

УДК 631.317

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки, сельскохозяйственные науки)

### **ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ РИСОВЫХ ПОЛЕЙ**

Сторожук Татьяна Александровна

к.т.н., доцент

Scopus Author ID: 443761

РИНЦ SPIN-код: 1864-1806

[storojuk.t.a@gmail.com](mailto:storojuk.t.a@gmail.com)

*Кубанский государственный аграрный университет, Россия, 350044, Краснодар, Калинина, 13*

Мурашкин Ярослав Константинович

студент

[yamur0811@mail.ru](mailto:yamur0811@mail.ru)

*Кубанский государственный аграрный университет, Россия, 350044, Краснодар, Калинина, 13*

Необходимость выравнивания поверхности поля перед посевом риса связана с сохранением влаги, необходимой для обеспечения всходов семян риса. При этом почва не должна быть переувлажненной и переуплотненной, поэтому весной проводится рыхление почвы путем чизелевания, лущения, культивации, боронования. В настоящей работе рассмотрены и обоснованы этапы определения влияния физико-механических свойств почвы рисовых чеков на рабочие органы почвообрабатывающих машин. Обоснован выбор конструкции почвофрезы, использование которой сокращает энергозатраты на предпосевную обработку рисовых чеков и повышает урожайность риса

Ключевые слова: ОБРАБОТКА ПОЧВЫ, РИСОВЫЕ ЧЕКИ, РАБОЧИЕ ОРГАНЫ ПОЧВОФРЕЗ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-191-016>

Подготовка рисовых полей к севу требует применения многоступенчатого комплексного подхода по обработке почвы. Последовательным применением технологических операций проводятся планировка чеков, рыхление почвы, борьба с сорной растительностью и снижение влажности поверхностного слоя почвы. Выполнение данных работ осуществляется комплексом машин, включающих плуги, культиваторы, бороны, подбираемые с учетом свойств почвы, ее засоренности и климатических условий.

Как показывают исследования, возделывание риса требует значи-

<http://ej.kubagro.ru/2023/07/pdf/16.pdf>

UDC 631.317

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences, agricultural sciences)

### **SUBSTANTIATION OF SOIL TREATMENT TECHNOLOGY FOR RICE FIELDS**

Storozhuk Tatyana Alexandrovna

Candidate in Technical Sciences, associate professor

Scopus Author ID: 443761

RSCI SPIN-code: 1864-1806

[storojuk.t.a@gmail.com](mailto:storojuk.t.a@gmail.com)

*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

Murashkin Yaroslav Konstantinovich

student

[yamur0811@mail.ru](mailto:yamur0811@mail.ru)

*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

Pre-sowing tillage of rice fields is an important link in the cultivation of rice. The need to level the surface of the field is associated with the preservation of moisture necessary to ensure the emergence of rice seeds. The soil should not be waterlogged and overcompacted, therefore, in the spring, loosening of the soil is carried out by chiselling and other work. The article deals with issues of the physical and mechanical properties of soil of rice fields on the cutting parts of cutters. The choice of a rototiller design is substantiated, the use of which reduces energy costs for pre-sowing processing of rice paddies and increases the yield of rice

Keywords: TILLAGE, RICE FIELDS, WORKING BODIES OF ROTOTILLERS, ENERGY SAVING

тельных затрат энергии, которую можно существенно снизить при использовании почвофрез. При этом необходимое качество обработки почвы достигается за один проход агрегата, а урожайность риса на фрезерованном поле увеличивается в среднем на 13 % [1], [2].

**Цель исследования** – на основании анализа физико-химических свойств почвы рисовых полей и анализа воздействия рабочего органа фрезы на почву повысить эффективности работы почвообрабатывающих агрегатов при предпосевной обработке.

### Методика исследований

Повышение эффективности работы почвообрабатывающих машин связано с решением комплекса задач, одной из которых является совершенствование рабочих органов, оказывающих непосредственное воздействие на почву.

Преимущества почвообрабатывающих фрез для предпосевной обработки перед другими орудиями определяются на основании сравнительного анализа обработанной зяби при использовании различных почвообрабатывающих машин (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание комков почвы в горизонте до 10 см, %

Применяемые почвообрабатывающие машины	Размеры комков почвы, мм									
	100	50	10	7,0	5,0	3,0	2,0	1,0	0,5	0,25
Весенняя обработка: лушение ППЛ-7- 25 + дискование БДМ-3×4 /2 прохода + чизелевание ПЧН-2,2	21,3	28,4	36,5	6,9	3,0	1,2	1,4	0,6	0,7	–
Фреза ФБН-0,9 /1 проход	–	–	55,5	10,9	9,1	11,8	5,1	5,5	1,9	0,25

Снижение энергозатрат на обработку почвы в основном определено

двумя направлениями: изменением геометрической формы рабочего органа и установлением оптимального скоростного режима деформаций почвы [2], [3].

Повышенная влажность почвы рисовых чеков в период весенней обработки требует специальной конструкции рабочих органов почвообрабатывающих машин, поэтому при разработке такого оборудования необходимо учитывать, а, следовательно, и определять силы трения во взаимодействии поверхностей почва-металл, определять твердость и липкость почвы при различных значениях влажности [1].

Для определения данных показателей исследовался почвенный образец, в котором абсолютная влажность находилась в диапазоне 10–80 %. Зависимость коэффициента трения от влажности определялась по нешлифованной стали.

Установили, что максимальная величина коэффициента внешнего трения составила 2,880 при влажности 29,2 %.

Кроме того, в образце почвы определен диапазон расхождения параметров предельного напряжения сдвига. Установлено, что с повышением абсолютной влажности почвы происходит снижение показателей от 2,0 до 0,02 кг/см<sup>2</sup>. Также определены показатели твердости и липкости при изменении влажности почвенного образца.

Энергозатраты на обработку почвы, таким образом, связаны с её влажностью. Установлено, что изменение влажности приводит к значительному расхождению показателей удельного сопротивления почвы  $6,88 \cdot 10^4$ – $8,94 \cdot 10^4$  Н/м<sup>2</sup>, а на задернованных почвах до  $14,7 \cdot 10^4$  Н/м<sup>2</sup>.

Качество подготовки почвы, таким образом, связано со значительным количеством факторов, влияющих на энергоёмкость работ в рисовых чеках, а также о необходимости адаптации рабочих частей почвообрабатывающих машин к переменным характеристикам с учетом вариативности их взаимодействия.

Исследователями нашей страны и из зарубежной практики установлено, что конструкции рабочих органов почвофрез очень разнообразны по своей форме и назначению. Так, американская фирма Говард изготавливала почвофрезы с Г-образными и долотообразными ножами (рисунок 1).

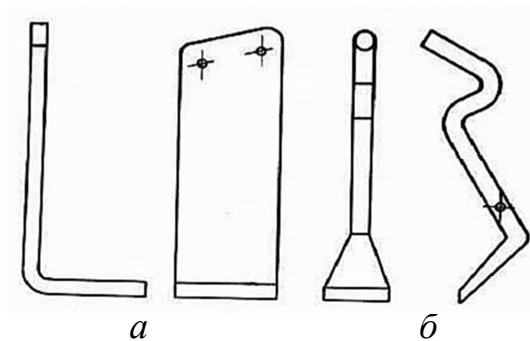


Рисунок 1 – Образцы ножей почвофрез фирмы Говард:

*a* – Г-образный; *б* – долотообразный

Для почвы садов, ягодников и лесных питомников в Америке нашли применение пружинные рабочие органы пропашных фрез, а для старопахотных почв – мотыжной формы.

Для снижения потребляемой энергии и обеспечения лучшего крошения почвы в Германии исследован ряд форм рабочих органов фрез и рекомендованы к применению фрезы с пружинными ножами (рисунок 2).

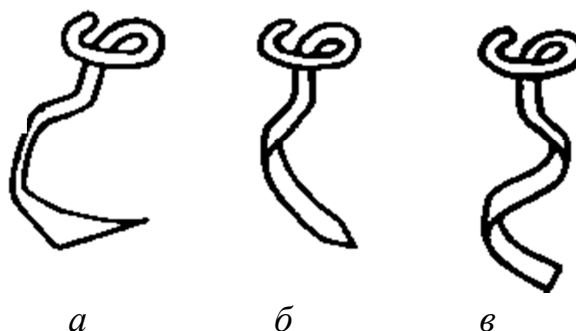


Рисунок 2 – Пружинные типы ножей почвофрез:

*a* – луцильный; *б* – болотный; *в* – S-образный

Но также предлагаются к использованию Г-образные рабочие органы, которые признаны наиболее эффективными.

Японские почвофрезы фирмы «Исеки» оснащаются ножами с плавным изгибом в сторону относительно поверхности вращения барабана и

имеют винтовой разворот.

Разнообразные конструкции рабочих органов к почвообрабатывающим фрезам предлагаются в отечественном производстве. Основные конструкции почвообрабатывающих фрез классифицируются по нескольким категориям:

- по форме: круглые-пружинящие и пластинчатые в виде ножей-лопаток Г-образных, Т-образных и стрельчатых лап;
- по типу крепления: жесткие, шарнирные, пружинящие;
- по назначению: для задернелых почв – режущие, и для старопахотных почв – рыхлящие (рисунок 3).

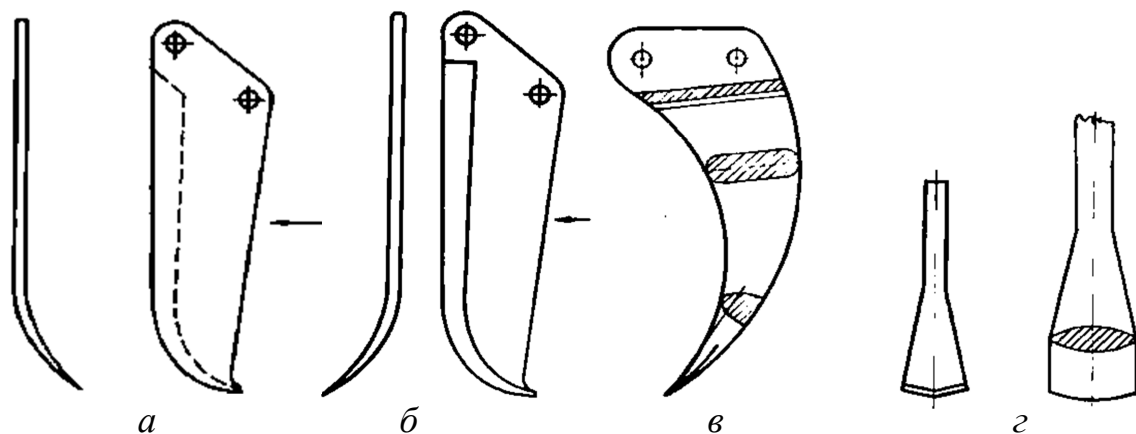


Рисунок 3 – Рабочие органы отечественных фрез:

а, б – режущие; в, г – рыхлящие

Интерес представляют исследования по оценке эффективности работы почвообрабатывающих фрез с различными типами рабочих органов. Установлено, например, что Г-образные рабочие органы с плавным или резким загибом плохо внедряются в твердую почву. Вместе с тем, более простое изготовление определяет преимущественное применение Г-образных ножей.

Исследования конструкций ножей почвофрез в нашей стране были предложены А. Д. Далиным и П. В. Павловым в 1950 г. В своих работах ученые обобщили теоретический материал по почвообрабатывающим фре-

зам и предложили расчет рабочих органов на прочность.

Позднее И. М. Гринчуком было установлено, что среди Г-образных ножей почвенных фрез наиболее рациональной является такая конструкция, стойка которой имеет саблевидную форму, а подрезающая лопасть отклонена по ходу движения назад на некоторый угол (рисунок 4).

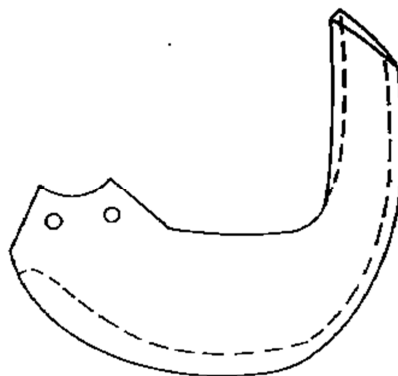


Рисунок 4 – Форма ножа почвофрезы И. М. Гринчука

Для оптимизации формы ножа учитывались следующие особенности конструкций: угол резания, угол заточки и задний угол, коэффициент трения почвы о сталь, дальность отбрасывания грунта, ширина ножа, профиль рабочей поверхности.

### Результаты исследований

Исследования отечественных пропашных фрез проводились с различными рабочими органами: Г-образными, с саблевидными черенками, изогнутыми назад по ходу движения; Т-образными и Г-образными – с радиусом загиба 40 мм, но устанавливаемыми так, чтобы обеспечить резание почвы со скольжением.

Поповым Г. Ф. получена математическая зависимость для определения установочного угла для фрез:

$$\gamma = 90^\circ - \rho - \operatorname{arctg} \frac{\lambda - \sin \Delta\varphi - \Delta\varphi(1-x)}{\lambda - \sin \Delta\varphi - \Delta\varphi(1-x)}, \quad (1)$$

где  $x$  – относительная глубина обработки почвы;  $\Delta\varphi$  – поворотный угол

перемещения фрезы;  $\beta$  – угол между радиусом фрезбарабана в точке пересечения траектории точки лезвия с поверхностью и вертикалью опущенной из центра оси фрезбарабана.

Угол  $\beta$  определяется по формуле

$$\beta = \frac{\arccos(R - h)}{R}, \quad (2)$$

где  $R$  – радиус фрезбарабана;  $h$  – глубина резания.

Для определения угла установки ножа, угла определяющего качество фрезерования и влияющего на расход энергии используется формула Н. Б. Бока, выведенная на основании экспериментальных исследований

$$\gamma = 90^\circ - \arccos^{\frac{1}{\lambda}} \left[ \sqrt{(\lambda^2 - 1) - (\beta + \Delta\varepsilon)} \right], \quad (3)$$

где  $\Delta\varepsilon$  – поправочный угол, учитывающий ширину лезвия ножа

Проведенные лабораторные и полевые опыты показали, что при уменьшении углов резания снижаются затраты мощности не только на процесс отрезания стружки, но и на отбрасывание почвы.

### Выводы

Проведенный анализ некоторых физико-механических свойств почвы позволяет сделать вывод, что ножевой аппарат фрезы должен быть адаптирован к условиям работы на почвах различной плотности, влажности, липкости и задернованности.

Из исследования и обоснования параметров ножевого аппарата фрезы следует, что для снижения удельной энергоемкости на обработку почвы под рис при соблюдении агротехнических требований наиболее эффективным является замена комплекса почвообрабатывающих машин на поч-

вофрезы. Кроме того, рациональным типом рабочих органов почвообрабатывающих фрез для обработки почвы является использование Г-образного ножа.

### Литература

1. Беленина А. Д. К вопросу об измельчающих аппаратах в технических средствах [Текст]. / А. Д. Беленина, Т. А. Сторожук // Уральский научный вестник.– 2019.–Т.4.–№ 3.–С. 33–35.
2. Сторожук Т. А. Оптимизация процесса смешивания кормов [Текст]. / Т. А. Сторожук // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета.–2019.–№148.–С.31–39.
3. Руснак В. А. Изменение угла поворота рабочего элемента ротационного режущего аппарата для осенней подрезки лоз винограда [Текст]. / В. А. Руснак, В. Д. Станин, Т. А. Сторожук // В сборнике: Общество, образование, наука: современные тренды. Сборник трудов по материалам II Национальной научно-практической конференции. Редакция: Е.П. Масюткин [и др.]. – Керчь,– 2022.– С. 109–112.

### References

1. Belenina A. D. K voprosu ob izmel'chayushchikh apparatakh v tekhnicheskikh sredstvakh [Tekst]. / A. D. Belenina, T. A. Storozhuk // Ural'skiy nauchnyy vestnik.– 2019.–Т.4.–№ 3.–С. 33–35.
2. Storozhuk T. A. Optimizatsiya protsessa smeshivaniya kormov [Tekst]. / T. A. Storozhuk // Politematicheskii setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.–2019.–№148.–С.31–39.
3. Rusnak V. A. Izmeneniye ugla povorota rabocheho elementa rotatsionnogo rezhushchego apparata dlya osenney podrezki loz vinograda [Tekst]. / V. A. Rusnak, V. D. Stanin, T. A. Storozhuk // V sbornike: Obshchestvo, obrazovaniye, nauka: sovremennyye trendy. Sbornik trudov po materialam II Natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Redkollegiya: Ye.P. Masyutkin [i dr.]. – Kerch',– 2022.– S. 109–112.