

## Лабораторная работа № 2

### ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ПРОДУВКИ НА ПАРАМЕТРЫ ПРОДУВОЧНОЙ ЗОНЫ

#### Цель работы:

- Качественное и количественное изучение картины взаимодействия газовых струй с жидкостью;
- Изучение формы и размеров продувочной зоны при изменении интенсивности продувки.

Работа № 2 является продолжением работы № 1 и проводится на установке, схема которой представлена на рис. 2.1. Выполняется она на прозрачной модели, изготовленной из плексигласа в масштабе 1:25 по отношению к промышленному конвертеру вместимостью 250 т.

При моделировании используются три типа фурм, эскизы которых представлены на рис. 2.2.

Вариант режима продувки указывается преподавателем из табл. 2.1. Получив вариант режима продувки, студенты определяют расход газа (при нормальных условиях) на реальном конвертере:

$$I_{O_2}^{PK} = E \cdot i, \text{ м}^3/\text{мин} \quad (2.1)$$

Таблица 2.1. – Исходные данные для расчета расхода дутья  
в модели конвертера

№ варианта	Расход газа в промышленном конвертере при удельной интенсивности продувки, м <sup>3</sup> /(т. мин)								
	Позиции режима продувки								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	
2	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,2
3	2,9	3,3	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7	6,1
4	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0		
5	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,4	
6	3,2	3,7	4,2	4,7	5,2	5,7	6,2		
7	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1		
8	3,2	3,8	4,4	5,0	5,6	6,2			
9	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,2	5,6	6,0
10	2,9	3,5	4,1	4,7	5,3	5,9	6,5		
11	2,7	3,2	3,7	4,2	4,7	5,3	5,8	6,3	
12	3,3	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7	6,1	
13	3,1	3,7	4,3	4,9	5,5	6,1			
14	3,5	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	5,9	6,4	
15	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,4		

Затем по формуле (2.1) рассчитывается расход газа в модели,



№ п/п	Расход дутья			Давле ние газа, атм	Форма продуво чной зоны	Основные размеры продувочной зоны				
	в пром. конв., м <sup>3</sup> /мин	в модели, л/мин	по ротаметр у, усл. ед.			$h_{л}$	$D_{л}$	$d_{л}$	$h_{ус.к}$	$h_{шс}$
<b>Односопловая фурма</b>										
1										
2										
3										
4										
5										
6										
<b>Трехсопловая фурма</b>										
1										
2										
3										
4										
5										
6										
<b>Шестисопловая фурма</b>										
1										
2										
3										
4										
5										
6										

## 2.2. Обработка результатов эксперимента

Результаты эксперимента обрабатываются на компьютере. Для этого студенты составляют алгоритм, программу. По этой работе должны будут выполнены следующие вычисления:

- рассчитывается скорость истечения газа из сопел модельной фурмы по уравнению (1.6) или (1.8);
- определяется по уравнению (1.5) импульс одной струи по каждой модельной фурме;
- по уравнению (1.7) определяется критерий Архимеда, а также его логарифм;
- рассчитываются отношения  $h_{л}/h_{с}$ ,  $D_{л}/h_{л}$ , а также их логарифмы.

Результаты расчетов заносятся в таблицу 3.4.

Таблица 2.4. – Результаты расчетов на компьютере

№ п/п	Расход газа в модели	Давление газа, атм	Результаты расчетов
----------	-------------------------	-----------------------	---------------------



									$h_{л}, \text{ м}$	$D_{л}, \text{ м}$
1	100	3,2	3	1,0	12,0	25				
2	100	3,3	3	0,9	11,5	24				
3	100	3,4	3	0,9	11,8	22				
4	130	3,5	3	1,0	12,0	22				
5	130	3,6	3	1,1	13,0	27				
6	130	3,7	3	1,2	14,0	28				
7	150	3,8	4	1,3	15,0	27				
8	150	3,9	4	1,4	14,0	25				
9	150	4,0	4	1,3	14,8	24				
10	160	4,1	4	1,2	13,2	22				
11	160	4,2	4	1,3	14,1	23				
12	160	4,3	4	1,4	15,0	26				
13	200	4,4	5	1,4	16,0	27				
14	200	4,5	5	1,5	15,6	25				
15	200	4,6	5	1,6	15,4	24				
16	250	4,7	5	1,5	16,0	23				
17	250	4,8	5	1,6	15,9	24				
18	250	4,9	5	1,7	15,8	25				
19	3000	5,0	6	1,8	16,0	26				
20	300	4,9	6	1,7	13,0	27				
21	300	4,8	6	1,7	13,5	28				
22	350	4,7	5	1,8	14,0	29				
23	350	4,6	5	1,9	13,5	30				
24	350	4,5	5	1,8	13,0	29				
25	400	4,4	6	2,0	14,0	28				
26	400	4,3	6	1,9	14,5	27				
27	400	3,2	6	2,1	15,0	26				

Делается это следующим образом. По заданному удельному расходу кислорода определяется расход кислорода на фурму, по числу сопел в промышленной фурме рассчитывается скорость истечения кислорода из сопла, импульс струи. Далее по заданному положению промышленной фурмы и рассчитанному импульсу струи определяется логарифм критерия  $Ar^*$ . По уравнению аппроксимации экспериментальных данных рассчитывается значение  $lgh_{л}/h_c$ ,  $lgD_{л}/h_{л}$  и находятся величины  $h_{л}$  и  $D_{л}$  при заданном положении фурмы над уровнем ванны в конвертере.

### 2.3. Содержание отчета

1. Цели и задачи работы.
2. Схема установки, эскизы фурм.
3. Физические характеристики жидкости и газа, использованных в эксперименте.
4. Таблица экспериментальных данных.

5. Таблица результатов расчетов на компьютере.
6. Графики функций  $lgh_{\text{л}}/h_c$ ,  $lgD_{\text{л}}/h_{\text{л}}$  от аргумента  $lg Ar^*$  и расчетное уравнение статистической аппроксимации.
7. Расчеты величин заглубления в металл струи кислорода для промышленного конвертера.
8. Анализ результатов эксперимента.
9. Выводы по работе.

#### 2.4. Контрольные вопросы к сдаче работы

1. Какие гидродинамические силы определяют глубину образующейся лунки при внедрении струи в жидкость?
2. Какими силами можно пренебречь при моделировании взаимодействия струй газа с жидкостью?
3. Какой критерий необходимо брать за определяющий при моделировании взаимодействия струй газа с жидкостью?
4. Почему требуется видоизменение известного критерия моделирования газовых струй с жидкостью?
5. Как определяется и контролируется расход газа в данной работе?
6. Почему при задачах моделирования необходимо находить зависимости, в которых в качестве функции фигурируют безразмерные величины?
7. Какие величины обычно используются в качестве аргумента при гидродинамическом моделировании?
8. Какие физические величины необходимо фиксировать во время эксперимента при выполнении данной работы?
9. Какое давление фиксируют образцовые манометры при проведении опытов?
10. Сколько типов фурм исследуется в лабораторной работе?
11. Выполнение каких требований обеспечивает нормальное выполнение лабораторной работы?
12. Какие требования по технике безопасности необходимо соблюдать при выполнении работы?
13. Какие основные цели преследуются выполнением данной работы?
14. Какие расчеты в данной лабораторной работе выполняются на компьютере?
15. Какие основные конечные задачи должны быть решены после полного выполнения работы?
16. Какие основные недостатки гидродинамического моделирования

металлургических процессов как инструмента для моделирования?

### Список литературы

1. Metallurgiya stali / V.A. Kudrin: Uchebnik dlya vuzov – 2-e izd., pererab. i dop. – M.:Metallurgiya, 1989. – 560 s.
2. Metallurgiya stali: Uchebnik dlya vuzov / V.I. Yvoytskiy, Yu.V. Kryakovskiy, V.G. Grigor'ev i dr. M.:Metallurgiya, 1983. – 584 s.
3. Baptizman'skiy V.I. Fiziko-khimicheskiye osnovy kislorodno-konvertornogo protsessa / V.I. Baptizman'skiy, V.B. Ohot'skiy. – Kiev; Doneck: Vitsa shkola, 1981. – 180 s.
4. Baptizman'skiy V.I. Konvertornyye protsessy proizvodstva stali / V.I. Baptizman'skiy, M.Ya. Medzhibozhskiy, V.B. Ohot'skiy. – Kiev: Vitsa shkola, 1984. – 343 s.
5. Markov B.P. Fizicheskoye modelirovaniye v metallurgii / B.P. Markov, A.A. Kirsanov. – M.:Metallurgiya, 1984. – 117 s.