

# АНАЛИЗ ДВИЖЕНИЯ КАМНЕЙ В УСОВЕРШЕНСТВОВАННОМ КАМНЕУЛАВЛИВАЮЩЕМ УСТРОЙСТВЕ ANALYSIS OF THE MOVEMENT OF STONES IN AN ADVANCED STONE TRAPPING DEVICE

Холйигитов Ш.Н. АО «Пахтасаноат илмий маркази»

## Аннотация

В статье описывается предлагаемая ловитель камней в хлопке-сырце и теоретические анализы движение мелких камней в трубе по массе. При основной массы мелких камней до  $(10\div 15)10^{-2}$  кг обеспечивается скорость движения камня  $(0,4\div 1,0)$  м/с.

**Ключевые слова:** Камни, ловитель, хлопок, устройство, скорость, труба, движения.

## ANNOTATION

The article describes the proposed stone catcher in raw cotton and theoretical analyses of the movement of small stones in the pipe by mass. With the bulk of small stones up to  $(10\div 15)10^{-2}$  kg the speed of movement of the stone is provided  $(0.4-1.0)$  m/s.

**Key words:** Stones, catcher, cotton, device, speed, pipe, movements.

На рабочем процессе хлопкоочистительного завода проблема отделения тяжелых примесей от состава хлопка-сырца не решается в достаточной мере существующими камнеулавливающими устройствами. Устройства, применяемые на заводах, имеют очень низкий КПД, захватывают в основном крупные тяжелые предметы, а мелкие предметы передаются в технологический процесс [1].

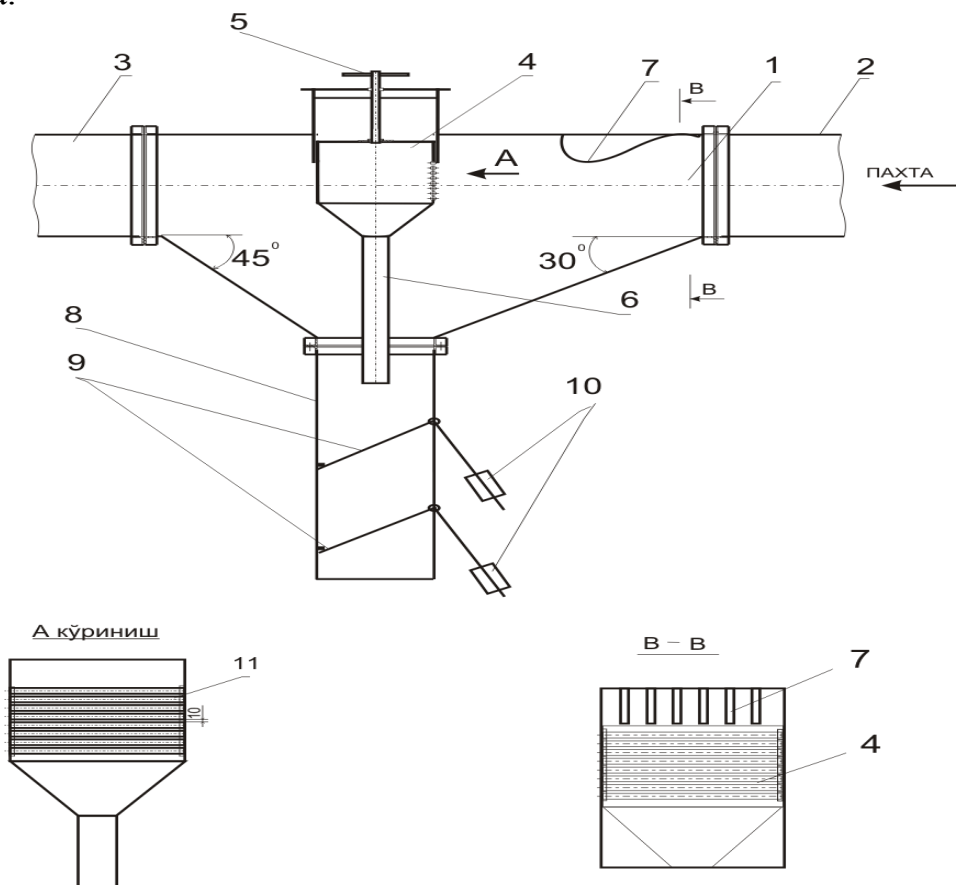
Кроме того, существующие камнеуловители обладают высоким аэродинамическим сопротивлением. Это со временем приводит к резкому снижению давления воздуха в пневмотранспортных трубах, а карманы камнеуловителя заполняются хлопком и смешиваются с отходами.

По результатам анализа предложена новая схема разработки отвечающего требованиям производства устройства способного работать в системе пневмотранспорта, максимально улавливающего из состава хлопка-сырца как крупные, так и мелкие тяжелые инородные предметы и автоматически выбрасывает собранные инородные предметы наружу (рис. 1).

Предлагаемый камнеуловитель работает следующим образом. Хлопка-сырец транспортируется воздухом через входной патрубок в камеру сепарации, где ударяется о стенки роликов, мелкие тяжелые смеси отбрасываются через зазоры роликов и попадают в камеру для камней, а по мере того, как крупные камни теряют скорость в камере, они также остаются в камнеуловителе и выводятся через приспособление камневыталкиватель.

Подготовлен экспериментальный образец, разработана методика и определены цели и задачи исследований по обоснованию основных параметров и режимов работы усовершенствованного устройства

предназначенный для улавливания тяжелых примесей из состава хлопка-сырца.



**Рисунок-1. Схема предлагаемого камнеуловителя.**

1- улавливающая камера ; 2-я трубка ввода хлопка; 3- выходная труба хлопка-сырца; 4-отражатель; 5-регулирующий винт; 6 каменный трубопровод для вывода мелких камней ; 7-разрылитель-направитель; 8- камнеборочное устройство; 9- лоток для сбора камней; 10-противовес; 11-роликовое приспособление.

В предложенном камнеуловителе поток воздуха, хлопка, мелких камней поступает в зону роликового устройства, мелкие камни проходят между роликами, после чего под действием собственного веса падают вниз по трубе. Основная часть камней ударяется о поверхность качения конической части трубы, затем опускается по трубе и собирается в двухступенчатой карманной части. Здесь, важно определить траекторию движения мелких камней, пропущенных между роликами. Потому что неуместно, чтобы траектории камней продолжали двигаться вместе с хлопком - сырцом. Поэтому определяем траектории мелких камней.

На рис. 2 показана расчетная схема движения камней, перебрасываемых из щели между роликами.

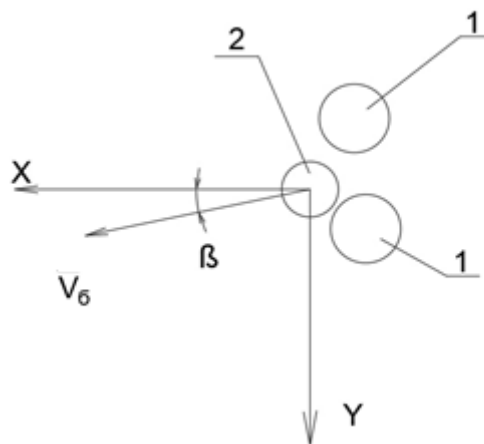


Рисунок- 2. Расчетная схема для определения траектории движения мелких камней в трубе перебрасываемых из щели между роликами.  
1-ролики, 2- отделённые мелкие камни.

Используя существующую методику, определим пропущенных камней между роликами по законам движения  $X$  и  $Y$  осей и запишем следующую систему дифференциальных уравнений [2, 3].

$$m_m \ddot{x} = 0; m_m \ddot{y} = G_m; \quad (1)$$

Здесь:  $m_m$  - масса камня;  $G_m = m_m g$ ;  $g$  - ускорение свободного падения.

Когда камень находится в исходном положении  $X_b = 0$ ;  $G_b = 0$ ;

$$\text{Тогда, } \dot{X} = V_b \cos \beta; \dot{Y} = V_b \sin \beta; \quad (2)$$

Следует отметить, что начальная скорость камня соответствует скорости воздуха;

$$V_b = V_x;$$

Соответственно решение второго уравнения системы (1) основано на следующем:

$$\dot{y} = gt + V_0 \sin \beta;$$

$$y = \frac{gt^2}{2} + V_0 t \sin \beta; \quad (3)$$

Затем, используя определяющее уравнение системы (3), определяем время падения небольшого камня на коническую поверхность;

$$t = \frac{V_0}{g} \sin \beta \pm \sqrt{V_0^2 - \sin^2 \beta + 2g(h - e_1 \sin \alpha)} \frac{1}{g}; \quad (4)$$

Соответственно, если подставить (4) и (2) в первое уравнение;

$$X = \left[ V_0 \sin \beta \pm \sqrt{V_0^2 - \sin^2 \beta + 2g(h - e_1 \sin \alpha)} \right] \frac{V_0}{g} \cos \beta; \quad (5)$$

Для определения уравнения движения мелких камней учитывались значения следующих параметров:

$$V_0 = (3,0^0 \div 10^0) \text{ м/с}; \beta = (20^0 \div 24^0); \alpha = (15^0 \div 40^0);$$

$$m_m = (0,2 \div 0,4) \cdot 10^{-2} \text{ кг}; \quad g = 9,81 \text{ м/с}^2; \quad n=360 \text{ мм}$$

На основе численного решения задачи строятся траектории движения мелких камней в камере (рис. 3).

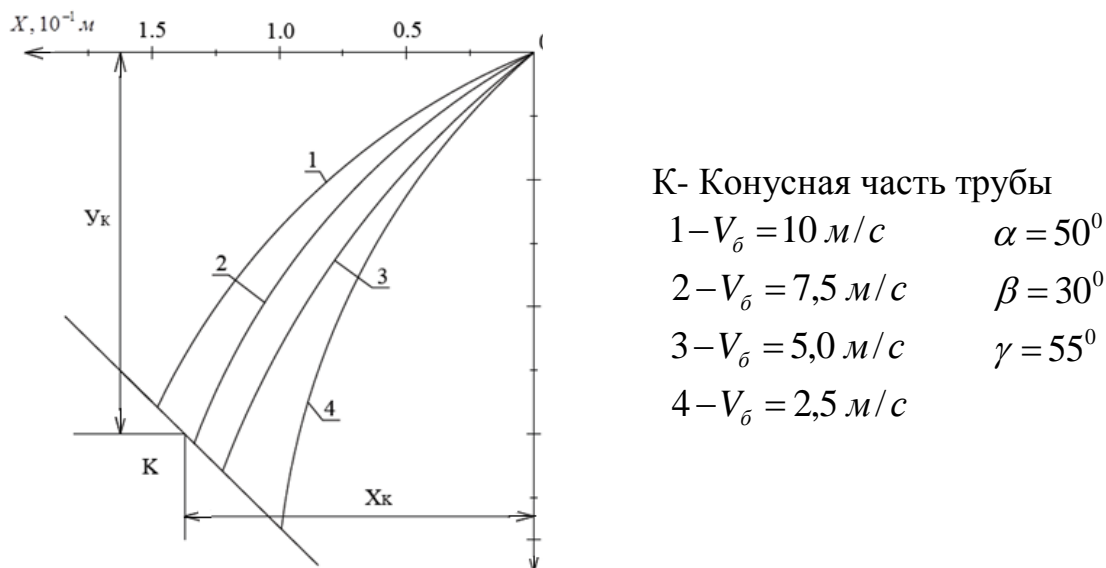


Рисунок 3. Графики зависимости траектории движения мелких камней в трубе от начальной линейной скорости.

На рис. 3 представлены графики траектории движения мелких камней в трубе зависимости от начальной линейной скорости.

Анализ графиков показывает, что по мере уменьшения начальной скорости улавливаемых камней из состава хлопка - сырца, время их падения на коническую поверхность трубы уменьшается, а угол отклонения траектории увеличивается.

Здесь, если начальная  $V_b$  скорость составляет 2,5 м/с, а координаты падения камня на коническую поверхность  $X = 1,26 \cdot 10^{-3} \text{ м}$  и  $y = 3,64 \cdot 10^{-1} \text{ м}$ , тогда, при увеличении начальной скорости до 10 м/с координаты падения камня на конусную поверхность будет  $X = 1,84 \cdot 10^{-1} \text{ м}$  и  $y = 2,84 \cdot 10^{-1} \text{ м}$ . Поэтому требуется высокая начальная скорость для отделения мелких камней и их выброса из трубы.

Но при начальной скорости хлопка траектория камней увеличивается, снижая эффективность падения камней в трубу. Рекомендуемые значения в этом случае будут нижеследующие:

$$V_0 = (3,5 \div 7,4) \text{ м/с}; \quad \alpha = (40^\circ \div 45^\circ); \quad \beta = (35^\circ \div 45^\circ); \quad \gamma = (50^\circ \div 55^\circ);$$

В этом случае эффективность улавливание камней с массой  $m_m \leq 10 \cdot 10^{-3}$  будут высокие.

Для определения удара мелких камней об коническую поверхность трубы составлена расчетная схема, которая представлена на рисунке 4.

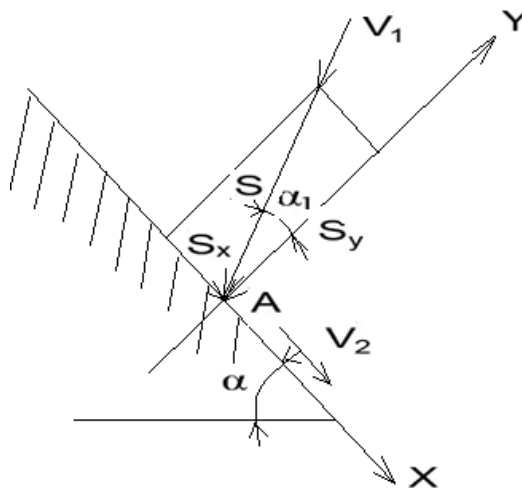


Рисунок 4. Расчетная схема удара мелкого камня по конической поверхности трубы

Мелкие камни, отделившиеся от потока хлопка-сырца, проходят между роликами камнеуловителя, падают в трубу и ударяются о коническую поверхность. В этом случае величина изменения кинетической энергии от движения камня переносится в энергию импульса силы при ударе о коническую поверхность. Поэтому запишем следующее выражение: S-импульсная поверхность

$$\frac{1}{2} m_m (V_2^2 - V_1^2) = S \frac{V_1 - V_2}{2}, \quad (6)$$

Здесь,  $V_1 - V_2$  - линейные скорости мелкого до и после удара камня соответственно.

Следует отметить что проекция  $V_2$  относительно на ось будет равен к нулю (рисунок-4).

$$V_2 = V_1 + \frac{S}{m_m} \left( \sin \alpha_1 - \lambda \frac{(\kappa_1 + 1)}{\sin \alpha_1} \right) \quad (7)$$

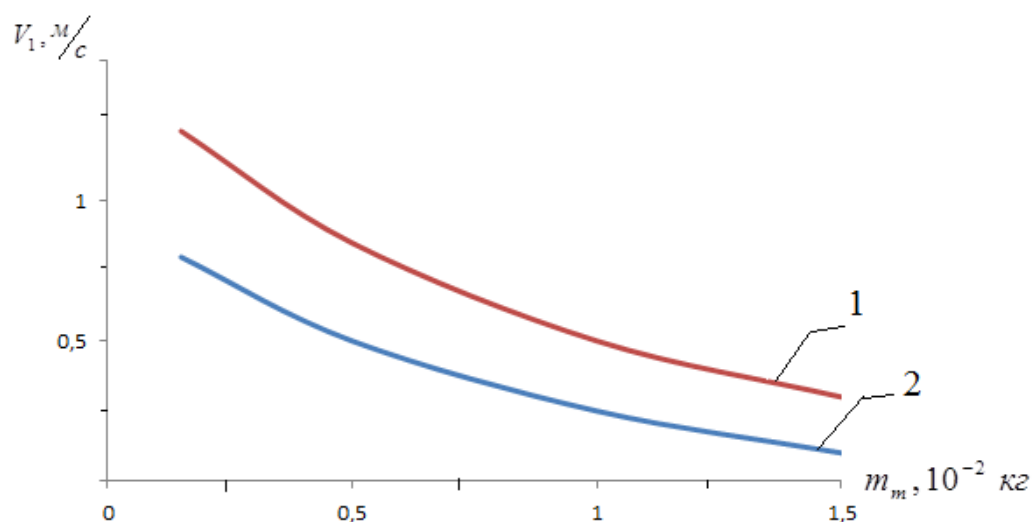
здесь:  $\lambda$  - коэффициент трения между камнем и металлической поверхностью;  $\kappa_1$  - коэффициент восстановления после удара.

Численное решение задачи проводилось при следующих начальных значениях параметров.

$$\begin{aligned} V_1 &= (0.5 \div 3.0) \text{ м/с}; \alpha_1 = (50^\circ \div 60^\circ); \alpha_2 = (15^\circ \div 25^\circ); \\ m_m &= (0.2 \div 2.4) 10^{-2} \text{ кг}; S = (4.0 \div 12) \text{ Н}; \lambda = (0.1 \div 0.2); \\ X_1 &= (0.25 \div 0.35); \end{aligned}$$

Известно, что величина ударной массы определяет силу импульса и скорость после удара. Анализируем значения  $V_2$  на основании (7) при заданных значениях параметров.

На рис. 5 представлены графики зависимости массы отделившихся камней после удара о коническую поверхность в камнеуловителе.



1-  $V_1=2,5$  м/с; 2-  $V_1=1,5$  м/с.

Рисунок-5. Графики зависимости массы отделившихся камней после удара о коническую поверхность в камнеуловителе.

На основании анализа графиков, при увеличении массы мелкого камня, отделившегося от хлопка-сырца, движущегося вниз между роликами и ударяющегося о коническую поверхность с  $0,25 \times 10^{-2}$  кг до  $1,5 \times 10^{-2}$  кг, при скорости после удара  $V_1 = 1,5$  м/с, значения  $V_2$  снижаются по нелинейной закономерности от 0,76 м/с, до 0,113 м/с.

### Вывод

Соответственно при увеличении начальной скорости до 2,5 м/с значения  $V_2$  уменьшаются с 1,5 м/с до 0,28 м/с в нелинейной связи (рис. 5, график 2). Большая скорость камня после удара обеспечивает его более быстрое перемещение в зону выхода. Поэтому при основной массы мелких камней до  $(10 \div 15) 10^{-2}$  кг обеспечивается скорость движения камня  $(0,4 \div 1,0)$  м/с.

### Литература

1. Djamolov R.K., Kholiyigitov Sh. EFFECTIVE STRUCTURE FOR CATCHING STONES AND OTHER HEAVY BODIES IN COTTON. International Journal for Innovative Engineering and Management Research. Vol 11 Issue 02, Feb 2022. ISSN 2456 – 5083. [www.ijemr.org](http://www.ijemr.org).

2. Пановка Я.Г. Основы прикладной теории колебаний и удара, Машиностроения, Л., 1976, 320 с.

3. Абдуллаев А.В., Джураев А.Д. Мирахмедов Дж. Анализ колебаний колосников на упругом основании с нелинейной жесткостью, Ж. Известия ВУЗ. Технология текстильной промышленности, Ж. Известия ВУЗ. Технология текстильной промышленности, №5, 2008 г.