

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЛЕГКИХ ПРИМЕСЕЙ НА КОНУСНО-КАСКАДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Тищенко Л.Н., д.т.н., проф., акад. НААНУ,
Слипченко М.В., к.т.н.

(Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко)

В статье определены зависимости траекторий извлекаемых легких примесей и расчетной длины воздухопроницаемой поверхности от конструктивно-технологических параметров пневмосепарирующего устройства и физико-механических свойств легких примесей.

Актуальность. Послеуборочная очистка зерна является одной из актуальных задач зерноперерабатывающей отрасли. Наиболее производительными являются виброцентробежные сепараторы ОАО «Вибросепаратор» (г. Житомир), на которых проводят как предварительную, так и первичную и семенную очистку. Для повышения эффективности очистки зерновых смесей (ЗС) от легких примесей разработано пневмосепарирующее устройство (ПСУ) с основной и дополнительными зонами очистки [1]. Для описания нелинейной динамики ЗС получены математические модели [2].

Цели исследования. Обоснование влияния конструктивно-технологических параметров ПСУ и физико-механических свойств ЗС на извлечение легких примесей на конусно-каскадной поверхности.

Основная часть. О возможности извлечения легких примесей из ЗС можно судить по скоростям выхода легких примесей из ЗС и по траекториям их движения. В данной статье рассмотрим факторы, которые влияют на траектории движения легких примесей. Примеси будем считать извлеченными из слоя ЗС, если частица (размером a) пересекает верхнюю границу слоя ЗС, в противном случае – оставшейся в слое (рис. 1).

Как видно из рис. 1, не все примеси извлекаются на заданном участке конусно–каскадной поверхности. Возможность извлечения зависит как от длины участка, так и от других параметров как ЗС так

и ПСУ.

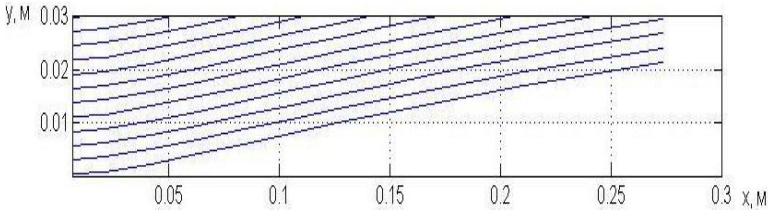


Рис. 1. Траектории легких примесей ($a = 0,002\text{м}$; $V = 5\text{ м/с}$; $\rho = 300\text{ кг/м}^3$)

Ворохоочиститель, как правило, работает при максимальной загрузке. Поэтому дальнейший анализ проведем при высоте слоя 4 см. Рассмотрим, как влияет увеличение скорости воздушного потока (ВП) на возможность извлечения примеси (рис. 2).

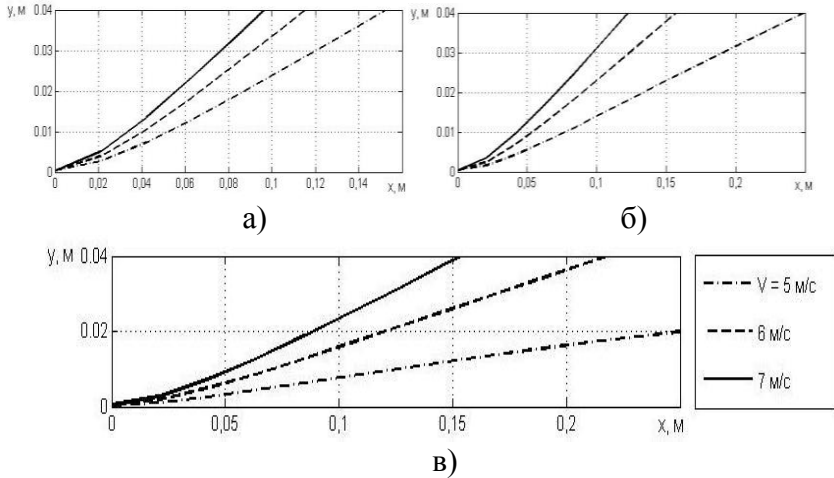


Рис. 2. Влияние скорости воздушного потока: а) – $a = 0,001\text{м}$; б) – $a = 0,0015\text{м}$; в) – $a = 0,002\text{м}$ ($V_{3C0} = 1\text{ м/с}$; $\rho = 300\text{ кг/м}^3$)

Как видно из рис. 2, с увеличением скорости ВП становится возможным извлечение частиц, которые оставались в слое а также уменьшается горизонтальная протяженность траекторий примесей. Так частица примеси, которая не может быть извлечена при скорости

5 м/с извлекается при скорости ВП свыше 6 м/с (рис 2, в). А при увеличении скорости ВП с 6 до 7 м/с (рис 2, в) протяженность траектории (минимальная длина воздухопроницаемой поверхности) уменьшается на 32 % с 0,22 до 0,15 м. Аналогичные значения получены и для примесей меньших размеров. С увеличением скорости ВП с 6 до 7 м/с протяженность траекторий уменьшается на 18 % с 0,11 до 0,09 м для частиц $a=0,001$ м и на 20 % с 0,15 до 0,12 м для частиц $a=0,0015$ м. Таким образом, увеличение скорости ВП позволяет извлекать примеси на меньшем участке воздухопроницаемой поверхности. А также становится возможным извлечение частиц больших размеров.

Скорость ВП 6 м/с обеспечивает позволяет избежать потерь зерна в отходы, так и удалить большинство примесей [00]. Рассмотрим как влияет ее уменьшение на протяженность траекторий извлекаемых примесей. Как видно из рис.2, а,б, с понижением скорости ВП с 6 до 5 м/с протяженность траекторий увеличивается на 36 % и 67 % для частиц размерами 0,001 и 0,0015 м соответственно. Таким образом, снижение скорости ВП в большей мере сказывается на извлечении частиц больших размеров, существенно увеличивая расчетную длину воздухопроницаемой поверхности.

Так как зерновой ворох неоднороден не только по фракционному составу, но и по виду примесей составляющих его. То рассмотрим зависимости траекторий от насыпной плотности примесей. Согласно ДСТУ 4138–2002 [4], к сору относят все частицы размером менее 1 мм, поэтому проанализируем их траектории извлечения.

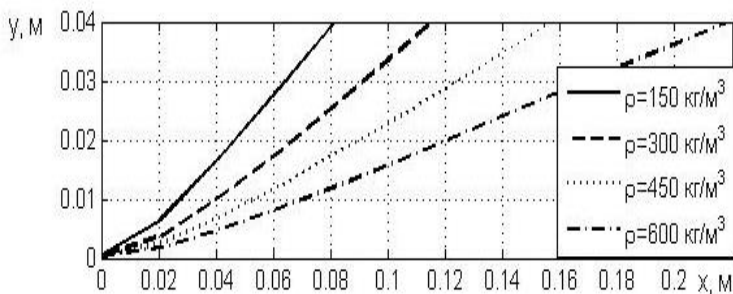


Рис. 3. Траектории легких примесей в зависимости от их насыпной плотности ($a=0,001$ м; $V_{30} = 1$ м/с; $V = 6$ м/с)

Как видно из рис. 3, извлекаются все частицы размером менее 1 мм. Насыпная плотность большинства частиц составляет около 150 кг/м^3 , поэтому примем ее в качестве базовой. С ростом насыпной плотности от 150 до 600 кг/м^3 протяженность траекторий возрастает в 1,38, 1,94 и 2,75 раз с 0,08 до 0,11, 0,15 и 0,22 м, соответственно. Таким образом, для гарантированного извлечения сора необходимо увеличение длины воздухопроницаемой поверхности до 0,22 м. Однако, так как очистка изначально проходит в основной кольцевой зоне, то достаточно длины воздухопроницаемой поверхности в 0,175 м.

При извлечении легких примесей возможно также частичное извлечение мелких примесей, удаляемых на решетках. К таким примесям относятся семена сорных растений, эквивалентный размер которых составляет до 1,5 мм насыпной плотностью до 450 кг/м^3 (рис. 4).

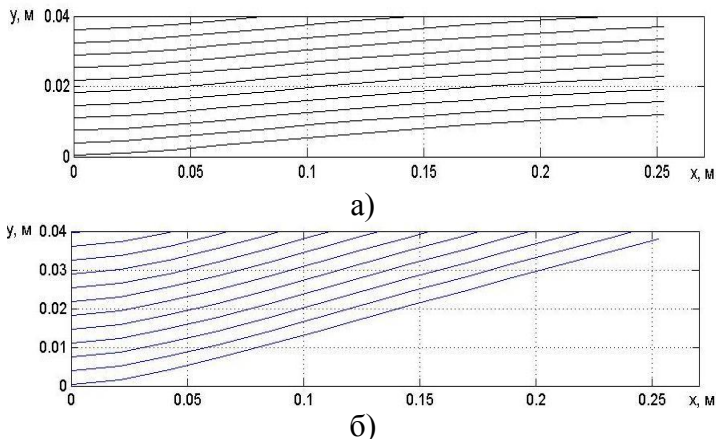


Рис. 4. Траектории семян сорных растений: а) $V = 5 \text{ м/с}$; б) $V = 6 \text{ м/с}$ ($a = 0,001 \text{ м}$; $V_{зс0} = 1 \text{ м/с}$; $V = 5 \text{ м/с}$; $\rho = 450 \text{ кг/м}^3$)

Как видно из рис. 4, при скорости ВП 5 м/с возможно извлечение примесей только из верхних слоев ЗС. Извлечение из слоев, расположенных глубже 0,005 м (рис. 5, а) невозможно. Повысить количество извлекаемых примесей можно увеличив скорость ВП (рис. 4, б). Так, при увеличении скорости ВП возможно извлечение большинства примесей (в слое остается только частицы, расположенные на воздухопроницаемой поверхности). Извлечение примесей, имеющих большие размеры и насыпную плотность ВП

нецелесообразно и осуществляется при решетной сепарации.

Для качественной решетной сепарации необходимо извлечение соломистых примесей. Они представляют собой частицы стеблей от 1 до 10 см в длину с насыпной плотностью 50-150 кг/м³.

Соломистые частицы большой длины удаляются в основной кольцевой зоне очистки ПСУ, а доочистка проходит на конусно-каскадной воздухопроницаемой поверхности. Соломистые примеси условно можно разделить на два вида: длинные – от 10 до 50 мм, с насыпной плотностью 50 кг/м³ и короткие – менее 10 мм с насыпной плотностью 150 кг/м³. Такая разность насыпной плотности объясняется тем, что короткие примеси состоят из междоузлий, которые существенно тяжелее остальной части стебля.

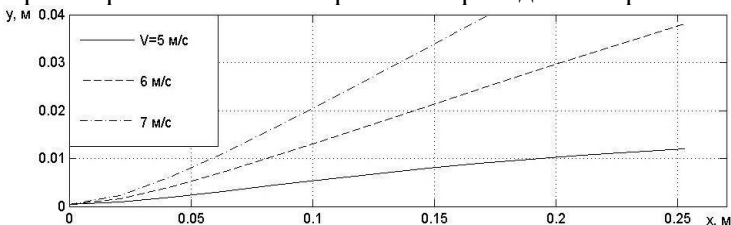
Вычислим эквивалентный диаметр частиц по формуле [3]:

$$a = \sqrt[3]{lbh}, \quad (1)$$

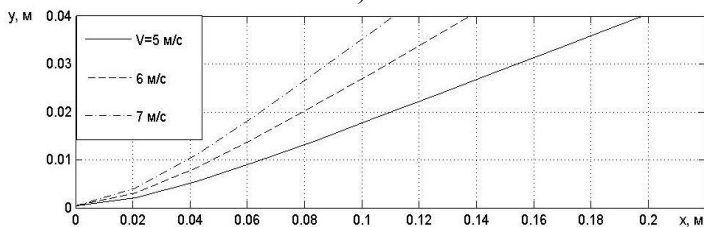
где l , b , и h длина, ширина и толщина соломистой примеси, соответственно.

Для длинных соломисты примесей получим значения 0,0077 м, а для коротких 0,0045 м.

Траектории соломистых примесей приведены на рис. 5.



а)



б)

Рис. 5. Траектории извлечения соломистых примесей: а) $a = 0,0045\text{ м}$, $\rho = 150\text{ кг/м}^3$; б) $a = 0,0077\text{ м}$, $\rho = 50\text{ кг/м}^3$

Как видно из рис. 5, а, извлечение коротких соломистых примесей с междоузлиями возможно при скорости ВП свыше 6 м/с.

Однако следует заметить, что рассматривается извлечение из нижних слоев, и отбор соломистых примесей из верхних слоев происходит и при меньших скоростях ВП.

Извлечение соломистых частиц большой длины (рис. 5, б) не представляет труда. Их полное извлечение происходит при скорости ВП 5 м/с. При повышении скорости ВП от 6 (обуславливается извлечением коротких соломистых примесей) до 7 м/с расчетная длина воздухопроницаемой поверхности уменьшается на 21 % с 0,14 до 0,11 м, а при уменьшении до 5 м/с – увеличивается на 43 % до 0,2 м.

Вывод. Определены параметры, влияющие на извлечение легких примесей. Получены траектории извлекаемых легких примесей. В зависимости от траекторий получены значения расчетной длины воздухопроницаемой конусно-каскадной поверхности.

Список литературы

1. Пат. 50587 Україна, МПК⁹ В07В 1/00, В07В 4/00. Вібровідцентровий сепаратор / Тищенко Л.М., Пастушенко М.Г., Харченко С.О., Сліпченко М.В.; заявник та власник Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка. № у 201000743; заявл. 26.01.10; опубл. 10.06.10, Бюл. №11/2010.

2. Тищенко Л.Н. Динамика извлечения легких примесей пневмосепарирующим устройством виброцентробежного сепаратора / Л.Н. Тищенко, М.В. Слипченко // Вібрації в техніці та технологіях. – 2011. – № 1 (61). – С. 186-193.

3. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Том 3, розділ 7. Очистка і сортування насіння / П.М. Заїка. – Х.: Око, 2006. – 408 с.

4. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. ДСТУ 4138–2002. – [Чинний від 2004-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 173 с.

Анотація

ВИЛУЧЕННЯ ЛЕГКИХ ДОМІШОК НА КОНУСНО-КАСКАДНІЙ ПОВЕРХНІ

У статті визначено залежності траєкторій вилучених легких домішок і розрахункової довжини повітропроникної поверхні від

конструктивно-технологічних параметрів пневмосепаруючого пристрою та фізико-механічних властивостей легких домішок.

Abstract

REMOVING LIGHT IMPURITIES ON THE CONICAL-CASCADE SURFACE

The article defines the dependence of trajectories of recoverable light impurities and the effective length of the air-permeable surface design and technological parameters pneumoseparating devices and physical and mechanical properties of light impurities.