

ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ОЧИЩЕННЯ ЛЛЯНОГО СИРЦЮ З ВИКОРИСТАННЯМ ПНЕВМАТИЧНИХ ДІЙ

С.В. Карманов, аспірант,

П.М. Валько, аспірант,

Л.А. Чурсіна, доктор технічних наук, професор

ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

У статті подано результати дослідження пневматичного способу очищення лляного сирцю з метою досягнення потрібної чистоти лляного волокна.

Постановка питання. За останні роки сировинна база текстильних підприємств все більше орієнтується вітчизнянну рослинну сировину – лляне волокно. І хоча його річний випуск ще не повністю задовольняє потреби вітчизняних текстильних підприємств, все ж перспективи власного виробництва лляного волокна в Україні вселяють надію. Існуючі потужності для його виробництва на підприємствах первинної переробки луб'яних волокон в значній мірі є морально застарілими і потребують удосконалення, бо майже 75% всього виробленого волокна льону одержують у вигляді короткого, заплутаного, разом з рештками деревини стебел (кострицею). Така суміш засміченого кострицею волокна має назву “куделя”. Лише 20-25% лляного волокна у вигляді довгого, достатньо орієнтованого і чесаного знаходить застосування у виробництві побутових товарів – простирадл, скатертин, сорочок тощо. Кудельне волокно, найчастіше, використовують у виробництві технічних тканин і кручених виробів, що є нераціональним. Дослідження вчених [1,2] доводять, що після додаткового очищення коротке лляне волокно можна з успіхом використовувати у виробництві лляного котоніну, придатного для змішування з іншими видами волокон у виробництві тканин побутового призначення. Отже, метою даного дослідження було віднайти нові шляхи очищення короткого лляного волокна від неволокнистих домішок з метою зниження витрат енергії і спрощення технології куделеприготування.

Огляд літератури. З теоретичних досліджень у галузі гідроаеромеханіки, гідравліки і пневматичного транспортування різних матеріалів, в тому числі бавовни-сирцю, зернових і різних круп'яних культур [3-5], відомо, що в процесі руху такі матеріали добре піддаються сепаруванню (відокремленню легких фракцій, в тому числі пилу) і отримують досить високі показники прискорення, які можна з успіхом використати для механічного очищення їх від небажаних домішок. Таким способом очищають насіння соняшнику, гречки та інших

сільськогосподарських культур від лушпиння. Для цього суміш насіння з потоком досить стиснутого повітря орієнтують під певним кутом на нерухомий екран. Внаслідок удару сировини об нерухомий екран та різниці фізико-механічних властивостей зерна (ядра) і його оболонки відбувається руйнування менш жорсткої оболонки і відокремлення від насіння.

Заслуговує на увагу той факт, що існує певна аналогія між структурою круп'яних культур і сумішшю коротких волокон з кострицею. Волокно льону є досить м'яким, легковаговим і гнучким, а костриця, як елемент деревини, є жорсткою, ламкою і більш важкою. Якщо суміш повітря під тиском разом з сирцем розігнати до певної швидкості і зорієнтувати її на екран, то можна досягти потрібного ступеня очищення від залишків пилу і подрібнення залишків костриці. Це суттєво спрощує наступні технологічні операції очищення і видалення "вільної" костриці.

Методика досліджень. З теорії руху легковагових матеріалів у трубах пневматичного транспорту під дією стиснутого повітря [6] відомо, що у такому потоці на прямих ділянках трубопроводів рух матеріалу є рівномірним. Лише у разі появи певних перешкод, розгалужень або різкої зміни розміру поперечного перерізу труби виникають різні ламінарні або турбулентні процеси, які не змінюють структуру середовища, тобто якість волокнистої суміші, а лише впливають на кінематику її руху. Зміна параметрів руху і структури потоку повітряно-волокнистої суміші відбувається лише за межами магістралі, коли потік звільняється від обмежувальних поверхонь і зустрічається з площиною екрану. У даному випадку екраном може бути колосникова решітка. Такого типу решітку використовують у текстильному виробництві для очищення бавовниволокна від рослинних домішок на устаткуванні розпушувально-тіпального цеху.

З літературних джерел [7] відомі наступні характерні залежності, що стосуються умов руху повітряно-волокнистої суміші. При обтіканні опуклого кута, наприклад ΔABC (рис.1), потік повертається на певний кут, що за зоною повороту створює центровану хвилю розрядження (так звані хвилі Маха).

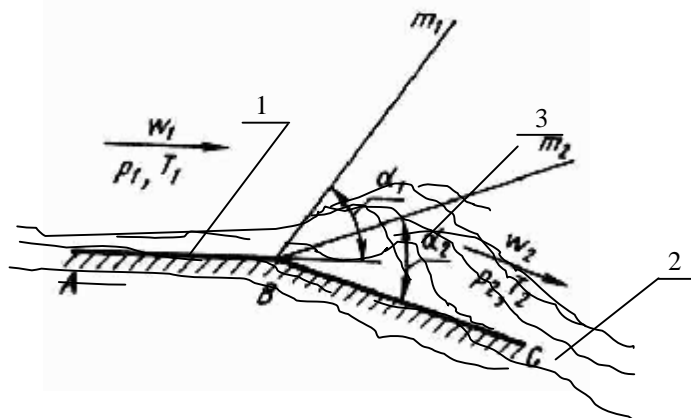


Рис.1 – Рух потоку повітряно-волокнистої суміші з надзвуковою швидкістю при огинанні опуклого кута: 1- потік, що набігає; 2 - вихідний потік; - зона розрядження, турбулентності (пневматичного удару).

Значення хвилі Маха (M) знаходиться з виразу:

$$M = \frac{W}{\sqrt{kRT}}$$

де W - швидкість повітряно-волокнистого потоку, м /с;
 R – газова константа, Дж /кг К;
 T – температура потоку, °К.

За таблицями газодинамічних функцій визначається відносний тиск:

$$\epsilon = \frac{P}{P_0}$$

де P – тиск струменю повітря, МПа;
 P_0 – атмосферний тиск, МПа.

За таблицями для розрахунків потоку, що вигинається, знаходять кути α_1 та α_2 , які визначають зону розрядження.

Для випадку, коли кут огинання потоком дорівнює $\delta=90^\circ$, виникають максимальні зони розрядження, турбулентності струменя, повітряного удару (рис.2), що можуть бути використані для роз'єднання складових повітряно-волокнистої суміші і відокремлення деревних домішок від лляного волокна.

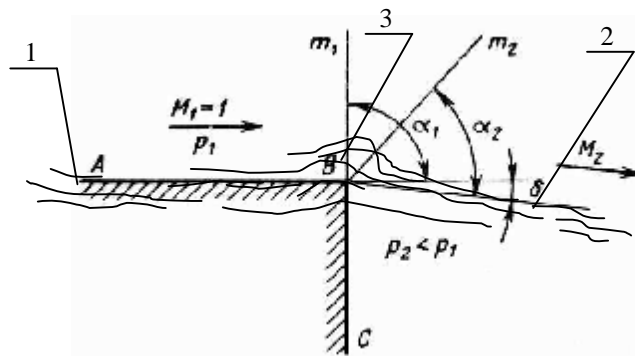


Рис.2 – Рух потоку повітряно-волокнистої суміші з надзвуковою швидкістю в момент огинання прямого кута: 1- потік, що набігає; 2 - вихідний потік; 3 - зона розрядження, турбулентності (пневматичного удару), δ – мінімальний кут відхилення потоку.

У випадку, коли надзвуковий потік подається з сопла з кутом сходження 90° показано на рис.3.

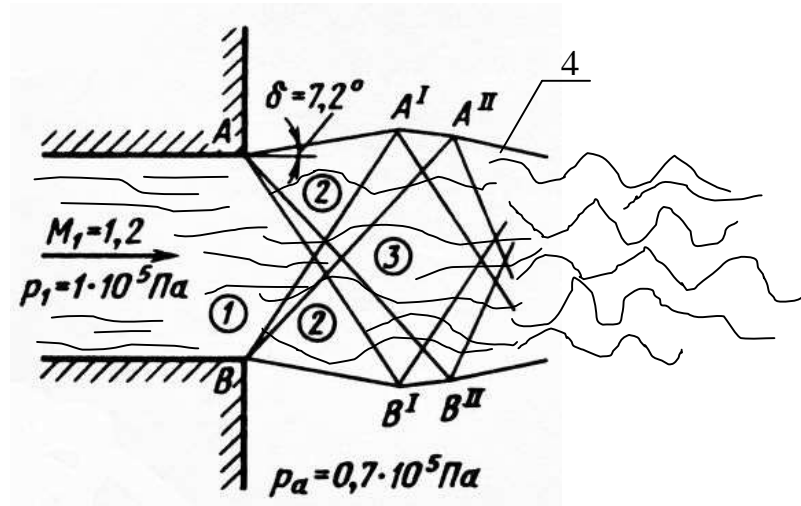


Рис.3 – Рух потоку повітряно-волокнистої суміші з надзвуковою швидкістю в момент виходу з сопла 90° : 1- потік, що набігає; 2 – потік із зоною розрядження і турбулентності; 3 – вихідний потік; 4 – вихідне сопло Лаваля

У вихідному перерізі сопла Лаваля швидкість струменю надзвукова і значення хвилі Маха дорівнює:

$$M = \frac{W}{\sqrt{kRT}} = 1,2$$

Враховуючи той факт, що тиск в усті сопла більше тиску в навколишньому просторі $P_1 > P_2$, значить у точках А і В виникають хвилі розрядження $AB'B''$ і $BA'A''$. Тиск падає майже вдвічі, утворюючи явище удару повітряного струменя, підвищену турбулентність, вібрацію, інтенсивні знакозмінні динамічні коливання в зоні руху вільного потоку повітряно-волокнистого потоку.

Частинки волокнистої маси, що знаходяться в такому потоці, інтенсивно коливаються, отримуючи знакозмінні рухи, вібрують і переміщуються у напрямку руху потоку.

Внаслідок таких інтенсивних дій і вібрації часточки костриці в процесі руху у потоці відокремлюються від волокна, розщепляються на мілкі комплекси, виводяться з маси волокон і відносяться вихідним потоком повітря.

Волокна, як найбільш міцний компонент суміші, розміщуються вповодж потоку, при цьому виконують коливальні і вібруючі рухи від місця зміни напрямку руху потоку до його виходу. Оскільки амплітуда руху проходить з наростанням, то вільні кінці додатково розпушуються, звільняючись від решти часточок костриці і пилу.

Для посилення ударних дій вповодж волокнистої маси, що піддається обробці, потік направляється на похилі ребра колосників. Внаслідок взаємодії потоку з таким екраном вдається роз'єднати складну суміш на складові: повітря з мілкими частками органічного пилу, мінеральних домішок і досить коротких волокон (пуху) легко проходять між колосниками. Волокниста маса з частками костриці з великою швидкістю вдаряється об колосники (екран), ковзають по їх похилій поверхні як це відбувається на крайці тіпального барабану. Короткі волокна внаслідок швидкоплинного процесу протягування по крайці колосників легко знімаються і потоком повітря виносяться з механізму у напрямку волокнистого накопичувача. Довгі волокна, що входять до складу сирцю, переднім (вільним) своїм кінцем знаходяться у зоні активного очищення, а задній край ще залишається у зоні набігаючого потоку. Останній відіграє роль утримувача волокнистого пучка, з якого поступово звільняються окремі технічні волокна і підхоплюються повітряним потоком. Волокниста маса з довгих і коротких лляних волокон збирається у накопичувачі.

Висновки

1. Визначені чинники видалення неволокнистих домішок з лляного сирцю в процесах очищення з використанням пневматичних дій.

2. Встановлено зв'язки між способами транспортування волокнистої сировини і ефективністю очищення волокон від домішок.

3. Перевагою пневматичного способу очищення маси сирцю від різного роду домішок є: суттєве спрощення апаратного оснащення у порівнянні з куделеприготувальним агрегатом, можливість легкого управління потоком суміші з метою досягнення потрібного рівня чистоти волокна, безперервне пневматичне видалення відходів в зону осадження, можливість створення багаторазового очищення сирцю у замкненому циклі з метою досягнення потрібної чистоти лляного волокна відповідно до вимог замовника.

1. *Первичная* обработка лубяных волокон [Марков В.В., Суслов Н.Н., Трифонов В.Г., Ипатов А.М.]. – М.: Легкая индустрия, 1974.– С.176–201.

2. *Карманов С.В.* Моделювання процесу очищення шару сирцю луба з використанням пневматичної дії / С.В. Карманов, М.І. Валько // Вісник Хмельницького національного університету. Хмельницький: Вісник ХНУ. 2007.– №1,– С.130–131.

3. *Пат.* 31663 України. Пневматична форсунка / Кльонон В.Б.. – заявл. 15.10.1998 р.; надр. 15.12.2000 р. Бюл.№7 (II ч).

4. *Пат.* 30925 України. Генератор пневматичних імпульсів /Кльонон В.Б., Кльонон О.В., Курілко А.А.– заявл. 19.12.98 р.; надр. 15.12.2000 р., Бюл.№7(II ч).

5. *Пат.* 30895 України. Генератор пневматичних імпульсів / Курілко А.А., Лисенко Г.В., Самохвалов В.С., Пятак О.В. – заявл. 16.12.98 р.; надр.15.12.2000 р., Бюл.№7(II ч).

6. *Самойлович Г.С.* Гидроаэродинамика /Г.С.Самойлович – М.: Машиностроение, 1980. – 280 с.

7. *Шлихтинг Г.* Теория пограничного слоя /Г.Шлихтинг; – пер. с нем. Л.Г.Лойцянского. – М.: Наука, 1974. – 771 с.