

Физични свойства на почвата и влиянието им върху използваните машини за почвообработка

Стилиян Манушков

Soil's Physical properties and their impact on tilling machines: soil's physical properties have a large impact on all technological operations connected with soil. All machines for soil-cultivation are influenced of the soil resistant. Depend on the type and form they have different wearing.

Key words: Soil, Physical properties soil, Soil-cultivation, Soil deformation

ВЪВЕДЕНИЕ

Под технологични свойства трябва да се разбират тези физични свойства на почвата, които се проявяват в процеса на механичната ѝ обработка и влияят съществено върху закономерностите и характера на протичане на технологичните операции. Работните органи на почвообработващите машини са подложени на съпротивлението на обработваната от тях почва. В зависимост от тяхната форма и разположение, те имат различно ниво на износване.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Съпротивление срещу различни деформации.

При разработването на методите за механична обработка на почвата е необходимо да се знае за нейната здравина или границите на якост при различни видове деформации.

За пясъчливо-глинести почви с абсолютна влажност 12 – 26 % са установени например следните граници:

- при опън – 5-6 кПа
- при натиск – 65-108 кПа
- при срязване – 9-17 кПа
- при преместване – 10-12 кПа.

Вижда се, че почвата има най-малка якост при опън. Следователно разтрошаване на почвата с най-малък разход на енергия може да се получи чрез разрушаване на връзките между отделните почвени агрегати при преобладаване на опънови напрежения, тъй като в действителност чисти деформации не се срещат.

Триенето на почвата по повърхността на работните органи увеличава теглителното им съпротивление, а триенето между почвените частици (вътрешното триене) създава допълнителни съпротивления при почвообработващите процеси, свързани с разместването на почвените слоеве.

Триене и прилепване на почвата

Триенето се възприема като съпротивление при плъзгане между допирните повърхности на две тела, между които съществува взаимен натиск.

Трябва да се има предвид, че не само триенето предизвиква съпротивление при плъзгане на една повърхност спрямо друга. Някои тела имат свойството да прилепват, което при преместването им по повърхността на друго тяло се проявява като съпротивление при плъзгане. Например влажните глинести почви прилепват към работните органи на почвообработващите машини. Много често тези две явления се смесват и в техническите изчисления се използват законите на триенето, като не се отчита прилепването.

Законите на триенето и прилепването не са еднакви. Така силата на триенето не зависи от площта на триещите се повърхности, а силата на прилепване е право пропорционална на допирателната площ.

Големината на силата на триене на почвата по работната повърхност на почвообработващите машини зависи от нормалния натиск, механичния състав и влаж-

ността на почвата, грапавостта на работната повърхност, скоростта на взаимното преместване (плъзгане) и редица други фактори.

За определяне на силата на триене обикновено се използва формулата

$$F = f \cdot N = N \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad (1),$$

където f и φ са коефициентът и ъгълът на триене;

N - нормалната сила (натиск).

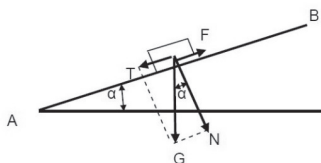
В някои случаи силата на триене има друга числена стойност, защото силата на триене се проявява не само когато има плъзгане между две тела. Силата на триене е сила на реакцията и като такава тя е винаги равна на силата, която я предизвиква, ако последната не е по-голяма от максимално възможната стойност на силата на триене.

Ако върху наклонена равнина AB (фиг.1) се постави тяло, под действието на тангенциалната компонента T на силата на тежестта G тялото се стреми да се плъзне надолу. В резултат се появява силата на триене F .

Нека ъгълът на наклона на равнината AB спрямо хоризонталата да бъде $\alpha < \varphi$.

Ако силата на триене е $F = N \cdot \operatorname{tg} \varphi$ (2), а тангенциалната компонента е $T = N \cdot \operatorname{tg} \alpha$, при приетото условие $\alpha < \varphi$ и $\operatorname{tg} \alpha < \operatorname{tg} \varphi$. Следователно $T < F$, т.е. силата на триене, чието направление е нагоре, се оказва по-голяма от предизвикващата я тангенциална сила. По такъв начин равновесието на тялото би трябвало да се наруши и то да се плъзне нагоре под действието на разликата $F - T$.

Такова явление в природата обаче никога не се наблюдава.



Фиг.1 Сили, действащи върху тяло, поставено на наклонена равнина

В разгледания случай силата на триене не е равна на произведението между коефициента на триене и нормалната сила, а е точно равна на предизвикващата я тангенциална сила T . Силата на триене е реакция и като всяка реакция тя е точно равна на силата, която я предизвиква. Всяка реакция има своя граница. Произведението между коефициента на триене и нормалната сила е границата, до която може да се увеличава силата на триене. Но тя може да бъде по-малка. До настъпване на плъзгането силата на триене се изменя от 0 до $N \operatorname{tg} \varphi$. Силата на триене има максимална стойност само при плъзгане между двете триещи се тела.

За предварителни изчисления, като се отчита механичният състав на почвата, се препоръчват следните стойности на коефициента на триене, посочени в табл.1.

Таблица 1.

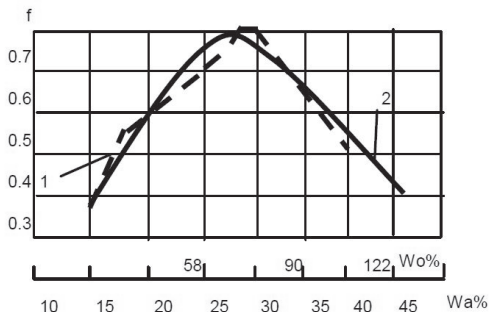
Стойности на коефициента и на ъгъла на триене на почва по стомана

Тип на почвите	f	φ
Песъчливи (ронливи)	0,25-0,35	14° - 19° 30'
Песъчливи (свързани)	0,50-0,70	26° 30'-35°
Глинесто-песъчливи	0,35-0,50	19° 30'-26° 30'
Песъчливо-глинести и глинести	0,60-0,90	31° - 42°

Общозвестно е, че с увеличаването на влажността на почвата до определена стойност коефициентът на триене се увеличава, а при по-нататъшно овлажняване на почвата той намалява. Това се вижда добре от графика на фиг.2, съставен по данни на П.У. Бахтин, за почва обикновен чернозем [3].

Увеличаването на коефициента на триене при повишаването на влажността се обяснява с увеличаването на силите на молекулярно притегляне на почвените частици към металната повърхност (възниква при прилепване на почвата към метала),

а намаляването му, след като премине максимума, - с появяването на контактните точки между почвата и металната повърхност на свободна вода, която играе ролята на смазка.



Фиг. 2. Изменение на коефициента на триене f на почва обикновен чернозем в зависимост от влажността по данни на П.У.Бахтин: 1-експериментални данни; 2- теоретична крива параболо ($f=0,228+0,695 W-0,001 W^2$)

Лепкавостта на почвата се проявява двустранно – веднъж при отделяне на металната повърхност от почвата и после при плъзгане на почвата по повърхността на работните органи на почвообработващите машини.

Първият тип се получава при търкалянето на колелата и движението на тракторните вериги, а вторият – при работа на плужните тела, култиваторните лапи и др.

Съпротивление на почвата на различни деформации

За правилното проектиране и конструиране на работните органи на почвообработващите машини е необходимо да се познават физико-механичните и якостни свойства на почвата като материал. Изучаването на тези свойства обаче и получаването на достоверни данни се затруднява поради нееднородността на строежа и бързото изменение на влажността на почвата.

Много малко изследователи са се занимавали с определяне на якостните характеристики на почвата в полеви условия, т.е. при ненарушена структура. Един от тях, Я.М. Жук, е определял разрушаващите напрежения на почвата (глинест чернозем) на опън, натиск и срязване. Данните от неговите опити са показани в таблица 2.

Таблица 2

Разрушаващи напрежения на почвата (глинест чернозем) на опън, натиск и срязване (по данни на Я.М. Жук)

Опън		Натиск		Срязване	
Абсолютна влажност на почвата в %	$\sigma_{оп} \text{ gf/cm}^2$	Абсолютна влажност на почвата в %	$\sigma_{н} \text{ gf/cm}^2$	Абсолютна влажност на почвата в %	$\tau \text{ gf/cm}^2$
21-23	61,8	12-16	1080	15-17	122,1
23-25	52,5	19-22	980	20-24	98,6
26-28	50	22-24	650	14,2-18,6*	168

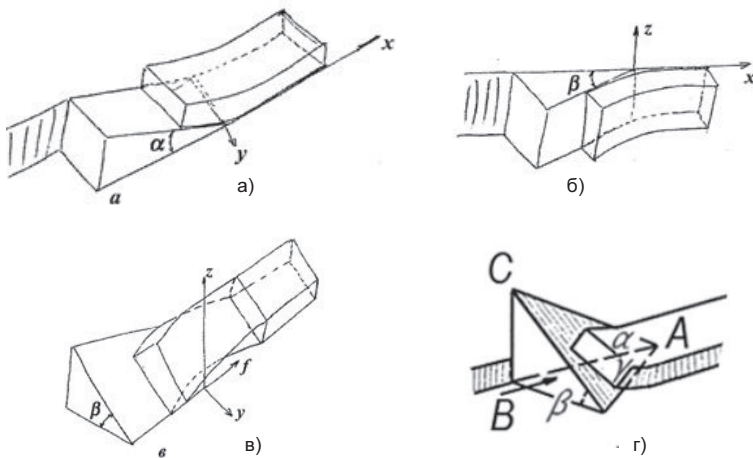
Данните са получени от автора на почва излужен чернозем в района на Русе.

Направения извод, е че съпротивлението на глинестите почви се намалява при увеличаване на влажността им. Всички почви се съпротивляват най-слабо при деформация на опън и най-силно при деформация на смачкване (натиск).

Абразивни свойства на почвата

Интензивността на износване на работните органи на почвообработващите машини зависи от механичния състав и влажността на почвата и от наличието на камъни и други твърди тела в почвата. Износването на режещия ръб и работната

повърхност е резултат от остъргването на метала от острите върхове и ръбове на твърдите почвени частици.



Фиг.3. Деформация на почвата под действие на клина:
 а) повдигане – α , б) отместване – γ , в) обръщане – β ,
 г) обръщане и отместване (тристранен клин)

От минералите, образувачи почвата, най-висока твърдост има кварцът. Много по-малка твърдост имат почвените частици на глинестите почви и затова интензивността на износване на работните органи на почвообработващите машини при глинестите и пясъчливо-глинестите почви е много по-ниска, отколкото при пясъчливите почви.

Някои автори (С.П. Васильев и Л.С. Ермолов) твърдят, че износващата способност на почвата се определя с процентното съдържание на кварцови частици с размер 0,25-1,0 mm. Други (А.А. Батурин) имат мнение, че най-голяма износваща способност имат дребните пясъчни частици с размер 0,01-0,25 mm. Това се обяснява с по-големия брой остри ръбове при ситните кварцови частици. Но вече е твърдо определено, че износващата способност на почвата е в права зависимост от съдържанието на кварцови частици с размер, по-голям от 0,01 mm.

Между износващата способност на почвата и коефициента на триене не съществува определена зависимост, глинестите почви имат висок коефициент на триене, а ниска износваща способност, а пясъчливите – обратно.

Като резултат от движението на работните органи в абразивна среда е износването и затъпяването на режещия ръб. При култиваторите това води до влошаване подрязването на плевелите, а при плуговете – до нарушаване устойчивостта на плуга по дълбочина и до увеличаване на теглителното съпротивление. Износването на плужните лемежи се характеризира с изменение на началната им форма, размери и тегло, с появяването на закръгление по режещия ръб и задна фаска, образувача отрицателен заден ъгъл на рязане ϵ_3 , който може да достигне до 10-20° (фиг.4,а).

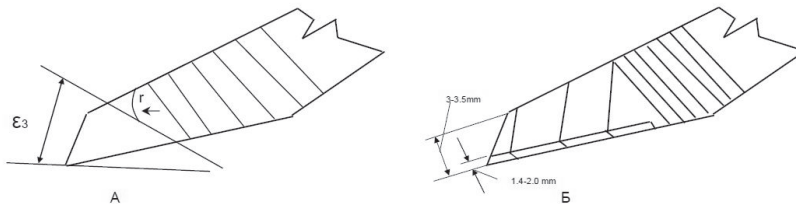
Масово разпространение са получили т.н. „самозаточващи се“ лемежи, при които долната част е напластена чрез т.в.ч със сормайт.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Бяха проведени опити с работен орган за внасяне на водоакмулиращи материали (ВАМ) в почвата със следното кратко описание на конструкцията:

Изнесено напред острие на длетото (1) с 30±40 mm намалява специфичното

съпротивление на почвата върху остриетата на лапата. Ъгълът му на заточване и ъгълът на разтрошаване са подбрани така, че да осигурят доброзапълбаване на работния орган. В задната част на длетото ъгълът на разтрошаване нараства, като при стълбецът (3) той става най-голям. Непрекъснатото нарастване на този ъгъл придава на челната страна на работния орган форма накриволинеен клин, което е предпоставка за подобряване на разтрошаването на почвата.



Фиг.4 Схема на образуването на задна фаска при износването на лемежите :
 А - износване на обикновен лемеж; Б - самозаточващ се лемеж,
 напласстен със сплав предназначена за самозаточване (сормайт)

Друг положителен ефект от това положение на стълбеца е, че той ще реже почвата с преплъзване, а това в съчетание с малкия ъгъл намалява значителна степен съпротивлението на почвата пред него.

В литературата [1] се препоръчва ъгълът при върха на лапата да бъде в интервала от $80 \div 100^\circ$, за да се постигне добро разтрошаване на почвата при относително малко съпротивление на почвата. Избрана е горната граница на този ъгъл, за да се увеличи напречното сечение на канала образуван от лапата.[2]

ИЗВОДИ

1. При проведените опити с разработения работен орган за внасяне на ВAM също се наблюдаваха комбинация от износвания от абразивното действие на почвата поради деформация и повдигане.
2. Най- голямо износване се наблюдава в основата на работния орган където се съединяват подрязващата лапа и острието.
3. При острието на разработения работен орган се наблюдава износване на режещия ръб, поради което е препоръчително да се изработи като самозаточващо се.
4. Основата на стълбеца се износва двустранно.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Вагин А. и др., Механизация защиты почв от водной эрозии в нечерноземной полосе. Колос, Ленинград, 1977
- [2] Митев Г., Братоев Кр., Демирев Ж., Манушков Ст., Тодоров Т., Обосноваване на параметрите на работните органи за едновременно и послойно внасяне на водо- акумулиращи материали в подорния слой, International scientific and technical conference, Varna, 2013
- [3] Станев Ст., Шишков Ст., Машини за почвообработка сеитба и отглеждане на културите, Земиздат, 1968.

За контакти:

маг. инж. Стилиян Манушков, Катедра “Земеделска техника”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, e-mail: smanushkov@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.