

## ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНТАКТНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГАЗА (ПАРА) С ЖИДКОСТЬЮ

С целью интенсификации процесса массообмена в последние годы разработано и исследовано множество конструкций контактных устройств, принцип действия которых основан на прямоточном взаимодействии газа (пара) с жидкостью. Однако из-за основного недостатка, присущего данному типу конструкций: повышенного расхода энергии на транспортировку газового потока — немногие конструкции прямоточных устройств (ПУ) нашли практическое применение. Этот недостаток относится и к ранее разработанным барботажно-прямоточным контактным устройствам (БПУ), включающим барботажную тарелку в сочетании с прямоточными сепарационными элементами [1–3], хотя последние по эффективности массопереноса выгодно отличаются от ПУ.

В настоящей работе представлены результаты исследований, разработанных БПУ со сравнительно небольшим гидравлическим сопротивлением. На рис. 1 схематично изображены контактные устройства, установленные по высоте аппарата 1. Устройство включает барботажную тарелку 2 и сепарационные элементы 3. Последние состоят из колпачков 4, выполненных в виде круглой (вариант а) или многогранной (вариант б) форм и установленных с зазором со стаканами 5, в верхних торцах которых расположены завихрители 6. Контакт газа (пара) с жидкостью может осуществляться как при низких скоростях газа, так и при высоких. В первом случае наблюдается типичный режим барботажа, во втором — жидкость подхватывается газовым потоком, проходящим через барботажную тарелку, диспергируется и уносится в сепарационные элементы, где при помощи завихрителей отбрасывается на стенки колпачков и стекает на тарелку.

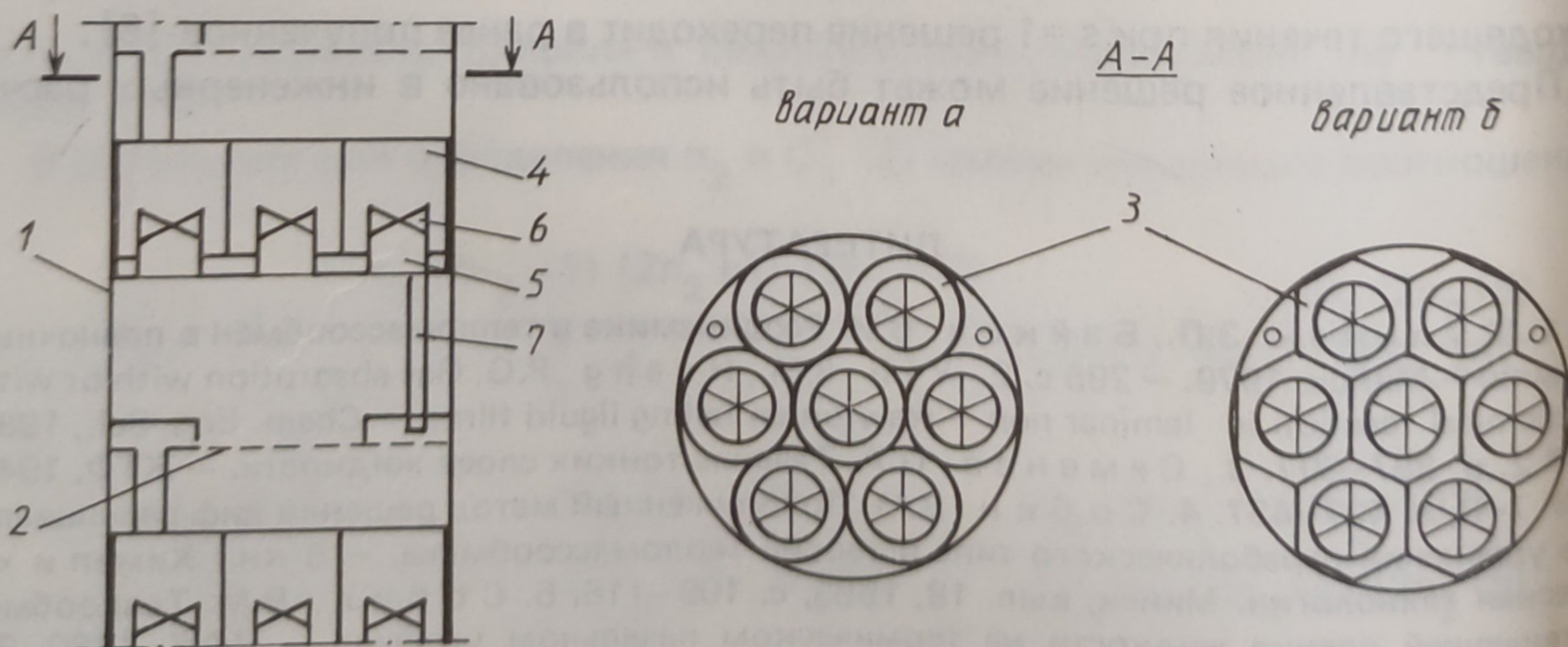


Рис. 1. Барботажно-прямоточное контактное устройство: 1 — корпус аппарата; 2 — барботажная тарелка; 3 — сепарационные элементы; 4 — колпачок; 5 — стакан; 6 — завихритель; 7 — переливное устройство.

Рис. 2. Зависимость потерь давления  $\Delta P$  от скорости газа:  
 1 —  $q = 0$ ; 2 — 21,1; 3 — 44 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>ч.  
 ● — для шестигранных колпачков; ○ — для круглых колпачков.

Отличие предлагаемой конструкции от известной [1] заключается в следующем:

1) сепарация жидкости происходит в противоточном режиме, следовательно, энергия газа не затрачивается на транспортировку закрученной жидкостной пленки;

2) допустимые нагрузки по жидкости значительно выше по сравнению с ПУ, разделение фаз в которых осуществляется в режиме прямотока;

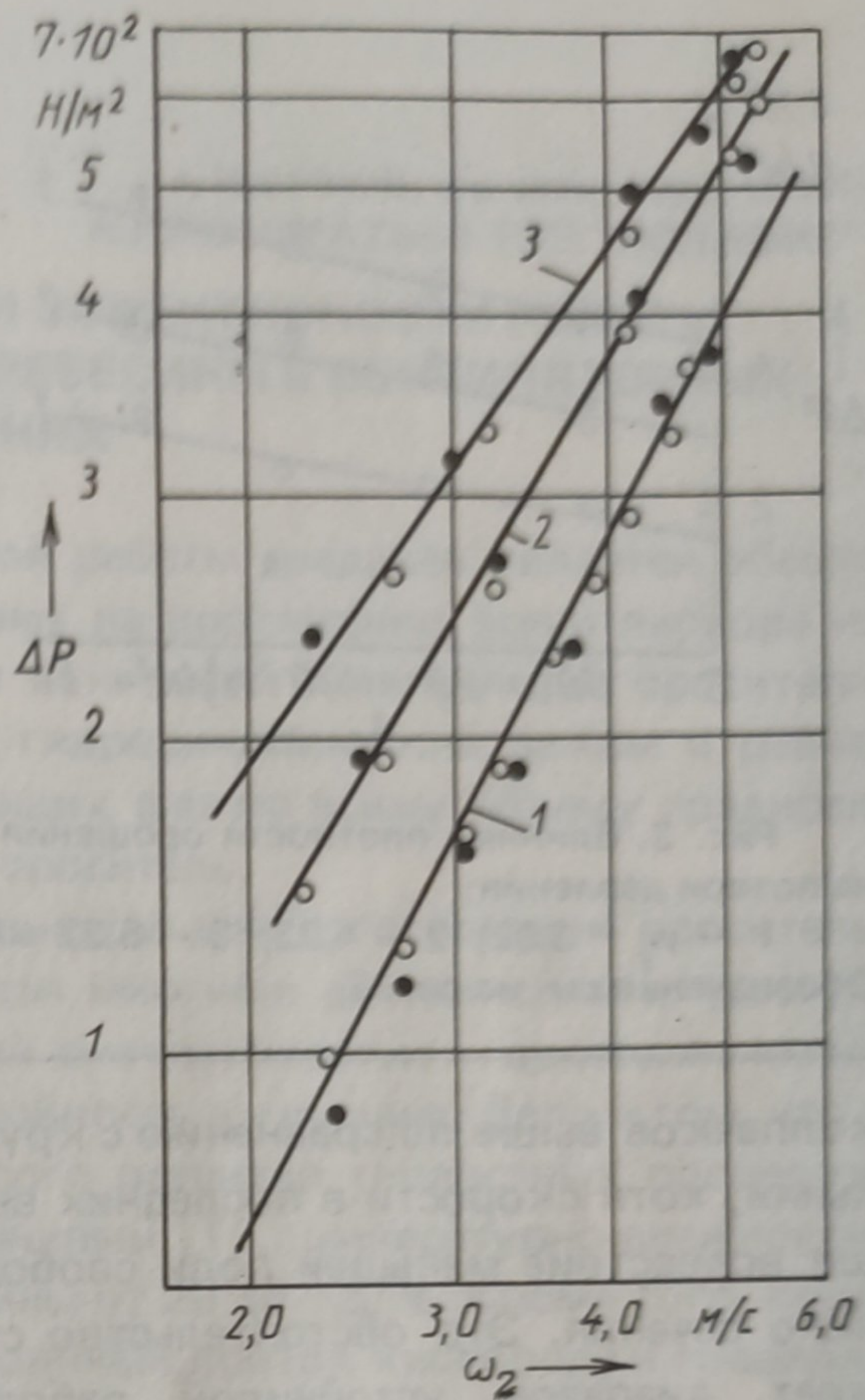
3) сепарационные элементы расположены вплотную друг к другу.

Экспериментальные исследования проводились по замеру гидравлического сопротивления сепарационных элементов, а также величины межтарельчатого уноса для колпачков круглой и шестигранной форм с постоянной долей

живого сечения стаканов (отношение суммарной площади сечения стаканов к площади сечения аппарата 0,53). Число сепарационных элементов принято равным 6. Причем, поскольку элементы располагались вплотную друг к другу и к обечайке корпуса аппарата, обеспечивалась максимальная площадь сечения колпачков для прохода газа (для круглых колпачков отношение площади сечения колпачков к площади сечения составляло 0,73, для шестигранных — 0,78). Диаметр аппарата — 0,2 м, число лопаток в завихрителе — 6, угол наклона лопаток — 35°, отношение площадей сечения стакана и колпачка — 0,68 (для круглых колпачков) и 0,72 (для шестигранных), отношение высоты колпачка (от верхнего торца стакана) к его диаметру — 1,3, высота стакана равнялась его диаметру.

На рис. 2 показано влияние скорости  $w_r$  (в м/с) на гидравлическое сопротивление БПУ. Из данных графика видно, что потери давления для обоих вариантов исполнения колпачков, как для "сухих" элементов, так и для орошаемых практически одинаково. С увеличением жидкостных нагрузок наблюдается рост гидравлического сопротивления (рис. 3), однако для исследуемого диапазона изменения газожидкостных нагрузок оно намного ниже по сравнению с элементами [1—3] и не превышает 980 н/м<sup>2</sup>.

Результаты по изучению величины межтарельчатого уноса представлены на рис. 4, где показано влияние плотности орошения жидкости на величину относительного уноса. Из рис. 4 следует, что при одинаковых скоростях газового потока на полное сечение аппарата величина уноса для шестигранных



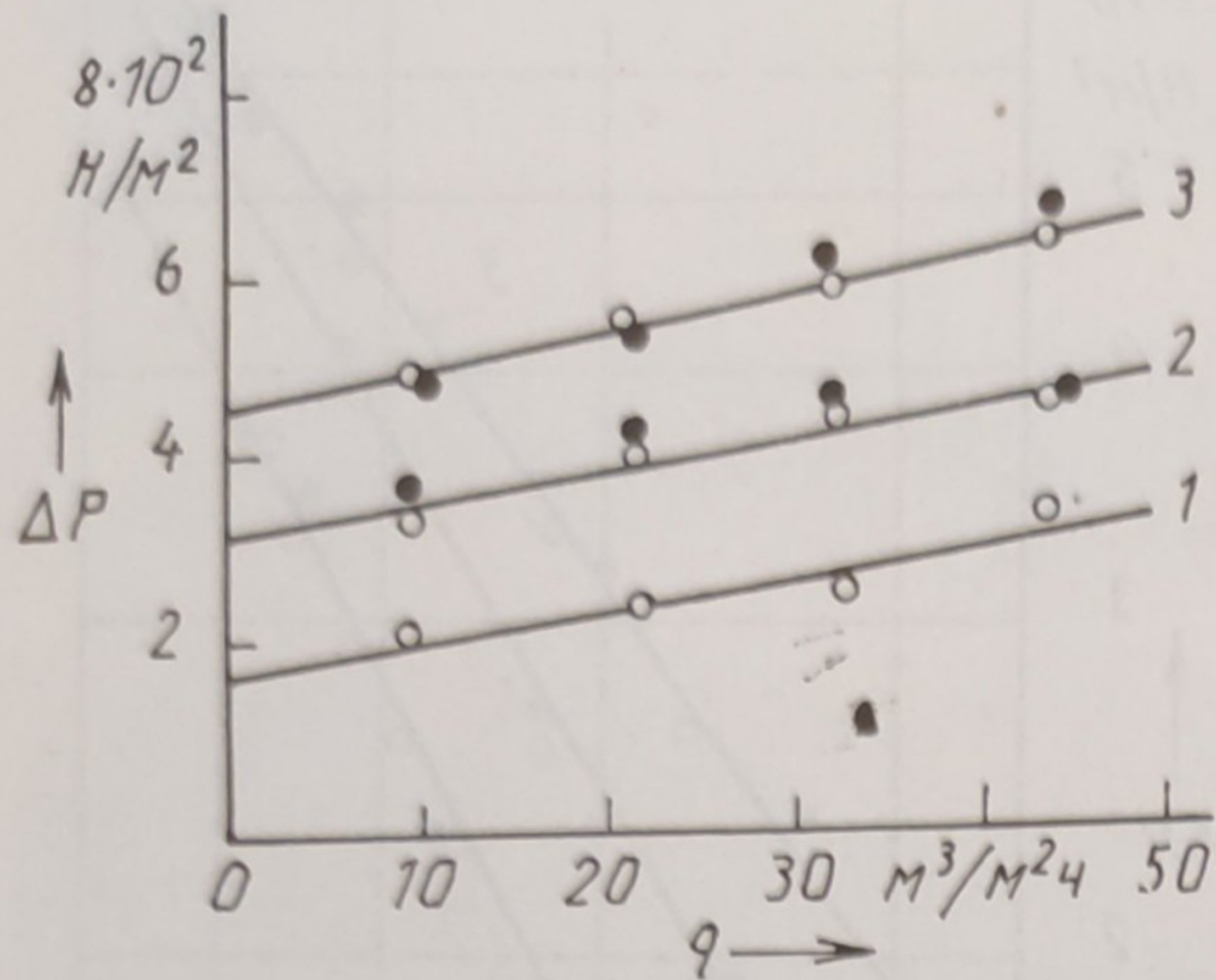


Рис. 3. Влияние плотности орошения  $q$  на потери давления:  
 1 —  $w_r = 3,32$ ; 2 — 4,23; 3 — 5,22 м/с.  
 Обозначения см. на рис. 2.

колпачков выше по сравнению с круглыми, хотя скорости в последних выше вследствие меньшей доли свободного сечения. Это обстоятельство сужает диапазон устойчивой работы конструкции аппарата с сепарационными элементами шестигранной формы и, следовательно, в ряде случаев применение их нецелесообразно.

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования показали, что БПУ, выполненные в виде барботажной тарелки (например, ситчатой) и сепарационных элементов с круглыми колпачками с точки зрения гидродинамических характеристик, а также технологичности изготовления, выгодно отличаются от БПУ с шестигранными колпачками. Что же касается сравнения эффективности массопереноса разработанной конструкции и ПУ, то ранее проведенный анализ результатов исследований [1] позволяет предположить массоперенос для БПУ более интенсивным.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Марков В.А. Разработка и исследование высокоскоростного аппарата для сушки газа: Автореф. дис... канд. техн. наук. — М., 1977. — 24 с. 2. А.с. 247227 (СССР). Контактное устройство для проведения процесса массообмена/В.А.Астахов и др. — Оpubл. в Б.И., 1969, № 22. 3. Карпович А.И. Разработка, исследование и практическое применение барботажно-прямоточных контактных устройств: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Минск, 1975. — 24 с.

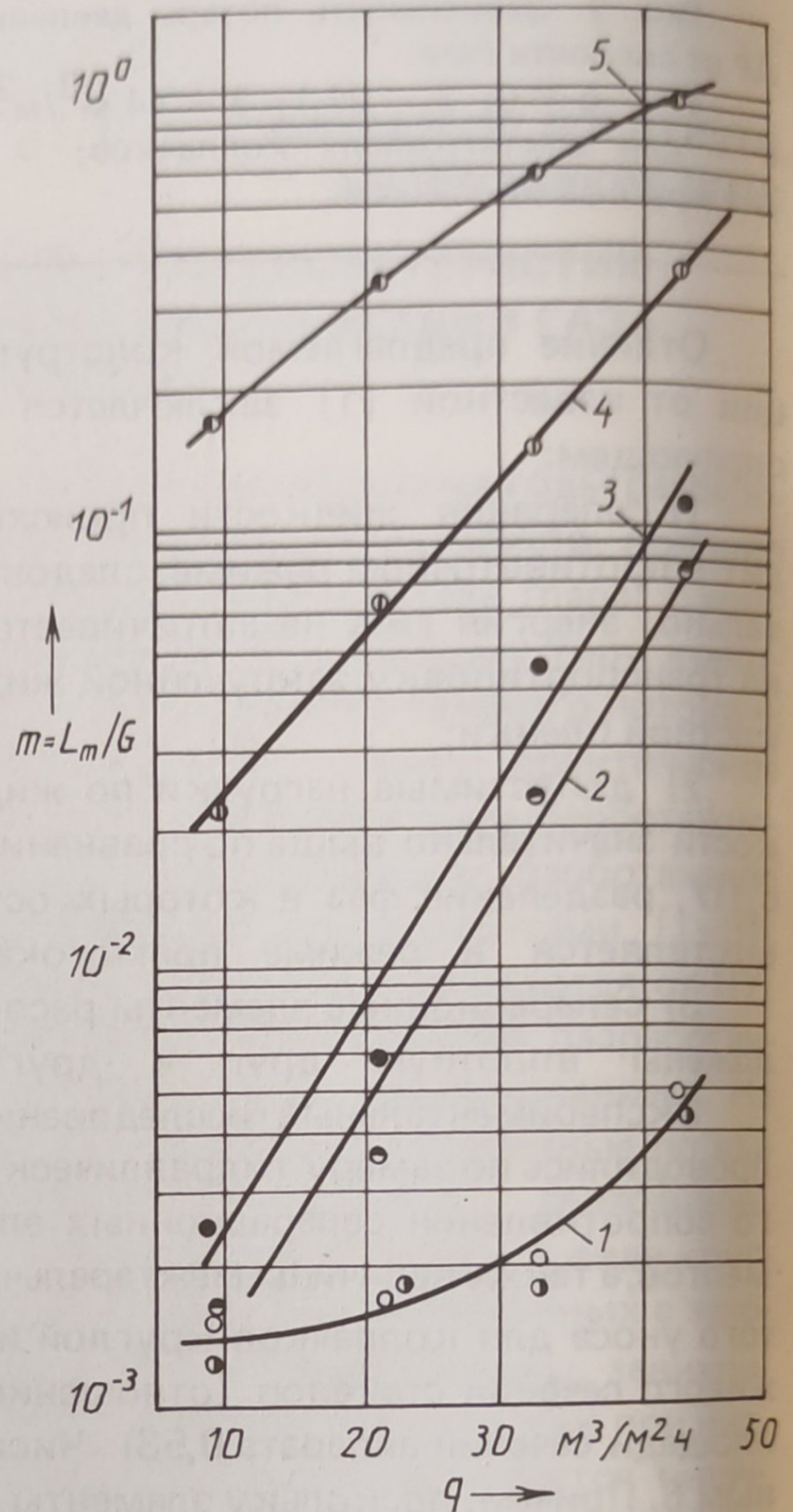


Рис. 4. Влияние плотности орошения на величину относительного уноса  $m$ . Для элементов с круглыми колпачками,  $w_r$  в м/с:  
 1 —  $\circ$  — 3,32;  $\bullet$  — 4,23; 2 —  $\bullet$  — 5,22;  
 3 —  $\bullet$  —  $w_r = 5,44$ . Для шестигранных колпачков: 4 — 4,23; 5 — 5,52 м/с.