

где G и μ – параметры упругих свойств почвы.

Заключение

Напряжение σ_R определяемое формулой (17) является критическим для сохранения объема порового пространства, т.к. переход в пластическое состояние будет характеризоваться замыканием пор (в почвогрунтах будет происходить переупаковка твердых и жидких частиц. Из уравнения (17) и (3) можно определить критическую нагрузку на почву при которой будет происходить замыкание пор, а следовательно ухудшаться агрономические свойства почвы.

Литература

1. Колинов А.П., Полухин П.И. и др. Новые процессы деформации металлов и сплавов. М., Высш. шк., 1986. – с. 351.
2. Чигарев Ю.В., Синкевич П.Н. Математические основы механики почв. Мн.: УП «Технопринт», 2004. – с. 163.

ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ И СВОЙСТВ ПОЧВЫ НА ПРИЛИПАЕМОСТЬ К КАРТОФЕЛЮ

Орда А.Н.¹, д.т.н., профессор, Дашков В.Н.¹, д.т.н., профессор, Воробей А.С.²

¹Белорусский государственный аграрный технический университет

²РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

Ходовые системы тракторов, агрегатируемых с машинами по возделыванию картофеля, создают давление на почву 100-150 кПа.

Воздействие ходовых систем ведет к повышению плотности почвы на глубине до 0,5м. Из-за этого не только ухудшаются условия роста картофеля, но и создаются условия для увеличения прилипаемости почвы к клубням.

Анализ процесса поглощения энергии при уплотнении почвы позволил установить экспотенциальный закон распределения напряжений по глубине:

$$\sigma_x = \sigma_0 \cdot e^{-\beta \cdot x}, \quad (1)$$

где σ_i - напряжение в контакте почвы с колесом, Па;

σ_0 - напряжение на глубине x , Па;

β - коэффициент распределения напряжений, m^{-1} .

Приращение плотности почвы на участке dx пропорционально градиенту напряжения

$$d\rho_x = k_1 \cdot \psi_x dx,$$

где k_1 - коэффициент уплотнения, $kg/H \times m$;

ψ_x - градиент напряжения, Па/м.

Градиент напряжения пропорционален действующему напряжению

$$\psi_x = -\beta \cdot \sigma_x$$

Тогда, приращение плотности

$$d\rho_x = -k_1 \cdot \beta \cdot \sigma_x dx$$

Подставив зависимость (1) распределения напряжений по глубине в последнее уравнение, получим

$$d\rho_x = -k_1 \cdot \beta \cdot \sigma_0 \cdot e^{-\beta \cdot x} dx \quad (2)$$

Общий интеграл дифференциального уравнения (2)

$$\rho_x = k_1 \cdot \sigma_0 \cdot e^{-\beta \cdot x} + C$$

Постоянную интегрирования C находим из условия, что при $x=0$, $\rho = \rho_0$ (ρ_0 - плотность почвы у основания деформатора по окончании процесса деформирования).

$$C = \rho_0 - k_1 \cdot \sigma_0$$

Частное решение дифференциального уравнения (2) представляет собой закон распределения плотности по глубине деформированного полупространства.

$$\rho_x = \rho_0 - k_1 \cdot \sigma_0 \cdot (1 - e^{-\beta \cdot x}) \quad (3)$$

Зависимость между плотностью почвы в контакте с деформатором и контактным напряжением в случае деформации бесконечного полупространства почвы имеет вид [1]

$$\rho_0 = \rho_n + k_1 \cdot \sigma_0 \quad (4)$$

Установим, как соотносятся между собой коэффициент k_1 с коэффициентами распределения напряжений b и объемного смятия почвы k .

Анализ показал, что

$$k_1 = \frac{\rho_n \cdot \beta}{k}$$

При этом зависимость (4) плотности верхнего слоя почвы от напряжения примет вид

$$\rho_0 = \rho_n \left(1 + \frac{\beta}{k} \sigma_0 \right) \quad (5)$$

Зависимость распределения плотности почвы по глубине с учетом полученного значения коэффициента уплотнения k_1 , и формулы (5) примет вид

$$\rho_x = \rho_n \left(1 + \frac{\beta}{k} \sigma_0 \cdot e^{-\beta \cdot x} \right) \quad (6)$$

Анализ зависимости (6) показал, что на глубине 0,1-0,3м плотность почвы равна 1300-1400 кг/м³, а оптимальная плотность составляет 1000-1200 кг/м³.

На прилипаемость почвы к картофелю большое влияние оказывает пластичность, т.е. способность почвы изменять свою форму под влиянием внешней силы и сохранять приданную форму после устранения этой силы. Пластичность проявляется при увлажнении почвы и тесно связана с ее механическим составом (глинистые почвы пластичны, песчаные почвы не пластичны). При содержании в почве натрия ее пластичность усиливается, а при насыщении кальцием – снижается. Высокое содержание гумуса уменьшает пластичность почвы [2].

Диапазон влажности, при которой почва будет пластичной, характеризуется числом пластичности [2].

$$J_p = w_L - w_p \quad (7)$$

где w_L – граница влажности, при которой почва переходит в текучее состояние (верхний предел пластичности);

w_p – граница раскатывания, соответствует влажности, при которой почва теряет свою пластичность (нижний предел пластичности). Она приблизительно равна влажности жгута (толщиной 3 мм), сделанного из почвы и раскатываемого на бумаге до потери им пластичности.

Прилипаемость почвы к картофелю определяется ее липкостью, т.е. способностью ее частиц в сыром состоянии склеиваться и прилипать к поверхностям клубня. Липкость измеряется усилием, которое требуется для расчленения склеившихся частиц почвы или для сырой почвы от поверхности клубня.

Склеивание твердых частиц почвы между собой и прилипание их к картофелю происходит посредством пленок воды и естественных цементов почвы (гумус, минеральные коллоиды и т.п.). При общей (наименьшей) влагоемкости почвы в зависимости от липкости разделяются, на следующие категории [3]: $>0,15 \text{ Н/см}^2$ – сильновязкая; $0,02-0,05 \text{ Н/см}^2$ – средневязкая; $0,005-0,2 \text{ Н/см}^2$ – слабовязкая; $0,001-0,005 \text{ Н/см}^2$ – рассыпчатая.

Липкость можно определить по формуле

$$\tau = \frac{F}{S}, \quad (8)$$

где τ – липкость почвы (Па),

F – усилие затраченное на отрыв тела прилипшего к почве (Н),

S – площадь прилипания (м^2).

Для выяснения влияния содержания частиц на липкость обратимся к исследованию свойств грунтов.

Липкость характерна для глинистых и отчасти пылеватых грунтов, находящихся в увлажненном состоянии. Если размокание и пластичность грунта приводят к потере его прочности, то липкость грунта, достигающая максимума в определенном интервале влажности (рис.1) вызывает большие деформации в поверхностном слое грунта вследствие налипания размокшего грунта на рабочие органы машин. Результаты определения липкости (рис.1) показывают, что характерными показателями являются влажность начального прилипания, влажность максимального прилипания и максимальное значение липкости. На степень липкости грунта помимо влажности влияют гранулометрический и отчасти химико-минералогический состав грунта, а также сила, с которой производится первоначальное придавливание предмета к грунту [4].

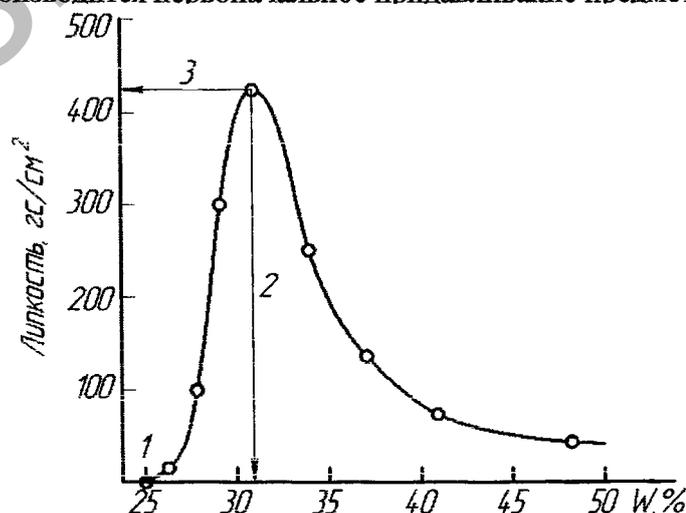


Рисунок 1- График зависимости липкости глинистого грунта от влажности

- где: 1- влажность начального прилипания;
2- влажность максимального прилипания;
3- максимальная липкость грунта

Липкость грунтов обуславливается силами взаимодействия, возникающими между молекулами связанной воды и частицами грунта, с одной стороны, и молекулами воды и поверхностью соприкасающегося с грунтом предмета – с другой. Она начинает проявляться при влажности, несколько превышающей влажность границы раскатывания. С дальнейшим увеличением влажности свыше границы раскатывания липкость грунтов возрастает и достигает максимума при влажности, несколько меньшей границы текучести. При влажности выше границы текучести липкость грунтов резко уменьшается.

Выводы

На прилипаемость почвы к картофелю оказывает влияние давление возникающее от воздействия ходовых систем. Из-за повышения давления в почвенных горизонтах увеличивается плотность почвы и ее прилипаемость к картофелю. Из физико-механических свойств почв на прилипаемость к клубням картофеля наибольшее влияние оказывают пластичность, влажность и липкость.

Литература

1. Орда А.Н. Эколого-энергетические основы формирования машинно-тракторных агрегатов: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.03/А.Н.Орда-Минск, 1997. -269с.
 2. Вадюнина, А.Ф. Методы исследования физических свойств почв/ А.Ф.Вадюнина, З.А.Корчагина.- М.: Агропромиздат, 1986.-416с.
 3. Цуриков А.Т. Почвоведение.М., Агропромиздат, 1986, с.287.
- Бабков В.Ф. , Безрук В.М.. Основы грунтоведения и механики грунтов/ В.Ф.Бабков, В.М.Безрук. - Москва. - 1976. -с.327

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Судник Ю.А., д.т.н., профессор
ФГОУ ВПО МГАУ, г. Москва

Уровень качества и конкурентоспособность технических систем (ТС) закладываются на ранних стадиях её проектирования, на котором «вечной» является проблема повышения эффективности высшего творческого труда. Одним из наиболее эффективных и перспективных инструментов решения такой задачи является создание компьютерных технологий проектирования новых технических систем.

Несовершенные методы проектирования, неразумное применение созданных ТС способствовали появлению крупных экологических проблем. Сегодня стоимость ошибок на этапе проектирования ТС слишком велика и впоследствии дорого обходится обществу.

В настоящее время известны эффективные методы проектирования ТС. Такие методы базируются на стоимостном, системном и функциональном подходах. Отправная идея последнего состоит в том, что для пользователя ценным является не сама система (технологии, конструкции, структуры) по себе, а функции, которая она выполняет. При таком подходе система описывается не только структурой частей, но и содержанием выполняемых ею функций. И новые технические решения находят с учётом выполнения требуемых потребителю функций, имеющих к тому же и минимальные стоимости.

Однако, ориентация только на стоимостные, системные и функциональные критерии нередко препятствуют обоснованному принятию решений, выбору наиболее перспективной концепции проекта ТС с точки зрения его экологической безопасности. Не учёт