

*к.т.н. Щербак В.В.,
к.т.н. Левченко Э.П.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ СКОРОСТИ ЗАГРУЗОЧНОГО КОНВЕЙЕРА РУДНО-ДРОБИЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Наведено уточнені аналітичні вирази для визначення параметрів систем завантаження дробарних агрегатів гірничої та будівельної індустрії.

***Ключові слова:** конвеєр, дробарка, швидкість стрічки, генеральна продуктивність, завантажувальна воронка.*

Приведены уточненные аналитические выражения для определения основных параметров систем загрузки дробильных агрегатов горной и строительной индустрии.

***Ключевые слова:** конвейер, дробилка, скорость ленты, генеральная производительность, загрузочная воронка.*

Проблема и связь с научными и практическими задачами. Повышение эффективности работы дробильно-измельчительных комплексов при производстве строительных материалов, обогащении железных руд и углей может быть достигнуто на стадии проектирования технологической линии, путем решения задачи рациональной динамической сбалансированности процессов загрузки и выгрузки дробильных машин.

Некоторым аспектам данной проблемы посвящены исследования [1], проводимые ранее в Научно-исследовательском проектно-конструкторском институте проблем дробления и измельчения материалов. Снижение энергоемкости процессов дробления при повышении требований к уровню автоматизации комплексов, а также увеличение надежности оборудования в целом, является актуальной задачей.

Анализ исследований и публикаций. Анализ отечественных и зарубежных разработок показал, что основное внимание уделяется совершенствованию конструкций загрузочных конвейеров, оснащению их регулируемыми приводами и системами автоматического управления [2, 3] При этом параметры загрузочных конвейеров определяются, исходя из расчетных или заданных тяговых усилий, без учета динамики процессов загрузки [4].

Постановка задачи. Задача определения скорости конвейера, обеспечивающей максимальную производительность процесса дробления, решалась [5], но без учета геометрии и компоновки оборудования, а также траекторий движения загружаемого материала. В данной статье впервые рассмотрена возможность определения скорости ленты конвейера с учетом основных параметров и компоновки оборудования рудно-дробильного комплекса обогатительного участка.

Изложение материала и его результаты. Существующие процессы, происходящие в современных дробильно-измельчительных комплексах, возможно охарактеризовать следующими видами рабочих операций:

- процесса загрузки исходного сырья;
- процесса внутрикамерного дробления материала;
- процесса выгрузки готового продукта.

Такая структуризация является правомерной, в связи с тем, что каждый из перечисленных процессов имеет четкие границы и может осуществляться в определенные промежутки времени самостоятельно.

Генеральная производительность машины Π определяется выражением:

$$\Pi = f(\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3), \quad (1)$$

где Π_1 – производительность процесса выгрузки готового продукта;

Π_2 – производительность процесса внутрикамерного дробления материала;

Π_3 – производительность процесса загрузки исходного материала.

Из всех перечисленных составляющих генеральной производительности внешней характеристикой машины является Π_1 , величиной которой определяется сама генеральная производительность. В системе рабочего процесса это последняя стадия, являющаяся функцией цели.

Вопрос об интенсивности загрузки исходного материала в камеру дробилки не представляется затруднительным, так как ясно, что она должна быть равна интенсивности выгрузки готового продукта.

Из задач, входящих в подсистему выгрузки материала, наиболее важными представляются следующие: определение фракционного состава исходного материала, расчет параметров питающего конвейера, выбор геометрических характеристик воронки и загрузочного отверстия дробилки.

Схема движения материала от подающего конвейера к дробилке показана на рисунке 1.

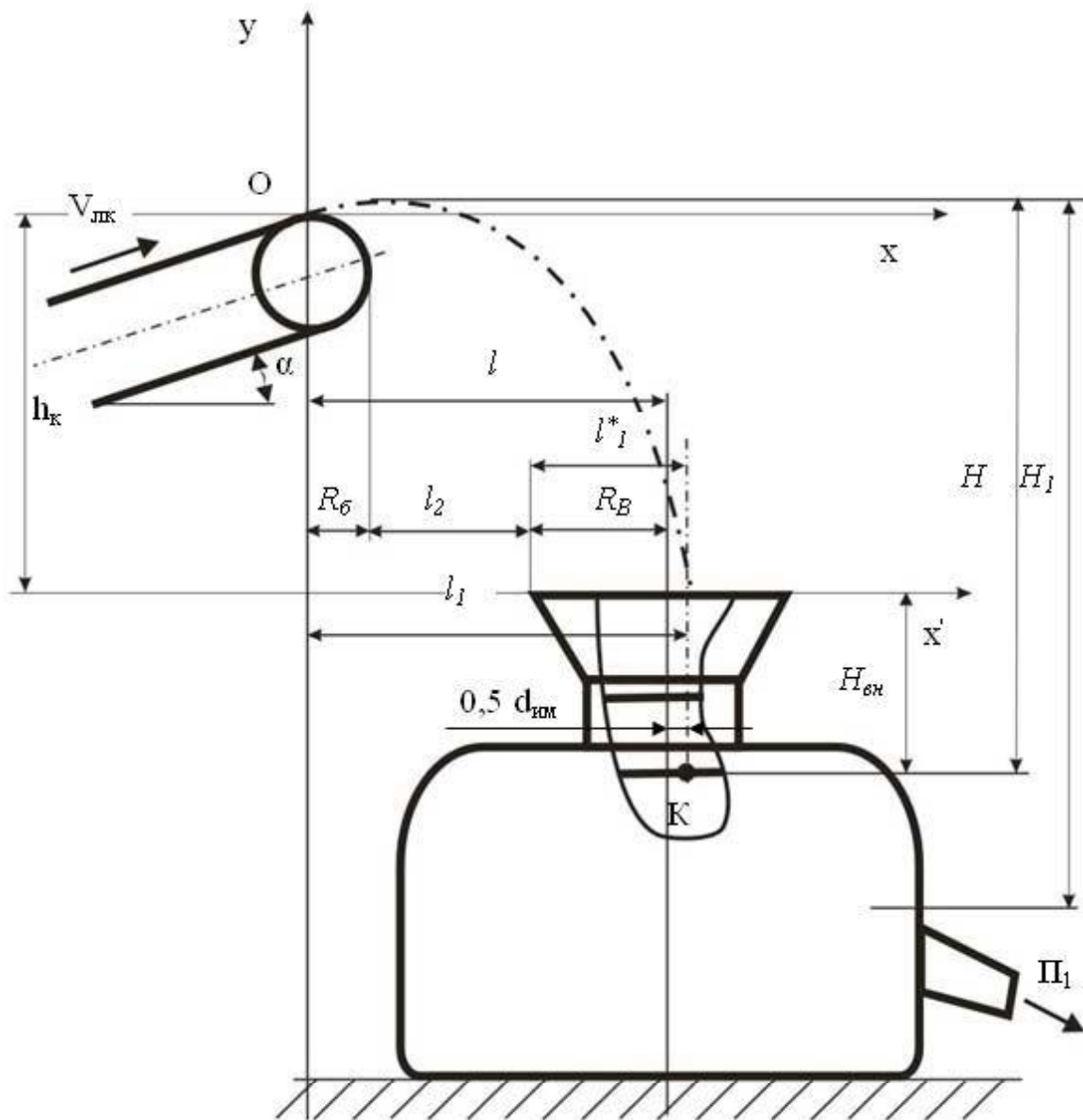


Рисунок 1 - Схема движения материала от подающего конвейера в дробильно-измельчительное устройство

В общем случае конвейер является питателем дробилки и может быть установлен под углом α к горизонту. При этом движение тела, движущегося под углом α к горизонту, описывается системой уравнений:

$$\begin{cases} x = V_0 \cos \alpha t \\ y = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}, \end{cases} \quad (2)$$

где V_0 – начальная скорость куска исходного материала в точке О.
 t – время движения.

Скорость V_0 равняется скорости движения ленты конвейера $V_{лк}$.

Из системы (2) уравнение траектории движения куска исходного материала определится как:

$$y = x \operatorname{tg} \alpha - \frac{gx^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha}. \quad (3)$$

При $y = -h_k$ получим:

$$\frac{g}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} x - \operatorname{tg} \alpha x - h_k = 0,$$

откуда

$$x - l = \frac{\left(\operatorname{tg} \alpha + \sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha + \frac{2gh_k}{V_0^2 \cos^2 \alpha}} \right) V_0^2 \cos^2 \alpha}{g}; \quad (4)$$

или

$$l = \frac{V_0 \cos \alpha \left(V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh_k} \right)}{g}, \quad (5)$$

где h_k - расстояние по вертикали от точки отрыва куска материала с ленты конвейера до верхней плоскости загрузочной воронки дробилки;

l - расстояние по горизонтали между вертикальной геометрической осью дробилки и точкой отрыва куска материала.

Для того, чтобы материал на пути, равном $H_{вн}$ двигался относительно вертикально, необходимо выдержать такое сочетание V_0 и h_k , чтобы разность между l и l_1 не превышала, например, $0,5d_{ум}$, то есть:

$$l_1 - l \leq 0,5d_{ум}, \quad (6)$$

где l_1 - расстояние по горизонтали между осью y и точкой пересечения с траекторией геометрического центра куска материала внутри дробилки при высоте полета $H=h_k + H_{вн}$ в точке K ;

$d_{ум}$ - размер исходного материала.

Из выражения (5) и условия (6)

$$l_1 \leq \frac{V_0 \cos \alpha \left(V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh_k} \right)}{g} + 0,5d_{ум}; \quad (7)$$

$$l_1 = \frac{V_0 \cos \alpha \left(V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2g(h_k - H_{вн})} \right)}{g}. \quad (8)$$

Приравняв (8) и (7) и умножив полученное на $\frac{1}{V_0}$, при $\alpha=0$ и $V_{лк}=V_0$, получим:

$$\sqrt{2g(h_n + H_{вн})} \leq \sqrt{2gh_k} + \frac{0,5d_{ум}g}{V_0}. \quad (9)$$

Откуда:

$$V_{лк} = V_0 \leq \frac{0,5d_{ум}g}{\sqrt{2g(h_k + H_{вн})} - \sqrt{2gh_k}}. \quad (10)$$

При этом:

$$l_1 = \frac{V_{лк} \sqrt{2g(h_k + H_{вн})}}{g}. \quad (11)$$

После остановки или при пуске конвейера в свободное пространство будут попадать куски материала, поэтому необходимо, чтобы $l_2=0$, тогда $l_1=l_1^*+R_{\sigma}$, где R_{σ} - радиус барабана конвейера с учетом толщины ленты.

Скорость $V_{лк}$ определится с использованием (10) из нового условия $l_1=R_{\sigma}+0,5d_{ум}$, где $R_{\sigma} \geq 1,5d_{ум}$ - радиус загрузочной воронки.

$$V_{лк} = \frac{(l_1^* + R_{\sigma})g}{\sqrt{2g(h_k + H_{вн})}}. \quad (12)$$

Производительность конвейера Π_k должна соответствовать производительности разгрузки дробилки Π_l с учетом ее паспортной характеристики, поэтому:

$$\Pi_k = 3600V_{лк}F\rho_n, \quad (13)$$

при этом:

$$F = f(b_l, \alpha, M), \text{ м}^2, \quad (14)$$

где ρ_n - насыпная плотность исходного материала, кг/м³;

F - площадь сечения материала на ленте, м²;

b_l - ширина ленты, м;

M - вид материала на ленте, с учетом его физических свойств.

Из формулы (13) при известном значении Π_l можно определить ширину ленты b_l , и другие параметры системы подачи материала [5].

Окончательно скорость движения ленты конвейера определится как:

$$V_{лк} = \frac{(R_6 + 0,5d_{им} + R_6)g}{\sqrt{2g(h_k + H_{вн})}}, \text{ м/с}, \quad (15)$$

при площади сечения материала на ленте:

$$F = \frac{\Pi_l}{3600V_{лк}\rho_n}, \text{ м}^2. \quad (16)$$

Выводы и направления дальнейших исследований 1. Для обеспечения рационального динамического равновесия подпроцессов загрузки, выгрузки и дробления различных материалов необходимо, чтобы производительность системы питания исходным материалом была равна производительности разгрузочного устройства.

2. Полученные зависимости позволяют по известным характеристикам дробильной машины и исходного материала определять основные монтажные параметры системы питания, производительность, оптимальные скорость и ширину ленты загрузочного конвейера и являются теоретической инженерной базой при проектировании дробильно-измельчительных комплексов.

На основе полученных соотношений при дальнейшей работе планируется изучить влияние конкретных параметров с помощью графических зависимостей.

Библиографический список

1. *Разработка теоретических основ надёжности, автоматизации машин принудительно-динамического самоизмельчения материалов и поиск областей использования продукции измельчения. Отчёт о НИР (заключ.) / Научн.-исслед. и прек.-констр. ин-т проблем дробления и измельчения материалов при Коммунарском горно-металлургическом институте. Рук. Щербак В.В.; исп. Левченко Э.П. [и др.]; - Алчевск, 1990. - 220 с. №ГР 0189003642.*
2. *Полунин В.Т. ленточные конвейеры в горной промышленности / В.Т. Полунин, Г.Н. Гуленко. – М.: Недра, 1982. – 288 с.*
3. *Зеличенко Г.Г. Автоматизация технологических процессов на предприятиях строительной индустрии / Г.Г. Зеличенко. – М.: Машиностроение, 1974. – 324 с.*
4. *Расчет металлургических машин и механизмов. Учебное пособие для металлургических специальностей вузов / В.М. Гребеник, Ф.К. Иванченко, В.И. Ширяев. – К.: Выща школа, 1988. – 466 с.*
5. *Сиваковский А.О. Теоретические основы расчета ленточных конвейеров / А.О. Сиваковский, О.Г. Дмитриев. – М.: Машиностроение, 1977. – 503 с.*

Рекомендовано к печати к.т.н., проф. Ульяницким В.Н.