

## **Изменение структуры поверхностного слоя почвы и экологическая совместимость мобильных машин с почвой**

*Ю.А. Кузыченко, д.с.-х.н.,  
ФГБНУ Северо-Кавказский ФНАЦ*

Влияние систем и приёмов основной обработки почвы на показатели почвенного плодородия, динамику питательных веществ и урожайность основных сельскохозяйственных культур в республиках Северного Кавказа [1, 2] и на Ставрополье [3, 4] с учётом специфики природно-климатических условий изучается в достаточно широком научном диапазоне. Вместе с тем динамическое воздействие ходовых систем мобильной сельскохозяйственной техники на почву, приводящее к изменению структуры почвы в результате разрушения поверхностного слоя движителями МТА как в горизонтальной

(истирание), так и вертикальной (уплотнение) плоскостях, с изменением структуры более глубоких слоёв, требует более углубленного изучения. В исследованиях, рассматривающих почву как трёхфазную дисперсную систему (твёрдая фаза — воздух — вода), установлено, что при воздействии нагрузки на почву в начальный момент происходит сжатие пузырьков воздуха, заключённых в поровой воде, а затем — высвобождение из пор уплотняющейся почвы избыточного количества воздуха и воды [5]. Это приводит к разрыву крупных агрегатов почвы и формированию более мелких частиц, увеличивающих их удельную поверхность, т.е. поверхностный слой почвы распыляется. Важным фактором, влияющим на процесс распыления

поверхности почвы, является также её исходная влажность в момент движения агрегата, поскольку почва может принимать вязкопластичное или упругопластичное состояния.

Систематическое уплотнение почвы на глубину большую, чем глубина рыхления современными глубокорыхлителями (40–45 см), нарушает нормальный ход тепло- и массообменных процессов, а изменение соотношений влаги, воздуха и почвенного скелета не способствует развитию почвенной микрофлоры. Для решения вопроса о целесообразности использования конкретной машины для движения по почве необходимо иметь информацию о последствиях воздействия движителя, т.е. речь идет об экологической совместимости машины с почвой, имеющей определённую влажность по глубине. Машина, экологически совместимая с почвой, не создаёт в результате своей работы изменений, вызывающих нарушение природных процессов, протекающих в почве.

**Цель исследования** заключается в оценке изменения структурного состава почвы в зависимости от буксования движителей трактора Т-150К при различных тяговых усилиях и влажности верхнего слоя почвы, а также совместимости машины с почвой при различной её влажности для оценки экологически допустимого глубинного уплотнения движителями мобильных машин.

**Материал и методы исследования.** Полевые опыты проводились на опытном поле-полигоне ФГБНУ Ставропольского НИИСХ. Почва опытного участка: чернозём обыкновенный, среднесуглинистый, гумус – 3,5%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 14,2 мг/кг почвы, K<sub>2</sub>O – 198 мг/кг почвы. Измерение тягового усилия и расчёт коэффициента буксования δ трактора Т-150К в сцепке с нагрузочным трактором ДТ-75 проводили по стандартным методикам [6] на стерне колосовых при различной влажности верхнего слоя почвы, равной 12,5; 14,2 и 19,1%. При этом ставились **задачи**: установить зависимости коэффициента буксования δ от величины тягового усилия трактора (P) на лущённом стерневом фоне, выявить изменение процентного содержания почвенных агрегатов более 10 мм и менее 1 мм до и после прохода колёс трактора при различной влажности в слое 0–5 см.

Расчёты по определению глубины уплотнения почвы движителями различных сельскохозяйственных машин при различной влажности почвы проводились по методике, предложенной А.М. Цукуровым [7], по формуле расчёта:

$$\zeta \cdot H_d = Z_p + g \cdot v / 2 \cdot Z_p,$$

где H<sub>д</sub> – глубина области уплотнения, м;  
 v – ширина шины, м;  
 Z<sub>п</sub> – глубина следа колеса, м;  
 g – среднее удельное давление машины, кПа;  
 ζ – градиент сопротивления почвы сдвигу, кПа/м.

**Результаты исследования.** Результаты исследования, представленные на графике и в таблице (рис. 1, табл. 1), позволяют сделать вывод, что в общем случае наблюдается рост коэффициента буксования с увеличением тягового усилия трактора.

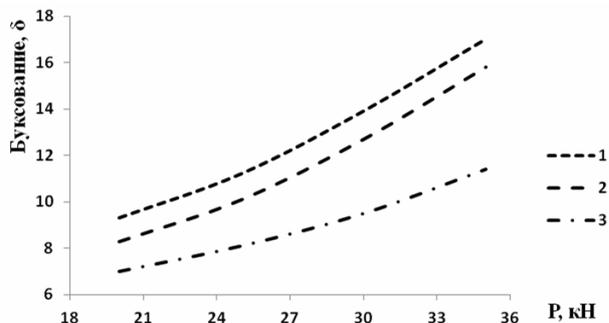


Рис. 1 – Зависимость буксования движителя (δ) трактора Т-150К от тягового усилия (P) при различной влажности верхнего слоя почвы: 1 – 12,5%; 2 – 14,2%; 3 – 19,1%

1. Уравнения зависимости буксования (δ) от тягового усилия (P) при различной влажности слоя 0–5 см

| Влажность верхнего слоя почвы, % | Уравнения δ=f(P)                   |
|----------------------------------|------------------------------------|
| 12,5                             | δ=0,12 P <sup>2</sup> -0,14 P+7,4  |
| 14,2                             | δ=0,13 P <sup>2</sup> -0,21 P+7,3  |
| 19,1                             | δ=0,008 P <sup>2</sup> +0,15 P+6,8 |

При этом на более иссушенном фоне (12,5%) буксование было выше, чем при влажности контактного слоя 19,1%. Это объясняется тем, что при влажности 12,5% наблюдается процесс «сухого перетиранья» частиц почвы, а при влажности 19,1% шина больше проседает в почву, сильнее прессует её и работает всей поверхностью пространства между шипами. Изучение агрегатного состава почвы по методу Савинова [8] до и после прохода колёс трактора (табл. 2) позволили сделать заключение об увеличении содержания в почве агрегатов менее 1 мм при проходе по более иссушенной почве на 10,7% и увеличении содержания комков более 10 мм на 8,1% при проходе колеса по более влажному верхнему слою (19,1%).

2. Изменение агрегатного состава почвы при воздействии колёс трактора, %

| Размер агрегатов почвы | Влажность, % |               |            |               |
|------------------------|--------------|---------------|------------|---------------|
|                        | 12,5         |               | 19,1       |               |
|                        | до прохода   | после прохода | до прохода | после прохода |
| Менее 1 мм             | 20,2         | 30,9          | 22,9       | 13,1          |
| Более 10 мм            | 39,5         | 16,9          | 23,1       | 31,2          |

На основании расчётов, представленных в виде графика (рис. 2), установлено, что глубина уплотнения H<sub>д</sub> при работе комбайна Дон-1500

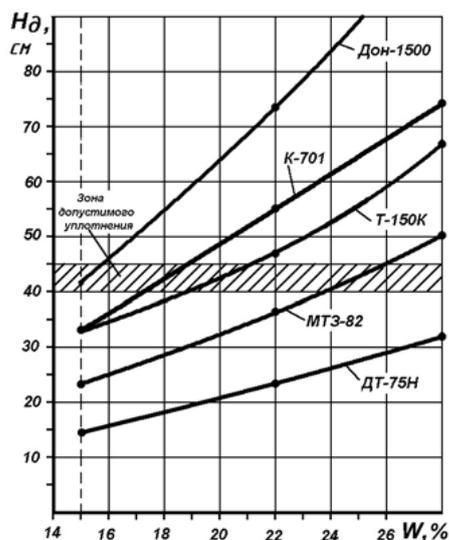


Рис. 2 – Зависимость глубины уплотнения ( $H_d$ ) от влажности почвы ( $W$ , % в слое 30–50 см)

превышает пределы зоны допустимого уплотнения, начиная с влажности более 16%.

Экологически допустимой величиной зоны влажности для работы в агрегате с трактором К-701 является влажность 19%, при работе трактора Т-150К – 21%, а для трактора МТЗ-82 – 26%. Гусеничный трактор ДТ-75М может работать без остаточного уплотнения в любом рассматриваемом диапазоне влажности.

**Выводы.** На основании вышеизложенного можно утверждать, что использование колёсных машин в технологиях возделывания культур нужно осуществлять с учётом влажностного состояния поверхностного слоя, поскольку разрушение структуры почвы в меньшей степени происходит

при влажности поверхностного слоя в пределах 14,2–19,0%, что составляет 0,5–0,7 НПВ.

Наибольшее глубинное уплотнение создаётся движителями комбайна Дон-1500 в широком диапазоне влажности. В зоне более иссушенной почвы ( $W=15\%$ ) глубина уплотнения почвы колёсами тракторов К-701 и Т-150К примерно одинакова и ниже допустимого значения (40–45 см). Наименьшая глубина уплотнения создаётся движителем трактора ДТ-75Н в диапазоне влажности от 15 до 28%. Результаты исследования могут быть использованы для практического применения в хозяйствах при выборе технологии возделывания сельскохозяйственных культур с учётом складывающихся условий увлажнения почвы.

### Литература

- Адиньяев Э.Д., Халилов М.Б. Влияние разноглубинной обработки почвы на показатели плодородия, урожай и качество зерна озимой пшеницы в различных природных зонах // Известия Горского государственного аграрного университета. 2018. № 55 (1). С. 7–15.
- Адиньяев Э.Д., Халилов М.Б. Влияние различных приемов обработки на динамику питательных веществ в почве и продуктивность озимой пшеницы в различных природных условиях // Известия Горского государственного аграрного университета. 2018. № 55 (1). С. 15–20.
- Кузыченко Ю.А., В.В. Кулинцев В.В., Кобозев А.К. Эффективность обработки почвы в севооборотах на различных типах почв Центрального Предкавказья // Земледелие. 2017. № 4. С. 19–21.
- Кузыченко Ю.А., В.В. Кулинцев В.В., Кобозев А.К. Обобщённая оценка дифференциации систем основной обработки почвы под культуры севооборота // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 8. С. 28–30.
- Шукле Л. Реологические свойства почв и грунтов. М.: Стройиздат, 1983. 368 с.
- Савочкин В.А. Тяговый расчёт трактора. М.: МГТУ «МАМИ», 2001. 48 с.
- Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почвы. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
- Цукуров А.М. Теоретические основы экологической совместности колёсных машин с почвой: автореф. дис. ... докт. техн. наук. / Рост. ин-т с.-х. машиностроения. Ростов-на-Дону, 1992. 46 с.