



Рисунок 4 - Крутонаклонный конвейерный подъемник ПН-80 на полигоне

Литература

1. Данияров А.Н., Малыбаев С.К. Опыт эксплуатации и перспективы применения специальных пластинчатых конвейеров. - Алма-Ата: КазНИИНТИ, 1987. – 60 с.
2. Малыбаев С.К. Специальные виды промышленного транспорта. / Основы теории и расчета параметров. - Караганда: КарГТУ, 2000. – 156 с.
3. Сагинов А.С., Данияров А.Н., Акашев З.Т. Основы проектирования и расчета пластинчатых карьерных конвейеров. - Алма-Ата: Наука, 1984. - 328 с.
4. Акашев З.Т., Акашев А.З., Жандыбаев Б.Р. Крутонаклонный конвейерный подъемник для глубоких карьеров / Проблемы карьерного транспорта // Материалы международной научно-технической конференции. - Екатеринбург: ИГД Уро РАН, 2002. - С. 109-113.

УДК 622.693

ВЛИЯНИЕ УГЛА НАКЛОНА СТЕНОК БУНКЕРА НА ПРОЦЕСС ИСТЕЧЕНИЯ МЕЛКОДРОБЛЕНОЙ РУДНОЙ МАССЫ

Малыбаев С.К., Тогизбаева Б.Б.

Карагандинский государственный технический университет

В статье рассматривается процесс истечения мелких сыпучих материалов в зависимости от угла наклона стенок бункера, влажности рудной массы площади выпускного отверстия.

In the article the process of the expiration of small loose materials depending on a slope angle of bunker walls humidity of ore mass of the area of a final aperture is considered.

Как известно, существует три вида истечения мелкого сыпучего материала из выпускного отверстия бункера — гидравлический, нормальный и смешанный. В бункерах горно-транспортного производства наибольшее распространение получил смешанный вид истечения, который наблюдается и в экспериментальном бункере при истечении различных мелких сыпучих материалов. Наблюдается преимущественно переход гидравлического в нормальный вид истечения.

Процесс истечения мелких сыпучих материалов в первую очередь зависит от физико-механических свойств материала, не в меньшей степени он зависит и от

параметров и геометрической формы бункера (угла наклона стенок бункера, размера выпускного отверстия бункера, его геометрических параметров, материала бункера), а также зависит от внешних факторов воздействующих на материал (влажности и температуры воздуха).

Рассмотрим более подробно зависимость процесса истечения мелких сыпучих материалов от геометрии бункера. Измерения проводились при определенных, различных для каждого материала, значениях влажности материала, но, в любом случае просматривается общая тенденция их истечения.

В работе проводились исследования при угле наклона стенок бункера к вертикали: 0° , 10° , 30° , 45° , 60° , 90° , при постоянных условиях внешней среды, и температуре воздуха $21^\circ\text{--}24^\circ\text{C}$. Относительная влажность воздуха составила 60 %. В результате проведения опытов были получены данные, представленные в табл. 1. Данные таблицы указывают на то, что с увеличением угла α время истечения материала увеличивается, а масса материала выходящего из бункера за это время уменьшается. Обусловлено это тем, что с увеличением α гидравлический вид истечения материала переходит в нормальный, при котором внешний угол трения материала о стенку бункера (φ) становится меньше приведенного угла трения материала ($\varphi_{пр}$). При этом переходе появляется большая вероятность появления динамических сводов, уменьшающих расход сыпучего из выпускного отверстия бункера.

Таблица 1 Влияние угла наклона стенок бункера на процесс истечения мелких сыпучих материалов с учетом одинаковой их исходной массы при площади выпускного отверстия $S=65\text{ см}^2$.

Размер фракций, мм	При $\alpha = 0$		При $\alpha = 10$		При $\alpha = 30$		При $\alpha = 45$		При $\alpha = 60$	
	t, с	m, кг	t, с	m, кг	t, с	m, кг	t, с	m, кг	t, с	m, кг
0,315	4,76	3,94	5,31	3,89	7,5	3,84	10,1	3,47	10,2	2,72
1,25	12,7	3,95	13,6	3,93	14,6	3,88	15,2	3,7	15,2	3,65
2,5	13,3	3,96	15,1	3,89	16,1	3,8	16,8	3,63	17,1	3,3
5	5,9	2,98	6,2	2,91	7,2	2,88	7,66	2,6	9,14	2,54

Одновременно с указанным экспериментальное изучение ориентации частиц мелкого сыпучего тела, движущегося потоком в бункере, показало, что углы ориентации, в основном, для всех исследуемых в работе мелких сыпучих материалов равны нулю, то есть частицы мелких сыпучих тел стремятся, как правило, к плотной кубической укладке в объеме бункера.

Как уже было сказано, с увеличением угла наклона стенок бункера масса высыпающегося материала снижается, из-за образующихся застойных зон, приводящих к сводообразованию. Наиболее оптимальными углами наклона стенок бункера к вертикали являются углы от 0 до 45° . Однако в этом диапазоне для различных материалов они различны. Это обуславливается тем, что при больших объемах материала нормативное давление частиц материала на стенки бункера и частиц друг на друга возрастает, следовательно, возрастает сила трения, препятствующая движению сыпучего к выпускному отверстию бункера. Критические углы наклона стенок емкости к вертикали - это углы, при которых начинает проявляться переход по высоте емкости гидравлического вида истечения

мелкого сыпучего материала в нормальный вид истечения, что и было отмечено в данных опытах.

Все исследуемые материалы ведут себя в бункере практически одинаково, за тем лишь исключением, что верхние пределы выгрузки, (его максимальное значение), для каждого материала различны. Максимальное значение расхода материала наблюдается при угле наклона стенки, равном ($\alpha=0^\circ$), и незначительно снижается при, а от 10° до 30° для различных значений площади поперечного сечения бункера. Это явление обусловлено тем, что с увеличением угла наклона стенок бункера наблюдается большее количество статических сводов, и интенсивнее наблюдается сводообразование. Из этого можно сделать вывод о том, что при достаточно больших углах наклона стенок образуется большое количество статических сводов и застойных зон, а при $\alpha=0^\circ; 10^\circ; 30^\circ$ это количество сводов наименьшее. Следовательно, оптимальный угол наклона стенок бункера для мелкодробленой рудной массы колеблется в пределах от $\alpha=0^\circ$ до 30° .

Из этих графиков видно, что с увеличением угла наклона стенок бункера к вертикали выгрузка руды снижается из-за часто образующихся статических вводов. Это обуславливает снижение области обрушения сыпучего материала в бункере. Существует критический угол наклона стенки бункера, при котором значения выгрузки руды и его время истечения изменяется незначительно. Исходя из графиков представленных выше следует, что для мелкодробленой рудной массы таким критическим углом является $\alpha=45^\circ$.

В процессе проведения опытов наблюдалось, что при угле наклона 60° — 90° , появлялись довольно устойчивые статические своды. В отдельных случаях истечение сыпучих прекращалось полностью.

Крупнодробленая руда по своей структуре имеет наибольший размер частиц по сравнению с остальными исследуемыми материалами и наименьшую влажность, что, в свою очередь, приводит к наиболее лучшему процессу истечения практически при различных углах наклона стенок бункера (рис.4.3). Наилучший угол наклона стенок бункера для них находится в пределах $\alpha=0^\circ-60^\circ$. При этом наблюдается достаточно большая область их обрушения и наибольшее количество застойных зон. Истечение происходит плавно и имеет тенденцию к гидравлическому виду. При этом, критический угол наклона стенок бункера к вертикали имеет угол $\alpha=60^\circ$.

В начальный момент истечения наблюдается увеличение расхода мелкого сыпучего материала. С увеличением угла наклона стенок бункера относительно вертикали возрастает область зоны обрушения материала, что приводит к значительному увеличению расхода материала. При угле наклона стенок бункера, равным $\alpha=30^\circ-45^\circ$, значения расхода стабилизируется, что в некоторой степени обусловлено наличием статически устойчивых сводов. При дальнейшем увеличении угла наклона стенок бункера значение расхода практически не изменяется, процесс истечения стабилизируется и визуально просматривается как нормальный.

Наблюдалось также (рис.1), что даже при угле наклона $60^\circ-90^\circ$, статически устойчивые своды практически отсутствовали истечение сыпучего было непрерывное и плавное, без характерного застойного эффекта.

Установлено, что с течением времени значение средней скорости и среднего расхода мелких сыпучих материалов увеличивается и стремится к предельным

значениям, характеризующим установившийся режим истечения. Это увеличение происходит по параболическим кривым

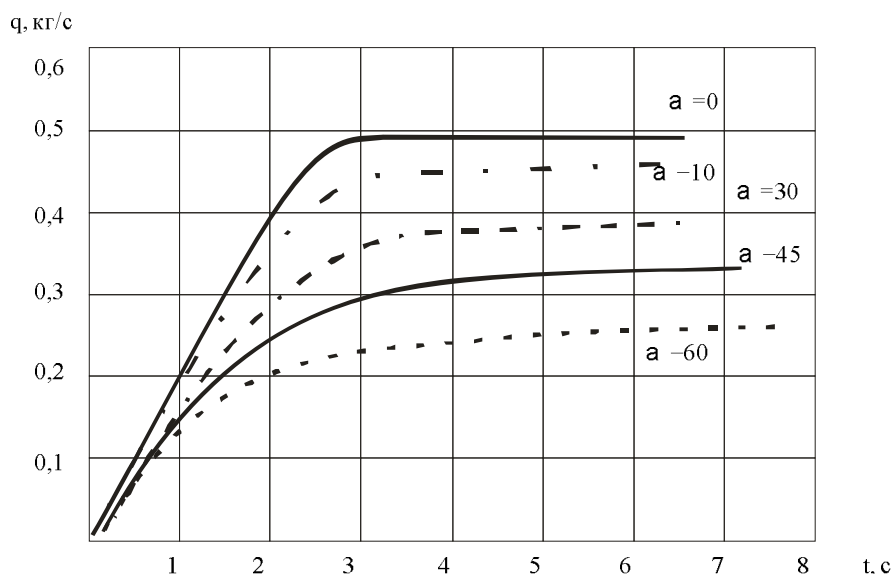


Рисунок 1 Зависимость расхода мелкодробленной рудной массы от времени их истечения при различных углах наклона стенок бункера

Изменение скорости происходит аналогично изменению характера выгрузки, то есть, с увеличением угла наклона стенок бункера к вертикали значение скорости снижается. Критический угол стенок бункера в данном случае равен $a = 45^\circ$.

На данный процесс в значительной мере влияет давление верхнего слоя материала, благодаря которому истечение материала малой влажности усиливается.

Из графика (рис. 1), видно, что с увеличением угла наклона стенок бункера к вертикали наблюдается резкое снижение расхода материала, с той лишь разницей, что для мелкой фракции это снижение достаточно значительное, а для крупных фракций незначительно.

При наименьшем угле наклона стенок бункера наблюдается максимальное значение расхода мелкого сыпучего материала. С увеличением угла наклона стенок бункера относительно вертикали область зоны обрушения материала практически не изменяется. Наряду с этим увеличивается область застойных зон, что приводит к снижению расхода материала. При угле наклона стенок бункера, равных $a = 30^\circ - 45^\circ$, значения расхода стабилизируются, что в некоторой степени обусловлено установившимся движением материала и стабилизацией процесса образования и разрушения неустойчивых сводов. При дальнейшем увеличении угла наклона стенок бункера значение расхода продолжает незначительно снижаться. Именно по этой причине дальнейшее увеличение угла наклона стенок бункера нецелесообразно.

Литература

1. Богомягих В.А. Условия истечения сыпучих материалов из бункеров. Вопросы механизации и электрификации производства. Ростов н/Д, 1996, Вып. 12