

Как видно из рис.3, угол трения качения  $\varphi$  изменяется в некоторых пределах от  $\varphi_{min}$  до  $\varphi_{max}$ . Данные наблюдения приводят нас к утверждению, что прямая зависимость между диаметрами лукович и углами трения качения имеет место для обоих сортов. При этом с увеличением диаметров уменьшаются трения качения по пруткам.

### *Литература*

1. Воробьев А.А. Лук. — М.: Россельхоздат, 1980. 56с.
2. Ершов И.И. Лук, чеснок. М.: Московский рабочий. — 1978. 128с.
3. Колчин Н.Н. Комплексы машин и оборудование для послеуборочной обработки картофеля и овощей. М.: Машиностроение, 1982. 268с.
4. Колчин Н.Н., Трусов В.П. Машины для сортирования и послеуборочной обработки картофеля. Конструкция, основы теории, расчет. М.: Машиностроение, 1966. 245с.
5. Мацепуро М.Е. Технологические основы механизации уборки картофеля. Мн., 1959.
6. Петров Г.Д., Бекетов П.В. Механизация производства картофеля и овощей в Нечерноземье. М.: Московский рабочий, 1980. 224с.
7. Скварски Б., Скварска О. Исследование коэффициента трения клубней картофеля, предназначенных для переработки на чипсы и картофеля фри. /Сб. трудов: II Miedzynarodowe Seminarium efektywnosc eksploatacji systemow technicznych. Olsztyn 14-15.09.1995 г. С.51-57.
8. Хвостов В.А., Рейнгарт Э.С. Машины для уборки корнеплодов и лука. Теория, конструкция, расчет. М.: Машиностроение, 1995. 391с.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ ВЯЗКОУПРУГИХ ПОЧВ**

*А.В. Чигарев, Ю.В. Чигарев, Н.Н. Романис, П.Н. Синкевич (БАТУ), В.К. Гриб  
(ЗАО «Агротехнаука»)*

При выполнении различных сельскохозяйственных операций эксплуатируемой техникой происходит взаимодействие машин и орудий (деформаторов) с почвой. Происходящие при этом процессы оказывают прямое влияние не только на эксплуатационные свойства машины, но и на свойства

почвы как объекта среды и обработки, в котором произрастают культуры.

В зоне контакта движителя с почвой образуется область напряженного состояния от веса машины и биения различных вращающихся узлов и деталей, которые передаются на почву. Перечисленные причины приводят в колебательное движение частицы почвы, вызывая деформации, зависящие от свойств почвы.

Для решения задачи применяется модель обобщенной вязко-упругой среды (рис. 1).

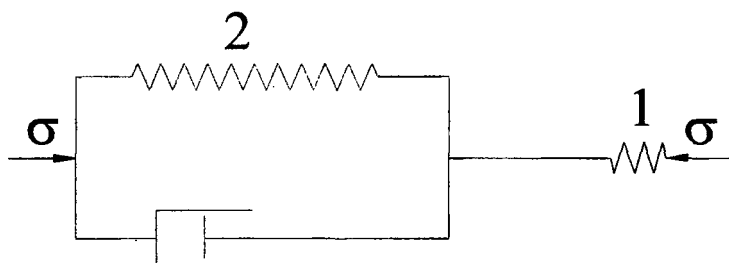


Рис. 1. Модель обобщенной вязко-упругой среды

Элемент среды представляет собой соединение двух пружин и одного демфера. Сжатие пружины 1 физически выражает деформацию, связанную со сжатием цементирующих пленок солей и водных пленок, расположенных между отдельными частицами почвы [1, 2]. Процесс сжатия пружины 1 обратим. При ударном сжатии он протекает по закону Гука

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E_D}, \quad (1)$$

где  $\varepsilon$  — деформация пружины,  $\sigma$  — нормальное напряжение,  $E_D$  — динамический модуль упругости пружины 1.

Деформация пружины 2 и демфера выражает смещение частиц почвы, их переукладку. После снятия нагрузки частицы почвы не возвращаются к

исходному положению. Это объясняется тем, что воздух, заключенный в порах, сжимается лишь на несколько процентов и не в состоянии при снятии нагрузки преодолеть силы трения между частицами и вернуть почву к начальному объему. Деформация, связанная со смещением демпфера и сжатием второй пружины, определяется выражением:

$$\sigma = E_2 \varepsilon_2 + \eta \dot{\varepsilon}_2, \quad (2)$$

где  $E_2$  — модуль упругости пружины 2, — скорость распространения деформации,  $\eta$  — коэффициент вязкости.

Связь между напряжением и деформацией в любой момент времени для обобщенной модели будет иметь вид

$$\mu \varepsilon + \dot{\varepsilon} = \frac{\dot{\sigma}}{E_d} + \frac{\mu \sigma}{E_c}, \quad (3)$$

где  $\dot{\sigma}_2$  — скорость распространения напряжения,

$$E_c = \frac{E_d E_2}{E_d + E_2} \text{ — статический модуль упругости,}$$

$$\mu = \frac{E_d E_2}{(E_d - E_2) \eta} \text{ — параметр вязкости.}$$

Особый интерес представляет случай ударной нагрузки на почву, который имеет место при движении по неоднородной (каменистой) почве.

В этом случае можно получить уравнение, определяющее изменение деформации:

$$\dot{\varepsilon} + \mu \varepsilon + Bt + D = 0, \quad (4)$$

$$\text{где } B = \frac{\mu \sigma_m}{\theta E_c}; D = \frac{\sigma_m}{\theta E_d} \left( 1 - \frac{E_d}{E_c} \mu \theta \right);$$

$\theta$  — параметр релаксации.

Интегрируя это уравнение при начальном условии  $t=0$ ;  $\sigma = \sigma_m$  найдем

$$\varepsilon(t) = -\frac{D}{\mu} - \frac{B}{\mu^2}(\mu t - 1) + M e^{-\mu t},$$

где  $M = \frac{\sigma_m}{E_d} + \frac{D}{\mu} - \frac{B}{\mu^2}$ .

Если на почву действует постоянно сжимающее напряжение  $\sigma = const$ , то и уравнение (3) примет вид

$$\dot{\varepsilon} = \frac{\mu}{E_c} \sigma - \mu \varepsilon. \quad (6)$$

При начальном условии  $t=0$

$$\varepsilon_0 = \frac{\sigma_0}{E_d}.$$

Из (6) будем иметь

$$\varepsilon = \frac{\sigma_0}{E} + \sigma_0 \left( \frac{1}{E_d} - \frac{1}{E_c} \right) e^{-\mu t}. \quad (7)$$

При  $E_d > E_c$  деформация почвы расчет от  $\frac{\sigma_0}{E_d}$  до  $\frac{\sigma_0}{E_c}$ .

По формулам (5) и (7) можно определить деформацию почвы от сельскохозяйственных деформаторов.

#### Литература

1. Безухов Н.И. Основы теории упругости, пластичности и ползучести. М.: Высшая школа, 1961.
2. Ляхов Г.М. Волны в грунтах и пористых многокомпонентных средах. М.: Наука, 1982.