

УДК 677.11.021

©В.А. Сай, к.т.н., Л.М. Дацюк, к.т.н.

Луцький національний технічний університет

О.В. Голій, к.т.н.

Волинської державної сільськогосподарської дослідної станції
інституту сільського господарства Західного Полісся НААН
України

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ ОДНОТИПНОГО ВОЛОКНА ЛЬОНУ ВІД ВІЛЬНОЇ КОСТРИЦІ

У статті наведено результати теоретичних досліджень процесу очищення однотипного волокна льону від вільної костриці трясильним апаратом з фігурними пластинами. Запропоновано залежності для визначення кількості видаленої костриці з однотипного волокна.

ЛЬОН ОЛІЙНИЙ, КОСТРИЦЯ, ОДНОТИПНЕ ВОЛОКНО, ТРЯСИЛЬНИЙ АПАРАТ, ФІГУРНІ ПЛАСТИНИ

Постановка проблеми. У вторинній переробці лляного волокна широкого використання набуває однотипне волокно. Воно використовується в текстильній промисловості у суміші з бавовняними і хімічними волокнами для виготовлення модних тканин і трикотажу різних асортиментних груп, утеплювачів, паперу тощо [5]. Також підготовка сировини для виробництва однотипного волокна дозволяє використовувати адаптовані високопродуктивні сільськогосподарські машини загального призначення для збирання льону: зернозбиральні комбайни, перевертачі валків, рулонні преси та іншу техніку, яка дозволяє повністю механізувати процеси збирання і приготування трести із найменшими матеріальними та енергетичними витратами. Це свідчить, що отримання лляного волокна у вигляді однотипного з низькою собівартістю є актуальним.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Підвищення якості очищення однотипного волокна від вільної костриці повинно здійснюватися не за рахунок додаткових енергетичних і матеріальних затрат, а за рахунок удосконалення робочих органів. Типи робочих органів, їх конструкція для очищення короткого (однотипного) волокна від вільної костриці представлені в працях А.М. Іпатова, В.В. Маркова, Л.А. Чурсіної, В.Г. Внукова, В.А. Дьячкова, та ін. [1 – 5]. Однак з розширенням сфери використання натурального лляного волокна та підвищенням вимог

до його якісних показників виникає потреба в проведенні додаткових досліджень для вдосконалення робочих органів трясильних машин.

Метою дослідження є отримання теоретичних залежностей для визначення кількості видаленої вільної костриці під час роботи трясильного апарата з фігурними пластинами.

Результати дослідження. Покращити якісні показники технологічного процесу можна за допомогою трясильного апарата, робочі органи якого виготовлені у формі фігурних пластин (рис. 1). Апарат складається із рами 1, з закріпленими на ній валами 2. На валах встановлені з визначеним кроком робочі органи 3 для струшування засміченого волокна і його переміщення. Робочі органи виконані у вигляді фігурних пластин із заокругленими кутами, які здійснюють обертний рух. Фігурні пластини на сусідніх валах зміщені одна відносно другої на половину кроку, а траєкторія руху вершин пластин сусідніх валів перекривають одна одну. Це буде запобігати зтягуванню волокна в простір між пластинами. Одночасно при цьому буде спостерігатися видалення костриці через щілини між пластинами.

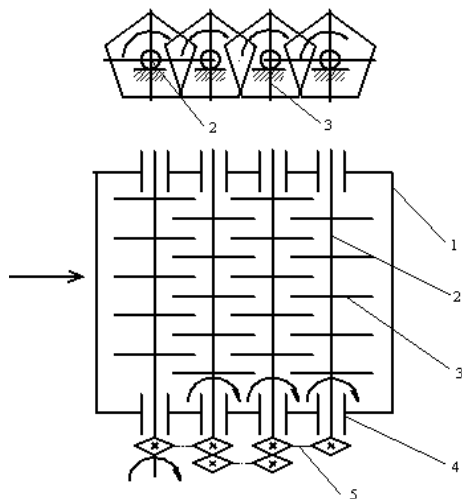


Рис. 1 – Схема трясильного апарата з фігурними пластинами; 1 – рама; 2 – вал; 3 – фігурна пластина; 4 – підшипникова опора; 5 – привід ланцюговий

Робочий процес трясильного апарата полягає в тому, що шар волокна в процесі переміщення фігурними пластинами піддається одночасно розтягуванню у горизонтальній площині і підкиданню у вертикальній площині. Завдяки цьому шар волокна розпушується і створюються більш сприятливі умови для відділення вільної костриці та інших сміттєвих частинок. Костриця і сміттєві домішки, які мають меншу питому парусність, менші розміри та більш обтічну форму, ніж волокно, падають швидше і поступово переміщуються через просторову решітку волокна. Досягнувши нижньої частини шару волокна вони проходять далі через щілини між фігурними пластинами.

Більш складною є перша частина задачі – проходження костриці через шар волокна, більш простою друга частина – через щілини між фігурними пластинами, які мають достатньо великі розміри.

Для проходження костриці через шар волокна необхідно, щоб між окремими волокнами була достатня відстань. При щільному розміщенні волокон проходження костриці неможливе. Таке збільшення відстані між волокнами відбувається при їх розтягуванні і підкиданні під час вільного падіння.

На рис. 2 зображено схему зміни розміщення частинок костриці у шарі волокна, лежачої на виступі фігурної пластини, яка має змінну за величиною і напрямком вертикальну складову прискорення.

На схемі рис. 2, а вертикальна складова прискорення фігурної пластини направлена вгору і рівна $a_в$. В цьому положенні шар волокна стискається навантаженням, більшим, ніж навантаження від сил ваги. На кожену частинку діє сила Q , яка рівна:

$$Q = m \cdot (g + a_в), \text{ Н} \quad (1)$$

де m – вага частинки, кг;

g – прискорення вільного падіння; м/с^2 ;

$a_в$ – вертикальна складова прискорення виступа фігурної пластини.

На рис. 2, б вертикальна складова прискорення фігурної пластини направлена вниз і більше величини прискорення вільного падіння. Частинки, які падають, мають прискорення, менше прискорення вільного падіння, так як їх затримує опір повітря. Вони рухаються повільніше, ніж ребро фігурної пластини, і відстань між ними збільшується. Знаходячись в стані, подібному невагомості, волокна під дією сил пружності розпушуються і під

дією опору повітря рухаються повільніше від частинок костриці. Таким чином костриця переміщається в нижню частину шару волокна.

В подальшому, коли шар волокна вдаряється у ребро наступної фігурної пластини (рис. 2, в), під дією удару костриця із нижньої частини шару волокна випадає і проходить через щілини між фігурними пластинами. А шар волокна стискається і переміщається за вказаним алгоритмом наступною фігурною пластиною.

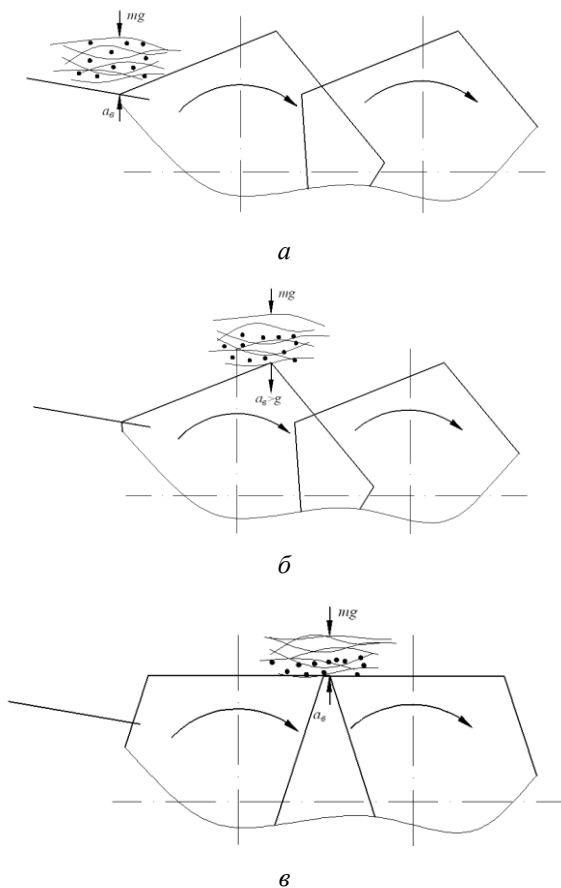


Рис. 2 – Схема зміни розміщення частин костриці при переміщенні волокна фігурною пластиною

Із аналізу процесу очищення однотипного волокна від вільної костриці трясильним апаратом з фігурними пластинами видно, що при переміщенні шару однотипного волокна кількість костриці у волокні зменшується. Нехай значення y_0 визначає вміст костриці у волокні на вході у трясильний апарат. За деякий час dt буде видалятися маса костриці dy . Вона пропорційна часу обробки і її початковій кількості до даного моменту обробки, тобто:

$$dy = k(y_0 - y)dt, \quad (2)$$

де k – коефіцієнт пропорційності, який залежить від шару матеріалу.

Розділивши змінні і проінтегрувавши від 0 до y та від 0 до t , отримаємо:

$$\ln \left[\frac{y_0 - y}{y_0} \right] = -kt. \quad (3)$$

або:

$$y = y_0 \cdot e^{-kt}. \quad (4)$$

Як видно отримана залежність має експоненціальний характер. Причому при $t=0$ $y=0$, а при $t=\infty$ $y=y_0$. Дана закономірність графічно представлена на рис 1.

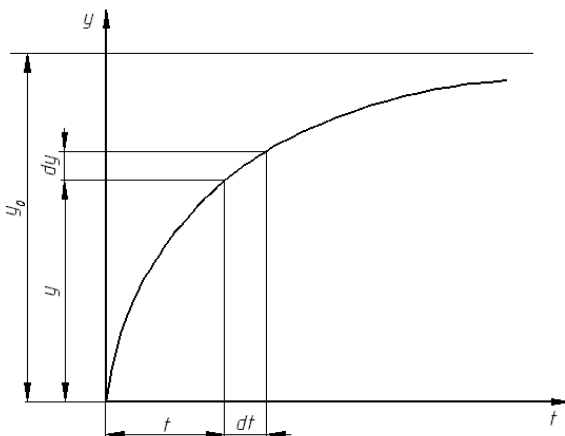


Рис. 3 – Закономірність видалення костриці із шару волокна

Проаналізувавши дану закономірність, можна зробити висновок, що на початку процесу трясіння, коли костриці у шарі волокна багато, її видалення за певний час відбувається швидше. А із зменшенням костриці у волокні цей процес також зменшується.

В загальному кількість видаленої костриці можна виразити через число підкидань шару волокна, яке рівне числу валів із фігурними пластинами. Число видалення костриці при одиничній дії визначається за формулою:

$$dy = k \cdot y_0 \cdot e^{-kt} dt. \quad (5)$$

Ця залежність вказує на швидке зниження ефективності при значному збільшенні стряхуючих дій.

Висновки. У результаті проведеного комплексу досліджень особливостей процесу очищення однотипного волокна від вільної костриці за допомогою трясильного апарата з фігурними пластинами отримані залежності, які дозволять визначити кількість видаленої костриці із волокна залежно від кількості підкидань шару волокна. Отримані теоретичні залежності можуть бути використані для визначення числа валів із фігурними пластинами у трясильному апараті для забезпечення допустимого стандартами вмісту костриці у однотипному волокні льону.

Література

1. Дьячков В.А. Проектирование машин для первичной обработки лубяных волокон / В.А. Дьячков. – Кострома: Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2006. – 263 с.
2. Ипатов А.М. Теоретические основы механической обработки лубяных культур / А.М. Ипатов. – М.: Легпромбытиздат, 1989. – 144 с.
3. Кругла Н.А. Історія розвитку льонарства в Україні: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. іст. наук : спец. 07.00.07 „Історія науки і техніки” / Н.А. Кругла. – К., 2002. – 20 с.
4. Марков В.В. Первичная обработка льна и других лубяных культур / В.В. Марков. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 376 с.
5. Сай В.А. Технологія вирощування, збирання та первинної переробки льону олійного / В.А. Сай. – Луцьк: ЛНТУ, 2012. – 168 с.