

**ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРА И РЕЖИМА ДВИЖЕНИЯ
ВЗВЕШИВАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗАКОНОМЕРНОСТИ УНОСА
ФАРМПРЕПАРАТОВ ИЗ КИПЯЩЕГО СЛОЯ**

А. Д. АЛЕКСЕЕВ, Ю. А. ЯНОВИЧ

(Представлена научной итоговой конференцией химико-технологического
факультета)

Необходимость выяснения закономерностей уноса возникла в связи с разработкой проекта установки для сушки препаратов, выпускаемых Томским химико-фармацевтическим заводом. Исследования проводились в коническо-цилиндрическом аппарате периодического действия с диаметром цилиндрической части 60 и высотой 420 мм. Отношение площадей верхнего и нижнего оснований конуса равнялось двум и соответствовало их отношению в спроектированной сушилке. В качестве материалов использовались гранулированные воздушносухие препараты. Предварительно были выяснены особенности псевдоожижения препаратов при воздействии на материалы стационарным и синусоидально-пульсирующим потоками воздуха. По результатам опытов строились кривые псевдоожижения и выбирались условия для исследования уноса.

Целью исследований являлось:

- а) выяснение общей картины, связанной с уносом фармпредпаратов из кипящего слоя при различных условиях проведения процесса;
- б) выяснение возможности распространения имеющихся расчетных методик для количественной оценки уноса;
- в) получение данных, необходимых для расчета системы пылеулавливания импульсной сушилки кипящего слоя.

Основные сведения об условиях проведения опытов, а также полученные результаты приведены в табл. 1.

Максимальные расчетные значения диаметров вынесенных частиц определялись по формулам (1) без учета их формы, а также характера движения взвешивающей среды.

Микроскопический анализ состава уноса проводился по результатам одного опыта для каждого материала.

Из приведенных данных видно, что опытные значения размеров унесенных частиц оказались на 20—30% больше расчетных и относительная разница практически не зависела от характера движения среды. Начальный вес материала во всех опытах принимался равным 75 г. Продолжительность одного опыта составляла 60 минут и принималась со значительным запасом по отношению возможной продолжительности сушки в аппарате кипящего слоя. Изменение веса слоя в результате уноса определялось путем взвешивания уловленного продукта. Продолжительность периода между двумя взвешиваниями составляла 3 минуты.

На рис. 1 приведены кривые уноса викалина, полученные при различных условиях проведения процесса. Для других материалов законо-

Исходные данные и результаты экспериментального исследования уноса фармпрепаратов

Т а б л и ц а 1

№ опыта	Материал	Характер движения среды, g	Скорость в свободном сечении, $м/сек$	Степень расширения слоя	Диаметр унесенных частиц $\times 10^{-6} м$		Потенциал пыли	Запыленность потока $\times 10^{-4} кг/кг$			
					расчетный	эксперимент		эксперимент	расчетная по методике		
									[2]	[3]	[4]
1	ширкофен	$f = 0$	1,28	1,2	315	—	0,057	2,31	1,145	472	5140
2		$f = 3,35$	1,0	1,2	225	290	0,06	4,44	2,45	397	665
3		$f = 10$	1,166	1,2	287	—	0,018	1,96	1,51	333	0,46
4	ПАСК	$f = 0$	0,43	1,61	87,5	124	0,094	9,68	19,0	164,5	922
5		$f = 3,35$	0,34	1,59	78,6	—	0,055	8,63	27,5	48,6	87
6		$f = 10$	0,51	1,68	96,5	—	0,03	17,2	12,0	47,2	71
7		$f = 3,35$	0,24	1,5	66	—	0,032	5,86	40,2	11,25	26
8		$f = 10$	0,25	1,56	67,5	—	0,082	8,35	37,9	1,915	14,5
9	викалин	$f = 0$	0,152	1,13	44	—	0,18	51,0	18,6	34,2	0,513
10		$f = 3,35$	0,02	1,13	15,5	—	0,045	118,6	4,4	0,0847	0,0246
11		$f = 10$	0,032	1,13	19,6	—	0,085	103,4	3,75	0,516	0,0106
12		$f = 3,35$	0,152	1,4	44	62	0,2125	73,0	18,6	43,2	0,574
13		$f = 10$	0,152	1,38	44	—	0,2075	62,8	18,6	41,7	0,566

мерности уноса носят качественно сходный характер. Проведенными исследованиями установлено, что унос мелких и легких компонентов имеет место при всех скоростях и на всех режимах движения взвешивающей среды, вызывающих переход материала в псевдооживленное состояние. Унос продолжается на протяжении всего периода продувки слоя,

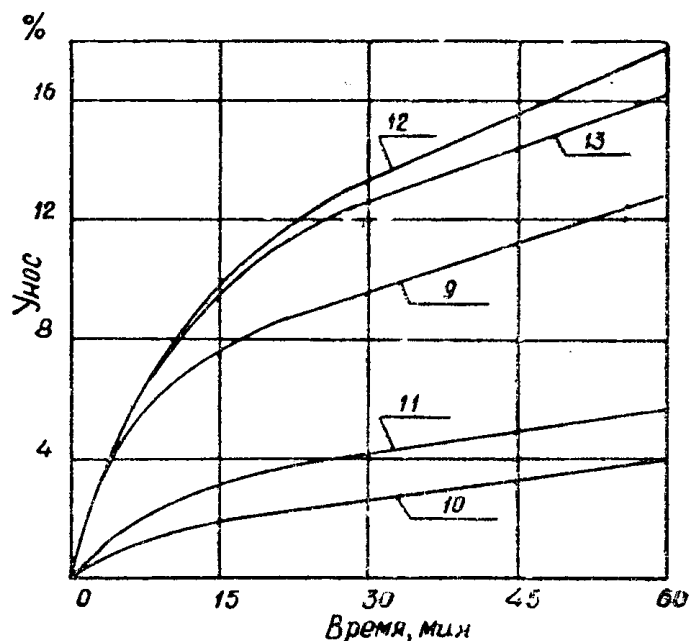


Рис. 1. Зависимость уноса викалина от продолжительности продувки и условий проведения процесса. Цифрами обозначены номера опытов в соответствии с табл. 1

но его интенсивность меняется во времени. Унос имеет стабильный характер в начальный и заключительный периоды продувки. Абсолютная величина уноса зависит от многих факторов, к числу которых относятся:

- а) начальный гранулометрический состав слоя и концентрация в нем частиц, которые могут быть вынесены при данной скорости;
- б) прочность компонентов слоя, так как от этого зависит интенсивность их разрушения, и быстрота восполнения убыли;
- в) характер и скоростной режим движения взвешивающей среды, так как они определяют интенсивность динамических воздействий на слой.

При одинаковых осредненных значениях скоростей воздуха и разном характере его движения нестационарность потока приводит к увеличению уноса на 13—50%. Одной из причин возрастания уноса может явиться более интенсивный процесс разрушения гранул, что связано с особенностями псевдооживления нестационарными потоками. При продувке синусоидально-пульсирующим потоком одинаково расширенных слоев унос материала оказывается намного меньше, чем при воздействиях невозмущенным потоком. Так, для викалина применение нестационарных воздействий приводит к сокращению уноса в 3,3—4 раза. Снижение уноса становится возможным, благодаря общему уменьшению скоростей движения взвешивающей среды, обеспечивающих одинаковый со стационарным режим кипения слоя.

Анализ кривых позволяет предположить следующий механизм уноса из слоя гранулированных материалов. В начальный период псевдооживления происходит интенсивная сепарация частиц по размерам и плот-

ности, в результате которой мелкие и легкие компоненты слоя собираются вблизи свободной поверхности, где захватываются восходящим потоком и выносятся из аппарата. Одновременно с этим происходит окатывание гранул и их разрушение. В первый период процесс разрушения гранул происходит медленно, так как ему препятствует наличие мелочи, затрудняющей непосредственный контакт гранул друг с другом и со стенками аппарата. Интенсивность уноса в этот период наивысшая и из слоя выносятся мелких компонентов больше, чем образуется в результате разрушения. Унос при этом увеличивается во времени по закону, близкому к линейному.

Во второй период продолжается вынос мелочи и одновременно более полное восполнение потерь за счет разрушения. Интенсивность уноса несколько замедляется, а линейный характер зависимости нарушается.

К началу третьего периода унос мелочи, внесенной в аппарат с материалом, полностью заканчивается. Этот период характеризуется снижением интенсивности уноса, а убыль материала полностью восполняется за счет разрушения. Кривая уноса практически переходит в прямую.

Продолжительность каждого периода зависит от характеристик материала, состава слоя, скоростного режима, характера движения взвешивающей среды и др.

Проводились расчеты запыленности потока по методикам (2, 3, 4). Результаты приведены в табл. 1.

Из сопоставления опытных и расчетных данных следует, что ни один из широкораспространенных методов количественной оценки уноса не соответствует опытным данным и не может быть рекомендован для этих материалов. Необходимо иметь в виду, что ни одна из примененных формул не учитывает времени пребывания материала в камере, что может служить одной из причин значительных расхождений в результатах. Второй причиной может явиться непрекращающийся процесс разрушения гранул, интенсивность которого существенно меняется во времени, что также не учитывается расчетными формулами.

Изменение гранулометрического состава

При хаотическом движении частиц неизбежно их соударение друг с другом и с внутренними поверхностями аппарата. В результате этого часть гранул всех размеров разрушается. Параллельно с процессом разрушения наблюдается унос тех частиц, скорость витания которых меньше скорости движения взвешивающей среды. Более крупные частицы материала приобретают меньшие размеры, становясь на место мелких, в то время как самые мелкие выносятся из аппарата.

Установлено, что характер движения взвешивающей среды оказывает существенное влияние на изменение гранулометрического состава слоя, но оно носит настолько сложный характер, что не представилось возможным установить какие бы то ни было закономерности.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. М. Разумов, Л. И. Ларионова. К расчету количества мелкозернистого материала, уносимого газовым потоком из псевдооживленного слоя. Химическое машиностроение, № 1, 14, 1961.
2. Е. В. Донат. Исследование процесса уноса пылевидного и мелкозернистого материала из аппаратов с псевдооживленным слоем. Химическая промышленность, № 2, 134, 1962.
3. И. М. Разумов. Псевдооживление и пневматический транспорт сыпучих материалов. Москва, Химия, 52, 1964.
4. М. И. Фридланд, А. И. Скобло. Моделирование процесса выноса частиц из кипящего слоя. Химическое машиностроение, № 5, 19, 1960.