

УДК 631.303

Г.А.Хайлис, д.т.н; В.В.Шевчук
УкрНИИПІТ ім. Л. Погорелого
В.Г. Шевчук
зам. директора ВСП АТК Уманського НУС

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ТВЕРДОСТИ ПОЧВЫ И ЕЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРИ ПРОКОЛЕ ИГЛАМИ БОРНЫ

В статье рассмотрены приборы для определения твердости почвы и её сопротивления при проколе конусной иглой борны.

ТВЕРДОСТЬ, ПОЧВА, ТВЕРДОМЕР, ИГОЛЬЧАТАЯ БОРНА, СОПРОТИВЛЕНИЕ, ПРОКОЛ, ИГЛА.

Постановка проблемы. Игольчатые борны нашли широкое применение при обработке почвы. Однако вопросы, касающиеся сопротивления, возникающего при работе борон, и оценка твердости почвы, исследованы недостаточно [1, 2, 3, 4].

Анализ последних исследований и публикаций. По данной теме опубликован ряд работ [1, 2, 3, 4], но слабо разработаны вопросы определения сопротивлений при их работе.

Цель исследования. Рассмотреть вопросы определения твердости почвы с помощью твердомера и сопротивления почвы при ее проколе иглами борны.

Результаты исследования. Секции культиватора могут быть снабжены игольчатыми борнами, в задачи которых входят прокол почвы и ее рыхление. Устроена эта борна следующим образом.

Борна содержит секции, каждая из которых состоит из пяти игольчатых дисков, оси которых жестко связаны друг с другом. Каждый диск содержит ступицу, ось, втулку и двенадцать игл, жестко связанных со ступицей. Игла представляет собою радиально закрепленный на ступице прямолинейный стержень, форма которого в средней части близка к цилиндрической; в концевой части каждая игла выполнена в виде конуса и заканчивается острием. Диски с иглами движутся в продольно-вертикальной плоскости и вращаются вокруг своих горизонтальных осей.

При работе игольчатых борон иглы могут внедриться в почву, направляясь в нее, в основном, перпендикулярно к ее поверхности, хотя может быть и некоторое отклонение от этого перпендикуляра. Схема внедрения в почву деформатора в виде вертикального стержня с присоединенным к нему плоским горизонтальным круглым телом

показана на рис. 1, *а*. Так определяется твердость почвы с помощью твердомера. Если же требуется обеспечить внедрение в почву конусных игл игольчатой бороны, то деформатор выполняется в виде вертикального конуса, обращенного острием вниз (рис. 1, *б*).

В случае деформации почвы по схеме на рис. 1, *а* при углублении деформатора (плунжера) твердомера в почву на регистрирующей части твердомера записывается диаграмма, представляющая собой зависимость силы G давления на плунжер от глубины λ внедрения этого плунжера в почву (рис. 2). С помощью этой диаграммы определяется твердость p почвы по формуле:

$$p = \frac{h_{\text{ср}} \kappa}{S}, \quad (1)$$

где $h_{\text{ср}}$ – среднее значение ординаты (в см) на участке OA этой диаграммы, κ – жесткость пружины (Н/см), а S – площадь плунжера в месте его контакта с почвой (см²). Твердость почвы измеряется в Н/см².

Прямая OA на диаграмме показывает возрастание силы G с ростом глубины λ , а прямая AB на диаграмме характеризует условия деформации почвы, когда она «течет», т.е. продолжает деформироваться под действием постоянной силы G_A давления на нее (это предел несущей способности почвы). Точка A на диаграмме находится на значительной глубине от поверхности почвы (20 см и больше). Такова закономерность деформации почвы плунжером, выполненным в виде плоского горизонтального круглого тела. А вот закономерность деформации почвы конусной иглой (рис. 1, *б*) не известна и ее надо определить.

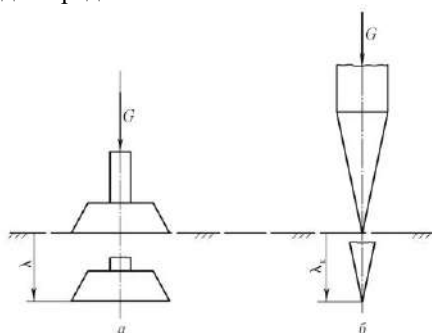


Рис. 1 – Схемы вдавливания в почву на глубину λ деформаторов: *а* – деформатор выполнен в виде плоского горизонтального круглого тела, *б* – деформатор выполнен в виде вертикального конуса, обращенного острием вниз

На діаграмме смятия почвы (рис. 2) $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_n$ – это глубины погружения плунжера, соответствующие значениям сил G_1, G_2, G_A сжатия пружины прибора. Так как $h_{срК}$ представляет собой среднее значение силы G_A смятия почвы на участке OA кривой (рис. 2), то $h_{срК} = G_A / 2$, где G_A – сила, соответствующая положению точки A на диаграмме.

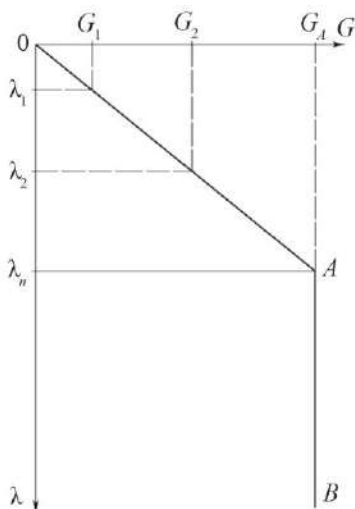


Рис. 2 – Графическая зависимость силы G давления плунжера на почву от глубины λ погружения этого плунжера (диаграмма смятия почвы)

Проанализируем проникновение конусной иглы в почву с учетом особенностей конструкции твердомера почвы.

На рис. 3 представлена схема твердомера с конусной формой плунжера. Прибор состоит из рукоятки 1, пружины 2, штанги 3 и деформатора (плунжера) 5. Нижний конец пружины 2 жестко связан со штангой 3 (упирается в жестко связанный со штангой упор 4) и при нажатии рукояткой 1 на пружину давление сжатия пружины передается на штангу 3, а через эту штангу передается на деформатор 5, представляющий собой конус иглы. При такой конструкции давление сжатия пружины равно давлению деформатора (конуса) 5 на почву. Штанга 3 и конус (деформатор) 5 движутся по вертикали в направляющей 6. Верхнее положение рукоятки 1 совпадает с линией $O-O$, а деформация пружины по вертикали обозначена y . Эта схема

обычного твердомера (таких конструкций много). Таким образом, твердомер по схеме на рис. 3 отличается от существующих твердомеров (рис. 1, а) формой деформатора.

Твердомер на схеме на рис. 3 отличается от других плотномеров тем, что запись пути λ движения деформатора (плунжера) осуществляется по вертикали (в направлении λ на рис. 2), а запись процесса сжатия пружины осуществляется по горизонтали (перпендикулярно направлению пути λ). Схема регистрирующей части этого твердомера показана на рис. 4. На получаемой диаграмме в таком приборе (рис. 4) путь деформации почвы откладывается вниз по вертикали (рис. 4, линия λ), а деформация сжатия пружины изображается по горизонтали (рис. 4, линия av , параллельная оси Oy_1). В таком приборе изображение деформации почвы при условии, что почва эта «течет», т.е. продолжает деформироваться под действием постоянного давления на нее, показано на упомянутом рис. 2 и рис. 4 в виде вертикальной прямой AB). Все это означает, что зависимость силы G давления на конусную иглу от глубины λ ее погружения в почву близка к линейной и находится в пределах глубины погружения иглы до точки A на диаграммах (рис. 2 и 4), получаемых с помощью приборов.

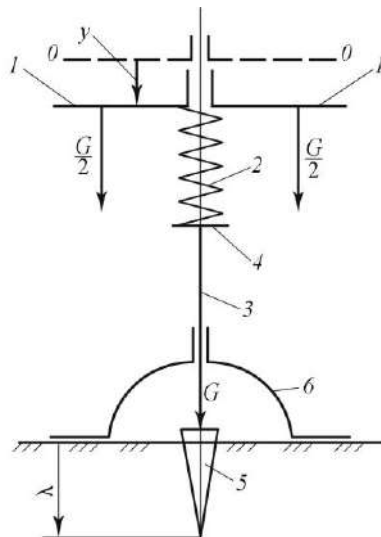


Рис. 3 – Схема твердомера почвы с деформатором конусного типа:
 1 – рукоятка, 2 – пружина, 3 – штанга, 4 – упор,
 5 – деформатор, 6 – направляющая

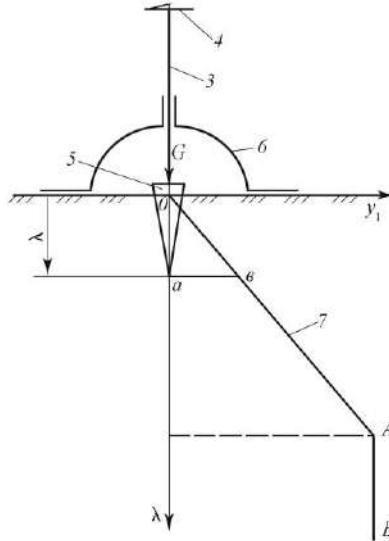


Рис. 4 – Схема регистрирующей части твердомера почвы на схеме на рис 3: 3 – штанга, 4 – упор, 5 – деформатор, 6 – направляющая, 7 – линия деформации почвы иглой, AB – линия изменения давления, когда почва «течет», т.е. продолжает деформироваться под действием постоянного давления (предел несущей способности почвы)

Выводы. Рассмотрены особенности использования твердомеров для определения сопротивления почвы при вдавливании в почву плоского горизонтального круглого тела и конусного тела .

Литература

1. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. – Т. 1, (ч.1). Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. – Харків: ОКО. – 2001. – 444 с.
2. Хайлис Г.А. Основы теории и расчета сельскохозяйственных машин. – К.: Изд. УСХА. 1992. – 235 с.
3. Кравчук В., Хайлис Г., Шевчук В. О качении дисков игольчатой бороны при перемещении по поверхности почвы // Техніка і технології АПК. – 2011. – № 10. – С. 23-25.
4. Мазитов Н. Теория реактивных рабочих органов почвообрабатывающих машин. – Казань. Изд-во «ФЭН» Академии наук РТ, 2011. – 280 с.