

УДК 631.356

UDC 631.356

**КОПИРОВАНИЕ РЕЛЬЕФА ПОЧВЫ БЕЗ  
МЕХАНИЧЕСКОГО КОНТАКТА ПРИ  
УДАЛЕНИИ КАРТОФЕЛЬНОЙ БОТВЫ**

**CONTACTLESS METHOD OF COPYING  
THE RELIEF OF THE SOIL WHEN YOU  
DELETE A POTATO HAULM**

Бышов Николай Владимирович  
д.т.н., профессор

Byshov Nikolay Vladimirovich  
Dr.Sci.Tech., Full Professor

Горохова Марина Николаевна  
к.т.н., доцент

Gorokhova Marina Nikolayevna  
Cand.Tech.Sci., Associate Professor

Бышов Дмитрий Николаевич  
к.т.н., доцент

Byshov Dmitry Nikolayevich  
Cand.Tech.Sci., Associate Professor

Загородний Олег Сергеевич  
аспирант

Zagorodniy Oleg Sergeevich  
postgraduate student

Горохов Александр Анатольевич  
студент

Gorokhov Alexander Anatolyevich  
student

*Рязанский государственный  
агротехнологический университет имени П.А.  
Костычева, Рязань, Россия*

*Ryazan State Agrotechnological University named  
after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia*

В статье разработано устройство для бесконтактного измерения расстояния, позволяющее эффективно копировать рельеф поверхности без механического контакта с ней, точно поддерживая заданное расстояние до режущего элемента

The article has developed the device for non-contact distance measurement, which effectively terrain surface with no mechanical contact with her, just maintaining the distance from the cutting unit to the soil surface

Ключевые слова: КАРТОФЕЛЬ, БОТВА, ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА, КОМПАРАТОР, МЕРНАЯ БАЗА, ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Keywords: POTATOES, TURNIP, OPTICAL SYSTEM, COMPARATOR DIMENSIONAL BASE

В настоящее время картофель является одной из основных сельскохозяйственных культур на территории РФ. В ходе подготовки к уборке клубней картофеля необходимо контролировать состояние отмирания ботвы и своевременно проводить ее удаление. Удаление ботвы проводится с целью регулирования физиологического созревания клубней картофеля и повышения производительности последующей уборки [1].

Ботву начинают удалять, если отмерло 75% длины стебля. При поражении картофельной ботвы вирусами ее удаляют раньше, при этом сначала проводят химическое опрыскивание, затем механическое удаление. После удаления ботвы необходимо 2..3 недели, чтобы кожура клубней картофеля достигла механической прочности. Более длительное

пребывание клубней в почве снижает содержание крахмала и повышает опасность их поражения вирусами [2].

Повторному отрастанию ботвы способствует раннее удаление, обильные осадки, сортовые свойства картофеля и превышение доз азотного удобрения. Если повторно отрастает ботва, то ее необходимо снова удалить, при помощи химической обработки или механического удаления. Однако химическую обработку без механического удаления возможно проводить только у сортов со слабо развитой ботвой.

В настоящее время применяют комбинированную механическую и химическую обработку картофельной ботвы [3]. При механическом удалении достигается дробление стебля, и равномерное распределение его по полю. Химическая обработка остатков ботвы десикантами производится через 12...36 часов после ее механического удаления.

Для того чтобы удалить ботву с наименьшими повреждениями клубней картофеля, при разработке ботвоудалительной техники, необходимо учитывать рельефные условия почвы, так как поверхность поля идеально ровной не бывает.

В настоящее время используют специальные копирующие колеса. Однако, как показывает практика, со своей задачей такая конструкция не справляется, особенно на высоких скоростях удаления ботвы. Кроме того, копирующие колеса повышают повреждаемость клубней картофеля.

Таким образом, актуальной задачей является снижение повреждаемости клубней картофеля путем использования бесконтактного способа копирования рельефа почвы.

В настоящее время существуют различные бесконтактные способы измерения расстояния до объекта с помощью оптических устройств, использующих триангуляционный способ измерения [5]. Однако эффективность использования способа в полевых условиях сельского хозяйства значительно снижается по следующим причинам:

- неизвестно точное текущее значение скорости звука в воздухе в момент послышки импульса;

- лазерный луч и линия, соединяющая облучаемую точку поверхности почвы и микрофон, не параллельны;

- источником звукового сигнала является область термического расширения воздуха в приповерхностном слое почвы;

- в спектре принимаемого акустического сигнала преобладают низкие частоты, близкие к диапазону основных производственных шумов (до 10 кГц), формируемых при работе узлов ботвоудалительной техники.

Решением вышеуказанной проблемы является разработка устройства для бесконтактного измерения расстояния до объекта с применением оптической фокусирующей системы и компаратора с мерной базой.

Сущность разработанного устройства заключается в следующем: на одной оси с измеряемой точкой объекта 1 и лазером 8 размещают оптическую фокусирующую систему 7, приемник акустических сигналов 5 с антенной 6 и мерную базу 2. Измеряемую точку поверхности объекта 1 и одновременно базовые плоскости 3 мерной базы 2 облучают через оптическую фокусирующую систему 7 и полупрозрачные пластины 4, отражающие акустические волны, а также длины волн лазерного излучения моноимпульсным излучением лазера 8 с модулируемой добротностью при плотности мощности излучения в точках фокусировки  $10^8$  Вт/см<sup>2</sup>. Передний фронт импульса лазерного луча фиксируется с помощью фотоприемника 12, который через усилитель светового сигнала 13 и электронный блок 14 обработки сигнала запускает измеритель временных интервалов 15. В точках облучения возникают плазменные точки, а возникающие при этом звуковые волны принимаются антенной 6 приемника 5, где они преобразуются в электрический сигнал, который сигнал обрабатывается усилителем антенны 17 и широкополосным усилителем 18 и поступает на блок 19 обработки звукового сигнала.

Обработанный опорный сигнал поступает в измеритель опорных сигналов 15, где измеряются три временных интервала между передним фронтом импульса лазерного излучения и временем окончания первого полупериода опорного сигнала, полученного в приемнике 5 от звуковых

волн, пришедших от первой и второй базовой плоскости мерной базы и от облученной точки объекта измерения.

Измеритель опорных сигналов 15 через контроллер 16 передает измеренные интервалы распространения опорных сигналов на компьютер 10. В компьютере 10 по специальной программе с введением поправки на текущую скорость звука компаратором, использующим полученные данные временного интервала между опорными сигналами, индуцированными от двух плоскостей мерной базы, вычисляется расстояние от базовой поверхности компаратора до измеряемой точки объекта по формуле:

$$s = t \cdot v, \quad (1)$$

где  $v$  – скорость звука в м/сек;  $t$  – интервал времени между передним фронтом импульса лазерного излучения и моментом приема отраженной звуковой волны акустическим приемником.

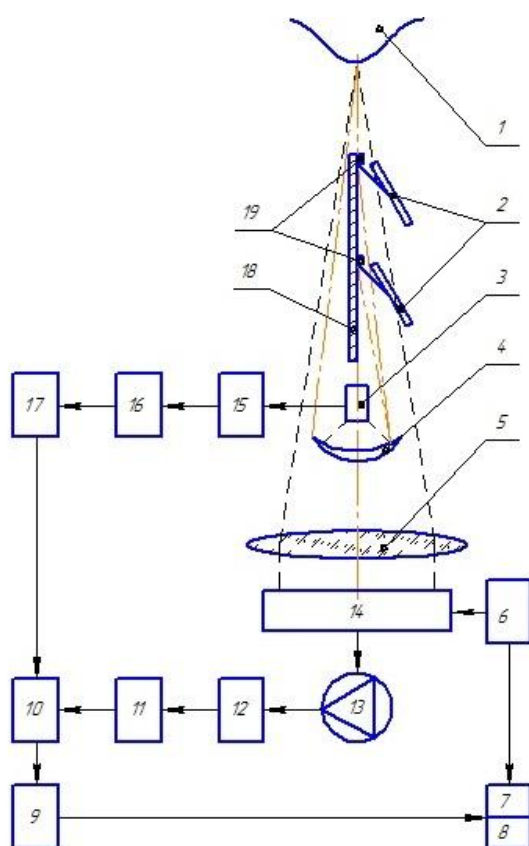


Рисунок 1. – Устройство для бесконтактного измерения расстояния: 1 – объект; 2 – мерная база; 3 – базовые плоскости; 4 – пластины; 5 – приемник акустических сигналов; 6 – антенна; 7 – оптическая фокусирующая система; 8 – лазер; 9 – источник питания лазера; 10 – компьютер; 11 – монитор; 12 – фотоприемник; 13 – усилитель светового сигнала; 14 – электронный блок; 15 – измеритель опорных сигналов; 16 – контроллер; 17 – усилитель антенны; 18 – широкополосный усилитель; 19 – блок обработки опорного сигнала.

Разработанное устройство для бесконтактного измерения расстояния до объекта установлено на ботвоудалительной машине и соединено с электрогидравлической системой управления задним навесным устройством трактора. Это позволяет догружать задний ведущий мост трактора без использования опорных колес в районе оси подвеса ботвоудалительной машины. Копирование рельефа почвы реализуется посредством коррекции положения нижних тяг заднего навесного устройства путем применения электрогидравлической системы.

Электрогидравлическая система модулирует гидравлические параметры в соответствии с опорными сигналами, которые представляют собой идеальный интерфейс между гидравлической и электронной системами. Электрогидравлическая система легко программируется, обеспечивает гибкую автоматизацию и представляет собой, в основном, проблему управления осями. Движение оси может управляться без обратной связи или с обратной связью, в зависимости от требуемого уровня точности.

Точность систем с обратной связью выше по сравнению с системами без обратной связи и в меньшей степени подвержена влиянию внешних помех, вызываемых работой узлов ботвоудалительной машины. Управление с обратной связью выполняется посредством модулирования опорного сигнала на контроллере, который получает сигнал от датчика исполнительного механизма и производит сравнение двух сигналов. Получаемая погрешность обрабатывается электронным контроллером на пропорциональном клапане.

Пропорциональные клапаны могут работать, без обратной связи (клапаны без датчика положения) или с обратной связью (клапаны с датчиком положения). Пропорциональные клапаны без обратной связи питаются через электронные драйверы, модулирующий ток на электромагните пропорционален опорному сигналу. Пропорциональные

клапаны с обратной связью питаются через электронный драйвер, модулирующий ток на электромагните пропорционален положению золотника (рис. 2).

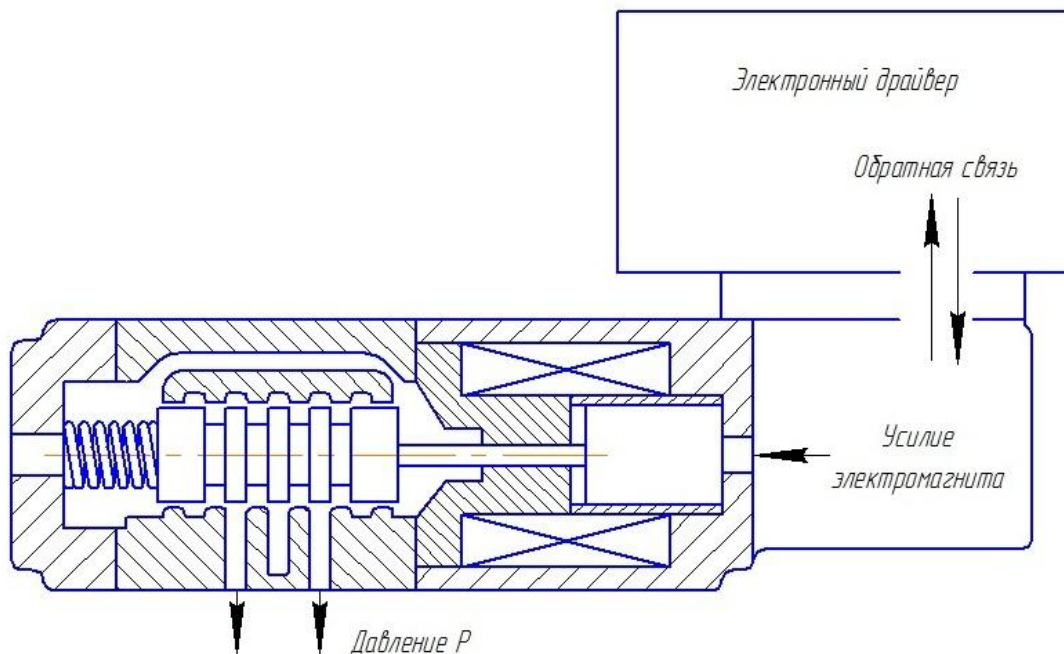


Рисунок 2. – Пропорциональный клапан с обратной связью

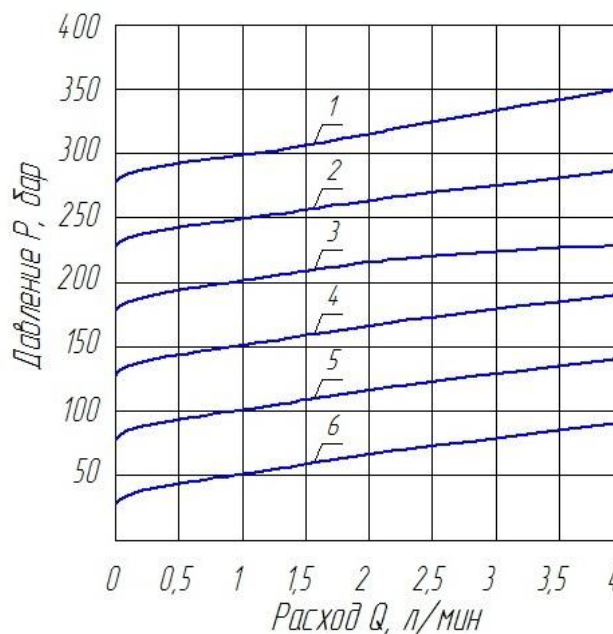
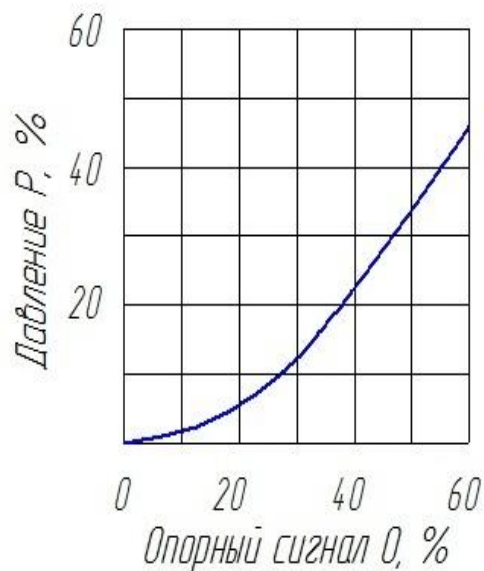


Рисунок 3. – Зависимость давления P от опорного сигнала O

Рисунок 4. – Зависимости давления P от расхода Q (1-6 – опорные сигналы)

Регулировочный график показывает как изменяется давление  $P$  от значения опорного сигнала  $O$  (рис. 3) и расхода гидравлической жидкости (рис. 4) при применении пропорциональных клапанов с обратной связью [5].

Зависимость расхода  $Q$  гидравлической жидкости от значения опорного сигнала  $O$  и зависимости падения давления  $\Delta P$  от расхода гидравлической жидкости  $Q$  представлены на рисунках 5 и 6 [5].

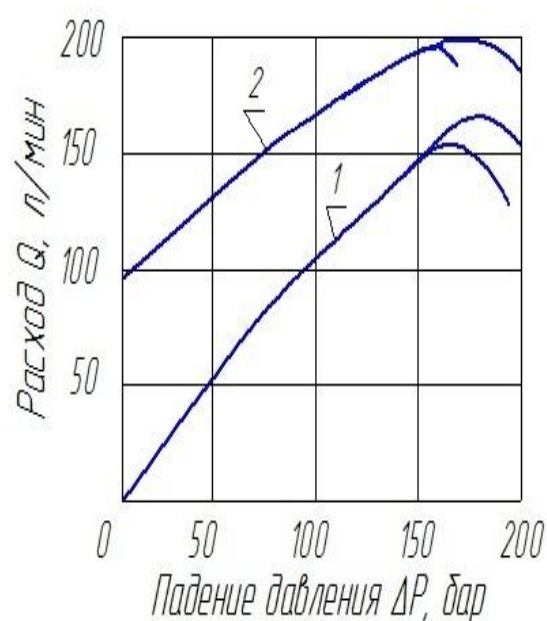
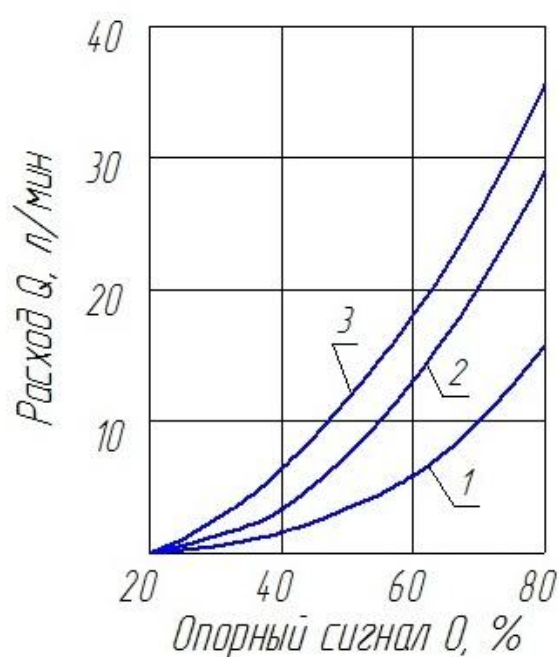


Рисунок 5. – Зависимость расхода  $Q$  от опорного сигнала  $O$  (1-3 – гидравлическая жидкость)  
 Рисунок 6. – Зависимости падения давления  $\Delta P$  от расхода  $Q$  (1-2 – опорные сигналы)

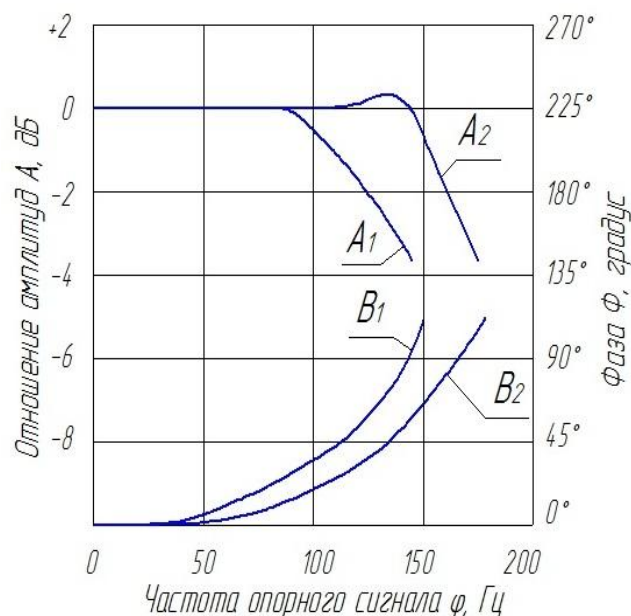
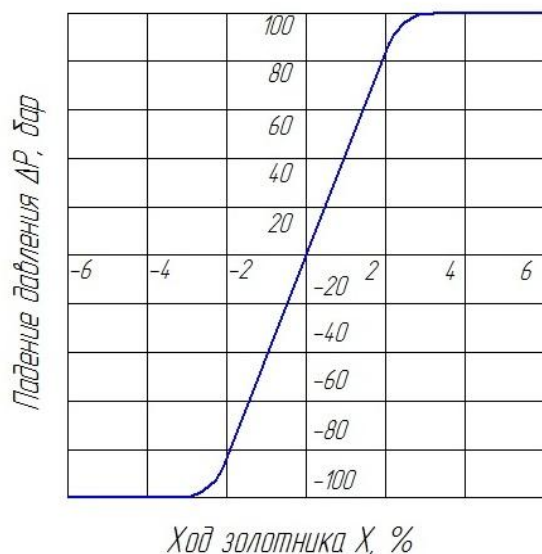


Рисунок 7. – Зависимость хода золотника X от падения давления ΔP  
 Рисунок 8. – Зависимость отношения амплитуды A и фазы Φ от частоты опорного сигнала φ

На рисунке 7 представлена зависимость падения давления ΔP в канале от хода золотника X в клапане с нулевым перекрытием (положение покоя). Увеличение давления – это значения хода золотника в %, которому соответствует падение давления между каналами.

Кривые (рис. 8) по диапазонам регулировки ( $\pm 5\%$  и  $\pm 90\%$ ) показывают: А - как изменяется отношение амплитуды (между амплитудой опорного сигнала и ходом золотника) при изменении частоты опорного сигнала; Б - как изменяется фаза (между опорным сигналом и реальным ходом золотника) при изменении частоты опорного сигнала.

Применение пропорциональных клапанов с обратной связью позволяет обеспечить: внутреннюю защиту от перегрузок; быстрое время реагирования; простоту и непрерывность работы; повысить долговечность и надежность электрогидравлической системы.

Таким образом, разработанное устройство для бесконтактного измерения расстояния до объекта путем применения



электрогидравлической системы позволяет эффективно копировать рельеф почвы без механического контакта с ней, точно поддерживая заданное расстояние до режущего элемента, что снижает буксование колес тракторов и повреждаемость клубней картофеля до 6,5%.

### Библиографический список

1. Бышов Н.В. Совершенствование технологического процесса сортировки клубней картофеля по цветовой информации / Н.В. Бышов, М.Н. Горохова, Д.Н. Бышов, В.А. Посконнов, Э.О. Нестерович, А.А. Горохов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №05(89).
2. Бышов Н.В. Оперативное исследование влажности почвы и её влияние на выбор типа рабочего элемента картофелеуборочной машины / Н.В. Бышов, М.Н. Горохова, Д.Н. Бышов, Э.О. Нестерович, В.А. Посконнов, А.А. Горохов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №05(089).
3. Бoryчев С.Н. Оценка уровня эксплуатационной надежности технических средств, используемых при уборке картофеля. / Бoryчев С.Н., Успенский И.А., Бышов Н.В., Рембалович Г.К. // «Вестник РГАТУ», 2009. - № 4 стр. 29-31.
4. Бoryчев С.Н. Современные пути решения проблем механизированной уборки картофеля. / Бoryчев С.Н., Бышов Д. Н. // «Вестник РГАТУ», 2010. - № 3 (7) стр. 63-65.
5. Горохова М.Н. Копировальное устройство для механической обработки фасонных поверхностей замкнутого контура // Сборник докладов и материалов 10 конгресса «Кузнец – 2010»: «Состояние, проблемы и перспективы развития кузнечнопрессового машиностроения, кузнечноштамповочного производства и обработки материалов давлением». – Рязань: ОАО «Тяжпрессмаш», 2010. - С.102-104.

### References

1. Byshov N.V. Improvement of technological process of sorting potatoes on the color information / N.V. Byshov, M.N. Gorokhova, D.N. Byshov, V.A. Poskonnov, E.O. Nesterovich, A. A. Gorokhov // Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №05(89).
2. Byshov N.V. Rapid study of soil moisture and its influence on the choice of the type of work item potato harvester / N.V. Byshov, M.N. Gorokhov D.N. Byshov, E.O. Nesterovich, V.A. Poskonnov, A. A. Gorokhov // Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №05(89).
3. Borychev S.N. Assessment of the level of safety of technical equipment used for harvesting potatoes. / Borychev S.N., The assumption I.A., Byshov, N.V, Rembalovich G.K. //«Vestnik RGATU», 2009. - str. 29-31.
4. Borychev S.N. Modern ways of solving the problems of mechanized harvesting potatoes. / Borychev S.N., Byshov D. N. // The journal. «Vestnik RGATU». - 2010, № 3 (7) str. 63-65.
5. Gorokhova M.N. Copier for mechanical processing shaped surfaces of a closed loop //

Collection of reports and materials of the 10th Congress «Smith - 2010»: «Condition, problems and prospects of development of кузнечнопрессового engineering, blacksmith production and processing of materials by pressure». - Ryazan: JSC"Tyazhpessmash", 2010. - str. 102-104.