

сегментами. Кроме того можно регулировать зазор в режущей паре – прокладками, высоту среза, перемещая по оси имитатор 2. Скорость движения машины регулируется сменными шкивами 8,7.

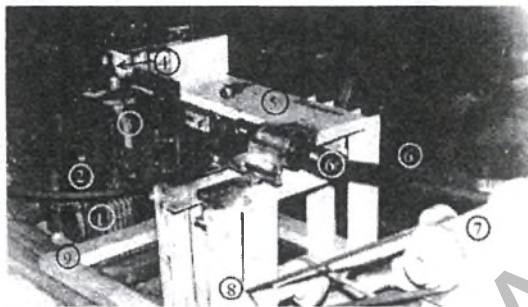


Рисунок 2 – Установка для исследования процесса резания сегментно-пальцевыми режущими аппаратами: 1 – электродвигатель; 2 – имитатор движения машины; 3 – стебель; 4 – динамометр универсальный УДМ-1200; 5 – станина; 6 – кривошипно-шатунный привод режущего аппарата; 7 – промежуточная опора со шкивами; 8 – шкивы сменные; 9 – рама

Основными узлами стенда являются кривошипно-шатунный механизм с режущим аппаратом, имитатор движения машины, станина, коромысло, рама. Измерительная аппаратура усилитель «ТО-ПА3-3А», осциллограф К-12.22, которые соединены между собой кабелем. Тензометрические приборы получают входное питание 12 и 24 В от блока питания, подключаемого к сети 220 В. Для привода имитатора движения машины использовался электродвигатель с червячным редуктором. Режущий аппарат приводился кривошипно-шатунным механизмом от электродвигателя через клиноременную передачу.

#### Заключение

Установка для исследования процесса резания сегментно-пальцевыми режущими аппаратами позволяет сократить сроки проведения испытаний, минимизировать материальные, экономические и технические затраты. При анализе качества среза и нагруженности режущих аппаратов сегментно-пальцевого типа с использованием установки условия максимально приближены к реальному рабочему процессу, что позволяет добиться высокого уровня точности получаемой информации и повысить наглядность процесса резания. Это позволит правильно выбрать тип, параметры и режимы работы рабочих органов сегментно-пальцевых режущих аппаратов и решить задачи об увеличении эксплуатационной надежности существующих режущих аппаратов, и создании новых для работы на повышенных скоростях на основе анализа проведенных исследований, глубокой разработки современной теории резания стеблей и динамики привода ножа.

#### Литература

1. Босой Е.С. Режущие аппараты уборочных машин. - М.: «Машиностроение», 1967. – 167с.
2. Резник Н.Е. Теория резания лезвием и основы расчета режущих аппаратов. – М.: «Машиностроение», 1980. – 375 с.

УДК 631.356.46.02 -52

#### УСТРОЙСТВО СТАБИЛИЗАЦИИ ГЛУБИНЫ ХОДА ПОДКАПЫВАЮЩИХ ОРГАНОВ КОРНЕКЛУБНЕУБОРОЧНЫХ МАШИН

Шило И.П. д.т.н., профессор; Романюк Н.Н. к.т.н., Клавсуть П.В. ст. преподаватель  
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»  
г. Минск, Республика Беларусь

Проанализированы недостатки систем опорного копирования рельефа почвы у корнеклубнеуборочных машин. Предложено оригинальное устройство стабилизации глубины подкапывания грядколемехами корнеклубнеуборочных машин.

Повышение производительности машин, улучшение качества заготавливаемого продукта и снижение затрат на уборку – одна из основных проблем механизации уборки корнеклубнеплодов [1].

Стабильность глубины подкапывания рабочими органами корнеклубнеуборочных машин грядки до сих пор не решена. Колебания глубины подкапывания приводят к повреждению лемехами клубней, способствуют захвату подкапывающими органами глубоко расположенных трудно разрушаемых почвенных комков и камней, являются причиной дополнительной подачи почвы на сепарирующие органы. В результате повреждается 14...50% клубней, производительность уборочных машин уменьшается до 20%, снижается чистота клубней в таре до 6%, следовательно, возрастают транспортные расходы и затраты на послеуборочную обработку картофеля, снижается плодородие картофельного поля в связи со значительным вывозом плодородной почвы в виде комков [2].

Стабилизация глубины подкапывания рассматривается как задача поддержания минимально допустимой, с точки зрения полноты уборки, величины заглубления подкапывающих органов с минимизацией варьирования глубины хода по длине гона.

Известно устройство для стабилизации глубины хода подкапывающих органов корнеклубнеуборочной машины [3] у которого для повышения надежности перевода рабочих органов из транспортного положения в рабочее, и тем самым для исключения потерь клубней неподкопанными в начале каждого гона, предусматривается принудительное заглубление рабочих органов за счет подачи масла под давлением в соответствующую полость гидроцилиндра.

Недостатком данного устройства является то, что скорость принудительного заглубления рабочего органа в почву не зависит от ее плотности, что вызывает увеличение нагрузок на звенья устройства при вхождении рабочего органа в плотные слои почвы в процессе регулирования его положения и может привести к поломкам устройства, снижая при этом его надежность.

Целью исследования является повышение надежности работы устройства стабилизации глубины хода подкапывающих органов корнеклубнеуборочной машины.

### Основная часть

В БГАУ разработано оригинальное устройство стабилизации глубины хода подкапывающих органов корнеклубнеуборочных машин [4] (рисунок 1), которое включает копирующий шуп 1, закрепленный на кронштейне 2 и кинематически связанный с золотником гидрораспределителя 3 автоматического управления через регулируемую по длине тягу 4, гидроцилиндр 5, шток которого через систему рычагов 6, образующих механизм подъема, связан с секцией 7 подкапывающих органов 8, гидрозамок 9 с поршнем 10 и шариковым клапаном 11, первый 12 и второй 13 обратные клапаны, третий обратный клапан 14, двухпозиционный гидроклапан 15, гидравлический дроссель 16, гидравлические магистрали 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24.

Источником гидравлического питания для функционирования устройства является основная гидросистема 25 машины, содержащая масляный насос 26, гидробак 27, гидрораспределитель 28 ручного управления, напорную 29 и сливную 30 гидравлические магистрали. Кронштейн 2 установлен на секции 7 подкапывающих органов. Этим организована обратная связь между копирующим шупом 1 и исполнительным гидроцилиндром 5. Гидрораспределитель 3 выполнен трехпозиционным и четырехлинейным. При этом в первой позиции гидрораспределителя первая линия (I) сообщена с четвертой линией (IV), а вторая линия (II) с третьей линией (III), во второй его позиции все линии сообщены между собой, а в третьей – первая связана с третьей, а вторая – с четвертой. Гидрозамок 9 по обе стороны его поршня 10 имеет управляющие полости, первая из которых гидравлически сообщается с четвертой линией гидрораспределителя 3, а вторая – с третьей. Поршень гидрозамка устроен так, что при подаче масла в первую полость гидрозамка, поршень смещается, открывает шариковый клапан 7 и тем самым магистраль 20 гидравлически сообщается со штоковой полостью гидроцилиндра 5.

Гидрораспределитель 28 ручного управления выполнен трехпозиционным и четырехлинейным с возможностью фиксации в среднем и крайнем верхнем положениях. Для защиты основной гидросистемы от чрезмерного давления, возникающего между напорной 29 и сливной 30 гидравлическими магистралями при среднем положении гидрораспределителя 28 или перегрузках гидросистемы, служит предохранительно-переливной клапан 31. Электрическая схема управления гидроклапаном 15 образована датчиком 32 положения копирующего шупа 1, например индукционным, импульсным элементом 33, электронным ключом 34, обмоткой 35 управления гидроклапаном 15 и источником тока 36. Импульсный элемент 33, вне зависимости от параметров выходного сигнала датчика 32 вырабатывает импульс напряжения с параметрами, оптимальными для срабатывания электронного ключа 34, который имеет два фиксированных состояния – включено и выключено. Переключение состояний осуществляется при подаче сигнала от элемента 33.

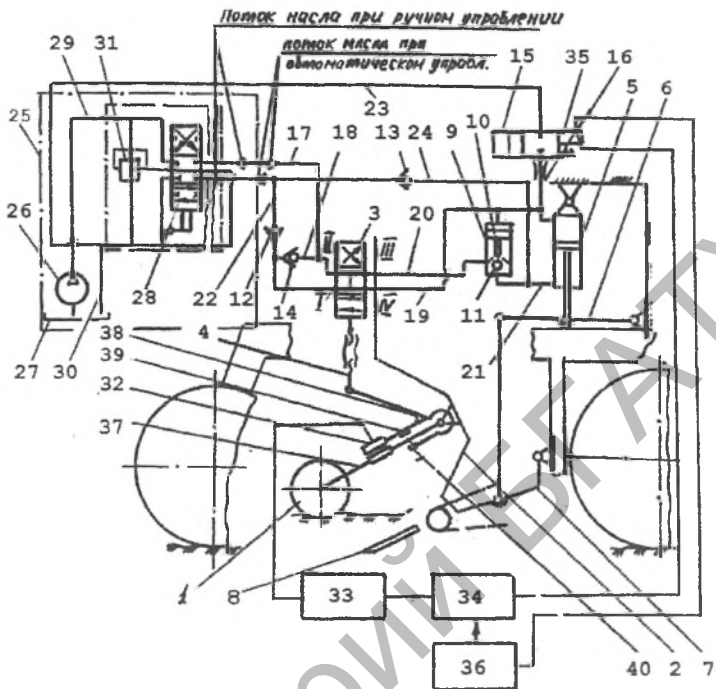


Рисунок 1 – Устройство стабилизации глубины хода подкапывающих органов корнеклубнеуборочных машин

Кинематическая связь шупа 1 и золотника гидрораспределителя 3 образована двумя рычагами 37 и 38, закрепленными в двух параллельных друг другу вертикальных плоскостях на одной оси, которая установлена на кронштейне 2. На рычаге 37 закреплен копирующий шуп 1, на рычаге 38 установлен датчик положения 32 и упоры 39 и 40. Датчик 32 установлен на рычаге 38 так, что при прохождении рычага 37 мимо вышеуказанного датчика на выходе датчика 32 вырабатывается электрический сигнал. Упоры 39 и 40 закреплены на рычаге 38 таким образом, что ограничивают поворот рычага 37 с копирующим шупом 1 относительно рычага 38. Упор 39 выполнен регулируемым, например, винтовым и отрегулирован так, что при подъеме шупа 1 и соответственно при повороте рычага 37 относительно рычага 39, рычаг 37 первоначально проходит мимо датчика 32 и после этого воздействует на упор 39 и поворачивает рычаг 38. В результате при подъеме шупа 1 первоначально вырабатывается импульс напряжения на выходе датчика 32 и только после этого смещается золотник гидрораспределителя 3 автоматического управления.

Устройство стабилизации работает следующим образом. При транспортных переездах или развороте корнеклубнеуборочной машины ее подкапывающие органы 8 находятся в поднятом положении, а гидрораспределитель 28 ручного управления – в среднем. Масло от насоса 26 поступает в напорную гидравлическую магистраль 30 и далее через предохранительно-переливной клапан 31, сливную гидравлическую магистраль 30 уходит на слив в гидробак 27. В результате масло от основной гидросистемы 25 в гидросистему устройства стабилизации глубины хода подкапывающих органов не поступает и устройство стабилизации не функционирует. При поднятом положении подкапывающих органов копирующий шуп 1 находится в подвешенном состоянии в крайнем нижнем положении, которое определяется упором 40. В результате золотник гидрораспределителя 3 сдвинут "вниз" в третью позицию. В связи с отсутствием электрического сигнала на выходе датчика 32, электронный ключ 34 находится в выключенном состоянии и напряжение питания от источника 36 на обмотку электромагнита 35 не проходит. В этом случае магистраль 23, сообщающая бесштоковую полость гидроцилиндра 5 и сливную магистраль 30 перекрыта гидроклапаном 15.

В связи с отсутствием подачи масла от гидрораспределителя 28 в первую управляющую полость гидрозамка 9 выход масла из штоковой полости гидроцилиндра 5 также перекрывается шариковым клапаном 11. В результате секция 7 подкапывающих органов надежно удерживается в поднятом транспортном положении.

После окончания разворота корнеклубнеуборочной машины ее подкапывающие органы переводятся в рабочее положение, т.е. опускаются. Для этого гидросистема переводится в режим автоматического управления путем перевода в крайнее верхнее положение гидрораспределителя 28 и его фиксации в этом положении. В результате масло из напорной гидравлической магистрали 29 поступает под давлением по магистрали 17 ко второй (II) линии гидрораспределителя 3 и далее от его четвертой (IV) линии (копирующий шуп 1 находится в подвешенном состоянии в крайнем нижнем положении и золотник гидрораспределителя 3 соответственно сдвинут в третью позицию) по гидравлической магистрали 19 подается в первую управляющую полость гидрозамка 9 и далее – в бесштоковую полость гидроцилиндра 5. Одновременно поршень 10 гидрозамка 9, смешаясь под давлением масла, отжимает запорный шарик 11 и открывает выход рабочей жидкости из штоковой полости гидроцилиндра 5 через магистрали 21 и 20 и далее каналы гидрораспределителя 3 и первый обратный клапан 12, сливную магистраль 30 на слив. При этом, в связи с отсутствием электрического сигнала на выходе датчика 32, электронный ключ 34 находится в выключенном состоянии и, как рассматривалось ранее, напряжение питания от источника 36 на обмотку электромагнита 35 не проходит, следовательно, клапан 15 остается в запертом состоянии.

В результате под действием масла, поступающего в бесштоковую полость гидроцилиндра 5, происходит принудительное опускание рабочей секции 7 с подкапывающими органами и их устойчивое внедрение в почву. Принудительное заглубление подкапывающих органов будет происходить до тех пор, пока копирующий шуп 1, в процессе опускания рабочей секции 7, не достигнет поверхности почвы, а лемеха устойчиво не внедрятся в почву. Глубина принудительного внедрения лемехов в почву будет определяться настройкой упора 39.

После того, как рычаг 37 повернется в направлении упора 39 и пройдет мимо датчика 32, последний выработает электрический сигнал, импульсным элементом 33 этот сигнал преобразуется и подается на вход электронного ключа 34. После поступления сигнала ключ открывается. Этим обеспечивается подача питания от источника 36 на обмотку электромагнита 35 гидроклапана 15. Включенное состояние ключа 34 фиксируется до момента поступления нового сигнала от импульсного элемента 33. В результате открытия клапана 15 масло, поступающее от гидрораспределителя 3 в бесштоковую полость гидроцилиндра 5, сливается по магистрали 23, сливную магистраль 30 в гидробак 27 на слив. Дроссель 16, установленный между гидроцилиндром 5 и гидроклапаном 15, создает небольшой подпор масла при его прохождении на слив, достаточный для устойчивого функционирования гидрозамка 9 и открывания шарикового клапана 11. После открытия клапана 15 заглубление подкапывающих органов будет происходить под действием сил реакции подкапываемого пласта до тех пор, пока подкапывающие органы не достигнут заданной глубины, а золотник гидрораспределителя 3 не установится во вторую позицию.

Предварительная настройка заданной глубины хода подкапывающих органов осуществляется изменением длины тяги 4.

После заглубления подкапывающих органов на заданную глубину устройство в режиме автоматического управления работает следующим образом.

При нахождении золотника гидрораспределителя 3 во второй позиции (при соответствии фактической величины заглубления подкапывающих органов заданному значению) масло, поступающее по магистрали 17 к его второй линии (II), перетекает по внутренним каналам вышеуказанного гидрораспределителя к его первой линии (I) и через обратный клапан 12 уходит на слив. В связи с отсутствием давления в первой управляющей полости гидрозамка 9 его поршень 10 находится в нейтральном положении и шариковый клапан 11 перекрывает выход масла из штоковой полости гидроцилиндра 5. Тем самым исключается самопроизвольное опускание рабочей секции 7 и поддерживается заданная глубина хода подкапывающих органов.

При нарушении заданной глубины хода и подъеме копирующего шупа 1 в процессе отслеживания рельефа поля золотник гидрораспределителя 3 смещается из второй позиции в первую. Масло от основной гидросистемы корнеклубнеуборочной машины через гидрораспределитель 3 поступает через магистраль 20 во вторую управляющую полость гидрозамка 9, а из нее, отжимая шариковый клапан 11, подается в штоковую полость гидроцилиндра 5, обеспечивая тем самым подъем рабочей секции 7 подкапывающих органов в соответствии с подъемом шупа 1. При этом из бесштоковой полости гидроцилиндра 5 масло беспрепятственно по гидравлической магистрали 19 через внутренний канал гидрораспределителя 3 и обратный клапан 12, по гидравлической магистрали 22 вытесняется на слив.

При нарушении заданной глубины хода и опускании копирующего шупа 1, в процессе отслеживания рельефа поля, гидрораспределитель 3 переходит в третью позицию и процесс восстановления

заданной глубины хода осуществляется аналогично функционированию устройства при переходе из транспортного в рабочее положение. Опускание рабочей секции 7 будет происходить до тех пор, пока гидрораспределитель 3 не перейдет во вторую позицию, а заданная глубина хода подкапывающих органов не восстановится.

Подъем подкапывающих органов в транспортное положение осуществляется при переходе из режима автоматического управления в режим ручного управления реверсированием потока масла с помощью распределителя 28. При этом масло через второй обратный клапан 13 и по магистраль 24 поступает в штоковую полость гидроцилиндра 5, осуществляя принудительный подъем рабочей секции 7 подкапывающих органов. Одновременно из бесштоковой полости гидроцилиндра 5 масло вытесняется по трубопроводу 19 к четвертой линии (IV) гидрораспределителя 3 и через его каналы напрямую или через третий обратный клапан 14 в магистраль 17 и далее на слив. Состояние клапана 15 на осуществление подъема рабочей секции 7 влияния не оказывает.

Наличие управляемого гидроклапана 15, включенного между бесштоковой полостью гидроцилиндра 5 и сливной магистралью 30, позволяет после внедрения подкапывающих органов в почву отключить принудительное их заглубление путем открытия гидроклапана 15. В этом случае масло из бесштоковой полости гидроцилиндра 5 свободно перетекает в сливную магистраль 30 и далее на слив в гидробак 27 и рабочая секция 7 с подкапывающими органами опускается под действием заглубляющего усилия, величина которого зависит от веса рабочей секции 7 с подкапывающими органами и вертикальной составляющей технологической нагрузки на них. В результате скорость заглубления подкапывающих органов зависит от плотности почвы, а рычаги 6 нагрузок не воспринимают, что исключает их поломку и обуславливается более высокая надежность устройства стабилизации глубины хода подкапывающих органов корнеклубнеуборочной машины.

### Заключение

Предложено оригинальное устройство стабилизации глубины подкапывания грядок лемехами корнеклубнеуборочных машин, использование которого позволит повысить надежность их работы.

### Литература

1 Шило И.Н. Ресурсосберегающие технологии сельскохозяйственного производства / И.Н. Шило, В.Н. Дашков. – Минск : БГАТУ, 2003. – 183с.

2 Рекомендации по созданию подкапывающих органов картофелеуборочных машин / Б. Танась [и др.] // Энергосберегающие технологии и технические средства в сельскохозяйственном производстве : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 12–13 июня 2008г. – Минск, 2008. – С.119–122.

3 Устройство для стабилизации глубины хода подкапывающих органов корнеклубнеуборочной машины: а. с. 1563608 СССР, Кл. А01 В 63/00 / Л.А. Вергейчик, В.П. Буяшов, К.В. Сашко и др.; Белорусский институт механизации сельского хозяйства, - заявл. 18.04.88, опубл. 15.05.90 // Бюл. - 1990. – № 18. – С.68.

4 Устройство стабилизации глубины хода подкапывающих органов корнеклубнеуборочной машины : патент на полезную модель № 5098 У Респ. Беларусь, МПК А01В63/00 / П.В. Клавусь, Б.М. Астрахан, К.В. Сашко, Н.Н. Романюк, А.Л. Вольский ; заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – № u20080607 ; заявл. 29.07.2008; опубл. 28.02.2009 // Афишный бюл. / Нац. центр интеллектуал. уласнасці. – 2009. – № 1. – С.138.

УДК 631.312

### НАВЕСНОЙ ОБОРОТНЫЙ ПЛУГ С РЕГУЛИРУЕМОЙ ШИРИНОЙ ЗАХВАТА

<sup>1,2</sup>Крук И.С., к.т.н., доцент, <sup>1,3</sup>Чигарев Ю.В., д.ф.-м.н., профессор, <sup>1</sup>Назаров Ф.И., студент,

<sup>2</sup>Повиков А.А., начальник кафедры, <sup>4</sup>Назаров И.С., главный конструктор

<sup>1</sup>УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

<sup>4</sup>РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск

<sup>2</sup>Институт переподготовки и повышения квалификации МЧС Республики Беларусь, Светлая Поляна, Республика Беларусь

<sup>3</sup>Западнопоморский технологический университет, Щецин, Польша

Предложена конструкция навесного оборотного плуга с регулируемой шириной захвата, позволяющего производить качественную основную обработку полей с различными агрофонами. Опытный образец плуга, изготовленный на ДП «Минийтовский РЗ», прошел приемочные испытания на ГУ «Белорусская МИС» и в настоящее время осуществляется организация серийного производства.