

Проанализировав опасные зоны возникновения механических повреждений в картофелеуборочном комбайне можно сделать вывод, что наибольшее количество механических повреждений в виде ушибов происходит при взаимодействии клубней картофеля с подкапывающими рабочими органами и в задней части бункера. Это видно на диаграмме взаимодействия электронного анализирующего устройства с рабочими органами картофелеуборочного комбайна ПКК-2-05 (рисунок 3).

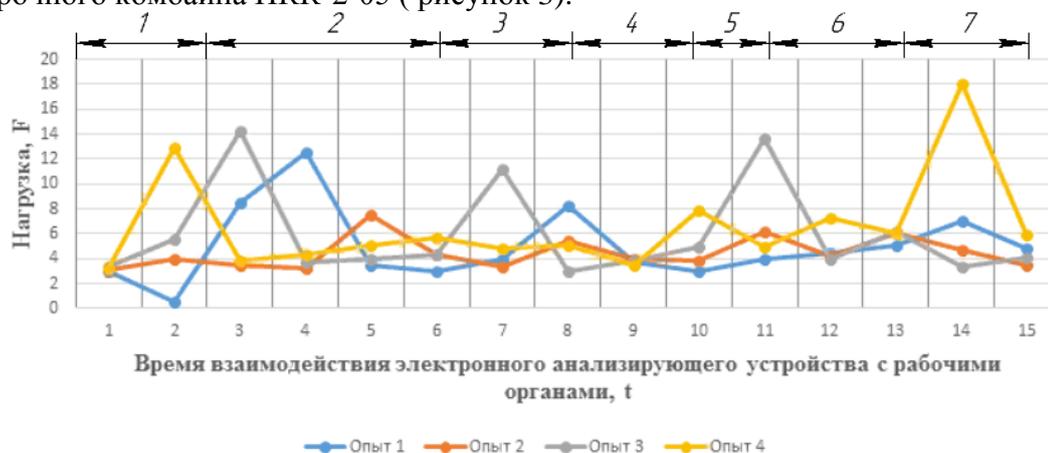


Рисунок 3 – Диаграмма взаимодействия электронного анализирующего устройства с рабочими органами картофелеуборочного комбайна ПКК-2-05 (опыт производился с четырехкратной повторностью)

В целом, используя электронное анализирующее устройство, можно свести механические повреждения клубней картофеля к минимуму, за счет чего производитель получит больший экономический эффект от его реализации.

На основании результатов исследований разработаны методические рекомендации по обучению инженерно-технических работников сельскохозяйственных предприятий современным научно-обоснованным методам настройки новой и регулировки эксплуатируемой в хозяйствах техники для производства картофеля с целью минимизации потерь продукции и ее сохранности с использованием разработанного электронного анализирующего устройства.

Литература

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический сборник / национальный статистический комитет Республики Беларусь. Минск, 2020. – 211 с.
2. Гордеев, О.В. Совершенствование рабочих органов машин для уборки и послеуборочной доработки семенного картофеля: автореф. дис. ... д – ра. техн. наук: 05. 20. 01 / О. В. Гордеев. – Челябинск. - 2014. – с.4-38.

33. *Ю.В. Чигарев., д.ф.-м.н., профессор, Н.Л. Ракова., к.т.н., доцент, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет» А.С. Воробей, к.т.н., РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»*

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЖЕСТКИХ КОЛЕС СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРУДИЙ С ПОЧВОЙ

Во многих сельскохозяйственных машинах и агрегатах в процессах взаимодействия с почвой используются жесткие тела и в частности, колеса, которые могут существенно изменять плотность почвы. Поэтому вызывает интерес об оценке параметров взаимодействия жестких тел с почвой [1,2].

Рассмотрим задачу о качении жесткого колеса с неоднородной упруговязкопластической почвой со случайными параметрами (рис.1) [2].

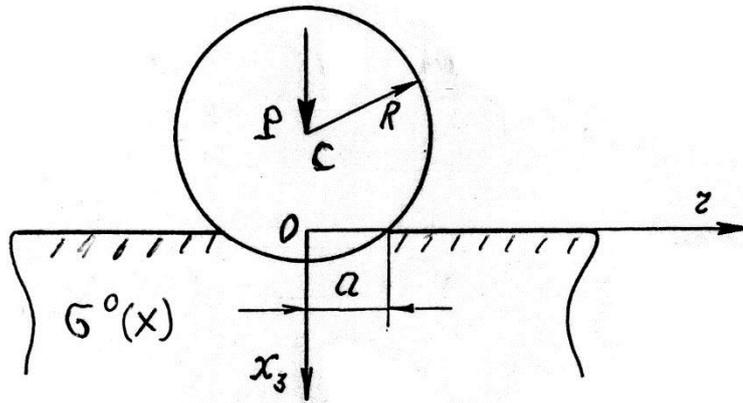


Рисунок 1– Схема взаимодействия круглого колеса с полупространством

Колесо вдавлируется в полупространство силой P . Считаем зону контакта симметричной относительно оси колеса. Напряженно-деформированное состояние полупространства описывается системой уравнений механическая модель которой представлена на рис. 2.

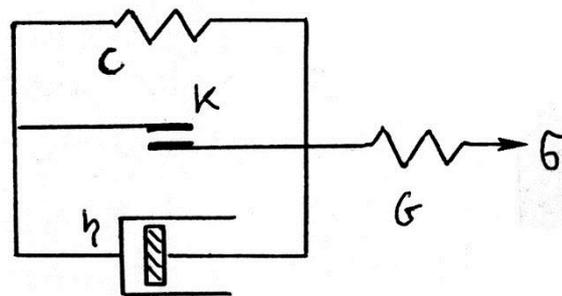


Рисунок 2 – Механическая модель полупространства

Связь между средними значениями напряжений и деформаций в общем виде представим

$$\langle \sigma_{ij} \rangle = f \cdot (\langle \varepsilon_{ij} \rangle, \langle E \rangle, \langle \eta \rangle, \langle k \rangle). \quad (1)$$

Уравнения равновесия

$$[\langle \sigma_{ij} \rangle (\delta_{jk} \langle u_{i,k} \rangle)] = 0. \quad (2)$$

Граничные условия

$$[\langle \sigma_{ij} \rangle (\delta_{jk} \langle u_{i,k} \rangle) \cdot n_j] = P_i \quad (3)$$

В (1) - (3) σ_{ij} - напряжения, ε_{ij} - деформации, u_i - перемещения, E – модуль упругости, η - модуль вязкости, k – модуль пластичности, n – нормаль к поверхности контакта.

Угловые скобки $\langle \rangle$ обозначают среднее значение. Уравнения (1) - (3) можно рассматривать как уравнения, описывающие среднее однородное состояние рассматриваемой почвы.

Решение системы (1)-(3) ищем в виде

$$\begin{aligned} \langle \sigma_{ij}(x_k, t) \rangle &= \sigma_{ij}^o(x_k, t); \\ \langle e_{ij}(x_k, t) \rangle &= e_{ij}^o(x_k, t); \\ \langle u_i(x_k, t) \rangle &= u_i^o(x_k, t). \end{aligned} \quad (4)$$

Будем предполагать, что с ростом времени эти решения стремятся к

$\sigma_{ij}^o(x_k), e_{ij}^o(x_k), u_i^o(x_k)$. Уравнения (1) - (3), (4) будем рассматривать как соотношения, описывающие некоторое предварительно напряженное состояние среды. Сила P вызывает малое возмущение основного напряженного состояния. Обозначим малые возмущения напряжений, деформаций и перемещений через $\sigma_{ij}^+, e_{ij}^+, u_i^+$. Тогда решение для возмущенного состояния можно искать в виде

$$\begin{aligned}\sigma_{ij} &= \sigma_{ij}^o + \sigma_{ij}^+; \\ e_{ij} &= e_{ij}^o + e_{ij}^+; \\ u_i &= u_i^o + u_i^+.\end{aligned}\quad (5)$$

Действие штампа на среду будем рассматривать в цилиндрической системе координат, где связь между напряжениями и деформациями согласно уравнению (1) будет [1]

$$\begin{aligned}\sigma_{rr} &= E_{11}e_{rr} + E_{12}e_{\varphi\varphi} + E_{13}e_{33}; \\ \sigma_{\varphi\varphi} &= E_{12}e_{rr} + E_{22}e_{\varphi\varphi} + E_{23}e_{33}; \\ \sigma_{33} &= E_{13}e_{rr} + E_{32}e_{\varphi\varphi} + E_{33}e_{33}; \\ \sigma_{r\varphi} &= \langle G \rangle e_{r\varphi}; \\ \sigma_{r3} &= (E_{11} - E_{11})e_{r3} / 2; \\ \sigma_{r3} &= \langle E \rangle e_{r3},\end{aligned}\quad (6)$$

где G – модуль сдвига.

Коэффициенты E_{ij} комплексные величины и зависят от свойств рассматриваемой среды $\langle c \rangle$, $\langle \eta \rangle$, $\langle k \rangle$, $\langle E \rangle$, $\langle G \rangle$ и компонент тензоров напряжений σ_{ij}^o деформаций e_{ij}^o и перемещений u_{ij}^o основного состояния.

Опуская выкладки связанные с решением задачи линейного сопряжения выпишем выражение для определения контактного давления [1]

$$\int_0^a \frac{2g(\rho)}{\pi(r+\rho)} \rho d\rho = \frac{(\delta 2R - r^2)}{2R} A_1 B_1 \quad (7)$$

где

$$\begin{aligned}A_1 &= \sqrt{(2E_{33} - E_{11})} \\ B_1 &= \sqrt{(5E_{33} - E_{11})}\end{aligned}$$

Выражение для перемещения запишем

$$u_3(r, 0) = Q \int_b^\infty J_0(Sr)(k(s)ds) \quad (8)$$

где

$$Q = -E_{11} \sqrt{[4E_{11}E_{33} - (E_{11} - E_{33})E_{11}] \times \left[\frac{E_{11}E_{33} - (E_{11} - E_{33})E_{11}}{E_{11}E_{33}} \right]}$$

J_0 - функция Бесселя, $k(s)$ - трансформанта Ханкеля функции распределенной нагрузки в зоне контакта $g(r)$.

Таким образом, используя теорию сопряжения и методику контактного взаимодействия [1], можно получить выражение для определения контактного давления и перемещения колеса в почву которая описывается сложными реологическими свойствами.

Литература

1. Александров В.М., Мхитарян С.М. Контактные задачи для тел с тонкими покрытиями и прослойками. – “Наука”, М., 1983.– 488с.
2. Чигарев Ю.В., Синкевич П.Н. Математические основы механики почв УП “Технопринт”, Минск, 2004.– 164 с.

34. И.И. Скорб, И.М. Швед, М.Э. Нйамушомбоза, Белорусский государственный аграрный технический университет

УДАЛЕНИЕ НАВОЗА ИЗ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ КАНАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГОМОГЕНИЗАТОРА

Производство продукции животноводства на крупных комплексах с использованием промышленной технологии имеет некоторые негативные последствия. Высокая концентрация животных в одном месте приводит к большому скоплению навоза и стоков на относительно небольшой территории. Между тем навоз является ценным органическим удобрением и главным поставщиком минеральных веществ, которые необходимы для роста и развития растений. Поэтому на фермах и комплексах необходимо использовать технологии и оборудование, позволяющие уменьшить отрицательное влияние навоза на окружающую среду.

Гидравлические системы удаления навоза в последние годы получают всё большее распространение как наиболее простые и надёжные в эксплуатации, позволяющие отказаться от применения трудоёмких ручных операций и полностью автоматизировать технологический процесс удаления и переработки бесподстилочного навоза.

Используют два варианта самотёчного удаления навоза — периодический и непрерывный. Периодически работает шиберная система [1].

Расслоение жидкого навоза усложняет его удаление из каналов самотечной системы. При открытии шибера жидкая фракция быстро уходит, а твердая остается в каналах, ее необходимо смывать водой.

При гидравлическом способе удаления навоза происходит разбавление его водой и превращение в малоконцентрированные стоки, объем которых в 5...10 раз превышает количество исходного навоза. Это приводит к увеличению объема навозохранилища, к нерациональным транспортным затратам по вывозке в составе стоков воды и к потере более половины полученных органических удобрений, а также заиливанию почвы и загрязнению окружающей среды.

Навоз крупного рогатого скота и свиней в зависимости от консистенции и содержания свободной воды подвержен расслаиванию (рисунок 1). При хранении в навозохранилище жидкий навоз расслаивается на наиболее плотные включения — нижний осадочный слой, менее плотный средний слой (жидкая фракция) и верхний слой — поверхностная корка, которую составляют наименее плотные включения. Поскольку слои сильно различаются по консистенции, плотности, содержанию минеральных частиц, органического вещества и питательных элементов, перед каждой гидромеханической транспортировкой требуется перемешивание, или гомогенизация [2].

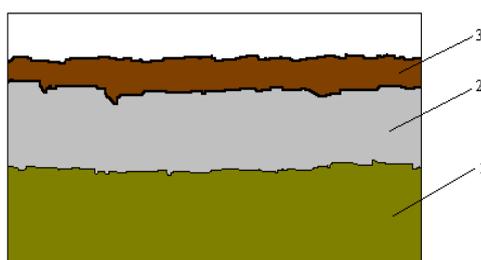


Рисунок 1 - Расслоение жидкого навоза на фракции: 1-нижний слой; 2-средний слой (жидкая фракция); 3-верхний слой (поверхностная корка)