

**ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРА И РЕЖИМА ДВИЖЕНИЯ
ВЗВЕШИВАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗАКОНОМЕРНОСТИ
ПСЕВДООЖИЖЕНИЯ**

А. Д. АЛЕКСЕЕВ

(Представлена научной итоговой конференцией химико-технологического факультета)

В работе [1] проведен качественный анализ влияния характера движения газа через пористые среды с точки зрения эффективности его воздействия на материал и высказано предположение о том, что нестационарные движения газа через слой вызовут его кипение при меньших по сравнению со стационарными расходах взвешивающей среды. Для подтверждения справедливости этого положения проведены исследования при стационарном $f = 0$ и синусоидально-пульсирующем характерах движения взвешивающей среды. В качестве материалов приняты воздушносухие гранулированные препараты, выпускаемые Томским химико-фармацевтическим заводом, и зерна мака. Основные характеристики материалов приведены в табл. 1. Описание установки и методики эксперимента приведены в работе [1].

Удельные нагрузки материала на решетку составляли $346 \div 693 \text{ н/м}^2$.

Установлено, что при продувке как свободно насыпанного, так и предварительно уплотненного слоя стационарным потоком воздуха имеется зона скоростей, в которой возможно устойчивое псевдоожигение. Основную группу исследованных материалов составляют многокомпонентные полидисперсные смеси, и их переход в кипящее состояние происходит постепенно, по мере увеличения расхода взвешивающей среды. В первый момент взвешиваются мелкие и легкие компоненты, скорость витания которых меньше скорости потока, в то время как основная масса материала остается неподвижной.

Псевдоожигение фармпрепаратов сопровождается выдуванием легких компонентов в верхние участки слоя и образованием сквозных каналов, препятствующих взвешиванию тяжелых и крупных. Если скорость потока достигает величины, достаточной для разрушения каналов, то это вызывает интенсивное кипение всего материала. Работа при повышенных скоростях сопровождается образованием крупных газовых пузырей, выбросом частиц за пределы слоя, уносом мелких и легких компонентов и изменением минералогического состава.

Основная часть опытов с нестационарным потоком проводилась на частотах 3,35 и 10 гц. Внешняя картина поведения слоя при этом существенно отличается от той, которая наблюдается при воздействии на него невозмущенным потоком. В начальный период, пока скорость потока невелика, видимых изменений в состоянии слоя не наблюдается. Последующее увеличение скорости, а следовательно, и интенсивности динамических воздействий вызывает колебания частиц, находящихся

Таблица 1

Характеристики исследованных материалов и результаты эксперимента

Параметр		Материал						
		пиркофен 1	пиркофен 2	пиркофен 3	ПАСК	дорматол	викалин	зерна мака
Размер частиц, мм		0,25 ÷ 5,0	0,5 ÷ 5,0	0 ÷ 6,0	0, ÷ 6,0	0, ÷ 6,0	0 ÷ 2,5	0,6 ÷ 1,0
Эффективный диаметр, мм		0,578	1,235	1,8	0,253	0,739	0,18	0,75
Плотность материала, кг/м ³		1245	1245	1295	1807	1250	2670	1200
Насыпная плотность слоя, кг/м ³		457—508	410—462	450—542	563—640	525—550	585—590	622—654
Критерий Архимеда $Ag \times 10^2$		86	837	2700	10,6	181	5,5	181
Оптимальные значения скорости, м/сек	$f = 0$	0,36	0,64	1,01	0,365	0,98	0,35	0,41
	$f = 3,35$	0,156	0,31	0,62	0,15	0,55	0,049	0,25
	$f = 10$	0,14	1,34	0,68	0,15	0,54	0,052	0,26
Оптимальные значения критерия Рейнольдса Re_{opt}	$f = 0$	13,9	52,4	120,6	6,13	48	4,18	20,4
	$f = 3,35$	6,0	25,4	74,2	2,52	27	0,586	12,4
	$f = 10$	5,4	27,9	81,3	2,52	26,5	0,62	12,95
Расширение слоя при Re_{opt}	$f = 0$	1,21	1,145	1,165	1,27	1,265	1,367	1,09
	$f = 3,35$	1,056	1,031	1,092	1,145	1,137	1,26	1,02
	$f = 10$	1,028	1,012	1,01	1,09	1,02	1,15	0,98

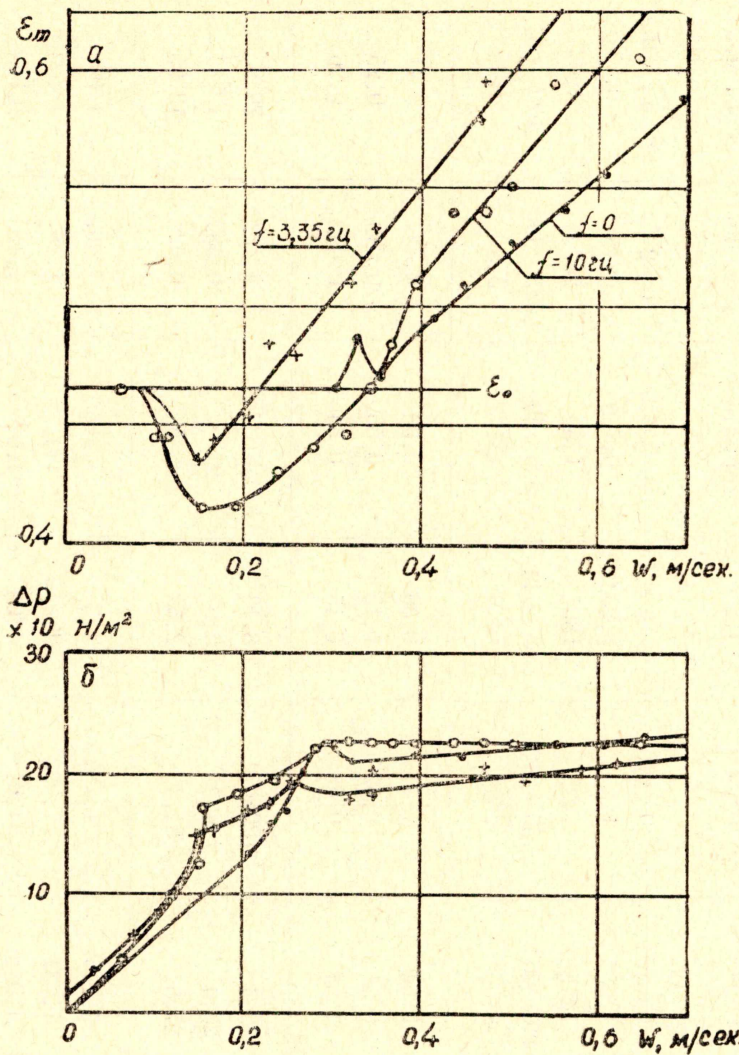


Рис. 1. а) зависимость порозности слоя маковых зерен ϵ_m от скорости в свободном сечении аппарата ω и частоты пульсаций f ; б) изменение сопротивления слоя ΔP при тех же условиях

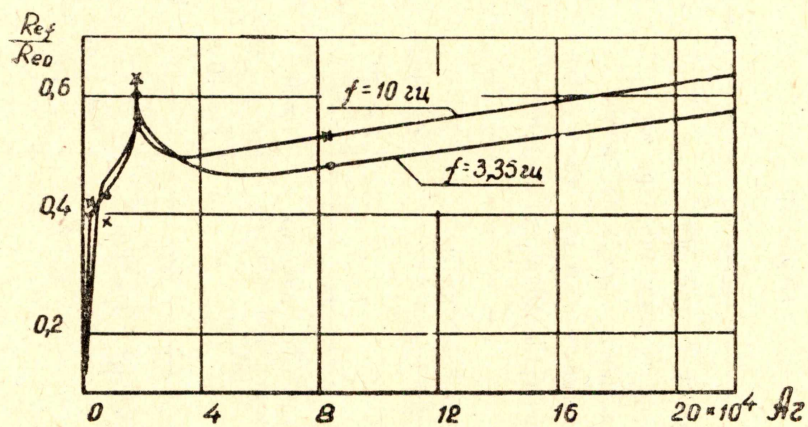


Рис. 2. Графики зависимости эффективности псевдооживления от критерия Архимеда Ar и частоты пульсаций f

вблизи свободной поверхности. Частота колебаний соответствует частоте внешних возмущающих воздействий. Одновременно с колебанием частиц начинается их переукладка, что приводит к уменьшению объема слоя. Уплотнение сопровождается соответствующим увеличением сопротивления. Дальнейшее повышение расхода приводит к более заметному подбрасыванию частиц, и в движение постепенно вовлекаются все большие и большие участки слоя. Такая картина наблюдается до тех пор, пока не начнется подбрасывание всей массы материала, результатом чего является ее отрыв от распределительной решетки и периодическое взвешивание. Этот процесс сопровождается прорывом через слой мелких газовых пузырей, что вызывает перемешивание частиц и способствует стабилизации режима кипения. Сопротивление слоя при увеличении скорости возрастает вплоть до момента, когда в продолжение одного импульса весь слой или значительная его часть не окажется взвешенной большую часть периода. Последующее повышение скорости не вызывает существенных изменений в сопротивлении слоя.

Типичные кривые псевдооживления приведены на рис. 1.

Увеличение удельной нагрузки материала на решетку вызывает незначительное смещение кривой расширения в сторону больших скоростей движения газа. Постепенное уменьшение расхода газа так же смещает кривую расширения в сторону больших скоростей. При полном прекращении подачи воздуха слой оказывается сильно уплотненным.

Осредненные значения величин, характерных для устойчивого режима кипения слоя, приведены в таблице.

Из приведенных данных видно, что численные значения скоростей псевдооживления зависят от характера движения среды. При псевдооживлении стационарным потоком требуются наибольшие расходы взвешивающей среды. Для взвешивания тех же материалов возмущенным потоком требуются меньшие расходы, а степень снижения зависит от свойств и гранулометрического состава слоя. Наибольшее снижение скоростей наблюдается для викалина, характеризующегося многокомпонентностью химического состава и сравнительно небольшими размерами частиц, что ясно видно из рис. 2.

Отклонение от общей закономерности для двух материалов (дорматол, мак) объясняется существенным отличием их свойств от свойств других исследованных материалов.

Обнаруженная тенденция к повышению эффективности нестационарных воздействий при уменьшении размеров частиц представляется весьма важной, так как позволяет осуществлять процессы с тонкодисперсными материалами, обладающими повышенной склонностью к слипанию и образованию каналов.

Выводы

1. Применение низкочастотных синусоидальных воздействий воздушного потока стабилизирует режим псевдооживления зернистых материалов и обеспечивает устойчивое кипение при меньших по сравнению со стационарными расходами взвешивающей среды и меньшем расширении слоя.

2. Эффективность синусоидально-пульсирующих воздействий зависит от гранулометрического состава слоя, свойств материала, частоты пульсаций и практически не зависит от удельной нагрузки материала на распределительную решетку.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Д. Алексеев. Влияние нестационарности газового потока на поведение слоя зернистого материала. Сб. Известия ТПИ, 133, 69—74, 1965.