

УДК 631.431.73

## ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ УПЛОТНЯЕМОСТИ СРЕДНЕСУГЛИНИСТОГО ЧЕРНОЗЕМА В РАННЕВЕСЕННИЙ ПЕРИОД

*Ю.А. Савельев, доктор технических наук, профессор  
кафедры «Сельскохозяйственные машины и механизация  
животноводства», +79270017563, juri.savelev@mail.ru*  
*П.А. Ишкин, кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Электрификация и автоматизация АПК»,  
+79277101815, ishkin\_pa@mail.ru*  
*М.А. Петров, аспирант кафедры «Сельскохозяйственные  
машины и механизация животноводства»,  
+79379877429, petrovma\_89@mail.ru*  
**ФГБОУ ВО Самарский ГАУ**

**Ключевые слова:** почва, плотность, влажность, уплотняемость, нормальное сжимающее давление.

*При разработке новой почвообрабатывающей техники и формирования почвообрабатывающих агрегатов для ранневесенней поверхностной обработки почвы необходимо учитывать уплотняемость почвы в зависимости от ее влажности. В статье приводятся методика и результаты лабораторных исследований по определению уплотняемости среднесуглинистого чернозема в ранневесенний период с целью установления зависимостей уплотняемости от его влажности и нормальных сжимающих давлений, позволяющие определить их предельные значения и в последующем не допустить переуплотнения почвы в ранневесенний период.*

**Введение.** Основной задачей ранневесенней поверхностной обработки почвы является создание в почве оптимальных условий для сохранения накопленной за осенне-зимний период влаги. Для этого поверхностному слою почвы (6-8 см) необходимо придать рыхлое мелкокомковатое состояние, превратив его в мульчирующий слой, препятствующий поднятию влаги к поверхности и ее быстрому испарению [1, 2]. Но существует другая проблема ранневесеннего периода – низкая несущая способность почвы, которая сдерживает «выход» сельскохозяйственной техники в поле. Чем влажнее почва, тем ниже ее несущая способность и выше риск переуплотнения почвы сельскохозяйственными машинами [3].

Известно, что оптимальная плотность почвы на обыкновенных чернозёмах Среднего Поволжья для зерновых культур составляет от 1,0 до 1,1 г/см<sup>3</sup> [4].

В связи с этим, при разработке новой почвообрабатывающей техники и формирования почвообрабатывающих агрегатов для ранневесенней поверхностной обработки почвы, необходимо учитывать уплотняемость почвы в зависимости от ее влажности.

Цель исследований – установление зависимостей уплотняемости среднесуглинистого чернозема в ранневесенний период от его влажности и нормальных сжимающих давлений, позволяющие определить их предельные значения и не допустить переуплотнения почвы в ранневесенний период.

**Материалы и методы исследования.** Для проведения исследований отбиралась почва в слое 0...0,30 м. Для исследований готовились исходные объемы почвы с агрегатным составом от 1 до 10 мм методом просеивания и помещались в гидротермостат ТПС-3 для поддержания постоянной исходной влажности. В каждом объеме почвы, равномерно перемешанном определялась исходная абсолютная влажность. Для определения влажности отбирались навески почвы в бюксы в трехкратной повторности и взвешивались на электронных весах GM-612 с точностью до 0,01 г. Отобранные образцы высушивались при температуре 105°C до абсолютно сухого состояния в сушильном шкафу СШ-3 в течение 6 часов и взвешивались.

По разнице весов исходной и сухой почвы определялось количество влаги в них. Расчет абсолютной влажности почвы, выраженной в процентах, проводился по формуле [5]:

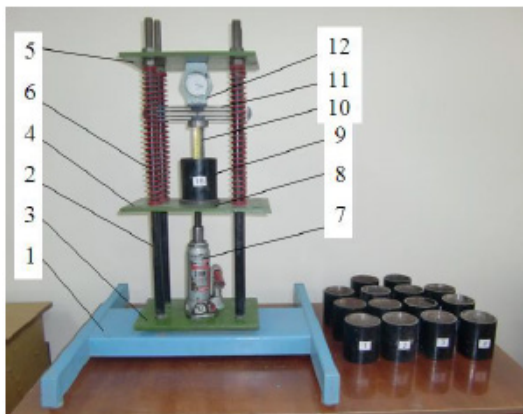
$$W_a = \left[ \frac{m_g - m_c}{m_c} \right] \cdot 100\%,$$

где  $m_g$  – масса образца влажной почвы, г;

$m_c$  – масса образца сухой почвы, г.

При известной абсолютной влажности почвы отобранных исходных образцов почвы посредством добавления воды получили почву влажностью 25,9; 27,2; 29,9%. Из данной почвы с каждой влажностью создавались образцы почвы с исходной плотностью во всех вариантах 0,85 г/см<sup>3</sup>, которые помещались в цилиндрические стаканы.

Далее образцы почвы исследовались на лабораторной установке (рисунок 1) посредством сжатия, путем создания удельного давления 50; 100; 150; 200; 250 кПа на рабочей поверхности поршня и последующего определения плотности уплотненного образца.



**Рисунок 1 – Лабораторная установка для определения уплотняемости почвы:**

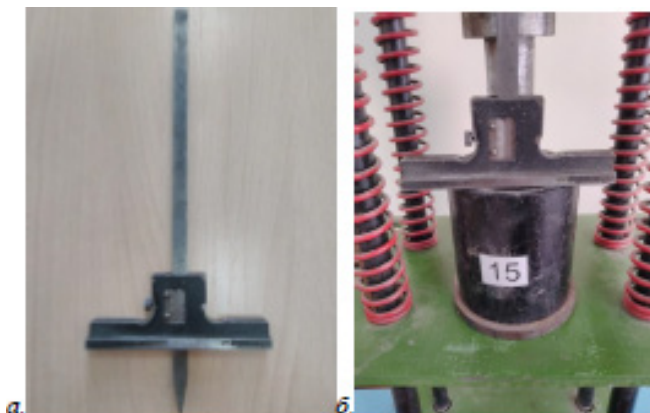
- 1– основание; 2 – направляющая; 3 – нижняя неподвижная плита;  
4 – средняя подвижная плита; 5 – верхняя неподвижная плита;  
6 – пружина сжатия; 7 – гидравлический домкрат; 8 – основание  
цилиндрического стакана; 9 – цилиндрический стакан; 10 – поршень;  
11– тензозвено; 12 – индикатор стрелочный.**

Лабораторная установка (рисунок 1) состоит из основания 1, неподвижно устанавливаемого на горизонтальную площадку, к которому жестко крепится нижняя неподвижная плита 3 посредством резьбовых частей четырех направляющих 2, причем в средней части последних устанавливается средняя подвижная плита 4 с помощью своих четырех отверстий, а в верхней резьбовой части направляющих 2 крепится верхняя неподвижная плита 5. По направляющим 2 установлены пружины 6 между подвижной средней 4 и неподвижной верхней 5 плитами.

Между нижней неподвижной плитой 3 и средней подвижной плитой 4 установлен гидравлический домкрат 7. На среднюю подвижную плиту 4 установлено последовательно основание 8 цилиндрического стакана, цилиндрический стакан 9, поршень 10 с мерной лентой.

Между верхней частью поршня 10 и неподвижной верхней плитой 5 размещается тензозвено 11 и индикатор стрелочный 12.

При исследовании образцов почвы гидравлическим домкратом 7 поднимается средняя подвижная плита 4, вместе с которой движется вверх основание 8 цилиндрического стакана и цилиндрический стакан 9



**Рисунок 2 – Измеритель величины деформации образца почвы в гильзе–цилиндре: а – измеритель; б – определение величины деформации образца почвы в гильзе–цилиндре измерителем**

с образцом почвы, уплотняемым поршнем 10, который взаимодействует с тензозвеном 11. Величина усилия сжатия определяется на стрелочном индикаторе 12, а величина деформации образца почвы в цилиндрическом стакане 9 по измерителю (рисунок 2) величины деформации образца почвы в цилиндрическом стакане. Повторность опытов трехкратная.

**Результаты и их обсуждение.** В результате проведения лабораторных исследований уплотняемости среднесуглинистого чернозема при различной влажности, по экспериментальным данным были построены графические зависимости изменения плотности почвы от нормального сжимающего давления (рисунок 3).

Исходя из агротехнических требований, по которым диапазон оптимальной плотности почвы считается  $1,0 \dots 1,1 \text{ г/см}^3$ , определены максимальные допустимые сжимающие давления для почвы исследуемых значений влажности для верхней границы диапазона оптимальной плотности почвы.

Так для почвы влажностью 25,9% предельным максимальным сжимающим давлением является 137 кПа, для почвы влажностью 27,4% – 112 кПа, для почвы влажностью 29,9% – 85 кПа. Данные показывают, что при превышении удельного давления на почву выше определенных уровней (137; 112; 85 кПа) для каждой исследуемой влажности будет наблюдаться ее переуплотнение.

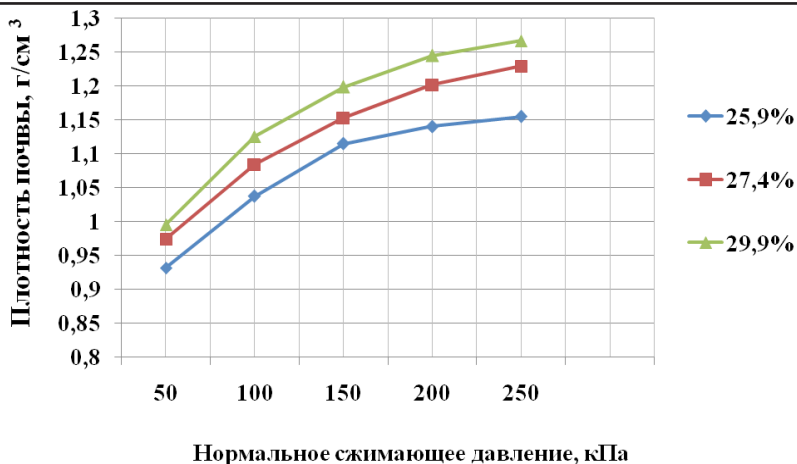


Рисунок 3 – Зависимость изменения плотности почвы от нормального сжимающего давления

**Выводы.** Результаты исследований показывают, что с повышением влажности почвы снижается ее несущая способность и повышается риск ее переуплотнения от прохода по ней машинотракторных агрегатов. Для сохранения максимально возможного количества почвенной влаги, накопленной за осенне-зимний период, необходимо в ранневесенний период работать почвообрабатывающими агрегатами, создающими давление на почву не превышающее 85 кПа. Выполнение данного условия обеспечит исключение переуплотнениям влажной почвы в ранневесенний период при проведении покровного боронования.

*Библиографический список:*

1. Савельев, Ю.А. Снижение потерь почвенной влаги на испарение [Текст] / Ю.А. Савельев, О.Н. Кухарев, Н.П. Ларюшин, П.А. Ишкин, Ю.М. Добрынин // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2018. – Т. 12. – № 1. – С. 42-47.
2. Савельев, Ю.А. Теоретическое исследование водного баланса почвы и процесса испарения почвенной влаги [Текст] / Ю.А. Савельев, Ю.М. Добрынин, П.А. Ишкин // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2017. – № 1. – С. 23-28.
3. Савельев, Ю.А., Теоретическое исследование влияния способа агрегатирования на уплотнение почвы движителями трактора [Текст] / Ю.А. Савельев,

- П.А. Ишкин, М.А. Петров // В сборнике: Эксплуатация автотракторной и сельскохозяйственной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы Сборник статей III Международной научно-практической конференции. 2017. С. 120-122.
4. Кафтан, Ю.В. Агрофизические свойства почвы и урожайность сельскохозяйственных культур в севооборотах [Текст] / Ю.В. Кафтан. Н.А. Зенкова // Известия ОГАУ. – 2019. – №3 (77). – С.27-30.
  5. ГОСТ 20915-2011 Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний [Текст] – М.: Стандартформ, 2013. – 47 с.

## **LABORATORY STUDIES TO DETERMINE THE COMPACTION OF MEDIUM LOAMY CHERNOZEM IN THE EARLY SPRING**

*Saveliev Y.A., Ishkin P.A., Petrov M.A.*

**Key words:** *soil, density, moisture, compaction, normal compressive pressure.*

*When developing new tillage equipment and forming tillage aggregates for early spring surface tillage, it is necessary to take into account soil compaction depending on its moisture content. The article presents the methodology and results of laboratory studies to determine the compaction of medium loamy chernozem in the early spring with the aim of establishing the dependencies of the compaction on its moisture and normal compressive pressures, which allow determining their limiting values and subsequently preventing soil compaction in the early spring.*