

Рис. 1. Схема рециркуляции ОГ с очисткой в циклонно-пенном аппарате

А.С. Курников, Е.А. Черепкова
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО КАВИТАТОРА

Рассматривается вопрос проблематики проектирования конструктивных параметров кавитатора.

Для дальнейшего исследования выбираем конструкцию гидродинамического кавитатора с тороидальной камерой представленного на рис. 1.

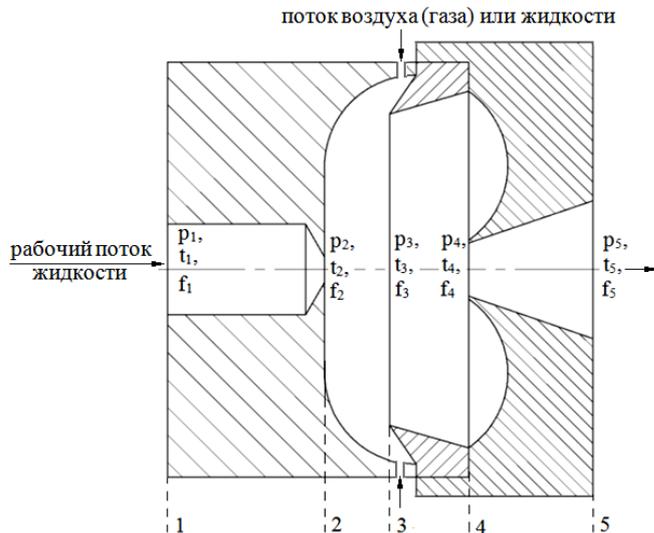


Рис. 1. Схема гидродинамического кавитатора

Он состоит из входного сопла, камеры смешения, внутреннего кольца и диффузора на выходе. В центре камеры смешения находятся отверстия для подачи воздуха (газа) или жидкости.

Рассмотрим принцип работы гидродинамического кавитатора. Рабочий поток жидкости поступает в сопло. В сечении 2 происходит увеличение скорости потока и резкого падения давления, за счет чего происходит образование первичной зоны кавитации в области внезапного расширения. Затем жидкость попадает в камеру смешения. Там, за счет вихревого движения жидкости вдоль стенки смесительной камеры и сужающейся конструкции кольца, создается вакуум. Он обеспечивает подачу воздуха (газа) или жидкости в камеру смешения. При соударении набегающего рабочего потока с потоком воздуха (газа) или жидкости в условиях пониженного давления и большой скорости движения происходит образование искусственной кавитации. При образовании в воде пузырька радиусом 1 мм при температуре $t = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$, давлении насыщенного пара $P_n = 1,25 \times 10^3 \text{ Па}$, поверхностном натяжении $\sigma = 7,28 \times 10^{-4} \text{ Н/м}$, энергия образования пузырька равна $E_0 = 1,995 \times 10^{-5} \text{ Дж}$.

Энергия сжатия пузырька жидкостью, находящейся при атмосферном давлении $P = 105 \text{ Па}$, равна $E_c = 4,189 \times 10^{-4} \text{ Дж}$. Таким образом, энергия сжатия пузырька более чем в 20 раз превышает энергию его образования.

В табл. 1 приведены значения отношения энергии сжатия и энергии образования кавитационного пузырька при различных значениях давления в жидкости и давления паров в кавитационном пузырьке [1].

Таблица 1

Значение отношения энергии сжатия к энергии образования кавитационного пузырька

	$P \cdot 10^5, \text{ Па}$					$P_n \cdot 10^5, \text{ Па}$				
	0.1	0.5	1	1.5	2	0.0238	0.0752	0.2031	0.483	0.715
						$t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$	$t=40\text{ }^{\circ}\text{C}$	$t=60\text{ }^{\circ}\text{C}$	$t=80\text{ }^{\circ}\text{C}$	$t=90\text{ }^{\circ}\text{C}$
$\frac{E_c}{E_0}$	2.1	10.5	20.9	31.5	41.9	20.99	6.65	2.46	1.04	0.69

Подсасываемый поток воздуха (газа) так же позволяет защитить камеру смешения от кавитационной эрозии, образуя защитный воздушный слой у ее стенок. Затем кавитационный поток подхватывается новой порцией жидкости рабочего потока, где первая его часть попадает вновь в тороидальную камеру, а другая – через диффузор поступает по трубопроводу на дальнейшие ступени очистки.

Все размеры элементов кавитатора могут задаваться параметрически. Существуют независимые параметры, изменение любого из них не приводит к изменению никакого другого из этого множества. Однако, они могут приводить к изменению ряда других зависимых параметров. К независимым параметрам относятся (рис. 2): угол α и смещение l_{oc} от осевой линии входного сопла, диаметр смесительной камеры D , угол β внутреннего кольца и длина между входным соплом и диффузором кавитатора l . Изменение этих размеров приводит к изменению ряда других размеров кавитатора. Поэтому при проектировании размеров гидродинамического кавитатора достаточно определить независимые параметры. Остальные выражаются через соотношения между ними и независимыми размерами.

При выборе моделей для экспериментальных исследований будем рассматривать только пропорциональное изменение всех размеров кавитатора. Это обеспечит геометрическое подобие устройства, что позволит распространить выводы, полученные в результате экспериментов, на весь их ряд.

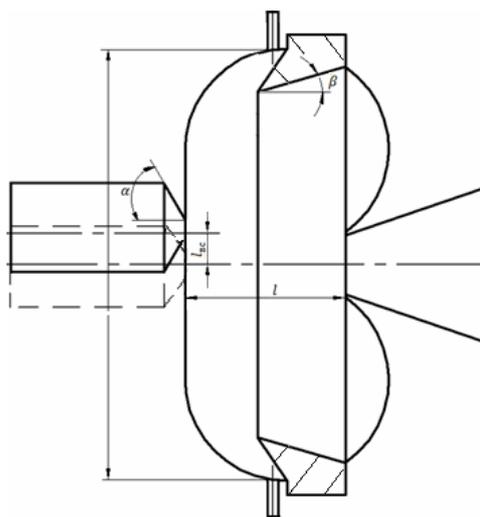


Рис. 2. Параметры гидрокавитатора

В инженерной практике расчет устройств подобного типа состоит в определении площади сечений из условия обеспечения требуемого расхода при известном перепаде давления перед и после устройства. Размеры остальных элементов назначаются с учетом рассчитанных сечений.

В работах по расчету кавитаторов используется методика определения параметров отверстий конфузора-диффузора, параметров камеры смешения [2, 3, 4]. Но, вместе с тем, в данных работах уделено мало внимания работе струйных аппаратов в качестве генераторов кавитации. Из всех схем кавитаторов рассмотрен только роторный импульсно-кавитационный аппарат. Схемы струйного кавитатора с тороидальной камерой смешения и подводом потока воздуха (газа) или жидкости к ее центру не исследовались.

Данная тема весьма актуальна и требует дальнейших исследований по определению оптимальных параметрических величин гидродинамического кавитатора.

Список литературы:

- [1] Федоткин И.М., Гулый И.С. Кавитация и кавитационная техника -Киев, 1987 г., 840 с.
- [2] Рязанцев А.А., Маликов А.С., Гириков О.Г., Васильева Н.Б., Очистка сточных вод кожевенных производств. Сообщение 2. Общий сток Известия вузов. Строительство 2005. № 7, С. 75–80.
- [3] Юдаев В.Ф. Гидромеханические процессы в роторных аппаратах с модуляцией проходного сечения потока обрабатываемой среды// Теор. основы хим. технологии. 1994. Т. 28, №6, с. 581–590.
- [4] Промтов М.А., Монастырский М.В. Диспергирование твердых частиц в жидкости при обработке в роторно-импульсном аппарате// Изв. вузов. Химия и хим. технол. 2001, Т.44, № 3. – С. 143–144.