

## ОБОСНОВАНИЕ ФОРМЫ РОТАЦИОННОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В САДУ

**В.И. Горшенин, А.В. Алёхин**

*ФГОУ ВПО «Мичуринский государственный аграрный университет», г. Мичуринск*

*Рецензент А.Н. Квочкин*

**Ключевые слова и фразы:** параметр параболы; почва; ротационный рабочий орган; структура; форма рабочей поверхности ножа.

**Аннотация:** Показано влияние структурной почвы на ее водный и воздушный режимы. Установлены основные факторы ротационных машин, влияющие на качество обработки почвы. Проведено обоснование формы рабочей поверхности ножа ротационного рабочего органа. Исследован процесс нарезания щелей дисковым ротационным рабочим органом, и показана зависимость влияния его основных конструктивных параметров на получаемую структуру почвы.

Различают следующие виды сложения почв: бесструктурные песчаные; с когерентной (сплошной) структурой глинистые; с агрегатной структурой, имеющие различную прочность связей. Последние наиболее благоприятны для земледелия и растениеводства, так как позволяют создавать оптимальные водный, воздушный и пищевой режимы для роста и развития растений.

В структурной почве благодаря высокой водопроницаемости отсутствуют поверхностный сток, а, следовательно, и водная эрозия, а благодаря мелким капиллярным порам и крупным межагрегатным промежуткам происходят одновременно анаэробные и аэробные процессы разложения органического вещества. Внутри агрегатов, когда их капиллярные поры заполнены водой, протекают анаэробные процессы, сопровождающиеся образованием стойких органических соединений типа компостов. На поверхности агрегатов из-за наличия воздуха в межагрегатных промежутках происходят аэробные процессы, сопровождающиеся образованием минеральных соединений, необходимых для питания растений. В таких условиях органическое вещество используется наиболее экономно.

---

Горшенин В.И. – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Тракторы и сельскохозяйственные машины» МичГАУ; Алёхин А.В. – ассистент кафедры «Тракторы и сельскохозяйственные машины» МичГАУ, г. Мичуринск.

По размерам структурные агрегаты подразделяются на микроструктурные ( $< 0,25$  мм), макроструктурные ( $0,25 \dots 10$  мм) и мегаструктурные или глыбистые ( $> 10$  мм). Для количественной оценки качества структуры почвы иногда применяют коэффициент структурности, представляющий собой отношение массы агрегатов размером  $0,25 \dots 10$  мм к массе остальной части почвы [1].

Поэтому при обработке почвы необходимо получить как можно большее количество агрегатов данного размера.

Анализ результатов многих исследований позволяет отметить благоприятное влияние фрезерования почвы на ее агрофизические свойства. Более равномерное крошение и значительное увеличение воздухообеспеченности почвы, подвергнутой ротационной обработке, способствует усилению как микробиологических процессов в ней, так и минерализации ее запасов. По сравнению с пассивными рабочими органами фрезерные орудия могут лучше рыхлить почву, полнее подрезать сорняки, равномернее заделывать в почву и перемешивать с ней органические удобрения и растительные остатки [2].

Установлено, что к основным факторам ротационных машин, влияющим на качество обработки почвы и энергетические показатели, относятся кинематические параметры – окружная скорость барабана, поступательная скорость машины, подача на нож и др., и конструктивные параметры – диаметр барабана, форма рабочего органа.

Поэтому при разработке ротационного рабочего органа для обработки почвы необходимо подобрать его оптимальную форму.

Рабочие органы почвообрабатывающих машин имеют форму клина. Это объясняется тем, что в пространстве трех измерений клин – наиболее простая геометрическая фигура. Грани (плоскости) клина, которые соприкасаются с разрушаемым материалом, называют рабочими [3]. Вид кривой и ее расположение определяют в значительной степени технологические свойства поверхности (ее крошащую и оборачивающую способности).

Известно, что в плоском трехгранном клине углы  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$  остаются неизменными для любой точки рабочей поверхности. Деформация пласта будет наблюдаться только при подъеме его на рабочую поверхность. Дальнейшее перемещение пласта по клину будет происходить без деформаций. Очевидно, чтобы вновь подействовать на поднятый пласт, надо применить новый клин, поставив его на пути пласта. Это сведется к наращиванию клина  $AC$  с углом  $a$  другим клином с углом  $a_1$  (рис. 1). Многократное наращивание начального клина приведет к многогранной поверхности  $AA_1A_2 \dots A_n$ . Для непрерывного развития крошащей способности клина надо воспользоваться плавной криволинейной поверхностью, вписанной в многогранник  $AA_1A_2 \dots A_n$ , и чем круче поднимается эта поверхность, тем сильнее крошащее воздействие ее на пласт [4].

Исходными данными при проектировании таких поверхностей являются: размеры сечения стружки; угол наклона лемеха к дну борозды  $\alpha$  и закон изменения углов  $\alpha$ , образующихся по высоте поверхности, то есть  $\alpha = f(z)$ .

Размеры сечения стружки  $b$  и  $a$  определяют контур рабочей поверхности клина в поперечно-вертикальной плоскости.

Угол  $\alpha_1$  (см. рис. 1) определяет начальный элементарный клин рабочей поверхности, подрезающий пласт и создающий в нем деформации с появлением начальных трещин.

Для уменьшения сопротивления резанию угол  $\alpha_1$  должен быть небольшим. Практически принимают для культурных поверхностей  $\alpha_1 = 25 \dots 30^\circ$  и, а для полувинтовых  $\alpha_1 = 20 \dots 25^\circ$ .

Что касается закона изменения углов  $\alpha$  по высоте поверхности –  $\alpha = f(z)$ , то он выбирается в зависимости от назначения отвала. Профессор Н.В. Щучкин рекомендует выбирать  $\alpha = f(z)$  для культурных и полувинтовых поверхностей плужных корпусов общего назначения по параболическому закону, причем для полувинтовых отвалов по уравнению  $x^2 = 2py$  [5].

Поэтому применение для нарезания щелей рабочего органа в виде вырезанного диска с закрепленными на нем рабочими элементами, выполненными по параболе позволит повысить качество процесса нарезания щелей в междурядье плодовых насаждений.

Предложенный нами рабочий орган (рис. 2) выполнен в виде вырезанного диска 1, состоящего из зубьев 2, одна режущая кромка 4 которых выполнена по прямой, а другая кромка 3 – по параболе, заданной формулой  $y^2 = 2px$ . На кромке, выполненной в форме параболы, закреплены рабочие элементы в виде ножей с режущей кромкой, состоящей из двух частей: одна 6, что по периферии установлена под углом  $\alpha = 65 \dots 70^\circ$  прямая, длиной 60 мм, другая 5 выполнена по параболе, заданной формулой (1) по всей длине зуба к криволинейной кромке зуба

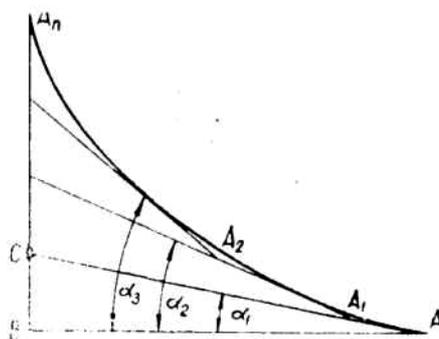


Рис. 1. Развитие углов плоского клина

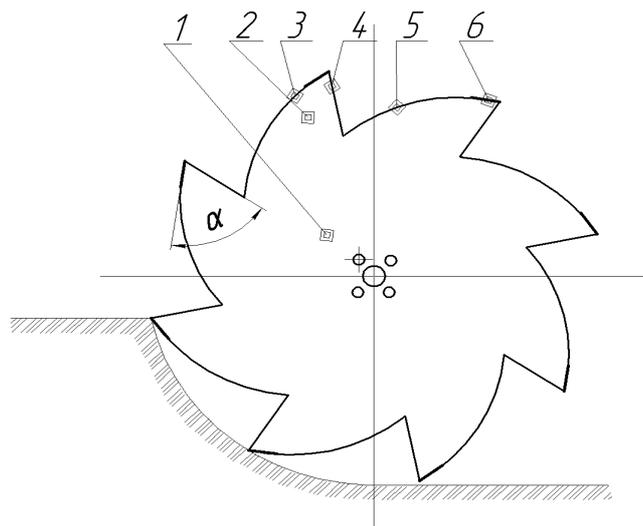


Рис. 2. Ротационный рабочий орган

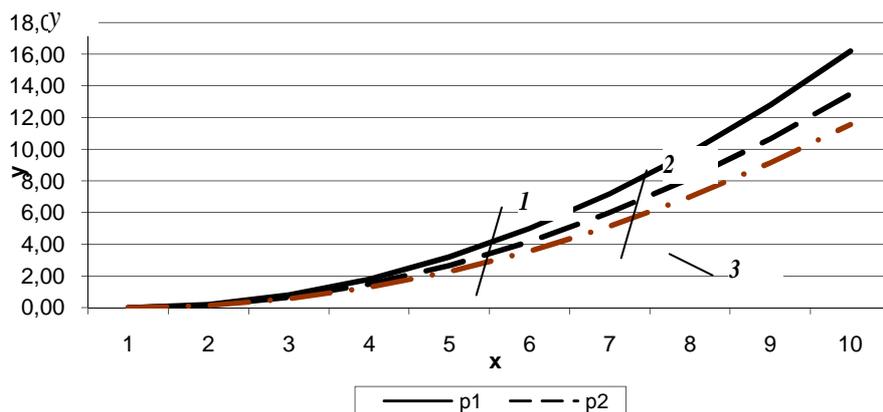


Рис. 3. Зависимость формы рабочей поверхности от параметра параболы  $p$ :  
 $p_1 = 2,5$ ;  $p_2 = 3$ ;  $p_3 = 3,5$

$$y^2 = 2px, \quad (1)$$

где  $p$  – параметр параболы.

По математической модели (1) построена зависимость формы рабочей поверхности ножа от параметра параболы  $p$ , которая представлена на рис. 3. Диапазон изменения параметра параболы  $p = 2,5 \dots 3,5$  определен на основании поисковых опытов.

Анализируя графики (см. рис. 3), можно сделать вывод, что при увеличении параметра  $p$  увеличивается кривизна рабочей поверхности.

Для выяснения процессов, происходящих в почве при ее обработке данным ротационным рабочим органом, и оценки влияния его конструктивных параметров на получаемую структуру нами были проведены экспериментальные исследования.

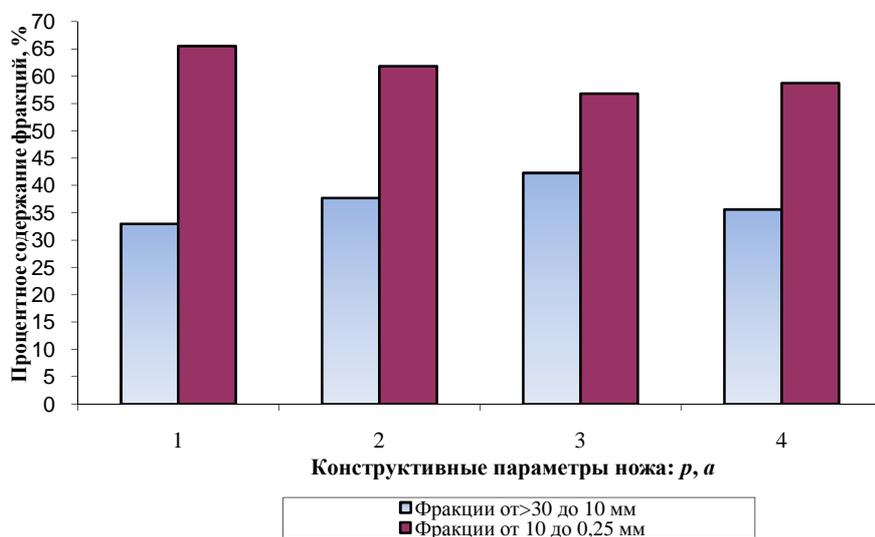


Рис. 4. Зависимость содержания фракций почвы от параметра параболы  $p$  и угла установки  $a$

Исследования проводились в саду на залуженной почве, при влажности 16...18 %, твердости 32 кг/см<sup>2</sup>. Влажность определяли методом сушки, твердость при помощи твердомера имени Ревякина. Агрегатный состав определяли по методике Н.И. Савинова. Повторность – трехкратная. На рис. 4 представлена зависимость процентного содержания фракций почвы размером от 10 до 0,25 мм и от > 30 до 10 мм в зависимости от параметра параболы  $p$ .

Анализ зависимости показывает, что при уменьшении параметра  $p$  параболы, то есть радиуса кривизны, количество частиц почвы необходимой нам фракции размером от 10 до 0,25 мм увеличивается. Так при  $\alpha = 20^\circ$  и  $p = 3,5$  их было 56,8 %, при  $p = 3$  – 61,8 %, а при  $p = 2,5$  было получено наибольшее их количество – 65,5 %. Однако при дальнейшем уменьшении радиуса кривизны наблюдался обратный процесс, то есть количество данной фракции уменьшалось, так при  $p = 2$  их было 58,7 %.

Таким образом, требуемое агротехникой качество обработки почвы данным рабочим органом с рабочей поверхностью ножа, выполненной по параболе, получено при параметре  $p = 2,5$ .

#### *Список литературы*

1. Кленин, Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины : учеб. для вузов / Н.И. Кленин, В.А. Сакун. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Колос, 1980. – 671 с.
2. Матяшин, Ю.И. Расчет и проектирование ротационных и почвообрабатывающих машин / Ю.И. Матяшин, И.М. Гринчук, Г.М. Егоров. – М. : ВО Агропромиздат, 1988.
3. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Г.Е. Листопад [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1986. – 688 с.
4. Машины для обработки почв, посева и посадки растений / А.Г. Рыбалко [и др.]. – Саратов : Изд-во Саратов. с.-х. ин-та им. Н.И. Вавилова, 1987.
- 5 Турбин, Б.Г. Сельхозмашины машины. Теория и технологический расчет / Б.Г. Турбин, А.Б. Лурье, С.М. Григорьев. – Л. : Машиностроение, 1967.

---

### **Motivation of Rotary Working Organ Form for Soil Cultivation in Orchards**

**V.I. Gorshenin, A.V. Alyokhin**

*Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk*

**Key words and phrases:** soil, structure, rotary working organ, form of knife working surface, parabola parameter.

**Abstract:** The influence of structural soil upon its water and air mode has been shown. The main factors of rotary machines affecting

the quality of soil cultivation have been stated. Motivation of the form of knife working surface of the rotary working organ has been made. The process of slots cutting by the disk rotary organ has been studied and the link between the influence of its main constructive parameters and produced soil structure has been shown.

---

© В.И. Горшенин, А.В. Алехин, 2008