

**Закключение.** На основании проведенных патентных исследований предложена оригинальная конструкция чизельного рабочего органа для основной обработки почвы и внутрипочвенного внесения жидких минеральных удобрений, способного повысить равномерность и эффективность внутрипочвенного внесения жидких минеральных удобрений послойным методом.

#### **Список использованной литературы**

1. Авт. св. SU 1544233 A01C 7/20 от 23.02.90.
2. US 006038990 A A01C 5/06; A01C 23/02, Mar. 21, 2000.
3. Патент на изобретение Республики Казахстан №34847 МКИ A01B 49/06, 22.01.2021, бюл. №3.
4. Чизельный рабочий орган для основной обработки почвы и внутрипочвенного внесения жидких минеральных удобрений : патент на изобретение 35768 В Респ. Казахстан, МПК A01B 49/06 / С.О. Нукешев (KZ); Н.Н. Романюк (BY); В.А. Агейчик (BY); Танбаев Хожакели (KZ); К.В. Гильдюк (BY); заявитель С.О. Нукешев (KZ). – № 2021/0353.1; заявл. 04.06.2021; зарегистр. 22.07.2022 // Государственный реестр изобретений Респ. Казахстан. – 2022. – Бюл. №29.

УДК 631.331

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ОРУДИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ С ВНЕСЕНИЕМ УДОБРЕНИЙ**

**Н.Н. Романюк<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доцент,  
В.А. Агейчик<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доцент,  
С.О. Нукешев<sup>2</sup>, д-р техн. наук, профессор, член-корреспондент НАН РК,  
В.Н. Еднач<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доцент,  
П.Н. Логвинович<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доцент,  
К.В. Гильдюк<sup>1</sup>, студентка**

<sup>1</sup> УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь,

<sup>2</sup> Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина,  
г. Нур-Султан, Республика Казахстан

*Аннотация.* В статье предложена оригинальная конструкция комбинированного орудия для обработки почвы с внесением удобрений, способного повысить качество крошения почвенных глыб и выравненность поверхности поля.

*Abstract.* The article proposes an original design of a combined tool for tillage with the introduction of fertilizers, which can improve the quality of crumbling of soil blocks and the alignment of the field surface.

*Ключевые слова:* комбинированное орудие, обработка почвы, удобрение, внесение, оригинальная конструкция.

*Keywords:* combined tool, tillage, fertilizer, application, original design.

**Введение.** Комбинированная обработка почвы позволяет снизить переуплотнение и деградацию плодородных слоев почвы, уменьшить энерго-ресурсозатраты на проведение технологических операций производственного цикла сельскохозяйственных культур [1, 2].

Совмещение операций позволяет сократить разрыв во времени между предпосевной обработкой почвы и посевом, что является важным резервом в использовании почвенной влаги.

Целью исследований является разработка конструкции комбинированного орудия, способного повысить качество крошения почвенных глыб и выравненность поверхности поля.

**Основная часть.** Для решения поставленной цели нами поставлены следующие задачи исследований:

1. Провести патентные исследования и проанализировать технические средства для обработки почвы с одновременным внесением минеральных удобрений.

2. Разработать конструкцию комбинированного орудия, способного повысить качество крошения почвенных глыб и выравненность поверхности поля.

Проведенный патентный поиск показывает, что известен комбинированный рабочий орган почвообрабатывающего орудия, содержащий клинообразную стойку, смонтированные на ее задней части тукопровод, а в нижней части – лемеха, и установленные в створе стойки и перед ней вертикальный дисковый нож, при этом под лемехами размещен сопряженный с тукопроводом распределительный тукопровод, имеющий выходные окна в задней части лемехов и установленные с переменным углом к направлению движения направляющие лопатки, высота и величина угла установки которых выполнены увеличивающимися от вертикальной оси симметрии стойки к периферии лемехов, причем в месте сопряжения тукопровода и распределительного тукопровода установлен делитель потока туков [3].

К недостаткам описанного орудия относятся недостаточное рыхление почвы и неравномерное распределение удобрений в пахотном слое, т.к. удобрения поступают в пахотный горизонт только при сходе почвы с башмака.

Известен рабочий орган плоскореза-глубокорыхлителя-удобрителя, содержащий комбинированную стойку, смонтированные на ее задней части тукопровод, а в нижней части – лемехи, ус-

тановленные с помощью башмака в створе стойки, при этом перед стойкой размещен вертикальный дисковый нож, при этом за тукопроводом в прорези башмака установлены зубчатые вальцы-крошители почвы, опорные подшипники которых закреплены в нижней части лемехов, а передняя часть комбинированной клинообразной стойки закруглена по радиусу 350–400 мм и имеет двухстороннюю заточку под углом 15–20°, причем передние кромки лемехов сопряжены с боковой гранью заточенной части комбинированной клинообразной стойки, а лемехи установлены под углом 25–30° к горизонтальной плоскости, имеют нижнюю заточку с углом заострения 12–15°, при этом дисковый нож установлен на глубине ниже режущей кромки лемехов на 5–10 мм, имеет ограничительные реборды под заданную глубину обработки и закреплен к раме с помощью стоек, имеющих П-образные выступы под реборды, а к комбинированной клинообразной стойке – с помощью горизонтальных планок с выступами под реборды [4].

К недостаткам данной конструкции рабочего органа плоскоре-за-глубокорыхлителя-удобрителя относятся низкое качество крошения поднятого почвенного пласта, повышенное тяговое сопротивление, образование развальневой борозды на обработанной поверхности почвы в зоне движения стойки рабочего органа.

Известно комбинированное орудие для обработки почвы с внесением удобрений, содержащее клинообразную стойку, смонтированные на ее задней части тукопровод, а в нижней части - лемеха, установленные с помощью башмака в створе стойки, а перед ней вертикальный дисковый нож, при этом за тукопроводом с помощью кронштейнов, закрепленных к стойке, установлен рыхлительный барабан с зубьями, установленными на ступице по линиям многозаходного винта, причем на левой половине барабана винтовые линии имеют левостороннюю направленность, а на правой половине барабана – правостороннюю направленность, высота зубьев не менее половины величины глубины обработки комбинированного почвообрабатывающего орудия, под верхней кромкой лемехов размещен тукораспределительный трубопровод, имеющий выходные отверстия для подачи туковоздушной смеси [5].

К недостаткам описанного орудия относятся недостаточное рыхление почвы и выравнивание поверхности поля, так как одних зубьев для достижения этой цели недостаточно.

На рисунке 1 представлена оригинальная конструкция комбинированного орудия для обработки почвы с внесением удобрений [6] (а) – вид сбоку; б) – вид сверху, в) – многозаходная спираль с зубьями левой стороны, считая по направлению движения агрегата, общий вид; г) – схема деформации почвы соседними заходами спирали с зубьями и без них; д) – схема относительных вертикальных колебаний соседних заходов спирали), где на раме 1 установлена клинообразная стойка 2. На ее задней части смонтирован тукопровод 3 для подачи туковоздушной смеси. Впереди к клинообразной стойке 2 с помощью кронштейнов 8 установлен вертикальный дисковый нож 9.

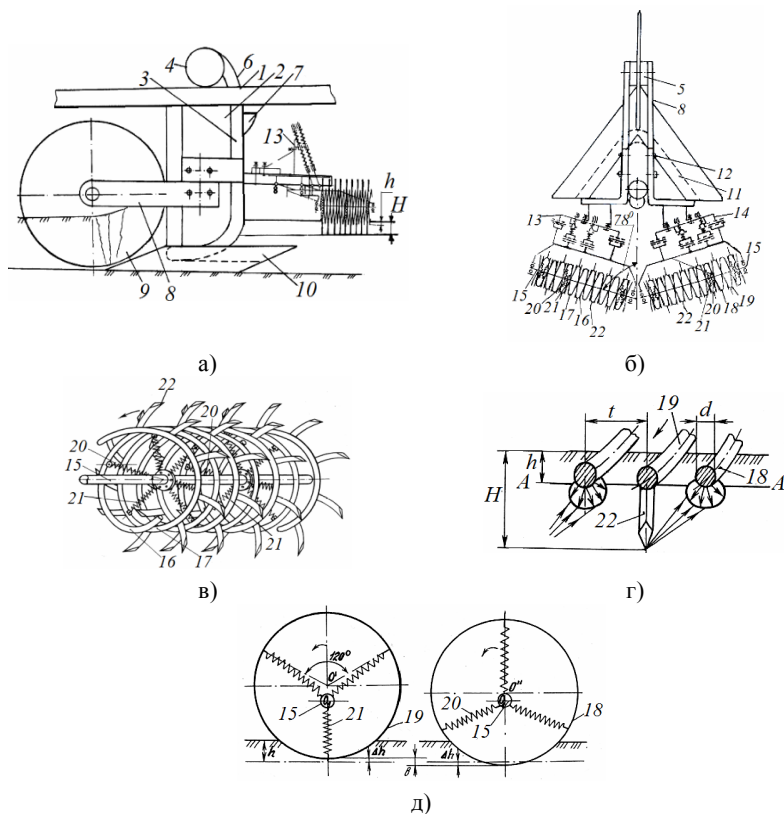


Рисунок 1 – Комбинированное орудие для обработки почвы с внесением удобрений

В нижней части стойки 2 установлены лемеха 10, образующие стрельчатую лапу. Под верхней кромкой лемехов 10 размещены тукораспределительные тукопроводы 11. Кронштейны 8 вертикального дискового ножа 9 закреплены к стойке 2 с помощью болтов 12. Дисковый нож смонтирован на кронштейнах 8 с помощью ступицы 5. На раме 1 установлен вентилятор 4 с приводом от гидромотора, который соединен с тукопроводом 3 патрубком 6. Тукопровод 3 имеет воронку 7 для приема туков от туковывсевающего аппарата. На раме 1 посредством левой 13 и правой 14 рамок закреплены на горизонтальных валах 15 под углами атаки образующими с центральной осью острые углы ротационные рабочие органы, левый из которых выполнен в виде двухзаходной спирали с заходами 16 и 17, а правый выполнен в виде двухзаходной спирали с заходами 18 и 19, витки которых связаны с горизонтальными валами 15 посредством систем упругих элементов 20 и 21, состоящих каждая из трёх упругих элементов, расположенных радиально к валам 15 под углами  $120^{\circ}$  между собой. На рабочей поверхности заходов 16 и 19 спиралей установлены игольчатые зубья 22, а спирали смежных заходов 17 и 18 выполнены без зубьев. Системы 21, крепящие витки спиралей 16 и 19 с игольчатыми зубьями 22 к валу 15, смещены по фазе на острый угол  $\phi$  равный  $60^{\circ}$  относительно системы 20, крепящей спиралей 17 и 18 без зубьев. Спирали левой стороны 16 и 17, считая по направлению движения орудия, выполнены с правым направлениями навивки, а спирали правой стороны 18 и 19 выполнены соответственно с левым направлением навивки, т. е. против направлений оборота пласта лемехами 10. Наружный диаметр витков равен 500 мм, диаметр прутка спирали – 20 мм, угол подъёма витка  $-10^{\circ}$ , жесткость пружин подвески спиралей 20 Н/мм при их предварительном натяжении 10 мм, длина зубьев – 100 мм. Валы 15 секций образуют с центральной вертикальной плоскостью симметрии орудия острые углы по  $78^{\circ}$ , причём они устанавливаются с перекрытием взрыхленной лемехами 10 поверхности почвы.

При движении орудия по полю, лезвийная часть вертикального дискового ножа 9 разрезает корнесодержащий пласт почвы на глубину необходимой обработки, что предотвращает обволакивание стойки 2 растительными остатками и снижает тяговое сопротивление орудия.

Лемехи 10 подрезают пласт в горизонтальной плоскости, производят отделение пласта от почвенного массива, при этом происходит деформация почвы и ее сдвиг. После скалывания пласт почвы скользит по поверхности лемехов 10, не претерпевая деформаций.

Поверхностный слой почвы после прохода рабочих органов подвергается дополнительной обработке двухзаходными спиральями, основной причиной вращения которых является зацепление с почвой игольчатых зубьев 22, что и определяет главным образом направление воздействия спиралей на почвенный слой в горизонтальной плоскости, при этом задние поверхности нижних частей спиралей сдвигают уже подвергнушуюся наибольшему воздействию рабочих органов и поэтому наименее сопротивляющуюся рыхлую почву к центру.

Заходы 16–19 спиралей по ширине захвата производят обработку поверхности, оставшейся от прохода лемехов 10 и частично поверхности поля, которая будет обработана во время следующего прохода. В последнем случае воздействие игольчатых зубьев 22 способствует предварительному нарушению монолитности верхнего слоя почвы с растительными включениями, что облегчает его дальнейшую обработку и перемещение к центру орудия во время последующего прохода. Такие перекрытия способствуют слитности обработки всей поверхности поля. Почвенные комки и глыбы, оставшиеся после прохода лемехов 10, подвергаются комплексному воздействию с одной стороны игольчатых зубьев 22, расположенных на первых заходах 16 и 19 спиралей, и витков вторых заходов 17 и 18 спиралей без зубьев, закреплённых на валах 15 соответственно системами 20 и 21 упругих элементов. При движении спиралей под действием на валы рамок 13 и 14, а также в результате реакции почвы на спирали, центры валов 15 (точка  $O^1$ ) смещаются вниз относительно геометрических центров заходов 16–19 (точки  $O^1$  и  $O^{11}$ ). При вращении заходов 16–19 спиралей и смене упругих элементов систем 20 и 21 и изменении результирующих усилий пружин в системах 20 и 21 создаются вынужденные колебания между валами 15 и заходами 16–19 спиралей. При движении заходов 16–19 спиралей в почве на средней глубине  $h$  смена положений упругих элементов систем 20 и 21 вызывает колебание заходов спиралей, прикреплённых к одному и тому же валу в почве на величии-

ну  $\Delta h$ . Смещение по фазе систем 20 и 21 на угол  $60^\circ$  вызывает колебания соседних заходов 16–17 и 18–19 каждой спирали в противофазе относительно друг друга. Амплитуда указанных относительных колебаний равна  $2\Delta h=5\dots 8$  мм при различных параметрах систем 20 и 21. Сочетание полученной вибрации заходов 16–19 спиралей с деформацией почвы путём накалывания глыб игольчатыми зубьями 22, движущимися на средней глубине  $H$ , и деформацией смятия от витков заходов 17 и 18 спиралей, движущихся на средней глубине  $h$ , позволяет получить эффект улучшения крошения почвенных глыб. При этом деформация сдвига почвы от воздействия игольчатых зубьев 22 на заходах 16 и 19 спиралей распространяется в верхние слои почвы и пересекается с деформацией смятия почвы от витков заходов 17 и 18 спиралей без зубьев, что сопровождается защемлением глыб почвы и их интенсивным крошением при одновременном выравнивании поверхности почвы, что обеспечивает закрытие развальневой борозды, образованной стойкой 2.

Таким образом после прохода орудия поверхность поля будет выравненной с мелкокомковатой структурой. При этом в воронку 7 будут подаваться минеральные удобрения (гранулированные или пылевидные), в то же время в тукопровод 3 вентилятором 4 будет подаваться воздух. В тукопроводе 3 происходит смешивание удобрений с воздухом, и образованная туковоздушная смесь под напором подается в тукораспределительные трубопроводы 11. Через отверстия тукораспределительных трубопроводов 11 туковоздушная смесь поступает в разрыхленный слой почвы, что обеспечивает равномерное распределение удобрений по всему пахотному горизонту.

**Заключение.** На основании проведенных патентных исследований предложена оригинальная конструкция комбинированного орудия для обработки почвы с внесением удобрений, способного повысить качество крошения почвенных глыб и выравненность поверхности поля. Равномерное распределение удобрений в корнеобитаемом слое почвы обеспечит оптимальные условия для роста и развития растений и повышение урожайности.

### **Список использованной литературы**

1. Романюк, Н.Н. Снижение уплотняющего воздействия на почву мобильных энергосредств : монография / Н.Н. Романюк // Минск : БГАТУ, 2020. – 200с.
2. К разработке комбинированного орудия для глубокого рыхления почвы одновременно с внесением удобрений / Н.Н. Романюк [и др.] // Материалы 2 Междунар. науч.-практич. конф. «Актуальные проблемы и перспективы развития сельских терри-

торий и кадрового обеспечения АПК», 9–10 июня 2022г. / редкол. : А.В. Миранович [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2022. – С.244–248.

3. Патент RU на изобретение №2268574, А01С 7/20, А01В 49/04, 27.01.2006, Бюл. № 3.

4. Патент RU на изобретение №2365082, опубл. 27.08.2009, Бюл. №24.

5. Патент РФ №2411709. МПК А01В 49/06; А01С 7/20, 20.02.2011, Бюл. №5.

6. Комбинированное орудие для обработки почвы с внесением удобрений : патент на изобретение 35824 В Респ. Казахстан, МПК А01В 49/06 / С.О. Нукешев (KZ); Н.Н. Романюк (BY); В.А. Агейчик (BY); С.А. Войнаш (RU); заявитель Нукешев Саяхат Оразович. – № 2021/0495.1; заявл. 16.08.2021; зарегистрир. 09.09.2022 // Государственный реестр изобретений Респ. Казахстан. – 2022. – Бюл. № 36.

УДК 631.356.4

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ КАРТОФЕЛЕКОПАТЕЛЯ КСТ-1,4

**Д.Н. Бондаренко, старший преподаватель,**

**А.А. Зенов, старший преподаватель,**

**Д.А. Яновский, ассистент, А.О. Ясевич, студентка**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

*jda.shm@bsatu.by*

*Аннотация:* в статье предложено усовершенствование картофелекопателя КСТ-1,4 путем установки трехлопастного бitera для увеличения производительности.

*Abstract:* the article proposes an improvement of the KST-1.4 potato digger by installing a three-bladed beater to increase productivity.

*Ключевые слова:* картофелекопатель, лемех, элеватор.

*Keywords:* potato digger, ploughshare, elevator.

**Введение.** Картофель является одной из самых востребованных сельскохозяйственных культур. Более 80 % урожая картофеля убирается механизированным способом в сложных почвенно-климатических условиях Беларуси, что приводит к снижению эффективности работы применяемых картофелеуборочных машин, повышению повреждаемости клубней и себестоимости картофеля.

**Основная часть.** В сельскохозяйственных предприятиях картофель на увлажненных участках, а также тяжелых почвах, убирают картофелекопателями [1]. Технологический процесс уборки картофеля картофелекопателем КСТ-1,4 (рисунок 1) протекает следующим образом: лемеха 2 подкапывают два смежных рядка и направляют пласт на скоростной элеватор 3, полотно которого дви-