

УДК 669.053

© 2009 г. Ю.А. Гичёв, В.А. Перцевой

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОЙ ОТСЕЧКИ ШЛАКА НА ГИДРАВЛИЧЕСКОМ СТЕНДЕ

В настоящей работе создана натурная физическая картина взаимодействия газовой струи с потоком жидкости с целью определения режимов и времени записывания жидкости в модельной трубе газовой струей. В исследовании вода имитировала шлак, а модельная труба – летку конвертера.

Экспериментальные исследования на гидравлическом стенде (рис. 1) проведены по следующей методике: в бак-накопитель 3 через запорный вентиль 1 подавали воду из трубопровода 2 до достижения требуемого давления, моделирующего гидростатическое давление на срезе сталевыпускного отверстия конвертера. Запорный клапан 5 модельной трубы находился в закрытом положении. Модельная труба 4 выполнена из оргстекла, что позволяет наблюдать процессы, происходящие внутри трубы. Давление жидкости на срезе модельной трубы контролируется датчиком давления 16 и манометром 7. Применяли термоанемометр ДИСА-55М и

манометр показывающий с сильфонным разделителем (типа МТП-60С-М1). В качестве тела датчика использовали двухканальный керамический стержень диам. 4,5 мм; разрешающая способность датчиков составляла 0,01 с [1]. Верхний предел измерений манометра 1,6 МПа. Класс точности прибора 1,5.

Через запорный вентиль 11 и пневморедуктор 10 к электропневмоклапану 13 подавали сжатый воздух. Использовали пневморедуктор типа ГР-2 [2] и электропневмоклапан серии СВМ [3].

При открытии запорного клапана 5 начинается истечение жидкости из модельной трубы. Одновременно начинается запись сигнала с датчика давления 16, установленного на срезе модельной трубы 4, 6.

После переключения электропневмоклапана 13 сжатый воздух начинает поступать в сопло 15, закрепленное на координатнике 9. Сжатый воздух воздействует на поток жидкости в области среза модельной трубы. Картину взаимодействия газовой струи с потоком воды снимали фотокамерой. Давление газа перед соплом фиксировали датчиком 14 и манометром 8. Слив воды осуществляли через специальное отверстие 12.

Для измерения давления газа перед соплом установлены манометры дифференциальные сильфонные показывающие типа ДСП-160-М1. Предельно допустимое избыточное давление составляет 1,6 МПа. Класс точности приборов 0,5.

Гидравлическое моделирование процесса записывания газовой струи проводили при различных значениях конструктивных и энергетических характеристик. Диаметр d_0 выходного сечения сопла установки составлял 0,016 м, диаметр модельной трубы 0,04, 0,06 и 0,08 м, высота модельной трубы 1,3 м. Относительное расстояние $\bar{h}$ от сопла до оси среза тупикового канала находится в пределах 12,625 – 28,125 (здесь $\bar{h} = h / d_0$, h – расстояние от среза сопла до среза модельной трубы, м). Сопло и модельная труба расположены под углом, угол φ между осями сопла и модельной трубы составлял 30 и 45°. Абсолютное давление P_c газа перед соплом 500, 700, 900 и 1100 кПа. Число Маха, рассчитанное для среза сопла, составляет 1,0. В экспериментальных исследованиях избыточное давление жидкости на срезе модельной трубы составляло 19 кПа.

При взаимодействии газовой струи с потоком жидкости при диаметре модельной трубы 0,08 м, расстоянии от среза сопла до среза модельной трубы 0,202 м и угле между осями сопла и модельной трубы 30° при

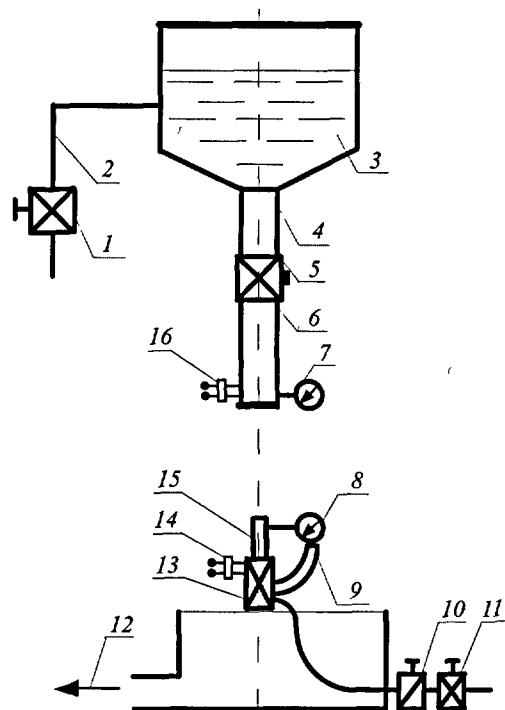


Рис. 1. Схема гидравлического стенда:

- 1 – запорный вентиль; 2 – трубопровод воды; 3 – бак-накопитель;
- 4, 6 – модельная труба; 5 – запорный клапан; 7, 8 – манометр;
- 9 – координатник; 10 – пневморедуктор; 11 – запорный вентиль;
- 12 – отверстие для слива воды; 13 – электропневмоклапан;
- 14 – датчик давления; 15 – сопло; 16 – датчик давления

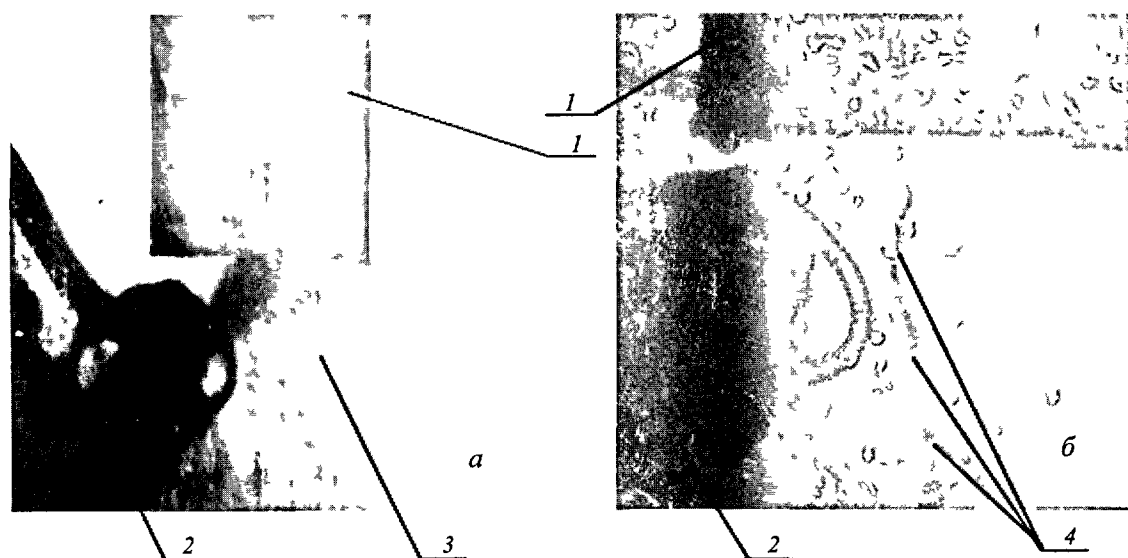


Рис 2 Взаимодействие газовой струи с потоком воды в режиме распыления струи жидкости (а) и в режиме полного запирания потока жидкости в модельной трубе (б)

1 – модельная труба, 2 – сопловой блок, 3 и 4 – распыленная и отсеченная струя жидкости

$P_c > 500$ кПа наблюдается полное запираение, при давлении газа перед соплом 350 – 425 кПа частичное запираение, а при $P_c < 350$ кПа запираение отсутствует.

При взаимодействии газовой струи с потоком жидкости при диаметре модельной трубы 0,08 м, расстоянии от среза сопла до среза модельной трубы 0,450 м и угле между осями сопла и модельной трубы 45° режим полного запираения наблюдается при $P_c > 700$ кПа, частичное запираение при P_c , находящемся в пределах 350 – 425 кПа. Если давление газа перед соплом меньше 350 кПа, то запираение отсутствует.

Таким образом, при варьировании конструктивных и энергетических характеристик газового и водяного потоков наблюдаются следующие режимы их взаимодействия: режим распыления струи жидкости, истекающей из модельной трубы (рис. 2, а); режим частичного запираения; режим полного запираения жидкости в полости модельной трубы (рис. 2, б).

Полное запираение жидкости в полости модельной трубы происходит при давлении газа перед соплом 500 – 1100 кПа. Время срабатывания системы газодинамической отсечки (т.е. время, необходимое для полного запираения жидкости) составляет приблизительно 1,5 с.

Дальнейшее снижение (на 15 %) давления газа перед соплом в большинстве случаев приводит к неустойчивости работы устройства и, как следствие, к неустойчивости результатов

При расположении сопла под углом 45° к оси модельной трубы устройство работает в режиме частичного запираения и распыления струи жидкости. При режиме частичного запираения струи жидкости воздух внедряется внутрь модельной трубы и образует в ней устойчивую газовую полость, перекрывающую часть сечения канала. Однако жидкость протекает вдоль одной из стенок модельной трубы, продолжает из нее

истекать и распыляется газовой струей. Это объясняется тем, что в импактной струе происходит смещение критической точки (точки максимального давления), которая не совпадает с точкой пересечения осей сопла и модельной трубы. Кроме того, расходы газа на обеих ветвях импактной струи отличаются между собой.

При угле между осями сопла и модельной трубы 30° в полости модельной трубы наблюдается, как правило, режим полного запираения.

Очевидно, что при прочих одинаковых условиях устройство газодинамической отсечки обеспечивает более надежное запираение жидкости при уменьшении угла между осями сопла и модельной трубы. При снижении (на 30 %) давления газа перед соплом наблюдаются режимы частичного запираения и распыления жидкости. Режим полного запираения жидкости в полости модельной трубы практически исключен.

Выводы. На основании гидравлического моделирования определены режимы взаимодействия струи газа с потоком жидкости, имитирующей конвертерный шлак, а также необходимые энергетические характеристики газовой струи, обеспечивающие необходимое время срабатывания системы газодинамической отсечки шлака

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Description of the DISA55M system DISA Elektronik A/S – Herlev Denmark, 1971 – 36 p
2. Ермилов В.А., Нестеренко Ю.В., Николаев В.Г. Газовые редукторы – Л. Машиностроение, 1981. – 176 с
3. Пржиалковский А.Л., Щучинский С.Х. Электромагнитные клапаны – Л. Машиностроение, 1967. – 248 с.

Национальная металлургическая Академия Украины (г. Днепродзержинск) Поступила 21 октября 2008 г