

Совершенствование средств механизации и агротехнологий в горных и предгорных районах Северного Кавказа

С. М. Джибилов¹, Л. Р. Гулуева¹✉, И. Э. Солдатова¹, Н. Т. Хохоева¹, С. С. Гагиева¹

¹ Владикавказский научный центр Российской академии наук, Михайловское, Россия

✉ E-mail: luda_gulueva@mail.ru

Аннотация. Авторами представлены результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок, на основании которых спроектирован и создан опытный образец для внесения жидких удобрений на травостой и поверхность почвы горных лугов и пастбищ с целью их улучшения, снижения эрозионных процессов и повышения продуктивности. **Цель работы** – разработать и создать комбинированный многофункциональный агрегат для внесения жидких удобрений на горные луга и пастбища, обеспечивающий повышение продуктивности агроландшафтов и рентабельности сельскохозяйственного производства на 15–20 %. **Объектом исследования являются** нормы внесения удобрений и сменные рабочие органы: емкость для жидких минеральных удобрений, коллектор распылителей, накопники. **Новизна технического решения** состоит в том, впервые создан комбинированный многофункциональный агрегат на базе чизельного культиватор КЧГ-2,4, оснащенный рабочими органами для внесения жидких удобрений на горные луга и пастбища с целью улучшения горных склоновых земель. Исследования агрегата проведены на базе мастерской группы механизации Северо-Кавказского научно-исследовательского института горного и предгорного сельского хозяйства (СКНИИГПСХ) и на высокогорном экспериментальном участке в с. Даргавс Пригородного района РСО-Алания. При создании опытного образца агрегата для внесения жидких удобрений использованы и объединены разработки авторов, которые подтверждены выдачей патентов на полезную модель РФ № 144420 и № 130781. **В результате** применения разработанного опытного образца агрегата снижаются эрозионные процессы, повышается продуктивность и рентабельность склоновых земель, улучшается ботанический состав трав. Установлено, что конструкция и функциональные возможности предложенного агрегата позволяют также применять его в горной зоне в плодопитомниках и на пропашных культурах с одновременным внесением жидких удобрений в приствольную зону. **Применение опытного образца агрегата позволит снизить эрозию и другие виды деградации плодородного слоя почвы в горах, решит проблему поверхностного улучшения сенокосов и пастбищ и, в результате, повысит продуктивность кормовых угодий на 15–20 %.**

Ключевые слова: механизация, сельское хозяйство, поверхностное улучшение, пастбища, горы, минеральные удобрения.

Для цитирования: Джибилов С. М., Гулуева Л. Р., Солдатова И. Э., Хохоева Н. Т., Гагиева С. С. Совершенствование средств механизации и агротехнологий в горных и предгорных районах Северного Кавказа // Аграрный вестник Урала. 2019. № 10 (189). С. 9–16. DOI: ...

Дата поступления статьи: 21.06.2019.

Постановка проблемы (Introduction)

Решающим условием развития животноводства в горных зонах является создание прочной кормовой базы. Особое внимание при этом должно быть уделено повышению продуктивности сенокосов и пастбищ и их использованию, что неразрывно связано с рациональным применением различных видов удобрений в горной зоне. Внесение, в частности, жидких удобрений, значительно увеличивает урожайность трав, повышает эффективность их коренного улучшения и ускоряет сроки окупаемости проводимых работ. Внесением удобрений можно регулировать и ботанический состав трав и его качество. Одним из известных и результативных методов использования удобрений является внесение их в жидком виде, т. е. в более доступной и легкоусвояемой для растений форме.

Опыт использования жидких азотных минеральных удобрений показывает, что общие затраты труда при внесении жидких удобрений, включая внутрихозяйственный транспорт и все операции по их подготовке к внесению в почву, сокращаются в 3–4 раза по сравнению с затратами на внесение твердых удобрений.

Доказано, что, несмотря на высокое содержание органических веществ, горные склоновые почвы слабо обеспечены доступными для растений формами азота, фосфора и микроудобрений. Это связано, во-первых, с низкой микробиологической активностью почв и в связи с этим слабой минерализацией органического вещества, в составе которого находятся элементы минерального питания; во-вторых, с тем, что ежегодно из горных пород отчуждается с сеном и животноводческой продукцией большое

количество азота, фосфора, калия и микроэлементов. Для сохранения плодородия почвы это количество элементов минерального питания должно быть возвращено в почву с органическими или минеральными удобрениями.

Ежегодные данные показывают, что площади горных земель для использования в сельскохозяйственном производстве кормов сокращаются.

Данную проблему можно решить сохранением и улучшением сенокосных угодий, включающее в себя различные культурно-технические мероприятия, одним из которых является внесение на горные фитоценозы минеральных удобрений в жидком виде.

Методология и методы исследования (Methods)

Известно, что, для того чтобы получать в течение многих лет высокие урожаи кормовых трав в горной зоне, необходимо подкармливать почву минеральными удобрениями.

Применяя именно жидкие удобрения, мы способствуем тому, что они легко проникают в растения либо через листья, либо через корневую систему. Рекомендуется применять удобрения на кормовых угодьях с достаточным увлажнением, на которых особенно эффективно влияние удобрений (на сеяных лугах и орошаемых пастбищах).

Объекты, в которые в первую очередь необходимо осуществлять внесение удобрений, – это увлажненные участки нижних и средних уровней слабозасоренных кормовых угодий с луговой и лугостепной растительностью, расположенные на склонах до 10°. На склонах более 10° в связи с более низкой влажностью почвы, увеличение урожая от внесения удобрений меньше, чем на более пологих склонах или на ровных участках. На северных и западных склонах окупаемость удобрений выше, чем на южных и восточных. В районах с недостаточным увлажнением почвы эффективность азотных и фосфорных удобрений сначала увеличивается до определенной высоты (до 1500 м) вследствие повышения влажности почвы, а затем снижается из-за сокращения вегетационного периода [1, с. 3].

Сроки окупаемости затрат на создание культурных пастбищ при правильном систематическом удобрении сокращаются вдвое, значительно улучшается качество, снижается себестоимость. Поэтому применение минеральных удобрений в виде водных растворов на горных склоновых участках по возможности является обязательным.

В связи с увеличением качества и количества работ по улучшению горных кормовых угодий, появления новых сенокосов и пастбищ, а также быстрыми темпами развития химической промышленности возрастает процент применения в луговодстве минеральных удобрений. Использование их для повышения плодородия возможно только с учетом проведенных исследований питательных веществ луговых трав и условий их применения на различных типах лугов.

В среднем травостой сенокосов содержат по 1,5 % N и K₂O и 0,5 % P₂O₅ [2, с. 26]. Молодая трава отличается более высоким содержанием азота, калия и фосфора по сравнению с травами сенокосного использования. Научно доказано, что при равных урожаях пастбищным травам в большем количестве требуется удобрений, чем сенокосам. При интенсивном внесении удобрений на высокопродук-

тивных культурных пастбищах содержание азота, фосфора и калия в траве увеличивается, но и вынос их урожаями значительно возрастает.

В практике из жидких минеральных удобрений сельскохозяйственному производству поставляется в основном водный аммиак (аммиачная вода), который является эффективным азотным удобрением. Успешно применяются в хозяйствах и сложные жидкие удобрения. Они представляют собой водные растворы питательных солей, содержащих в своем составе два (азот + фосфор или фосфор + калий) или три основных питательных элемента. Сложные жидкие удобрения обладают всеми положительными качествами жидких азотных удобрений и вместе с тем лишены их существенных недостатков – необходимости хранения в герметично закрытой таре и заделке на определенную глубину в почву для предотвращения потери азота. Подобные удобрения и их растворы вносятся в почву с высокой равномерностью распределения до времени посева, при поверхностной и прикорневой подкормке растений. Кроме того, хорошие результаты обеспечивает применение таких жидких удобрений, как экстрасол, ирлиты, гумимакс, КМУ и др., вносимые в период кушения (бутонизации) или на период начала вегетации [2, с. 26].

Для внесения в почву жидких минеральных удобрений традиционно используют навесную гербицидно-аммиачную машину ГАН и подкормщик – опрыскиватель ПОУ.

Однако эти марки являются громоздкими, маломаневренными и не могут использоваться на склонах до 16°. В настоящее время возникла острая необходимость в малогабаритной технике для горных склонов [3, с. 103], с минимальным весом, обеспечивающего уменьшение количества проходов техники по почве пастбища, а также увеличению продуктивности лугов и пастбищ в 2–3 раза [4, с. 201].

Цель работы – разработать комбинированный многофункциональный агрегат для внесения водных растворов удобрений на поверхность лугов и пастбищ, использование которого обеспечит рост продуктивности агроландшафтов на 15–20 %.

Новизна предлагаемого технического решения заключается в том, что впервые малогабаритный культиватор оснащается новыми узлами рабочими органами для внесения жидких растворов удобрений на поверхность горных склонов с целью улучшения горных земель.

В результате применения новой машины снижается эрозия почвы, повышается продуктивность и рентабельность склоновых земель, улучшается качество состава трав. Данный агрегат можно использовать, одновременно подсеяв семена трав [5, с. 171] и при предпосевной обработке почвы [8]. Опытный образец агрегата может использоваться при проектировании специальных машин для освоения горных территорий [6, с. 81], например, рыхлителем междурядий в плодопитомниках [7], что будет способствовать совершенствованию механизации работ в горной и предгорной зонах Северного Кавказа.

Используются следующие методы исследования: полевой, краткосрочный, многофакторный на специально выделенном участке.

По ОСТ 70.4.2-80 «Программа и методика испытаний сельскохозяйственной техники» на первом этапе проведе-

на экспертиза конструкции усовершенствованного агрегата оценка монтажепригодности, агротехническая оценка, оценка безопасности конструкции машины, определены функциональные показатели.

Определение функциональных показателей, таких как условия проведения испытаний, качество выполнения технологического процесса, выполняется по ОСТ 10.7.3-2001 «Стандарт отрасли. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины для транспортирования и внесения жидких удобрений. Методы определения функциональных показателей». Согласно ОСТ 10.7.3-2001 определялись расход жидких удобрений через распылители, оценивалось качество работы компрессора, определялась равномерность распределения удобрения по рабочей ширине захвата весовым способом.

По ОСТ 10.6.1-2000 «Стандарт отрасли. Испытания сельскохозяйственной техники. Опрыскиватели и машины для приготовления рабочей жидкости. Методы определения функциональных показателей» разработана конструкция распылителей и подобраны необходимые элементы для их сборки, рассчитаны оптимальные параметры распылителей в зависимости от нормы внесения жидких удобрений и разработаны несущие конструкции для установки распылителей на агрегат.

Результаты (Results)

С учетом агротехнических требований к опытному образцу агрегата, результатов предварительных исследований условий применения опытного образца и по результатам НИОКР разработана конструкторская документация и создана машина для внесения жидких удобрений на поверхность лугов и пастбищ горной и предгорной зон на раме культиватора КЧГ-2,4 конструкции СКНИИГПСХ,

повышающая урожайность горных кормовых угодий [9, с. 118].

На прямоугольной сварной раме культиватора в два ряда установлены рабочие органы, навесное устройство, два опорных колеса для регулировки глубины хода рабочих органов, пружинные стойки, обеспечивающие выглубление и отвод рабочих органов при встрече с камнем [14, с. 714].

Машина после соответствующих переналадок может быть использована для уборки камней со склонов лугов и пастбищ, для подсева трав и внесения гранулированных минеральных удобрений на деградированные участки.

В варианте для внесения жидких удобрений поверхностным способом предлагается на раме с прицепным устройством оставить опорные колеса и две пружинистые стойки, переоборудованные в опоры и оснастить его новыми узлами и деталями.

Технология работы машины показана на рис. 1.

С целью обеспечения равномерности подачи рабочей жидкости и надежности в работе принят принцип создания пневматического избыточного давления в емкости [10, с. 8].

Для создания в цистерне 13 избыточного давления используется компрессор 2 от трактора МТЗ-82 1. Давление регулируется редукционным клапаном 4 ресивера 6 и контролируется по манометру 3, установленному на ресивере. Ресивер создает запас сжатого воздуха для эффективной эксплуатации агрегата. На ресивере установлен также спускной кран 5, предназначенный для ликвидации избыточного давления в цистерне и в ресивере по окончании работы или при заправке цистерны.

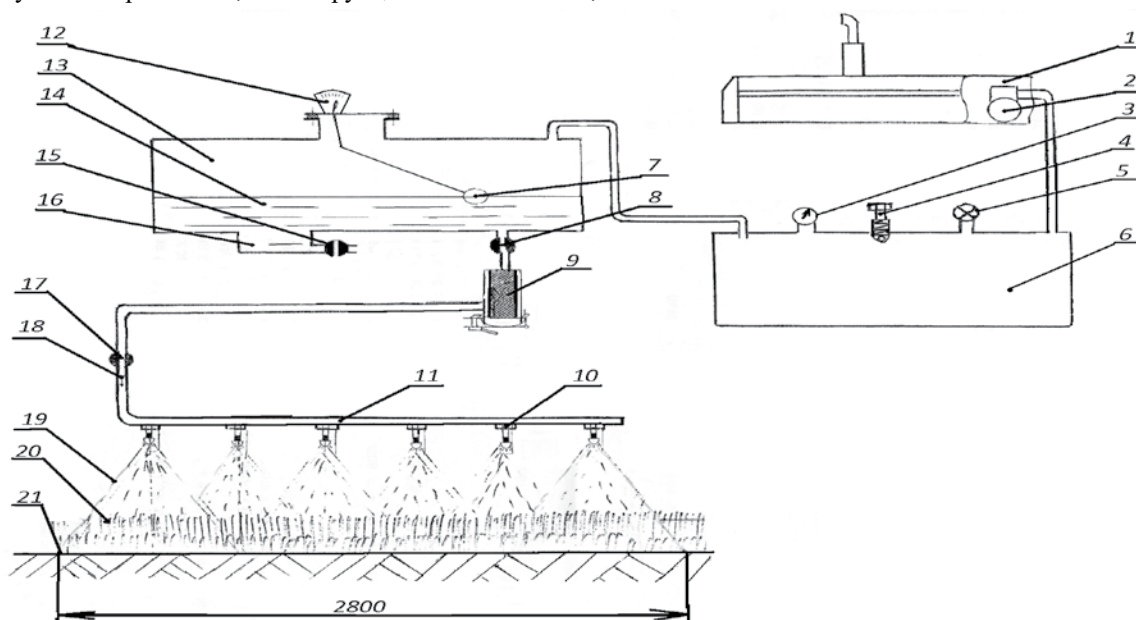


Рис. 1. Технологическая схема опытного образца агрегата: 1 – трактор; 2 – компрессор; 3 – манометр; 4 – клапан редукционный; 5 – кран спуска воздуха; 6 – ресивер; 7 – поплавок; 8 – кран; 9 – фильтр; 10 – распылитель; 11 – коллектор распылителей; 12 – указатель уровня; 13 – цистерна; 14 – раствор; 15 – кран отстойника; 16 – отстойник; 17 – кран регулировочный; 18 – шланг; 19 – факел распыления; 20 – травостой; 21 – почва

Fig. 1. Technological scheme of the prototype unit: 1 – tractor; 2 – compressor; 3 – manometer; 4 – reducing valve; 5 – air release valve; 6 – receiver; 7 – float; 8 – suction valve; 9 – filter; 10 – spray; 11 – spray manifold; 12 – level indicator; 13 – tank; 14 – solution; 15 – sump tap; 16 – sump; 17 – adjusting valve; 18 – hose; 19 – spray gun; 20 – herbicide; 21 – the soil

Рабочее давление в ресивере должно быть 0,25–0,95 кг/см². Во время работы компрессор трактора подает воздух в цистерну [11, с. 16] по шлангам через ресивер, снабженный предохранительным клапаном и краном для выхода воздуха из ресивера и бака при заправке его жидкостью [16, с. 658].

Цистерна имеет заправочную горловину, отвод со шлангом, соединяющим бак с ресивером, кран, через который жидкость поступает в трубчатый коллектор и сливной патрубков 15 для промывки бака.

Открытие и закрытие крана 17 производится вручную в кабине тракториста.

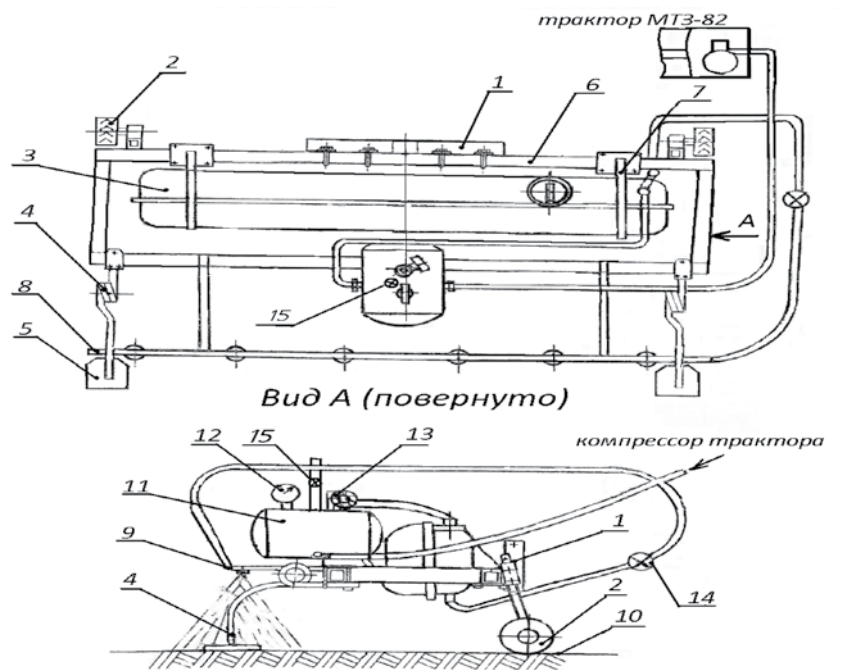


Рис. 2. Принципиальная схема машины для внесения жидких удобрений на горные луга и пастбища: 1 – замок автосцепки; 2 – опорные колеса; 3 – цистерна; 4 – пружинистая стойка; 5 – дополнительная опора; 6 – рама; 7 – кронштейн крепления цистерны; 8 – коллектор распылителей; 9 – распылитель; 10 – почва; 11 – ресивер; 12 – манометр; 13 – клапан редуцирующий; 14 – кран управления, 15 – кран спуска воздуха

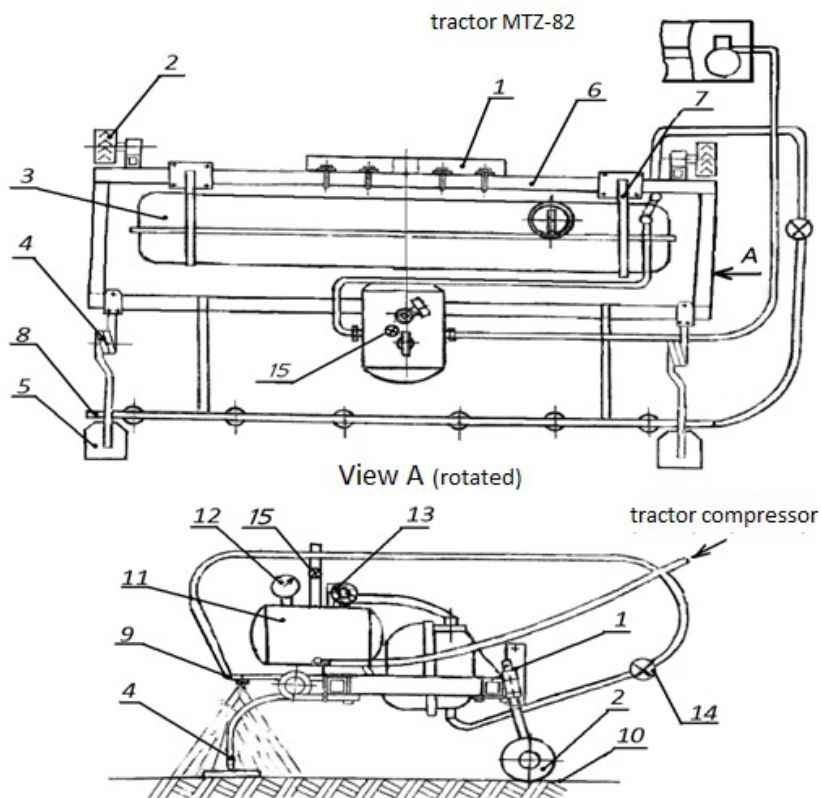


Fig. 2. Schematic diagram of the machine for applying liquid fertilizers to mountain meadows and pastures: 1 – automatic coupling lock; 2 – support wheels; 3 – tank; 4 – springy rack; 5 – additional support; 6 – frame; 7 – tank mounting bracket; 8 – spray manifold; 9 – spray; 10 – soil; 11 – receiver; 12 – manometer; 13 – reducing valve; 14 – control valve, 15 – air release valve

Ресивер 6, предназначенный для создания запаса сжатого воздуха, обеспечивает надежную работу агрегата на гонах до 1 км. На ресивере установлены 2 штуцера: входной и выходной. Входной штуцер ресивера соединяется с компрессором трактора МТЗ-82, создающим в нем избыточное давление; выходной штуцер соединен шлангом с верхней частью цистерны, на дне которой находится рабочий раствор.

По манометру ресивера тракторист контролирует величину давления в системе согласно рекомендуемым нормам.

По результатам исследований и разработок предлагается новая горная машина для внесения растворов удобрений на луга и пастбища горной и предгорной зон (рис. 2).

Опытный образец агрегируется с помощью автосцепки 1 с тракторами МТЗ-80, 82 (Н, М). Основные узлы агрегата представлены на рис. 2.

Цистерна установлена на раме чизельного культиватора и крепится к ней хомутами через специальные кронштейны. Распределительная штанга 8 состоит из трубы, штуцеров и сменных наконечников с выходными отверстиями различного диаметра.

Сотрудниками лаборатории механизации СКНИ-ИГПСХ в условиях экспериментальных мастерских изготовлен и испытан опытный образец малогабаритного агрегата для внесения водных растворов удобрений на луга и пастбища горной и предгорной зон.

Технологический процесс, выполняемый агрегатом, заключается в следующем: после заправки цистерны рабочей жидкостью агрегат доставляют к месту работы и устанавливают в начале гона. Затем с помощью гидродъемника переводят его в рабочее положение, и трактор начинает движение. Тракторист из кабины открывает кран управления и рабочая жидкость под давлением воздуха, который накачивается в цистерну компрессором трактора, подается в распределительную штангу и затем через наконечники распыляется на поверхность склоновых лугов и пастбищ (рис. 3).

Подбор сменных наконечников для рабочих органов производится в зависимости от нормы внесения удобрений, от скорости движения и давления в емкости. Обеспечение емкости агрегата рабочей жидкостью производится из баков, устанавливаемых в поле на специальных опорах, или жижезабрасывателя РЖ-1,7, используемого в качестве передвижной цистерны. Контроль над уровнем жидкости в цистерне при заправке производится по уровнемеру, который находится у горловины цистерны.

Агрегат обслуживают один тракторист и один заправщик.

Практическая значимость разработанного опытного образца агрегата в том, что он универсальный. Его при-



Рис. 3. Вид агрегата при распылении жидкости (вид справа)
Fig. 3. The type of unit when spraying liquid (right view)

менение позволит восстановить горные кормовые угодья, снизить эрозию и другие виды деградации плодородного слоя почвы в горах, решить проблему поверхностного улучшения сенокосов и пастбищ, улучшить ботанический состав трав и в результате повысить продуктивность кормовых угодий на 15–20 %. В случае необходимости до работы агрегата необходимо провести очистку поля от крупных камней [12, с. 23]. Все это в комплексе сможет поднять мясо – молочную промышленность на более высокий уровень [15, с. 239].

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Применение разработанного агрегата для внесения жидких минеральных удобрений поверхностным способом на склоновые луга и пастбища горной дает возможность заменить ручной непроизводительный труд механизированным, облегчая труд рабочих в горах. Компактность и устойчивость машины позволяют вносить поверхностно жидкие удобрения на мелкоконтурных деградированных участках с уклоном до 16°, что делает травостой гуще и препятствует водной и ветровой эрозии. Представленный агрегат шириной захвата 2,4 м можно использовать также в частных и фермерских хозяйствах как в горах, так и на равнине. Жителям горной зоны необходима малогабаритная недорогая техника, которая может агрегироваться не только с трактором МТЗ-82, но и мини-тракторами типа китайского Феншоу-180.

Авторами предлагается внести данный агрегат в систему машин для горного луговодства и кормопроизводства.

Библиографический список

1. Солдатов И. Э., Солдатов Э. Д. Создание высокопродуктивных сенокосов и пастбищ в горной зоне Северного Кавказа // Известия Горского государственного аграрного университета. 2017. Т. 54. № 3. С. 9–14.
2. Дзанагов С. Х., Бекузарова С. А., Субботин И. М., Есенов И. Х. Эффективное удобрение для кислых почв // Известия Горского государственного аграрного университета. 2018. Т. 55. № 4. С. 26–31.
3. Джбилов С. М., Гулуева Л. Р. Многофункциональный агрегат для улучшения горных лугов и пастбищ // Известия Горского государственного аграрного университета. 2016. Т. 53. № 3. С. 103–111.
4. Кудзаев А. Б., Коробейник И. А., Уртаев Т. А., Цгоев Д. В., Цгоев А. Э. Модернизированный культиватор-растениепитатель // Известия Горского государственного аграрного университета. 2014. Т. 48. № 1. С. 201–203.

5. Джибилов С. М., Гулуева Л. Р., Бестаев С. Г. Способ поверхностного улучшения горных лугов и пастбищ // Известия Горского государственного аграрного университета. 2015. Т. 50. № 1. С. 171–174.
6. Льянов М. С., Гагкуев А. Е., Бидеева И. Х., Мамити Г. И. Формирование устойчивости колесной машины на стадии проектирования // Проектирование специальных машин для освоения горных территорий: материалы международной научно-практической конференции. Владикавказ, 2016. С. 81–92.
7. Патент № 2320107 РФ МПК АО1В 13/02. Малогабаритный агрегат-окучник (КЧГ-О-2,4) / Л. Р. Гулуева, С. М. Джибилов, И. Х. Бидеева, С. И. Бидеев, Т. С. Абиева (РФ) ; опубл. 27.03.2014. Бюл. № 9. 5 с.
8. Патент на изобретение RUS 2497334 30.07.2012. Комбинированный агрегат для предпосевной обработки тяжелых и средних почв и посева с внесением удобрений / Т. Т. Гаппоев, А. Б. Кудзаев, С. А. Бекузарова, А. Г. Сидаков ; опубл. 10.11.2013. Бюл. № 31. 6 с.
9. Дзанагов С. Х., Ногайти Т. Г. Урожайность и качество кормовых культур в зависимости от удобрений и биостимуляторов // Энтузиасты аграрной науки: сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию кафедры агрономической химии Кубанского государственного аграрного университета и памяти академика Василия Григорьевича Минеева. Ставрополь, 2017. С. 118–135.
10. Джибилов С. М., Гулуева Л. Р., Бестаев С. Г., Бидеева И. Х. Цистерна для внесения жидких минеральных удобрений на горных участках // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2015. № 3. С. 8–10.
11. Джибилов С. М., Гулуева Л. Р. Функциональные возможности опытного агрегата для внесения в почву водных растворов удобрений // Тракторы и сельхозмашины. 2017. № 6. С. 16–21.
12. Коробейник И. А. Совершенствование конструкции пропашного культиватора для обработки почв засоренных камнями: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Владикавказ, 2014. 23 с.
13. Ostaev G. Y., Khosiev B. N., Gogaev O. K., Dzodzieva F. N., Gezikhonov R. A. The methodology of investing in business projects of agricultural dairy enterprises // Journal of International Business Studies. 2018. V. 49. No. 9-2. Pp. 1631–1648.
14. Kudzaev A. B., Urtaev T. A., Tsgoev A. E., Korobeynik I. A., Tsgoev D. V. Adaptive energy-saving cultivator equipped with the simultaneous adjuster of sections for working stony soils // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 2017. T. 8. No. 11. Pp. 714–720.
15. Kyul E. V., Apazhev A. K., Kudzaev A. B., Borisova N. A.. Influence of anthropogenic activity on transformation of landscapes by natural hazards // Indian Journal of Ecology. 2017. T. 44. No. 2. Pp. 239–243.
16. Kudzaev A. B., Urtaev T. A., Tsgoev A. E., Korobeynik I. A., Tsgoev D. V. Study of elastic composite rods for creating fuses of tillers // International Journal of Civil Engineering and Technology. 2017. T. 8. No. 11. Pp. 658–666.

Об авторах:

Сергей Майрамович Джибилов¹, кандидат технических наук, заведующий лабораторией механизации сельскохозяйственного производства, ORCID 0000-0003-3597-0720, AuthorID 750961

Людмила Романовна Гулуева¹, ведущий конструктор лаборатории механизации сельскохозяйственного производства, ORCID 0000-0002-1089-3688, AuthorID 591784, +7 (8672) 23-03-42, luda_gulueva@mail.ru

Ирина Эдуардовна Солдатова¹, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией луговодства и животноводства, ORCID 0000-0002-1683-6908, AuthorID760267

Наталья Тимофеевна Хохоева¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории адаптивных технологий возделывания кормовых культур на склоновых землях, ORCID 0000-0002-9017-0243, AuthorID 683458

Светлана Сергеевна Гагиева¹, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая отделом земельно-имущественного комплекса, ORCID 0000-0002-9454-5655, AuthorID 293005

¹ Владикавказский научный центр Российской академии наук, Михайловское, Россия

Improvement of mechanization and agricultural technologies in the mountainous and foothill regions of the North Caucasus

S. M. Dzhibilov¹, L. R. Guluyeva¹, I. E. Soldatova¹, N. T. Khokhueva¹, S. S. Gagieva¹

¹ Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Mikhailovskoye, Russia

✉ E-mail: luda_gulueva@mail.ru

Abstract. The authors presented the results of scientific research and experimental development, on the basis of which a prototype was designed and created for applying liquid fertilizers to the grass and the soil surface of mountain meadows and pastures in order to improve them, reduce erosion processes and increase productivity. **The aim of the work:** to develop and create a combined multifunctional unit for the application of liquid fertilizers on mountain meadows and pastures, providing an increase in the productivity of agricultural landscapes and profitability of agricultural production by 15–20 %. **The object of the study are fertilizer** application rates and interchangeable working parts: a container for liquid mineral fertilizers, a col-

lector of sprayers, tips. **The novelty of the technical solution** lies in the fact that a combined multifunctional unit based on a chisel cultivator CCM-2,4 was created for the first time. The research of the unit was carried out on the basis of the workshop of the mechanization group of the North Caucasus Research Institute of Mining and Piedmont Agriculture (NCRIMPAC) and at the high-altitude experimental site in the village of Dargavs Prigorodny district of North Ossetia-Alania. When creating a prototype of a unit for applying liquid fertilizers, the developments of the authors are used and combined, which are confirmed by the issuance of patents for useful model of the Russian Federation No. 144420 and No. 130781. **As a result of the application** of the developed prototype of the unit, the erosion processes are reduced, the productivity and profitability of the sloping lands increases, and the botanical composition of the herbs is improved. It was established that the design and functionality of the proposed unit also allow it to be used in the mountain zone in nursery farms and on tilled crops with simultaneous application of liquid fertilizers in the forest zone. The use of a prototype unit will reduce erosion and other types of degradation of the fertile soil in the mountains, solve the problem of surface improvement of hayfields and pastures and, as a result, increase the productivity of forage lands by 15–20 %.

Keywords: mechanization, agriculture, surface improvement, pastures, mountains, mineral fertilizers.

For citation: Dzhibilov S. M., Guluyeva L. R., Soldatova I. E., Khokhoeva N. T., Gagieva S. S. Sovershenstvovaniye sredstv mekhanizatsii i agrotekhnologiy v gornyykh i predgornyykh rayonakh Severnogo Kavkaza [Improvement of mechanization and agricultural technologies in the mountainous and foothill regions of the North Caucasus] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 10 (189). Pp 9–16. DOI: ... (In Russian.)

Paper submitted: 21.06.2019.

References

1. Soldatova I. E., Soldatov E. D. Sozdaniye vysokoproduktivnykh senokosov i pastbishch v gornoy zone Severnogo Kavkaza [Creation of highly productive hayfields and pastures in the mountainous zone of the North Caucasus] // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. T. 54. No. 3. Pp. 9–14. (In Russian.)
2. Dzanagov S. Kh., Bekuzarova S. A., Subbotin I. M., Esenov I. Kh. Effektivnoye udobreniye dlya kislykh pochv [Effective fertilizer for acid soils]. 2018. T. 55. No. 4. Pp. 26–31. (In Russian.)
3. Dzhibilov S. M., Guluyeva L. R. Mnogofunktsional'nyy agregat dlya uluchsheniya gornyykh lugov i pastbishch [Multifunctional aggregate for improving mountain meadows and pastures] // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. Vol. 53. No. 3. Pp. 103–111. (In Russian.)
4. Kudzaev A. B., Korobeynik I. A., Urtaev T. A., Tsgoev D. V., Tsgoev A. E. Modernizirovanny kul'tivator-rasteniyepitel'. [Upgraded cultivator – plant feeder] // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. T. 53. No. 3. Pp. 103–111. (In Russian.)
5. Dzhibilov S. M., Guluyeva L. R., Bestaev S. G., Sposob poverhnostnogo uluchsheniya gornyykh lugov i pastbishch [Method of superficial improvement of mountain meadows and pastures] // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. Vol. 50. No. 1. Pp. 171–174. (In Russian.)
6. L'yanov M. S., Gagkuyev A. E., Bideyeva I. Kh., Mamiti G. I. Formirovaniye ustoychivosti kolesnoy mashiny na stadii proyektirovaniya [Formation of wheeled vehicle stability at the design stage] // Proyektirovaniye spetsial'nykh mashin dlya osvoyeniya gornyykh territoriy: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Vladikavkaz, 2016. Pp. 81–92. (In Russian.)
7. Patent No. 2320107 of the Russian Federation IPC AO1B 13/02. Malogabaritnyy agregat-okuchnik (KCHG-O-2,4) [Small-size unit-hiller (KCG-O-2.4)] / L. R. Guluyeva, S. M. Dzhibilov, I. Kh. Bideeva, S. I. Bideev, T. S. Abieva (RF) ; published 27.03.2014. Bul. No. 9. 5 p. (In Russian.)
8. Patent RUS 2497334 30.07.2012. Kombinirovanny agregat dlya predposevnoy obrabotki tyazhelykh i srednikh pochv i poseva s vneseniyem udobreniy [Combined machine for pre-sowing treatment of heavy and medium soils and sowing with fertilization] / T. T. Gappoev, A. B. Kudzaev, S. A. Bekuzarova, A. G. Sidakov ; published 10.11.2013. Bul. No. 31. 6 p. (In Russian.)
9. Dzanagov S. Kh. Urozhaynost' i kachestvo kormovykh kul'tur v zavisimosti ot udobreniy i biostimulyatorov [Yield and quality of feed crops depending on fertilizers and biostimulants] // Entuziasty agrarnoy nauki: sbornik statey po materialam mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 95-letiyu kafedry agronomicheskoy khimii Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta i pamyati akademika Vasiliya Grigor'yevicha Mineyeva. Stavropol, 2017. Pp. 118–135. (In Russian.)
10. Dzhibilov S. M., Guluyeva L. R., Bestaev S. G. Tsisterna dlya vneseniya zhidkikh mineral'nykh udobreniy na gornyykh uchastkakh. [Tank for applying liquid mineral fertilizers in mountain areas] // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva. 2015. No. 3. Pp. 8–10. (In Russian.)
11. Dzhibilov S. M., Guluyeva L. R. Funktsional'nyye vozmozhnosti opytного agregata dlya vneseniya v pochvu vodnykh rastvorov udobreniy [Functional capabilities of the experimental unit for introducing into the soil aqueous solutions of fertilizers] // Traktory i sel'khoz mashiny. 2017. No. 6. Pp. 16–21. (In Russian.)
12. Korobeynik I. A. Sovershenstvovaniye konstruksii propashnogo kul'tivatora dlya obrabotki pochv zasorenykh kamnyami: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk [Improving the design of a tilled cultivator for tilling of soils littered with stones: abstract of dis. ... candidate of technical sciences]. Vladikavkaz, 2014. 23 p. (In Russian.)

13. Ostaev G. Y., Khosiev B. N., Gogaev O. K., Dzodziewa F. N., Gezikhanov R. A. The methodology of investing in business projects of agricultural dairy enterprises // *Journal of International Business Studies*. 2018. Vol. 49. No. 9-2. Pp. 1631–1648.
14. Kudzaev A. B., Urtaev T. A., Tsgoev A. E., Korobeynik I. A., Tsgoev D. V. Adaptive energy-saving cultivator equipped with the simultaneous adjuster of sections for working stony soils // *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*. 2017. T. 8. No. 11. Pp. 714–720.
15. Kyul E. V., Apazhev A. K., Kudzaev A. B., Borisova N. A.. Influence of anthropogenic activity on transformation of landscapes by natural hazards // *Indian Journal of Ecology*. 2017. T. 44. No. 2. Pp. 239–243.
16. Kudzaev A. B., Urtaev T. A., Tsgoev A. E., Korobeynik I. A., Tsgoev D. V. Study of elastic composite rods for creating fuses of tilthers // *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2017. T. 8. No. 11. Pp. 658–666.

Authors' information:

Sergey M. Dzhibilov¹, candidate of technical sciences, head of the laboratory of mechanization of agricultural production, ORCID 0000-0003-3597-0720, AuthorID 750961

Lyudmila R. Guluyeva¹, leading designer of the mechanization laboratory of agricultural production, ORCID 0000-0002-1089-3688, AuthorID 591784, +7 (8672) 23-03-42, luda_gulueva@mail.ru

Irina E. Soldatova¹, candidate of biological sciences, head of laboratory of grassland and livestock, ORCID 0000-0002-1683-6908, AuthorID 760267

Natalia T. Khokhueva¹, candidate of agricultural sciences, senior researcher of laboratories adaptive technologies for the cultivation of feed crops on slope lands, ORCID 0000-0002-1683-6908, AuthorID 683458

Svetlana S. Gagieva¹, candidate of agricultural sciences, head department of land property complex, ORCID 0000-0002-9454-5655, AuthorID 293005

¹ Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Mikhailovskoye, Russia