

### Список использованных источников

1. Устройство для удаления ботвы корнеплодов на корню : патент на полезную модель 6911 U Респ. Казахстан, МПК А01D 23/02, А23N 15/00 / С.О. Нукешев (KZ); Н.Н. Романюк (BY); В.А. Агейчик (BY); Ж.М. Жазыкбаева (KZ); А.М. Хартанович (BY); заявитель Нукешев Саяхат Оразович (KZ). – № 2022/0116.2; заявл. 19.01.2021; зарегистрир. 04.03.2022 // Государственный реестр изобретений Респ. Казахстан. – 2022. – Бюл. №9.

УДК 631.333

## МАШИНА ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

*Студенты – Хартанович А.М., 43 тс, 3 курс, ФТС;  
Гильдюк К.В., 46 тс, 2 курс, ФТС*

*Научные  
руководители – Романюк Н.Н., к.т.н., доцент  
Еднач В.Н., к.т.н., доцент*

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация.** Предложена конструкция машины, использование которой позволит улучшить качество и эффективность дифференцированного внесения жидких минеральных удобрений путем более равномерного распределения их в почве.

**Ключевые слова:** жидкие минеральные удобрения, дифференцированное внесение, качество, машина, оригинальная конструкция.

К внесению жидких минеральных удобрений предъявляются высокие требования; нестабильность дозы – не более  $\pm 7\%$ , неравномерность распределения по ширине захвата и по ходу движения – не более  $\pm 10\%$ , время переключения от одной дозы к другой – не более 2с.

На рисунке 1 представлена оригинальная конструкция машины для дифференцированного внесения жидких минеральных удобрений [1] (а – общий вид машины; б – статический закручиватель потока в продольном разрезе; в – форсунка в продольном разрезе), на рисунке 2 – комбинированная принципиальная схема машины, которая агрегируется с энергетическим средством 1, с установленным на нем микропроцессорным блоком контроля и управления 2 работой машины, выполненной на шасси, на котором размещены гидрорезервуар 3 для удобрений; ресивер 4; штанга 5 навесного типа с распределительными коллекторами 6, где установлены

рабочие органы – форсунки 7, распределяющие удобрения; дозатор 8; эжектор 9. Блок 2 связан с блоком 10 распределения и регулирования расходом сжатого воздуха бесконтактным датчиком 11 скорости движения, установленным на ходовом колесе 12 машины, электромагнитным регулятором 13 расхода, датчиком 14 непрерывного контроля расхода ЖМУ, электромагнитным клапаном 15. Резервуар 3 снабжен заправочной горловиной 16, предохранительным клапаном 17, манометром 18 и связан гидротрубопроводом через клапан 15 и фильтр 19 с дозатором 8, снабженным исполнительным механизмом 20 (реверсивным электродвигателем). Выходное отверстие дозатора 8 соединено с рабочим соплом эжектора 9, диффузор которого связан гидропневмо-трубопроводом с центральным статическим закручивателем потока 21 и, соответственно, с каждым из статических закручивателей потока 22, установленных на коллекторах 6 штанги 5.

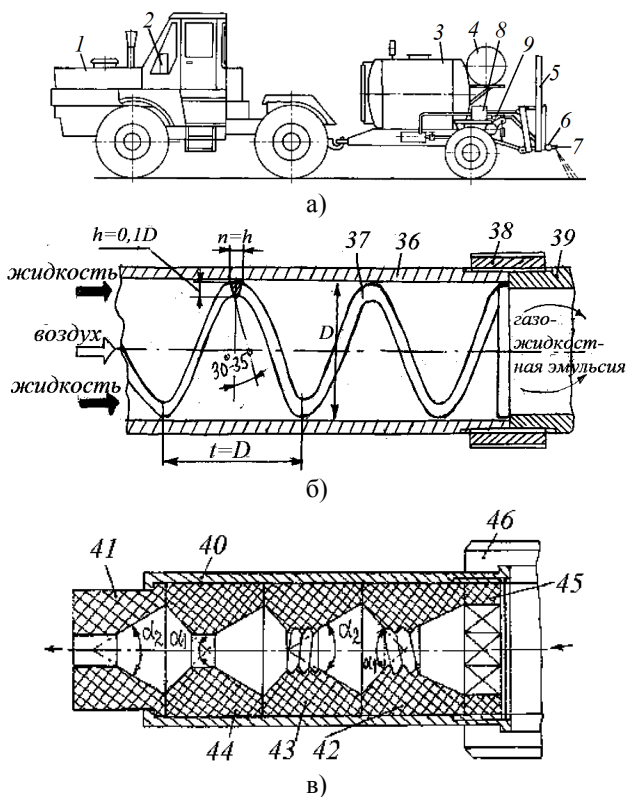


Рисунок 1 – Машина для дифференцированного внесения жидких минеральных удобрений

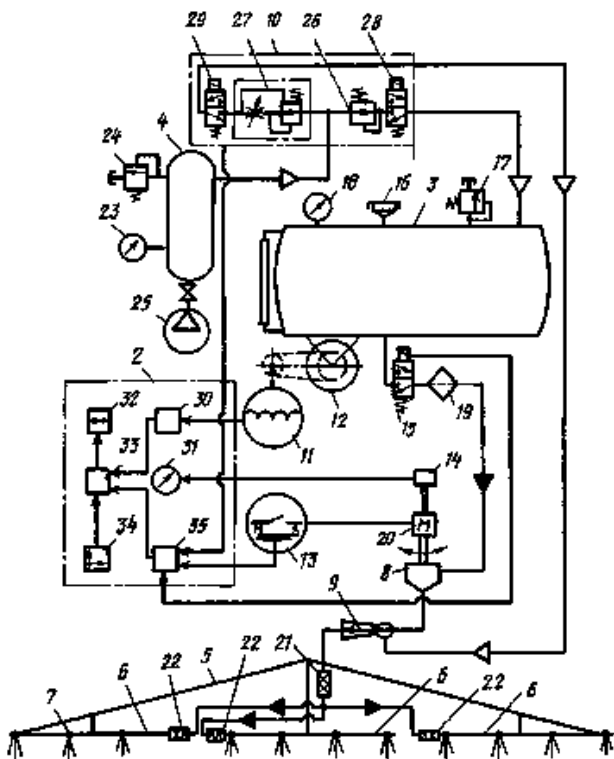


Рисунок 2 – Комбинированная принципиальная схема машины для дифференцированного внесения жидких минеральных удобрений

Ресивер 4 включает манометр 23, предохранительный клапан 24 и с одной стороны подсоединен к компрессору 25 машины 4, а с другой стороны пневмотрубопроводом соединен с блоком 10, который содержит пневматические регуляторы давления 26 и потока 27, электромагнитные запорные клапаны 28 и 29, соединенные пневмотрубопроводами с резервуаром 3 и эжектором 9 соответственно. Блок 2 включает микропроцессорный измеритель скорости 30 движения машины, индикаторы расхода 31 рабочей жидкости и направления движения 32 машины, бортовой компьютер 33, радионавигационную систему 34, пульт управления 35. Статические закручиватели потока 21 и 22 состоят из корпуса 36 цилиндрической формы и винтовой вставки 37, которая выполнена в виде винтовых цилиндрических пружин, вставленных в корпуса статических закручива-

телей потока 21 и 22 с зазорами 1-2 мм в диаметрально направлении, причем профили винтовых цилиндрических пружин выполнены в виде равнобоких трапеций обращенных большими основаниями к внутренним стенкам корпусов статических закручивателей и меньшими к оси их симметрии с углом наклона боковых сторон равнобоких трапеций сечений к их оси симметрии в 30-35 градусов, при этом высота сечений профилей  $h$  равна ширине их большего основания  $n$  и составляет 0,1 от внутреннего диаметра  $D$  корпусов 36. Шаг  $t$  статических закручивателей не менее диаметра  $D$  корпусов 36. Торцы винтовых вставок 37 статических закручивателей потока 21 и 22 ограничены в своем осевом перемещении торцами присоединенных гайками 38 к корпусам 36 статических закручивателей потока 21 и 22 гидropневмо-трубопроводов 39 и плотно к ним прилегают с фиксацией от прокручивания вокруг своей оси за счёт сил трения между этими торцами, что регулируется силами прижатия торцов друг к другу гайками 38. Винтовые вставки 37 выполнены в виде винтовых цилиндрических пружин, вставленных в корпуса статических закручивателей потока 22, имеют направление навивки пружин правое, а винтовая вставка, выполненная в виде винтовой цилиндрической пружины, вставленная в корпус центрального статического закручивателя потока 21, имеет направление навивки пружины левое, т. е. противоположное.

Форсунка 7 для распыления ЖМУ состоит из корпуса 40 и последовательно расположенные впритык друг к другу соплового элемента 41 и дроссельного пакета, который выполнен в виде трёх последовательно установленных первой 42, второй 43 и третьей 44, считая в направлении хода жидкости, дроссельных вставок с дроссельными цилиндрическими отверстиями, имеющими проходные сечения, равные сечению сопла соплового элемента 41. Каждая дроссельная вставка 42, 43, 44 имеет вид цилиндрического тела, по оси симметрии которого выполнено цилиндрическое отверстие диаметром, равным диаметру сопла соплового элемента 41, при этом сопловый элемент 41 со стороны дроссельных вставок 42, 43, 44. Оси симметрии конических выемок совпадают с осью цилиндрических отверстий, а меньшие основания усечённых прямых круговых конусов каждой дроссельной вставки 42, 43, 44 равны по площади цилиндрическому отверстию, образованы его краями и обращены друг к другу. Цилиндрические отверстия первой 42 и второй 43 дроссельных вставок содержат на их внутренних цилиндрических поверхностях углубления в виде винтовых канавок в виде многозаходней трубной резьбы противоположной, например, у первой левой, а во второй – правой навивки. Цилиндрическое отверстие третьей 44 дроссельной вставки выполнено гладким. Расположенные со стороны соплового элемента выемки имеют больший острый угол между диаметрально противоположными образующими их

боковой поверхности (угол при вершине конуса  $\alpha_1$ ), чем соприкасающиеся с ними равными общими большими основаниями выемки в виде усечённого прямого кругового конуса соплового элемента и выемки дроссельных вставок, расположенные на их противоположных сопловому элементу торцах (угол при вершине конуса  $\alpha_2$ ). Форсунка содержит стопорную гайку 45 и крепится к распределительным коллекторам 6 штанг 5 гайкой 46.

Дозы вносимых ЖМУ, их изменение при переходе с одного участка на другой, стартовые, текущие координаты положения машин на сельскохозяйственном поле и соотношение их с пикселями электронной карты поля, текущие значения рабочей скорости движения машины, режим работы дозатора контролируются бортовым компьютером 33 машины.

Машина с загруженным в резервуар 3 ЖМУ ставится на обрабатываемом поле в точке въезда. Навигационная система 34 (спутниковая или наземная) определяет начальные значения долготы и широты стартовой точки и передает в бортовой компьютер. Включается компрессор 25. От пульта 35 подается управляющий сигнал к блоку 10 на открытие клапана 28. Регулятор 26 устанавливает заданное давление сжатого воздуха, который от ресивера 4 по пневмопроводу поступает через регулятор 26 и клапан 28 в резервуар 3, создавая заданное постоянное избыточное давление над свободной поверхностью жидкости в резервуаре 3. В начальный момент движения машины от пульта 35 подается сигнал на открытие клапана 15, и ЖМУ по трубопроводу через клапан 15 и фильтр 19 поступает в дозатор 8, исполнительный механизм 20 которого посредством регулятора 13 с управлением через пульт 35 устанавливает заданный расход ЖМУ в зависимости от скорости движения машины, значения которой снимаются в преобразованном виде датчиком 11 с колеса 12 и поступают через измеритель скорости 30 в компьютер 33, который рассчитывает требуемую дозу внесения ЖМУ для каждого элементарного участка обрабатываемого поля в зависимости от рабочей ширины захвата, скорости движения машины, расхода ЖМУ через рабочие органы 7, контролируемого оператором-трактористом посредством индикатора расхода 31.

В процессе движения машины навигационная система 34 определяет текущие широтно-долготные координаты положения машины на обрабатываемом поле в реальном масштабе времени с привязкой координат к электронной карте обрабатываемого поля, на которой указаны участки с потребными дозами вносимых удобрений. Посредством индикатора 32 контролируется курс движения машины и совмещение смежных проходов при обратном гоне. На режимах работы машины, когда происходит резкое изменение дозы вносимых ЖМУ (с максимальных до минимальных значений), также меняются характеристики распределения удобрений на ра-

бочей ширине захвата, поэтому для обеспечения нормативных значений дифференцированных доз и качества распределения удобрений на каждом элементарном участке поля от пульта 35 подается сигнал к блоку 10, клапан 29 открывается, регулятор 27 устанавливает заданный расход сжатого воздуха, который подается к эжектору 9, где смешивается с потоком ЖМУ с образованием газожидкостной смеси, поступающей в центральный статистический закручиватель потока 21, от него в статистические закручиватели потока 22 и далее поступает к форсункам 7, распределяющим удобрение с заданными характеристиками и нормами независимо от диапазона дифференциации доз.

Установка непосредственно за эжектором центрального закручивателя потока и параллельно за ним статических закручивателей потока на входе в распределительные коллекторы позволяет при подаче через них двухфазного потока (жидкость-газ) использовать энергию потока для создания высоких напряжений сдвига, возникающих в том числе за счет вибрации винтовых вставок 37 выполненных в виде винтовых цилиндрических пружин, что создает инверсию фаз (газ становится сплошной фазой, а жидкость диспергируется в нем) и, как следствие, обеспечивает получение газожидкостной эмульсии в распределительной трубопроводной системе машины. При прохождении рабочей жидкости через форсунку 7, она подвергается воздействию углублений в виде винтовых канавок в виде многозаходней трубной резьбы первой 42 дроссельной вставки левой навивки и после его прохождения попадает в выемку в виде усеченного прямого кругового с большим углом при вершине конуса  $\alpha_1$ , что в силу большого расширения потока жидкости вызывает повышенную турбулентность и, соответственно, повышенное перемешивание и дробление капель жидкости. При прохождении второй 43 дроссельной вставки с цилиндрическим отверстием с углублениями в виде винтовых канавок в виде многозаходней трубной резьбы правой навивки жидкость получает дополнительное закручивающее воздействие в противоположном первоначальному направлении и далее получает дополнительное турбулентное воздействие ещё в двух выемках в виде усеченного прямого кругового с большим углом при вершине конуса  $\alpha_1$  с дополнительным перемешиванием и дроблением капель жидкости.

Выполнение статических закручивателей потока в виде винтовых цилиндрических пружин противоположных направлений навивки, вставленных в корпуса статических закручивателей, позволяет ликвидировать расслоение потока при подаче к рабочим органам суспензий минеральных удобрений, имеющих твердые включения калийных компонентов. Применение предлагаемой форсунки обеспечивает снижение расхода жидких удобрений.

### Список использованных источников

1. Машина для дифференцированного внесения жидких минеральных удобрений : патент 35647 В Респ. Казахстан, МПК А01С 23/00 / С.О. Нукешев (KZ); Н.Н. Романюк (BY) и др.; заявитель НАО «КазАТУ». – № 2020/0884.1; заявл. 23.12.2020; зарегистрир. 06.05.2022. – Бюл. №18.

УДК 631.333

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВНУТРИПОЧВЕННОГО ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ УДОБРЕНИЙ

*Студенты – Хартанович А.М., 43 тс, 3 курс, ФТС;  
Гильдюк К.В., 46 тс, 2 курс, ФТС*

*Научные  
руководители – Романюк Н.Н., к.т.н., доцент  
Еднач В.Н., к.т.н., доцент*

*УО «Белорусский государственный аграрный технический  
университет», г. Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация.** В статье предложена оригинальная конструкция устройства, использование которого позволит улучшить качество и эффективность внутрипочвенного внесения жидких удобрений путем более равномерного их распределения в почве.

**Ключевые слова:** жидкие удобрения, внутрипочвенное внесение, почва, равномерное распределение, качество, устройство.

Внутрипочвенное внесение жидких органических удобрений позволяет значительно повысить урожайность культур.

На рисунке 1 представлено устройство для внутрипочвенного внесения жидких удобрений (а – вид сбоку; б – вид спереди; в – вид А (ротационный рабочий орган); г – разрез Б-Б; д – схема работы устройства) [1], включающее стойку 1 с каналом 2 для подвода удобрений и закрепленный за ней ротационный рабочий орган в виде полого ротора 3. Стойка снабжена полый втулкой 4, в которой шарнирно с возможностью вращения установлен соединенный сквозным отверстием с полостью полый втулки 4 полый вал 5 с передней гайкой-обтекателем 15. На задней части полого вала 5 закреплен полый ротор 3, который выполнен в виде вставленных друг в друга внутреннего 6 и наружного 7 полых конусов, причем внутренний конус – гладкий, а наружный – волнистый, при этом волны последнего расположены по четырем симметричным относительно оси симметрии полого вала 5 винтовым линиям и выполнены со сквозными по-