

УДК 66.021.3

М.В.САМОЙЛОВ, Э.И.ЛЕВДАНСКИЙ, канд. техн. наук,  
И.М.ПЛЕХОВ, д-р техн. наук (БТИ)

## ИССЛЕДОВАНИЕ МАССООБМЕНА В АППАРАТЕ ДЛЯ ОЧИСТКИ ГАЗОВ

Применение интенсивных массообменных аппаратов для очистки выхлопных газов при производстве минеральных удобрений — один из путей решения проблемы сокращения выброса вредных веществ в атмосферу [1].



В лабораторных условиях были проведены исследования по массообмену в аппарате для очистки газов [2]. Он состоит из цилиндрического корпуса с патрубками подвода и вывода газов, штуцера слива жидкости, многощелевого оросителя с отбойными элементами, установленного по центру аппарата, спиральной вставки, проходящей по всей его высоте. В аппарате осуществляется в целом противоточное контактирование газа и жидкости.

Исследования проводились на модели диаметром 150 мм, высота контактной части которой (а соответственно, и спиральной вставки) составляла 310 мм. Ороситель равномерно распределял жидкость по высоте контактной части на три потока, образуя три факела распыла жидкости.

Изучение массообмена осуществлялось на двух системах газ — жидкость в условиях, при которых можно пренебречь сопротивлением одной из фаз. Для определения эффективности массообмена в жидкой фазе проводились опыты по десорбции углекислого газа из воды воздухом, в газовой фазе — по испарению воды в воздух. В первом случае можно было пренебречь сопротивлением газовой фазы, во втором — жидкой [3].

Опыты велись в одинаковых гидродинамических условиях.

В ходе исследований геометрические параметры спиральной вставки изменялись в следующих пределах: угол подъема спирали  $\alpha = 20:50^\circ$ ; отношение наружного диаметра спирали к ее внутреннему  $D_n/D_{вн} = 1,5:4$ .

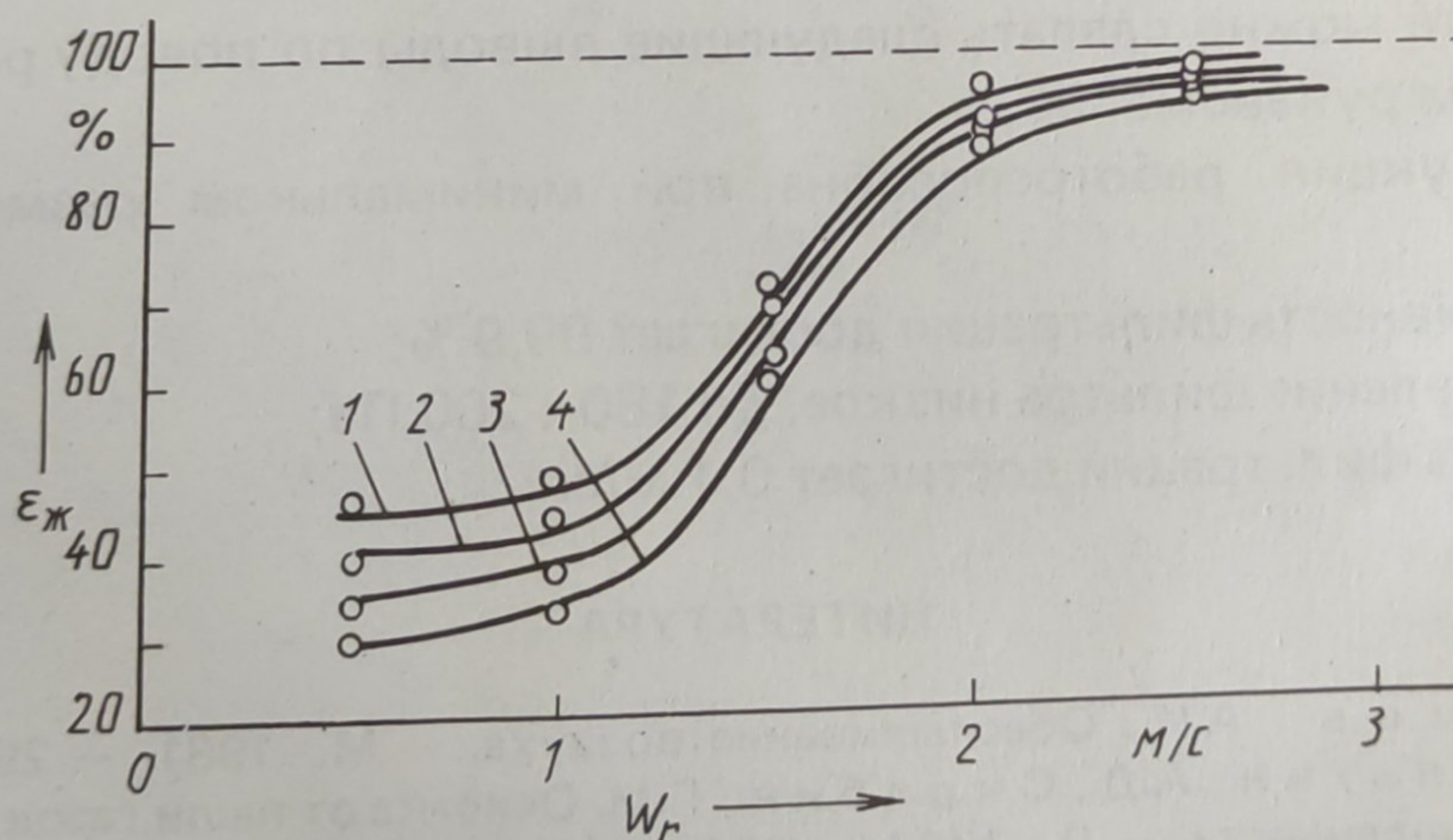


Рис. 1. Зависимость эффективности массообмена в жидкой фазе от скорости газового потока  $w_g$  и плотности орошения  $q$ :

$$\alpha = 30^\circ; D_n/D_{вн} = 4,0; 1 - q = 4,72 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}; 2 - q = 7,08 \cdot 10^{-3}; 3 - q = 9,28 \cdot 10^{-3}; 4 - q = 13,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}.$$

Скорость воздуха на сечение аппарата  $W_g$  изменялась в пределах 0,5÷5,5 м/с, плотность орошения  $q = 4,7 \cdot 10^{-3} \div 13,7 \cdot 10^{-3} = \text{м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$ .

В ходе исследования выявлено три режима работы аппарата. Первый ( $W_g = 1,0 \div 1,5$  м/с) характеризуется невысокими значениями эффективности массообмена в контактном объеме аппарата, второй ( $1,5 < W_g < 5$  м/с) — интенсивным контактированием газа и жидкости во всем контактном объеме аппарата. При этом наблюдается рост эффективности массообмена в соответствии с ростом скорости газа. Третий режим — режим уноса жидкости восходящим га-



зовым потоком за пределы контактной части аппарата (контактирование газа и жидкости происходит в объеме аппарата над контактной частью). Начало этого режима колеблется в пределах  $W_r = 2,0 : 5,5$  м/с в зависимости от геометрии спиральной вставки.

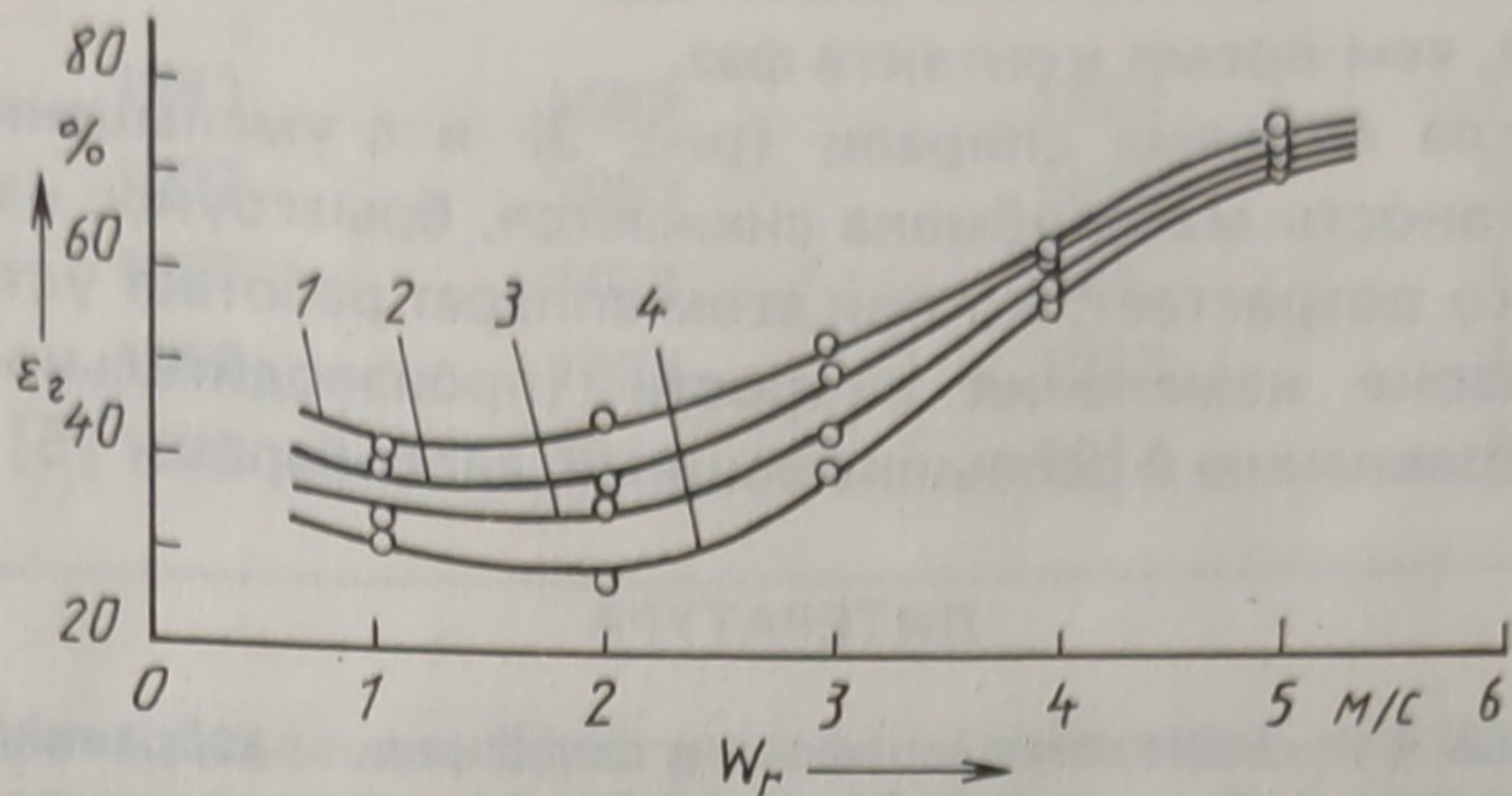


Рис. 2. Зависимость эффективности массообмена в газовой фазе от скорости газового потока  $w_r$  и плотности орошения  $q$ :

$\alpha = 35^\circ$ ;  $D_H/D_{BH} = 2,0$ . Обозначения 1–4 см. на рис. 1.

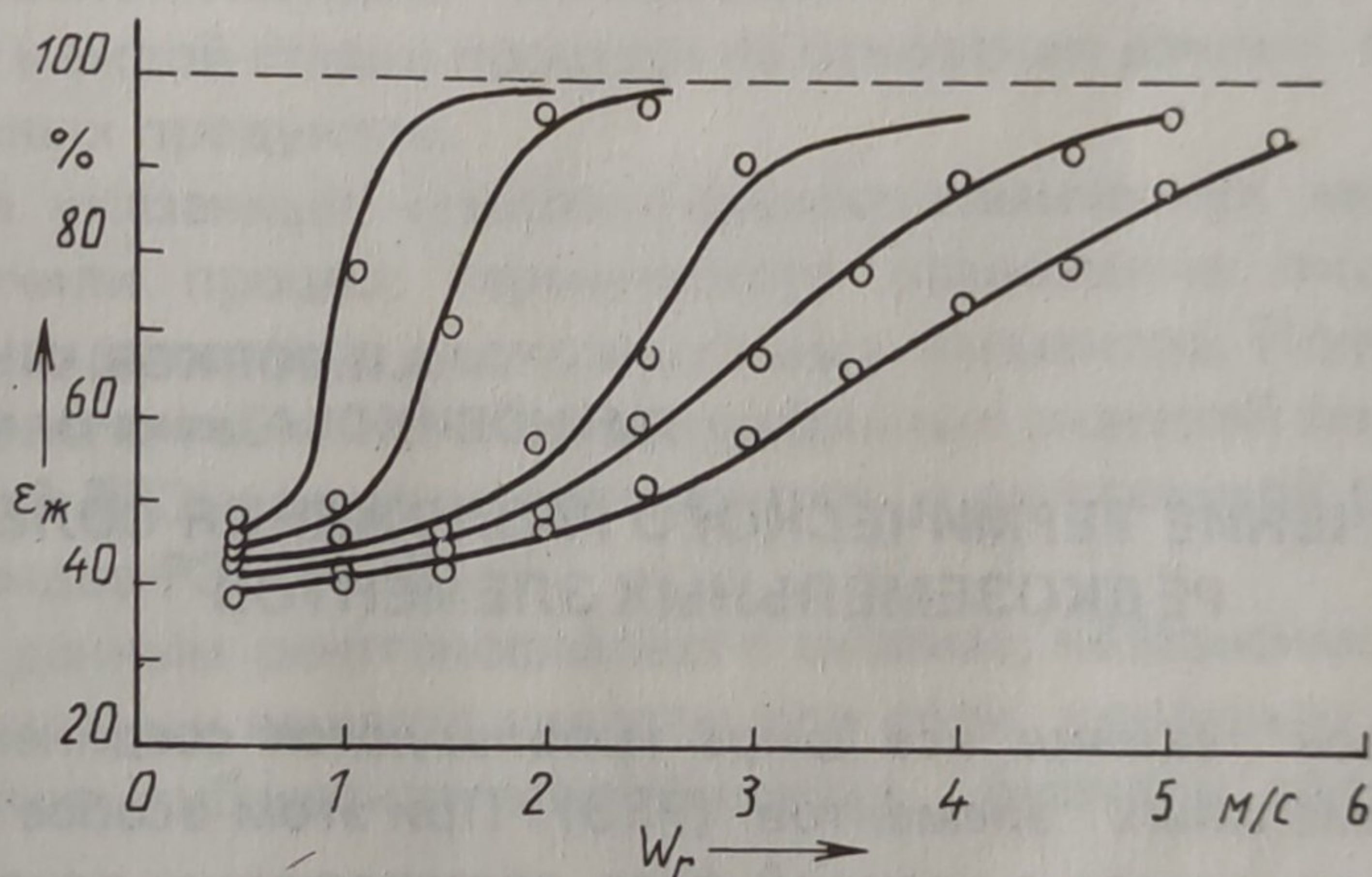


Рис. 3. Зависимость эффективности массообмена в жидкой фазе от угла подъема спиральной вставки:

$D_H/D_{BH} = 4$ ;  $q = 4,72 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$ ; 1 –  $\alpha = 20^\circ$ ; 2 –  $\alpha = 30^\circ$ ; 3 –  $\alpha = 40^\circ$ ; 4 –  $\alpha = 45^\circ$ ; 5 –  $\alpha = 50^\circ$ .

При неизменной геометрии спиральной вставки выявлена зависимость эффективности массообмена в газовой  $\epsilon_r$  и жидкой  $\epsilon_{ж}$  фазах от скорости газа в аппарате и плотности орошения. С ростом плотности орошения эффективность массообмена в жидкой фазе снижается (см. рис. 1). Достоверность этих данных нашла подтверждение в литературе [4]. При десорбции  $\text{CO}_2$ , с ростом плотности орошения воздуху приходится взаимодействовать с большим количеством жидкости. При этом уменьшается время контакта фаз. Эффективность массообмена в газовой фазе с ростом плотности орошения увеличивается (рис. 2).



Интересно отметить, что во втором и третьем режимах работы аппарата влияние плотности орошения на эффективность массообмена значительно ниже, чем в первом. Это обусловлено прежде всего тем, что увеличение поверхности контакта фаз за счет интенсивного дробления жидкости закрученным газовым потоком с ростом скорости газа оказывает на эффективность массообмена большее влияние, чем время контакта фаз.

С ростом угла подъема спирали (рис. 3) и с уменьшением отношения  $D_n/D_{вн}$  эффективность массообмена снижается, брызгоунос из реакционного объема несколько возрастает, но при этом аппарат работает устойчиво в более широком диапазоне изменения скорости (производительность возрастает в 2,5–3 раза по сравнению с распыливающими адсорберами [5]).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Очистка газов в производстве фосфора и фосфорных удобрений/Под ред. Э.Я.Тарата. — Л., 1979. — 208 с.
2. Заявка № 3528100/23-26. Аппарат для очистки газов/И.М.Плехов, Э.И.Левданский, М.В.Самойлов, В.И.Цвикевич. Полож. реш. от 27.12.83.
3. Р а м м В.М. Абсорбция газов. — М., 1976. — 656 с.
4. С л о б о д я н и к Н.П., Г р и г о р ь е в Л.Г. Исследование гидродинамики и массопередачи на кольцевых пластинчатых тарелках. — Изв. вузов. Сер. пищевая технология, 1966, № 3, с. 151.
5. Г а л к и н Н.П., З а й ц е в В.А., С е р е г и н М.Б. Улавливание и переработка фторсодержащих газов. — М., 1975. — 240 с.