність відколів, тріщин і перепалів в районі пальників. Сушіння з використанням імпульсного режиму подачі тепла дозволила поліпшити якість теплової підготовки ковша, підвищити ККД теплового процесу сушіння, збільшити стійкість робочого шару ковша.

Література

1. Огнеупоры: материалы, изделия, свойства и применение. Каталог-справочник в 2 книгах. Под ред. Докт. Техн. Наук проф. И. Д. Кашеева. Книга 1 – 2004 г.
2. Огнеупоры: материалы, изделия, свойства и применение». Каталог-справочник в 2 книгах. Под ред. Докт. Техн. Наук проф. И. Д. Кашеева. Книга 2 – 2004 г.
3. Неформованные огнеупоры. справочник в 2 томах. Том 1. «Общие вопросы технологии». Пивинский Ю. Е.