

Volodymyr Bulgakov, Stanislav Smolinsky *,
Janusz Nowak, Wojciech Przystupa**

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОВЕРШЕНСТВОВАННОГО СПИРАЛЬНОГО СЕПАРАТОРА КАРТОФЕЛЬНОГО ВОРОХА

Аннотация. В статье описано устройство спирального сепаратора картофельного вороха и экспериментальной установки для исследования процесса сепарации и приведены результаты экспериментальных исследований.

Ключови слова: спиральный сепаратор, экспериментальное исследование, картофельный ворох

ВВЕДЕНИЕ

Среди проблем уборки картофеля, наибольшей является очистка выкопанного вороха от почвенных и растительных примесей. Так, по данным исследований, проведенных в Российской Федерации в картофельном ворохе, вывозимом с полей после уборки находится до 5 % почвенных примесей, что привело к тому, что на протяжении трех лет вывезено более 11 млн. тонн плодородной почвы [1].

Поскольку, при уборке картофеля комбайном, поднимается значительный пласт почвы, в котором картофель составляет всего лишь 2 % и при этом поднимаемый пласт является достаточно влажным (от 7% до 20% влажности в зависимости от состояния плантации), то сепарирующие рабочие органы серийно выпускаемых картофелеуборочных комбайнов не всегда обеспечивают высокую степень сепарации почвенных примесей [2]. Происходит это, чаще всего, в результате залипания поверхностей сепарирующих рабочих органов влажной почвой. Все это вызывает необходимость создания таких сепараторов картофельного вороха, которые бы обеспечивали не только надежное и качественное выполнение технологического процесса сепарации, а и были способны самоочищаться в процессе работы.

* Prof. dr Volodymyr Bulgakov, inż. Stanislav Smolynsky, Gosudarstvienny Agrarny Universytet, Ukraina

** Dr hab. Janusz Nowak, dr Wojciech Przystupa, Akademia Rolnicza w Lublinie, Polska

СХЕМА СПИРАЛЬНОГО СЕПАРАТОРА КАРТОФЕЛЬНОГО ВОРОХА И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Для решения поставленной задачи нами разработана усовершенствованная конструкция спирального сепаратора картофельного вороха. Спиральный сепаратор (рис. 1) состоит из трех винтовых, последовательно установленных приводных валцов 1, которые выполнены в виде консольных спиральных пружин 2, закреплены на ступицах 3 и соединены с приводным валом 4. Для предотвращения залипания просеивающих зазоров влажной почвой, спирали 2 установлены со взаимным перекрытием, а интенсификация сепарации вороха и дополнительное разрушения почвенных комков достигается эксцентричным закреплением валцов 1.

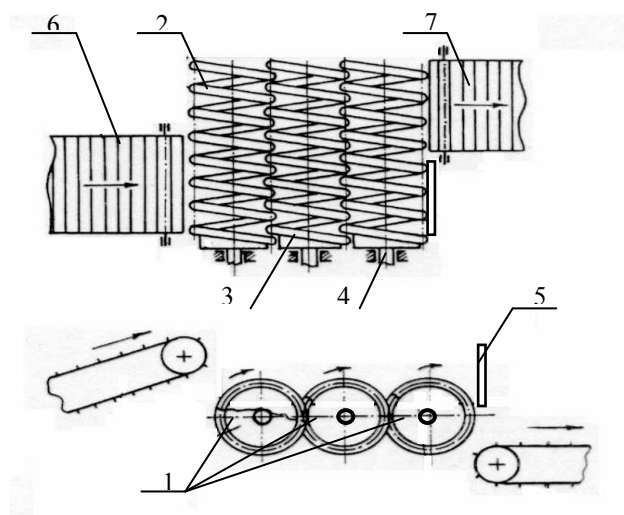


Рис.1. Конструктивная схема спирального сепаратора картофельного вороха: 1-винтовые валцы; 2-консольные спиральные пружины; 3-ступица; 4-приводной вал; 5-защитный щиток; 6-подающий транспортер; 7-отводящий транспортер

Fig. 1. The constructive schema of spiral separator of potato heap:

1 – spiral rolls ; 2 – spiral springs; 3 – hub; 4 – drive shaft; 5 – fender; 6 – feeder conveyor; 7 – band conveyor

Влияние отдельных параметров технологического процесса на качество работы определялось при проведении лабораторно-полевых экспериментальных исследований спирального сепаратора. Для проведения исследований спирального сепаратора нами была изготовлена экспериментальная установка на базе однорядного картофелекопателя марки Л-651, в задней части которого (после второго укороченного пруткового элеватора) был установлен усовершенствованный сепаратор (рис. 2).

Лабораторно-полевая установка состоит из копирующего катка 1, выкапывающего лемеха 2, первого 3 и второго 4 прутковых элеваторов,

спирального сепаратора 5, полотна для забора проб на выходе из сепаратора 6, полотна для забора проб просеянной массы 7, опорного колеса 8.

При проведении экспериментальных исследований в стационарных условиях экспериментальная установка была подключена к системе привода с помощью электродвигателя и трансмиссии, а подготовленные пробы вороха соответствующего фракционного состава подавались в зону очистки. При этом ставилась задача определить влияние отдельных параметров технологического процесса очистки на качество работы сепаратора. Из всех возможных конструктивных, кинематических и технологических параметров были выбрали основные, которые возможно без особых трудностей можно было изменять в определенных пределах: угол наклона α - 0 – 20 град, окружная скорость V - 1,81 – 2,37 м/с, эксцентриситет e - 0 – 10 мм, подача Q - 15 – 25 кг/с

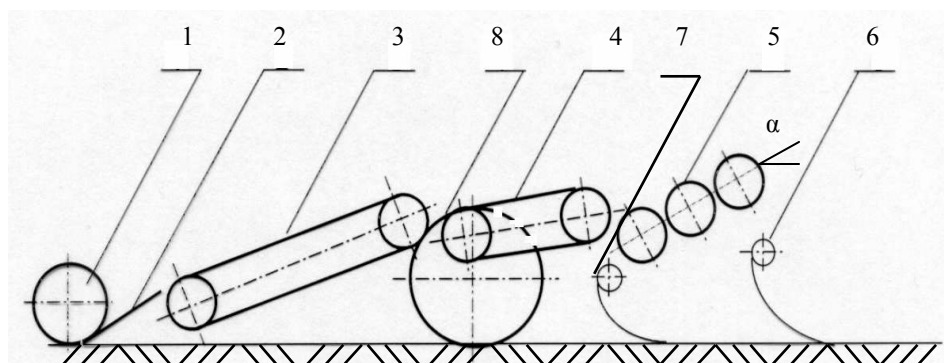


Рис.2. Конструктивная схема экспериментальной установки: 1-копирующий каток; 2-выкапывающий лемех; 3-первый элеватор; 4-второй элеватор; 5-спиральный сепаратор; 6-полотно для забора проб на выходе; 7-полотно для забора проб просеянной массы; 8-опорное колесо

Fig. 2. The constructive schema of experimental arrangement:

1 – road-roller ; 2 – digging share; 3 - first elevator; 4 - second elevator; 5 – spiral separator; 6 – canvas for collecting of tials ; 7 - canvas for collecting of trials of sifting material; 8 – gauge wheel.

Полевые экспериментальные исследования проводились в сезон уборки картофеля 2000 года на уборке одного рядка. Во время движения экспериментальной установки вдоль рядка клубненосный шар почвы сначала разрушался копирующим катком 1, а потом выкапывался лемехом 2, после чего транспортировался с одновременным сепарированием первым 3 и вторым 4 прутковыми элеваторами. Но как показали предварительные исследования, на прутковых сепараторах отделялось до 68% почвенных примесей, а оставшаяся часть, проходя сепарирующую поверхность, попадали на спиральный сепаратор 5, который приводится в движение от ВОМ агрегируемого трактора.

Остальные параметры при исследовании принимались нами как постоянные. К ним относились: диаметр спиралей сепаратора – 133 мм и угол наклона винтовой линии спиралей – 25°.

На первом этапе изучалось влияние четырех факторов на качественные показатели работы сепаратора - процент просеянной через спирали почвы.

При обработке результатов экспериментальных исследований с реализацией дробного факторного эксперимента по матрице **Ha – Ko** для четырех факторов получено математическую модель процесса в виде линейной регрессии. В кодированных значениях это уравнение регрессии имеет такой вид. При натуральных значениях будет иметь такой вид

$$Y = 118,396 + 0,25125\alpha - 12,2768V + 0,5325e - 0,3175Q \quad (1)$$

Из регрессионного анализа [3] этого уравнения можно сделать вывод, что максимальное влияние на просеивание почвы имеет окружная скорость спирали, а минимальное – подача материала. С увеличением угла наклона сепаратора и эксцентриситета увеличивается и просеивание почвы. Таким образом, для повышения процента просеянной почвы спиральным сепаратором необходимо обеспечить уменьшение скорости и подачи.

Последующие эксперименты имели цель изучения закономерностей просеивания почвы как функции угла наклона и скорости. После проведения исследований было получено модель в виде уравнения регрессии полинома второй степени

$$Y = 67,468 - 0,139\alpha - 0,022\alpha^2 + 34,909V - 11,746V^2 + 0,446\alpha V \quad (2)$$

Поверхность отклика, сечения поверхности отклика, зависимости просеивания почвы от угла наклона и скорости представлены на рис.3 и рис.4.

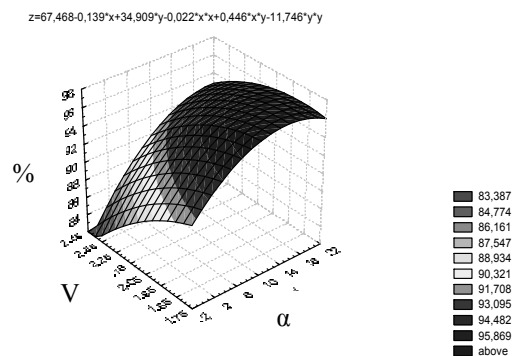


Рис.3. Поверхность отклика

Fig. 3. The surface of the response

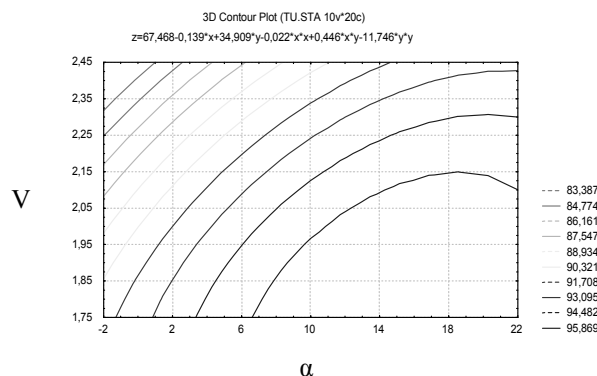


Рис.4. Двумерное сечения поверхности отклика

Fig. 4. Two-dimensional section of the surface of the response

При постоянном значении окружной скорости (1,81 м/с) и изменении угла наклона провели исследования технологического процесса работы сепаратора для различной влажности почвы (рис. 5).

Полученные в результате исследования просеянной почвы от влажности данные свидетельствуют о том, что при увеличении влажности процесс просеивания на спиральном сепараторе происходит медленнее, что приводит к увеличению содержания почвы в очищенном ворохе по сравнению с ворохом меньшей влажности.

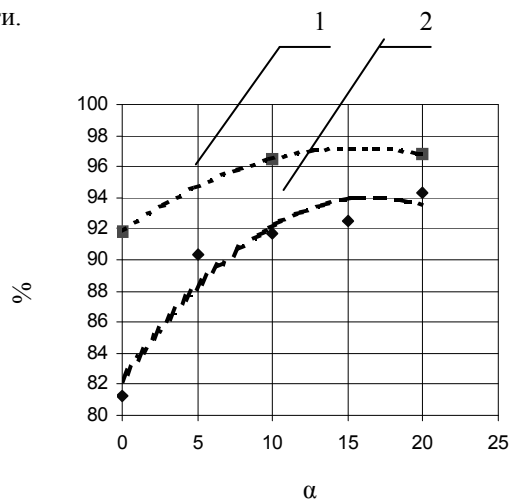


Рис. 5. Влияние угла наклона на просеивание почвы при влажности 1 – 7,0 %; 2 – 12,5 %

Fig. 5. The influence of angle of inclination on sifting soil for moisture 1 – 7,0 %; 2 – 12,5 %

Как видно из зависимости процента просеянной почвы от угла наклона и окружной скорости, с увеличением угла наклона до 15^0 наблюдается

существенный рост параметра оптимизации. Но при последующем увеличении значения угла наклона спирального сепаратора к горизонту изменения показателя являются несущественными и принимают постоянные значения.

При увеличении окружной скорости до 2 м/с процент просеянной почвы уменьшается медленно, а после достижения ее – наблюдается стремительное уменьшение, поскольку, увеличивая скорость, уменьшается время контакта подаваемой массы с рабочими органами сепаратора и большинство почвенных комков, получая начальную скорость от вальцов, перелетают через сепаратор. Процент просеянной почвы достигает максимального значения при минимальном (1,81 м/с) значении окружной скорости и максимальном (20^0) угле наклона сепаратора к горизонту. По теоретическим расчетам согласно уравнению регрессии он должен быть равен 96,73%.

Оптимизация значений конструктивных и кинематических параметров спирального сепаратора проведено из условия максимального значения процента просеянной сепаратором почвы, поскольку это по существу определяет качество работы сепаратора.

Используя результаты лабораторных исследований, были определены оптимальные значения параметров для работы в полевых условиях (для скорости движения машины 0,5–1,2 м/с); угол наклона сепаратора был принят 15^0 , окружная скорость спиралей была равна 1,92 м/с, эксцентриситет – 10 мм.

Графики зависимости эффективности сепарации картофельного вороха, его чистоты, потерь и повреждений картофеля представлены на рис.6.

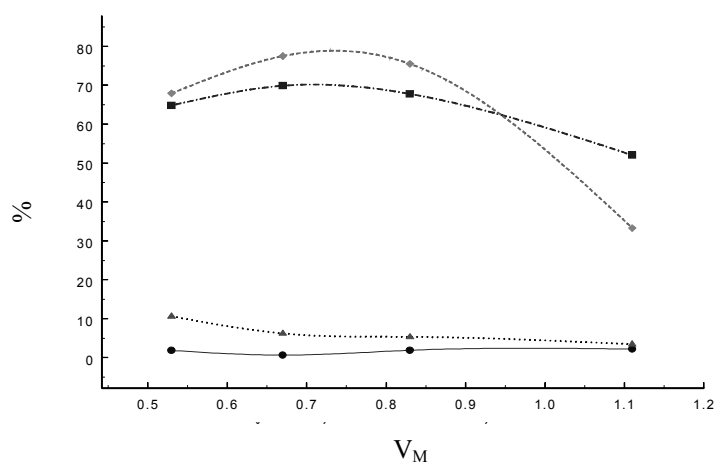


Рис. 6. Зависимость агротехнических показателей от поступательной скорости машины

Fig. 6. Dependence on the agrotechnical indices of forward speed

С увеличением поступательной скорости экспериментальной установки увеличивается подача вороха (при постоянных значениях сечения подкормного

пласта). Согласно результатам экспериментальных исследований (рис.6) увеличение поступательной скорости движения неодинаково влияет на агротехнические показатели работы уборочного агрегата.

Так, эффективность сепарации (кривая 1) на участке изменения скорости движения до 0,67 м/с увеличивается постепенно, а изменения скорости от 0,67 до 0,83 м/с наблюдается медленное ее падение. Последующее увеличение поступательной скорости экспериментальной установки приводит к значительному уменьшению этого показателя качества. Так при скорости 1,11 м/с эффективность сепарации составляет в среднем 33,31%. Подобным образом происходит и изменение чистоты вороха (кривая 2), поскольку чистота очищенного картофельного вороха также зависит от эффективности сепарации.

При этом как видно из графиков с увеличением скорости движения машины повреждение клубней картофеля уменьшается (кривая 3). Связано это, прежде всего, с тем, что на рабочие органы сепаратора подается больше количество почвы, что способствует снижению времени контакта корнеплодов с металлической поверхностью очистителя. Потери клубней картофеля (кривая 4) составляют 0,68 % при скорости движения машины 0,67 м/с, а дальнейшее ее увеличение, как видно, приводит к последовательному увеличению потерь. При скорости движения машины 1,11 м/с потери составляют 2,23%.

Полученные результаты экспериментальных исследований дали возможность определить оптимальные значения конструктивных и кинематических параметров усовершенствованного очистителя картофельного вороха.

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования подтверждают возможность применения спирального сепаратора при отделении почвенных комков.

АННОТАЦИЯ

В статье описано устройство спирального сепаратора картофельного вороха и экспериментальной установки для исследования процесса сепарации и приведены результаты экспериментальных исследований.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Бышов Н.В.**, 2000: Научно-методические основы расчета сепарирующих рабочих органов и повышение эффективности картофелеуборочных машин. Автореф. дис. на соиск. уч. ст. д.т.н., М., – 40 с.
2. **Петров Г.Д.**, 1984: Картофелеуборочные машины. М.:Машиностроение,. – 320 с.
3. **Мельников С.В. и др.**, 1980 Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. – Л.: Колос. – 168 с.

THE EXPERIMENTAL RESEARCH OF ADVANCED SPIRAL
SEPARATOR OF POTATO HEAP

Summary. The design of spiral separator of potato heap and experimental plant for research of process of separation is described and the results of experimental researches are given.

Keywords: spiral separator, experimental research, potato heap

Recenzent: Prof. dr Dymytro Woytiuk