

Изменения кинетической энергии (7) можно записать с учетом угловой скорости, измеряемой в оборотах в минуту:

$$K_{zR} = 0,011 \cdot J \cdot (v_p^2 - v_k^2) \quad (12)$$
$$v = \frac{30\omega}{\pi}$$

где:  $J$  – момент инерции вращающихся элементов, постоянный для данного устройства,

$v_p$  – начальная скорость вращения;

$v_k$  – конечная скорость вращения.

#### *Выводы*

1. Получены выражения кинетической энергии и работы, из которых можно определять необходимые параметры рассматриваемого процесса плющения зерна.
2. Определен крутящий момент привода, необходимый для плющения зерна.
3. Получена зависимость энергии сжатия от скорости вращения валков.

#### *Литература*

1. Дайнеко В.А., Прищепова Е.М., Воробьев Н.А. Теоретическое обоснование мощности электропривода вальцовой плющилки // Агрононорма 2012 № 4. С. 18–29.
2. Grochowicz J. 1996. Technologia produkcji mieszanek paszowych. PWRiL, Warszawa.
3. Jamak G., Laskowski J. 1996. Metodyka określania cech wytrzymałościowych ziarna dla potrzeb procesów przetwórstwa. Biul. Nauk. Przem. Pasz. XXXV nr 1; 45–58.
4. Kostro J. 1994. Elementy, urządzenia i układy automatyki. WSz i P. Warszawa.
5. Kupric J. 1957. Teoria i technologia przemiału zboża. WPLiS. Warszawa.
6. Воробьев Н.А. К определению параметров машин для плющения зерна // Инженер. вестн. 2007. № 1 (23). С. 15–17.
7. Ромашевский Д., Чижарев О. Определение кинематических и динамических параметров плющения зерна // Инновационные проекты в охране окружающей среды. материалы Всерос. науч.-техн. конф. Тула. Изд-во Тул. гос. ун-та, 2008. С. 10–16.

УДК 631.431.73:629

### **ИЗМЕНЕНИЕ ДЕФОРМАЦИИ ПОЧВЫ ПО ГЛУБИНЕ ПАХОТНОГО СЛОЯ ПРИ ПРОХОДАХ АГРЕГАТОВ В ТЕХНОЛОГИЯХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР**

**Ю.В. Чижарев**

*(Белорусский государственный аграрный технический университет, Западнопоморский технологический университет, Республика Польша);*

**М. Снег, В.Ю. Чижарев**

*(Западнопоморский технологический университет, Республика Польша);*

**И.С. Крук**

*(Белорусский государственный аграрный технический университет, Институт переподготовки и повышения квалификации МЧС Республики Беларусь)*

**Keywords:** deformation of the soil, oil-bearing crops, agricultural machinery.

**Summary:** In article on the basis of laboratory studies of the nature of the penetration of the strain in the depth of the soil layer depending on the load.

Одним из важнейших показателей эксплуатации сельскохозяйственных машин и тракторов в поле является сохранение ими плодородия почв, которое во многом связано с их плотностью. Как известно, на плотность оказывают влияние вес машин, опорная поверхность колес, скорость передвижения и свойства почвы [1].

Целью данной работы является оценка уплотнения легкой суглинистой почвы различными штампами в зависимости от площади контактной поверхности и меры уплотняю-

ших воздействий. Показано, что на глубине 20 см механическую модель почвы можно рассматривать как упругую. Исследования проводили в лаборатории механики почв Западнопоморского технологического университета в Щецине (Республика Польша).

Объектом исследования была легкая суглинистая почва, гранулометрический состав которой представлен в таблице 1. Опыты проводили на лабораторной установке, схема которой приведена на рис. 1 [2–4].

Таблица 1

Гранулометрический состав почвы [PN-98/R-04033], %

Песок			Пыль		Ил			Твердые включения	
крупный	средний	мелкий	крупная	мелкая	крупный	мелкий	коллоидный	каменистая часть почвы	гравий
8,75	19,5	40,5	13,25	5,0	6,0	2,0	4,0	7,3	
68,75			18,25		12,0			7,3	

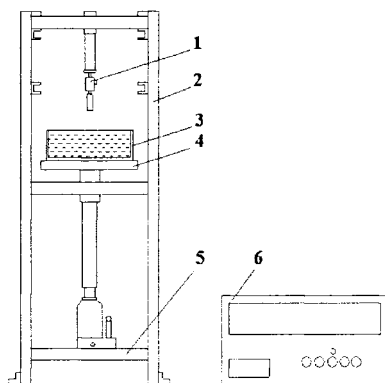


Рис 1. Схема лабораторной установки. 1 – датчик силы, 2 – рама, 3 – специальный ящик с почвой, 4 – стол, 5 – гидравлический пресс, 6 – компьютер, связанный с датчиком 1

Почва для исследований была помещена в ящик размерами 580x400x277 мм, в котором передняя стенка была сделана прозрачной. Высота почвы составляла 25 см. С целью наблюдения за деформациями объем почвы, находящийся в специальном ящике, с помощью мелового порошка был разделен на 5 одинаковых по высоте слоев (рис. 2).

Перед уплотнением в трех местах почвы брали образцы для определения влажности и начальной плотности (рис. 2). Уплотнение почвы проводили с помощью трех штампов в три этапа: силой 3 кН, 6 кН, 9 кН. Штампы были изготовлены с элементами шин. После каждого этапа нагружения указанных штампов определяли абсолютную деформацию почвы, после чего ее взрыхляли до начальной плотности  $1,28 \text{ г/см}^3$ . Влажность почвы в опытах – 13,2 %.

На рис. 3 показан характер уплотнения почвы вертикальным штампом с элементом шины переднего колеса при нагружении силами соответственно 3 и 9 кН. Маркеры белого порошка показывают характер деформирования почвы и проникновение напряжений на глубину почвы. Сравнение рисунков показывает, что увеличение силы, приложенной к данному штампу, от 3 до 9 кН значительно увеличивает деформации почвы, но в то же время сохраняется характер ее деформирования.

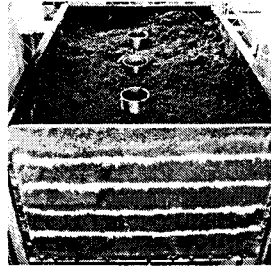


Рис. 2. Лабораторная установка, готовая для проведения опытов

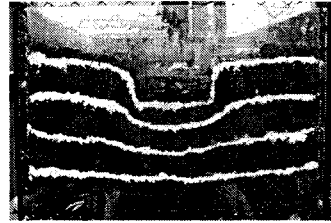
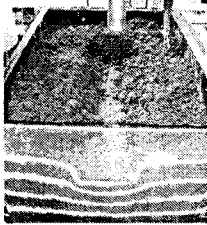


Рис. 3. Уплотнение почвы штампом с элементом шины переднего колеса при нагрузках силами 3 и 9 кН соответственно

На рис. 4 представлен характер деформирования почвы штампом с элементом шины ведущего колеса при нагружении соответственно силами 3 и 9 кН.

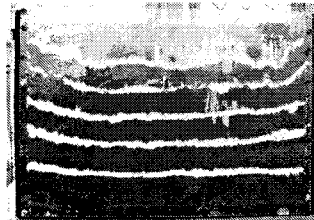
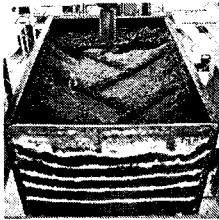


Рис. 4. Уплотнение почвы штампом с элементом малоизношенной шины ведущего колеса при нагружении силами 3 и 9 кН соответственно

Из приведенных результатов исследований (рис. 2–4) следует, что остаточный характер деформирования наблюдается на глубине 5–10 см. На данной глубине при исследовании напряженного и деформированного состояния необходимо привлекать реологические модели, так как они более полно будут описывать характер деформирования. На глубине ниже 10 см остаточные деформации незначительны, и в этом случае для оценки напряженного состояния можно использовать соотношения теории упругости.

Работа деформаций будет складываться из упругой  $A^b$  и диссипированной  $A^p$  работы, каждая из которых учитывает работу объемной и сдвиговой деформации:

$$dA = dA^b - dA^p = \sigma(dc^b + dc^p) + \tau(d\gamma^b + d\gamma^p), \quad (1)$$

Формулу (1) для рассматриваемого почвенного слоя можно представить в виде:

$$A = \frac{\sigma_m^2}{2k} + \frac{v^2}{2G} + \int_0^{v'} \phi(\gamma_i^p) d\gamma_i^p,$$

где  $k = \frac{E}{(1-2\nu)}$ ;  $G = \frac{E}{2(1+\nu)}$ ;

$\sigma_m$  – среднее нормальное напряжение, равное гидростатическому давлению.

Первые два члена в правой части уравнения выражают упругие объемные и сдвиговые деформации, третий – пластические. Таким образом, для слоев ниже 10 см работа деформаций будет определяться первыми двумя слагаемыми

#### Выводы

1. В результате проведенных лабораторных исследований был изучен характер проникновения деформаций в глубину слоя почвы в зависимости от используемых шин и величины нагрузки на штамп.

2. Установлено, что на глубине ниже 10 см модель почвы можно описывать упругим телом.

#### Литература

1. *Blaszkiewicz Z.* 1997 Analiza wpływu wybranych parametrów opon rolniczych na ugniatanie gleby. Rozprawy naukowe, zeszyt 271, Poznań. S. 156.
2. *Dobrzański B., Zawadzki S.* 1981. Gleboznawstwo. Podręcznik dla studentów Akademii Rolniczej Wyd PWRiL. Warszawa S. 231.
3. *Ronan D., Shmulevich I.* 1995. Tire footprint characteristics as a function of soil properties and tire operations. Journal of Terramechanics. Vol. 32. № 6. S. 311–323.
4. PN-R-04033. 1998. Gleby i utwory mineralne: Podział na frakcje i grupy granulometryczne. s. 5.
5. *Вязов С.С.* Реологические основы механики грунтов. М.: Высш. шк., 1978. С. 407.

УДК 631.431.73:629

### ОБОСНОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СФЕРИЧЕСКОГО ДИСКА С ПОЧВОЙ ПРИ ЕЕ ПОДГОТОВКЕ ПОД ПОСЕВ РАПСА

**Ю.В. Чигарев, В.Ю. Чигарев**

*(Западнопоморский технологический университет, Республика Польша);*

**И.С. Крук**

*(Белорусский государственный аграрный технический университет,*

*Институт переподготовки и повышения квалификации МЧС Республики Беларусь);*

**Ф.И. Назаров**

*(Белорусский государственный аграрный технический университет, Республика Беларусь)*

**Keywords:** agricultural machines, rape, soil, spherical disk.

**Summary:** In the article there is considered the interaction of lateral surface of a spherical disk agricultural machines on the ground. Obtained mathematical dependences for the estimation of the density and the stress state in the contact area depending on the geometry and properties of the soil.

В проектировании и расчете соответствующих механизмов необходимо учитывать их воздействие на почву, которое, с одной стороны, не должно превышать допустимое, а с другой – не сильно разуплотнять почву, исключая возможность ухода углерода в атмосферу. Следует отметить, что решенных задач о взаимодействии сельскохозяйственных машин и орудий с почвой не так уж много, а их теория требует дальнейшего развития в связи проблемами переуплотнения (недоуплотнения) почв, модернизацией технологий их обработки и учета экологических процессов. Цель данной работы заключалась в определении напряженного состояния в области контакта сферического диска с почвой.