

УДК 629.12

**К вопросу определения геометрических параметров  
струйного аппарата для гидроабразивной очистки  
корпусов судов от коррозии**

Качанов И. В., Яглов В. Н., Клищевский В. Ф.,  
Филипчик А. В., Жук А. Н., Щерба А. Н.  
Белорусский национальный технический университет,  
Белорусская инспекция Речного Регистра

Одним из направлений повышения производительности и улучшения условий труда при очистке корпусов судов от коррозии является использование метода гидроабразивной очистки (ГАО). Сущность метода состоит в том, что в рабочую зону очистки под большим давлением подают водно-песчаную смесь (пульпу). В струйных аппаратах ГАО интенсивное смешивание песка с водой происходит в смесительном сопле. Производительность ГАО до чистого металла может составлять до 45-60 м<sup>2</sup>/час.

Исследования, проведенные в НИИЛ «Водохозяйственные системы» БНТУ показали, что эффективность и стабильность работы струйного аппарата зависит от конструкции отдельных его элементов и их взаимного расположения.

Основными геометрическими параметрами струйного аппарата с коническим смесительным соплом, определяющим его скоростные и расходные характеристики, являются:

- диаметр смесительного сопла  $d_c$ ;
- диаметр активного сопла (жиклера)  $d_a$ ;
- расстояние между выходным сечением активного сопла и входным сечением смесительного сопла  $a$ ;
- длина смесительного сопла  $l_c$ ;
- длина цилиндрической части смесительного сопла  $l_c$ ;
- угол сходимости конусной части смесительного сопла  $2\alpha$  (рис. 5.1).

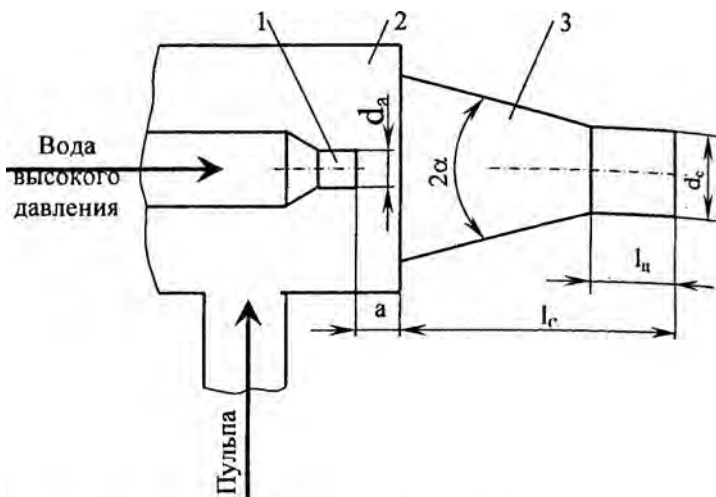


Рис. 5.1. Схема струйной эжекционной насадки:

1 – активное сопло; 2 – приемная камера; 3 – смесительное сопло

Эффективность работы струйного аппарата оценивалась по массовому съему металла в единицу времени. Эксперименты выполнялись на плоских образцах из стали ВСтЗсп с размерами  $4 \times 50 \times 50$  мм. Массовый съем металла определяется взвешиванием до и после ГАО на аналитических весах ВЛЛ-200М. Образцы обрабатывались при следующих постоянных параметрах: абразивный материал – речной песок ( $\bar{N} = 500$  мкм); концентрация абразивного материала в суспензии  $C = 20\%$ ; длина струи  $L = 190$  мм; угол атаки  $\beta = 70^\circ$ ; время обработки  $t = 3$  мин. Варьируемыми параметрами были: давление воды на входе в активное сопло  $p_{вх} = 7, 9, 11, 13, 15$  МПа, а также геометрические параметры струйного аппарата:  $d_c$ ;  $d_a$ ;  $a$ ;  $l_c$ ;  $2\alpha$ . Активные сопла с диаметрами  $d_a = 1,5-8$  мм и смесительные с диаметром  $d_c = 2-10$  мм изготавливались из стали У10А с закалкой HRC 53-55. Внутренняя поверхность сопел шлифовалась до  $R_A = 0,63-1,25$  мкм. Длина смесительного сопла изменялась в диапазоне  $l_c = (2-$

7) $d_c$ , угол сходимости  $2\alpha = 13-60^\circ$ , расстояние между соплами  $a = (-0,5-2,5)d_a$ .

По результатам проведенных экспериментов были установлены зависимости, характеризующие массовый съем металла от конструктивно-геометрических параметров струйного аппарата. Оптимальными для данного диаметра смесительного сопла считались геометрические параметры, при которых обеспечивался максимальный съем металла.

Разгон гидроабразивной жидкости осуществляется в смесительном сопле. Здесь же происходит выравнивание полей скоростей компонентов смеси. На выходе из смесительного сопла должно быть обеспечено равномерное поле скоростей и заданный угол раскрытия струи. Для выяснения степени влияния длины смесительного сопла на эффективность работы струйного аппарата были проведены эксперименты при следующих геометрических параметрах:  $l_c = 5-50$  мм;  $d_c = 3-9$  мм,  $l_c = 1,0$  мм;  $a = 3$  мм. Эксперименты показали, что с увеличением отношения  $l_c/d_c$  от 1,0 до 5 массовый съем материала с поверхности увеличивается (рис. 5.2).



Рис. 5.2. Влияние относительной длины смесительного сопла на величину  $\Delta m$  при  $p_{вх} = 10$  МПа; при  $d_c = 5$  мм (3), 4 мм (2), 3 мм (1); угол сходимости  $2\alpha = 40^\circ$

Дальнейшее увеличение  $l_c/d_c$  приводит к возникновению пульсаций и снижению съема металла струи и, как следствие, рассеянию энергии и снижению силового воздействия струи на

преграду. Из графика на рис. 5.2 видно, что оптимальная длина сопла определяется соотношением  $l_c = (4-5)d_c$ .

На рис. 5.3 приведены результаты по изучению влияния угла сходимости смесительного сопла  $2\alpha$  на эффективность работы струйного аппарата. Из графиков видно, что с увеличением угла  $2\alpha$  от 0 до  $40^\circ$  массовый съем возрастает и достигает максимального значения при  $\theta = 40^\circ$ . При дальнейшем возрастании угла  $2\alpha$  отмечается снижение зависимости  $\Delta m = f(2\alpha)$ , что очевидно, можно объяснить динамическими (скоростными) характеристиками струи, которые достигают своего максимального значения при  $2\alpha = 40^\circ$ .

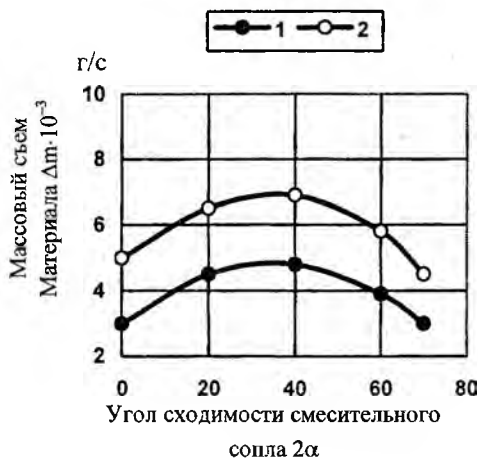


Рис. 5.3. Зависимость массового съема материала  $\Delta m$  от угла сходимости  $2\alpha$  при  $p_B = 10$  МПа;  $d_c = 3$  мм (1); 5 мм (2);  $l_c/d_c = 5$

Оценивая полученные результаты можно сделать выводы о том, что они в совокупности представляют научно-экспериментальную базу данных, на основе которой может осуществляться разработка технологического процесса ГАО. При этом, полученные данные позволяют разработать техпроцесс, реализуемый с минимальными затратами мощности и с оптимальным (по микронеровности) качеством обработанной поверхности.