

УДК 622.516.001.5

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МНОГОСОПЛОВЫХ ГИДРОЭЛЕВАТОРОВ

Малеев В.Б., к.т.н., доц., Малыгин С.С., к.т.н., доц.,
Холоша А.С., аспирант,

Донецкий национальный технический университет

В работе проанализированы результаты экспериментальных исследований гидроэлеваторов с многосопловыми насадками и камерами смешивания нестандартного сечения проточной части.

Для исследования влияния числа сопел на параметры гидроэлеваторной установки испытывались односопловый и многосопловый гидроэлеваторы. При испытании односоплового гидроэлеватора с диаметром насадка $d_n=21\text{мм}$ применялись две камеры смешивания: круглого сечения ($d_k=40\text{мм}$) и квадратного сечения (размер проточной части $35\text{мм} \times 35\text{мм}$). Площади сечения проточной части этих камер одинаковы, а длина камер равнялась 240мм . Схема экспериментальной установки приведена на рисунке 1.

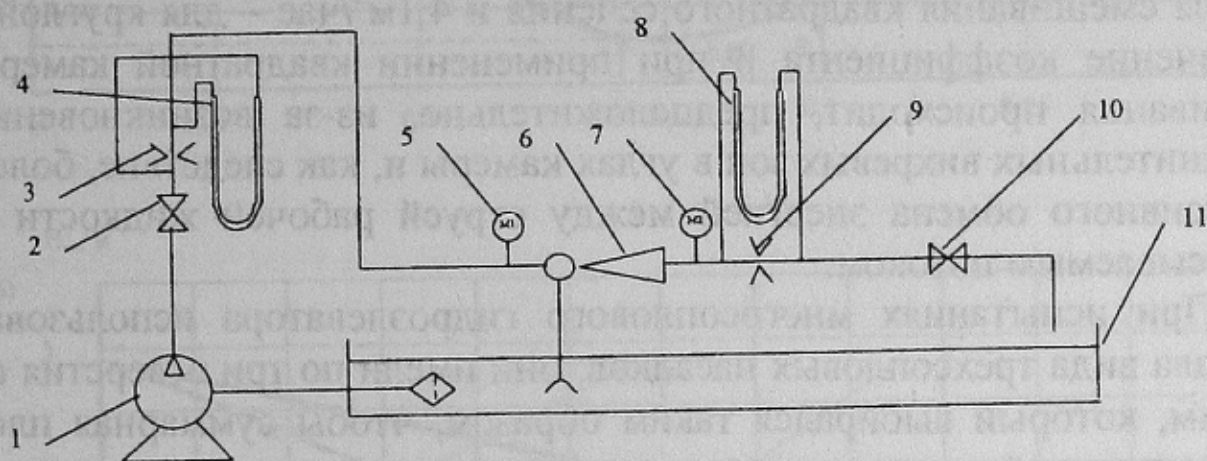


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки

1 – насос; 2,10 – задвижки; 3,9 – измерительные диафрагмы; 4,8 – дифманометры; 5,7 – манометры; 6 – гидроэлеватор; 11 – бак.

Характеристики гидроэлеватора с различными конфигурациями камеры смешивания снималась при различных значениях напора и расхода рабочей жидкости в интервале $H_1=9...21,6\text{м}$ $Q_1=20,5...29,5\text{м}^3/\text{час}$. Обработка экспериментальных данных проводилась на ЭВМ методом наименьших квадратов. Полученные зави-

симости $k=f(\beta)$ на исследуемом интервале близки к прямой линии, а характеристики $\eta=f(k)$ и $H_{гэ}=f(Q_2)$ имели вид аналогичный виду, полученному другими авторами [1,2].

На рисунке 2 для сравнительного анализа приведены характеристики гидроэлеватора с квадратной и круглой камерами смешивания при напоре рабочей жидкости $H_1=9$ м и расходе $Q_1=20,5$ м³/час. Данные характеристики выбраны для сравнения, поскольку в этом случае разность между значениями максимального КПД гидроэлеваторов с круглой и квадратной камерами смешивания наибольшая. Максимальный КПД гидроэлеватора с квадратной камерой смешивания $\eta_{\text{рац}2}=6,8\%$, а с круглой – $\eta_{\text{рац}1}=3,4\%$ (рисунок 2а). Поскольку значение коэффициента подачи гидроэлеватора с цилиндрической и квадратной камерами смешивания практически равны ($k_{\text{рац}1}=0,17$, $k_{\text{рац}2}=0,167$), разность максимальных значений КПД достигается за счет увеличения коэффициента подачи, который составил для камеры смешивания круглого сечения $\beta_{\text{рац}1}=0,2$, а для квадратной камеры – $\beta_{\text{рац}2}=0,4$ (рисунок 2а). Значение напора гидроэлеватора при работе с максимальным КПД $H_{гэ \text{ рац}}$ одинаково как для квадратной камеры смешивания, так и для круглой, а более высокий КПД достигается за счет повышения расхода подсосываемой жидкости Q_2 (8,2 м³/час для камеры смешивания квадратного сечения и 4,1 м³/час – для круглой). Увеличение коэффициента β при применении квадратной камеры смешивания происходит, предположительно, из-за возникновения дополнительных вихревых зон в углах камеры и, как следствие, более интенсивного обмена энергией между струей рабочей жидкости и подсосываемым потоком.

При испытаниях многосоплового гидроэлеватора использовались два вида трехсопловых насадков: они имели по три отверстия $d_n=12$ мм, который выбирался таким образом, чтобы суммарная площадь отверстий многосоплового насадка равнялась площади отверстия односоплового насадка. Диаметр окружности, на котором располагались отверстия (d_o) первого насадка равнялся $d_o=19$ мм, второго насадка – $d_o=26$ мм. В экспериментах использовались камеры смешивания постоянного и переменного сечения. Диаметр камеры переменного сечения увеличивался с 40 мм до 50 мм на расстоянии $l_k/2$, а потом снова уменьшался до 40 мм. Длина камеры оставалась неизменной и составляла 240 мм. Проведение экспериментальных испытаний работы гидроэлеватора с применением многосопловых насадков и камеры смешивания квадратного сечения планируются в

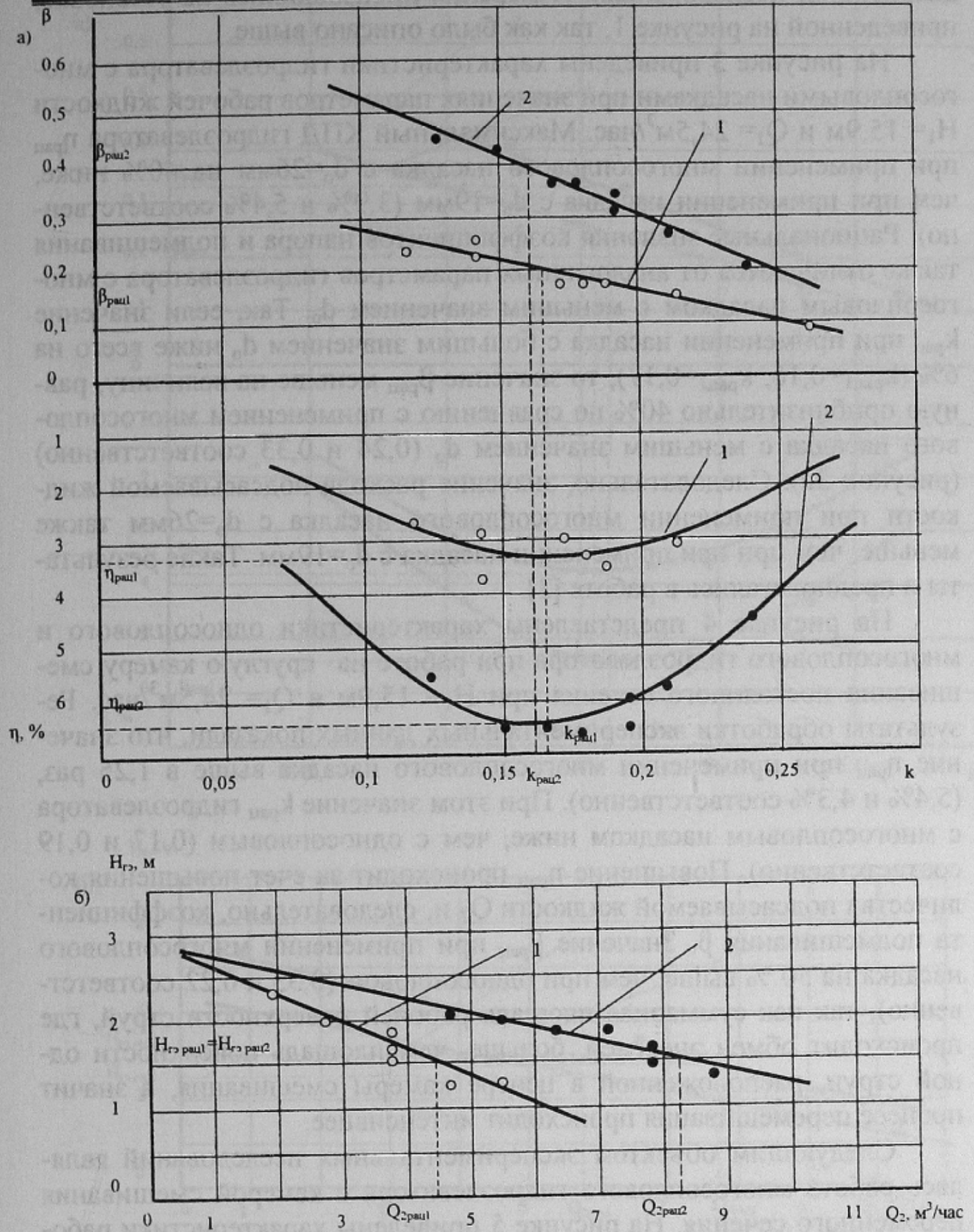


Рисунок 2 – Характеристики односоплового гидроэлеватора с камерой смешивания квадратного и круглого сечения
 1 – характеристики гидроэлеватора с круглой камерой смешивания;
 2 – характеристики гидроэлеватора с квадратной камерой смешивания;

дальнейших исследованиях. Измерения производились на установке, приведенной на рисунке 1, так как было описано выше.

На рисунке 3 приведены характеристики гидроэлеватора с многосопловыми насадками при значениях параметров рабочей жидкости $H_1 = 15,9\text{м}$ и $Q_1 = 24,5\text{м}^3/\text{час}$. Максимальный КПД гидроэлеватора $\eta_{\text{рац}}$ при применении многосоплового насадка с $d_0 = 26\text{мм}$ на 40% ниже, чем при применении насадка с $d_0 = 19\text{мм}$ (3,9% и 5,4% соответственно). Рациональные значения коэффициентов напора и подмешивания также отличаются от аналогичных параметров гидроэлеватора с многосопловым насадком с меньшим значением d_0 . Так, если значение $k_{\text{рац}}$ при применении насадка с большим значением d_0 ниже всего на 6% ($k_{\text{рац}1} = 0,16$, $k_{\text{рац}2} = 0,17$), то значение $\beta_{\text{рац}}$ меньше на величину, равную приблизительно 40% по сравнению с применением многосоплового насадка с меньшим значением d_0 (0,24 и 0,33 соответственно) (рисунок 3а). Следовательно, значение расхода подсасываемой жидкости при применении многосоплового насадка с $d_0 = 26\text{мм}$ также меньше, чем при применении насадка с $d_0 = 19\text{мм}$. Такие результаты и предполагались в работе [3].

На рисунке 4 представлены характеристики односоплового и многосоплового гидроэлеватора при работе на круглую камеру смешивания постоянного сечения при $H_1 = 15,9\text{м}$ и $Q_1 = 24,5\text{м}^3/\text{час}$. Результаты обработки экспериментальных данных показали, что значение $\eta_{\text{рац}}$ при применении многосоплового насадка выше в 1,25 раз, (5,4% и 4,3% соответственно). При этом значение $k_{\text{рац}}$ гидроэлеватора с многосопловым насадком ниже, чем с односопловым (0,17 и 0,19 соответственно). Повышение $\eta_{\text{рац}}$ происходит за счет повышения количества подсасываемой жидкости Q_2 и, следовательно, коэффициента подмешивания β . Значение $\beta_{\text{рац}}$ при применении многосоплового насадка на 50 % выше, чем при односопловом (0,33 и 0,22 соответственно), так как суммарная площадь рабочей поверхности струй, где происходит обмен энергией, больше, чем площадь поверхности одной струи, расположенной в центре камеры смешивания, а значит процесс перемешивания происходит интенсивнее.

Следующим объектом экспериментальных исследований являлась работа многосоплового гидроэлеватора с камерой смешивания переменного сечения. На рисунке 5 приведены характеристики работы гидроэлеватора с многосопловыми насадками и камерой смешивания переменного сечения при $H_1 = 15,9\text{м}$ и $Q_1 = 24,5\text{м}^3/\text{час}$. Из анализа характеристик видно, что наибольший КПД достигается при схеме

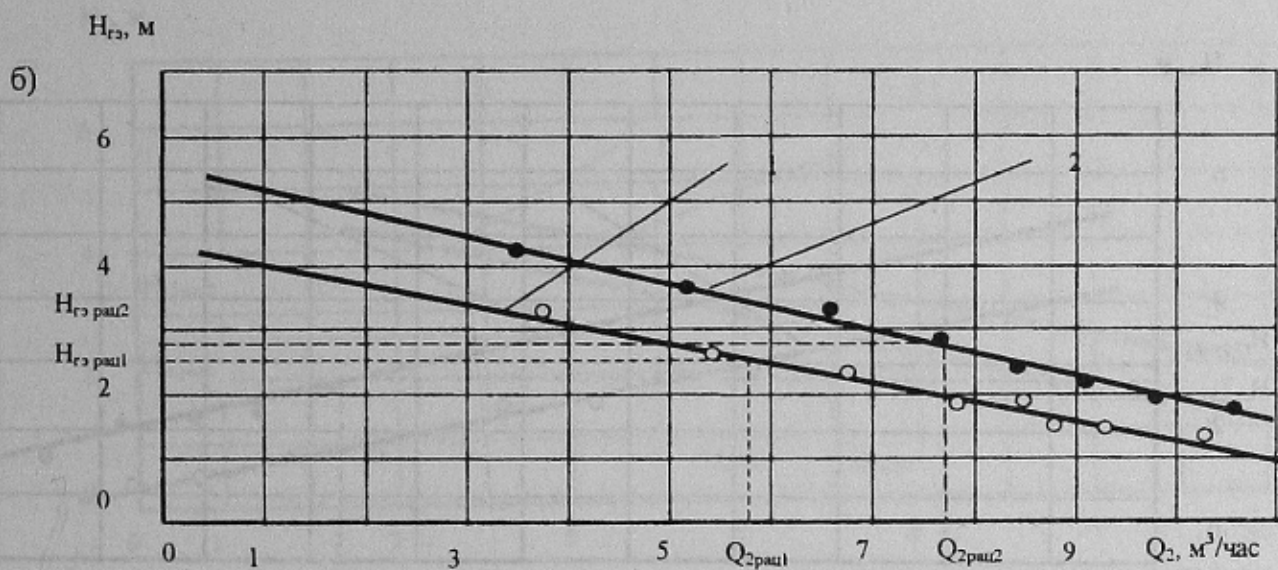
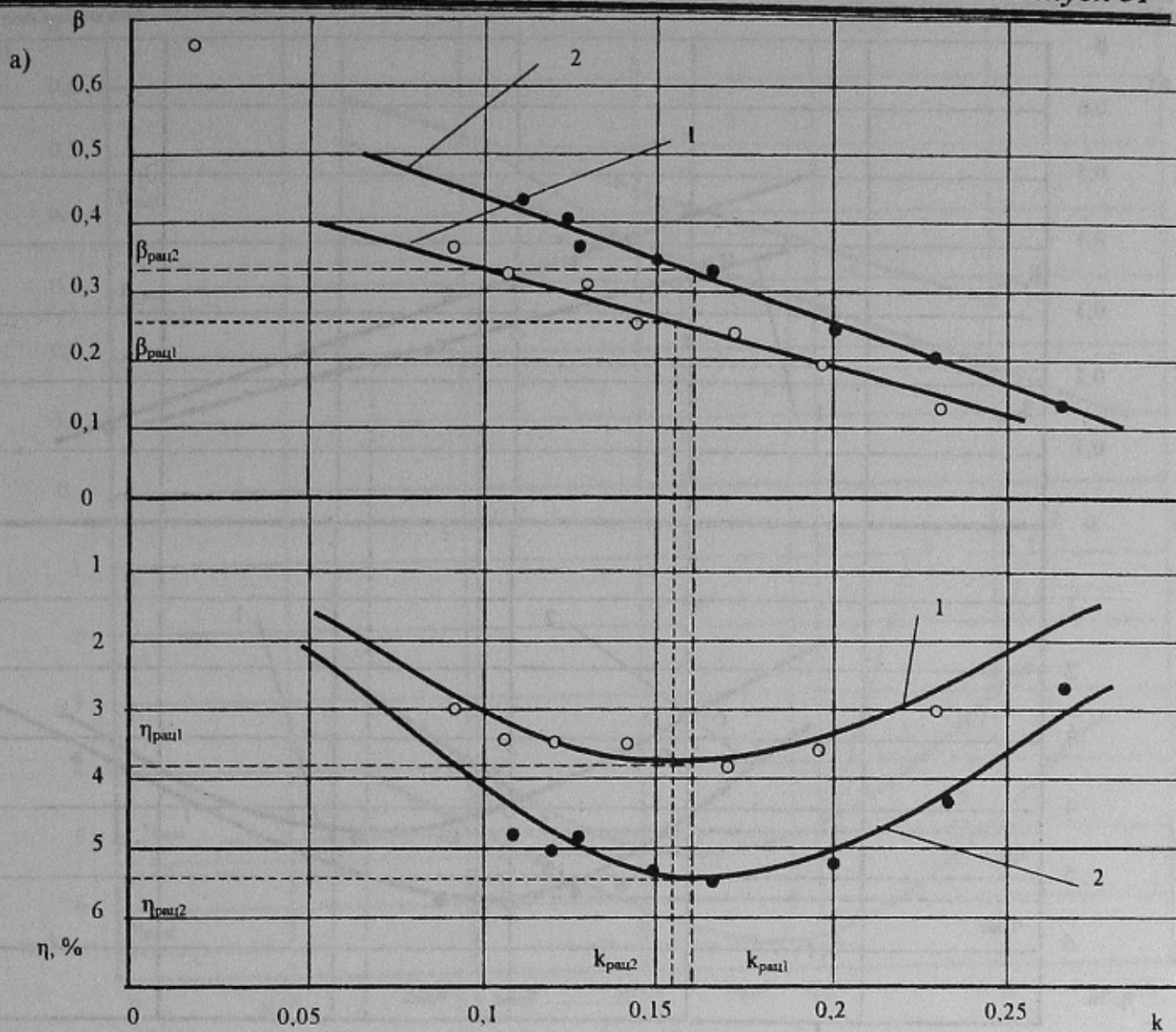


Рисунок 3 – Характеристики многосоплового гидроэлеватора с камерой смешивания круглого сечения:

1 – при применении насадки с $d_0=26$ мм;

2 – при применении насадки с $d_0=19$ мм.

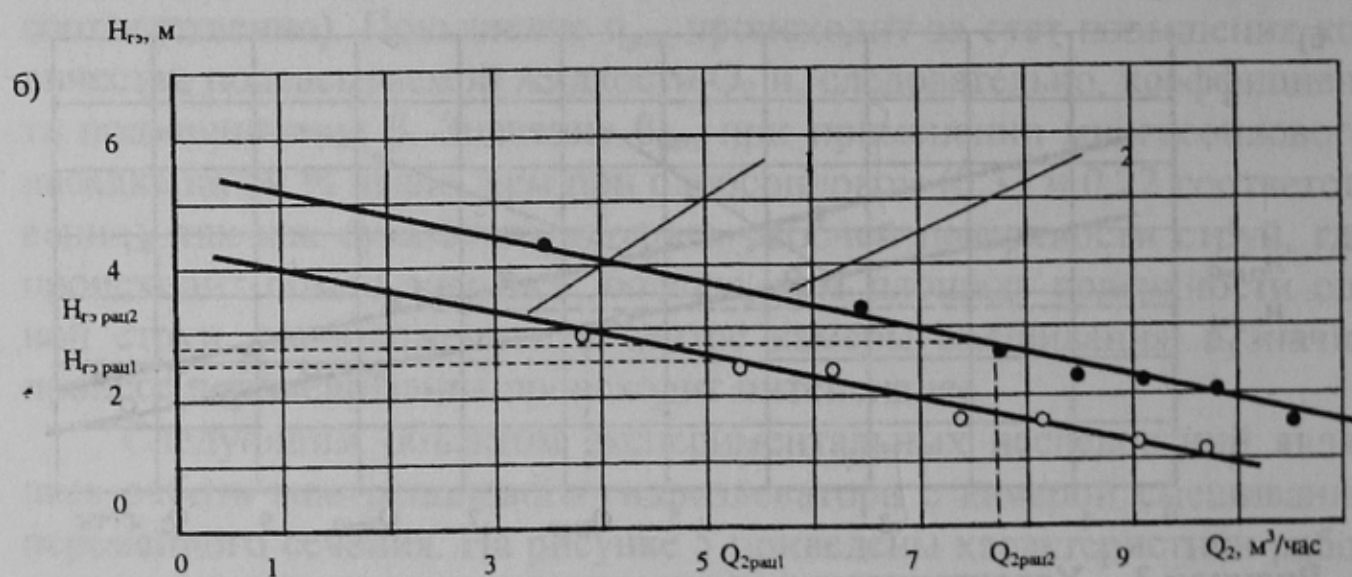
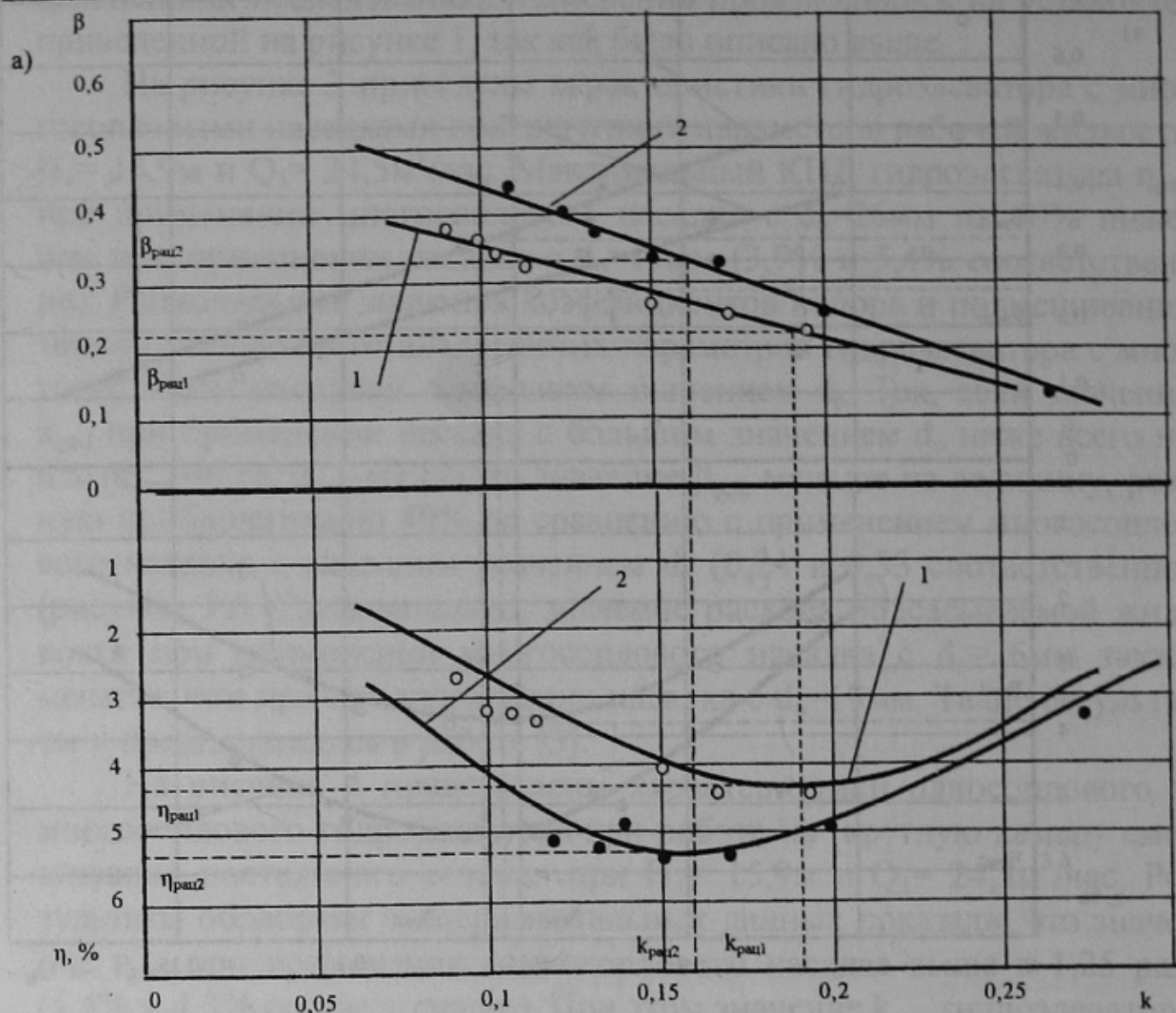


Рисунок 4 – Характеристики односоплового и многосоплового гидроэлеватора с камерой смешивания круглого сечения
 1 – характеристики односоплового гидроэлеватора; 2 - характеристики многосоплового гидроэлеватора.

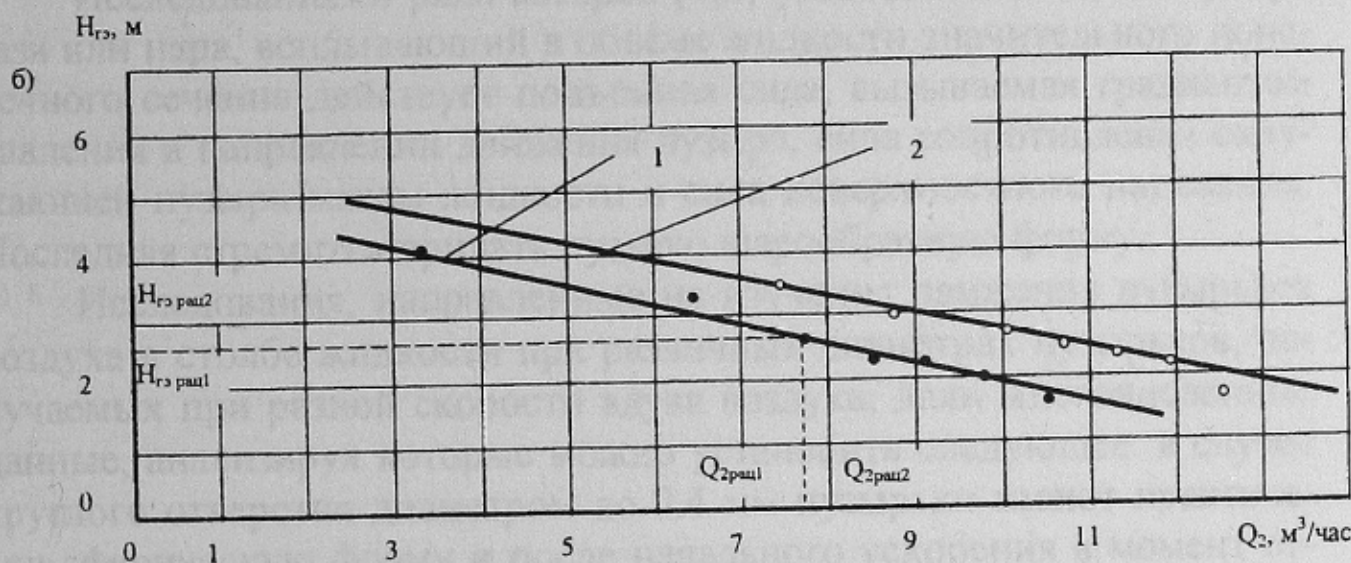
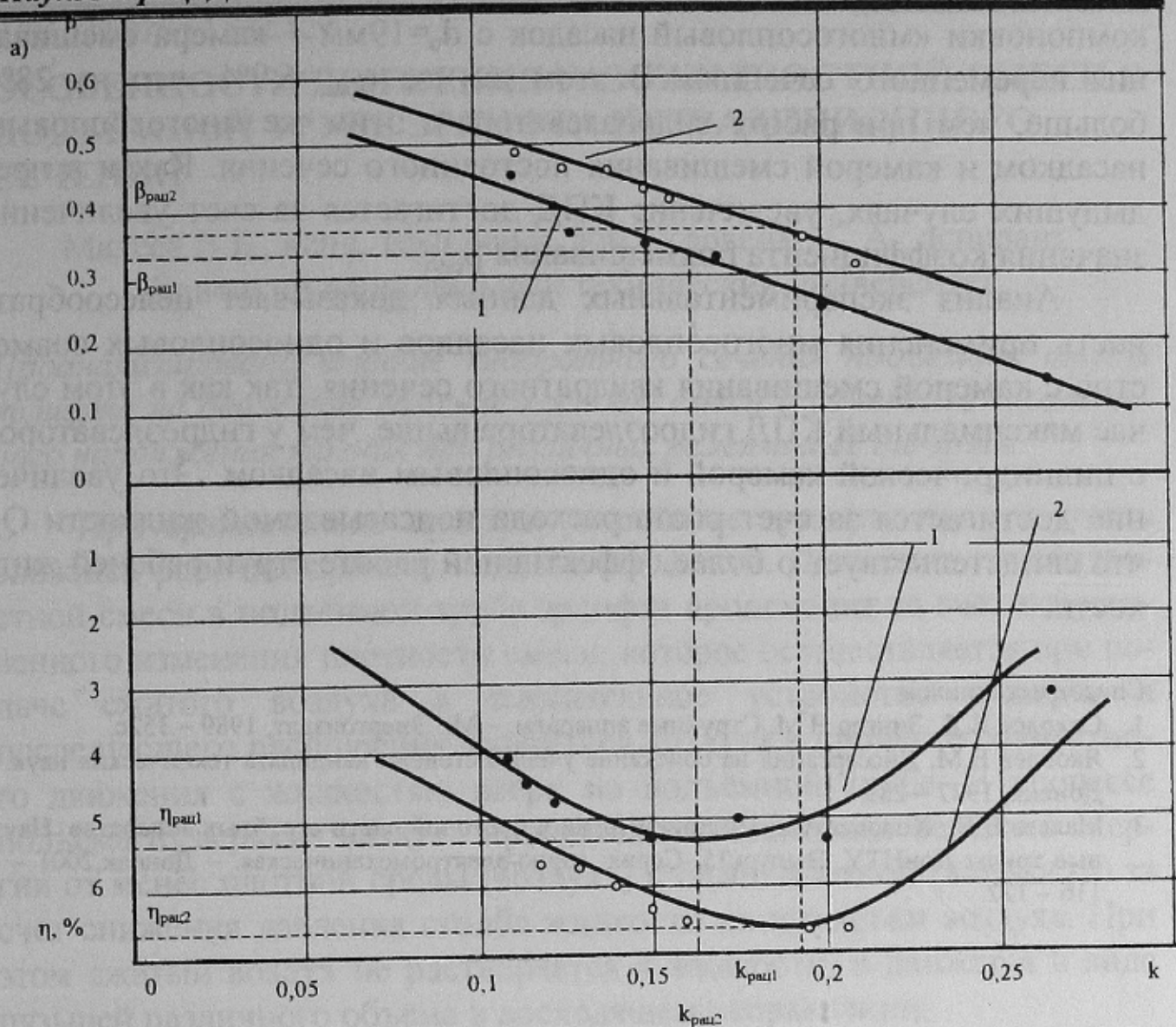


Рисунок 5 – Характеристики многосоплового гидроэлеватора с камерой смешивания переменного и постоянного сечения
 1 – характеристики гидроэлеватора с камерой смешивания постоянного сечения
 2 - характеристики гидроэлеватора с камерой смешивания переменного сечения

компоновки «многосопловый насадок с $d_0=19\text{мм}$ + камера смешивания переменного сечения». В этом случае $\eta_{\text{рац}}=6,9\%$, что на 28% больше, чем при работе гидроэлеватора с этим же многосопловым насадком и камерой смешивания постоянного сечения. Как и в предыдущих случаях, увеличение КПД достигается за счет увеличения значения коэффициента подмешивания $\beta_{\text{рац}}$.

Анализ экспериментальных данных доказывает целесообразность применения многосопловых насадков и односопловых совместно с камерой смешивания квадратного сечения, так как в этом случае максимальный КПД гидроэлеватора выше, чем у гидроэлеваторов с цилиндрической камерой и односопловым насадком. Это увеличение достигается за счет роста расхода подсасываемой жидкости Q_2 , что свидетельствует о более эффективной работе струи рабочей жидкости.

Список источников

1. Соколов Е.Я., Зингер Н.М. Струйные аппараты. – М., Энергоиздат, 1989 – 352с.
2. Яковлев В.М. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Донецк, 1987 – 239 с.
3. Малеев В.Б., Холоша А.С. Потери энергии в проточной части струйных аппаратов. Научные труды ДонНТУ. Выпуск35. Серия: горно-электромеханическая. – Донецк, 2001 – с. 116 – 122.