

МЕХАНИЗАЦИЯ

УДК 631.361.4; 631.361.6

Исследование клеверотерки-скарификатора КС-0,2 с декой овального типа при скарификации семян

Бурков Александр Иванович, доктор техн. наук, профессор, зав. лабораторией,
Симонов Максим Васильевич, кандидат техн. наук, доцент, ст. научный сотрудник,
Мокиев Валентин Юрьевич, кандидат техн. наук, мл. научный сотрудник
ФГБНУ «Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства
Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого»

E-mail: zisomniishsv@mail.ru

В 2017 году в Кировской области проведено исследование клеверотерки-скарификатора КС-0,2, предназначенной для вытирания семян из пыжины клевера и других бобовых и злаковых трав, а также для скарификации твердых семян бобовых трав. Машина содержит следующие сборочные единицы и механизмы: раму, корпус, горизонтально расположенный в нем барабан, деку, загрузочный бункер, ворошилку, питающее устройство, входной и выходной патрубки, надставку, мешкодержатель, механизмы привода барабана и питающего устройства, электрооборудование. С целью исключения операции замены деки при перенастройке машины с вытирания семян на их скарификацию экспериментально исследовали процесс скарификации семян козлятника восточного клеверотеркой-скарификатором КС-0,2 с декой овального типа, снабженной стальными скарифицирующими пластинами, установленными между круглыми прутками. С помощью методов математического планирования эксперимента изучали влияние конструктивных и технологических параметров на степень скарификации и дробление семян, определяли область значений изучаемых параметров, при которых соблюдаются агротехнические требования к машине. В результате исследования клеверотёрки-скарификатора КС-0,2 с декой овального типа при скарификации семян козлятника восточного установлены значения конструктивных и технологических параметров, при которых обеспечиваются требуемые показатели качества работы: частота вращения барабана 850...950 мин⁻¹, подача материала 0,2...0,3 т/ч, молотильный зазор на входе 6,0 мм, на выходе – 3,0 мм. При этом степень скарификации семян козлятника восточного составила не менее 95,0%, дробление – не более 1,5%.

Ключевые слова: клеверотерка, скарификатор семян, твердые семена трав, скарификация семян

Для заготовки семян трав широко применяется технология с получением семенного вороха и дальнейшей его обработкой на стационарных пунктах, которая включает четыре основных этапа: уборку, сушку вороха, вытирание семян на специальных терочных устройствах и очистку семян. С помощью такого способа возможно в два-пять раз снизить потери семян и на 20...30% уменьшить их травмирование [1, 2, 3, 4; 5]. В данной технологии вытирание является одной из самых трудоемких операций, для выполнения которой используются специальные машины – клеверотерки. В настоящее время в основном применяются клеверотерки КС-1,0 (Россия), К-310А (Германия), К-0,5 (Польша), К-0,3 (Россия) [6, 7, 8].

При выращивании многолетних трав важное значение имеет полноценность посевного материала. Однако в среднем 10-15% семян бобовых трав имеют труднопроницаемую для воды и воздуха оболочку, в почве они не набухают и не дают всходов [1]. Поэтому перед посевом в некоторых случаях необходимо нарушить твердую оболочку семян, то есть провести скарификацию на специальных машинах - скарификаторах. В результате такой операции на

оболочке твердых семян образуются царапины или трещины, через которые проходит влага и воздух, и семена быстро набухают и прорастают. Всхожесть семян при этом существенно увеличивается. Эта операция, как и вытирание, тоже имеет довольно сложный технологический процесс и нуждается в применении специальной машины. В настоящее время для ее выполнения применяются скарификаторы СВВ-0,2, СС-0,5, СКС-1, СТС-2, СКС-30, СК-300 [9].

Применение машин специального назначения как для вытирания, так и для скарификации требуется лишь короткий период в году, остальное время они простаивают. Поэтому для вытирания семян из пыжины клевера и других бобовых и злаковых трав, а также для скарификации твердых семян бобовых трав в ФГБНУ «НИИСХ Северо-Востока» разработана клеверотерка-скарификатор КС-0,2 [10]. Машина предназначена для вытирания семян из пыжины клевера и других бобовых и злаковых трав, а также для скарификации твердых семян бобовых трав. Содержит следующие сборочные единицы и механизмы: раму, корпус, горизонтально расположенный в нем барабан, деку, загрузочный бункер, ворошилку, питающее устройство,

входной и выходной патрубки, надставку, мешкодержатель, механизмы привода барабана и питающего устройства, электрооборудование.

Недостатком существующей конструкции клеверотерки-скарификатора является то, что при перенастройке машины с одной технологической операции (вытирание семян) на другую (скарификация семян) необходимо заменить деку с овальной поверхностью на деку со скарифицирующей или, наоборот, что достаточно трудоемко. С целью исключения операции замены деки при перенастройке машины и снижения ее трудоемкости, принято решение экспериментально исследовать процесс скарификации семян клеверотеркой-скарификатором КС-0,2 с декой овального типа, снабжённой стальными скарифицирующими пластинами, установленными между круглыми прутками.

Цель исследований – изучить влияние конструктивных и технологических параметров клеверотёрки-скарификатора КС-0,2 с декой овального типа, снабженной скарифицирующими пластинами, на степень скарификации и дробление твёрдых семян бобовых трав; определить область значений изучаемых параметров, при которых соблюдаются агротехнические требования.

Материал и методы. В качестве исходного материала для экспериментальных исследований использовали семена галеги восточной (козлятника восточного), соответствующие требованиям ГОСТ Р 52325-2005 для репродукционных семян на семенные цели. Качество работы клеверотерки-скарификатора оценивали с помощью методов, изложенных в ГОСТ 12036-85, ГОСТ 12038-84 и вновь разработанной методики [11] следующими показателями (%): C – степень скарификации семян; d – дробление семян; B – всхожесть семян; Π – степень увеличения количества проросших семян.

Результаты и их обсуждение. На первом этапе исследований при помощи однофакторного эксперимента изучено влияние на показатели качества скарификации семян частоты n_{ϕ} вращения барабана. Эксперименты проводили при подаче $q_c = 0,2$ т/ч; зазорах между барабаном и декой на входе $\delta_{\text{вх}} = 6$ мм, на выходе $\delta_{\text{вых}}^c = 3$ мм. Зависимости показателей качества скарификации от частоты n_{ϕ} вращения барабана при $q_c = 0,2$ т/ч; $\delta_{\text{вх}} = 6$ мм, $\delta_{\text{вых}}^c = 3$ мм представлены на рисунке 1.

Анализируя зависимости (рис. 1), следует отметить, что с увеличением n_{ϕ} от 400 до 800 мин⁻¹ степень C скарификации семян значительно увеличивается (от 41,8 до 94,5%).

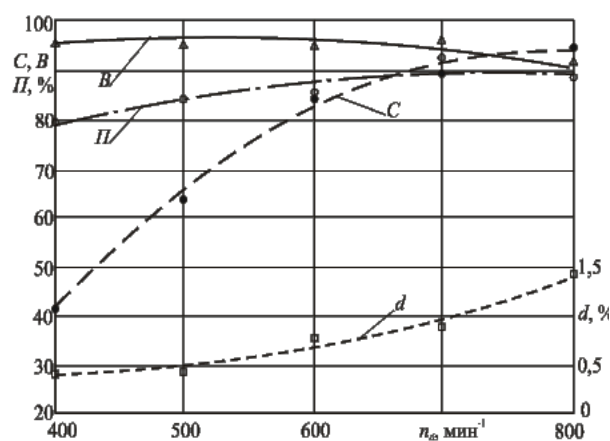


Рис. 1. Зависимости показателей качества скарификации от частоты n_{ϕ} вращения барабана при $q_c = 0,2$ т/ч; $\delta_{\text{вх}} = 6$ мм, $\delta_{\text{вых}}^c = 3$ мм

Наиболее существенное повышение C наблюдается при увеличении n_{ϕ} до 700 мин⁻¹ (от 41,8 до 91,5%). Дальнейшее увеличение n_{ϕ} до 800 мин⁻¹ приводит к незначительному (на 3,0%) росту C .

Всхожесть семян изменяется незначительно во всей области эксперимента и составляет $B = 90...97\%$.

Значения степени увеличения количества проросших семян Π плавно возрастают при увеличении частоты n_{ϕ} до 700 мин⁻¹ от 79,3 до 90,0% и стабилизируются. Это увеличение Π вызвано возрастанием в обработанном материале количества скарифицированных семян. Кривая $\Pi = f(n_{\phi})$ не имеет перегиба, что свидетельствует об отсутствии утративших вследствие механических повреждений жизнеспособность семян. Основным фактором, ограничивающим увеличение n_{ϕ} , является дробление d семян.

Дробление d семян с увеличением n_{ϕ} закономерно увеличивается во всей области эксперимента от 0,44 до 1,48%, что соответствует агротехническим требованиями, предъявляемым к машине (не более 1,5%).

На втором этапе исследований, с целью определения основных показателей качества скарификации, выявления закономерностей их изменения в зависимости от нагрузочно-скоростного режима работы машины (частоты n_{ϕ} вращения барабана и подачи q_c исходного материала), реализован полный факторный эксперимент второго порядка для двух факторов (табл. 1).

Границы и интервалы варьирования, уровни фиксирования факторов выбраны на основании результатов однофакторного эксперимента и анализа полученных ранее экспериментальных данных [12].

Таблица 1

Факторы, уровни и шаги их варьирования

Кодированное обозначение факторов	Название факторов, их обозначение и единица измерения	Уровни факторов			Шаг варьирования
		-1	0	1	
x_1	Частота n_6 вращения барабана, мин ⁻¹	600	800		200
x_2	Подача q_c исходного материала, т/ч	0,1	0,2	0,3	0,1

После реализации опытов и обработки результатов эксперимента получены адекватные (вероятность $p = 0,95$) модели регрессионного анализа, описывающие качество процесса скарификации семян (%):

$$C = 93,84 + 6,10x_1 - 1,32x_2 - 3,14x_1^2 + 3,30x_2^2; \quad (1)$$

$$d = 0,40 + 0,78x_1 - 0,26x_2 + 0,40x_1^2 - 0,26x_1x_2 + 0,25x_2^2. \quad (2)$$

На рисунке 2 изображены линии равных значений степени скарификации семян C и дробления семян d при различных нагрузочно-скоростных режимах работы клеверотерки-скарификатора КС-0,2.

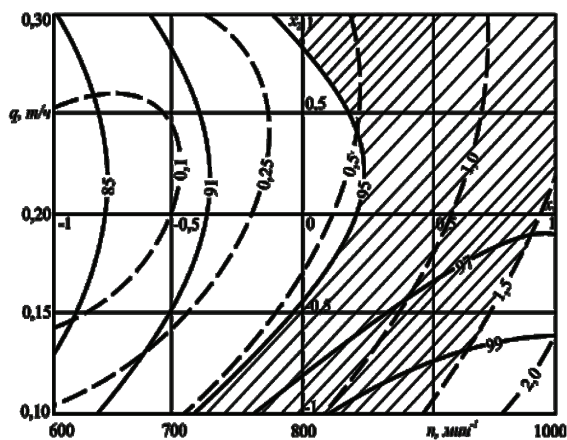


Рис. 2. Линии равных значений степени скарификации семян C (—) и дробления семян d (----) при различных нагрузочно-скоростных режимах работы клеверотерки-скарификатора КС-0,2

Анализ полученных зависимостей показывает, что оба фактора существенно влияют на изучаемые показатели качества скарификации. Максимальное значение степени скарификации и минимальное значение дробления семян обеспечиваются при различных нагрузочно-скоростных режимах работы клеверотерки-скарификатора. Максимальные значения степени скарификации семян, близкие к 100%, обеспечиваются при наибольшей в исследуемой области частоте вращения барабана ($n_6 = 1000$ мин⁻¹)

и минимальной подаче исходного материала ($q_c = 0,1$ т/ч), при этом дробление семян имеет наибольшее значение и составляет $d = 2,35\%$. Минимальные значения дробления семян ($d < 0,1\%$) обеспечиваются при частоте вращения барабана $n_6 = 600 \dots 650$ мин⁻¹ и подаче исходного материала $q_c = 0,17 \dots 0,25$ т/ч. При этих режимах работы машины степень скарификации семян принимает невысокие значения $C = 84 \dots 86\%$.

С целью обеспечения машиной требуемых показателей качества выполнения технологического процесса скарификации семян (степень скарификации семян не менее 95% при дроблении семян не более 1,5%) необходимо найти компромиссное решение по сочетанию значений исследуемых факторов. Такому сочетанию факторов соответствует заштрихованная область на рисунке 2. С учётом обеспечения машиной максимальной производительности следует отметить, что требуемые показатели качества скарификации семян козлятника восточного обеспечиваются при подаче исходного материала $q_c = 0,2 \dots 0,3$ т/ч и частоте вращения барабана $n_6 = 850 \dots 950$ мин⁻¹.

Выводы. В результате исследования клеверотёрки-скарификатора КС-0,2 с декой овального типа при скарификации семян козлятника восточного установлены значения конструктивных и технологических параметров, при которых обеспечиваются требуемые показатели качества работы: частота вращения барабана $850 \dots 950$ мин⁻¹, подача материала $0,2 \dots 0,3$ т/ч, молотильный зазор на входе 6,0 мм, на выходе – 3,0 мм. При этом степень скарификации семян козлятника восточного составила не менее 95,0%, дробление – не более 1,5%.

Список литературы

1. Киселев Н.П., Кормищиков А.Д., Никифорова Е.В., Прозорова И.Н., Прозоров В.А., Киселев С.Н. Вятские клевера. Киров: ГИПП «Вятка», 1995. 276 с.
2. Операционная технология послеуборочной обработки и хранения семян многолетних трав / Сост. Е.А. Машков. М.: Россельхозиздат, 1985. 152 с.
3. Тарасенко А.П., Солнцев В.Н., Шатохин И.В. Обработка невялого вороха // Сельский механизатор. 2001. № 7. С. 23-24.

4. Федоренко В.Ф. Уборка и послеуборочная обработка семян трав. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. 268 с.

5. Шаршунов В.А., Ракуть Н.Н. Уборка белого клевера на семена // Сельский механизатор. 1999. № 7. С. 10-11.

6. Большаков В.Н., Эрк Ф.Н., Ягудин Г.М. Послеуборочная обработка семян многолетних трав на специализированном пункте // Техника в сельском хозяйстве. 1985. № 9. С. 15-16.

7. Ахламов Ю.Д., Отрошко С.А., Шевцов А.В. Машина для вытирания семян трав // Техника в сельском хозяйстве. 1997. № 3. С. 28-29.

8. Бурков А.И., Симонов М.В. Рекомендации по применению высокоэффективных клеверотерок. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2016. 51 с.

9. Федоренко В.Ф., Буклагин Д.С., Колчи-

на Л.М., Мишунов Н.П., Гольяпин В.Я., Кузьмина Т.Н. Машины для селекции, сортоиспытания и первичного семеноводства полевых культур: каталог. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2009. 224 с.

10. Бурков А.И., Симонов М.В., Мокиев В.Ю. Клеверотёрка барабанного типа с тангенциальной подачей // Сельский механизатор. 2016. №4. С. 12, 15.

11. Бурков А.И., Симонов М.В., Мокиев В.Ю. Определение показателей качества работы скарификаторов семян трав // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2014. № 3. С. 19-20.

12. Бурков А.И., Симонов М.В., Мокиев В.Ю. Влияние конструктивно-технологических параметров вытирающе-скарифирующего устройства на качество скарификации // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2014. №2. С. 63-68.

Research of clover-grater-and-scarificator KS-0.2 with oval type deck at seeds scarification

Burkov A.I., DSc in engineering, professor, head of laboratory,

Simonov M.V., PhD in engineering, associate professor, senior researcher,

Mokiev V.Ju., PhD in engineering, associate researcher

North-East Agricultural Research Institute

In 2017 in the Kirov region the clover-grater-and-scarificator KS-0.2 intended for extraction of seeds from wad of clover and other legumes and grasses as well as scarification of hard legume seeds was investigated. The machine includes frame, body, drum, deck, batch hopper, tedder, device for supplying material to a machine, pipe for input and output, extension, holder for bag, the drive mechanisms, electric equipment. For exception of the operation for deck replacement when reconfiguring the machine it was experimentally investigated the process of scarification of seeds of *Galega orientalis* with the oval type deck, equipped with 7 steel scarification plates installed between the round bars. Using of methods of mathematical planning of the experiment studied allow to established the influence of constructive and technological parameters on the degree of scarification of seeds and crushing of the seeds. Determined the range of values of the studied parameters under which the observed agro technical requirements for the machine were met. As a result of research defined values are revealed of the constructive and technological parameters of the machine for extraction and scarification grass seed KS-0.2 with the use of a oval type deck, providing the required quality parameters (degree of scarification of seeds higher than 95% and crushing of seeds less than 1.5%): frequency of rotation of the drum 850...950 min⁻¹; productivity 0.2...0.3 t/h; clearances at the entrance – 6.0 mm, at the outlet – 3.0 mm.

Key words: clover grater, seed scarificator, hard seeds of grasses, scarification of seeds

References

1. Kiselev N.P., Kormshchikov A.D., Nikiforova E.V., Prozorova I.N., Prozorov V.A., Kiselev S.N. *Vyatskie klevera*. [Vyatka clovers]. Kirov: GIPP «Vyatka», 1995. 276 p.

2. *Operatsionnaya tekhnologiya posleuborochnoy obrabotki i khraneniya semyan mnogoletnikh trav*. [The operating technology of post-harvest processing and storage of seeds of perennial grasses]. Sostavit. E.A. Mashkov. Moscow: Rossel'khozizdat, 1985. 152 p.

3. Tarasenko A.P., Solntsev V.N., Shatokhin I.V. *Obrabotka neveyanogo vorokha*. [Processing of un-winnowed heap]. *Sel'skiy mekhanizator*. 2001. no. 7. pp. 23-24.

4. Fedorenko V.F. *Uboroka i posleuborochnaya obrabotka semyan trav*. [Cleaning and post-harvest treatment of seeds of herbs]. Moscow: FGNU «Rosinformagrotekh», 2003. 268 p.

5. Sharshunov V.A., Rakut' N.N. *Uboroka belogo klevera na semena*. [Cleaning of white clover seeds]. *Sel'skiy mekhanizator*. 1999. no. 7. pp. 10-11.

6. Bol'shakov V.N., Erk F.N., Yagudin G.M. *Posleuborochnaya obrabotka semyan mnogoletnikh trav na spetsializirovannom punkte*. [Post-harvest treatment of seeds of perennial grasses on a specialized site]. *Tekhnika v sel'skom khozyaystve*. 1985. no. 9. pp. 15-16.

7. Akhlamov Yu.D., Otroshko S.A., Shevtsov A.V. *Mashina dlya vytiraniya semyan trav*. [Machine for grating of grass seed]. *Tekhnika v sel'skom khozyaystve*. 1997. no. 3. pp. 28-29.

8. Burkov A.I., Simonov M.V. *Rekomendatsii po primeniyu vysokoeffektivnykh kleveroterek*. [Recommendations for the use of highly effective clover graters]. Kirov: NIISKh Severo-Vostoka, 2016. 51 p.

9. Fedorenko V.F., Buklagin D.S., Kolchina L.M., Mishurov N.P., Gol'tyapin V.Ya., Kuz'mina T.N. *Mashiny dlya seleksii, sortoispytaniya i pervichnogo semenovodstva polevykh kul'tur: katalog*. [Machines for breeding, variety testing and primary seed production of field crops: catalogue]. Moscow: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2009. 224 p.

10. Burkov A.I., Simonov M.V., Mokiev V.Yu. *Kleveroterka barabannogo tipa s tangentsial'noy podachey*. [Clover grater of drum type with tangential feed]. *Sel'skiy mekhanizator*. 2016. no.4. pp. 12, 15.

11. Burkov A.I., Simonov M.V., Mokiev V.Yu. *Opreделение pokazateley kachestva raboty skarifikatorov semyan trav*. [Determination of indicators of the quality of the scarifiers grass seed]. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva*. 2014. no. 3. pp. 19-20.

12. Burkov A.I., Simonov M.V., Mokiev V.Yu. *Vliyaniye konstruktivno-tekhnologicheskikh parametrov vytirayushche-skarifitsiruyushchego ustroystva na kachestvo skarifikatsii*. [Influence of design-technological parameters of grater-scarification unit on quality of scarification]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*. 2014. no. 2. pp. 63-68.