

ВПЛИВ КРИВИЗНИ РЕШЕТА НА ЕФЕКТИВНІСТЬ СОРТУВАННЯ НАСІННЯ СОЇ

Бакум М. В., к.т.н., проф., Козій О. Б., к.т.н., доц., Крекот М. М., к.т.н., доц.,
Винокуров М. О., ст. викл., Вотченко О. С., доц., Басов О. І., інж.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка*

Наведені результати експериментальних досліджень впливу основних параметрів роботи решітних сепараторів на ефективність сортування насіння сої на прямолінійних і криволінійних решетах. Підтверджено зростання просівання проходової фракції на криволінійному решеті в 1,88 рази.

Постановка задачі. Посушливе літо 2017 р. створило несприятливі умови для росту і формуванню урожаю пізніх культур. Однією з таких культур є соя. Її урожайність в цьому році була в декілька разів меншою традиційної урожайності для своїх регіонів. Крім того, отримане насіння суттєво відрізнялось як за виповненістю, так і за розмірами та біологічним потенціалом. Тому для використання урожаю цього року в якості посівного матеріалу отримане після очищення насіння необхідно додатково сортувати з метою відокремлення в посівну фракцію найбільш виповненого з високим біологічним потенціалом насіння.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основну частину існуючих технологічних ліній для підготовки посівного матеріалу зернових культур, і сої в тому числі, складають повітряно-решітні машини з тихохідними коливними решітними станами [1-5]. Основним недоліком таких машин є низька чіткість розділення компонентів насінневих сумішей. Сутність такого недоліку полягає, по-перше, у великій продуктивності сепараторів, що зумовлює рух по решетах вихідного матеріалу товстим шаром з недостатнім перемішуванням, що затрудняє проникнення часток проходової фракції не лише через отвори решета, а навіть через шар до його поверхні. Крім того, на кожне решето решітних станів надходить матеріал, який відрізняється як за розмірами та формою компонентів, так і за гранулометричним складом. Конструкція відомих решітних станів як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва спроможна забезпечити лише однаковий кінематичний режим роботи усіх решіт решітного стану. Тому в реальних умовах оптимальний режим роботи в існуючих зерноочисних машинах встановлюється здебільшого лише для одного решета.

Відмінний режим роботи кожного решета можна досягти, наприклад, за рахунок використання решіт різної кривизни [6-10].

Запропоноване рішення можна реалізувати у існуючих зерноочисних машинах, якщо в конструкціях їх решітних станів передбачити пристрій для зміни кривизни решета.

Мета роботи. Дослідження інтенсифікації процесу сортування насіння сої за рахунок використання криволінійних решіт.

Результати досліджень. Дослідження виконані на модернізованій повітряно-решітній насіннеочисній машині СМ-0,15, в решітному стані якої встановлювалось одне решето з круглими отворами діаметром 3,0 мм шириною 240 мм. Для вивчення впливу кривизни решета на якість сортування насіння сої решітне полотно закріплювали на спрямовувальних рамках різної кривизни, спрямованої до нижньої сторони, що забезпечує отримання вгнутої поверхні решета.

Параметрами управління процесом сортування насіння на машині були величина подачі вихідного матеріалу на решето та частота його коливань.

Вихідним матеріалом для досліджень було насіння сої сорту Максос урожаю 2017 р. після попереднього очищення від легких домішок на пневматичному сепараторі в умовах дослідного поля «Центральне» ХНТУСГ ім. Петра Василенка.

Результати дослідження впливу величини подачі вихідного матеріалу на якість сортування насіння сої наведені на рис. 1. Величина подачі на решето лабораторної установки шириною 240 мм змінювалась від 10 до 65 кг/год, що еквівалентно подачі на решето серійних зерноочисних машин в межах 350 кг/год. Дослідження виконувались при частоті коливань решітного стану 350 кол/хв як на плоскому решеті, так і на криволінійному радіусом $R_3=7,10$ м.

Аналіз отриманих результатів свідчить про суттєвий вплив величини подачі на якість сортування насіння сої як на прямолінійному, так і на криволінійному решеті. Причому, слід зазначити, що характер зміни залежностей, які характеризують якість сортування насіння: величина прохідної фракції (П) та основної – відсортованої, що переміщується сходом з решета (W), однаковий. Разом з тим, найбільше просівання дрібного насіння сої на прямолінійному решеті отримали при величині подачі 20 кг/год, а на криволінійному – 30 кг/год. На обох видах решіт, при малих подачах, величина прохідної фракції дещо менша за максимальну.

Це пояснюється несприятливими умовами просівання, як на початку решета в зоні завантаження, особливо для прямолінійного решета, так і на кінцевих ділянках, на яких швидкість руху насіння перевищує критичну з умови просівання через круглі отвори. На криволінійних решетах їх вгнута поверхня сприяє інтенсифікації процесу в зоні завантаження (на початку решета) та зменшує швидкість руху насіння на кінцевих ділянках, що забезпечує більш сприятливі умови для просівання часток прохідної фракції по всій довжині решета. Подальше збільшення подачі вихідного матеріалу (більше оптимальної) призводить до збільшення товщини шару матеріалу на решеті, погіршення умов проходження часток прохідної фракції до поверхні решета (сегрегації шару) і як наслідок, зменшення величини прохідної фракції. Причому, слід зазначити, що на прямолінійному решеті зменшення величини прохідної фракції відбувається більш інтенсивно. Збільшення величини подачі на прямолінійне решето з 20 до 65 кг/год призвело до зменшення величини прохідної фракції з 13,68% до 5,31%, тобто в 2,58 рази. На криволінійному решеті збільшення подачі вихідного матеріалу, 330 до 61 кг/год зумовило зменшення величини прохідної фракції з 24,63% від маси вихідного матеріалу, до 19,24%, тобто лише в 1,25 рази.

В цілому слід визначити, що при всіх досліджуваних значеннях величини подачі вихідного матеріалу величина прохідової фракції криволінійного решета суттєво перевищує величину проходу прямолінійного решета. Так, при подачах до 30 кг/год величина прохідової фракції криволінійного решета більша в 1,98... 1,88 рази, а при подачах від 45 до 65 кг/год – більша в 2,78...3,62 рази від проходу прямолінійного решета.

Дослідження впливу частоти коливань решета на якість сортування насіння сої проводили при подачі вихідного матеріалу рівній 30 кг/год як на криволінійне, так і прямолінійне решето. Результати досліджень наведені на рис. 2.

Як видно з графіків частота коливань суттєво впливає на якість сортування як прямолінійного, так і криволінійного решета. Слід зазначити, що не лише характер впливу, а і оптимальне значення для обох видів решіт однакове і дорівнює 350 кол/хв. При малих значеннях частоти коливань величина прохідової фракції менша за рахунок недостатньої сегрегації шару матеріалу, що рухається по решетові. Особливо це помітно на прямолінійному решетові, у якого величина прохідової фракції зменшується з 13,13% від маси вихідного матеріалу, при частоті коливань рівній 350 кол/хв до 6,80% при частоті 300 кол/хв, що становить 1,93 рази. На криволінійному решеті $R_3=7,10$ м, при аналогічному зменшенні частоти коливань величина прохідової фракції зменшується з 24,63%, від маси вихідного матеріалу, до 22,36%, що становить лише 9,22%.

Збільшення частини коливань решітного стану машини за 350 кол/хв погіршує умови просівання прохідової фракції на обох видах решіт, через погіршення умов просівання часток прохідової фракції через отвори решета. Особливо це очевидно на прямолінійному решеті, на якому величина прохідової фракції зменшується з 13,13%, від маси вихідного матеріалу, до 4,9%, що становить 2,68 рази, при збільшенні частоти коливань з 350 до 400 кол/хв. На криволінійному решеті таке збільшення частоти коливань решета призводить до зменшення величини прохідової фракції з 24,63%, від маси вихідного матеріалу, до 21,16%, що становить лише 14,09%. Так як при підвищених частотах коливань збільшується продуктивність сепараторів, то при не дуже високих вимогах до якості сортування, продуктивність криволінійних решіт є можливість підвищувати за рахунок збільшення частоти їх поливань.

Для дослідження впливу кривизни решета на якість сортування насіння сої використовували змінні спрямовуючі рамок, які забезпечували кривизну решета $R_1=21,257$ м і максимальну величину прогину в центральній його частині $h_{max}=5$ мм; $R_2=10,635$ м і $h_{max}=10$ мм; $R_3=7,10$ м і $h_{max}=15$ мм; $R_4=4,275$ м і $h_{max}=25$ мм. Дослідження проводили при частоті коливань 350 кол/хв і величині подачі вихідного матеріалу 30 кг/год на решето шириною 240 мм і довжиною 560 мм. Результати дослідження впливу кривизни решета на якість сортування насіння сої на решетах з круглими отворами діаметром 3,0 мм наведені на рисунках 3 і 4. Як видно з графіків кривизна решета суттєво впливає на якість сортування.

Перш за все слід зазначити, що кожна, із досліджуваних, кривизна вгнутого решета сприяла збільшенню величини прохідової фракції, тобто

покращенню якості сортування насіння сої в порівнянні з прямолінійним решетом. Оптимальною кривизною решета для сортування насіння сої є $R_3=7,10$ м з величиною максимального прогину в його середній частині рівній $h_{max}=15$ мм. Величина прохідної фракції, яку складало дрібне насіння сої, становила 24,63% від маси вихідного матеріалу. При зменшенні кривизни решета величина прохідної фракції зменшувалася. Збільшення кривизни решета з величиною прогину більшою 15 мм теж зменшує величину прохідної фракції за рахунок додаткового збільшення швидкості руху насіння на початку решета та нагромадження матеріалу в другій його половині через утруднення зсипання з решета. На рис. 4 наведені криві розподілу величини прохідної фракції по довжині прямолінійного 3 та криволінійного 1 решета, а також відповідний розподіл зростаючим підсумком – криві 4 і 2. Як видно з графіків, величина прохідної фракції, практично на всіх ділянках криволінійного решета, перевищує відповідну величину отриману на прямолінійному решеті. Це показує, що криволінійне решето на всіх його відрізках більш ефективно сортує насіння.

Результати порівняльних випробувань сортування насіння сої на коливних решетах з круглими отворами діаметром 3,0 мм наведені в табл 1.

Таблиця 1 – Результати порівняльних випробувань сортування насіння сої на коливних решетах з круглими отворами 3,0 мм

Довжина.решета, мм	95	190	275	370	465	560	Разом	маса 1000 насінин, г
	Фракції проходу решета							
На плоскому решеті								
Вихідна суміш, кг %							105,186 100,0	79,64
Сходова фракція, кг %							91,376 86,87	83,44
Проходова фракція, кг %	3,050 2,90	3,839 3,65	3,618 3,44	2,167 2,06	0,876 0,72	0,261 0,34	13,811 13,13	54,50
Маса 1000 насінин, г	45,90	52,04	56,66	63,10	63,74	63,90	54,50	
На криволінійному решеті радіусом R_3								
Вихід на суміш, кг %							114,169 100	79,64
Сходова фракція, кг %							86,021 75,35	86,65
Проходова фракція, кг %	5,065 4,44	8,734 7,65	8,589 7,52	4,259 3,73	1,222 1,07	0,279 0,24	28,148 24,65	58,20
Маса 1000 насінин сої, г	47,50	56,96	61,98	62,98	65,40	71,24		

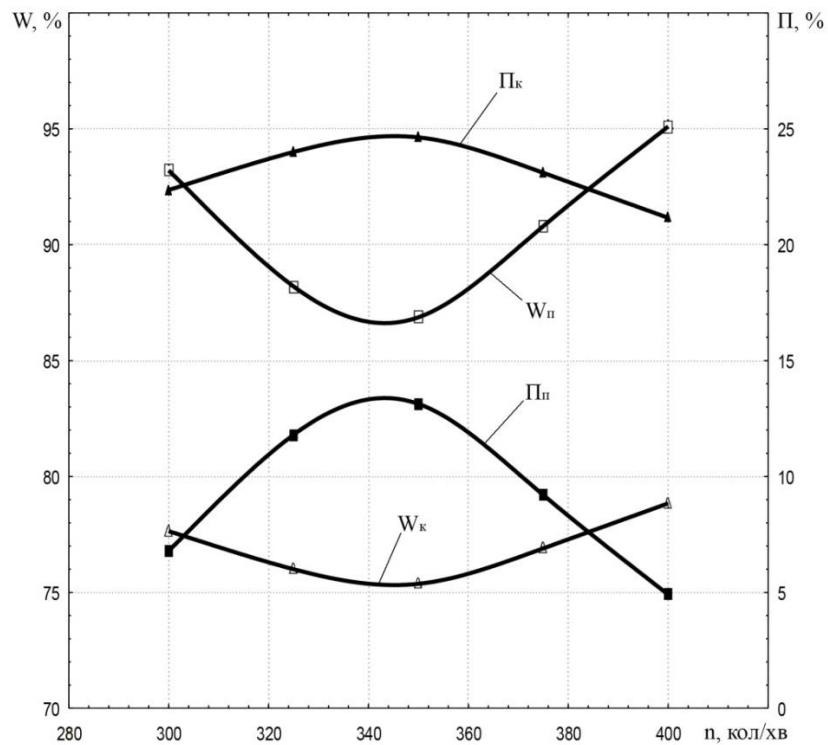


Рис. 1 – Вплив подачі на сортування насіння сої на решетах з круглими отворами $\varnothing 3,0$ мм, при $n=350$ об/хв: $W_k, W_{п}$ – величина сходової фракції криволінійного та прямолінійного решета, $\Pi_k, \Pi_{п}$ – величина прохідної фракції криволінійного та прямолінійного решета

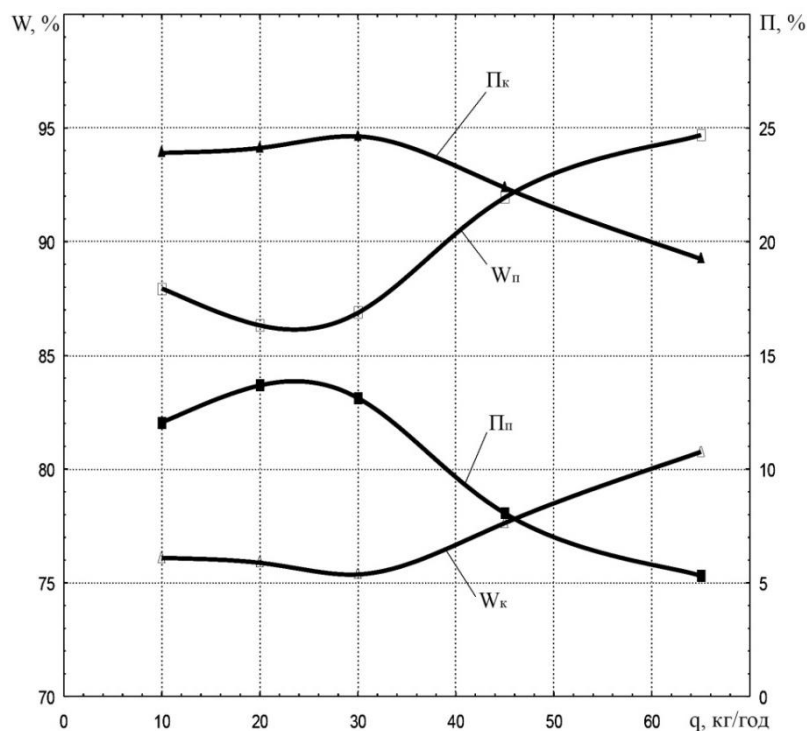


Рис. 2 – Вплив частоти коливань решета з круглими отворами $\varnothing 3,0$ мм на якість сортування насіння сої при $q=30$ кг/год: $W_k, W_{п}$ – величина сходової фракції криволінійного та прямолінійного решета $\Pi_k, \Pi_{п}$ – величина прохідної фракції криволінійного та прямолінійного решета

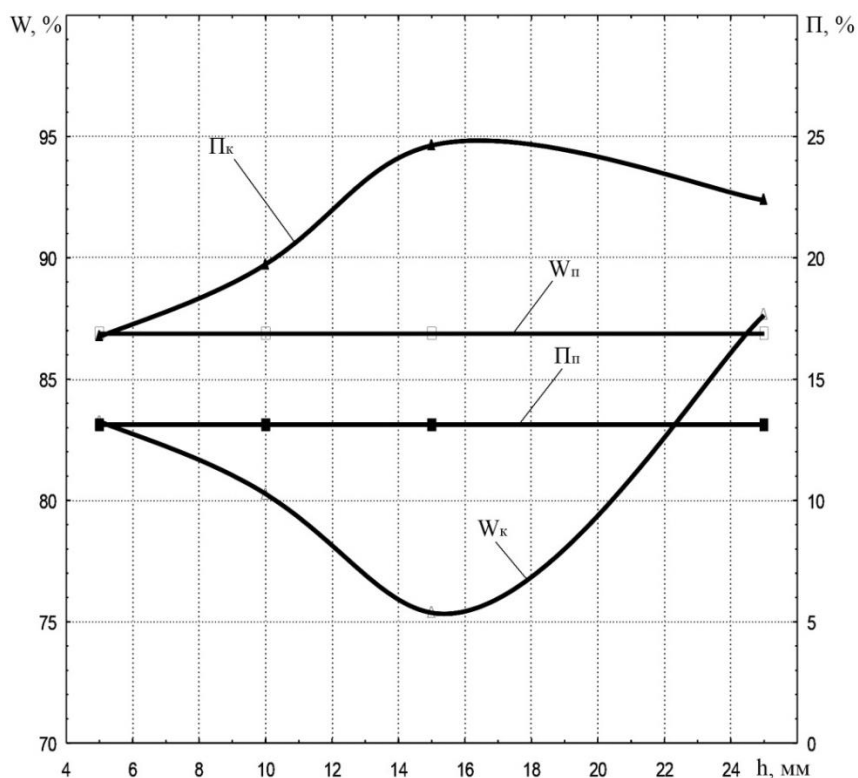


Рис. 3 – Вплив кривизни решета на сортування насіння сої на решетах з круглими отворами $\varnothing = 3,0$ мм при $n=350$ кол/хв, $q=36$ кг/год: W_k, W_p – величина сходової фракції криволінійного та прямолінійного решета, Π_k, Π_p – величина прохідної фракції криволінійного та прямолінійного решета

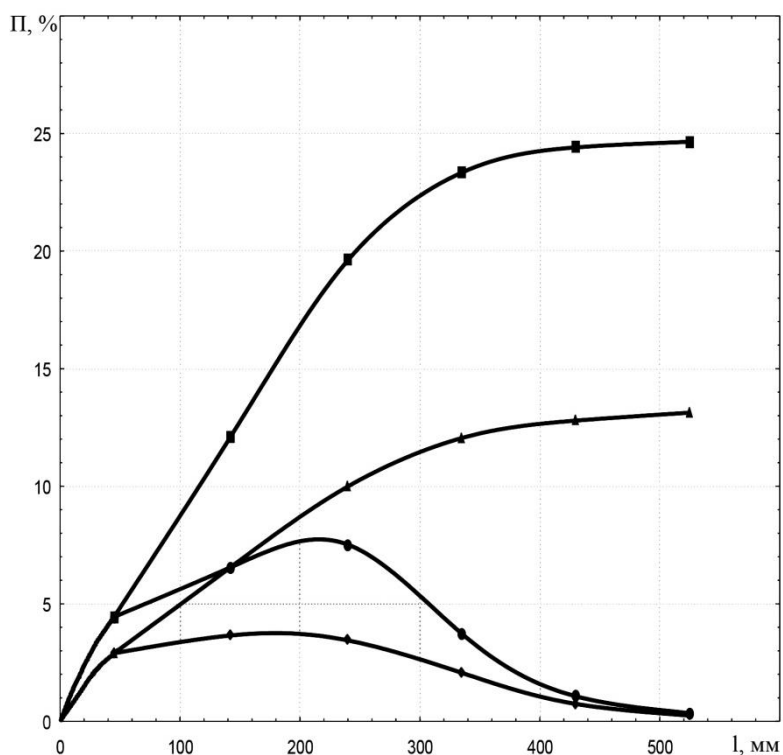


Рис. 4 – Просівання прохідної фракції по довжині решета з круглими отворами діаметром 3,0 мм при $n=350$ кол/хв і $q=30$ кг/год: 1-2 – на криволінійному решеті $R=10,635$ м, 3-4 – на прямолінійному решеті

Сортування проводилось на модифікованій повітряно-решетній насіннеочисній машині СМ-0,15 в решетному стані якої встановлювалось одно решето: прямолінійне, або криволінійне $R=7,1$ м з максимальною величиною прогину його в середній частині рівною $h=15$ мм. Частота коливань решітного стану становила 350 кол/хв, а величина подачі вихідного матеріалу – 30 кг/год. Як видно з таблиці, за один пропуск через машину з прямолінійним решетом, у сходову фракцію виділилося 86,87% насіння, від маси вихідного матеріалу. Маса 1000 насінин сходової фракції становила 83,44 г, що на 3,80 г більша від насіння вихідного матеріалу. При цьому у проходову фракцію виділилося дрібніше насіння сої, маса 1000 штук якого становила лише 54,50 г.

За аналогічного режиму роботи машини, та сама насіннева суміш сої, сортувалась на криволінійному решеті. За один пропуск в проходову фракцію виділилося дрібного насіння сої 24,65% від маси вихідного матеріалу, що на 11,52% більше проходової фракції прямолінійного решета. Маса 1000 насінин проходової фракції теж на 3,70 г більша і становила 58,20 г. Це забезпечило формування більш повноцінної сходової фракції, з масою 1000 насінин 86,65 г, що на 3,21 г більша відсортованого на прямолінійному решеті і на 7,01 г більша вихідного матеріалу сої.

Висновки. Експериментальними дослідженнями встановлені оптимальні режими роботи насіннеочисної машини з традиційними прямолінійними і експериментальними криволінійними решетами для сортування насіння сої: частота коливань решітного стану 350 кол/хв; подача на решето шириною 240 мм насінневого матеріалу 20... 30 кг/год; радіус кривизни решета $R=7,1$ м з максимальною величиною прогину в центральній його частині $h=15$ мм на довжині 560 мм.

На всіх криволінійних решетах, які досліджувались, отримали збільшення проходової фракції, що підтверджує інтенсифікацію процесу сортування. При оптимальній кривизні решета величина проходової фракції збільшилась в 1,88 рази в порівнянні з величиною проходової фракції прямолінійного решета.

Список використаних джерел

1. Интенсификация сепарирования зерна. – Харьков: Основа, 2004.-224 с.
2. Заїка П.М. Динаміка вібраційних машин. Машинобудування. 1977.-278 с.
3. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Том 3, розділ 7. Очистка сортування насіння. – Х.: Око: 2006.-408 с.
4. Гортинський В.В., Демський А.Б., Борискін М.А. Процеси сепарування зерна на перероблювальних підприємствах. – М.: Колос, 1980. – 304 с.
5. Кожуховский И.Е. Зерноочисні машини. М.: Машинобудування, 1974. – 200 с.
6. Кленин Н.И., Сакун В.Ф. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. М.: Колос, 1994. – 751 с.
7. Патент України 41458, Бакум М.В., Леонов В.П., Бобро Н.Г. та ін. Віброрешітний сепаратор. В07В 1/40 U 200814237; заявл. 1012.2008; Опубл. 25.05.2009, № 10. – 5 с.

8. Патент України 14783, Бакум М.В., Леонов В.П., Горбатовский О.М. та ін. Решітний стан. А01D 34/00 U 200512897; заявл. 30.05.2005; Опубл. 15.05.2006, № 5. – 3 с.
9. Патент 27642 України. Вібраційна насіннеочисна машина / Бакум М.В., Путінцев А.А., Берюков І.А., Лук'яненко О.В. А01F 12/44 U 200707081; заявл. 25.06.2007; Опубл. 12.11.2007, №18. – 5 с.
10. Бакум М.В., Харченко С.О., Крекот М.М. та ін. Вплив кривизни решета на ефективність розділення насінневої суміші ріпаку / М.В. Бакум, С.О. Харченко, М.М. Крекот, М.О. Винокуров, О.В. Синаєва, О.С. Вотченко, А.С. Павленко // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків: ХНТУСГ ім. П.Василенка, 2017. – Вип. 180. – с. 5-12.

Аннотация

ВЛИЯНИЕ КРИВИЗНЫ РЕШЕТА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОРТИРОВАНИЯ СЕМЯН СОИ

Бакум Н. В., Козій А. Б., Крекот Н. Н., Винокуров Н. А.,
Вотченко А. С., Басов А. И.

Приведены результаты экспериментальных исследований влияния основных параметров работы решетных сепараторов на эффективность сортирования семян сои на прямолинейных и криволинейных решетках. Подтверждено увеличение просеивания проходовой фракции на криволинейном решете в 1,88 раза.

Abstract

INFLUENCE OF THE RESTRAIN CURVE ON THE EFFICIENCY OF SORTING OF SOI SEEDS

N. Bakum, A. Koziy, N. Krekot, N. Vinokurov, A. Votshenko, A. Basov

The results of experimental studies of the influence of the main parameters of the operation of screen separators on the efficiency of sorting soybean seeds on rectilinear and curvilinear sieves are presented. The increase in sifting of the passing fraction on the curved sieve is confirmed by 1.88 times.