

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 631.362.36

<https://doi.org/10.26897/2687-1149-2025-5-23-31>

Агротехническая оценка машины для вытирания и скарификации семян бобовых трав КС-0,3П

В.А. Лазыкин¹, А.И. Бурков², А.Л. Глушков³, В.Ю. Мокиев⁴^{1, 2, 3, 4} Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого; г. Киров, Россия¹ ellestar@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3910-8620>² burkov.46@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5287-1532>³ glandrey@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5287-1532>⁴ dizel154@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3368-1151>

Аннотация. Производство качественного семенного материала многолетних трав позволяет обеспечить высокую урожайность культур, предназначенных для откорма крупного рогатого скота. Ранее авторами была разработана клеверотерка-скарификатор КС-0,3П, включающая в себя раму, корпус с установленным внутри вращающимся барабаном и деку овального типа со скарифицирующими пластинами, приемный бункер, питающее устройство, пневмосепарирующий канал, циклон и тканевый пылеуловитель. Цель исследований – определение агротехнических показателей клеверотерки КС-0,3П. Совместно с агрооценкой клеверотерки при вытирании семян из пыжины клевера и при скарификации семян козлятника восточного выполнена энергетическая оценка машины. Семена из пыжины клевера соответствовали требованиям технического задания: влажность – 3,7%; содержание свободных семян клевера – 1,12...2,81%, дробленых семян – 0,02...0,30%, грубых солоmistых примесей – 0,1...0,3%. Семена козлятника восточного соответствовали категории «Репродукционные семена» согласно ГОСТ Р 52325-2005. В трех опытах подача материала – пыжины клевера лугового – соответствовала 0,28; 0,39; 0,46 т/ч, а семян козлятника восточного – 0,28; 0,37; 0,49 т/ч. В результате испытаний определили агротехнические показатели клеверотерки КС-0,3П при вытирании: производительность – 0,39...0,46 т/ч; степень вытирания – 95,4...95,6%; дробление семян – 0,1...1,0%, эффект очистки от легких примесей – 73,6...77,7%. При скарификации производительность составила 0,37...0,49 т/ч, степень скарификации – 95,8...96,5%, дробление семян – 0,3...0,8%. Удельный расход электроэнергии в трех опытах при вытирании семян составил 3,28; 3,79; 4,75 кВт·ч/т, а при скарификации – 4,32; 4,62; 6,12 кВт·ч/т (по ТЗ – не более 12,0 кВт·ч/т). Все показатели соответствовали требованиям технического задания. В процессе испытаний клеверотерки при оценке безопасности конструкции несоответствия требованиям не выявлены. Показатели уровня шума и концентрация пыли в воздухе рабочей зоны составили 80,0 дБА и 3,8 мг/м³, что не превышает нормативные значения. Машину КС-0,3П рекомендуем к применению в сельскохозяйственном производстве.

Ключевые слова: пыжина; клевер; вытирание семян; скарификация семян; клеверотерка-скарификатор; козлятник; частота вращения барабана; подача материала

Для цитирования: Лазыкин В.А., Бурков А.И., Глушков А.Л., Мокиев В.Ю. Агротехническая оценка машины для вытирания и скарификации семян бобовых трав КС-0,3П // Агроинженерия. 2025. Т. 27, № 5. С. 23-31. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2025-5-23-31>

ORIGINAL ARTICLE

Agrotechnical evaluation of the KS-0.3P machine for rubbing out and scarifying legume grass seeds

V.A. Lazykin¹✉, A.I. Burkov², A.L. Glushkov³, V.Yu. Mokiev⁴

^{1,2,3,4} Federal Agricultural Research Center of the North-East named after N.V. Rudnitsky; Kirov, Russia

¹ ellestar@bk.ru✉; <https://orcid.org/0000-0002-3910-8620>

² burkov.46@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5287-1532>

³ glandrey@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5287-1532>

⁴ dizel154@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3368-1151>

Abstract. Production of high-quality seed material from perennial grasses ensures high yields of crops intended for cattle fattening. Previously, the authors developed the KS-0.3P clover grater-scarifier, which includes a frame, a housing with a rotating drum inside, an oval-type deck with scarifying plates, a receiving hopper, a feeding device, a pneumatic separation channel, a cyclone, and a fabric dust collector. The purpose of this study is to determine the agrotechnical indicators of the KS-0.3P clover grater. Along with the agro-evaluation of the clover grater for rubbing out seeds from clover wad and scarifying Caucasian goat's rue (*Galega orientalis*) seeds, the authors conducted an energy assessment of the machine. Clover wad seeds met the technical requirements: moisture content – 3.7%, free clover seeds – 1.12 to 2.81%, crushed seeds – 0.02 to 0.30%, coarse straw impurities – 0.1 to 0.3%. Caucasian goat's rue seeds met the “reproductive seeds” category according to GOST R52325-2005. In three experiments, the feed rate of clover wad was 0.28, 0.39, and 0.46 t/h, and for Caucasian goat's rue seeds – 0.28, 0.37, and 0.49 t/h. As a result of the tests, the agrotechnical indicators of the KS-0.3P clover grater were determined. For rubbing out seeds: productivity – 0.39 to 0.46 t/h, rubbing-out degree – 95.4 to 95.6%, seed crushing – 0.1 to 1.0%, effect of separating light impurities – 73.6 to 77.7%. For scarification: productivity – 0.37 to 0.49 t/h, scarification degree – 95.8 to 96.5%, seed crushing rate – 0.3 to 0.8%. The specific electricity consumption in three experiments for seed rubbing out was 3.28; 3.79; and 4.75 kWh/t; for scarification – 4.32; 4.62; 6.12 kWh/t (according to the technical specification, not more than 12.0 kWh/t). All indicators met the technical requirements. The safety assessment of the clover grater design showed the absence of non-compliance with requirements. Noise level and dust concentration in the working area air were 80.0 dBA and 3.8 mg/m³, which do not exceed regulatory values. The KS-0.3P machine is recommended for use in agricultural production.

Keywords: wad; clover; seed rubbing out; seed scarification; clover grater and scarifier; Caucasian goat's rue (*Galega orientalis*); drum speed; material feed rate

For citation: Lazykin V.A., Burkov A.I., Glushkov A.L., Mokiev V.Yu. Agrotechnical evaluation of the KS-0.3P machine for rubbing out and scarifying legume grass seeds. *Agricultural Engineering (Moscow)*. 2025;27(5):23-31 (In Russ.). <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2025-5-23-31>

Введение

Многолетние травы – ценный компонент рациона крупного рогатого скота, обеспечивающий питательность кормов и здоровье животных. Они богаты белками, витаминами и минералами, необходимыми для роста, развития и продуктивности. Включение многолетних трав в рацион снижает зависимость от концентрированных кормов, уменьшает затраты и повышает рентабельность^{1,2,3,4} [1].

В связи с этим производство семенного материала многолетних трав приобретает особую актуальность. Важными аспектами являются разработка и внедрение эффективных технологий выращивания семенных посевов, обеспечивающих высокую урожайность и качество семян, что включает в себя оптимальный выбор предшественников, систему удобрений, защиту от вредителей и болезней, своевременную и качественную уборку урожая,

¹ Перспективная ресурсосберегающая технология производства семян клевера для Северного региона Нечерноземной зоны России: Методические рекомендации / Под общ. ред. М.И. Тумасовой. Киров: ФГБНУ «НИИСХ Северо-Востока», 2015. 72 с.

² Киселев Н.П., Кормщиков А.Д., Никифорова Е.В., Прозорова И.Н. и др. Вятские клевера. Киров: ГИПП «Вятка», 1995. 276 с.

³ Новоселов Ю.К., Шпаков А.С., Харьков Г.Д. Полевое кормопроизводство как фактор стабилизации кормовой базы и биологизации земледелия // Кормопроизводство России: Сборник научных трудов. М.: ВИК, 1997. С. 30-42.

⁴ Фигурин В.А. Выращивание многолетних трав на корм. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2013. 188 с.

а также применение современных технологических устройств для получения семян высшего сорта. Применение современных агротехнических приемов и использование высокопродуктивных сортов клевера позволяют значительно повысить рентабельность его выращивания и обеспечить животноводство качественным кормом в необходимом количестве [2].

Для получения семян многолетних трав в послеуборочной технологии используются машины специального назначения – клеверотерки, а для повышения всхожести твердосемянных культур – скарификаторы [3-6]. В ФАНЦ Северо-Востока в настоящее время проведены исследования по модернизации клеверотерки-скарификатора КС-0,2 [7]. На базе данной машины создана новая клеверотерка-скарификатор К-0,3П, которая имеет увеличенные размеры диаметра барабана до 0,45 м и длину деки до 0,7 м, пневмосепарирующее устройство (ПСК), циклон и тканевый пылеуловитель [8]. Данная модернизация повышает производительность на 25...30% и позволяет проводить очистку вытертых семян от легких примесей. Эффект очистки вытертых семян от легких примесей при подаче исходного материала 0,3 т/ч при угле наклона скатной доски 45° и глубине ПСК, равной 0,09 м, составляет 75,2% при потерях семян в отходы согласно агротехническим требованиям (не более 1,5%)⁵.

Цель исследований: определение агротехнических показателей клеверотерки КС-0,3П.

Материалы и методы

Клеверотерка-скарификатор КС-0,3П (далее – клеверотерка) должна вытирать семена клевера из пыжины влажностью до 16%, предварительно очищенной от грубых, крупных и солоmistых примесей. При скарификации твердых семян бобовых трав их влажность и засоренность должны соответствовать не ниже категории «Репродукционные семена».

Клеверотерка КС-0,3П содержит следующие основные сборочные единицы и механизмы (рис. 1): раму 1; корпус 2 с установленным внутри барабаном и декой овального типа со скарифицирующими пластинами; приемный бункер 7 с питающим устройством; входной и выходной патрубки, пневмосепарирующий канал (ПСК) 6; циклон 5 с электро-вентилятором; тканевый пылеуловитель 4; приемники семян и отходов; механизмы привода барабана

и питающего устройства; электрооборудование, включающее в себя ящик управления 3, два электродвигателя, кабели для подключения электродвигателей от ящика управления.

Технологический процесс выполняется следующим образом. Клеверную пыжину загружают в приемный бункер 6 (рис. 2), откуда она под действием силы тяжести с помощью ворошилки 7, виброслонки 8 и питающего валика 9 подается в загрузочную горловину 10 терочного устройства. Из загрузочной горловины пыжина попадает в зазор между барабаном 11 и декой 12. При вращении барабана его энтрогнерная поверхность захватывает пыжину, протаскивает ее по овальной терочной поверхности деки, и в результате происходит вытирание семян.

Перетертая пыжина с помощью криволинейного выходного патрубка 4 направляется через загрузочное окно 14 в вертикальный ПСК 15, где воздушным потоком, создаваемым вентилятором циклона 3 и поступающим из атмосферы, очищается от легких примесей (мелкие солоmistые примеси, разрушенные оболочки бобиков, семена сорных растений). Очищенные семена под

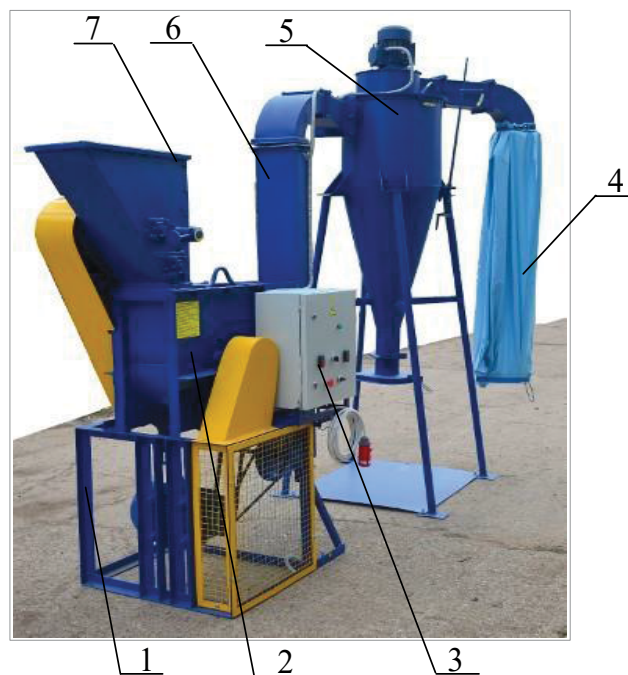


Рис. 1. Клеверотерка-скарификатор КС-0,3П (вид спереди справа):

- 1 – рама; 2 – корпус; 3 – ящик управления;
- 4 – тканевый фильтр; 5 – циклон;
- 6 – вертикальный пневмосепарирующий канал;
- 7 – приемный бункер

Fig. 1. Clover grater and scarifier KS-0.3P (front right view):

- 1 – frame; 2 – housing; 3 – control box; 4 – fabric filter;
- 5 – cyclone; 6 – vertical pneumatic separation channel;
- 7 – receiving hopper

⁵ Протокол № 06-01-2024 (9060016) от 4 апреля 2024 г. испытаний клеверотерки-скарификатора КС-0,3П. Оричи: ФГБУ «Кировская МИС», 2024. 37 с.

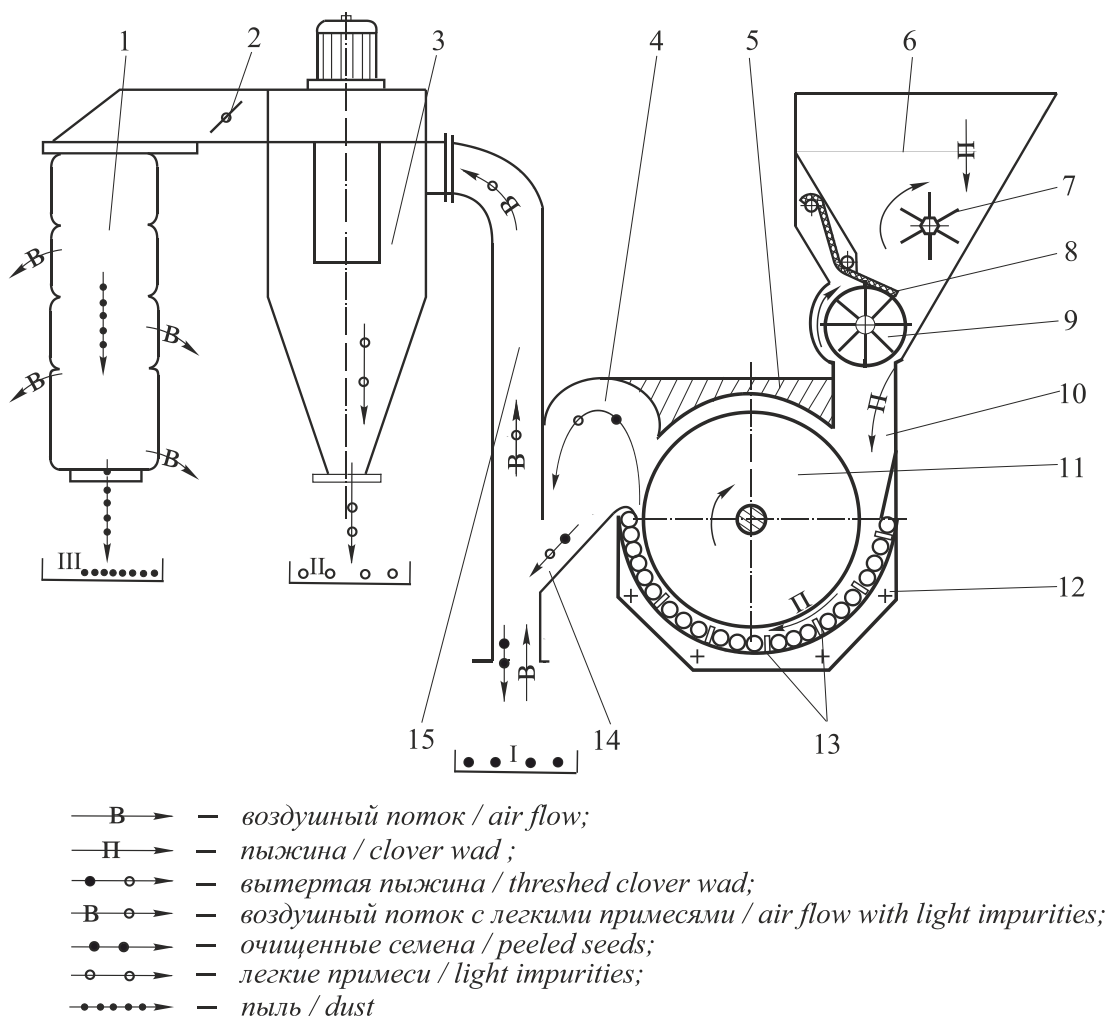


Рис. 2. Технологическая схема клеверотерки-скарификатора КС-0,3П:

- 1 – пылеулавливающее устройство; 2 – дроссельная заслонка; 3 – циклон с электровентилятором;
 4 – выходной патрубок; 5 – корпус; 6 – приемный бункер; 7 – ворошилка;
 8 – гибкая виброзаслонка; 9 – лопастной питающий валик; 10 – загрузочная горловина;
 11 – барабан со сплошной энтгранерной поверхностью; 12 – дека с овальной поверхностью;
 13 – вытирающие пластины; 14 – загрузочное окно; 15 – вертикальный пневмосепарирующий канал;
 I, II, III – приемники обработанных семян, легких примесей и пыли соответственно

Fig. 2. Process flow design of the clover grater and scarifier KS-0.3P:

- 1 – dust collecting device; 2 – throttle valve; 3 – cyclone with fan; 4 – outlet pipe;
 5 – housing; 6 – receiving hopper; 7 – agitator; 8 – flexible vibration damper;
 9 – blade feeding roller; 10 – loading neck; 11 – drum; 12 – deck with oval surface;
 13 – rubbing plates; 14 – loading window; 15 – vertical pneumatic separation channel;
 I, II, III – receivers, respectively, of treated seeds, light impurities and dust

действием силы тяжести попадают в приемник I, а воздушный поток с легкими примесями по воздухоотводящему каналу вентилятором направляется в циклон 3 и далее в тканевый пылеуловитель 1 (рис. 2). Уловленные легкие примеси и пыль собираются в приемники II и III. При скарификации твердых семян бобовых трав движение материала происходит аналогично описанному выше процессу.

Подача материала регулируется изменением положения гибкой виброзаслонки 8. Частота вращения

барабана клеверотерки зависит от настройки частотного преобразователя. Молотильные зазоры устанавливаются при подготовке клеверотерки на определенный вид работы. Скорость воздушного потока в ПСК регулируется изменением положения дроссельной заслонки 2 в воздуховоде, параметры воздушного потока измеряются при помощи микроманометра ММН-2400 и трубки Пито-Прандтля.

Технические характеристики клеверотерки КС-0,3П представлены в таблице 1.

Таблица 1

Технические характеристики клеверотерки КС-0,3П

Table 1

Technical specifications of the clover grater KS-0.3P

Показатель <i>Indicator</i>	Значение / Value	
	Техническое задание <i>Performance specification</i>	Испытания <i>Tests</i>
Тип машины / <i>Machine type</i>	стационарный / <i>stationary</i>	
Суммарная установленная мощность, кВт / <i>Total installed capacity, kW</i>	3,7	3,7
Установленная мощность электродвигателя клеверотерки, кВт <i>Installed power of the electric motor of a clover grater, kW</i>	2,2	2,2
Установленная мощность электродвигателя вентилятора, кВт <i>Installed power of the fan electric motor, kW</i>	1,5	1,5
Производительность за 1 ч основного времени, т: / <i>Productivity per 1 hour of main time, tn:</i>		
– при вытирании семян из клевера* / <i>when rubbing out clover seeds*</i>	0,3	0,39
– при скарификации твердых семян бобовых трав / <i>when scarifying hard seeds of leguminous grasses</i>	0,3	0,37
Диаметр барабана, мм / <i>Drum diameter, mm</i>	454	454
Длина барабана, мм / <i>Drum length, mm</i>	–	200
Частота вращения барабана максимальная, мин ⁻¹ / <i>Maximum drum speed, min⁻¹</i>	1100	1050
Размеры поперечного сечения канала, мм / <i>Dimensions of the channel cross-section, mm</i>	90x200	90x200
Площадь тканевого фильтра, м ² / <i>Fabric filter area, m²</i>	3,0	3,0
Высота загрузки, мм / <i>Loading height, mm</i>	–	1870
Высота выгрузки, мм / <i>Unloading height, mm</i>	–	350

* Влажность до 14%, содержание грубых солоmistых примесей – не более 0,5%, свободных семян – не более 1,0%

* with a moisture content of up to 14%, the content of coarse straw impurities is no more than 0.5%, free seeds are no more than 1.0%

Результаты и их обсуждение

Испытания клеверотерки КС-0,3П⁶ проведены на базе семяочистительного комплекса ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», г. Киров (рис. 3).

Показатели качества технологического процесса и режимы работы клеверотерки определены по ГОСТ 12036-85, ГОСТ 12037-81, ГОСТ 12038-81, ГОСТ 12041-82, ГОСТ 33735-2016, СТО АИСТ 8.20-2010.

Агротехническая оценка испытаний клеверотерки выполнена на вытирании семян из пыжины лугового клевера при подачах 0,28; 0,39; 0,46 т/ч и последующей их очистке от легких примесей воздушным потоком, и на скарификации семян козлятника восточного (галеги восточной) при подачах 0,28; 0,37; 0,49 т/ч.

Исходный материал для проведения вытирания семян трав (пыжина клевера лугового) был предварительно высушен до кондиционной влажности и очищен от грубых, крупных и солоmistых примесей. Влажность пыжины клевера составила 3,7%, что соответствует требованиям технического задания (ТЗ – до 16%). Содержание грубых солоmistых примесей в исходном материале не превысило допустимых значений, предусмотренных ТЗ (не более 0,5%), и составило 0,01...0,03% в зависимости от опытов. Содержание свободных семян в исходном материале клевера составило 1,12...2,81% (по ТЗ – не более 1,0%). При этом несоответствие данного показателя требованиям ТЗ в процессе испытаний не повлияло на качество выполнения технологического процесса. Скорость витания легких примесей

⁶ Протокол № 06-01-2024 (9060016) от 4 апреля 2024 г. испытаний клеверотерки-скарификатора КС-0,3П. Оричи: ФГБУ «Кировская МИС», 2024. 37 с



Рис. 3. Клеверотерка-скарификатор КС-0,3П в работе

Fig. 3. Clover grater and scarifier KS-0.3P in operation

Таблица 2

Агротехнические показатели клеверотерки КС-0,3П при вытирании семян

Table 2

Agrotechnical indicators of the clover grater KS-0.3P when rubbing out seeds

Показатель / Indicator	Техническое задание Performance specification	Данные испытаний According to test data		
		опыт 1 experiment No. 1	опыт 2 experiment No. 2	опыт 3 experiment No. 3
Частота вращения барабана, мин ⁻¹ / Drum speed, min ⁻¹	до 1100 / up to 1100	700	750	800
Молотильный зазор на входе, мм / Inlet clearance, mm	7...9	8		
Молотильный зазор на выходе, мм / Outlet clearance, mm	2...4	3		
Скорость воздушного потока в канале, м/с Air flow velocity in the channel, m/s	2...8	3,8		
Культура / Agricultural crop	Бобовые и злаковые травы Legumes and cereal grasses	Пыжина клевера Heads with clover seeds		
Подача, т/ч / Feed, t/h	0,3	0,28	0,39	0,46
Содержание свободных семян (чистота), % Free seed contents, %	–	67,99	73,27	67,06
Содержание дробленых семян, % / Contents of crushed seeds	–	0,52	1,36	1,43
Дробление семян, % / Seed crushing	не более 1,5 / no more than 1.5	1,1	0,1	1,0
Степень вытирания семян, % / Degree of rubbing out%	не менее 95,0 / not less than 95.0	95,4	95,6	95,6
Эффект очистки от легких примесей, % Effect of separating light impurities, %	не менее 60 / not less than 60	73,7	77,7	73,6
Потери семян клевера, % / Clover seed losses, %	не более 1,5 / no more than 1.5	1,3	1,1	1,2

составляла 0,1...3,8 м/с, бобиков с семенами – 3,8...6,0 м/с, семян клевера – 4,2...7,6 м/с, тяжелых примесей – более 10,0 м/с.

В результате испытаний степень вытирания семян клевера составила 95,4...95,6%, что соответствует требованиям ТЗ (не менее 95%) (табл. 2). Дробление семян в процессе вытирания пыжины клевера составило 0,1...1,1%, что не превышает требования ТЗ (не более 1,5%). Потери свободных семян клевера при пневмосепарации составили 1,1...1,3%, что также не превышает требования ТЗ (не более 1,5%). Эффект очистки семян клевера от легких примесей после вытирания их из пыжины соответствует требованиям ТЗ на всех подачах и составляет 73,6...77,7% (по ТЗ – не менее 60%). Эффект очистки определяли по формуле:

$$E_{\text{лж}} = (1 - m_{\text{лж}} / m_{\text{лж}}) \cdot 100, \%,$$

где $m_{\text{лж}}$ – масса легких примесей, не выделенных из материала после вытирания при включенном ПСК, г; $m_{\text{лж}}$ – масса легких примесей в материале после вытирания без включенного ПСК, г.

Исходный материал козлятника восточного был очищен от легких примесей, семян сорняков и других видов трав и соответствовал требованиям ТЗ. Согласно ТЗ исходный материал должен соответствовать требованиям ГОСТ Р 52325-2005 «Сортовые и посевные качества. Общие технические условия» для категории семян не ниже РС (репродукционные семена). Влажность семян козлятника составила 10,9%, чистота семян – 96,46%, энергия прорастания семян – 78,0%, всхожесть семян – 98,0%. При этом в исходном материале отмечено 19,0% твердых семян. Согласно ГОСТ 12038-84 при определении всхожести у кормовых бобовых трав твердые семена относят к всхожим.

Исходный материал козлятника восточного был единым для всех подач. Для оценки качества скарификации введены показатели, непосредственно характеризующие процесс скарификации: дробление семян, степень скарификации и изменение количества проросших семян [9].

В результате испытаний установлено увеличение энергии прорастания семян козлятника после

Таблица 3

Агротехнические показатели клеверотерки КС-0,3П при скарификации семян

Table 3

Agrotechnical indicators of the clover grater KS-0.3P during seed scarification

Показатель <i>Indicator</i>	Техническое задание <i>Performance specification</i>	Данные испытаний <i>According to test data</i>		
		опыт 1 <i>experiment No. 1</i>	опыт 2 <i>experiment No. 2</i>	опыт 3 <i>experiment No. 3</i>
Частота вращения барабана, мин ⁻¹ / <i>Drum speed, min⁻¹</i>	до 1100 / <i>up to 1100</i>	505		
Молотильный зазор на входе, мм / <i>Inlet clearance, mm</i>	7...9	8		
Молотильный зазор на выходе, мм / <i>Outlet clearance, mm</i>	2...4	3		
Скорость воздушного потока в канале, м/с <i>Air flow velocity in the channel, m/s</i>	2...8	3,8		
Культура <i>Agricultural crop</i>	Бобовые и злаковые травы <i>Legumes and cereal grasses</i>	Козлятник восточный <i>Caucasian goat's rue (Galega orientalis)</i>		
Подача, т/ч / <i>Feed, t/h</i>	0,3	0,28	0,37	0,49
Дробление семян, % / <i>Seed crushing, %</i>	Не более 2 / <i>no more than 2</i>	1,1	0,8	0,3
Энергия прорастания, % / <i>Germination energy, %</i>	–	97,5	96,0	95,4
Всхожесть семян, % / <i>Seed germination, %</i>	Не менее 70 / <i>not less than 70</i>	99,5	99,0	98,2
Степень скарификации, % / <i>Scarification degree, %</i>	Не менее 95,0 / <i>not less than 95,0</i>	95,0	96,5	95,8
Степень изменения количества проросших семян, % <i>Degree of change in the number of germinated seeds, %</i>	–	19,8	19,6	18,9

проведения скарификации с 78,0 до 95,4...97,5% в зависимости от подачи. Степень скарификации составила 95,0...96,5% и на всех подачах соответствует требованиям ТЗ (не менее 95%). Дробление семян в результате скарификации составило 0,3...1,1%, что не превышает требования ТЗ (не более 1,5%) (табл. 3).

Энергетическая оценка клеверотерки выполнена совместно с агрооценкой при вытирании семян из пыжины клевера и при скарификации семян козлятника восточного. При этом выявлено следующее.

Установленная мощность электродвигателей привода терочного барабана и вентилятора циклона составила 2,2 и 1,5 кВт, что соответствует требованиям ТЗ и обеспечивает выполнение технологического процесса. При вытирании семян из пыжины клевера (подача 0,28; 0,39; 0,46 т/ч) суммарная потребляемая электродвигателями из сети активная мощность составила 1,33; 1,48; 1,51 кВт. При этом коэффициенты загрузки электродвигателя привода терочного барабана составили 0,29; 0,34; 0,35.

Суммарная потребляемая электродвигателями из сети активная мощность при скарификации семян козлятника восточного (подача 0,28; 0,37; 0,49 т/ч) составила 1,71; 1,80; 1,99 кВт. При этом коэффициенты загрузки электродвигателя привода барабана составили 0,43; 0,46; 0,53.

Удельный расход электроэнергии при вытирании семян из пыжины клевера (подача 0,28; 0,39; 0,46 т/ч) и при скарификации семян козлятника восточного (подача 0,28; 0,37; 0,49 т/ч) составил 3,28; 3,79; 4,75 и 4,32; 4,62; 6,12 кВт·ч/т соответственно (по ТЗ – не более 12,0 кВт·ч/т).

В процессе испытаний клеверотерки при оценке безопасности конструкции несоответствия требованиям ССБТ не выявлены. Цепная и ременные передачи закрыты защитными ограждениями,

окрашенными в сигнальный цвет. Защитное заземление выполнено в соответствии с требованиями стандарта. Конструкция ящика управления отвечает требованиям электробезопасности. Усилие на рукоятке рычага-фиксатора приемного устройства при перемещении рукой составляет до 25 Н, усилие, прилагаемое рукой к рычагу заслонки циклона, составляет 28 Н и соответствует ГОСТ 33738-2016 (до 150 Н). Измеренные показатели уровня шума и концентрация пыли в воздухе рабочей зоны составляют 80,0 дБА и 3,8 мг/м³ и не превышают нормативных значений по ГОСТ 33738-2016 (80,0 дБА и 4,0 мг/м³ соответственно). Имеются обозначенные места для строповки.

Выводы

1. Машина КС-0,3П качественно выполняет три технологические операции: вытирание семян из пыжины клевера, скарификацию твердых семян бобовых трав и очистку от легких примесей; соответствует основным требованиям технического задания и нормативной документации по показателям назначения, энергооценке и безопасности конструкции:

- производительность машины при вытирании – 0,39...0,46 т/ч, при скарификации – 0,37...0,49 т/ч;
- степень вытирания семян клевера лугового – 95,4...95,6% при дроблении – 0,1...1%, степень скарификации семян козлятника восточного – 95,8...96,5% при дроблении 0,3...0,8%;
- уровень шума и концентрация пыли в воздухе рабочей зоны – 80 дБа и 3,8 мг/м³;
- удельный расход электроэнергии при вытирании семян составил 3,28; 3,79; 4,75 кВт·ч/т, при скарификации – 4,32; 4,62; 6,12 кВт·ч/т (по ТЗ – не более 12,0 кВт·ч/т);
- эффект очистки вытертых семян от легких примесей составил 73,6...77,7%.

2. Машина КС-0,3П рекомендуется к применению в сельскохозяйственном производстве.

Список источников / References

1. Kosolapov V.M., Kostenko S.I., Tyurin Yu.S. et al. Perennial forage grasses – the basis for greening agricultural production. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021;663:012022. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/663/1/012022>
2. Kosolapov V.M., Cherniavskih V.I., Dumacheva E.V. et al. The role of perennial grasses in the protection of soil resources of erosive ecosystems with active development of linear erosion. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021;901:012007. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/901/1/012007>
3. Bouteiller X.P., Porté A.J., Mariette S., Monty A. Using automated sanding to homogeneously break

- seed dormancy in black locust (*Robinia pseudoacacia* L., Fabaceae). *Seed Science Research*. 2017;27(3):243-250. <https://doi.org/10.1017/S0960258517000150>
4. Lukas S.B., DeFrank J., Baldos O.C. Optimization of *Waltheria indica* seed dormancy relief treatments and seed storage parameters. *HortScience*, 2016;51(9):1184-1187. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI10720-16>
5. Luo J., Sun J., Yang L. et al. Design and experiment of type 9BQS-3.0 pneumatic scarifying and sowing compound operation machine. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*. 2013;44(1):51-55,66 <https://doi.org/10.6041/j.issn.1000-1298.2013.S1.010>

6. Чугунов С.В., Рожков Г.А. Обзор устройств для вытирания и скарификации семян трав // Журнал передовых исследований в области естествознания. 2020. № 9. С. 60-62. EDN: YFBYMN

Chugunov S.V., Rozhkov G.A. Review of devices for drying and scarification of seeds of grasses. *Journal of Advanced Research in Natural Science*. 2020;9:60-62. (In Russ.)

7. Бурков А.И., Глушков А.Л., Лазыкин В.А., Мокиев В.Ю. Барабанная клеверотерка с пневмосепарирующим устройством // Сельский механизатор. 2020. № 5-6. С. 8-9. EDN: LGFPRP

Burkov A.I., Glushkov A.L., Lazykin V.A., Mokiev V.Yu. Drum clover grater with pneumatic separator. *Selskiy Mekanizator*. 2020;5-6:8-9. (In Russ.)

8. Бурков А.И., Глушков А.Л., Лазыкин В.А., Мокиев В.Ю. Обоснование основных конструктивно-технологических

параметров пневмосепарирующего устройства клеверотерки-скарификатора // Агроинженерия. 2021. № 4. С. 9-13. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2021-4-9-13>

Burkov A.I., Glushkov A.L., Lazykin V.A., Mokiev V.Yu. Determination of the basic design and technological parameters of the pneumatic separating device of a clover thresher and scarifier. *Agricultural Engineering*, 2021;4(104):9-13. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2021-4-9-13>

9. 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. EDN: UXVWDF

Burkov A.I., Simonov M.V., Mokiev V.Yu. Determination of indicators of the quality of the scarifiers grass seed. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya selskogo khozyaystva*. 2014;3:19-20. (In Russ.)

Информация об авторах

¹Лазыкин Виктор Алексеевич, канд. техн. наук, научный сотрудник; ellestar@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3910-8620>; SPIN-код: 2180-6764

²Бурков Александр Иванович, д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник; burkov.46@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5287-1532>; SPIN-код: 6469-1959

³Глушков Андрей Леонидович, канд. техн. наук, старший научный сотрудник; glandrey@yandex.ru[✉]; <https://orcid.org/0000-0002-1448-9930>; SPIN-код: 6378-8155

⁴Мокиев Валентин Юрьевич, канд. техн. наук, научный сотрудник; dizel154@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3368-1151>; SPIN-код: 2330-1404

^{1, 2, 3, 4} Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого»; 610007, г. Киров, ул. Ленина, 166а, Россия

Вклад авторов

В.А. Лазыкин – описание результатов и формирование выводов исследований, подготовка начального варианта текста;
А.И. Бурков – концептуализация;
А.Л. Глушков – формальный анализ и верификация данных, доработка рукописи и ее редактирование;
В.Ю. Мокиев – представление результатов, подготовка графических материалов.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов и несут ответственность за плагиат.

Статья поступила 16.04.2025, после рецензирования и доработки 27.08.2025; принята к публикации 27.08.2025

Author Information

V.A. Lazykin¹, CSc (Eng), Research Engineer;

<https://orcid.org/0000-0002-3910-8620>; ellestar@bk.ru

A.I. Burkov², DSc (Eng), Professor, Chief Research Engineer;

<https://orcid.org/0000-0002-5287-1532>; burkov.46@mail.ru

A.L. Glushkov^{3✉}, CSc (Eng), Senior Research Engineer;

<https://orcid.org/0000-0002-1448-9930>;

glandrey@yandex.ru[✉]

V.Yu. Mokiyev⁴, CSc (Eng), Research Engineer;

<https://orcid.org/0000-0002-3368-1151>; dizel154@bk.ru

^{1,2,3,4} Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky; 166a, Lenina Str., Kirov, Russia, 610007

Author Contributions

V.A. Lazykin – description of results and formulation of research conclusions, writing – original draft;
A.I. Burkov – conceptualization;
A.L. Glushkov – formal analysis and data verification, writing – manuscript review and editing;
V.Yu. Mokiev – visualization.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article and bear equal responsibility for plagiarism.

Received 16.04.2025; Revised 27.08.2025; Accepted 27.08.2025