

### Литература

1. Свирский, Д. Н. // Организация и технология компактного производства. Теория и практика: монография / Д.Н. Свирский, Б.Н. Сухиненко. – Витебск, УО «ВГТУ», 2008. – 200 с.

УДК 631.356.46.02-52

## УСТРОЙСТВО СТАБИЛИЗАЦИИ ГЛУБИНЫ ХОДА ЛЕМЕХОВ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИН

Шило И.Н., д.т.н., проф., Романюк Н.Н., к.т.н., доц., Сашко К.В., к.т.н., доц.,  
Клавсуть П.В., ст. препод. (БГАТУ)

### Введение

Повышение производительности уборочных машин, улучшение качества заготавливаемого продукта и снижение затрат на уборку – основная проблема механизации уборки картофеля. В картофелеуборочных машинах не решена проблема стабильности глубины подкапывания лемехами картофельных грядок. На 32...58% убираемых площадей отклонения глубины подкапывания от заданной могут достигать до 0,08 м [1], что значительно превышает агротехнический допуск 0,02 м [2].

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 из-за вывоза плодородной почвы в виде комков [3].

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.

### Основная часть

В Белорусском государственном аграрном техническом университете разработано оригинальное устройство стабилизации глубины хода подкапывающих органов корнеклубнеуборочной машины [4] (рисунок 1).

Устройство 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 17-24. Источником гидравлического питания для функционирования устройства является основная гидросистема 25 уборочной 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 позиции первая линия связана с третьей, а вторая с четвертой. Гидрозамок 9 по обе стороны его поршня 10 имеет

управляющие полости, первая из которых гидравлически сообщается с линией IV гидрораспределителя 3, а II – с его линией III. Поршень гидрозамка устроен так, что, при подаче масла в первую управляющую полость гидрозамка, поршень смещается, открывает шариковый клапан 7 и тем самым магистраль 20 сообщается со штоковой полостью гидроцилиндра 5. Гидрораспределитель 28 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 служит предохранительно-переливной клапан 31. Электрическая схема управления гидроклапаном 15 образована датчиком 32 положения копирующего шупа 1, импульсным элементом 33 электронным ключом 34, обмоткой 35 управления гидроклапаном 15 и источником тока 36. Импульсный элемент 33 вырабатывает импульс напряжения с параметрами, оптимальными для срабатывания электронного ключа 34. Ключ имеет два фиксированных состояния – включено и выключено, переключение которых осуществляется при подаче сигнала от элемента 33. 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 так, что при прохождении рычага 37 мимо него 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 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.

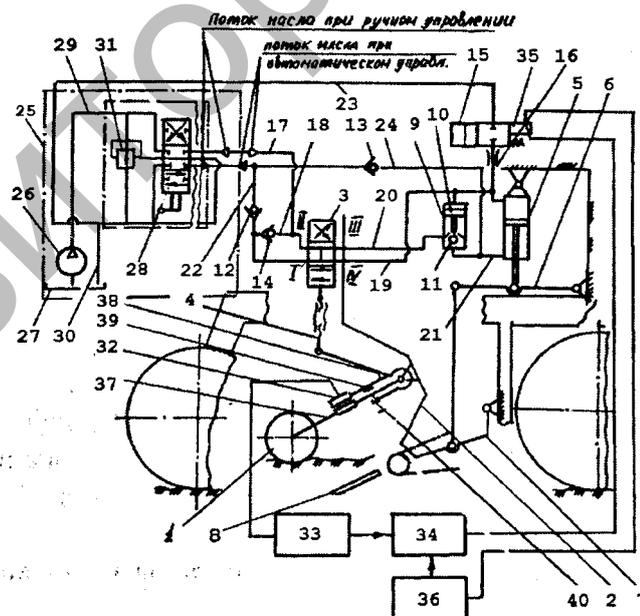


Рисунок 1 – Схема устройства стабилизации глубины хода подкапывающих органов корнеклубнеуборочной машины

Устройство работает следующим образом.

При транспортных переездах или развороте машины ее подкапывающие органы 8 находятся в поднятом положении, а гидрораспределитель 28 ручного управления – в среднем. Масло от масляного насоса 26 поступает в напорную гидравлическую магистраль

29 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 не поступает и оно 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 перекрывается шариковым клапаном 11. В результате секция 7 подкапывающих органов надежно удерживаются в поднятом транспортном положении. После окончания разворота машины ее подкапывающие органы опускаются. Для этого гидросистема переводится в режим автоматического управления путем перевода в крайнее верхнее положение гидрораспределителя 28 и его фиксирования в этом положении. В результате масло из напорной гидравлической магистрали 29 поступает под давлением по магистрали 17 ко II линии гидрораспределителя 3 и далее от его IV линии по гидравлические магистрали 19 подается в первую управляющую полость гидрозамка 9 и в бесштоковую полость гидроцилиндра 5. Одновременно поршень 10, смещаясь 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 электронный ключ 34 находится в выключенном состоянии, напряжение питания от источника 36 на обмотку электромагнита 35 не проходит и клапан 15 остается в запорном состоянии. В результате под действием масла происходит принудительное опускание рабочей секции 7 с подкапывающими органами и их внедрение в почву. Принудительное заглубление будет происходить до тех пор, пока копирующий шуп 1 не достигнет поверхности почвы, а лемеха не внедрятся в почву. После того, как рычаг 37 повернется в направлении упора 39 и пройдет мимо датчика 32, последний выработает электрический сигнал, импульсным элементом 33 сигнал преобразуется и подается на вход электронного ключа 34 и ключ открывается.

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 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 происходит 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.

Далее после заглубления подкапывающих органов на заданную глубину устройство стабилизации работает следующим образом.

При нахождении золотника гидрораспределителя 3 во второй позиции масло, поступающее по магистрали 17 к его линии II, перетекает по внутренним каналам гидрораспределителя к его 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 щупа 1 в процессе отслеживания рельефа поля золотник гидрораспределителя 3 смещается из второй позиции в первую, масло от основной гидросистемы машины через гидрораспределитель 3 поступает через магистраль 20 во вторую управляющую полость гидрозамка 9, а из нее подается в штоковую полость гидроцилиндра 5, обеспечивая тем самым подъем рабочей секции 7 подкапывающих органов в соответствии с подъемом щупа 1.

При нарушении заданной глубины хода и опускании копирующего щупа 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 положения в рабочее. 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 магистрали 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 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 и рычаги 6 нагрузок не воспринимают, что исключает их поломку.

Проведенные исследования с использованием данного устройства показали, что чистота клубней увеличилась с  $(70,1 \pm 3,9)\%$  до  $(81,8 \pm 1,2)\%$ , а повреждения уменьшились с  $(12,3 \pm 1,8)\%$  до  $(6,9 \pm 1,4)\%$  [5].

### **Заключение**

Предложенная оригинальная конструкция устройства стабилизации глубины хода подкапывающих органов, выполненного в виде единого конструктивного блока, который может монтироваться на различные типы картофелеуборочных машин, отличается повышенной надежностью. Применение устройства повышает равномерность подкапывания и улучшает агротехнические показатели работы технологической линии.

### **Литература**

1. Исследование устойчивости глубины хода лемехов картофелеуборочного комбайна КСК – 4 / П.В. Клавсутъ [и др.] // Механизация возделывания и уборки технических культур в Белорусской ССР: Сб. науч. трудов, вып. 113. – Горки, 1983. – С.24-29.
2. Картофелеуборочные машины / Г. Д. Петров, 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1984. – 320с.
3. Рекомендации по созданию подкапывающих органов картофелеуборочных машин / Б. Танась [и др.] // Энергосберегающие технологии и технические средства в сельскохозяйственном производстве : доклады Междунар. науч.-практ. конф. В 2 ч., ч.1,

Минск, 12–13 июня 2008г. – Минск, 2008. – С.119-122.

4. Устройство стабилизации глубины хода подкапывающих органов корнеклубнеуборочной машины: патент 13776 С2 Респ. Беларусь, МПК А01В63/111 / П.В. Клавсуть [и др.]; заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т.– № а 20081005; заявл. 29.07.2008; опубл. 30.12.2010 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 6.– С.46–47.

5. Шило, И.Н. Стабилизация глубины хода лемехов картофелеуборочных машин / И.Н. Шило, Н.Н. Романюк, П.В. Клавсуть // Агропанорама. – 2010. – №3. – С. 5–9.

УДК 621.43.001.4

## МЕТОДЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ ГИДРОСИСТЕМ

Тимошенко В.Я., к.т.н., Новиков А.В., к.т.н., доц., Жданко Д.А., ассист. (БГАТУ)  
Шмат Т.М., ст. препод. (МГПУ им. И.П. Шамякина)

### Введение

Безотказность и долговечность гидрооборудования зависят от многочисленных конструктивных, технологических, производственных и эксплуатационных факторов. По информации зарубежных компаний Vickers, Parker, Bosch, Rexroth, Hydac, Sauer-Danfoss, специализирующихся на изготовлении гидравлического оборудования, до 70...80% всех отказов в гидравлических системах и связанный с этим ремонт гидрооборудования возникает из-за загрязнения рабочих жидкостей или применения не предназначенных для гидравлического привода. Существует причинно-следственная связь между эксплуатационными свойствами рабочей жидкости и параметрами ее фильтрации, которые, в свою очередь, зависят от режимов работы и условий эксплуатации гидропривода.

Так, известно, что повышение тонкости фильтрации жидкости в гидравлической системе с 20...25 до 5 мкм увеличивает срок службы аксиально-поршневых насосов, более чем в 10 раз, а гидроаппаратуры – в 5...7 раз. По зарубежным данным, из 100 аварийных ситуаций в гидравлических системах 90 происходит вследствие загрязнения рабочих жидкостей.

Так, при выполнении полевых сельскохозяйственных работ пыль проникает в гидробак, главным образом, через сапун. При этом механические частицы, прошедшие вместе с воздухом через фильтрующую набивку сапуна гидробака, остаются в рабочей жидкости. Через сапун в гидробак в зависимости от условий работы поступает до 0,30...0,35 м<sup>3</sup>/ч воздуха, в 1 м<sup>3</sup> которого содержится от 0,06 до 160 г пыли. По другим данным, массовая концентрация загрязнений в жидкостях гидросистем тракторов и комбайнов колеблется в пределах 150...1200 мг/л. При одной и той же концентрации в жидкости может быть разное количество частиц механических примесей различных размеров.

Приведенные данные указывают на необходимость не только контроля состояния рабочей жидкости гидравлических систем, состояния их фильтров, периодической очистки жидкостей, но и снижения количества механических примесей, попадающих вместе с воздухом в гидробак.

### Основная часть

Загрязнение рабочей жидкости происходит из-за попадания в нее продуктов износа деталей гидрооборудования и механических примесей содержащихся в воздухе, прошедшем в гидробак через его сапун.

Гидравлический бак в процессе работы гидросистемы периодически «дышит», т.е. из него забирается рабочая жидкость на потребитель, а освободившийся объем через сапун заполняется воздухом. Сапун обычно представляет собой фильтр грубой очистки воздуха и не способен полностью очистить его от механических примесей. Более тонкая очистка