



Заїка П. М.

Бакум М. В.

Михайлов А. Д.

Козій О. Б.

**Харківський  
національний  
технічний  
університет  
сізьського  
господарства  
імені Петра Василенка**

УДК 631.362

## СЕПАРАЦІЯ НАСІННЯ ЛЬОНУ НА ВІБРАЦІЙНИХ СЕПАРАТОРАХ

*Аналіз результатів експериментальних досліджень очищення та сортування некондиційного насіння льону на перфорованих та неперфорованих робочих органах вібраційних сепараторів показав, що із насіння льону є можливість виділити важковідокремлюване насіння бур'янів та домішки з одночасним відбором у відхід неповноцінного насіння основної культури.*

*Analysis of results of experimental researches of cleaning and sorting of unstandard seed of flax on the perforated and unperforated workings organs oscillation separators rotined that from the seed of flax there is possibility to select the trudnootdelimye seed of weeds and admixture with a simultaneous selection in departure of inferior seed of basic culture.*

**Постановка проблеми.** Для одержання високих та сталих врожаїв сільськогосподарських культур важливе значення має очищення, сортування та відбір для посіву біологічно найбільш повноцінного насіння. Розв'язання проблеми підвищення посівних якостей насіння, в тому числі насіння льону, пов'язане з створенням нових високоефективних і високопродуктивних засобів механізації для сепарації насіннєвих сумішей сільськогосподарських культур.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Повністю задовольнити потреби господарств агропромислового комплексу України в насінні з високими посівними якістьями, знизити собівартість та зробити стабільні запаси посівного матеріалу в потрібних кількостях можливо тільки при переводі насінництва на промислову основу, яка базується на подальшій спеціалізації та концентрації.

Організація насінництва на промисловій основі потребує створення відповідної матеріально-технічної бази післязбиральної обробки та зберігання насіння льону, найбільш ефективного використання потокових ліній заводського виробництва. Але необхідно відмітити, що розробка та організація серійного виробництва нового високопродуктивного обладнання і зерноочисних машин залишаються на недостатньому рівні.

Підготовка посівного матеріалу льону здійснюється на зерноочисних машинах загального призначення з повітряно-решітно-трієрними робочими органами. При цьому

доведення насіння до високих посівних кондицій на цих машинах не завжди забезпечується, а багаторазові пропуски насіння через робочі органи машин призводять до травмування та втратам насіння основної культури у відхід. Крім того, з плином часу отримання кондиційного посівного матеріалу льону ускладнюється із-за своєрідного пристосування насіння бур'янів та домішок, які поступово втрачають ті ознаки розділення, за якими раніше відрізнялись від насіння основної культури [1, 2, 3].

Недосконалість технологічних процесів серійних зерноочисних машин викликає необхідність насичення технологічних ліній післязбиральної обробки спеціальними зерноочисними машинами для доочищення насіння льону. Це призводить до збільшення собівартості посівного матеріалу, ускладнює налагодження технологічних ліній, часто знижує продуктивність і не завжди забезпечує вихід насіння з високими посівними показниками.

Підвищити посівні якості насіння різних сільськогосподарських культур, в тому числі насіння льону, можливо за рахунок введення в лінії по очищенню та сортуванню вібраційних сепараторів, застосування яких відкриває можливості удосконалення технологічного процесу підготовки насіння з високими посівними якістьями [1, 2, 3, 4].

Встановлено, що сепарація на перфорованих та неперфорованих фрикційних поверхнях вібраційних сепараторів дозволяє виділити із насіння основної культури важковідокремлюване насіння бур'янів, насіння



інших культурних рослин та домішки, які у багатьох випадках не виділяються на зерноочисних машинах загального та спеціального призначення. Крім того, на вібраційних сепараторах одночасно з очищенням насіннєвого матеріалу відбувається і виділення із насіння основної культури неповноцінного насіння (травмованого, щуплого, пророслого та ін.).

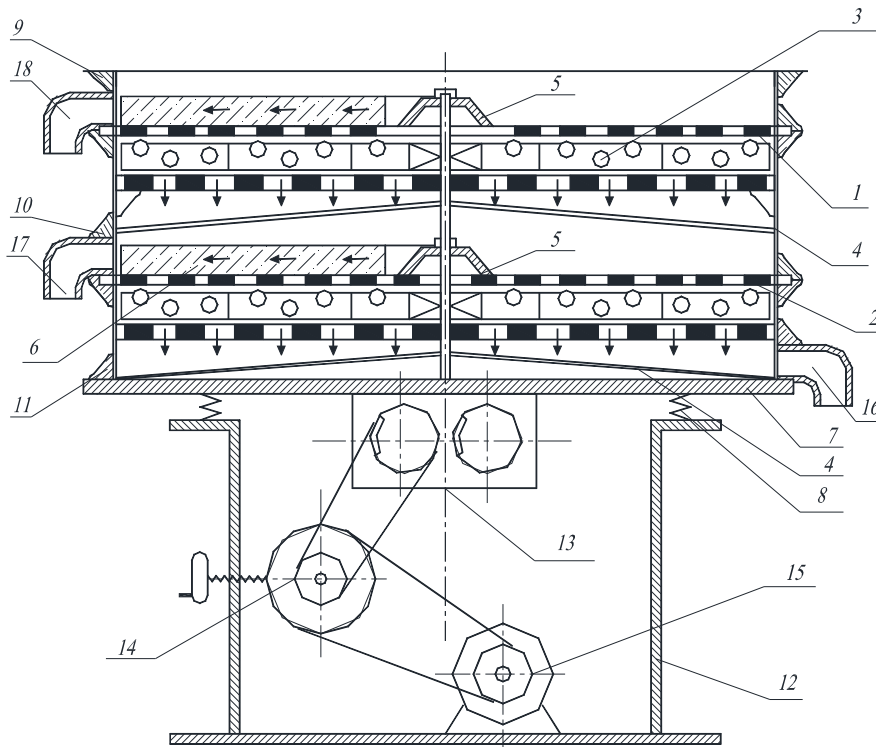
У зв'язку з цим, пошук нових ознак сепарації, вискоєфективних робочих органів зерноочисних машин, а також удосконалення технологічного процесу підготовки насіннєвого матеріалу льону є актуальною задачею і має важливе значення.

**Мета досліджень.** Дослідити можливість очищення насіння льону від важковідокремлюваного насіння бур'янів та домішок з одночасним сортуванням насіння основної культури на вібраційних сепараторах з

перфорованими та неперфорованими фрикційними поверхнями.

**Результати досліджень.** Насіння бур'янів та домішки за розмірами не значно відрізняються від насіння льону, тому доведення до високих посівних кондицій за чистотою насіння льону на зерноочисних машинах з тихохідними решітними станами пов'язано з багаторазовістю пропусків вихідного матеріалу через робочі органи машин, що призводить до значних втрат насіння основної культури у відхід.

Для встановлення ефективності виділення із насіння льону важковідокремлюваного насіння бур'янів та домішок вихідна насіннева суміш була оброблена на вібраційних решетах. Конструктивна схема вібраційного сепаратора з гвинтовими коливаннями робочого органу навколо вертикальної вісі наведена на рис. 1.

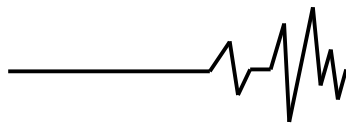


**Рис. 1. Конструктивна схема вібраційного сепаратора з перфорованим робочим органом:**

- 1 – верхнє решето; 2 – нижнє решето; 3 – кульковий очисник решіт; 4 – конус розвантажувальний; 5 – конус натяжний з ділильником; 6 – планка ділильна; 7 – вібростіл; 8 – пружини; 9, 10, 11 – обечайки; 12 – станина; 13 – вібророзбудник; 14 – варіатор; 15 – електродвигун; 16, 17, 18 – розвантажувальні лотки**

Для доочищення насіння льону на решітному стані вібраційного сепаратора верхнє решето 1 встановлювалось з круглими отворами діаметром 2,0 мм, а нижнє решето 2 з прямокутними отворами шириною 1,1 мм, які

встановлювались між обечайками 9, 10, 11. Решето від насіння, що заклинилось, очищається кульковим очисником 3. Для виведення сходової фракції з решета використовується конус 5 натяжний з



ділильником, а проходової фракції – конус розвантажувальний 4. Решітний стан змонтований на вібростолі 7, який за допомогою пружної опори 8 встановлюється на станині 12. Решітному стану надаються малоамплитудні височастотні гвинтові коливання навколо вертикальної вісі вібробудника 13, який приводиться в рух від електродвигуна 15 клинопасовими передачами з варіатором 14.

Під час роботи вихідний матеріал подається на верхнє решето 1. Під дією височастотних коливань матеріал переміщується по колу та розділяється на дві фракції. Значна частина насіння бур'янів, домішок та дрібного насіння льону просіюється крізь отвори решета, поступає на розвантажувальний конус 4 і виводиться з сепаратора. Сходова фракція переміщується по решету і конусом з ділильником 5 через лоток 18 виводиться з сепаратора. Для його доочищення воно спрямовується на нижнє решето з прямокутними отворами, де в сходову фракцію відокремлюється переважна частина насіння бур'янів і домішок. Очищена фракція просипається крізь решето і розвантажувальним конусом 4 та лотком 16 виводиться з сепаратора. Насіння, що заклинюється в отворах 1, 2 очищується гумовими кульками очисника 3.

Вихідна насіннева суміш являла собою відхід машини основного очищення «Петкус-Гігант» К-531, встановленої в технологічній лінії з підготовки посівного матеріалу льону. Ця суміш мала наступні показники: вміст насіння льону – 91,4%, наявність насіння бур'янів – 11970 шт/кг; наявність домішок – 3,2%.

На підставі досліджень розмірних характеристик насіння льону, насіння бур'янів та домішок, проведених в галузевій науково-дослідній лабораторії Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, пошук області оптимуму ефективності сепарування досліджуваної суміші проводилось на решеті з круглими отворами діаметром 2,0 мм (верхнє) та прямокутними шириною 1,1 мм, встановленим в решітному стані вібраційного сепаратора.

Кінематичні параметри вібраційного сепаратора були наступними: частота коливань решітного стану –  $155 \text{ с}^{-1}$ , амплітуда коливань – 1,4 мм, кут спрямованості коливань –  $17^\circ$ . Продуктивність сепаратора з одним решетом дорівнювала 600 кг/год.

Результати очищення насіння льону від важковідокремлюваного насіння бур'янів та домішок на перфорованих поверхнях вібраційного сепаратора наведені в табл. 1.

Таблиця 1

**Результати очищення насіння льону на перфорованих поверхнях (решетах)**

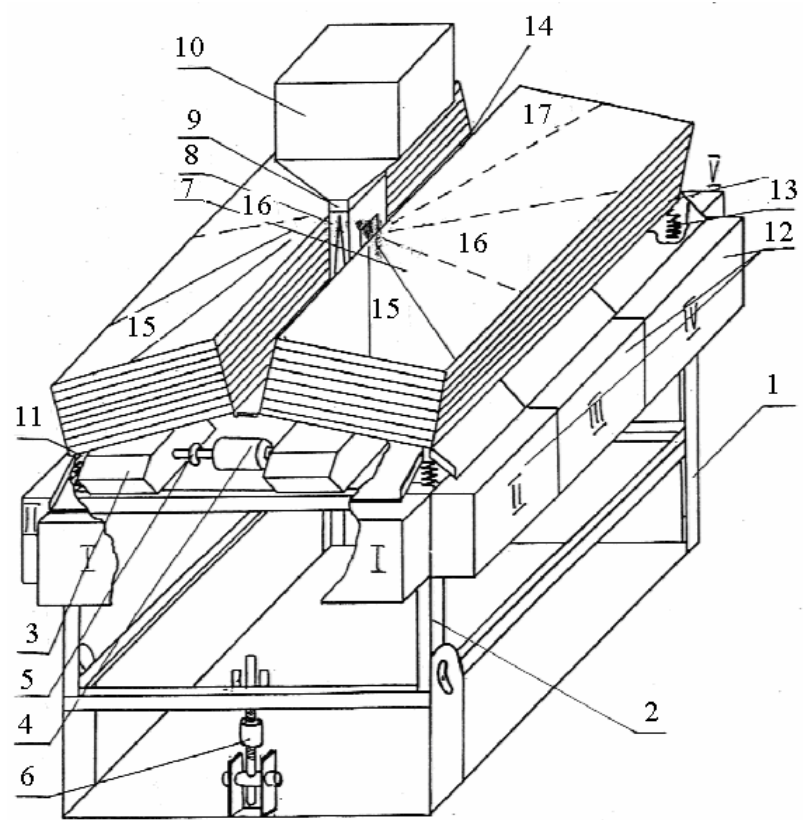
Фракції	Розподілення насінневої суміші по фракціях, %	Наявність насіння бур'янів, шт./кг	Наявність домішок, %	Вміст насіння основної культури, %	Маса 1000 штук насінин, г	Якість насіння
Решето з круглими отворами діаметром 2,0 мм						
Вихідна	100	11970	3,2	91,4	4,56	неконд
Схід	93,8	780	0,9	98,7	4,73	конд
Прохід	6,2	184260	11,8	14,2	3,39	неконд
Решето з прямокутними отворами шириною 1,1 мм						
Схід	3,1	32410	14,6	38,4	5,61	неконд
Прохід	90,7	190	0,3	99,1	4,48	конд

За один пропуск через решето з круглими отворами діаметром 2,0 мм, встановленому в решітному стані вібраційного сепаратора, є можливість виділити більше 88% насіння бур'янів та отримати насінневий матеріал з вмістом насіння льону 98,7%.

Цільова фракція, яка склала 93,8%, додатково пропускалась через решето з прямокутними отворами шириною 1,1 мм. В результаті сепарації отримано 90,7%, від маси вихідної суміші, насіння льону, яке відповідає за вмістом насіння основної культури вимогам ДСТУ [5, 6]. Загальні втрати насіння льону у відхід складають 1,3%.

Дослідженнями встановлено, що віброфрикційні сепаратори з неперфорованими фрикційними поверхнями, які розділяють насінневі суміші за комплексом фізико-механічних властивостей (фрикційні властивості, пружність і форма насіння), зарекомендували себе з позитивної сторони при підготовці насінневого матеріалу овочевих, круп'яних, олійних, лікарських культур, насіння трав та інших культур.

Конструктивна схема віброфрикційного сепаратора з неперфорованим фрикційним робочим органом наведена на рис. 2.



**Рис. 2. Конструктивна схема віброфрикційного сепаратора з неперфорованим робочим органом: 1 – основна рама; 2 – проміжна рама; 3 – віброзбудники; 4 – проміжна передача; 5 – пружні муфти; 6 – механізм регулювання поздовжнього кута нахилу робочих поверхонь до горизонту; 7 – неперфоровані фрикційні поверхні; 8 – живильні пристрої; 9 – перехідні патрубки; 10 – бункер; 11 – вібростіл; 12 – приймальники насіння; 13 – пружини; 14 – механізм регулювання поперечного кута нахилу робочих поверхонь до горизонту; 15, 16, 17 – траєкторії руху насіння**

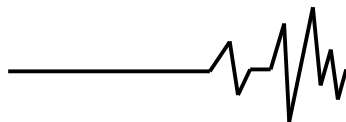
Робочий орган сепаратора – фрикційні неперфоровані сепаруючі поверхні (два пакети по п'ятнадцять штук), встановлені з поздовжньо-поперечним кутом нахилу до горизонту. В залежності від культури, механіко-технологічних властивостей, виду насіння бур'янів та забур'яненості, поверхня робочого органу може бути облицьована різним фрикційним матеріалом: фанерою технічною, абразивним полотном, гумою, брезентом та іншими матеріалами. Поздовжній і поперечний кути нахилу робочих поверхонь регулюються, відповідно, механізмами 14 і 6. Сепаруючі поверхні закріплені на вібростолах 11, які встановлені на пружинах 13. Пружини розміщені симетрично на рамі 2.

На віброуючій частині сепаратора встановлені живильні пристрої 8, які подають насіння на кожну робочу поверхню.

Між живильними пристроями 8 і бункером 10 знаходяться перехідні патрубки 9 із еластичного матеріалу.

До вібростолів закріплені двобальні дебалансні віброзбудники 3 спрямованої дії так, що лінія дії вимушених сил складає гострий кут з напрямом зростання кута підйому робочої поверхні. Віброзбудники приводяться в дію від електродвигуна змінного струму пасовою передачею через проміжну передачу 4 та пружні муфти 5. Для збору продуктів розділення є приймальники насіння 12.

Технологічний процес віброфрикційного сепаратора здійснюється наступним чином. Під дією коливань вихідний матеріал льону із бункера через гнучкі патрубки і живильні пристрої потрапляє на робочі поверхні. На них насіння в залежності від фізико-механічних характеристик переміщуються за різними траєкторіями і розділяються на фракції. Так, по траєкторіях 15 переміщується більш округле, пружне насіння основної культури і скочується в нижні приймальники продуктів розділення. Плоске, шорстке і менш пружне насіння льону, а також насіння бур'янів та домішки



переміщуються по траєкторіях 17 в верхні приймальники. Насіння льону, яке має проміжні значення цих властивостей, потрапляє по траєкторіях 16 в бокові приймальники. Подача насіння на робочі поверхні здійснюється так, щоб на робочому органі відбувалося одношарове переміщення насіння.

Дослідження доочищення насіння льону (після сепарації на вібраційному сепараторі з перфорованим робочим органом) від важковідокремлюваного насіння бур'янів та домішок з одночасним сортуванням насіння основної культури проводилися на

віброфрикційному сепараторі з неперфорованими фрикційними поверхнями.

Конструктивно-кінематичні параметри віброфрикційного сепаратора були наступними: поздовжній кут нахилу робочої поверхні – 5,7°; поперечний – 1,4°; амплітуда коливань робочого органу – 1,1 мм; частота коливань – 1650 кол/хв.; кут спрямованості коливань – 30°.

Продуктивність сепаратора при установці однієї робочої поверхні облицьованою брезентом, склала 3,2 кг/год.

Результати сепарації насіння льону на віброфрикційному сепараторі наведені в табл. 2.

Таблиця 2

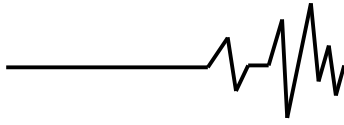
**Результати очищення та сортування насіння льону на неперфорованих фрикційних поверхнях**

Найменування показників	Вихідна суміш	Фракції насіння (приймальники)							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	
Розподілення насіння льону по фракціях, %	100,0	6,9	8,1	27,6	45,8	7,9	2,3	1,4	
Розподілення насіння льону зростаючим підсумком, %	100,0	6,9	15,0	42,6	88,4	96,3	98,6	100,0	
Вміст насіння основної культури, в тому числі, %:	99,1	99,4	99,7	99,9	99,9	83,6	74,8	51,2	
– щуплого	4,2	–	0,1	0,3	0,4	13,9	56,4	12,7	
– зеленого	1,7	0,1	0,1	0,2	0,3	4,8	8,2	12,6	
Наявність насіння бур'янів, %	0,6	0,3	0,2	0,1	0,1	12,8	17,9	39,1	
Наявність домішок, %	0,3	0,2	0,1	–	–	3,6	7,3	9,7	
Схожість, %	89	94	96	97	97	68	53	41	
Енергія проростання, %	83	88	90	92	91	60	45	36	
Маса 1000 штук насінин, г	4,48	4,96	4,92	4,81	4,75	4,03	3,18	2,54	
Якість сепарації		кондиційне				некондиційне			

Аналіз проведених експериментальних досліджень очищення та сортування насіння льону на неперфорованих фрикційних поверхнях віброфрикційного сепаратора показує, що в перші чотири фракції потрапило насіння льону, вміст якого у порівнянні з вихідним, збільшився на 0,73%, схожість та енергія проростання, відповідно, підвищилися на 7,4% і 7,2%. В ці фракції потрапило насіння льону з підвищеною масою 1000 штук насінин: 4,96; 4,92; 4,81; 4,75 г при масі 1000 штук

насінин вихідної суміші 4,48 г. Необхідно також відмітити, що в першу-четверту фракції потрапила незначна кількість щуплого і зеленого насіння. Це дозволило підвищити лабораторну схожість перших чотирьох фракцій та отримати 88,4% насіння льону, яке відповідає вимогам ДСТУ [5, 6].

У п'яту-сьому фракції (вихід насіння 11,6%) надходило некондиційне насіння льону із значним вмістом насіння бур'янів, відповідно: 12,8%; 17,9%; 39,1% та великим вмістом



домішок: 3,6%; 7,3%; 9,7%. В цих фракціях значно підвищилась кількість щуплого і зеленого насіння, а маса 1000 штук насінин зменшилась до 4,03; 3,18; 2,54 г, відповідно. В результаті чого лабораторна схожість та енергія проростання зменшилась, відповідно, п'ятої фракції – на 21,0% і 23,0%; шостої фракції – на 36,0% і 38,0%; сьомої фракції – на 48,0% і 47,0%.

Необхідно відзначити, що при такому способі очищення насіння льону відбувається одночасно відбір у відхід (п'ятий – сьомий приймальники) неповноцінного насіння: травмоване, щупле, зелене з низькою масою 1000 штук насінин, зниженою лабораторною схожістю та енергією проростання, яке дає низький врожай льону.

### **Висновки**

1. Післязбиральна обробка насіння льону на повітряно-решітно-трієрних робочих органах зерноочисних машин загального призначення та спеціальних зерноочисних машинах не завжди забезпечує отримання насіння основної культури з високими посівними якістьми, навіть при багаторазових пропусках вихідної суміші через робочі органи машин.

2. Запропонований спосіб очищення та сортування насіння льону на вібраційних сепараторах показав ефективність його застосування для підготовки висококондиційного насіння льону.

3. Аналіз результатів експериментальних досліджень показав, що при сепарації насіння льону на перфорованому робочому органі вібраційного сепаратора із некондиційної насінневої суміші є можливість виділити важковідокремлюване насіння бур'янів та домішки з одночасним відбором у відхід неповноцінного насіння основної культури (травмованого, щуплого, зеленого та ін.). Вихід

насіння льону з високими посівними показниками складає 93,8%.

4. При доочищенні та сортуванні насіння льону (після сепарації на вібраційному сепараторі з перфорованим робочим органом) на віброфрикційному сепараторі з неперфорованим робочим органом є можливість підвищити такі посівні якості насіння, як вміст насіння основної культури (на 0,73%), схожість (на 7,4%), енергію проростання (на 7,2%), масу 1000 штук насінин (на 0,38 г).

5. Впровадження вібраційних сепараторів для очищення та сортування насіння льону дозволяє із некондиційного насінневого матеріалу отримати насіння, яке відповідає високим посівним кондиціям, що в свою чергу дає можливість зменшити норму висіву та при цьому отримати більш високі та сталі врожаї.

### **Література**

1. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Очищення і сортування насіння. Т. III, розділ 7. – Харків: Око, 2006. – 407 с.

2. Заїка П.М., Мазнев Г.Е. Сепарация семян по комплексу физико-механических свойств. – М.: Колос, 1978. – 287 с.

3. Заїка П.М. Вибрационные сеячистительные машины и устройства. Учебное пособие/М.: МИИСП-1981.-141с.

4. Заїка П.М. Динамика вибрационных зерноочистительных машин. М.: Машиностроение, 1977.

5. Державний стандарт України. Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови ДСТУ 2240-93 Київ, 1994. – 73 с.

6. Національний стандарт України. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. ДСТУ 4138-2002. Київ, 2003. – 173 с.