

УДК 662.614.2:661.975:669.18

Петрик О.А.¹, Остапенко О.А.², Петров М.І.²

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. Е-251сп НУ «Запорізька політехніка»

РОЗРОБКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ РЕЖИМІВ РОЗІГРІВУ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНИХ АГРЕГАТИВ (ПОВІДОМЛЕННЯ 1)

Теплотехнологічна установка (піч-агрегат), являє собою сукупність робочого простору, у межах якого здійснюється високотемпературний процес, і устаткування, що забезпечує його реалізацію.

Верхня частина огороження реактора (робочого простору) називається склепінням. Склепіння – це елемент, що визначає стійкість агрегату загалом і впливає на техніко-економічні показники виробництва.

На печах з інтенсивним продуванням ванни киснем стійкість склепіння становить близько 300 плавов. У процесі плавки на склепіння печі впливають такі фактори:

- нерівномірність нагріву внутрішньої поверхні склепіння по довжині та ширині внаслідок нерівномірності температурного поля факела при розігріванні агрегату;
- коливання температури ходу залежно від технологічних періодів;
- зміна хімічного та фазового складів вогнетривкого матеріалу склепіння в результаті впливу бризок шлаку та металу, плавильного пілу та газової атмосфери робочого простору печі.

Інтенсифікація теплового та технологічного режимів сприяє посиленню та прискоренню дії вищевказаних процесів.

Тому питанню якісного розігрівання склепіння агрегату треба приділяти особливу увагу.

Розглянемо схему потоків теплоти у високотемпературному агрегаті при розігріві високотемпературного агрегата (Рис.1).

Тепловий баланс буде мати вигляд:

$$M_{\text{прих}} = M_{\text{витрат}} \quad (1)$$

Прихід теплоти розраховується по наступній формулі:

$$M_{\text{прих}} = M_{\text{Хім.т}} + M_{\text{Фіз.т}} + M_{\text{Фіз.пов}} \quad (2)$$

де $M_{\text{Хім.т}}$ – хімічна теплота палива, ГДж;

$M_{\text{Фіз.т}}$ – фізична теплота палива, ГДж;

$M_{\text{Фіз.пов}}$ – фізична теплота повітря, яке надійшло на горіння, ГДж.

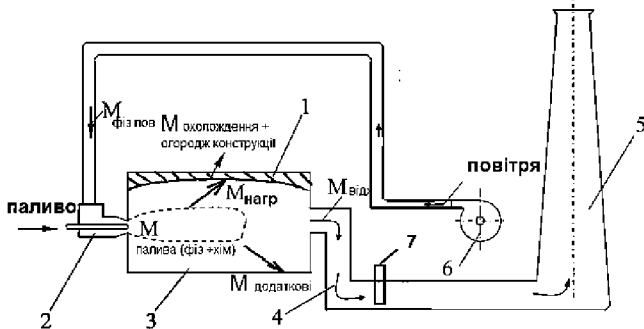


Рисунок 1 – Потоків теплоти у високотемпературному агрегаті при розігріві:

- 1 – робочий простір печі; 2 – пальник; 3 – склепіння; 4 – димовий канал;
5 – димова труба; 6 – вентилятор; 7 – димовий шибер

Витрати теплоти розраховуються по наступній формулі:

$$M_{\text{витрат}} = M_{\text{нагрів}} + M_{\text{відх}} + M_{\text{охол.к}} + M_{\text{охол.ш}} + M_{\text{ок}} + M_{\text{випром}} + M_{\text{виб.г.}} + M_{\text{підсм}}, \quad (3)$$

де $M_{\text{нагрів}}$ – витрати теплоти на нагрів склепіння, ГДж;

$M_{\text{відх}}$ – витрати теплоти з димовими газами, що відходять з печі, ГДж;

$M_{\text{охол.к}}$ – витрати теплоти на охолодження кришок завалочних вікон, ГДж;

$M_{\text{охол.ш}}$ – витрати теплоти на охолодження шиберів, ГДж;

$M_{\text{ок}}$ – витрати теплоти через огорожувальні конструкції, ГДж;

$M_{\text{випром}}$ – витрати теплоти випромінюванням через відчинені вікна й гляділки, ГДж;

$M_{\text{виб.г.}}$ – витрати теплоти з газами, що вибиваються, ГДж;

$M_{\text{підсм}}$ – витрати теплоти від холодного повітря, що підсмоктується в піч, ГДж.

Розрахувавши тепловий баланс (Табл. 1) нагріву склепіння відповідно до класичного графіку розігріву [1] і методики [2] відзначимо присутність профіциту теплоти. На підставі отриманих результатів і наявності надлишку теплоти в прибутковій частині розрахунковим шляхом виконаємо підбір тривалості й витрат палива для нового графіку (нового теплового режиму). Результати розрахунків зведено в табл. 1.

Слід зазначити, що у лічній системі, витрати теплоти з димовими газами, що відходять з печі, складаються з фізичної теплоти гарячих газів, що відходять, та їх об'єму [2]. При цьому на них має істотний вплив швидкість газів, що відходять.

Щоб мати змогу знизити витрати палива при розігріванні високо-температурного агрегату, треба знизити втрати теплоти з димовими газами, що відходять. Одним із шляхів є зменшення швидкості продуктів згоряння шляхом зменшення розрідження (на 20-25%) в димовому тракті (газів, що йдуть на димову трубу), за допомогою керування системою димових шиберів.

Оцінка надлишку теплоти проводиться по наступній формулі:

$$\Delta H = M_{\text{вигр}} - (M_{\text{вигр}} - M_{\text{прих}}) * 100\% / M_{\text{прих}} \quad (4)$$

Варто відзначити, що при $\Delta H > 0$ – є присутній надлишок прибуткової частини теплоти, тобто в агрегат вноситься більше теплоти, ніж споживається, що у свою чергу йде на збільшення втрат; при $\Delta H < 0$ - в агрегат вноситься менше теплоти, ніж необхідно для забезпечення нормальної теплової роботи агрегату (агрегат працює з недоліком тепло-

ти), що у свою чергу призводить до неякісного прогрівання склепіння. Найбільш раціонально вести тепловий баланс плавки з надлишком теплоти в діапазоні до 1 % [3].

Таблиця 1 – Розрахунки теплового балансу

№ п / п	Прихід теплоти	Класичний графік нагрівання 32 год		Запропонований графік нагрівання 28 год		№ п / п	Витрата тепла	Класичний графік нагрівання 32 год		Запропонований графік нагрівання 28 год	
		ГД ж	%	ГД ж	%			ГДж	%	ГД ж	%
1	Хімічна теплота палива	20 14, 9	93, 7	17 80	93, 8	1	На нагрів склепіння	559, 3	27,5 6	559 ,3	29,4
2	Фізична теплота палива	2,0	0,1	2,0	0,1	2	З газами, що відходять	1079	53,1 5	866 ,0	45,6
3	Фізична теплота повітря, що надійшло на горіння	13 2,7	6,2	11 6	6,1	3	На охолодження кришок завалочних вікон	67,0	3,30	58, 7	3,09
						4	На охолодження шибєрів	24,1	1,19	21, 1	1,11
						5	Через огорожувальні конструкції	211, 3	10,4 1	189 ,4	9,98
						6	Випромінюванням через відкриті вікна та гляділки	7,1	0,35	6,9	0,36
						7	З газами, що вибиваються	60,4	2,98	178 ,0	9,38
						8	від холодного повітря, що підсмоктується в піч	21,3	1,05	18, 6	0,98
	Загальний прихід теплоти	21 49, 5	10 0	18 98	10 0		Сумарні теплові витрати	2029 ,4	100	189 8,0	100
нев'язка балансу класичний графік							5,59%				
							0,0%				

Виконаний порівняльний аналіз розігрівання дослідного та базового варіантів режимів розігрівання. З аналізу встановлене наступне:

- тривалість розігрівання знижено на 4 години або на 12,5 % (з 32 до 28 години);
- витрата палива знижена на 234,9 ГДж або 10,7 % (з 2014,9 до 1780,0 ГДж);
- витрата теплоти з газами, що відходять, знижено на 212,7 ГДж або 19,7 % (з 1079,0 до 866,0 ГДж).

При цьому нев'язку по балансу знижено на 5,59 % (з 5,59 до 0 %).

Дані Таблиці 1 свідчать про істотне поліпшення показників нагрівання агрегату, корисно використовуване тепло агрегату зростає, а витрати палива знижуються.

Отримані результати дозволяють впритул підійти до питання побудови нового раціонального графіка розігрівання склепіння високотемпературного агрегату. Що дозволить знизити витрати палива на нагрівання, а також підвищити продуктивність агрегату за рахунок скорішого виходу на робочий режим.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сушіння та розігрів печей
<https://studfile.net/preview/9329465/page:3/>
2. Губінський В.І. Металургійні печі: Навч. посібник. / В.І. Губінський. Дніпро: НМетАУ, 2006. – 85 с.
3. Сущенко А. В. Порівняльний аналіз методик розрахунку матеріального та теплового балансів киснево-конвертерної плавки [Текст] / А. В. Сущенко // Вісник Приазовського державного технічного університету: зб. наукових праць / ПДТУ. – Маріуполь, 2013. – Вип. 27. – С. 17–29.
4. Ревун М.П. Математическое моделирование нагрева металла в печи (сообщение 2) [Текст] / М.П. Ревун, А.И. Чепрасов // Металургия: наукові праці ЗДІА.- Запоріжжя: ЗДІА, – 2011. – № 23. – С. 163–171.
5. Тымчак В.М. Расчеты нагревательных и термических печей: справочник [Текст] / В.М. Тымчак, В.Л. Гусовский. – М.: Металлургия, 1983. – 481 с.
6. Губинский В.И. Нагревательные печи металлургии – сегодня и завтра [Текст] / В.И. Губинский // Теория и практика металлургии, – 2004. – № 6. – С. 56-60.