

## Исследование теплофизических характеристик супесчаной почвы

Линкевич Н. Н.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

*Приведена методика определения теплофизических характеристик почвы с помощью цилиндрического зонда. Представлена зависимость коэффициентов объемной теплоемкости, теплопроводности и температуропроводности от объемной влажности для супесчаной почвы. Показано, что зависимость теплопроводности и объемной теплоемкости почвы от объемной влажности изменяется по линейному закону. При этом характерно, что теплопроводность с увеличением влажности быстрее растет, чем теплоемкость, а температуропроводность остается практически постоянной.*

Тепло и влага определяют интенсивность питательного режима, жизнедеятельность почвенных микроорганизмов, отвечают за рост и развитие корневой системы растений, тем самым, определяя урожайность возделываемых культур. В свою очередь, тепловые потоки и движение влаги зависят от совокупности теплофизических свойств в почвенном профиле.

Для расчета, оценки и прогноза тепломелиоративных эффектов тепломелиорации почв необходимо знание теплофизических характеристик почвы.

К теплофизическим свойствам относятся теплоемкость, теплопроводность и температуропроводность.

Теплофизические свойства почвы определяли в полевых условиях с помощью цилиндрического зонда, предложенного В. П. Панфиловым, С. В. Макарычевым, А. И. Луниным и др. [1].

Зонд представляет собой стальной стержень длиной 100 мм и диаметром 2 мм. На стержень вплотную наматывается изолированная константановая проволока диаметром 0,1 мм, выполняющая роль нагревателя. Поверх источника тепла накладываются витки медной проволоки диаметром 0,05 мм, являющейся датчиком температуры. Зонд покрывается смолой для предохранения его от механических повреждений. Источником тока при использовании микроамперметра М316 служит аккумулятор на 6 или 12 В. Сопротивление датчика температуры в полевых условиях измеряется мостом постоянного тока.

Этот зонд практически не нарушает естественного сложения почвы,

позволяет провести эксперимент в течении 2–3 минут. Перегрев примыкающих слоев почвы не превышает 3 °С, что значительно уменьшает массоперенос и теплофизические коэффициенты получаются ближе к истинным, чем при определении шаровым зондом.

Для измерения теплофизических характеристик верхних слоев почвы зонд помещали перпендикулярно поверхности почвы. При определении теплофизических характеристик по профилю почвы зонд помещали в почву горизонтально поверхности, сделав предварительно разрез. Для построения термограммы по истечению 30 с после включения тока записывали показания микроамперметра в течение 2–3 мин через каждые 5 с.

Расчет теплопроводности  $\lambda$  производили с использованием термограммы по формуле [1]

$$\lambda = \frac{P}{4 \cdot \pi \cdot l \cdot \Delta t} \cdot l_{\text{п}} \cdot \frac{t_2}{t_1}, \text{ Вт/(м} \cdot \text{°С)},$$

где  $P$  – мощность нагревателя, Вт;  $l$  – длина зонда, м;  $\Delta t$  – разность температур в момент времени  $t_2$  и  $t_1$ , °С.

Повторность опыта 4-кратная. Параллельно с определением коэффициента теплопроводности  $\lambda$  определяли плотность почвы и ее влажность.

Объемную теплоемкость  $C_v$  рассчитывали по формуле [2]

$$C_v = (C_p + C_B \cdot \frac{W}{100}) \cdot \rho, \text{ кДж/(м}^3 \cdot \text{°С)},$$

где  $C_p$  – удельная теплоемкость абсолютно сухой почвы, равная для супеси 0,84 кДж/(кг·°С);  $C_B$  – удельная теплоемкость воды, 4,190 кДж/(кг·°С);  $W$  – влажность почвы в процентах от веса сухой;  $\rho$  – плотность почвы, кг/м<sup>3</sup>.

Коэффициент температуропроводности  $a$  определяли по формуле [2]

$$a = \frac{\lambda}{C_v}, \text{ м}^2/\text{с}.$$

На рис. представлена зависимость коэффициентов объемной теплоемкости  $C_v$ , теплопроводности  $\lambda$  и температуропроводности  $a$  от объемной влажности  $W_{об}$  для супесчаной почвы исследуемого участка. Анализ полученных зависимостей показывает, что в исследованных пределах влажности зависимость теплопроводности и объемной теплоемкости почвы от объемной влажности изменяется по линейному закону. При этом характерно, что теплопроводность с увеличением влажности быстрее растет,

чем теплоемкость, а температуропроводность с изменением влажности остается практически постоянной.

### **Литература**

1. Теплофизические свойства и режимы черноземов Приобья / В. П. Панфилов [и др.]; Отв. ред. П. С. Панин. – Новосибирск: Наука: Сиб. отд-ние, 1981. – 120 с.
2. Куртнер, Д. А. Расчет и регулирование теплового режима в открытом и защищенном грунте / Д. А. Куртнер, А. Ф. Чудновский. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 299 с.

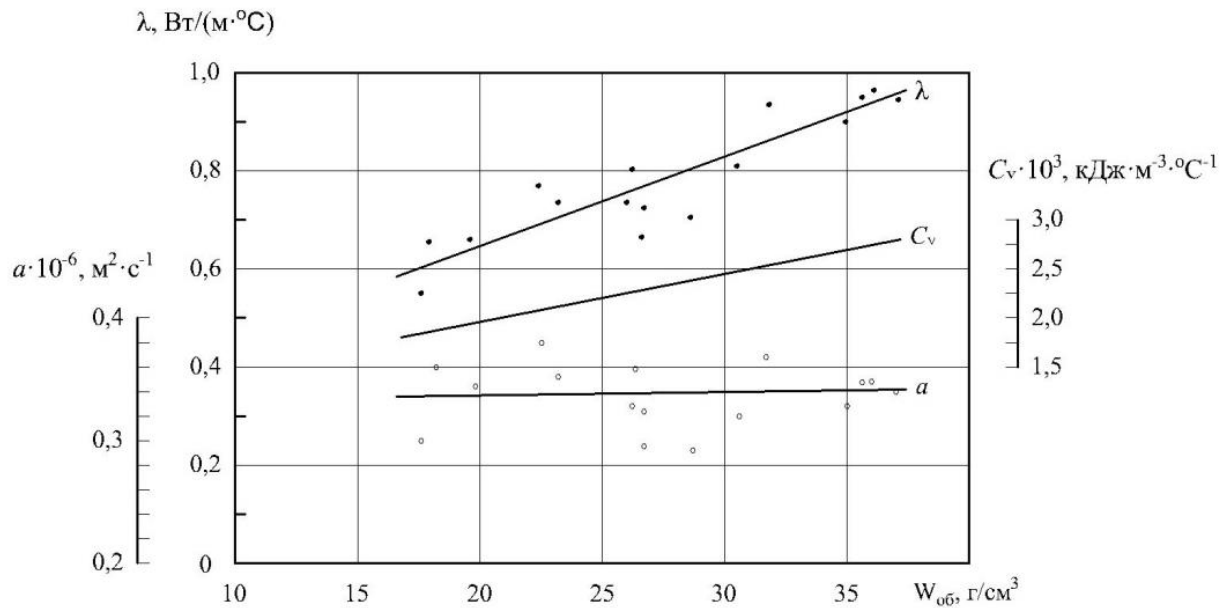


Рис. Зависимость коэффициентов объемной теплоемкости  $C_v$ , теплопроводности  $\lambda$  и температуропроводности  $a$  от объемной влажности  $W_{\text{об}}$  для супесчаной почвы