

## 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  $240\text{мм}$ . Схема экспериментальной установки приведена на рисунке 1.

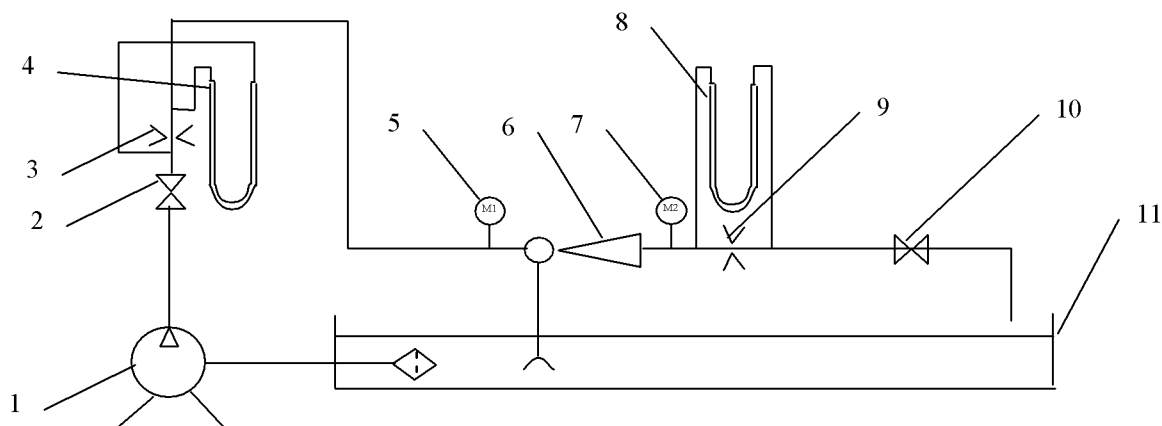


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки

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  $H_1=9\text{ м}$  и расходе  $Q_1=20,5\text{ м}^3/\text{час}$ . 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  $Q_2$  ( $8,2\text{ м}^3/\text{час}$  для камеры смешивания квадратного сечения и  $4,1\text{ м}^3/\text{час}$  – для круглой). Увеличение коэффициента  $\beta$  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  $d_n=12\text{ мм}$ , 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  $d_o=19\text{ мм}$ , второго насадка –  $d_o=26\text{ мм}$ . В экспериментах использовались камеры смешивания постоянного и переменного сечения. Диаметр камеры переменного сечения увеличивался с  $40\text{ мм}$  до  $50\text{ мм}$  на расстоянии  $l_k/2$ , а потом снова уменьшался до  $40\text{ мм}$ . Длина камеры оставалась неизменной и составляла  $240\text{ мм}$ . Проведение экспериментальных испытаний работы гидроэлеватора с применением многосопловых насадков и камеры смешивания квадратного сечения планируются в

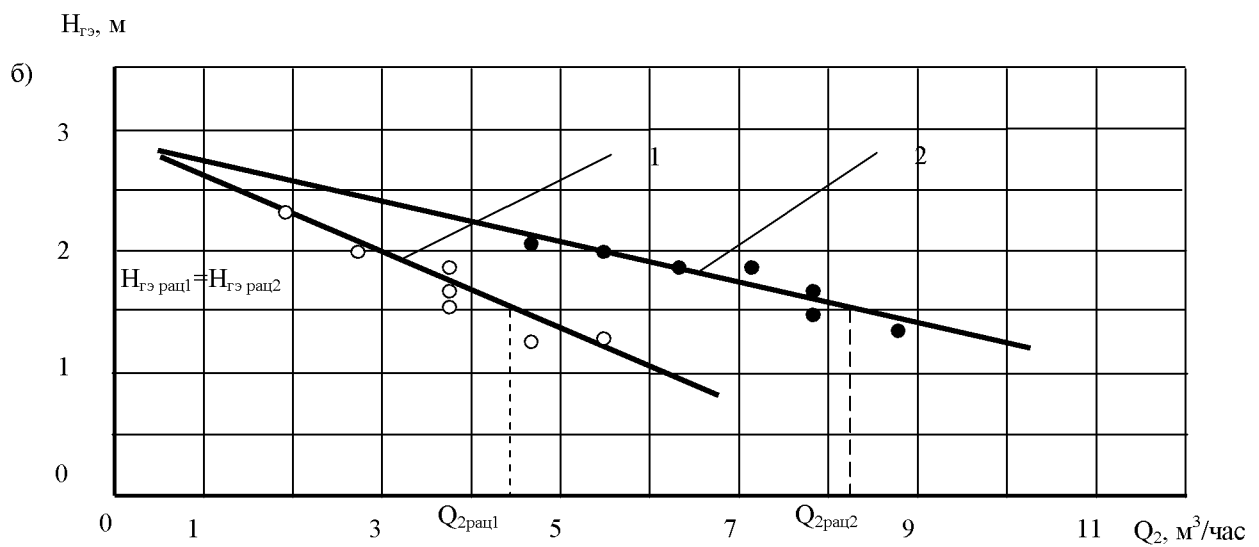
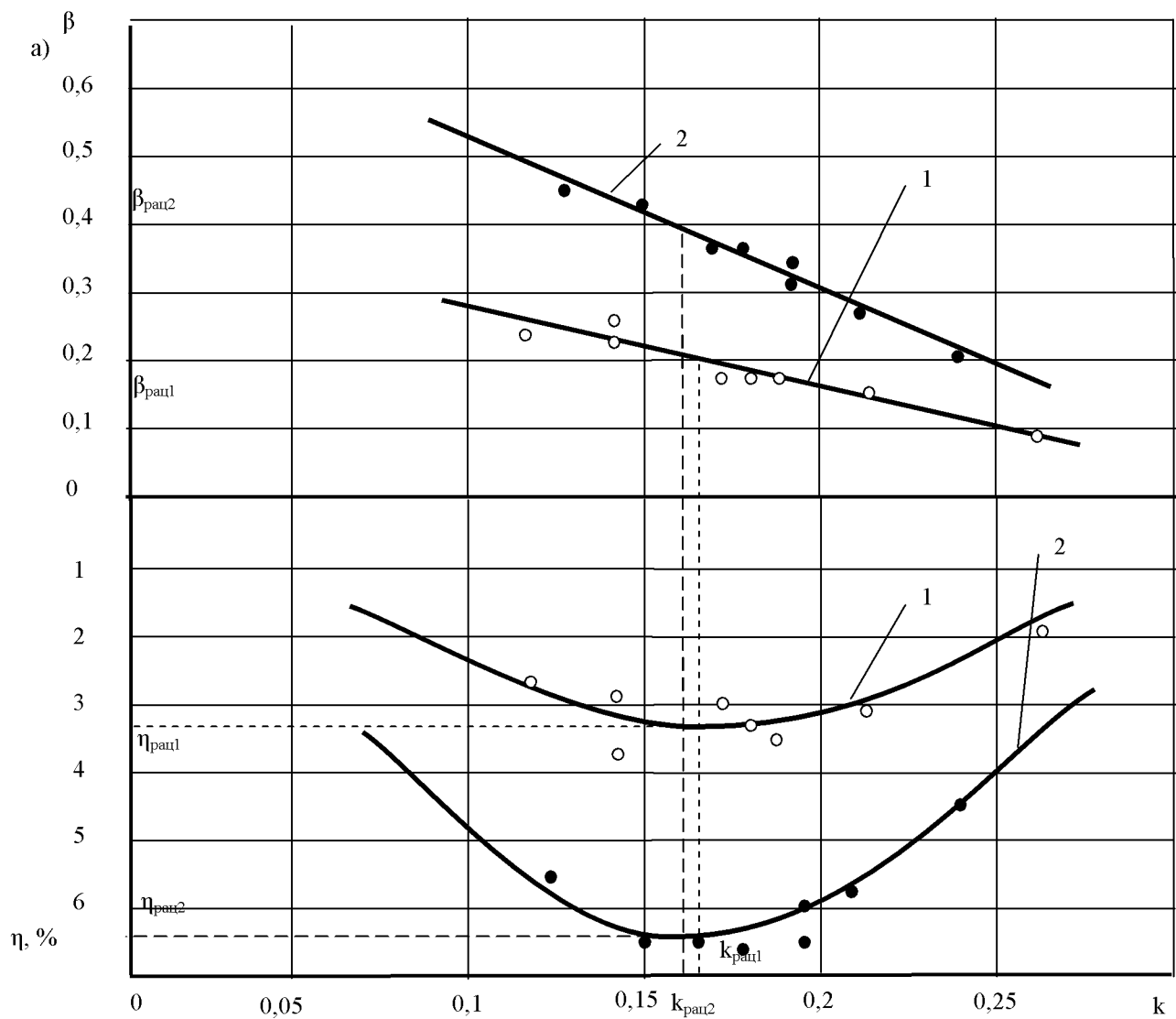


Рисунок 2 – Характеристики односуплового гидроэлеватора с камерой смешивания квадратного и круглого сечения

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  $d_o = 26\text{ мм}$  на 40% ниже, чем при применении насадка с  $d_o = 19\text{ мм}$  (3,9% и 5,4% соответственно). Рациональные значения коэффициентов напора и подмешивания также отличаются от аналогичных параметров гидроэлеватора с многосопловым насадком с меньшим значением  $d_o$ . Так, если значение  $k_{\text{рац}}$  при применении насадка с большим значением  $d_o$  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  $d_o$  (0,24 и 0,33 соответственно) (рисунок 3а). Следовательно, значение расхода подсосываемой жидкости при применении многосоплового насадка с  $d_o = 26\text{ мм}$  также меньше, чем при применении насадка с  $d_o = 19\text{ мм}$ . 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 подсосываемой жидкости  $Q_2$  и, следовательно, коэффициента подмешивания  $\beta$ . 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

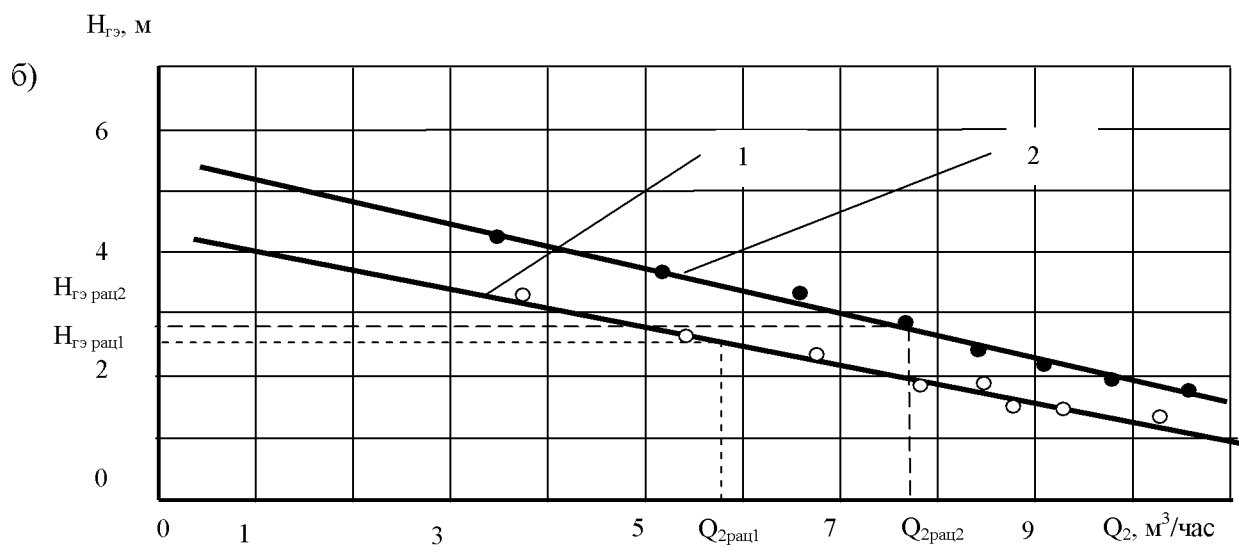
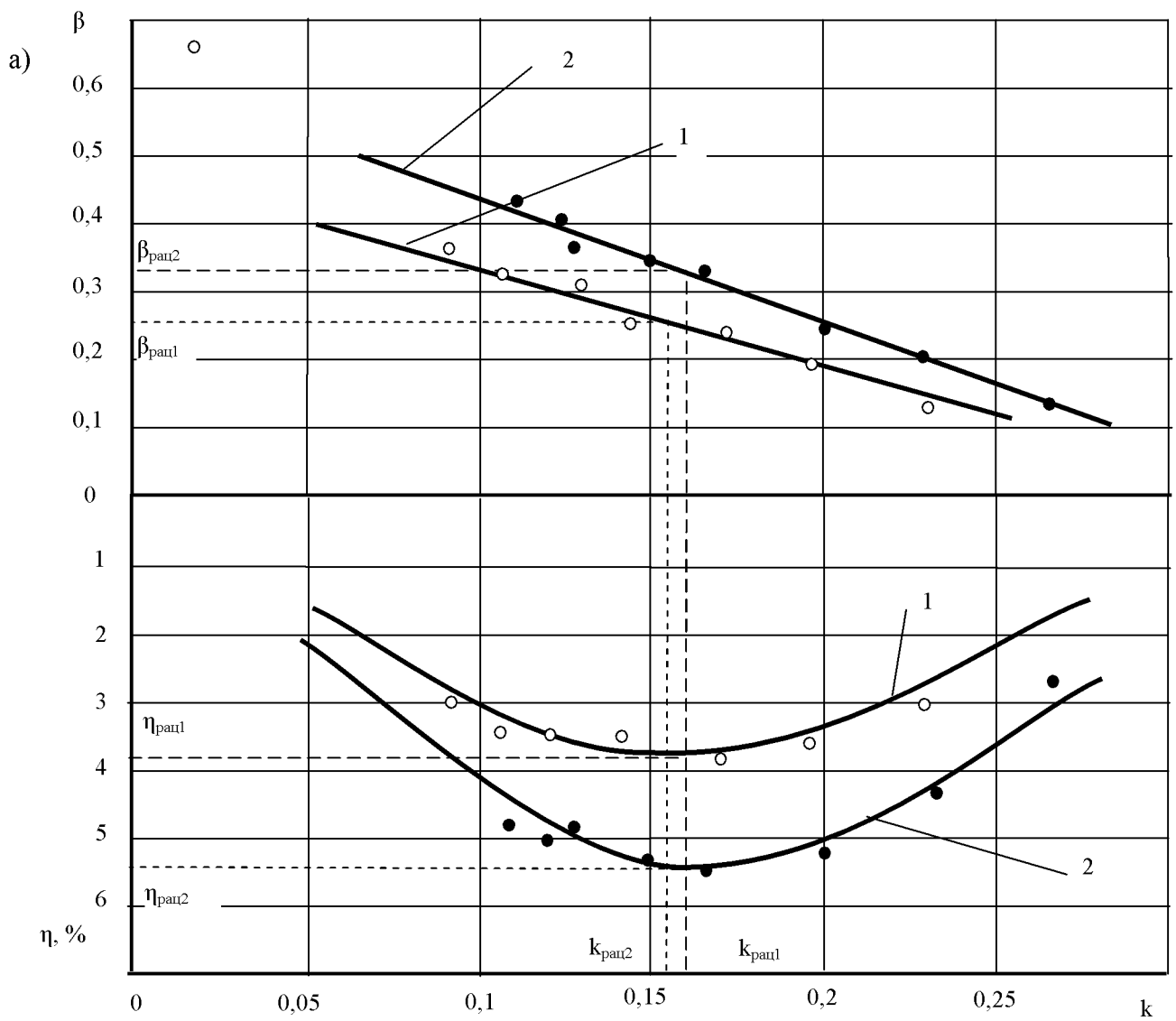


Рисунок 3 – Характеристики многосоплового гидроэлеватора с камерой смешивания круглого сечения:

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

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

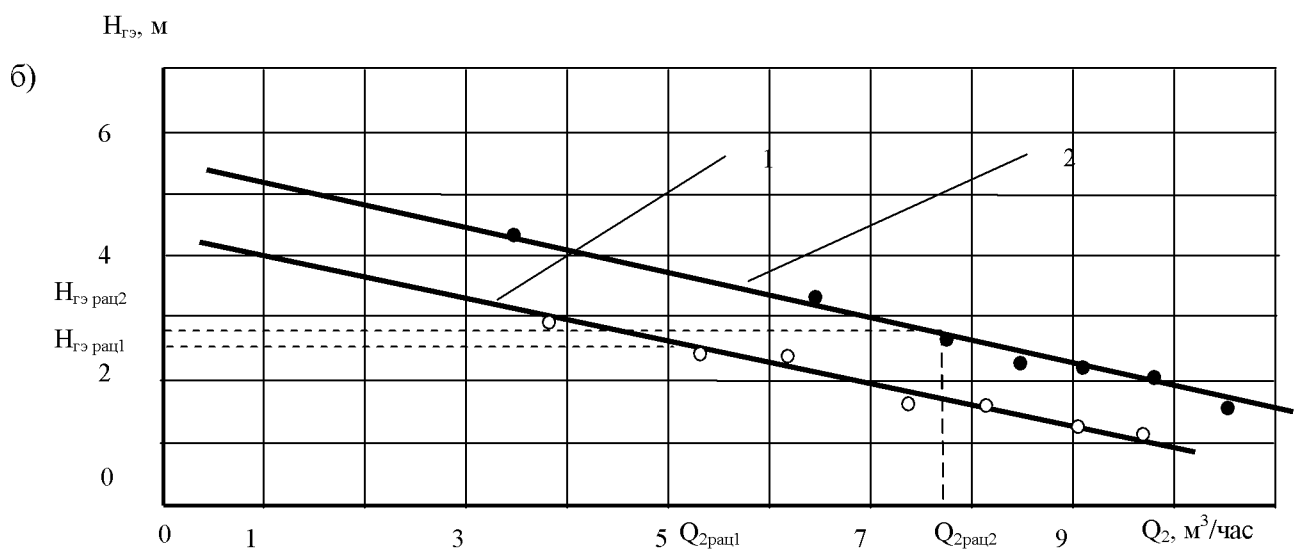
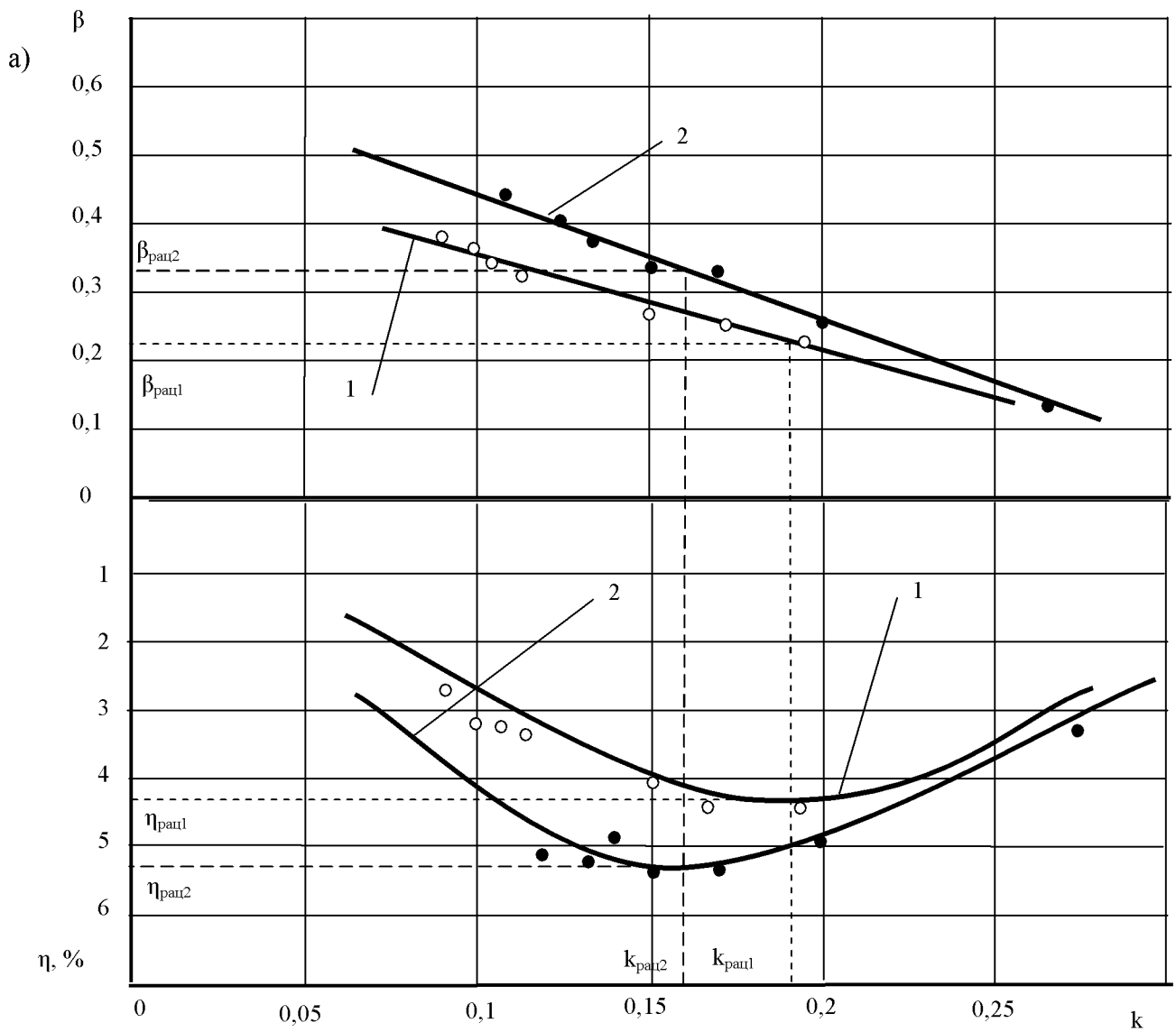


Рисунок 4 – Характеристики односоплового и многосоплового гидроэлеватора с камерой смешивания круглого сечения  
 1 – характеристики односоплового гидроэлеватора; 2 - характеристики многосоплового гидроэлеватора;

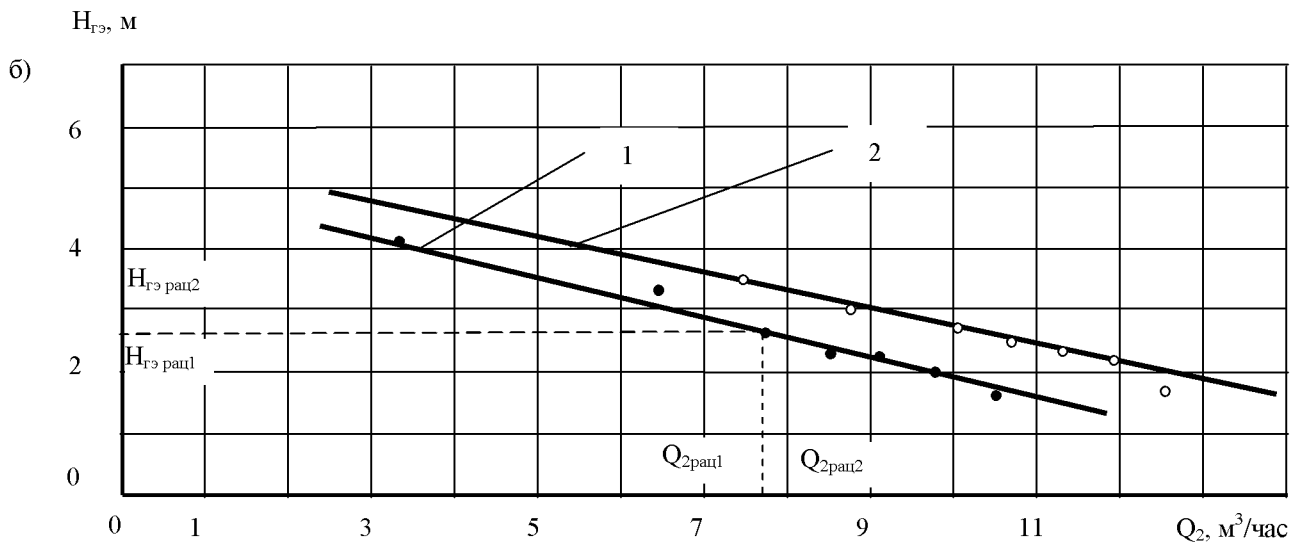
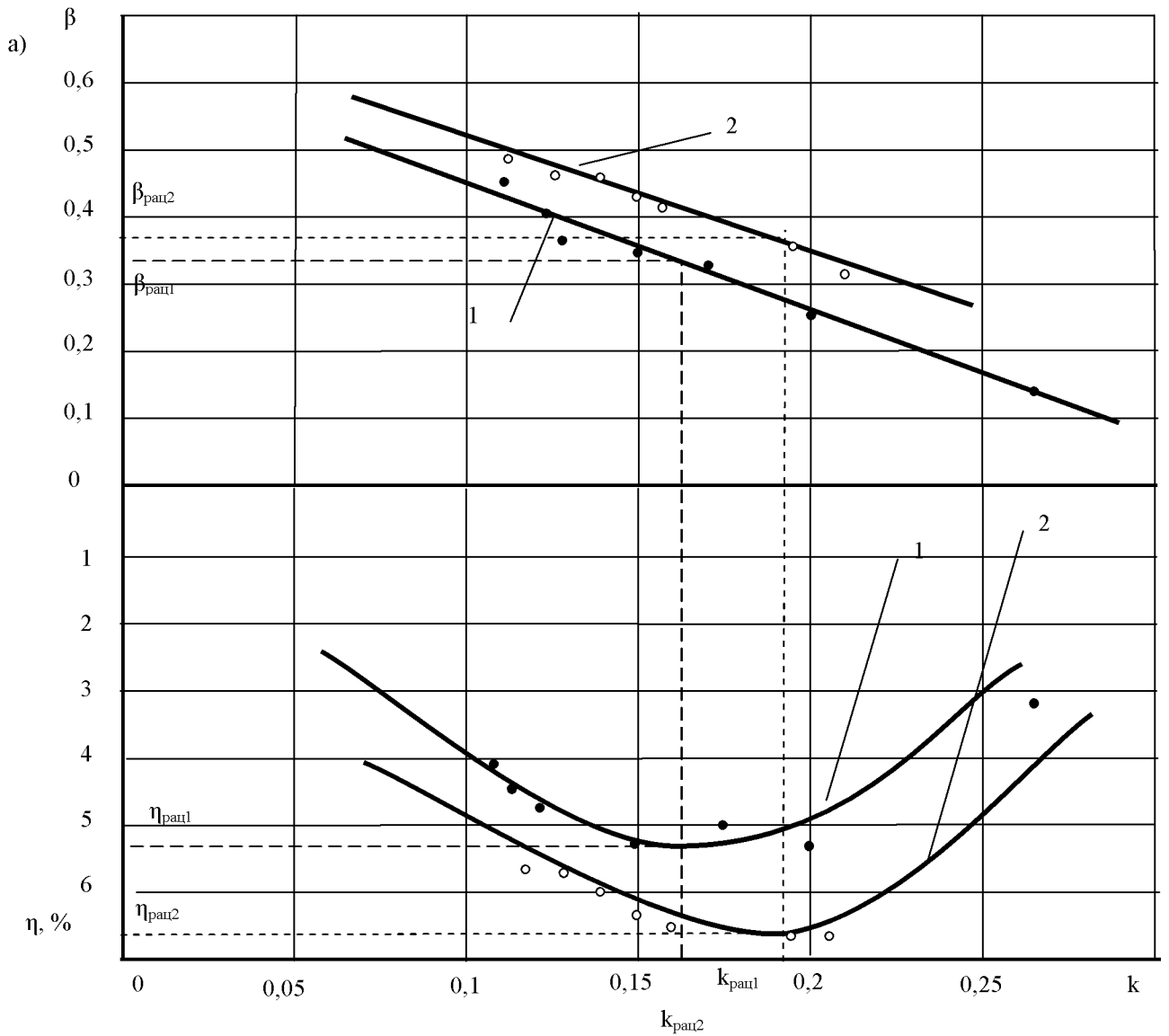


Рисунок 5 – Характеристики многосоплового гидроэлеватора с камерой смешивания переменного и постоянного сечения  
 1 – характеристики гидроэлеватора с камерой смешивания постоянного сечения  
 2 - характеристики гидроэлеватора с камерой смешивания переменного сечения

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 подсосываемой 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.