

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РОТАЦИОННЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

## IMPROVEMENT OF ROTARY TOOLS FOR THE PRE-SOWING SOIL CULTIVATION

### ПОДОБРЯВАНЕ НА РОТАЦИОННИТЕ ИНСТРУМЕНТИ ЗА ПРЕДПОСЕВНА ОБРАБОТКА НА ПОЧВАТА

Cand.Tech.Sci. Valiev A<sup>1</sup>, Dr.Sci.Tech. Matjashin J, Dr.Sci.Tech. Ziganshin B<sup>2</sup>, eng. Siraziev L<sup>3</sup>  
Kazan state agrarian university, Kazan, Russia  
e-mail: ayratvaliev@mail.ru<sup>1</sup>, zigan66@mail.ru<sup>2</sup>, sirazievlenar@rambler.ru<sup>3</sup>

Д-р Валиев А.<sup>1</sup>, д-р Матяшин, д-р Зиганшин Б.<sup>2</sup>, инж. Сиразиев Л.<sup>3</sup>  
Казански държавен аграрен университет, Казан, Русия  
e-mail: ayratvaliev@mail.ru<sup>1</sup>, zigan66@mail.ru<sup>2</sup>, sirazievlenar@rambler.ru<sup>3</sup>

*Abstract: In article the review and the analysis of design features of the driveless rotary tools which are carrying out simultaneously a role of a harrow and a covering roller in modern combined units for pre-seeding preparation of soil is made. Design features of the driveless rotary tools developed in Kazan agrarian university which principles of work are founded on application of various kinds of vibrations and pulse methods of influence on processed soil are shown. The constructive scheme of new spiral toothed rotary tool is offered. The offered rotary tool is equipped by the hydrovibrator creating vibrations in a vertical plane and the spring block, ensuring self-excited vibrations in a horizontal plane. Depending on working conditions frequency of forced vibrations can be regulated by an among choke-flowmeter, and frequency of self-excited vibrations – the mechanism of change of rigidity of springs. Use a forced and self-excited vibrations in various combinations allows to increase quality of soil cultivation, to lower energy consumption and fuel rate.*

*Keywords: soil cultivation, rotary tool, spiral toothed harrow, vibration, self-excited vibration*

#### 1. Введение

Качество предпосевной обработки почвы – один из основных факторов, влияющих на получение своевременных дружных всходов семян и высокого урожая сельскохозяйственных культур.

Приемы и орудия для предпосевной обработки почвы должны обеспечить максимальное сохранение влаги в почве, полное подрезание и очистку поля от сорняков, создание разрыхленного мелкокомковатого слоя на глубину посева семян. При этом обязательным условием предпосевной обработки почвы является выравненность поверхности поля и отсутствие в верхнем слое почвенных комков размером более 10 мм.

В настоящее время для предпосевной обработки почвы применяются преимущественно комбинированные орудия, имеющие различные комбинации подрезающих, рыхлящих, вычесывающих, выравнивающих и прикатывающих рабочих органов различного конструктивного исполнения.

Как показывает обзор современных комбинированных машин для предпосевной обработки почвы, большинство из них оснащены бесприводными ротационными рабочими органами, размещенными в задней части машины и выполняющие роль бороны и прикатывающего катка одновременно [2]. Такие рабочие орган выполняют завершающую операцию выравнивания и создания мелкокомковатого уплотненного поверхностного слоя и оказывают существенное влияние на качество предпосевной подготовки почвы.

Целью данной работы является совершенствование бесприводных ротационных рабочих органов вибрационного действия, обеспечивающих снижение энергетических затрат и повышение качества обработки почвы.

#### 2. Результаты и дискуссия

Различные производители почвообрабатывающих машин предлагают разные конструкции бесприводных ротационных рабочих органов. Среди них наиболее широкое применение нашли спиральные, трубчатые или планчатые, зубчатые, кольцевые, клиновидно-округлые, игольчатые и сетчатые рабочие органы.

Спиральные рабочие органы наиболее подходят для работы на переувлажненных почвах, а трубчатые или пластинчатые обеспечивают требуемое качество обработки на сухих и не липких почвах. Клиновидно-округлые и кольцевые рабочие органы применяются также для обработки сухих почв. Однако, в отличие от других типов рабочих органов они хорошо работают и на тяжелых почвах, где первые не всегда могут обеспечить требуемое качество обработки. На тяжелых не липких почвах применяются также игольчатые рабочие органы, которые позволяют выровнять и рыхлить почву без уплотнения, а зубчатые – обеспечивают равномерное уплотнение поверхностного слоя по всей ширине захвата и хорошее крошение комков на большем типе почв. Сетчатые ротационные рабочие органы применяются в основном для подготовки почвы под посев трав, при обустройстве и уходе за ландшафтами.

Основные преимущества таких бесприводных ротационных рабочих органов заключается в том, что они менее энергоемкие, меньше забиваются почвой и растительными остатками, более надежны при работе на каменистых почвах. Кроме того, конструкции этих рабочих органов позволяют легко использовать их в комбинации с различными почвообрабатывающими и посевными машинами [4, 5].

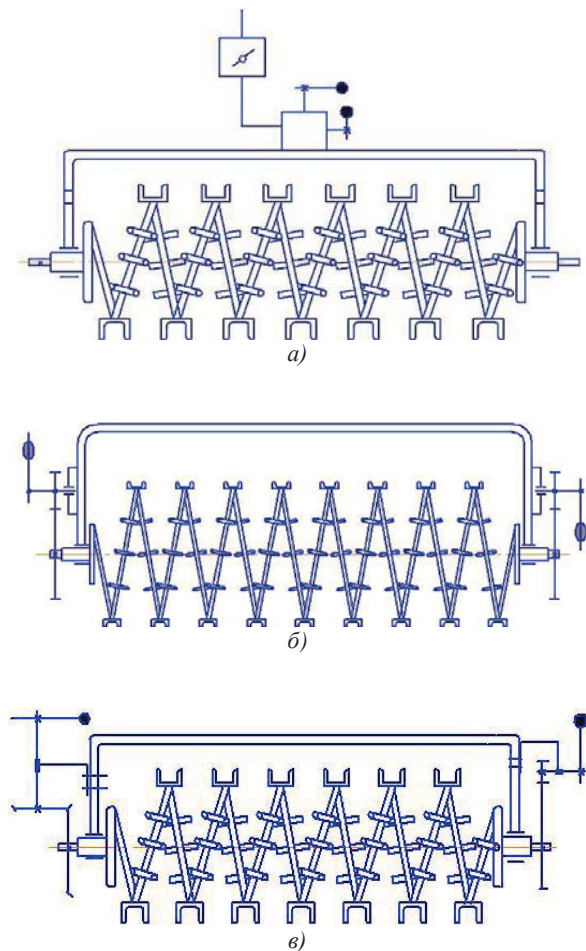
Кроме того, для предпосевной подготовки почвы часто используются тандемные двоянные ротационные рабочие органы в различных комбинациях и с разными диаметрами. При этом, рабочий орган с меньшим диаметром вращается быстрее другого и в процессе работы несколько разрывает верхний слой почвы, обеспечивая его лучшее крошение и выравнивание.

В то же время, как показывают исследования в области разработки новой почвообрабатывающей техники, обеспечение дальнейшего повышения эффективности, качества и снижения энергоемкости технологических процессов обработки почвы возможно за счет совершенствования орудий на основе применения различных видов вибраций и импульсных методов воздействия на обрабатываемую среду [1, 3].

В настоящее время в Казанском государственном аграрном университете ведутся исследования по совершенствованию конструкции ротационных рабочих органов вибрационного действия [6, 7, 8].

Ротационные рабочие органы (рисунок 1) выполнены в виде спирали. Спираль закреплена на ступицах, смонтированных на раме. На витках спирали имеются зубья. Такое конструктивное выполнение позволит повысить качество рыхления почвы, улучшить самоочистку рабочего органа в процессе работы и снизить энергозатраты.

Ротационный рабочий орган (рисунок 1а) снабжен смонтированным в центре массы орудия вибратором-гидромотором с приводом от гидросистемы трактора. Вибратор-гидромотор имеет два дебаланса, один из которых смонтирован с возможностью вращения в вертикальной плоскости, а другой – в горизонтальной. Вибратор-гидромотор



**Рисунок 1 – Ротационные рабочие органы вибрационного действия**

*а* – патент РФ № 2319328; *б* – патент РФ № 104814;  
*в* – патент РФ № 213844

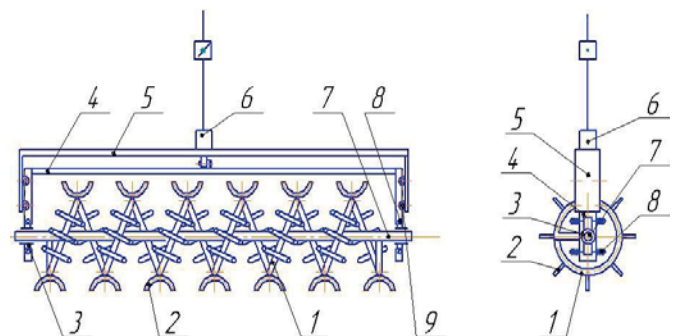
выполнен с возможностью регулирования частоты вращения дебалансов посредством дросселя-расходомера из кабины трактора при движении и амплитуды вибрации изменением массы и радиуса установки дебалансов. Недостатком данного рабочего органа является отсутствие автовибраций, вызываемых воздействием зубьев на почву. В то же время, использование автовибраций позволило бы снизить энергозатраты на обработку почвы.

Ротационный рабочий орган (рисунок 1б) снабжен двумя автовибраторами, установленными по торцам и работающими синхронно с шестернями. Каждая из ступиц соединена с ведущим колесом, контактирующим с шестерней автовибратора. Силу инерции, а вместе с ней и импульсную вибрацию каждого автовибратора, можно изменять независимо друг от друга положением дебалансов путем их углового смещения относительно друг друга в диапазоне  $0^{\circ} \dots 180^{\circ}$ . Однако, при этом отсутствуют вибрации в горизонтальной плоскости. Кроме того, нет возможности в процессе работы

регулировать величину вибрации в зависимости от изменения свойств обрабатываемой почвы.

Ротационный рабочий орган (рисунок 1в) также снабжен двумя автовибраторами. У одного вибратора дебаланс вращается в горизонтальной, а у другого – в вертикальной плоскости, что позволяет получить гармоники от колебаний суммарной величины. Величина амплитуды и частоты вибрации регулируются с учетом свойств почвы. Недостаток данного рабочего органа заключается в неодинаковой величине создаваемой автовибраторами вибрации по длине зубового барабана или ширины захвата. У места установки вибратора она наибольшая, а в противоположной стороне барабана – наименьшая. Это в свою очередь приводит к неоднородности обработки почвы по ширине захвата орудия.

На основании анализа существующих машин для поверхностной обработки почвы нами предлагается почвообрабатывающее орудие с усовершенствованным ротационным рабочим органом вибрационного действия (рисунок 2).

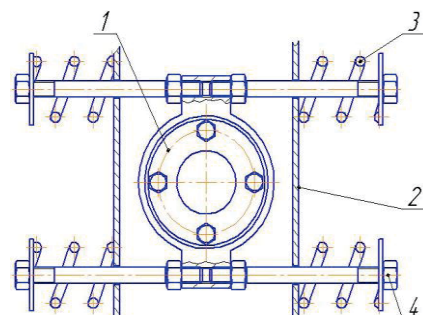


**Рисунок 2 – Спирально-зубовое вибрационное почвообрабатывающее орудие**

1 – спиральный ротационный рабочий орган; 2 – зубья;  
3 – ступица; 4 – внутренняя рама; 5 – внешняя рама;  
6 – гидровибратор; 7 – ось; 8 – пружинный блок; 9 – ролики

Почвообрабатывающее орудие содержит спиральный ротационный рабочий орган 1 с зубьями 2 и осью 7, которая установлена с возможностью вращения на ступицах 3 пружинного блока 8. Пружинный блок 8 закреплен к внутренней раме 4, соединенной с внешней рамой 5 через гидровибратор 6. Внутренняя рама 4 имеет возможность перемещения в вертикальной плоскости по внешней раме 5 с помощью роликов 9.

Пружинный блок (рисунок 3) имеет механизм регулирования жесткости 4 пружин 3, через которые ступица 1 соединена с внутренней рамой 2 с возможностью перемещения в горизонтальной плоскости.



**Рисунок 3 – Пружинный блок**

1 – ступица, 2 – внутренняя рама, 3 – пружины,  
4 – механизм регулирования жесткости пружин

Почвообрабатывающее орудие работает следующим образом. При перемещении по полю спиральный ротационный рабочий орган 1 (рисунок 2) с зубьями 2 вращается, выполняя рыхление почвы и выравнивание поверхности поля.

Одновременно гидровибратор 6 создает вибрации внутренней рамы 4 и ротационного рабочего органа 1 с зубьями 2 в вертикальной плоскости.

При движении орудия по полю пружинный блок 8 создает автоколебания ротационного рабочего органа 1 в горизонтальной плоскости. Сложение вибраций в вертикальной и горизонтальной плоскостях приводит к получению сложной вибрации.

В зависимости от условий работы и, в частности, влажности и твердости почвы, частоту вынужденных колебаний регулируют дросселем-расходомером, а частоту автоколебаний – механизмом регулирования жесткости пружин 4 (рисунок 3).

### **3. Выводы**

Таким образом, использование вынужденных и автоколебаний в различных сочетаниях позволяет повысить качество крошения почвы, снизить затраты энергии и расход топлива. При этом с увеличением скорости движения ротационного рабочего органа и твердости почвы частота колебаний увеличивается, а амплитуда уменьшается, т.е. происходит автоматическая настройка на более рациональный режим колебаний.

### **4. Литература**

1. Мазитов Н.К. Теория реактивных рабочих органов почвообрабатывающих машин. – Казань: Изд-во «Фэн» Академии наук РТ, 2011. – 280 с.

2. Матяшин Ю.И., Б.Г. Зиганшин, А.Р. Валиев и др. Техническое обеспечение инновационных технологий в растениеводстве. Под ред. Д.И. Файзрахманова. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2009. – 220 с. – (Учебное пособие).

3. Матяшин Ю.И. Применение импульсной вибрации в ротационных почвообрабатывающих машинах // *Материалы Всероссийской научно-практической конференции*. – Том 75, часть 2. – Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2008. – С. 71-77.

4. Матяшин Ю.И., И.М. Гринчук, Г.М. Егоров. Расчет и проектирование ротационных почвообрабатывающих машин. – М.: ВО Агропромиздат, 1988. – 175 с.

5. Матяшин Ю.И., Н.Ю. Матяшин. Ротационные почвообрабатывающие машины (теория, расчет, эксплуатация). – Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2008. – 203 с.

6. Матяшин Ю.И., А.Р. Валиев, К.В. Федулкина. Ротационный рабочий орган // Патент №104814 РФ. МПК А01В35/16 (2006.01). Заявлено 02.11.2010. Оpubл. 27.05.2011.

7. Наумов Л.Г., Ю.И. Матяшин, Н.Ю. Матяшин. Ротационный рабочий орган // Патент №2138144 РФ. МПК А01В29/04. Заявлено 02.04.1998. Оpubл. 27.09.1999.

8. Матяшин Ю.И., А.В. Матяшин, А.З. Маликов, Н.Ю. Матяшин, Л.Г. Наумов. Ротационный рабочий орган // Патент №2319328 РФ. МПК А01В29/04 (2006.01). Заявлено 20.11.2006. Оpubл. 20.03.2008.