

ВЛИЯНИЕ УГЛА УСТАНОВКИ КОЛОСНИКОВОЙ РЕШЕТКИ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО ОЧИСТИТЕЛЯ НА СНИЖЕНИЕ СИЛЫ УДАРА И САМОСБРОС ЛИНТА

Жасур Рахманкулов , Гульбаев Отабек , Рахманкулов Рашид

Термезский государственный университет инженерии и агротехнологий

Автор-корреспондент: jasurer87@gmail.com

Аннотация. В статье приведены результаты теоретических исследований по выбору оптимального угла наклона колосниковой решетки к потоку очищаемого линта, который создает условия беспрепятственного схода материала по ее поверхности в рабочую зону пыльного цилиндра разработанного пневмомеханического очистителя.

Ключевые слова: линт, воздух, транспортирование, колосниковая решетка, удар, уравнение, скорость, сход.

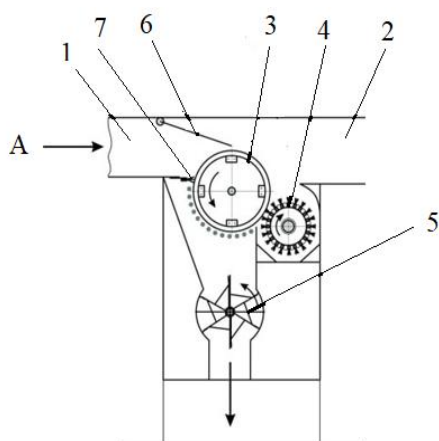
Практика эксплуатации поточных линий очистки линта, который от одной технологической машины к другой транспортируется воздухом с скоростью 15-25 м/с, ставит ряд проблем.

Первая-полное разделение воздуха и транспортируемого линта. На существующих очистительных машинах эта задача решена недостаточно эффективно, так как часть очищаемого материала проходит транзитом.

Вторая проблема-сохранение качества очищаемого материала, так как при взаимодействии материала с рабочим органом очистителя отмечается повреждение волокнистых материалов.

Для полного разделения потока линта от воздуха в разработанной пневмомеханической очистителе применена колосниковая решетка. Значительное увеличение живого сечения входного трубопровода позволяет снизить транспортную скорость, а надёжная колосниковая решетка-задержать очищаемый линт. Кроме того, в этой зоне не наблюдается значительного увеличения воздушному потоку, а благодаря снижению скорости, правильному выбору колосниковой решетки и многослойности линта на поверхности колосниковой решетки при ударе о поверхность частицы линта деформируется.

По разработанной схеме пневмомеханического очистителя линта предусмотрен подвижные колосниковые решетки, для удобства подачи линта к пыльному барабану.



1, 2-входной и выходной патрубков; 3-пыльный цилиндр; 4-щёточный барабан; 5-вакуум клапан; 6-колосниковая решетка, 7-притирочная щётка

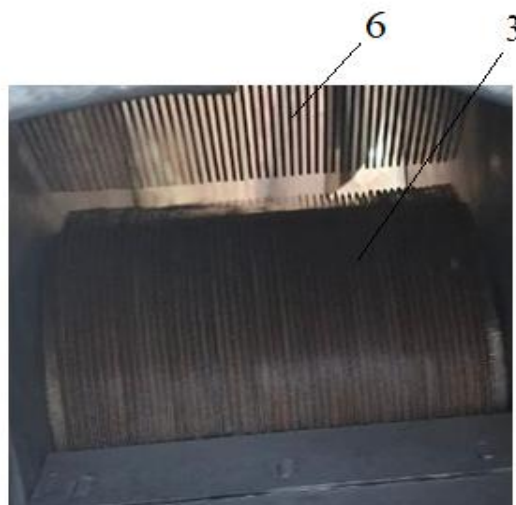


Рисунок 1. Схема разработанного пневмомеханического очистителя линта (слева) и вид по А на пыльный цилиндр (3) и колосниковой решетки (6) (справа)

Применение направляющего щитка в виде колосниковой решетки (6) по предлагаемому нами варианту (рис. 1) позволяет постепенно по ходу линта снизить напор воздушной смеси в зоне взаимодействия частиц материала с зубьями пыльного барабана (3).

Для гарантированного устранения транзита линта через очиститель со стороны выходного патрубка выбрана «живое» сечение колосниковой решетки, которое значительно превышает сечение входного патрубка очистителя. Это позволяет исключить подпор воздушного потока и создать условия для нормального протекания процесса очистки линта.

Одним из важных моментов в обеспечении работоспособности разработанного пневмомеханического очистителя является выбор оптимального угла наклона колосниковой решетки к потоку очищаемого линта, который создает условия беспрепятственного схода материала по ее поверхности в рабочую зону пыльного цилиндра.

Практика показывает, что при транспортировании материала скорость воздуха не удастся снизить ниже 16 м/с. При этом сила удара частиц линта об поверхность колосниковой решетки значительна и ее снижения можно добиться при тех же скоростных характеристиках воздушного потока.

Рассмотрим удар линта о колосниковую решетку (рис. 2. а). удар будем считать упругим, массу линта m –сосредоточенной. Упругость волокнистого линта выразим через коэффициент динамической жесткости C_d , начальную скорость линта обозначим как V_0 .

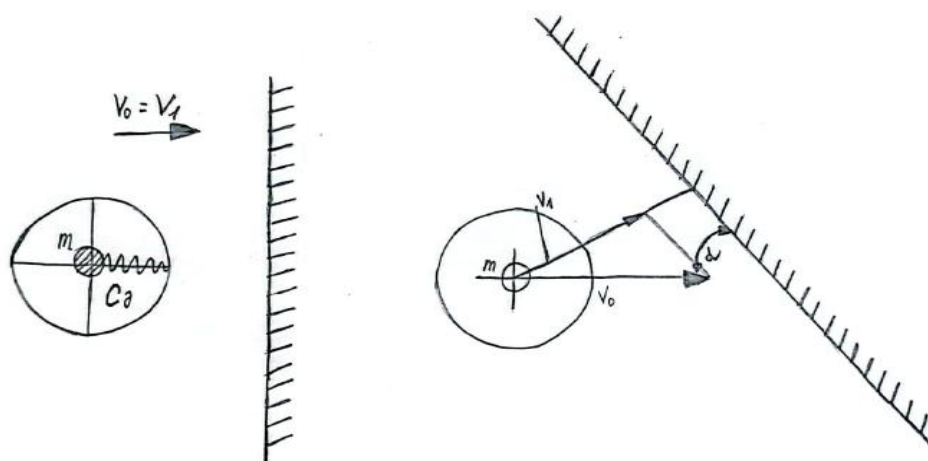


Рисунок 2. Варианты удара частицы линта на колосниковую решетку пневмомеханического очистителя

При отсутствии начальной деформации ($X_0 = 0$) в момент t после начала удара, согласно принципу Даламбера, из дифференциального уравнения движения [1, 2]:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + C_d x = 0 \quad (1)$$

Получим максимальную деформацию

$$x_{max} = \frac{V_1 \sqrt{m}}{C_d} \quad (2)$$

Сила удара будет равна

$$F_{max} = V_1 \sqrt{C_d m} \quad (3)$$

Что свидетельствует о ее линейной зависимости от рабочей скорости V_1 и степени коэффициента (0,5) жесткости и массы линта. По ранее приведенным данным [3], C_d может

быть принят равным 200 Н/м, тогда при $m = 0,00012$ кг сила удара составит $F_{\max} = 2,325$ Н при $V_1 = 15$ м/с и $F_{\max} = 2,325$ Н при $V_1 = 25$ м/с, то есть сила достаточно велика и при большой массе долек, может достигать еще больших значений, достаточных для интенсивного повреждения линта. Коэффициент динамической жесткости линта о колосниковой решетке не учитывали.

Соотношение (3) указывает на единственный путь снижения силы удара – управление начальной скоростью ударного взаимодействия. Снижение скорости V_1 может быть достигнуто не только уменьшением скорости V_0 (движение линта), но и правильным

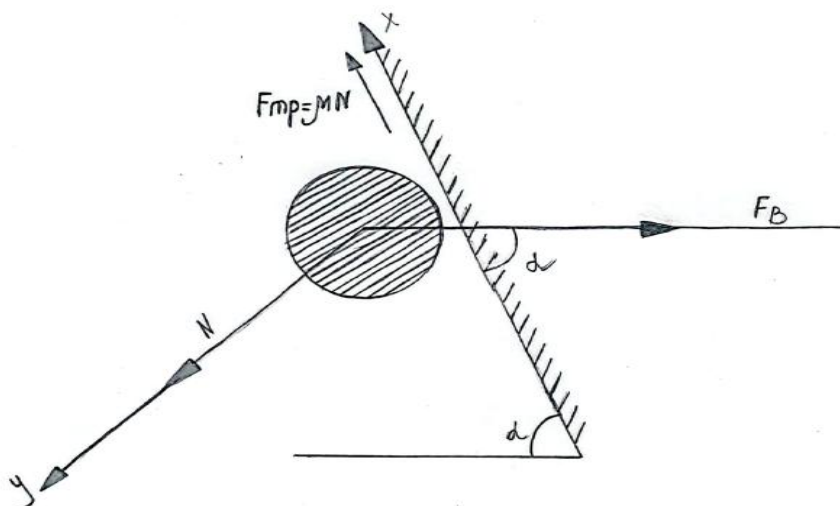


Рисунок 3. Действующие силы при ударе частицы линта на колосниковую решетку пневмомеханического очистителя

выбором ориентации колосниковой решетки к направлению воздушного потока, то есть выбором угла $\alpha < \pi/2$, от величины которого зависит V_1 (рис. 2, б).

$$V_1 = V_0 \sin \alpha \quad (4)$$

$$\text{При } \alpha = \pi/2 \quad V_1 = V_0$$

$$\text{При } \alpha = \pi/0$$

$$V_1 = 0,5 V_0$$

и сила удара (без учета силы трения о поверхность) снизиться вдвое. При этом формулу (3) можно представить в виде

$$F_{\max} = V_0 \sin \alpha \sqrt{C_d} m \quad (5)$$

для «скользящего» удара (при $\alpha = \pi/2$) менее опасного, чем фронтальный.

Очевидно, уменьшение α до нуля невозможно. Наклоном колосниковой решетки можно достичь значений $\alpha = \pi/12 - \pi/6$, что позволит снизить силу удара в 2-5 раз. При этом немаловажное значение имеет выбор системы подачи линта к поверхности пыльного цилиндра пневмомеханического очистителя. Если колосниковая решетка неподвижна, то самосброс линта колосниковой решеткой обеспечивается выбором α с учетом силы трения линта о колосник.

Предположим, что частица линта попала на колосниковую решетку (рис. 3), расположенную под углом α к оси воздушного потока.



Принимая трение по Амонтону [4], рассмотрим условия схода волокнистой частицы по поверхности колосниковой решетки. Так как трение в этом случае достигает порогового значения $F_{тр} = \mu N$, где μ - коэффициент трения, N - давление колосниковой решетки на частицу, можем получить соотношения между силами $F_{тр}$ и N и силой воздушного потока, прижимающей частицу лinta к колосниковой решетке F_v , проецируя силы на оси X и Y :

$$\begin{aligned}\mu N &\leq F_v \cos \alpha \\ N &= F_v \sin \alpha\end{aligned}\quad (6)$$

Первое неравенство означает движение (сход) частиц. Разделив первое неравенство на второе, после некоторых преобразований получим

$$\mu = \tan \rho \leq \tan \left(\frac{\pi}{2} - \alpha \right) \quad (7)$$

где: ρ - угол трения.

$$\text{Отсюда: } \alpha \leq \frac{\pi}{2} - \rho \quad (8)$$

то есть угол α должен быть как можно меньше. При $\rho \approx \pi/4$ (45° , $\mu = 1$) наихудший вариант - $\alpha < \pi/4$.

Таким образом, теоретически задача решается оптимальным выбором отсеивающей поверхности колосниковой решетки, при уменьшении угла наклона которой снижается сила удара и улучшаются условия подачи лinta к пыльному цилиндру пневмомеханического очистителя, а также обеспечивается самосброс лinta, если угол установки колосниковой решетки выбрана оптимальным.

Список использованной литературы

1. R.R.Nazirov, J.E.Rakhmankulov, R.E.Rakhmankulov, O.A.Gulboyev. Substantiation of the direction of research on the development of an aeromechanical lint cleaner. Namangan Institute of Engineering and Construction Scientific Journal of Mechanics and Technology. No. 1 (18) 2025, Volume 6, Issue 1, 2025. Pages 266-270.
2. R.R.Nazirov, Z.E.Rakhmankulov, R.E.Rakhmankulov, O.A.Gulboyev. Scheme of an effective lint cleaning equipment and selection of the main study parameters. The role of light industry, food and agricultural sectors in innovative technologies within the framework of sustainable development International Scientific and Technical Conference April 10-11, 2025 pp. 172-174
3. Berestova S.A., Denisov Yu.V. D'Alembert's principle: engineering problems. Ekaterinburg, 2016,
4. https://math.msu.ru/sites/default/files/lekciya_23dalamber.pdf
5. Burnashev R.Z., Lugachev A.E., Miroshnichenko G.I. Determination of the dynamic fluid coefficient of raw cotton flakes upon impact with the grate. - Cotton Industry, 1981, No. 4, pp.
6. https://studref.com/366765/stroitelstvo/zakony_amontona_treniya_skolzheniya