

*С. Г. Чорний, О. В. Письменний, О. В. Пилипенко*

*Миколаївський державний аграрний університет  
chorny@trion.mk.ua*

## **ПРОТИДЕФЛЯЦІЙНА СТІЙКІСТЬ ҐРУНТІВ СТЕПУ УКРАЇН: МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ТА ДЕЯКІ РЕЗУЛЬТАТИ**

**Вступ.** В степовій зоні України одним з важливих чинників деградації земель є дефляція (вітрова ерозія) ґрунтів. Стійкість поверхні ґрунту до видування залежить, в першу чергу, від протидефляційної стійкості (вітростійкості) ґрунту, тобто від його здатності протидіяти руйнуванню під дією пило-вітряного потоку. Іншою складовою стійкості поверхні ґрунту до руйнації сильними вітрами є стан рослинного покриву.

**Стан вивчення проблеми та постановка проблеми.** Масштабні дослідження щодо протидефляційної стійкості ґрунтів, які були проведені в 40-х - 60-х роках ХХ сторіччя в США та узагальнені в рамках проекту Рівняння вітрової ерозії (Wind Erosion Equation – WEQ) [5] та в 70-х роках ХХ століття в Україні М.Й. Долгилевичем [1], показали, що так звана „критична” швидкість вітру (швидкість, при якій починається масове підіймання часток ґрунту в повітря) пропорційна розміру ґрунтових агрегатів. А тому в якості непрямого універсального показника протидефляційної стійкості часто використовуються показники макроструктури ґрунту, зокрема, це або вміст агрегатів більше 1 мм при сухому просіванні за методикою Савінова („грудкуватість”), або вміст агрегатів розміром більше 0,84 мм (1/30 дюйма) при просіванні на ситах Чепіла [6].

В той же час, очевидно, що для фізичного та математичного моделювання процесів вітрової ерозії необхідно використовувати прямі методи визначення протидефляційної стійкості, що дозволяє отримати найбільш повну інформацію щодо стійкості ґрунтів до дії сильних вітрів. В світовій науковій практиці для таких досліджень використовується аеродинамічні устаткування різного типу.

Сконструйована нами в 2008 році лабораторна аеродинамічна установка дозволяє визначати протидефляційну стійкість спеціальним чином підготовленого ґрунтового зразка в повітряно-пиловому потоці швидкістю 15 м/с. (рис. 1). Абразивний матеріал (пісок) через дозатор вводиться в штучний повітряний потік, розганяється в ньому і попадає на поверхню ґрунтового зразку, який під ударами цього матеріалу руйнується. За формою вихідний ґрунтовий зразок є циліндром 5×5 см (рис. 2).



Рис. 1. Портативна лабораторна аеродинамічна установка.

Стійкість ґрунту до руйнування в повітряно-пиловому потоці ( $VS$ ) визначається через відношення ваги ґрунту після експозиції в установці впродовж 3 хвилини ( $b$ ) до його початкової маси, яка дорівнювала 180 грам ґрунту [2]:

$$VS = \frac{b}{180} \oplus 100\%. \quad (1)$$

Варто відмітити, що протидефляційна стійкість згідно (1) розраховується лише у відносних величинах, що є недоліком методики. Але слід визначити, що розрахунок протидефляційної стійкості в абсолютних одиницях, наприклад, сили відкриває перспективи для створення на даних такого вимірювання фізично обґрунтованих математичних моделей дефляції. В свою чергу, наявність адекватних математичних моделей дозволяє розробляти науково-обґрунтовані системи заходів, які попереджають дефляцію та зберігають родючість ґрунтів. А тому метою даної роботи є створення на базі існуючої аеродинамічної установки методики визначення вітростійкості ґрунту одиницях системи вимірювання СІ та отримання значень цього показника для основних ґрунтів Степу України.



Рис. 2. Дослідний зразок ґрунту після дії повітряно-піщаного потоку.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Очевидно, що процес руйнування ґрунтового зразка пило-повітряним потоком можна розглядати як виконання певної фізичної роботи:

$$A = F \oplus l, \quad (2)$$

де  $A$  – робота, дж;  $F$  – сила, яка використовується для виконання роботи по руйнації ґрунтового зразка, н;  $l$  – величина (частка) ґрунтового зразка, яка була зруйнована та перенесена, м.

В той же час, відомо, що яка завгодно робота визначається, ще як добуток потужності ( $N$ , Вт) на час ( $T$ , с). А отже сила, яка використовується на руйнацію ґрунтового зразка буде дорівнювати

$$F = (N \oplus T) / l. \quad (3)$$

Очевидно, що потужність пило-повітряного потоку буде розраховуватись як потужність повітряного потоку, але щільність повітря насиченого твердими частками буде більшою ніж щільність «чистого» повітря ( $\rho \approx 1,2 - 1,3 \text{ кг/м}^3$ ). Отже потужність пило-повітряного потоку згідно [4] буде дорівнювати:

$$N = 0,5 \oplus \rho \oplus s \oplus V^3, \quad (4)$$

де,  $\rho$  – щільність повітря, насиченого пилом ( $\rho \approx 1,6 \text{ кг/м}^3$ ),  $s$  – площа поверхні зразка, на яку безпосередньо діє пило-повітряний потік в процесі експерименту і який приблизно дорівнює площі вихідного отвору через який проходить повітря в лабораторній аеродинамічній установці ( $2,54 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ ),  $V$  – швидкість потоку, м/с ( $V = 15 \text{ м/с}$ ). Розрахунок за рівнянням (4) показав, що потужність пило-повітряного потоку, який створюється лабораторною аеродинамічною установкою дорівнює 0,69 Вт.

Повертаючись до (3) визначимо, що сила, яка використовується при руйнації ґрунтового зразка буде дорівнювати наступному рівнянню:

$$F = 0,69 \oplus T / l \oplus (a / 180),$$

або при стандартному експерименті описаному вище (3 хвилини експозиції в пило-повітряному потоці ( $T=180 \text{ с}$ ), довжині зразка в 5 см ( $l = 0,05 \text{ м}$ ))

$$F = 2484 \oplus (180 / a), \quad (5)$$

З (5) витікає, що при повній руйнації зразка ( $b = 0$ ),  $F=0 \text{ Н}$ , а, як що при 3-хвилинній експозиції такої руйнації взагалі не спостерігається ( $a=180$ ), то  $F = 2484 \text{ Н}$ . Очевидно, що протидефляційна стійкість всіх ґрунтів Степу України буде змінюватися саме в цьому діапазоні значень.

Враховуючи (1), перерахунок протидефляційної стійкості з відносних величин ( $VS$ ) в абсолютні показники сили ( $F$ ) може відбуватися за наступною формулою:

$$F = 24,8 \oplus VS, \quad (6)$$

За допомогою (6), можна перерахувати вже визначену протиерозійну стійкість ґрунтів Степу України [3] в показниках сили (табл. 1).

Таблиця 1. Протидефляційна стійкість деяких ґрунтів Степу України (шар 0-30 см)

№ №	Ґрунт	Характер використання ґрунтів	Ґрудкуватість, %	Протидефляційна стійкість, Н
1.	Чорнозем звичайний легкоглинистий	рілля	56-69	841-1486
2.	Чорнозем звичайний легкоглинистий	переліг	83	1617
3.	Чорнозем південний важкосуглинковий	рілля	57-80	622-1111
4.	Темно-каштановий супіщаний	рілля	78	1448
5.	Темно-каштановий легкосуглинковий	рілля	81	1557

6.	Темно-каштановий середньо суглинковий	рілля	55	1029
7.	Дерново-піщаний	рілля	54	484
8.	Піщаний (пісок зв'язний)	переліг	32	104
9.	Піщаний (пісок пухкий)	переліг	1	0

Важливе практичне значення отриманих залежностей (3-6) полягає в можливості інтерпретації даних по «грудкуватості» (вмісту ґрунтових агрегатів при «сухому» просіванні за Савіновим

більш 1 мм) в показниках сили. В роботі [3] був виявлений тісний зв'язок ( $r^2=0,96$ ) між протидефляційною стійкістю ( $VS$ , %) та вмістом агрегатів  $> 1$  мм ( $G$ , %):

$$G = 16,82 \oplus VS^{0,35} \text{ при } 84 > G > 0 \quad (7)$$

Вирішивши рівняння (7) відносно  $VS$  та підставивши цю змінну в (6), після перетворень отримуємо наступний вираз:

$$F = 24,8 \oplus \exp(2,86 \oplus \ln G - 8,06), \text{ при } 84 > G > 0. \quad (8)$$

Отже рівняння (8) дозволяє оцінити протидефляційну стійкість ґрунтів, в випадку коли відома лише його грудкуватість.

Що стосується протидефляційної стійкості ґрунтів

Степу України, то дані таблиці 1 показують, що в межах кожного підтипу протидефляційна стійкість може змінюватися досить в широких межах. Причиною такого явище є певна строкатість властивостей ґрунтів, які визначають вітростійкість – вміст гумусу, гранулометричний склад, вміст карбонатів, а також механічні впливи на поверхню ґрунту в процесі вирощування сільськогосподарських культур.

Одним з інтенсивних впливів на ґрунт є зрошення дощуванням, яке, за рахунок інтенсивного енергетичного впливу, впродовж поливу, приводить до подрібнення агрегатів та до погіршення протидефляційних характеристик ґрунту. Дослідження, які проводилися на чорноземі південному середньо суглинковому на землях дослідного господарства Миколаївського ДАУ показало, що поливи дощувальними машинами (ДМ) «Примус-345» та «Кубань-Л» приводить до зменшення виходу агрегатів більше 1 мм при агрегатному аналізі та різкого погіршення протидефляційних властивостей ґрунту. Після поливу ДМ «Примус-345» з поливною нормою 500 м<sup>3</sup>/га грудкуватість зменшилася на 13-23 %, а після поливу ДМ «Кубань-Л» поливною нормою 150 м<sup>3</sup>/га на 3-8 %.

**Висновки.** Сконструйована нами лабораторна аеродинамічна установка дозволяє визначати протидефляційну стійкість (вітростійкість) ґрунтів в показниках сили. Дослідження ґрунтів степу України показали, що найбільшу протидефляційну стійкість має чорнозем звичайний легко глинистий зайнятий перелогом – 1600 Н,

найменші – піщані ґрунтоподібні субстрати – 0-480 Н. Окрім того, протидефляційна стійкість різних підтипів та типів ґрунтів може змінюватися в середині року з причин строкатості властивостей, які визначають вітростійкість, а також під дією механічних впливів на поверхню ґрунту в процесі вирощування сільськогосподарських культур, зокрема, при поливах дощуванням.

*Список використаних джерел:*

1. Долгилевич М.И. Пыльные бури и агролесомелиоративные мероприятия. - М.: Колос, 1978. - 234 с.
2. Пат. 29131 Україна, (51) МПК А018 13/16. Спосіб визначення протидефляційної стійкості ґрунтів/ Мелашич А.В., Чорний С.Г., Письменний О.В.; заявники і патентовласники: Інститут землеробства південного регіону УААН і Миколаївський державний аграрний університет. - № U200706516; заявл. 11.06.2007; опубл. 10.01.2008, Бюл. №1. - 4 с.
3. Письменний О.В Протидефляційна стійкість ґрунтів степу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.03 «Агроґрунтознавство та агрофізика». - Харків, 2010. - 20 с.
4. Ярас Л., Хоффман Л., Ярас А. Энергия ветра: Пер. с англ. - М.: Мир, 1982.-256 с.
5. National Agronomy Manual. USDA – NRCS. - 2002. – 227 p.
6. Chepil W.S. A Compact rotary sieve and the importance of dry sieving in physical soil analysis// Soil Sci. Soc. Am. Proc. Vol. – 1962. – 26. - №. 1. - Pp. 4-6.