

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ И КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОПРЫСКИВАТЕЛЯ ТЕЛЕСКОПИЧЕСКОГО КОМБИНИРОВАННОГО В СОСТАВЕ АГРЕГАТА ДЛЯ МЕЖДУРЯДНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

А. И. ФИЛИПPOB, Э. В. ЗАЯЦ, А. А. АУТКО

*УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь, e-mail: kafmehan@mail.ru*

В. П. ЧЕБОТАРЕВ

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: v.p.chebotarev@tut.by*

К. Л. ПУЗЕВИЧ

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, e-mail: baa_mgishp@mail.ru*

(Поступила в редакцию 20.01.2021)

В статье приводятся технические и конструктивные параметры разработанного и предложенного нами опрыскивателя телескопического комбинированного для объемного и ленточного внесения рабочих растворов. Опрыскиватель телескопический комбинированный, включает в себя телескопические секции и узлы крепления распылителей. Разработан узел для установки одновременно двух распылителей под разными (требуемыми) углами, вращающийся и регулирующийся в трех плоскостях для качественной регулировки факела распыла при объемном внесении рабочих растворов на нижние, боковые и внутренние поверхности растений. В процессе разработки была создана новая конструкция опрыскивателя с телескопической комбинированной системой для обработки растений картофеля объемным или ленточным способами, как в комплектации с универсальным агрегатом АУ-М2, так и отдельной сельскохозяйственной машиной. Опрыскиватель рекомендуется для использования в составе культиватора для междурядной обработки или отдельной сельскохозяйственной машиной при возделывании картофеля, борьбе с колорадским жуком, другими вредителями и болезнями растений, которые находятся в основном на нижней части листьев, а также качественно обрабатывать растения картофеля биологическими препаратами и подкармливать жидкими минеральными удобрениями, что является одной из актуальных задач при возделывании экологически чистого картофеля.

Ключевые слова: *опрыскиватель, комбинированный, телескопический, объемное внесение, гряды, картофель, растения, агрегат, рабочие органы, обработка, экологическое земледелие.*

The article presents the technical and design parameters of the developed and proposed by us telescopic combined sprayer for volumetric and band application of working solutions. Combined telescopic sprayer includes telescopic sections and attachment points for sprayers. A unit for simultaneous installation of two nozzles at different (required) angles has been developed, rotating and adjustable in three planes for high-quality adjustment of spray pattern with volumetric application of working solutions to the bottom, side and inner surfaces of plants. In the process of development, a new design of a sprayer with a telescopic combined system was created for processing potato plants by volumetric or band methods, both in combination with a universal unit AU-M2, and as a separate agricultural machine. The sprayer is recommended for use as part of a cultivator for inter-row cultivation or as a separate agricultural machine when growing potatoes, fighting the Colorado potato beetle, other pests and plant diseases, which are mainly on the lower part of the leaves, as well as treat potato plants with biological preparations and feed them with liquid mineral fertilizers, which is one of the urgent tasks in the cultivation of environmentally friendly potatoes.

Key words: *sprayer, combined, telescopic, volumetric application, ridges, potatoes, plants, aggregate, working bodies, cultivation, ecological farming.*

Введение

В целях эффективного и рационального использования средств защиты растений, необходимо уделить большое внимание разработке теории и методов конструирования рабочих органов и параметров машин, обеспечивающих снижение расхода рабочих растворов и одновременно более точное попадание на обрабатываемые растения. Нашедшие широкое применение сельскохозяйственные опрыскиватели не позволяют получить качественный распыл и равномерное внесение распыленной жидкости на растение со всех сторон. Специальных опрыскивателей для обработки пропашных культур объемным способом промышленностью Республики не выпускается. В связи с этим и возникла необходимость данного вопроса.

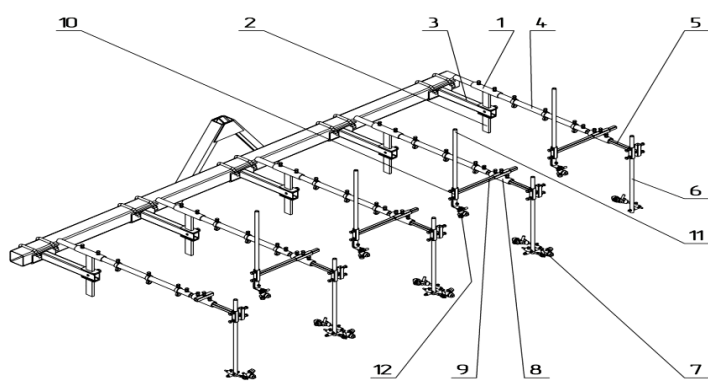
При усовершенствовании существующих технологий, обеспечивающих существенное снижение пестицидной нагрузки, определяющим фактором является применение средств механизации, обеспечивающих выполнение многих технологических операций, обладающих новыми конструктивными решениями, способствующих максимальному уничтожению сорной растительности на всех фазах роста и развития возделываемой культуры. В этой связи планируется создать новые типы рабочих органов, обладающих возможностью полного механического уничтожения сорной растительности, а

также для повышения действия рабочих растворов, биопрепаратов и растворимых микроудобрений и устройство для нанесения на растения жидких растворов объемным способом, обеспечивающее одновременную обработку препаратами нижней и верхнюю часть листьев [1, 2, 3].

Цель наших исследований это разработка и создание опрыскивателя телескопического комбинированного для объемного и ленточного внесения рабочих растворов, позволяющего проводить полную объемную обработку растений картофеля со всех сторон и особенно внутри куста, что максимально позволяет уничтожить колорадского жука, других вредителей и болезни растений, которые могут сохраняться на нижней части листьев, если обработку проводить только с верхней части растений, а так же опрыскиватель можно быстро перенастроить, если это потребуется на ленточное внесение рабочих растворов только верхними узлами распыла направленными сверху вниз на растения, путём установки заглушек на многовекторные узлы распыла [4, 5, 6, 7].

Основная часть

На рис. 1 представлен опрыскиватель телескопический для объемного и ленточного внесения рабочих растворов (общий вид).



а) конструктивная схема опрыскивателя



б) опрыскиватель в работе

Рис. 1. Опрыскиватель телескопический комбинированный для ленточного и объемного внесения рабочих растворов

Опрыскиватель телескопический комбинированный для объемного и ленточного внесения рабочих растворов устроен следующим образом. Это телескопическая штанга 1, наружной частью жестко закрепленная на вертикальной стойке 2, которая в свою очередь закреплена на рабочей секции 3. Во внутрь наружной части телескопической штанги 1 вставлена передвигаемая труба 4 меньшим диаметром и в которую вставлена передвигаемая труба 5 ещё с меньшим диаметром, что даёт возможность их телескопического передвижения и фиксации. На конце передвигаемой трубы 5 установлена вертикальная стойка 6 с возможностью вертикального перемещения и фиксации. В нижней части вертикальной стойки 6 закреплён многовекторный узел распыла 7, при этом на конечной части телескопической штанги 1 установлен крестообразный трубчатый фиксатор 8, в котором по горизонтали установлен штук 9 с возможностью горизонтального перемещения и фиксации, а на нём установлена втулка-фиксатор 10 в вертикальном положении, в которой размещена вертикальная стойка 11 с возможностью вертикального перемещения и фиксации с нижней части которой закреплён узел распыла 12 [8–11]. Технологический процесс опрыскивателя телескопического комбинированного происходит следующим образом. При обработке растений картофеля объемным способом работают как многовекторные узлы распыла 7, установленные и зафиксированные на вертикальных стойках 6, расположенные между рядами растений и направленные снизу вверх и в стороны так и узлы распыла 12 направленные сверху вниз, установленные и зафиксированные вверху на вертикальных стойках 11, закрепленных на горизонтальных штоках 9 над растениями по центру гряд.

При обработке картофеля таким опрыскивателем многовекторные узлы распыла 7, находящиеся между рядами растений и на направленные снизу вверх и в стороны будут обрабатывать растения рабочими растворами с нижней части листьев и в внутри куста. При чем они могут регулироваться перемещением и фиксацией вертикальных стоек 6 вверх или вниз на нижней части, которых они закреплены, в зависимости от высоты растений, для достижения качественной обработки растений с нижней части листьев и внутри куста. Одновременно при этом узлы распыла 12 направленные сверху вниз, установленные и зафиксированные вверху на вертикальных стойках 11, закрепленных на горизонтальных штоках 9 по центру гряд над растениями, будут обрабатывать растения с верхней части. При этом вертикальная стойка 11, на которой закреплены узлы распыла 12, может перемещаться и

фиксироваться как вверх, так и вниз в зависимости от высоты растений для достижения качественной обработки верхней части растений. Опрыскиватель может использоваться как в составе культиватора для междурядной обработки, так и отдельно сельскохозяйственной машиной [12–15].

При обработке растений рабочими растворами ленточным способом на многовекторных узлах распыла 7 устанавливаются заглушки. Вертикальные стойки 6 с многовекторными узлами распыла 7, при этом поднимаются и фиксируются максимально вверх, а вертикальные стойки 11 с узлами распыла 12, направленными сверху вниз и расположенными на горизонтальных штоках 9 могут перемещаться вверх или вниз и фиксироваться в нужном положении, в зависимости от высоты ленточного внесения рабочих растворов. Ленточное внесение рабочих растворов может осуществляться перед посадкой картофеля при нарезке гребней, при довсходовой обработке или на верхнюю часть растений при послевсходовой обработке картофеля [16, 17, 18].



Рис. 2 Опрыскиватель телескопический комбинированный в составе агрегата для междурядной обработки АУ-М2

Использование опрыскивателя телескопического комбинированного для обработки растений, в частности картофеля рабочими растворами позволяет наносить рабочие растворы как сверху вниз над рядами на верхнюю часть растений, так и под кроны растений, во внутрь куста и на нижнюю часть листьев под требуемыми углами, что имеет важное значение при борьбе с колорадским жуком, личинками колорадского жука, другими вредителями и болезнями растений, которые находятся в основном на нижней части листьев. В результате такой обработки повышается качество и равномерность распределения рабочих растворов на растения со всех сторон, что оказывает важное значение на рост, развитие, качество и урожайность возделываемых культур [19, 20, 21, 22].

Основные параметры, размеры и показатели качества выполнения технологического процесса агрегата для междурядной обработки АУ-М2

Наименование показателя	Значение показателя
1	2
Марка	АУ-М2
Тип	навесной
Агрегатирование	тракторы класса 1,4
Рабочая скорость, км/ч	3,0–6,0
Транспортная скорость, км/ч	5,0–20,0
Производительность за час основного времени, га при ширине захвата 2,8 м при ширине захвата 3,0 м	0,59–1,18 0,63–1,26
Производительность за час сменного времени при ширине захвата 2,8 м при ширине захвата 3,0 м	0,59–1,18 0,63–1,26
Удельный расход топлива за основное время работы, кг/га	4,0–10,0
Количество обслуживающего персонала, чел.	1
Коэффициент использования сменного времени, не менее	0,7
Коэффициент использования эксплуатационного времени, не менее	0,7
Коэффициент надежности технологического процесса, не менее	0,98
Коэффициент технологического обслуживания, не менее	0,99
Масса, кг, не более	900,0

Габаритные размеры, мм, не более: в рабочем положении: длина ширина высота в транспортном положении: длина ширина высота	2600 4400 1950 2600 4400 2505
Ширина междурядий, см	70, 75
Количество обрабатываемых рядков, шт.	4
Количество секций с рабочими органами, шт.	5
Вместимость емкости для растворов, дм ³ , не более	500
Расход рабочей жидкости на 1 га, л, не более	100
Отклонение от установленной нормы расхода жидкости, %, не более	5
Неравномерность расхода рабочей жидкости между отдельными распылителями, %, не более	5
Ширина обрабатываемой полосы, см	20–30
Повреждение растений, %, не более	1
Шаг расстановки распылителей, см	70, 75
Напряжение питающей сети, В, не более	12
Тип насоса	диафрагмовый
Производительность насоса, л/мин., не более	12,0
Количество опорных колес, шт.	2
Забивание и залипание рабочих органов	не допускается
Годовая нормативная наработка, ч.	100
Агрегат универсальный в модификации возделывания бахчевых культур	
При обработке профилированной поверхности почвы в довсходовый и послевсходовый периоды: крошение почвы, %, не менее массовая доля фракций размером до 10 мм: массовая доля фракций размером свыше 50 мм глубина рыхления поверхности гряд, см уничтожение сорняков, %, не менее	85,0 не допускается 2,0–6,0 95,0
Повреждение культурных растений, %, не более в том числе присыпание почвой, %, не более	3 1
Забивание и залипание рабочих органов	не допускается
Величина защитной зоны, см, не более	12
Гребнистость поверхности почвы, см, не более	4
Удельный расход топлива за основное время работы, кг/га	4,0–10,0
Количество обслуживающего персонала, чел.	1
Коэффициент использования сменного времени, не менее	0,78
Коэффициент использования эксплуатационного времени, не менее	0,78
Коэффициент надежности технологического процесса, не менее	0,98
Годовая нормативная наработка, ч.	100

Проведенные исследования суммарного расхода рабочего раствора различными типами распылителей на разработанном телескопическом опрыскивателе при ленточном внесении четырьмя распылителями при работе на разных скоростях и при разном рабочем давлении показывают, что наиболее оптимальный результат показывают распылители ТЕЕJET (40015E). Например: при рабочем давлении 1 атм и скорости движения 6 км/ч – 50 л/га, при 7 км/ч рабочий расход 43 л/га, при 8 км/ч – 38 л/га. При рабочем давлении 1,5 атм и скорости движения 6 км/ч – 60 л/га, при 7 км/ч – 51 л/га, 8 км/ч – 45 л/га. При рабочем давлении 2 атм и скорости движения 6 км/ч рабочий расход четырьмя распылителями 66 л/га, 7 км/ч – 57 л/га, 8 км/ч – 50 л/га.

При объемном внесении рабочих растворов двенадцатью распылителями этого же типа при рабочем давлении 1 атм и скорости 6 км/ч – 152 л/га, при 7 км/ч – 130 л/га, 8 км/ч – 90 л/га. При рабочем давлении 1,5 атм и скорости 6 км/ч – 180 л/га, 7 км/ч – 154 л/га, 8 км/ч – 135 л/га. При рабочем давлении 2 атм и скорости 6 км/ч – 200 л/га, 7 км/ч – 171 л/га, 8 км/ч – 150 л/га. Примерно такие же результаты соотношений значений по расходу рабочей жидкости дают показания и по другим типам распылителей. Из таблицы мы видим, что при увеличении скорости движения агрегата расход рабочей жидкости уменьшается, поэтому для достижения требуемой дозы внесения рабочей жидкости можно увеличивать рабочее давление. Нижние распылители при объемной обработке желательнее подбирать с меньшим расходом рабочей жидкости, так как они обрабатывают растения с двух сторон [23, 24, 25].

Заключение

В результате проведенных исследований был разработан опрыскиватель телескопический комбинированный, включающий телескопические секции и узлы крепления распылителей. Разработан узел для установки одновременно двух распылителей под разными (требуемыми) углами, вращающийся и

регулирующийся в трех плоскостях для качественной регулировки факела распыла при объемном внесении рабочих растворов на нижние, боковые и внутренние поверхности растений. В процессе разработки была создана новая конструкция опрыскивателя с телескопической комбинированной системой для обработки растений картофеля объемным или ленточным способами, как в комплектации с универсальным агрегатом АУ-М2, так и отдельной сельскохозяйственной машиной.

При проведении такой объемной обработки повышается качество и равномерность распределения рабочих растворов на растения со всех сторон, что оказывает важное значение на рост, развитие, качество и урожайность возделываемых культур.

Внесение данным оборудованием препаратов объемным способом включая верхний распыл рабочих растворов и нижний распыл в крону растений картофеля, будет способствовать увеличению урожайности картофеля. Для этих целей разработан экспериментальный образец оборудования, обеспечивающего объемную обработку растений. Рациональное нанесение рабочих растворов объемным способом, может дать значительный экономический эффект при правильном сочетании препаратов, норм расхода и режима работы.

ЛИТЕРАТУРА

1 Заяц, Э. В. Сельскохозяйственные машины: практикум // учебное пособие Э. В. Заяц [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 518 с.

2. Заяц, Э. В. Разработка рабочих органов машин для возделывания картофеля и овощей при экологическом земледелии. / Э. В. Заяц, А. А. Аутко, А. И. Филиппов, В. Н. Салей, П. В. Заяц // материалы XX МНПК «Современные технологии сельскохозяйственного производства»; Гродно. – УО ГГАУ, 2017. – С. 182–184.

3. Лепешкин, Н. Д. Обзор зарубежных комбинированных агрегатов / Н. Д. Лепешкин, А. И. Филиппов, А. С. Добышев, К. Л. Пузевич // Материалы МНТК Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве. Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Казахстана, Монголии, Беларуси и Болгарии // Минск, 2016. – С. 141–147.

4. Заяц, Э. В. Изыскание рабочих органов и типов машин для ухода за картофелем при экологическом земледелии / Э. В. Заяц, А. И. Филиппов, В. Н. Салей, П. В. Заяц // Современные тенденции развития технологий и технических средств в сельском хозяйстве: материалы междунар. науч.-практ. конф. посвященной 80-летию А.П. Тарасенко, доктора технических наук, заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора кафедры сельскохозяйственных машин Воронежского госуд. аграрного университета имени императора Петра I, Россия, Воронеж, 10 января 2017 г. – Воронеж, 2017 – Ч2 – С. 219–227.

5. Аутко, А. А. Агрегат для обработки профилированной поверхности почвы / А. А. Аутко, Э. В. Заяц, А. И. Филиппов, С. В. Стуканов, А. В. Зень // Материалы XXI МНПК «Современные технологии сельскохозяйственного производства»; Гродно. – УО ГГАУ, 2018. – С. 182–185.

6. Аутко, А. А. Усовершенствование рабочих органов к агрегату для производства картофеля на основе экологического земледелия / А. А. Аутко, Э. В. Заяц, Н. Д. Лепешкин, А. И. Филиппов, С. В. Стуканов, А. В. Зень // Материалы МНТК «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве посвященной 110-летию со дня рождения академика М.Е. Мацепуро»; Минск, 2018. – С. 28–32.

7. Аутко, А. А. Устройство для механического уничтожения сорняков / А. А. Аутко, Э. В. Заяц, А. И. Филиппов, С. В. Стуканов, А. В. Зень // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXI Международной научно-практической конференции; Гродно. – УО «ГГАУ», 2018 г. – С. 139–142.

8. Аутко, А. А. Разработка агрегата и рабочих органов для обработки почвы при экологическом земледелии / А. А. Аутко, Э. В. Заяц, А. И. Филиппов, С. В. Стуканов, А. В. Зень // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий. – Рязань: ФГБОУВО «РГАУ им. П.А. Костычева», 2018. – С. 14–19.

9. Заяц, Э. В. Фрезерный лучеобразный диск / Э. В. Заяц А. И. Филиппов, А. А. Аутко, С. В. Стуканов // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сборник научных статей по материалам XXII Международной научно-практической конференции, Гродно, 7 июня, 29 марта, 19 марта 2019 г / УО «ГГАУ». – Гродно, 2019 г. – С. 194–196.

10. Заяц, Э. В. Профилеформователь с уплотняющим катком / Э. В. Заяц А. И. Филиппов, А. А. Аутко, С. В. Стуканов // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXII Международной научно-практической конференции, Гродно, 7 июня, 29 марта, 19 марта 2019 г. – Гродно, 2019 г. – С. 192–194.

11. Филиппов, А. И. Агрегат комбинированный для обработки профилированной поверхности почвы / А. И. Филиппов, А. А. Аутко, Э. В. Заяц, С. В. Стуканов // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXII Международной научно-практической конференции, Гродно, 7 июня, 29 марта, 19 марта 2019 г / УО «ГГАУ» – Гродно, 2019 г. – С. 255–257.

12. Филиппов, А. И. Многoveкторный узел распыла / А. И. Филиппов, А. А. Аутко, Э. В. Заяц, С. В. Стуканов // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сборник научных статей по материалам XXII Международной научно-практической конференции, Гродно, 7 июня, 29 марта, 19 марта 2019 г / УО ГГАУ. – Гродно, 2019 г. – С. 258–260.

13. Аутко, А. А. Пружинный рыхлитель для уничтожения сорной растительности механическим способом / А. А. Аутко, Э. В. Заяц, А. И. Филиппов, Н. Д. Лепешкин, В. П. Чеботарев // Межведомственный тематический сборник «Механизация и электрификация сельского хозяйства» выпуск 52, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» – Минск, 2019 г. – С. 69–73.

14. Филиппов, А. И., Усовершенствование профилеформователя узкопрофильных гряд / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, А. А. Аутко, В. П. Чеботарев // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, 24–25 октября, Минск, БГАТУ, 2019 г – С. 54–56.

15. Филиппов, А. И., Разработка узла распыла для объёмного внесения рабочих растворов / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, А. А. Аутко, В. П. Чеботарев // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хо-

- зайстве: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, 24–25 октября, Минск, БГАТУ, 2019 г – С. 56–59.
16. Чеботарёв, В. П., Обоснование конструктивных параметров устройств для формирования профиля гребня / В. П. Чеботарёв, В. Н. Еднач, А. И. Филиппов, А. А. Зенов // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, Минск, БГАТУ, 24-25 октября 2019 г – С. 71–73.
17. Чеботарёв, В. П. К вопросу формирования узкопрофильных гряд / В. П. Чеботарёв, В. Н. Еднач, Э. В. Заяц, А. И. Филиппов // Журнал «Агропанорама» №5. – Минск: УО «БГАТУ», 2019. – С. 22–26.
18. Заяц, Э. В. Профилеформователь узкопрофильных гряд / Э. В. Заяц, А. А. Аутко, А. И. Филиппов, С. В. Стуканов, А. В. Зень // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сборник научных статей по материалам XXI Международной научно-практической конференции, Гродно, 31 мая, 30 марта, 20 марта 2018 г. / УО «ГГАУ». – Гродно, 2018 г. – С. 170–172.
19. Заяц, Э. В. Обзор основных конструкций опрыскивателей при разработке объёмного и ленточного внесения рабочих растворов в системе экологического земледелия / Э. В. Заяц, А. И. Филиппов, Н. Д. Лепешкин, В. П. Чеботарев // Межведомственный тематический сборник «Механизация и электрификация сельского хозяйства» выпуск 53, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» – Минск, 2020 г. – С. 27–33.
20. Филиппов, А. И. Обоснование технических и конструктивных параметров профилеформователя узкопрофильных гряд / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, Н. Д. Лепешкин, В. П. Чеботарев // Межведомственный тематический сборник «Механизация и электрификация сельского хозяйства» выпуск 53, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» – Минск, 2020 г. – С. 23–27.
21. Филиппов, А. И. Разработка оборудования для объёмного внесения рабочих растворов / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, А. А. Аутко, Н. Д. Лепешкин, В. П. Чеботарев // Межведомственный тематический сборник «Механизация и электрификация сельского хозяйства» выпуск 53, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» – Минск, 2020 г. – С. 153–157.
22. Филиппов, А. И. Модернизация туковысевающего аппарата для ленточного внесения удобрений / А. И. Филиппов, А. А. Аутко, Э. В. Заяц, С. В. Стуканов, Н. Ю. Занемонская // Сборник научных статей по материалам XXIII Международной научно-практической конференции. – Гродно: ГГАУ, 2020. – С. 172–175.
23. Филиппов, А. И. Схема обоснования фрезерного диска и размещения почвозацепов рыхлителя / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, В. П. Чеботарев, К. Л. Пузевич, С. И. Козлов // Вестник УО «БГСХА» №3/ – Горки: 2020. – 194–197 с.
24. Филиппов, А. И. Оборудование для дозирования и ленточного внесения удобрений к универсальному агрегату АУ-М1 / А. И. Филиппов, А. А. Аутко, Э. В. Заяц, В. П. Чеботарев, И. В. Дубень // Научно-практический журнал «Вестник БарГУ» выпуск 8 (технический раздел), Барановичи: 2020. – С. 119–127.
25. Филиппов, А. И. Усовершенствование фрезерных дисков для обработки боковых поверхностей узкопрофильных гряд / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, В. П. Чеботарев, К. Л. Пузевич // Сборник научных статей «Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства», международная научно-практическая конференция, посвященной 90-ю С.И. Назарова д.т.н., профессора, академика ВАСХНИЛ СССР, заслуженного деятеля науки и техники БССР. – Горки: УО БГСХА, 2020. С. 348–351.