

вверх и вниз; $t_{в.к.}$ и $t_{н.н.}$ - конечный момент движения и вниз; $v_{0в}$ и $v_{0н}$ - абсолютная скорость точки повер начальные моменты движения слоя вверх и вниз; g - уск ободного падения; $k_{ц} = \frac{\omega_2^2 R_{ср}}{g}$ - коэффициент центробежности; $R_{ср}$ - средняя величина радиуса окружности ротора; φ_f - угол трения скольжения; β - угол между образующей ступеньки и осью ротора; k_g - коэффициент удельного давления воздушного потока.

Средняя скорость поступательного движения слоя

$$v_{ср}^* = \frac{\omega_2 |S_\xi|}{2\pi}$$

где $S_\xi = \xi_n - \xi_b$ - относительное перемещение слоя за один цикл колебаний ротора.

При экспериментальных исследованиях изучалось влияние на скорость движения слоя семян угловой скорости вращения вала вибратора ω_2 и скорости воздушного потока v_g , пронизывающего слой на сепарирующей поверхности. Угловая скорость вращения вала вибратора ω_2 изменялась в диапазоне 62,8...115,2 рад/с, а скорость воздушного потока v_g - 0...1,5 м/с. Полученные данные обработаны методом дисперсионного анализа.

Сравнительный анализ аналитических и экспериментальных зависимостей скорости поступательного движения слоя от ω_2 и v_g показал, что аналитическая модель адекватно описывает процесс при уровне доверительной вероятности 0,95 и использовании для расчетов среднего значения приведенного коэффициента кинематического трения $f_k = tg \varphi$, соответствующего конкретному значению v_g .

Вывод

Приведенная аналитическая модель позволяет рассчитать скорость движения слоя семян по сепарирующей поверхности ротора при разработке новых семеочистительных пневмовиброцентрифуг.

УДК 631.3301.4

Ю.В.Чигарев, канд. физ-мат. наук

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ВОЗДЕЙСТВИЯ КОЛЕСА НА ПОЧВУ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АЭРОБНЫХ УСЛОВИЙ (БМСА)

Известно, что большинство ходовых аппаратов, работающих в сель-

скохозийственном производстве, вызывает существенные изменения агрофизического состояния почвы, что отрицательно сказывается на ее плодородии. Обострявшаяся проблема сохранения плодородия почв — свидетельство того, что в сельскохозяйственном машиностроении были допущены определенные просчеты: например, при конструировании машин фактически не учитывались закономерности той среды (почвы), на которой планировалась их работа. Совершенно очевидно, что создание современной сельскохозяйственной техники, удовлетворяющей условиям агротехнической проходимости и обеспечивающей надежное сохранение плодородия земли, невозможно без широкого и глубокого изучения законов механики почв. Однако фундаментальных исследований по механике почв очень мало, а применение законов механики грунтов в вопросах проходимости машин не всегда оправдано.

Таким образом, в решении проблемы обеспечения параметров сельскохозяйственных агрегатов с учетом их допустимого давления главную роль начинает играть почва, а точнее — ее поведение при механическом и климатическом воздействиях.

Почвы, как и многие тела, состоят из отдельных микрочастиц, размеры которых гораздо больше молекулярных расстояний. Выбранный микрообъем почвы включает множество микрочастиц, существенно различающихся по своим свойствам, размерам, формам и образующих хаотически уложенный конгломерат, а их смещения и микронапряжения случайным образом изменяются внутри макрообъема. Структура макрообъема предопределяет случайный характер распределения физических и механических свойств почвы. Среды с такой структурой обычно изучают с помощью вероятностно-статического подхода. При применении методов математической статистики используется осреднение по множеству реализаций, а в механике сплошных сред — по объему. В связи с этим для выполнения эргодической гипотезы необходимо равенство среднего по объему и среднего по множеству реализаций.

Следовательно, в разработке механико-математических моделей почв надо учитывать их случайно-неоднородную структуру, изменение которой зависит от климатических условий и механического воздействия [1, 2].

В наиболее общем случае процесс воздействия на почву можно представить в виде уравнения:

$$y = R x, \quad (1)$$

где x , y - начальное и конечное физическое состояние почвы (случайные функции); R - детерминированный оператор, характеризующий действие движителя или климата.

Величины x и y выражают такие свойства почвы, как влажность, объемная масса, пористость, воздухопроницаемость, упругость и другие, выбор которых определяется рассматриваемой ее моделью. Задача агротехнической проходимости машин заключается в определении оптимальных механических нагрузок на почву, не разрушающих ее структуру. Причем под механической нагрузкой понимается не только разовое воздействие, но и количество воздействий, что соответствует современной технологии. При этом механическое воздействие может носить как статический, так и динамический характер.

Большую роль в биологической активности почвы играет воздухообмен. Развитие корневой системы и другие почвенные процессы протекают в аэробных условиях. Поэтому важно знать, как изменяется воздухопроницаемость почвы при механическом воздействии на нее. Для изучения этого вопроса в БИМСХ были изготовлены стандартные почвенные образцы с предварительным уплотнением статического или динамического характера, которые испытывались на воздухопроницаемость на приборе Главлитмаша модели 042М. Уплотнение почвы осуществлялось в специальном почвенном канале с помощью эластичного колеса. На ось колеса в зависимости от цели опыта действовала или статическая вертикальная, или гармоническая вертикальная нагрузка $P(t) = P_0 + P_1 \sin \omega t$.

Опыты проводили на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, физическое состояние которой характеризовалось влажностью ($W = 17\%$), воздухопроницаемостью, математическим ожиданием и дисперсией модуля деформации.

Установлено, что воздухопроницаемость почвы зависит от нагрузки, приложенной к деформатору (колесу), частоты нагружения (или числа проходов колеса по колее), физических и геометрических свойств почвы и колеса. Эмпирическим путем между указанными величинами установлена зависимость:

$$B = B_0 H; \quad H = 1 - \exp\left(-\frac{\rho M n}{g^2 \alpha t}\right), \quad (2)$$

где B - воздухопроницаемость; B_0 - воздухопроницаемость перед уплотнением; P - нагрузка на ось колеса; M - математическое ожидание модуля деформации почвы; α - проекция длины линии контакта на горизонтальную ось; r - радиус колеса; n - частота уплотнения; D - дисперсия модуля деформации почвы.

Смножитель H в уравнении (2) характеризует вероятность агротехнической неповреждаемости почвы. Агротехнически неповрежденному состоянию соответствуют такие параметры ее физико-механических свойств, при которых в процессе механического взаимодействия с деформатором структура почвы будет изменяться в допустимых пределах.

Значение n определяется из выражения

$$n = - \frac{D^2 \alpha r}{M r} \ln(1 - H). \quad (3)$$

Тогда с требуемой вероятностью неповреждаемости H для исследуемого физического состояния почвы и конкретного типа деформатора (P , α , r) по формуле (3) можно вычислить количество проходов колеса по почве, обеспечивающее допустимое уплотнение, при котором структура почвы остается биологически активной [3].

Рассмотрим, как влияет осевая нагрузка P на количество проходов.

Случай статического нагружения приведен на рис. I. Кривая I соответствует следующим параметрам: $H = 0,98$; $D = 3 \text{ кг/см}^2$; $M = 33 \text{ кг/см}^2$; $\alpha = 20 \text{ см}$; $r = 60 \text{ см}$. Вторая кривая получена при более низком давлении воздуха в шине, в результате чего величина проекции линии контакта в зоне нагрузки на горизонтальную ось составляет $\alpha = 25 \text{ см}$. Как следует из графика, количество проходов существенно зависит от веса P_0 . Так, при $P_0 = 200 \text{ кг}$ можно, не нарушив значительно агротехнических свойств почвы, сделать шесть проходов, а при $P_0 = 500 \text{ кг}$ - только два. Для колес с низким давлением воздуха в шине частота воздействия может быть увеличена.

Кривая 3 (рис. I) выражает зависимость динамической нагрузки от частоты воздействия. При динамическом воздействии ($P_1 = 20 \text{ кг}$; $\omega = 80 \text{ с}^{-1}$) количество проходов существенно уменьшается. С ростом частоты ω эта разница увеличивается, т.е. возрастает вероятность переуплотнения почвы.

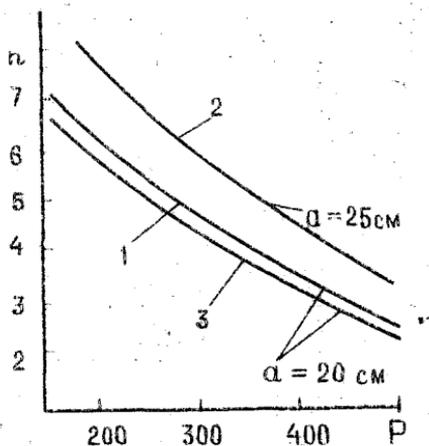


Рис.1. Определение количества воздействий колеса на почву в зависимости от аэробных условий.

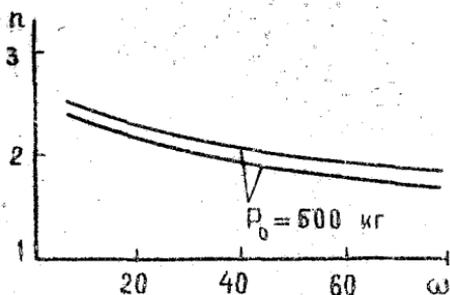


Рис.2. Зависимость количества проходов от частоты динамической нагрузки на ось колеса.

На рис.2. показана зависимость количества проходов от частоты ω динамической нагрузки $P = P_0 + P_1 \sin \omega t$ на ось колеса. Верхняя кривая получена при следующих параметрах: $M = 33 \text{ кг/см}^2$; $\varnothing = 3 \text{ кг/см}^2$; $\alpha = 20 \text{ см}$; $r = 60 \text{ см}$; $H = 0,98$; $P_1 = 20 \text{ кг}$; $t = 1 \text{ с}$, нижняя кривая - при тех же параметрах, кроме динамической нагрузки ($P_1 = 50 \text{ кг}$). Как следует из рисунка, при повышении частоты ω наблюдается некоторое снижение степени воздействия.

В рассмотренных примерах вероятность агротехнического неповреждения почвы очень высокая - $H = 0,98$, т.е. фактически всегда обеспечивается достаточный воздухообмен для биологической активности почвы. При меньших значениях H воздухопроницаемость почвы, а также частота допускаемого воздействия снижаются, так как колесо катится по почве с уже нарушенной структурой.

В ы в о д

При динамических воздействиях структура почвы подвержена большим изменениям с точки зрения воздухопроницаемости, что выражается в меньшем количестве допустимых воздействий, чем при статическом нагружении.

Л и т е р а т у р а

1. Покровский Г.И. Исследование по физике грунтов /ОНТИ.-М., 1937.
2. Кушнарев А.С. Структура механических свойств почвы // Механизация и электрификация сел. хоз-ва.- 1980.- № 12.
3. Нутис Э.Ю. Оценка состояния системы "машина-почва-растение" при различных сочетаниях механического воздействия на почвы // Механизация и электрификация сел. хоз-ва.- 1987.- № 5.

УДК 631.362.34.001.5

К.Вежбицки, докт.техн.наук,
И.Р.Размыслович, Б.Сиварски,
кандидаты техн. наук

ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗДЕЛИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ЗЕРНОВОЙ СМЕСИ В КОНУСНОМ ТРИЕРЕ

(СХТА (Польша), БИМСХ)

Качество очистки зерновых смесей — основная проблема при подготовке семенного материала и сырья для потребления. К машинам, разделяющим зерновую смесь в зависимости от длины составляющих, относится триер. Производимые в настоящее время цилиндрические триеры отличаются относительно большими габаритами и невысокой производительностью. Поиск возможности увеличения производительности и уменьшения габаритов привел к улучшению конструкции цилиндрических триеров [1], применению в триерах продольных [2] или радиальных [3] колебаний. Были исследованы триеры с вертикальной осью вращения, лопастные [4], ленточные [5, 6], дисковые, а также триеры, работающие по планетарной схеме [7].

В Институте сельскохозяйственных машин и оборудования (г.Ольштыня) исследован триер с конусной рабочей поверхностью.

Идея применения такого триера возникла в результате наблюдений