

2. Зуев, Ф.Г. Пневматическое транспортирование на сельскохозяйственных предприятиях / Ф.Г. Зуев. – М: Колос, 1976. – 344 с.

3. Дремук, В.А. Повышение эффективности заготовки силоса внесением жидких консервантов смесителем-разравнивателем в траншейном силосохранилище: дис...канд. техн. наук: 05.20.01 / В.А. Дремук. – Горки, 2000. – 130 л.

4. Дюжев, А.А. Опыт применения новых методов компьютерного моделирования в процессе проектирования сельскохозяйственных машин / А.А. Дюжев, В.А. Пигенко, А.Н. Вырский // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы междунар. науч-практ. конф., посвящ. 60-летию со дня образов. ИМСХ АН БССР, Минск, 17–19 октября 2007 г.: в 2 т. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; редкол.: В.Н. Дашков [и др.]. – Минск, 2007. – Т. 2. – С. 8–12.

5. Резник, Н.Е. Кормоуборочные комбайны / Н.Е. Резник. – Москва: Машиностроение, 1980. – 375 с.

6. Кузьмицкий, А.В. Моделирование процесса внесения жидких консервантов в кормовой поток / А.В. Кузьмицкий, П.В. Авраменко // Агропанорама. – 2006. – № 5. – С. 4–7.

7. Сельскохозяйственная техника. Машины для уборки трав и силосных культур с измельчением для приготовления влажного и сухого корма: ТКП 195-2009 (02150). – Введ. 25.08.2009. – Минск: Минсельхозпрод, 2009. – 50 с.

УДК 631.43

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СЛЕДОБРАЗОВАНИЯ

*Орда А.Н., д.т.н., проф., Алешкевич С.В., ассист. (БГАТУ)*

### *Введение*

В настоящее время при интенсивном использовании машинно-тракторных агрегатов происходит переуплотнение почвы ходовыми системами. Плотность почвы в следах тракторов и сельскохозяйственных машин составляет 1350 - 1600 кг/м<sup>3</sup>, при том, что оптимальные значения плотности основных типов почв, в зависимости от выращиваемой сельскохозяйственной культуры, находятся в пределах 1100 - 1250 кг/м<sup>3</sup> у суглинистых и глинистых почв, 1250 - 1400 кг/м<sup>3</sup> у супесчаных.

Чрезмерное уплотнение почвы при воздействии на нее ходовых систем машинно-тракторных агрегатов ведет к снижению урожайности сельскохозяйственных культур. Урожайность зерновых в следах тракторов снижается на 10-15%, а корнеклубнеплодов - на 20-30%. При этом влияние уплотняющего воздействия ходовых систем на снижение урожайности проявляется в последующие несколько лет. Поэтому большое значение имеют исследования уплотнения почвы с целью снижения вредного воздействия на нее ходовых систем.

### *Основная часть*

На процесс колеобразования и уплотнение почвы влияет множество различных факторов. Выделим основные факторы: тип почвы, плотность почвы, влажность почвы, толщина верхнего слоя (глубина плужной подошвы), давление воздуха в шинах, нагрузка на деформатор (колесо), площадь и форма деформатора, время воздействия.

В условиях имеющегося почвенного канала и имеющегося оснащения затруднительно варьировать следующими факторами: тип почвы, влажность почвы, площадь и форма деформатора. Плотность почвы можно изменять, проводя рыхления и уплотнения, но при этом сложно добиться требуемой плотности, т.е. имеется значимая погрешность и неравномерность распределения плотности по объему канала. Время воздействия деформатора на элементарный объем почвы зависит в описанных условиях эксперимента от скорости движения деформатора. На данном этапе не представляется возможным ее

контролировать.

Поэтому для проведения эксперимента были выбраны три фактора, оказывающие влияние на параметр отклика (по априорным данным) и являющиеся минимально необходимыми, исходя из целей исследования: высота верхнего слоя почвы ( $H$ ), нагрузка на деформатор ( $G$ ), и давление воздуха в шине ( $p_w$ ). Так как зависимость предполагается нелинейной, то необходимо задать как минимум три уровня варьирования каждого фактора.

Конструкция и параметры экспериментальной установки по исследованию колеобразования выбирались исходя из требований, предъявляемых методикой планирования экстремального эксперимента и критериями подобия процессов деформации почвы.

Для исследования уплотняющего воздействия на почву ходовых систем предлагается стенд [1]. Задача, которую выполняет данный стенд, заключается в определении формы ядра уплотнения и нормальных давлений на плужную подошву в зависимости от глубины ее расположения.

Стенд содержит контейнер для почвы, в основании и на боковых стенках которого выполнены отверстия, в которых на внутренних поверхностях контейнера установлены плунжеры, соединенные с подпружиненными штоками, установленными с наружной стороны контейнера, колесо с системой нагружения, установленное с возможностью взаимодействия с контейнером и силовую передачу, где основание контейнера выполнено подвижным, с возможностью изменения угла наклона в продольной плоскости и высоты относительно верхнего края контейнера и в основании установлены датчики нормального давления.

В таблице 1 приведены характеристики выбранных факторов.

В таблице 1 область интереса давления воздуха в шине соответствует эксплуатационным размерам данного параметра. Область интереса по нагрузкам обоснована предварительными исследованиями, которые показали, что при нагрузке меньше минимальной на большой глубине не проявляется влияние нагрузки, а при нагрузке больше максимальной - недостаточно рабочих пределов используемых датчиков. Интервалы глубин расположения плотного основания и глубин расположения датчиков выбраны исходя из ограничений, накладываемых конструкцией экспериментальной установки и конструкцией датчиков, а также методикой проведения эксперимента.

Таблица 1 – Характеристики факторов

Название фактора	Размерность	Область определения	Область интереса	Точность фиксации на заданном уровне, $\pm$
Глубина расположения плотного основания	м	0,15 - 0,45	0,18 - 0,42	0,05
Давление воздуха в шинах	кПа	0 - 200	80 - 180	5
Нагрузка	Н	140 - 540	140 - 440	1

Уравнение второго порядка, связывающее функцию отклика с исследуемыми факторами, имеет вид:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i x_i + \sum_{i < j}^n b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^n b_{ii} x_i^2, \quad (1)$$

где  $b_0$  - свободный член (значение функции отклика в центре плана);

$b_i$  - эффекты при линейных членах;

$b_{ij}$  - эффекты взаимодействия;

$b_{ii}$  - эффекты при квадратичных членах.

Для исследования совместного влияния параметров ходовой системы на глубину колеи

**Секция 2: Современные сельскохозяйственные машины**

решено было реализовать матрицу симметричного рототабельного композиционного униформ-плана.

По результатам экспериментов была построена линейная математическая модель. Проверка модели на адекватность показала, что линейная модель не точно описывает изучаемый процесс. Далее была построена квадратическая математическая модель. Проверка адекватности модели показала, что данная модель адекватно описывает изучаемый процесс.

Уравнение регрессии с учетом значимости коэффициентов имеет вид:

$$\frac{k}{p_0} h = 0,05387 - 0,0189 \frac{H}{B} + 0,3062 \frac{p_w}{kl} + 0,0026 \frac{q}{p_0} + 0,1027 \frac{H}{B} \cdot \frac{p_w}{kl} + 0,00085 \frac{H}{B} \cdot \frac{q}{p_0} - 1,058 \left( \frac{p_w}{kl} \right)^2 \quad (2)$$

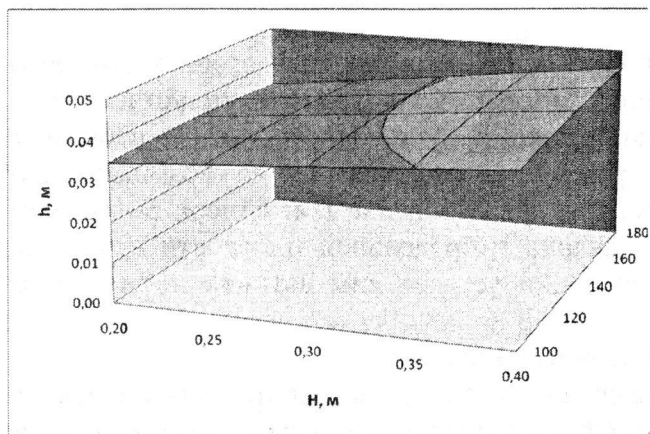


Рисунок 1 – Влияние давления воздуха в шине и глубины плужной подошвы на глубину колеи ( $q=15\text{кПа}$ ,  $p_0=500\text{кПа}$ ,  $k=270\text{кН/м}^3$ )

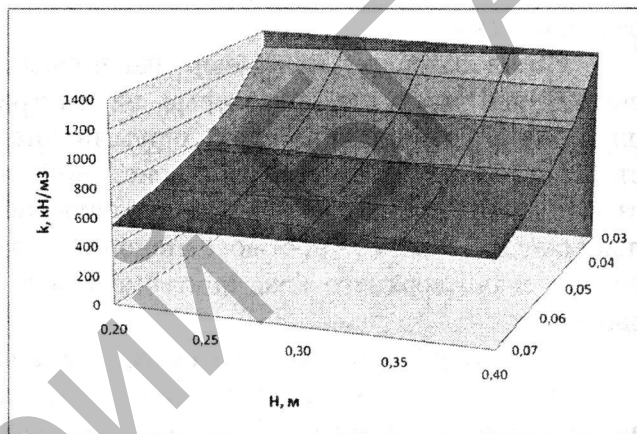


Рисунок 2 – Влияние коэффициента объемного смятия и глубины пахотного слоя на глубину следа ( $p_0=500\text{кПа}$ ,  $q=40\text{кПа}$ ,  $p_w=130\text{кПа}$ )

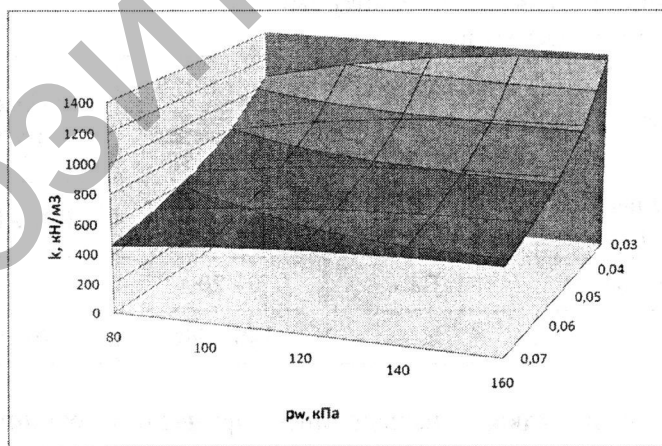


Рисунок 3 – Влияние коэффициента объемного смятия и давления воздуха в шине на глубину следа ( $p_0=500\text{кПа}$ ,  $q=40\text{кПа}$ ,  $H=0,3\text{м}$ )

На основании уравнения (2) строим поверхность отклика влияния давления воздуха в шине и глубины плужной подошвы на глубину колеи (рисунок 1), и поверхности, характеризующие зависимость глубины следа от коэффициента объемного смятия почвы,

среднего давления и глубины пахотного слоя (рисунки 2, 3).

### **Заключение**

На основании теории планирования экстремального эксперимента проведены исследования процесса слеодообразования. Получено нелинейное критериальное уравнение, связывающее глубину следа, давление воздуха в шине, давление колеса на почву, коэффициент объемного смятия, предел несущей способности, высоту слоя почвы и ширину шины. На основании уравнения регрессии построены кривые отклика, позволяющие оценить влияние режимов нагружения, давления воздуха в шине и свойств почвы на глубину следа. Выявлено, что с увеличением давления воздуха растет и глубина следа.

### **Литература**

1. Стенд для исследования взаимодействия колес с почвой: пат. 1966 РБ, МПК G01M17/00 / А.Н. Орда, Н.А. Гирейко, В.А. Шкляревич, А.А. Зенькович, С.В. Алешкевич; заявитель: Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № u 20040517; заявл. 16.11.04; опубл. 30.06.05

УДК 631.4

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИЛИПАЕМОСТИ ПОЧВЫ К КЛУБНЯМ КАРТОФЕЛЯ У МАШИНЫ ДЛЯ СУХОЙ ОЧИСТКИ КАРТОФЕЛЯ МСОК-5**

*Воробей А. С., мл.н.с. (РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»), Дайнеко Т.М., к.с.-х.н, доц. (БГАТУ)*

### **Введение**

В связи с ростом спроса на продукты питания на мировом рынке, в Республике Беларусь осуществляется большая программа по концентрации в отдельных хозяйствах возделывания картофеля. Для таких специализированных картофелеводческих хозяйств большое значение имеет разработка и внедрение в производство высокоэффективной лещеточной системы машин, позволяющей осуществлять процесс доработки клубней в цепи от поля до реализации. Одним из путей решения данной проблемы является разработка в РУП «Научно-практический центр Национальной Академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства» стационарной машины для сухой очистки картофеля МСОК-5. Для установления необходимого режима очистки картофеля указанной машины, большое значение имеют тип и гранулометрический состав почвы, ее влажность.

### **Основная часть**

Целью данной работы является установление коэффициента адгезии клубней картофеля с почвой (прилипаемости почвы к клубням) у машины для сухой очистки картофеля МСОК-5.

Основными типами почв в Беларуси являются дерново-подзолистые, в различной степени увлажнения, (87,5 % пашни) и торфяно-болотные (4,8 % пашни). Гранулометрический состав минеральных почв отличается большим разнообразием. Так, глинистые почвы составляют 0,8 % пашни, суглинистые – 22,3 %, супесчаные на суглинках – 28,2 %, супесчаные на песках – 21,8 %, песчаные – 21,9 %. [1]. Исходя из этого, исследования проводили с глинистой, суглинистой, супесчаной и торфяной почвами.

При проведении эксперимента четырехфакторным методом по греко-латинскому квадрату навеску клубней картофеля массой 5 кг поочередно перемешивали с различными почвами, предварительно увлажненными. Затем загрязненный картофель пропускали через машину для сухой очистки. Полученные примеси и очищенный картофель взвешивали. Все полученные данные сводили в таблицу 1.