

При использовании испытываемого вентилятора в двухпоточной системе положительный результат по равномерности распределения обеспечивается только для рапса.

16.06.11

### Литература

1. Синягин, И.И. Площади питания растений / И.И. Синягин. – 2-е изд., доп. – М.: Россельхозиздат, 1970. – 232 с.
2. Калинушкин, М.П. Вентиляторные установки: учеб. пособ. для строит. вузов / М.П. Калинушкин. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1979. – 223 с.
3. Александров, Н.Е. Основы теории тепловых процессов и машин: в 2 ч. / Н.Е. Александров [и др.]; под ред. Н.И. Прокопенко. – 3-е изд., испр. – М.: БИНОМ, 2009. – Ч. 1. – 560 с.

УДК 631.362.333:635.21

**А.Н. Орда, В.Н. Дашков, А.С. Воробей**  
(*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь*)

### КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПРИЛИПАЕМОСТИ ПОЧВЫ К КАРТОФЕЛЮ

#### Введение

Современные машины по возделыванию картофеля производят на почву высокое уплотняющее воздействие. При последующей обработке картофеля крошение почвы сопровождается образованием мелких частиц, которые обладают высокой способностью прилипаемости к клубням. В статье рассмотрены вопросы обоснования критериев оценки прилипаемости почвы к клубням картофеля.

#### Основная часть

Ходовые системы тракторов, агрегатируемых с машинами для возделывания картофеля, оказывают на почву давление 100–150 *кПа*.

Воздействие ходовых систем ведет к повышению плотности почвы на глубине до 0,5 м. Из-за этого не только ухудшаются условия роста картофеля, но и увеличивается прилипаемость почвы к клубням.

Анализ процесса поглощения энергии при уплотнении почвы позволил установить экспоненциальный закон распределения напряжений по глубине:

$$\sigma_x = \sigma_0 \cdot e^{-\beta x}, \quad (1)$$

где  $\sigma_0$  – напряжение в контакте почвы с колесом, *Па*;

$\sigma_x$  – напряжение на глубине  $x$ , *Па*;

$\beta$  – коэффициент распределения напряжений,  $m^{-1}$ .

Приращение плотности почвы на участке  $dx$  пропорционально градиенту напряжения:

$$d\rho_x = k_1 \cdot \psi_x \cdot dx,$$

где  $k_1$  – коэффициент уплотнения, *кг/Н·м*;

$\psi_x$  – градиент напряжения, Па/м.

Зависимость (1) распределения напряжений по глубине примет вид:

$$d\rho_x = -k_1 \cdot \beta \cdot \sigma_0 \cdot e^{-\beta \cdot x} dx. \quad (2)$$

Решение дифференциального уравнения (2) позволило установить зависимость распределения плотности почвы по глубине [1]:

$$\rho_x = \rho_{\text{п}} \cdot \left( 1 + \frac{\beta}{k} \cdot \sigma_0 \cdot e^{-\beta \cdot x} \right), \quad (3)$$

где  $k$  – коэффициент объемного смятия, кг/м<sup>3</sup>.

Анализ зависимости (3) показал, что на глубине 0,1–0,3 м плотность почвы равна 1300–1400 кг/м<sup>3</sup>, что значительно превышает оптимальную плотность, которая составляет 1000–1200 кг/м<sup>3</sup>. Оптимальной структурой обладает почва с размерами фракций от 0,25 до 7 мм. Такая почва имеет комковатую структуру и поэтому характеризуется низкой прилипаемостью к клубням картофеля.

Увеличение плотности ведет к разрушению комков почвы. Из-за этого значительно возрастает процентное содержание мелких частиц, обладающих высокой способностью прилипания к клубням картофеля.

На прилипаемость почвы к картофелю большое влияние оказывает пластичность, т.е. способность почвы изменять свою форму под влиянием внешней силы и сохранять приданную форму после устранения этой силы. Пластичность проявляется при увлажнении почвы и тесно связана с ее механическим составом (глинистые почвы пластичны, песчаные – не пластичны). При содержании в почве натрия ее пластичность усиливается, а при насыщении кальцием – снижается. Высокое содержание гумуса уменьшает пластичность почвы. Диапазон влажности, при которой почва будет пластичной, характеризуется числом пластичности [2]:

$$J_p = w_L - w_p,$$

где  $w_L$  – граница влажности, при которой почва переходит в текучее состояние (верхний предел пластичности);

$w_p$  – граница раскатывания, соответствует влажности, при которой почва теряет свою пластичность (нижний предел пластичности). Она приблизительно равна влажности жгута (толщиной 3 мм), сделанного из почвы и раскатываемого на бумаге до потери им пластичности.

Прилипаемость почвы к картофелю определяется ее липкостью, т.е. способностью ее частиц в сыром состоянии склеиваться и прилипнуть к поверхности клубня. Липкость можно определить по формуле:

$$\tau = \frac{F}{S},$$

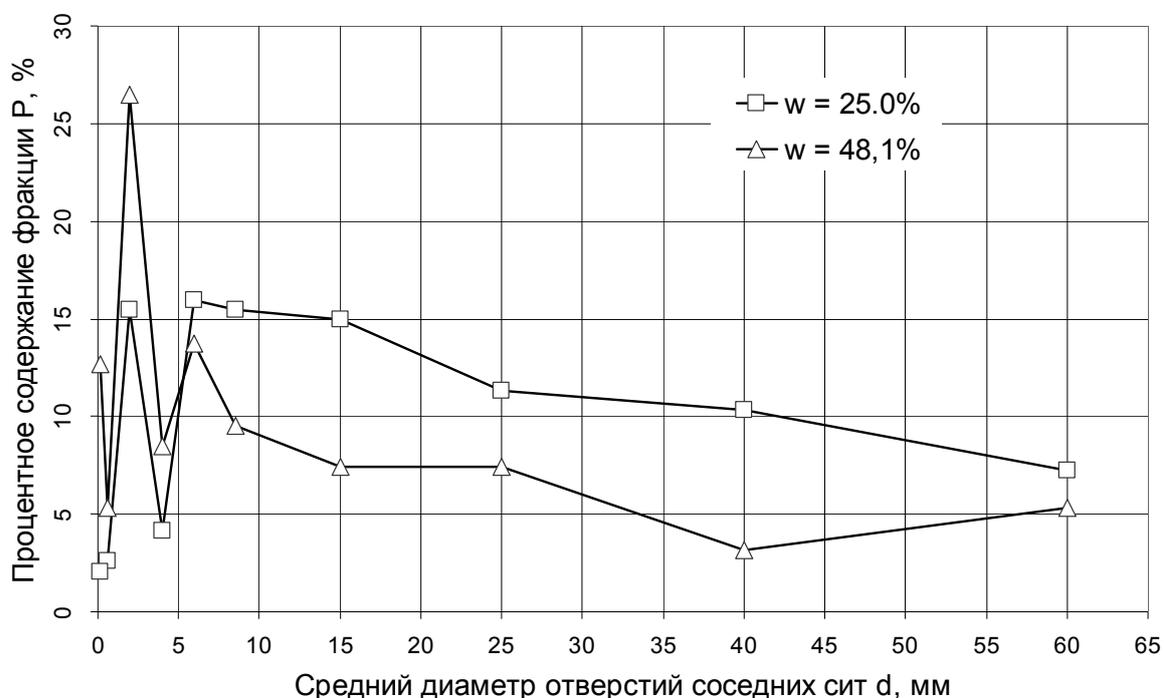
где  $\tau$  – липкость почвы, Па;

$F$  – усилие, затраченное на отрыв тела, прилипшего к почве, Н;

$S$  – площадь прилипания, м<sup>2</sup>.

Липкость характерна для суглинистых и глинистых почв, находящихся в увлажненном состоянии. Размокание и пластичность почв приводят к потере прочности и увеличению липкости. На степень липкости грунта, помимо влажности, влияют гранулометрический и химико-минералогический состав почвы, а также сила, с которой производится первоначальное придавливание почвы к клубню картофеля [3].

С увеличением влажности увеличиваются силы сцепления частиц почвы с клубнем картофеля. При определенной влажности они становятся большими, чем силы структурного сцепления частиц почвы. Из-за этого происходит прилипание почвы к картофелю. С ростом процентного содержания мелких частиц увеличивается прилипаемость почвы к клубням картофеля. Для исследования крошения почвы в процессе обработки воспользуемся методом ситового анализа взрыхленного торфа. На рисунке 48 приведены кривые распределения, или частные характеристики крупности.



**Рисунок 48 – Частные характеристики крупности частиц взрыхленного торфа**

Практическое использование таких графиков вызывает затруднения, так как трудно сравнить результаты, полученные при исследовании различных образцов. При дальнейшей обработке результатов ситового анализа строятся графики суммарных массовых выходов частиц, размеры которых больше заданного. Линия, выражающая зависимость суммарного выхода от размеров частиц, называется суммарной характеристикой.

При аналитическом выражении кривых распределения аргументом функции является размер частиц  $x$ . Кривая распределения частиц по массе  $p'(x)$  имеет вид:

$$p'(x) = \frac{dp(x)}{dx}.$$

Для дальнейшего исследования распределения частиц почвы по фракциям применим уравнение кривой распределения по Розину-Раммлеру [4]:

$$p'(x) = \frac{dp(x)}{dx} = 100nbx^{n-1}e^{-bx^n}, \quad (4)$$

где  $b$  и  $n$  – параметры уравнения.

Суммарная характеристика «по минусу» может быть найдена интегрированием уравнения (4) [4]:

$$P_1(x) = 100 - 100e^{-bd^n},$$

суммарная характеристика «по плюсу» –

$$P_1(x) = 100e^{-bd^n}, \quad (5)$$

где  $d = x$  – определяющий размер фракции.

Д. Биннета предложил заменить в формуле (5) параметр  $b$  на отношение  $1/d_e^n$ . Тогда формула суммарной характеристики по Розину-Раммлеру примет вид [4]:

$$R = 100e^{-(d/d_e)^n}, \quad (6)$$

где  $n$  – показатель, характеризующий рассеяние частиц по крупности;

$d$  – текущий размер частиц, мм;

$R$  – суммарный выход частиц крупнее размера  $x$ , %;

$d_e$  – размер частиц, крупнее которых в почве оказывается 36,8% материала, мм.

Преобразовав формулу (6) и прологарифмировав ее дважды, получим

$$\lg\left(\lg\frac{100}{P}\right) = n \lg d - n \lg d_e + \lg(\lg e).$$

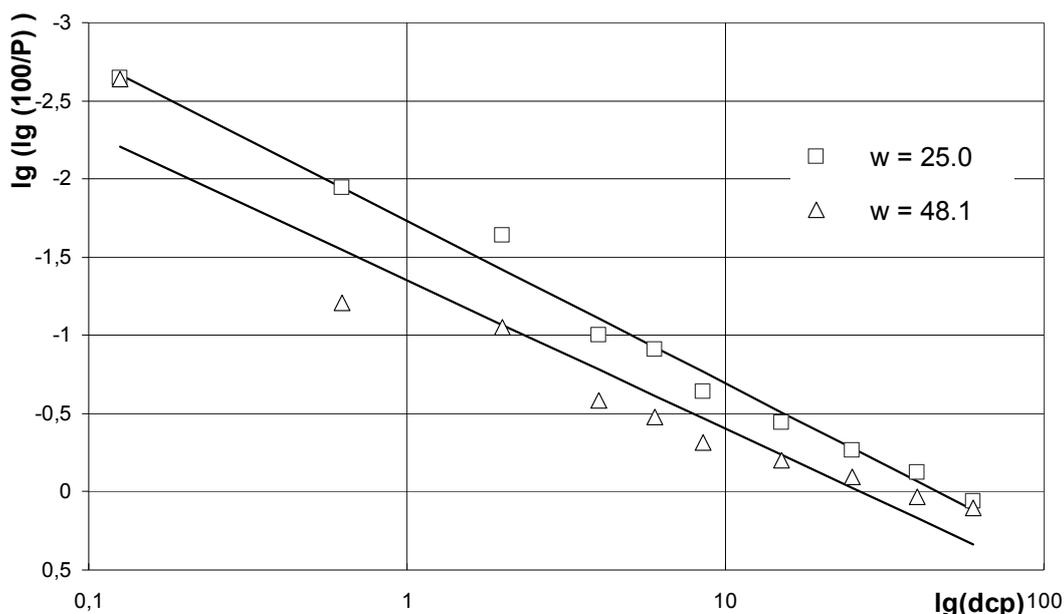
Если обозначить  $\lg(\lg e) - n \lg d_e = c$ , то получим [4]

$$\lg\left(\lg\frac{100}{P}\right) = n \lg d + c. \quad (7)$$

Из уравнения (7) видно, что в координатах  $[\lg(100/P), \lg d]$  уравнение Розина-Раммлера спрямляется. Показатель  $n$ , характеризующий рассеяние почвенных агрегатов по крупности, определяется как тангенс угла наклона прямой, а  $d_e$  – размер агрегатов, соответствующий выходу 36,8%.

Параметр  $n$  может служить характеристикой однородности почвы по размерам частиц. Чем меньше параметр  $n$ , тем меньше частиц содержится в узком интервале размеров и тем менее однородна почва по своему фракционному составу. Параметр  $d_e$  представляет собой диаметр таких частиц, крупнее которых в почве содержится 36,8%. Этот параметр может быть использован как показатель, определяющий крупность частиц почвы [4].

На рисунке 49 приведены зависимости суммарного выхода «по плюсу» торфа от среднего диаметра фракции  $d$  для разных значений его влажности. Значение  $n$  для влажности  $w = 25,0\%$  равно 1,04; для влажности  $w = 48,0\%$  – 0,95. Значения  $d_e$  составляют 20,77 и 11,03 мм соответственно.



**Рисунок 49 – Зависимость суммарного выхода «по плюсу»  $P$  от среднего диаметра фракций  $d$  в логарифмических координатах (для данных, представленных на рисунке 48)**

Из физики почвы известно [5], что оптимальной структурой обладает почва, размеры фракций которой составляют от 0,25 до 7 мм. Для фракционного анализа применяют колонки из сит с отверстиями 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 5,0; 7,0 мм. Проанализируем, чему равны параметры уравнения Розина-Раммлера для почвы оптимальной структуры. При этом допустим, что частные характеристики крупности подчиняются нормальному распределению:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma_u \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-m_u)^2}{2\sigma_u^2}},$$

где  $m_u$  – математическое ожидание;

$\sigma_u$  – дисперсия.

Если принять, что  $m_u = m_{cp} = 7/2 = 3,5$  мм, то получим следующий процентный выход фракций в интервалах, соответствующих размерам сит (таблица 17).

**Таблица 17 – Процентный выход фракций**

Интервал, мм		0–0,25	0,25–0,5	0,5–1	1–2	2–3	3–5	5–7
Выход фракции, %	$\sigma_u = 0,8$	0,002	0,006	0,08	2,95	23,56	70,36	3,04
	$\sigma_u = 1$	0,03	0,08	0,49	6,06	24,17	62,47	6,66
	$\sigma_u = 1,2$	0,16	0,28	1,24	8,7	23,28	55,59	10,38

Расчеты по определению параметров уравнения Розина-Раммлера для почвы оптимальной структуры показали, что данные параметры имеют следующие значения: 2–4;  $d_e = 5–6$  мм.

## Заключение

На прилипаемость почвы к картофелю оказывают влияние давление ходовых систем и физико-механические свойства почвы. Уплотненная почва при последующей обработке обладает неудовлетворительным фракционным составом, в котором преобладают мелкие частицы. Повышение дисперсности почвы ведет к увеличению прилипаемости к клубням картофеля.

В качестве критериев оценки прилипаемости почвы к картофелю предлагается использовать параметры уравнения Розина-Раммлера. Для почвы оптимального фракционного состава, которая обладает низкой прилипаемостью к картофелю, параметры уравнения Розина-Раммлера имеют следующие значения: показатель однородности частиц  $n = 2-4$ , показатель крупности  $d_e = 5-6$  мм. При уменьшении показателя однородности  $n$  увеличивается процентное содержание мелких частиц, а следовательно, и прилипаемость почвы к картофелю.

11.06.11

## Литература

1. Орда, А.Н. Эколого-энергетические основы формирования машинно-тракторных агрегатов: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.03 / А.Н. Орда. – Минск, 1997. – 269 с.
2. Вадюнина, А.Ф. Методы исследования физических свойств почв / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
3. Лиштван, И.И. Физические свойства торфа и торфяных залежей / И.И. Лиштван, Е.Т. Базин, В.И. Косов. – Минск: Наука и техника, 1985. – 239 с.
4. Кислов, Н.В. Аэродинамика измельченного торфа / Н.В. Кислов; под ред. И.И. Лиштвана. – Минск: Наука и техника, 1987. – 174 с.
5. Ревут, И.Б. Физика почв / И.Б. Ревут. – Л.: Колос, 1972. – 387 с.

УДК 631.332.7:06

А.Л. Рапинчук, Д.И. Комлач,  
А.В. Шинкарев, А.С. Воробей,  
А.В. Белько

(РУП «НПЦ НАН Беларуси  
по механизации сельского хозяйства»,  
г. Минск, Республика Беларусь)

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
ПРОЦЕСС ПОСАДКИ  
ПРОРОЩЕННОГО  
КАРТОФЕЛЯ И КЛОНОВ  
САЖАЛКОЙ КСП-2**

## Введение

Молодые клубни картофеля – ценный источник поступления в организм углеводов, белка, минеральных веществ, особенно калия, и витаминов, прежде всего витамина С. Один из путей получения раннего урожая картофеля – проращивание посадочного материала, что позволяет сократить срок вегетации на 20–25 дней. Вместе с тем в республике уделяется недостаточно внимания пророщенному картофелю и клонам. Это связано в первую очередь с отсутствием специально оснащенных средств.