

В.И. Маяк, В.И. Матрозов

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ КОНТАКТА ФАЗ  
В АППАРАТЕ С ПСЕВДООЖИЖЕННОЙ ШАРОВОЙ НАСАДКОЙ

Аппараты с псевдоожигенной шаровой насадкой характеризуются высокой объемной интенсивностью процесса массообмена. Но отсутствие достаточного количества данных о величине

поверхности контакта фаз в таких аппаратах не позволяет выявить, в какой мере возрастание интенсивности происходит за счет роста поверхности контакта, а в какой — за счет интенсификации самого процесса массообмена.

Для выяснения этого вопроса была исследована зависимость величины поверхности контакта фаз в аппарате с псевдоожиженной шаровой насадкой от некоторых факторов. Исследование проводили в колонне диаметром 120 мм, снабженной двумя дырчатые тарелками, имеющими свободное сечение 50,6%. Расстояние между тарелками составляло 600 мм. На нижнюю тарелку загружали слой шаров диаметром 10 мм из вспененного полиэтилена, плотность которых была равна  $820 \text{ кг/м}^3$ . Высота слоя в неподвижном состоянии составляла 60 мм. Верхняя тарелка служила распределителем жидкости. Сама колонна была изготовлена из органического стекла. Для получения сравнительных данных в этой же колонне и при тех же условиях проведены опыты без насадки, когда тарелки работали как простые проваль-ные.

Опыты проводили в диапазоне изменения скорости газа от 2 до 4,5 м/с при плотности орошения  $32 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$  и выше. Так как наличие твердой фазы исключало возможность применения оптических методов фотографирования, отражения или деполяризации света, то поверхность контакта определяли химическим способом — путем хемосорбции  $\text{CO}_2$  из смеси с воздухом едкого натра [1]. Одновременно определяли коэффициент массоотдачи в газовой фазе при испарении воды из раствора щелочи.

Концентрацию  $\text{CO}_2$  в воздухе поддерживали в пределах 1,7 — 2% об., а раствора  $\text{NaOH}$  — 1,8 н. При этих условиях коэффициент массоотдачи в жидкой фазе не зависел от гидродинамики и определялся выражением

$$\beta_x' = \sqrt{k C_V D_a}, \quad (1)$$

где  $k$  — константа скорости реакции,  $\text{м}^3/\text{кмоль} \cdot \text{с}$ ;  $C_V$  — концентрация активной части поглотителя,  $\text{кмоль}/\text{м}^3$ ;  $D_a$  — коэффициент диффузии  $\text{CO}_2$  в растворе  $\text{NaOH}$   $\text{м}^2/\text{с}$ .

Из экспериментов определяли произведения коэффициентов массопередачи на поверхность контакта  $kF$  при абсорбции  $\text{CO}_2$  щелочью и произведения коэффициентов массоотдачи в газовой фазе на ту же поверхность  $\beta_y F$  при испарении воды. Последние пересчитывали на  $\text{CO}_2$  путем введения поправки на отноше-

ние коэффициентов диффузии  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  в воздухе.

Поверхность контакта определяли из выражения

$$F = \frac{m}{\beta_x' \left( \frac{1}{kF} - \frac{1}{\beta_y F} \right)}, \quad (2)$$

где  $m$  -- коэффициент распределения  $\text{CO}_2$ , а  $\beta_x'$  -- величина коэффициента массоотдачи в жидкой фазе, рассчитанного по формуле (1).

Концентрацию  $\text{CO}_2$  в газовой фазе на входе в аппарат определяли оптико-акустическим газоанализатором. Отбор проб жидкости для анализа производили из-под верхней и нижней тарелок. Содержание водяных паров установили путем отсасывания газа из-под нижней и верхней тарелок психометрами Ассмана. Содержание гидроокиси и общую щелочность раствора находили путем титрования проб 2Н-раствором  $\text{HCl}$  в присутствии фенол-фталейна с последующим добавлением 10% раствора  $\text{BaCl}_2$  для осаждения ионов  $\text{CO}_3$  и вторичным титрованием раствором  $\text{HCl}$  в присутствии метилоранжа.

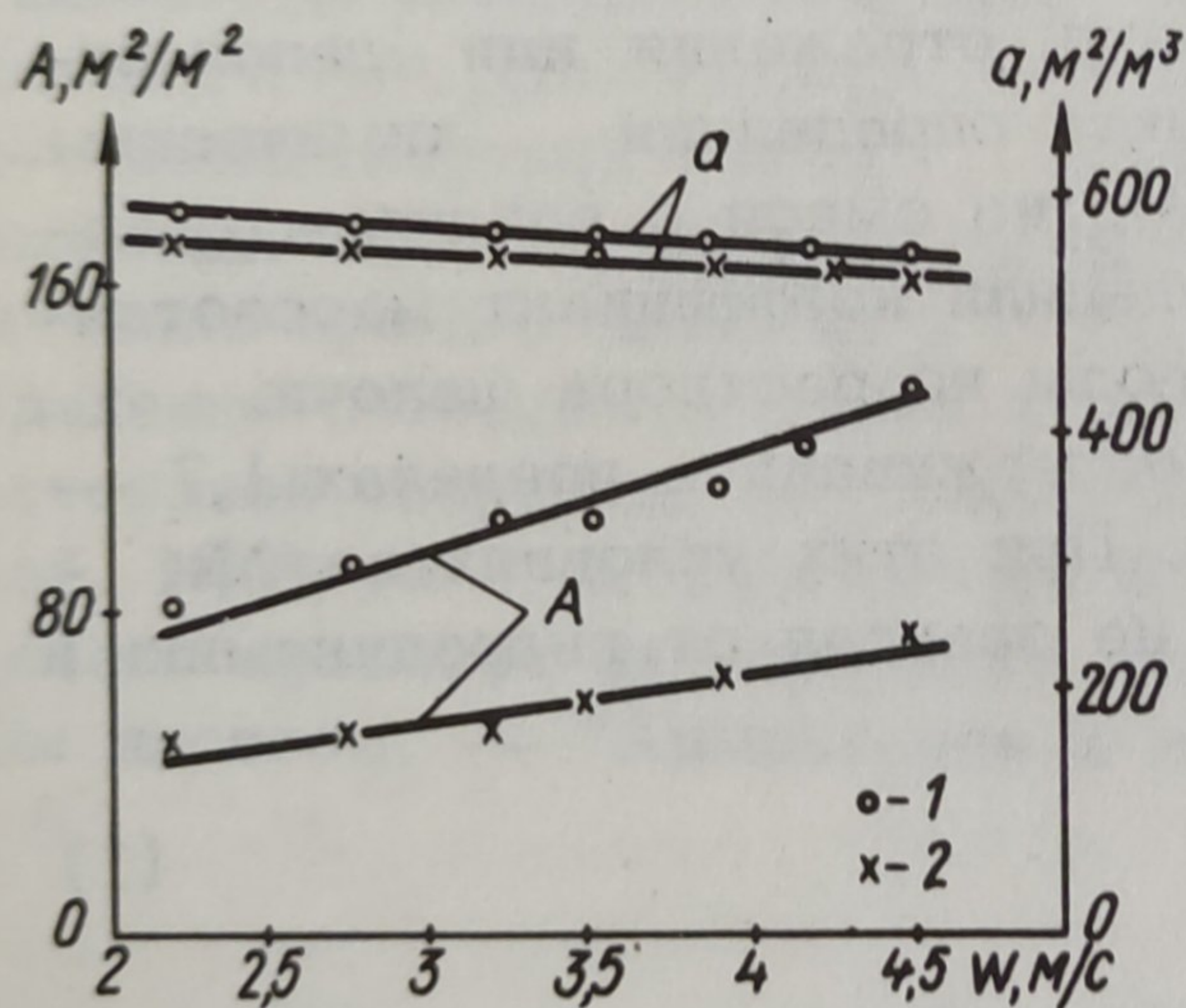


Рис. 1. Зависимость удельной поверхности контакта фаз от скорости газа: 1 — с насадкой, 2 — без насадки.

Константу скорости реакции вычисляли по уравнению Аррениуса и концентрации раствора. Величину коэффициента распределения принимали с учетом высаливающего эффекта. Движущую силу процесса рассчитывали исходя из условия полного перемешивания в жидкой фазе и полного вытеснения -- в газовой.

Результаты опытов представлены на рис. 1--3. Так, на рис. 1 дана зависимость величины поверхности контакта, приходящейся на единицу площади тарелки --  $A$ , от скорости газа  $w$  при

плотности орошения  $L = 32$  для тарелки с насадкой и без нее. Как видно из графика, наличие шаровой насадки приводит к возрастанию этой величины. На том же рисунке нанесена зависимость поверхности контакта, приходящейся на единицу объема псевдооживленного слоя —  $a$ . Оказывается, что наличие шаровой насадки очень мало увеличивает эту поверхность и возрастание величины  $A$  связано с возрастанием высоты псевдооживленного слоя. Отсюда следует, что увеличение объемной интенсивности процесса в колонне с насадкой определяется главным образом увеличением интенсивности собственно процесса массообмена. Это хорошо иллюстрируется рис. 2, на котором нанесены значения коэффициентов массоотдачи в газовой фазе —  $\beta_u$  при испарении воды.

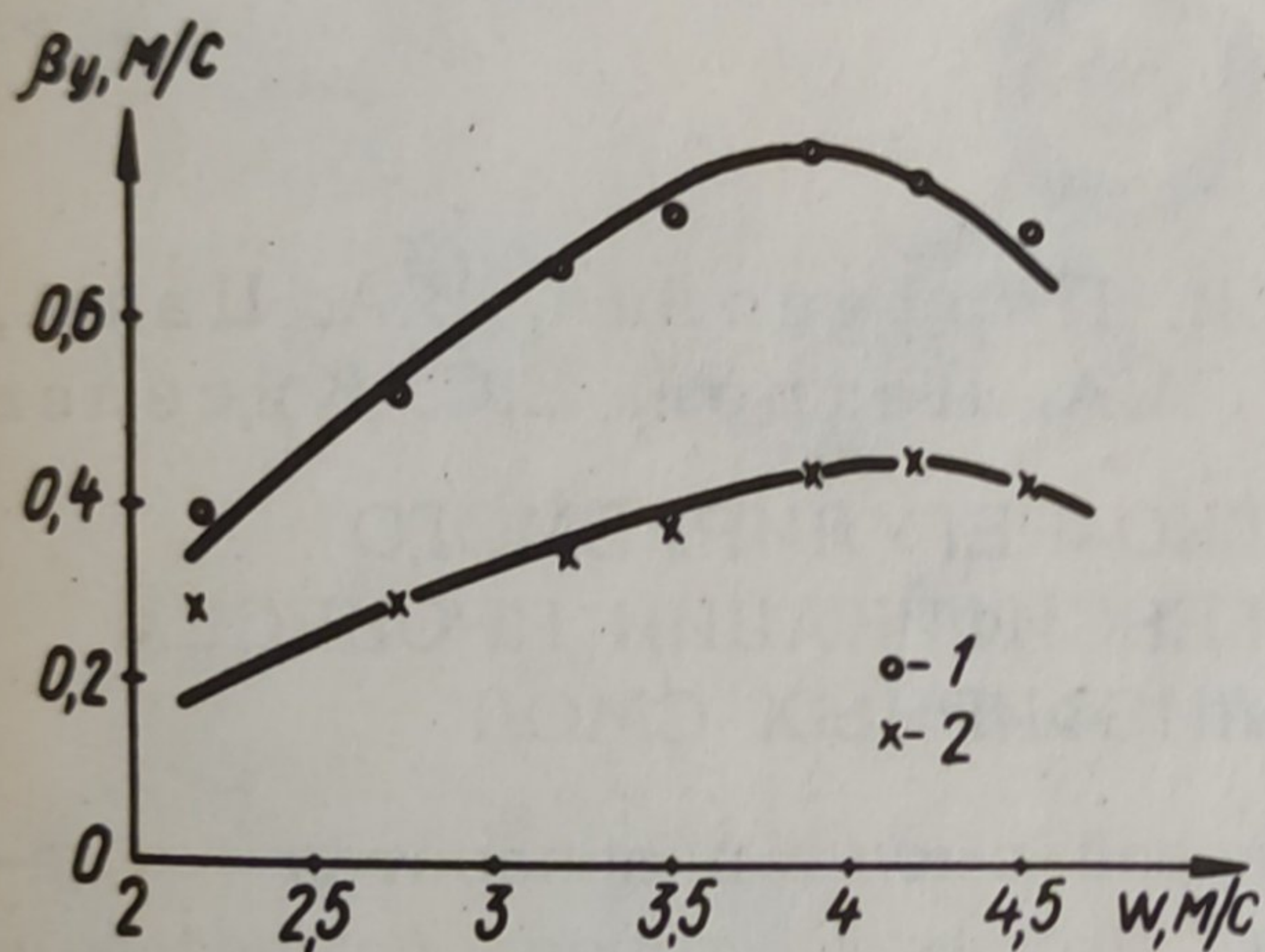


Рис. 2. Зависимость коэффициента массоотдачи в газовой фазе от скорости газа (усл. обозначения см. на рис. 1).

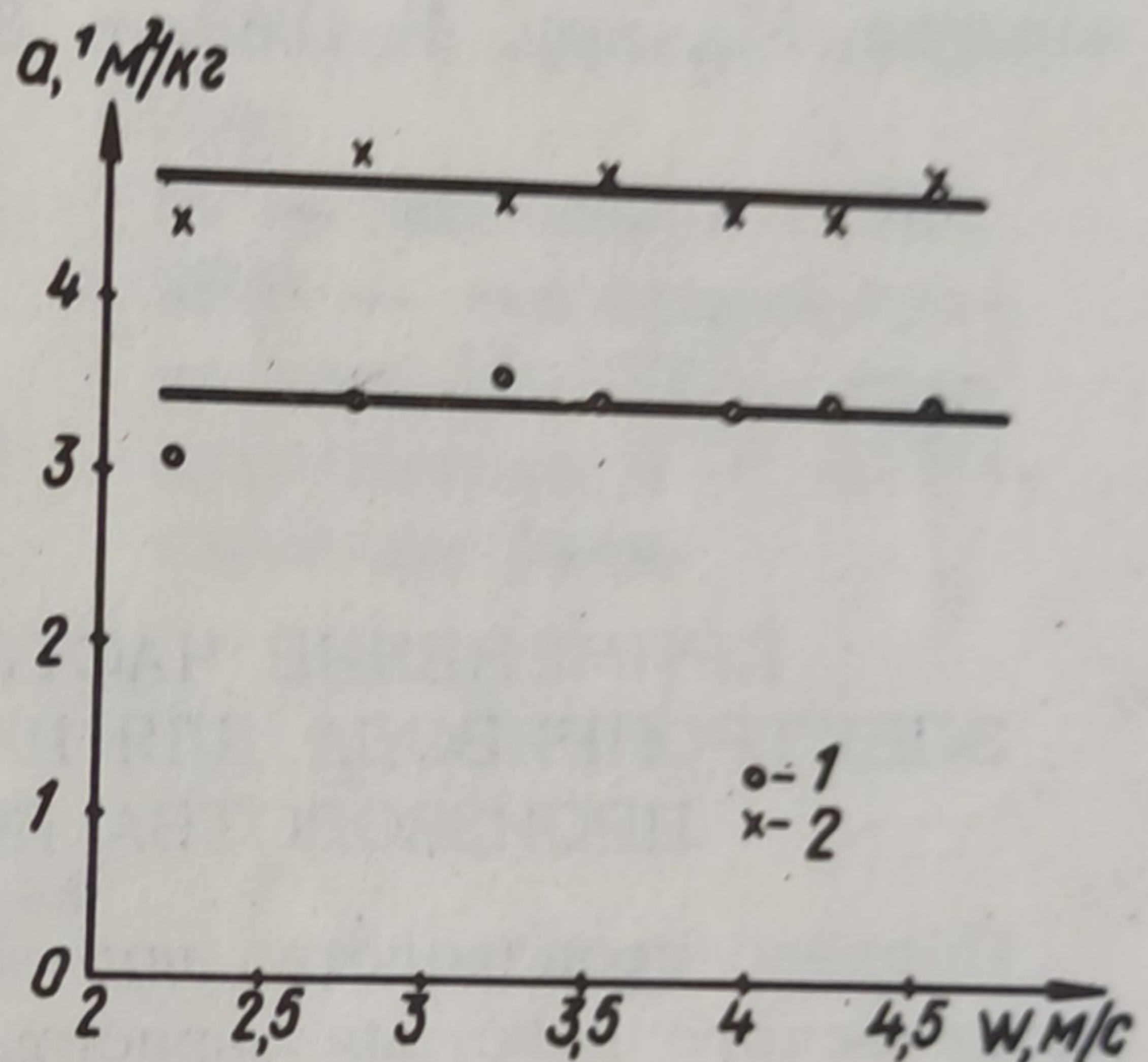


Рис. 3. Зависимость величины поверхности контакта, приходящейся на единицу массы удерживаемой жидкости, от скорости газа (усл. обозначения см. на рис. 1).

Интересно сделать еще одно сопоставление. На рис. 3 нанесены зависимости величины поверхности контакта, развивающейся из каждого килограмма удерживаемой жидкости —  $a^1$ . Количество удерживаемой жидкости рассчитывали по формулам, приведенным в работе [2]. Оказывается, что наличие насадки приводит к уменьшению величины поверхности контакта, приходящейся на единицу массы жидкости, и рост поверхности отстает от роста количества удерживаемой жидкости. Этим, в частности объясняется тот факт, что удельное сопротивление, т.е. сопро-

тивление, приходящееся на единицу переноса, для тарелок с насадкой выше, чем для простых провальных. Даже значительное повышение коэффициента массоотдачи не перекрывает отставания в росте величины поверхности контакта от роста сопротивления, определяемого суммарной массой удерживаемой жидкости и насадки.

#### Л и т е р а т у р а

1. Родионов А.И., Винтер А.А. Исследование химическим методом поверхности контакта фаз на ситчатых тарелках. — "Изв. вузов СССР. Серия "Химия и химическая технология", 1967, т. 10, вып. 1, с. 102. 2. Маяк В.И., Матрозов В.И. О гидравлическом сопротивлении тарельчатых колонн с псевдооживленной насадкой. — В сб.: Теоретические основы химической технологии. М., вып. 1, 1969, т. 3, с. 79.