

УДК 631.349

UDC 631.349

4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки)

4.3.1 – Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences)

**РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ
ВРАЩАЮЩЕГОСЯ РАСПЫЛИТЕЛЯ ДЛЯ
МОБИЛЬНО-СТАЦИОНАРНОГО
ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ВЕТВЕЙ ПЛОДОВЫХ
ДЕРЕВЬЕВ И ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ**

**DEVELOPMENT OF A ROTARY ATOMIZER
DESIGN FOR A MOBILE STATIONARY
SHREDDER OF FRUIT TREE BRANCHES AND
VINES**

Машков Александр Михайлович
к.т.н., доцент
Scopus Author ID: 57218245724
РИНЦ SPIN-код: 5255-3434

Mashkov Alexander Mikhailovich
Cand.Tech.Sci., associate professor
RSCI SPIN-code: 5255-3434

Сидоренко Иван Дмитриевич
к.т.н., доцент
Scopus Author ID: 57219020376
РИНЦ SPIN-код: 4940-9846

Sidorenko Ivan Dmitrievich
Cand.Tech.Sci., associate professor
Scopus Author ID: 57219020376
RSCI SPIN-code: 4940-9846

Коровин Вячеслав Евгеньевич
старший преподаватель
РИНЦ SPIN-код: 6685-2145

Korovin Vyacheslav Evgenievich
senior lecturer
RSCI SPIN-code: 6685-2145

Демиденко Валентин Александрович
аспирант
*Институт «Агротехнологическая академия»
(структурное подразделение) Федерального
государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования «Крымский
федеральный университет имени В.И.
Вернадского», Симферополь, Республика Крым,
Россия*

Demidenko Valentin Aleksandrovich
postgraduate student
*Institute «Agrotechnological Academy» (structural
unit) Federal State Autonomous Educational
Institution of Higher Education «V.I. Vernadsky
Crimean Federal University», Simferopol, Republic of
Crimea, Russia*

В статье представлена конструкция мобильно-стационарного измельчителя с предлагаемым вращающимся дисковым распылителем для диспергирования казеинового клея, предназначенного для создания брикетов из обрезков ветвей плодовых деревьев и виноградной лозы, используемых в качестве твёрдого топлива для отопления производственных помещений агропромышленного комплекса (теплиц, рассадников, животноводческих ферм)

The article presents the design of a mobile stationary shredder with the proposed rotary disk atomizer for dispersing casein glue, designed to create briquettes from scraps of branches of fruit trees and vines used as solid fuel for heating industrial premises of the agro-industrial complex (greenhouses, nurseries, livestock farms)

Ключевые слова: МОБИЛЬНО-СТАЦИОНАРНЫЙ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬ; ВРАЩАЮЩИЙСЯ РАСПЫЛИТЕЛЬ; ДРЕВЕСНЫЕ БРИКЕТЫ; КАПЕЛЬНЫЙ ПОТОК; РАСПЫЛЕНИЕ КЛЕЯ; ТВЁРДОЕ ТОПЛИВО

Keywords: MOBILE-STATIONARY SHREDDER; ROTARY ATOMIZER; WOOD BRIQUETTES; DRIP FLOW; GLUE SPRAYING; SOLID FUEL

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-189-013>

Введение. Создание и совершенствование средств механизации в современном АПК направлено, главным образом, на повышение урожайности сельскохозяйственных культур с одновременным снижением затрат энергии, ГСМ и негативного влияния на окружающую среду. Для уменьшения выделения в окружающую среду продуктов горения, выделяющихся при сжигании обрезков фруктовых деревьев и винограда, целесообразно производить их подбор с последующим дроблением. После этого частицы измельчённых ветвей и лозы следует подвергать прессованию и укладке в брикеты. Последние очень широко используются для отопления производственных помещений в АПК (теплиц, рассадников, животноводческих ферм). Приготовление брикетов требует использования специального вещества для склеивания обрезков ветвей и лозы друг с другом. Однако для экономии материала при создании древесных брикетов клей рекомендуется использовать в мелкодисперсном виде.

Цель исследований. Разработка распыливающего устройства мобильно-стационарного измельчителя обрезков ветвей плодовых деревьев и виноградной лозы.

Материалы и методы исследований. Объект исследований – устройство для распыления клея внутри мобильно-стационарного измельчителя. Предметом изучения является процесс создания брикетов из обрезков ветвей плодовых деревьев и виноградной лозы.

В качестве методов исследований используются патентный поиск и анализ информации по существующим разработкам с помощью электронных ресурсов и литературных источников по вторичному использованию отходов производства продукции садоводства и виноградарства, диспергированию клеев и лакокрасочных материалов, описательного курса по сельскохозяйственным машинам и теории распыливания жидкостей [1].

Анализ этих сведений показал, что для диспергирования жидких веществ разной вязкости наиболее часто применяются вращающиеся распылители. Они помогают получить однородные по величине капли, размер которых можно регулировать. Разработана конструкция и принцип действия мобильно-стационарного измельчителя и вращающегося распылителя для нанесения мелкодисперсного клея на раздробленные обрезки ветвей плодовых деревьев и виноградной лозы с последующим формированием из них брикетов. Это даёт возможность увеличить эффективность продукции садоводства и виноградарства, а также уменьшить загрязнение окружающей среды.

Результаты исследования. Известен мобильно-стационарный измельчитель МСУ-1 (рисунок 1) [2].

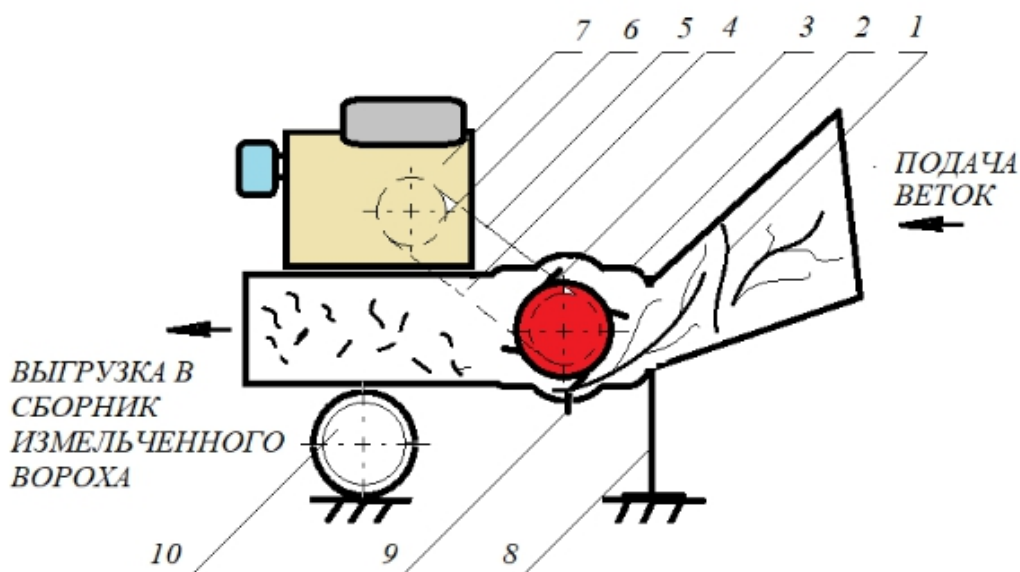


Рисунок 1 – Технологический процесс работы мобильно-стационарного измельчителя МСУ-1: 1 – загрузочная воронка с защитным фартуком, 2 – измельчающая камера, 3 – измельчающий барабан с ножами, 4 – материалопровод измельченного вороха, 5 – ременная передача привода измельчителя, 6 –

приводной шкив, 7 – бензиновый двухтактный двигатель, 8 – опора передняя, 9 – противорежущая пластина, 10 – колесо

Мобильно-стационарный измельчитель МСУ-1 перемещается для работы в определенных местах с помощью опорных колес 10, при работе измельчитель опирается на колеса и две опоры передние 8. Привод измельчителя осуществляется от двухтактного бензинового двигателя 7.

Технологический процесс работы мобильного-стационарного измельчителя МСУ-1 протекает следующим образом рабочий подает в загрузочную воронку 1 ветки. С момента начала измельчения ветки затягиваются в измельчающую камеру 2, ножами измельчающего барабана 3. Во избежание выброса измельченной массы в загрузочную воронку обратно применяем защитный фартук, измельченный ворох по материалопроводу 4, поступает в сборник измельченного вороха.

Для формирования брикетов из обрезков виноградной лозы и ветвей плодовых деревьев в мобильно-стационарном измельчителе применяется казеиновый клей. Это связано с тем, что он обеспечивает надёжное скрепление склеиваемых частиц, обладает высокой влаго- и термостойкостью, не прихотлив к внешним условиям, весьма удобен при транспортировке и хранении, не выделяет вредных веществ и является наиболее пригодным для экологически чистых производств, в частности, твёрдого топлива [3].

Чтобы измельчённые обрезки виноградной лозы или ветвей плодовых деревьев равномерно покрывались клеем, который необходимо распыливать на мелкие однородные по размеру капли. Для этого следует разработать и обосновать конструкцию распыливающего устройства, применяемого на мобильно-стационарном измельчителе-брикетировщике (рисунок 2) .

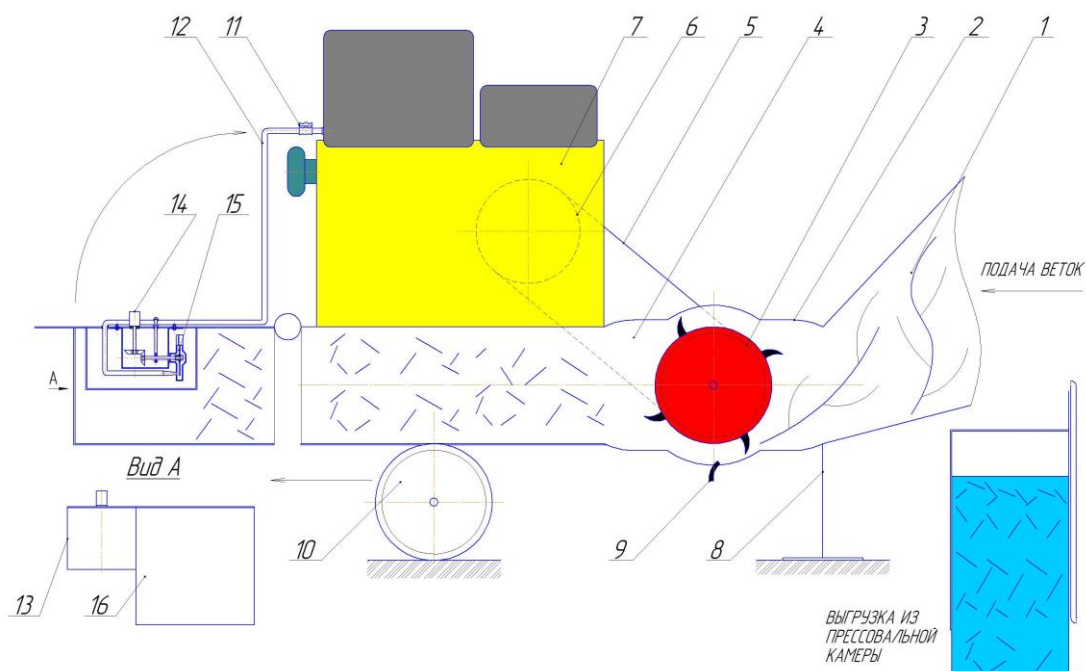


Рисунок 2 – Мобильно-стационарный измельчитель МСУ-1М: 1 – загрузочная воронка с защитным фартуком; 2 – измельчающая камера; 3 – измельчающий барабан с ножами; 4 – материалопровод измельчённого вороха; 5 – ременная передача привода измельчителя; 6 – приводной шкив; 7 – бензиновый двухтактный двигатель; 8 – опора передняя; 9 – противорежущая пластина; 10 – колесо; 11 – регулировочный вентиль; 12 – нагнетательная магистраль для клея; 13 – распылительный отсек; 14 – микроэлектродвигатель распылителя; 15 – дисковый распылитель; 16 – прессовальная камера

Перемещение мобильного-стационарного измельчителя МСУ-1 и его фиксация на месте проведения измельчения осуществляются за счёт колеса 10 и передней опоры 8. При работе агрегата ветви подаются вручную через загрузочную воронку 1. Она снабжена защитным фартуком. Далее ветви попадают в измельчающую камеру 2. Внутри неё для дробления веток установлены барабан с ножами 3 и противорежущая пластина 9. Проходя через них, ветви дробятся на мелкие частицы. После этого они поступают через материалопровод 4 в прессовальную камеру 16. В ней мелкие частицы раздробленных ветвей обрабатываются струёй мелких капель

клея, образованных дисковым распылителем 15. К нему клей поступает по нагнетательной магистрали 12. Его подача регулируется с помощью специального вентиля 11. Распылитель расположен в специальном отсеке 13, примыкающем к прессовальной камере 16, и приводится во вращение микроэлектродвигателем 14, питание которого осуществляется от электросистемы трактора. В результате обработки мелкодисперсной струёй клея частицы раздробленных ветвей соединяются друг с другом и спрессовываются в брикет. Последний выгружается наружу путём опрокидывания прессовальной камеры 16.

В современном машиностроении известно множество конструктивных типов распылителей. Наиболее часто из них применяются так называемые гидравлические. К ним относятся центробежные, дефлекторные, щелевые. В первых жидкость, попадая в камеру завихрения, за счёт большой центробежной силы закручивается. За счёт очень большой частоты вращения жидкость распадается на мелкие капли. Этот мелкодисперсный поток выходит из наружу в виде веера. В дефлекторных распылителях жидкость дробится на мелкие капли, проходя через специальный рабочий элемент. Он выполняет функцию рассекателя. Этот рабочий элемент называется дефлектором. Проходя через него, жидкостный поток распадается на мелкие капли и выходит через отверстие малого диаметра наружу в виде веера. В щелевых распылителях жидкость дробится на мелкие частицы, проходя через специальную щель. Из неё капельный поток в виде сплошного веера выходит наружу.

Конструкции гидравлических распылителей постоянно совершенствуются. Они весьма технологичны, просты в изготовлении, использовании и обслуживании, а также обладают невысокой себестоимостью. Однако многолетний опыт эксплуатации гидравлических распылителей [4] показал, что они не способны обеспечивать однородный по размеру капель мелкодисперсный распыл. Это очень важно для

равномерного покрытия обрезков виноградной лозы или ветвей плодовых деревьев при формировании кормовых брикетов для сельскохозяйственных животных.

Во многих современных сельскохозяйственных машинах наибольшее распространение находят вращающиеся распылители. В них образование капельного факела осуществляется за счёт попадания жидкостной струи на специальный рабочий элемент, оборачивающийся с высокой частотой. При данном способе, согласно существующим сведениям в области распыления жидкостей [5], формируется мелкодисперсный поток, состоящий из однородных по величине капель, размер которых можно регулировать.

Поэтому в конструкции предлагаемого мобильно-стационарного измельчителя применить вращающийся распылитель для дробления казеинового клея на мелкие капли для соединения обрезков виноградной лозы или ветвей плодовых деревьев. Это даёт возможность получения качественных древесных брикетов, используемых в качестве твёрдого топлива.

В предлагаемом мобильно-стационарном измельчителе МСУ-1М клей заправляется в специальный резервуар. Оттуда по нагнетательной магистрали 4 он поступает под давлением на распыливающее устройство. Этот рабочий узел расположен в специальном отсеке, примыкающем к прессовальной камере. Плоский диск вращается на валу микроэлектродвигателя 1 (рисунок 3). Его привод осуществляется от аккумуляторной батареи трактора. Вал микроэлектродвигателя закреплён на крышке распылительного отсека с помощью огнеупорной втулки 2. Она служит для предотвращения возгорания в связи с большой частотой вращения и сильного трения. На валу микроэлектродвигателя закреплена ведущая коническая звёздочка редуктора 5. Она фиксируется с помощью резьбы. Ведущая звёздочка 5 редуктора передаёт крутящий момент на ведомую 6. Она закреплена с помощью резьбы на валу, вращающем диск

распылителя 9. Последний заключён в специальный кожух 10 с направляющим окном. Диск распылителя фиксирует на валу с помощью резьбы и контргайки 11. Направляющий кожух служит для защиты распылителя от повреждений частицами древесины.

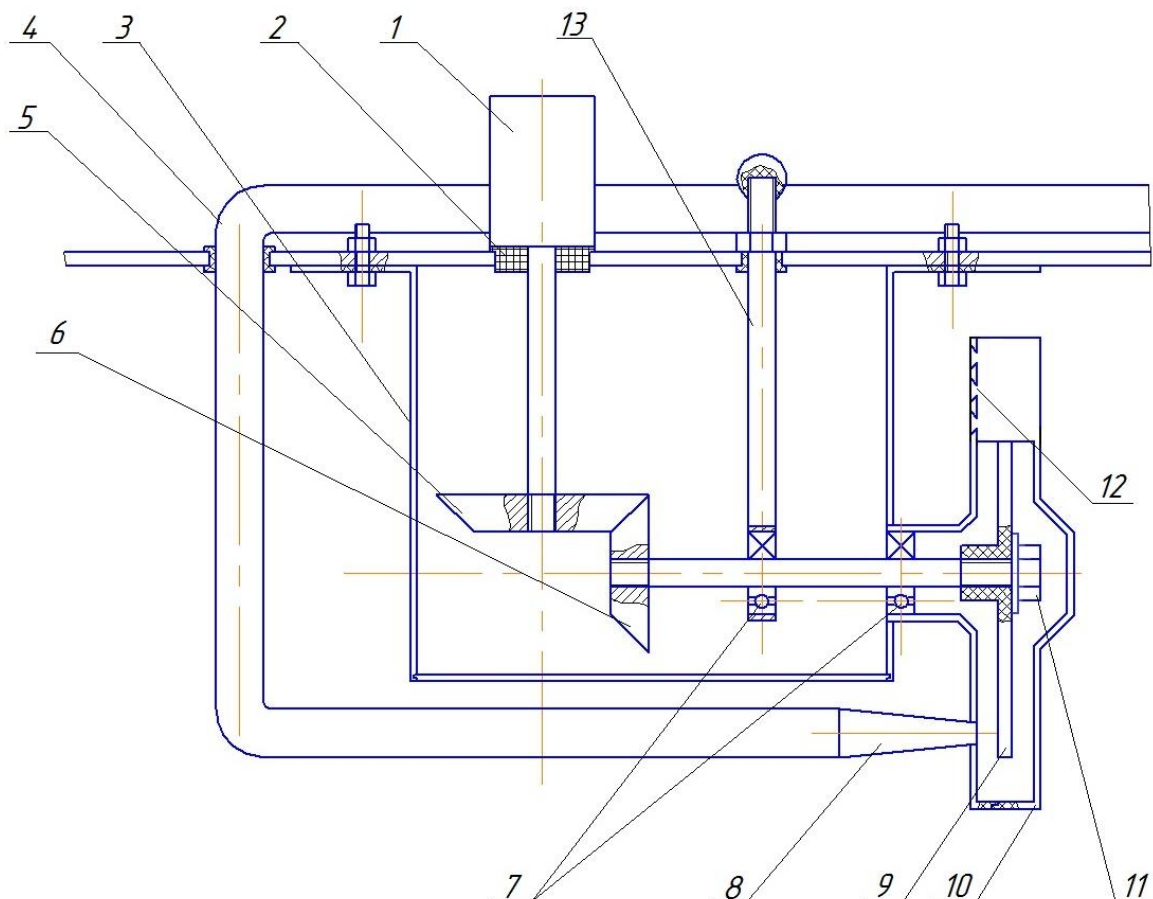


Рисунок 3 – Распыливающее устройство мобильного-стационарного измельчителя МСУ-1М:

- 1 – микроэлектродвигатель; 2 – втулка огнеупорная; 3 – коробка редуктора;
- 4 – нагнетательная магистраль; 5 – ведущая звёздочка редуктора; 6 – ведомая звёздочка редуктора; 7 – подшипник; 8 – клеевая форсунка;
- 9 – распыливающий диск; 10 – направляющий кожух; 11 – контргайка;
- 12 – регулировочный паз; 13 – подшипниковый стержень

Одна половина кожуха 10 крепится к коробке редуктора 3. Это осуществляется с помощью специальных пазов. В месте соединения коробки редуктора и направляющего кожуха помещается один из подшипников 7. Второй установлен на специальном стержне 13, закреплённом на крышке распылительного отсека с помощью резьбы. Клей подаётся к вращающемуся диску 9 по нагнетательной магистрали 4 через клеевую форсунку 8. Она может иметь различный диаметр выходного отверстия. Это один из способов регулировки дисперсности распыла и расхода клея. Наряду с этим методом может производиться замена конических звёздочек редуктора. Это позволяет также регулировать частоту вращения диска 9. Последний может иметь различный радиус. На одной из половин направляющего кожуха имеются регулировочные пазы 12. За счёт этого осуществляется настройка угла и ширины жидкостного веера. Такое конструктивное решение позволяет увеличить равномерность покрытия частиц измельчённой виноградной лозы или ветвей плодовых деревьев клеем для формирования кормовых брикетов. Они используются в качестве твёрдого топлива для обогрева производственных помещений на предприятиях АПК (теплиц, рассадников, животноводческих ферм). При этом достигается сокращение расхода клея, ГСМ, энергии, повышение эффективности производства продукции садоводства и виноградарства с одновременным уменьшением негативного влияния на окружающую среду.

Выводы. В ходе проведения исследований был проведён патентный поиск среди распылителей, применяемых для диспергирования клея. Анализ их конструкций и принципа действия показал, что большинство из них не способны обеспечивать однородный по размеру капель мелкий распыл.

С учётом этих факторов была разработана конструкция распыливающего устройства для дробления клея на мелкие капли. Клеевая

форсунка выполняет функцию первичного распыления. Окончательное дробление клея на мелкие частицы происходит под воздействием вращающегося диска. Такое конструктивное решение обеспечивает формирование однородных по величине мелкодисперсных капель клея, величину которых можно регулировать. Это производится за счёт изменения диаметра и количества зубьев звёздочек конического редуктора привода вращающегося распылителя, использования дисков с разным радиусом и клеевых форсунок с выходными отверстиями различного диаметра. Необходимая плотность и равномерность покрытия обрезков ветвей и лозы клеем обеспечивается путём регулировки угла мелкокапельного веера с помощью направляющего кожуха со специальными пазами.

Таким образом, применение предлагаемого устройства для распыливания клея в предлагаемом мобильно-стационарном измельчителе МСУ-1М обеспечивает повышение качества изготовления древесных брикетов из обрезков ветвей плодовых деревьев и виноградной лозы. Это даёт возможность получения лучшего твёрдого топлива для обогрева производственных помещений растениеводческих и животноводческих хозяйств. Кроме того, в данном случае обеспечивается повышение эффективности производства сельскохозяйственной продукции с одновременным снижением затрат энергии, топлива и прочих материалов, а также уменьшение загрязнения окружающей среды.

Библиографический список

1. Сафиуллин Р.Г. Формирование и движение капель в аппаратах с пористыми вращающимися распылителями: автореф. дис. ... на соиск. учён. степени канд. техн. наук / Р.Г. Сафиуллин. – Казань, 2013. – 33 с.

2. Машков А.М. Устройство и принцип работы мобильно-стационарного измельчителя веток и лозы / А.М.Машков, В.Е. Коровин, В.С. Рутенко, В.Н. Карпенко, А.В. Горенков // Актуальные проблемы современного лесоводства. Вторые

международные чтения памяти Г. Ф. Морозова. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2020. – 248 с. – ISBN 978-5-907310-79-7 – С. 243-246.

3. Казеиновый клей [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://www.okleyah.ru/bitovie-klei/kazeinovy-kley.php>

4. Догода П.А. Средства механизации технологических процессов химической защиты сельскохозяйственных культур (издание второе, переработанное и дополненное): учебное пособие по дисциплине «Сельскохозяйственные машины» для обучающихся в агротехнологических вузах по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия очной и заочной форм обучения / П.А. Догода, А.П. Догода, С.С. Воложанинов, В.В. Красовский, И.Д. Сидоренко – Симферополь, 2022. – 248 с.

5. Лысов А.К. Повышение эффективности осаждения капель диспергируемой рабочей жидкости при использовании вращающихся дисковых, перфорированных и сетчатых барабанов / А.К. Лысов // Вестник защиты растений. – Санкт-Петербург–Пушкин, 2016. – № 4 (90). – С. 61-66.

References

1. Safiullin R.G. Formirovanie i dvizhenie kapel' v apparatah s poristymi vrashhajushhimisja raspyliteljami: avtoref. dis. ... na soisk. uchèn. stepeni kand. tehn. nauk / R.G. Safiullin. – Kazan', 2013. – 33 s.

2. Mashkov A.M. Ustrojstvo i princip raboty mobil'no-stacionarnogo izmel'chitelja vetok i lozy / A.M.Mashkov, V.E. Korovin, V.S. Rutenko, V.N. Karpenko, A.V. Gorenkov // Aktual'nye problemy sovremennogo lesovodstva. Vtorye mezhdunarodnye chtenija pamjati G. F. Morozova. – Simferopol': IT «ARIAL», 2020. – 248 s. – ISBN 978-5-907310-79-7 – S. 243-246.

3. Kazeinovyj klej [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa:

<http://www.okleyah.ru/bitovie-klei/kazeinovy-kley.php>

4. Dogoda P.A. Sredstva mehanizacii tehnologicheskikh processov himicheskoi zashhity sel'skohozjajstvennyh kul'tur (izdanie vtroe, pererabotannoe i dopolnennoe): uchebnoe posobie po discipline «Sel'skohozjajstvennye mashiny» dlja obuchajushhihsja v agrotehnologicheskikh vuzah po napravleniju podgotovki 35.03.06 Agroinzhenerija ochnoj i zaochnoj form obuchenija / P.A. Dogoda, A.P. Dogoda, S.S. Volozhaninov, V.V. Krasovskij, I.D. Sidorenko □ Simferopol', 2022. □ 248 s.

5. Lysov A.K. Povyshenie jeffektivnosti osazhdenija kapel' dispergiruemoj rabochej zhidkosti pri ispol'zovanii vrashhajushhihsja diskovyh, perforirovannyh i setchatyh barabanov / A.K. Lysov // Vestnik zashhity rastenij. – Sankt-Peterburg–Pushkin, 2016. – № 4 (90). – S. 61-66.