УДК 621.694

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЛЬЦЕВОГО СТРУЙНОГО НАСОСА

Александров Виктор Викторович
аспирант

Кольжанов Денис Николаевич
соискатель
ФГБОУ ВПО «Новочеркасская государственная мелиоративная академия», Россия

В статье изложены материалы, посвященные экспериментальным исследованиям кольцевого струйного насоса. Описаны цель и задачи исследований, экспериментальная установка, методы исследования и полученные результаты

Ключевые слова: СТРУЙНЫЙ НАСОС, КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ, НАСОС С КОЛЬЦЕВОЙ ДВУХПОВЕРХНОСТНОЙ СТРУЕЙ, КОЭФФИЦИЕНТ ЭЖЕКЦИИ

UDC 621.694

EXPERIMENTAL STUDIES OF CIRCULAR EJECTOR PUMP

Alexandrov Victor Victorovich
postgraduate student

Kolzhanov Denis Nicolaevich
competitor
FSBEI HPI «Novocherkassk State Land Reclamation Academy», Russia

In the article, the materials of experimental studies of a circular ejector pump are presented. The purpose and tasks of the studies, experimental plant (test unit), methods of research and the results received are described

Keywords: EJECTOR PUMP, EFFICIENCY, PUMP WITH CIRCULAR TWO-SURFACE (DOUBLE-SURFACE) JET, EJECTION COEFFICIENT (CONSTANT)

Экспериментальные исследования проводились на установке (рис.1) с целью определения следующих относительных оптимальных параметров кольцевого струйного насоса с двухповерхностной рабочей струей (рис.2) /1/:

$\bar{d}_0' = d_0' / D_Ц$ - относительный диаметр наружного сопла, где: $D_Ц$ - диаметр смесителя,

$\bar{L}_Ц = L_Ц / D_Ц$ - относительная длина смесителя;

$\bar{Z} = Z / D_Ц$ - относительное расстояния от обреза сопла до начала цилиндрической части смесителя.

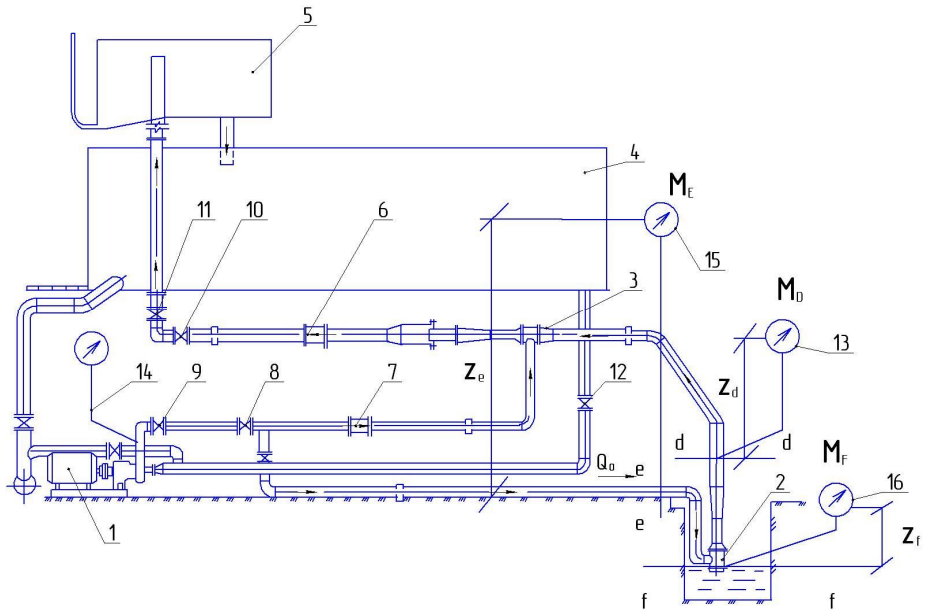

Рисунок 1 - Схема лабораторного стенда для испытания струйного насоса

1 – насос-нагнетатель; 2,3- струйные насосы; 4,5- баки; 6,7- расходомеры; 8,9,10.11,12- задвижки; 13,14,15,16- манометры

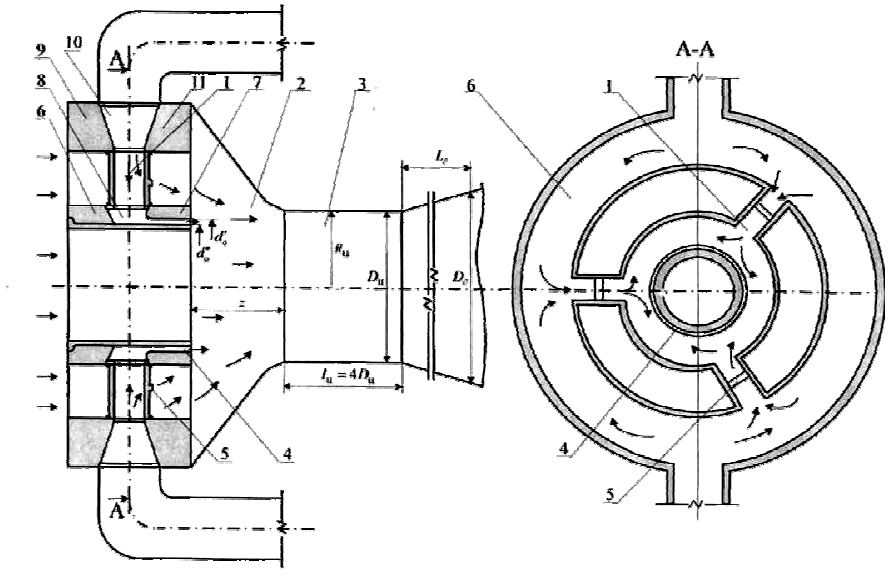

Рисунок 2 - Схема струйного кольцевого 2-х поверхностного насоса по а.с. №1620693

1- соединительные патрубки; 2- приемная камера; 3- камера смешения; 4- кольцевое активное сопло; 5- сопловые щели; 6- фланец задний внутренний; 7- фланец передний внутренний; 8 – кольцевой коллектор внутренний; 9 –фланец задний наружный; 10 – коллектор кольцевой наружный; 11- фланец передний наружный.

Исследования насосов проводились с геометрической характеристикой m=4,8,12, величины «m» (отношение площади смесителя к площади сопла) приняты по известным рекомендациям Г.Е. Мускевича /2/. В процессе исследований определялись величины рабочего (Q_0), подсасываемого (Q_1) и смешанного (Q_2) (суммарного) расхода, напоров насоса-нагнетателя и струйного насоса.

Задача оптимизации исследуемых параметров решалась с использованием теории планирования эксперимента.

В качестве критерия оптимизации принят коэффициент полезного действия струйного насоса (η), определяемый по формуле:

$$h = \frac{\overline{H}_{ГПР}}{\overline{H}_{НПР} - \overline{H}_{ГПР}} \cdot a_0, \qquad (1)$$

где: $\overline{H}_{ГПР}$ - относительный напор струйного насоса;

$\overline{H}_{НПР}$ - относительный напор насоса-нагнетателя;

α_0 – коэффициент эжекции (отношение подсасываемого расхода к рабочему).

Для каждого значения геометрической характеристики струйного насоса были приняты интервалы варьирования (по ранее проведенным исследованиям) факторов (табл.1). В таблице даны значения в числителе для m=4, в знаменателе для m=8,12.

Таблица 1- Интервалы варьирования исследуемых факторов

Факторы	Код	Интервалы варьирования	Уровень		
			Основной «О»	Нижний «-»	Верхний «+»
$\overline{Z} = Z/D_Ц$	X_1	0,5 / 1,0	1,0 / 1,5	0,5	1,5 / 2,5
$\overline{L}_Ц = L_Ц/D_Ц$	X_2	4	8	4	12
$\overline{d}_0^{/} = d_0^{/}/D_Ц$	X_3	0,05 / 0,2	0,83 / 0,7	0,78 / 0,5	0,88 / 0,9

Лабораторная установка, на которой проводились испытания струйных насосов, оборудована центробежным насосом 4К-90/85(4К-6) с подачей 90 $м^3$/ч (25 л/с), напором 80 м и системой трубопроводов, обеспечивающих замкнутый водооборот при испытании струйных насосов.

Маневрированием задвижками на рабочем и напорном трубопроводах изменялся режим работы струйного насоса. Измерение рабочего, подсасываемого и смешанного расходов производились с помощью расходомеров (6,7). Напоры рабочего, подсасываемого и смешанного потоков измерялись при помощи образцовых манометров (13,14,15,16). Манометры установлены на пульте управления установки и оборудованы трехходовыми кранами, обеспечивающими их отключение и промывку импульсных линий от защемленного в них воздуха.

Вычислялись следующие параметры струйного насоса:

- коэффициент эжекции $a_0 = Q_1/Q_0$;

$Э_d$ - полная энергия потока в сечении «d-d» (см. рис. 1), определялась по зависимости $Э_d = M_d + V_0^2/2g + z_d$, где M_d - показания манометра в сечении «d-d», м, $V_d = Q_2/w_d$ - скорость воды в сечении «d-d», м/с, z_d – высота расположения манометра над сечением «d-d», м, , w_d - площадь сечения «d-d», м^2;

$Э_f$ - энергия в сечении «f-f», определялась по зависимости: $Э_f = M_f + V_f^2/2g + z_f$, где M_f - показания манометра в сечении «f-f», м, $V_f = Q_1/w_f$ - скорость воды в сечении«f-f» , м/с, Z_f – высота расположения манометра над сечением«f-f», м, w_f - площадь сечения «f-f», м^2;

$Э_e$ - энергия в сечении «e-e», определялась по зависимости: $Э_e = M_e + V_e^2/2g + z_e$, где M_E - показания манометра в сечении «e-e», м, $V_e = Q_0/w_e$ - скорость воды в сечении «e-e», м/с,Z_E – высота расположения манометра над сечением «e-e», м, w_e - площадь сечения«e-e» , м^2;

- напор струйного насоса, м $H_{ГПР} = Э_d - Э_f$ (2)

- напор насоса-нагнетателя, м $H_{НПР} = Э_e - Э_f$ (3)

- скорость истечения рабочего расхода из сопла, м/с $V_0 = Q_0/w_0$ (4)

- относительный напор нагнетателя $\overline{H}_{НПР} = \frac{H_{Н,пр}}{V_0^2/2g}$ (5)

- относительный напор струйного насоса $\overline{H}_{ГПР} = \frac{H_{ГПР}}{V_0^2/2g}$ (6)

- коэффициент полезного действия струйного насоса определялся по зависимости (1)

Полученные математические модели (7,8,9) позволяют определить оптимальные величины факторов $X_1(\overline{Z})$, $X_2(\overline{L}_Ц)$, $X_3(\overline{d}_0^{/})$ (табл.2)

Математические модели параметров оптимизации получены в виде:

- для струйного насоса с m=4

$$y = 0,232 - 0,0076\ x_1 - 0,0051\ x_2 + 0.032\ x_3 - 0.005\ x_1^2 + \\ + 0.002\ x_2^2 + 0,036\ x_3^2 + 0,003\ x_1x_2 + 0,012\ x_1x_3 - 0,014\ x_2x_3 \quad (7)$$

- для струйного насоса с m=8

$$y = 0,13 - 0,021\,x_1 - 0,0005\ x_2 - 0.032\ x_3 + 0.001\,x_1^2 - \\ - 0.019\ x_3^2 - 0,002\ x_1x_2 - 0,018\ x_1x_3 - 0,001\,x_2x_3 \quad (8)$$

- для струйного насоса с m=12

$$y = 0,122 - 0,015\ x_1 - 0,005\ x_2 - 0.014\ x_3 - 0.002\ x_2^2 - \\ - 0.015\ x_3^2 - 0,01\,x_1x_2 - 0,018\ x_1x_3 + 0,001\ x_2x_3 \quad (9)$$

Т

аблица 2 - Оптимальные параметры для геометрических размеров исследуемого струйного насоса

Параметры	Значения параметров					
	m=4		m=8		m=12,0	
	Код	Факт,мм	Код	Факт,мм	Код	Факт, мм
$Z(X_1)$	+0,14	321,2	-1,0	16,0	-1,0	50
$L_Ц(X_2)$	-1,0	254,4	-1,0	200	+1,0	1200
$\bar{d}_0^1(X_3)$	+1,0	49,6	0,342	151,7	0,167	16,7

Выводы:

1. По результатам проведенных экспериментальных исследований выведены зависимости и определены оптимальные параметры величин:

для m =4, z=321,2 мм, $L_Ц$=254,4 мм, $d_0^/$=49,6 мм

для m=8, z=16 мм, $L_Ц$=200 мм, $d_0^/$=151,7 мм

для m=12, z=50 мм, $L_Ц$=1200 мм, $d_0^/$=16,7 мм.

Библиографический список

1. А.с. 1620693 СССР. Струйный насос./С.А.Тарасьянц. Опубл. 05.01.91. Бюл. №2.
2. Мускевич Г.Е. Гидравлические исследования и расчет водоструйных аппаратов. Дис. к.т.н. Ростов - на - Дону, 1970. - 200с.