

8. Гидропривод продолжает совершенствоваться в направлениях расширения функциональных возможностей и повышения технического уровня систем автоматического регулирования глубины обработки почвы (электронно-гидравлические системы регулирования, а также системы, чувствительные к нагрузке, с пропорциональным управлением выносными цилиндрами).

9. Современные тракторы отличает высокий уровень совершенства и развития рабочего оборудования (увеличение грузоподъемности гидронавесных устройств до 1,0 – 1,1 от собственного веса трактора, применение многоскоростных ВОМ, комбинированных тягово-сцепных устройств), а также разнообразие в возможностях комплектования тракторов дополнительным взаимозаменяемым или съёмным оборудованием (коробки передач с разным числом передач и разной сложности, УКМ, механизм реверса).

10. Расширяется применение средств контроля за работой механизмов агрегатов, систем автоматизации управления агрегатами трактора и технологическим процессом, выполняемым МТА. Широко используется автоматическая система разворотной полосы, позволяющая автоматически выполнять ряд операций по управлению МТА в конце гона. По желанию потребителя современные тракторы оснащаются навигационными системами автоматического вождения МТА по полю.

### **Литература**

1. Парфёнов А.П. Перспективные направления развития типажа сельскохозяйственных тракторов за рубежом. Обзор, серия «Тракторы, самоходные шасси и двигатели». ЦНИИТЭИ тракторосельхозмаш.- М. 1971.
2. Сельскохозяйственные тракторы на Парижском салоне “SIMA”(1999г). Обзор развития параметров и конструкций зарубежных сельскохозяйственных тракторов. Отчёт НАТИ. М.1999г.
3. Zehn Jahre Schlepperverkauf in Deutschland auf einen Blick.”Profi”,2002,N6,s.86,87; “Profi”,2005,N5,s. 7
4. “Traktoren-2006.DLZ agrarmagazin”, 2005

### **Особенности оценки разрушающего воздействия на грунт полноприводного автомобиля**

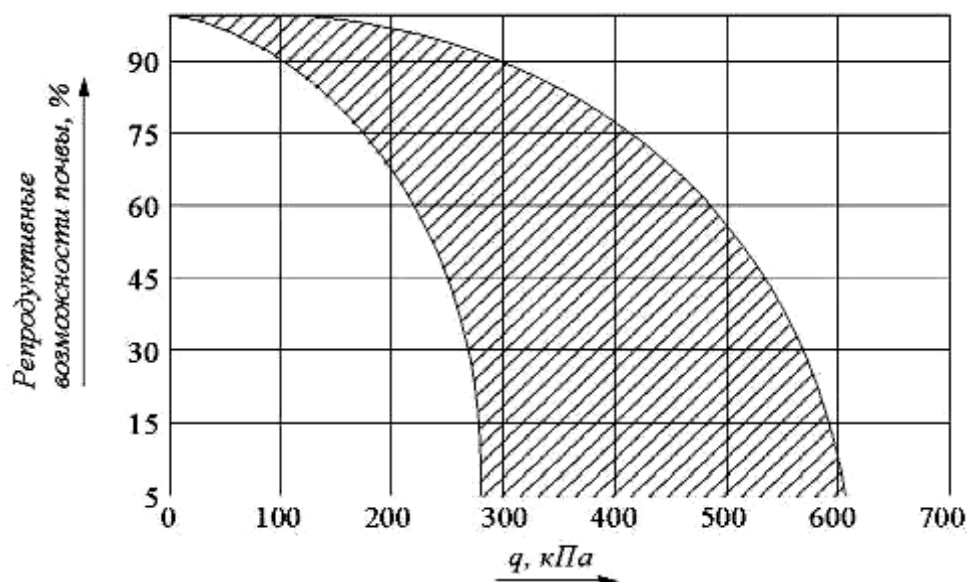
к.т.н. Переладов А.С., Коркин С.Н.  
ОАО «НАМИ-Сервис»

На современном этапе развития автомобильного транспорта наряду с другими эксплуатационными показателями все более значимую роль приобретают показатели экологической безопасности. Среди которых выделяются требования по выбросам вредных веществ и шумности. Для полноприводных колесных машин наряду с этими требованиями при движении по деформируемой почве главенствующую роль играет разрушающее воздействие движителя (колес) на почву.

Для колесных машин, предназначенных для движения вне дорог с твердым покрытием, наряду с шумом и выбросами отработавших газов двигателя важным экологическим фактором является уровень вредного воздействия на почву.

Известно, что повышение проходимости приводит к тому, что при движении колесных машин вне дорог наносится существенный урон экологии почвы. Поэтому многие конструктивные решения полноприводных автомобилей, направленные на повышение проходимости, такие как, выбор типа шин, числа ведущих мостов, передаточных отношений трансмиссии, типа рулевого привода, геометрических параметров автомобиля и др., должны также оцениваться с точки зрения экологической безопасности. Конструкторы, исходя из области применения автомобиля, должны учитывать вредное воздействие на грунт.

Большое число работ, посвященное воздействию колесных машин на почву, принадлежит специалистам в области сельского хозяйства. В основном эти исследования направлены на установление зависимости урожайности различных сельскохозяйственных культур от давления движителя на почву.



**Рис. 1. Зависимость удельного давления двигателя автомобиля на репродуктивные возможности почвы**

На рис. 1 приведена область возможных значений степени влияния уплотняющего фактора на репродуктивные свойства дерново-подзолистых и черноземных почв, влажностью 12 - 24 %, полученная из совокупности опытных данных как по плотности почвы в следе, так и по давлению на почву, оказываемому двигателем.

Величины максимально допустимых давлений регламентированы ГОСТ 26955-86 "Нормы воздействия движителей на почву".

Применяемые методики оценки воздействий на почву: ГОСТ 26953-86 «Методы определения воздействия движителей» и ГОСТ 26954-86 «Методы определения нормальных напряжений в почве». Они имеют ряд недостатков, затрудняющих их применение для автомобилей:

- ГОСТы не учитывают влияние буксования и фрезерования почвы грунтозацепами колеса, что имеет весьма существенное влияние на суммарный ущерб, наносимый двигателем почве;
- они содержат расчетные переменные и коэффициенты, которые не используются для расчетов взаимодействия системы "двигатель- опорная поверхность" в классической «Теории автомобиля», что значительно затрудняет расчеты, возможность оценки и сравнения автомобилей, эксплуатируемых вне полей сельскохозяйственного назначения;
- оценка вредного воздействия на почву автомобилей с существующими движителями по этим изложенным методикам является заведомо однозначной - недопустимость использования автомобилей вне дорог.

В рамках данного направления исследований в ОАО «Инновационная Фирма «НАМИ-Сервис» был разработан методический документ РД 37.083.002-2004 «Разрушающее воздействие полноприводного автомобиля на грунт. Критерии оценки. Методы определения», который содержит комплексный критерий оценки воздействия двигателя автомобиля на почву ( $K_{пчв}$ ). Этот критерий учитывает два основных разрушающих фактора уплотнение и сдвиг почвы вплоть до полного ее среза. Т.е. критерий  $K_{пчв}$  является функцией глубины колеи автомобиля и буксования его движителей.

$$K_{пчв} = f(K_h; K_s) \quad (1)$$

где:  $K_h$  – составляющая коэффициента вредного воздействия, зависящая от глубины прокладываемой колесным двигателем колеи;

$K_s$  – составляющая коэффициента, характеризующая разрушающее воздействие от буксования движителей колесной машины.

$$K_h = 1 - A_{h1} \cdot (c \cdot A_{h2}^\mu)^\beta \quad (2)$$

где:  $c$  – коэффициент пропорциональности (показатель, характеризующий начальное сопротивление грунта на глубине 0,01 м);

$\mu$  – показатель степени, характеризующий закон изменения сопротивления грунта вдавливанию.

$A_{h1}$  и  $\beta$  – корреляционный коэффициент и показатель степени, диапазон их изменения  $A_{h1} = 0.0095 \dots 0.015$ ,  $\beta = 2.8 \dots 3.1$ .

$A_{h2}$  – величина, численно равная глубине прокладываемой колесной машиной колеи.

$$K_s = \begin{cases} K_s = 1, \text{ для } s \leq s_0; \\ K_s = 1 - \frac{s^2 - s_0 s}{s_m(s_m - s_0)}, \text{ для } s_0 < s \leq s_m; \\ K_s = 0, \text{ для } s > s_m; \end{cases} \quad (3)$$

где:  $s_0$  – нормируемая допустимая величина буксования движителя, обеспечивающая сохранность почвы (0,14);

$s_m$  – величина буксования движителя, соответствующая 100%-ному срезу слоев грунта грунтозацепами (0,60).

Полное выражение для коэффициента воздействия колесных движителей на почву имеет вид:

$$K_{пчв} = 1 - \left[ \left( 1 - A_{h1} * (c * A_{h2}^\mu)^\beta \right) \left( 1 - \frac{s^2 - s \cdot s_0}{s_m(s_m - s_0)} \right) \right], \text{ для } s_0 < s \leq s_m. \quad (4)$$

Поскольку этот критерий является удельным показателем, он позволяет сравнивать по уровню вредного воздействия на почву колесные машины с различными схемами трансмиссий, распределением массы по осям, типами шин и различным давлением воздуха в шинах и др. в величинах применяемых теории автомобиля.

Выражение (4) характеризует величину  $K_{пчв}$  при прямолинейном движении автомобиля, однако наиболее общим случаем движения транспортных средств, в особенности предназначенных для использования вне дорог с твердым покрытием, является криволинейное движение.

При криволинейном движении автомобиля в зависимости от радиуса поворота происходит уширение колеи, что увеличивает суммарную площадь взаимодействия колесной машины с опорной поверхностью. При этом движитель уплотняет и сдвигает грунт дополнительно и в боковом направлении.

В зависимости от особенности конструкции рулевого управления и способа передачи мощности к ведущим колесам, автомобиль формирует след различной ширины и глубины, осуществляя движение с разной степенью увода колес (в зависимости от скорости передвижения) и, как следствие, вызывает различную величину бокового уплотнения почвы и уширения колеи.

Возникает вопрос, по какой схеме поворота движение автомобиля наиболее рационально с экологической точки зрения? Для того чтобы ответить на этот вопрос необходимо учесть некоторые особенности расчета при движении автомобилей с различными схемами рулевого управления (рис. 2 и 3).

Особенности расчета заключаются в наличии зоны перекрытия следов (колеи) последовательно двигающихся колес и в увеличении площади взаимодействия колесного движителя с почвой по сравнению с прямолинейным движением. Суммарный след после прохода автомобиля будет иметь зоны с различным уплотнением почвы, что в свою очередь будет означать различный уровень воздействия.

На примере автомобиля 4×4 таких зон будет три :

Зона **I** – однократное уплотнение почвы колесом задней оси;

Зона **II** – перекрытие следов (повторное уплотнение почвы колесом задней оси части колеи передней оси);

Зона **III** – однократное уплотнение почвы колесом передней оси.

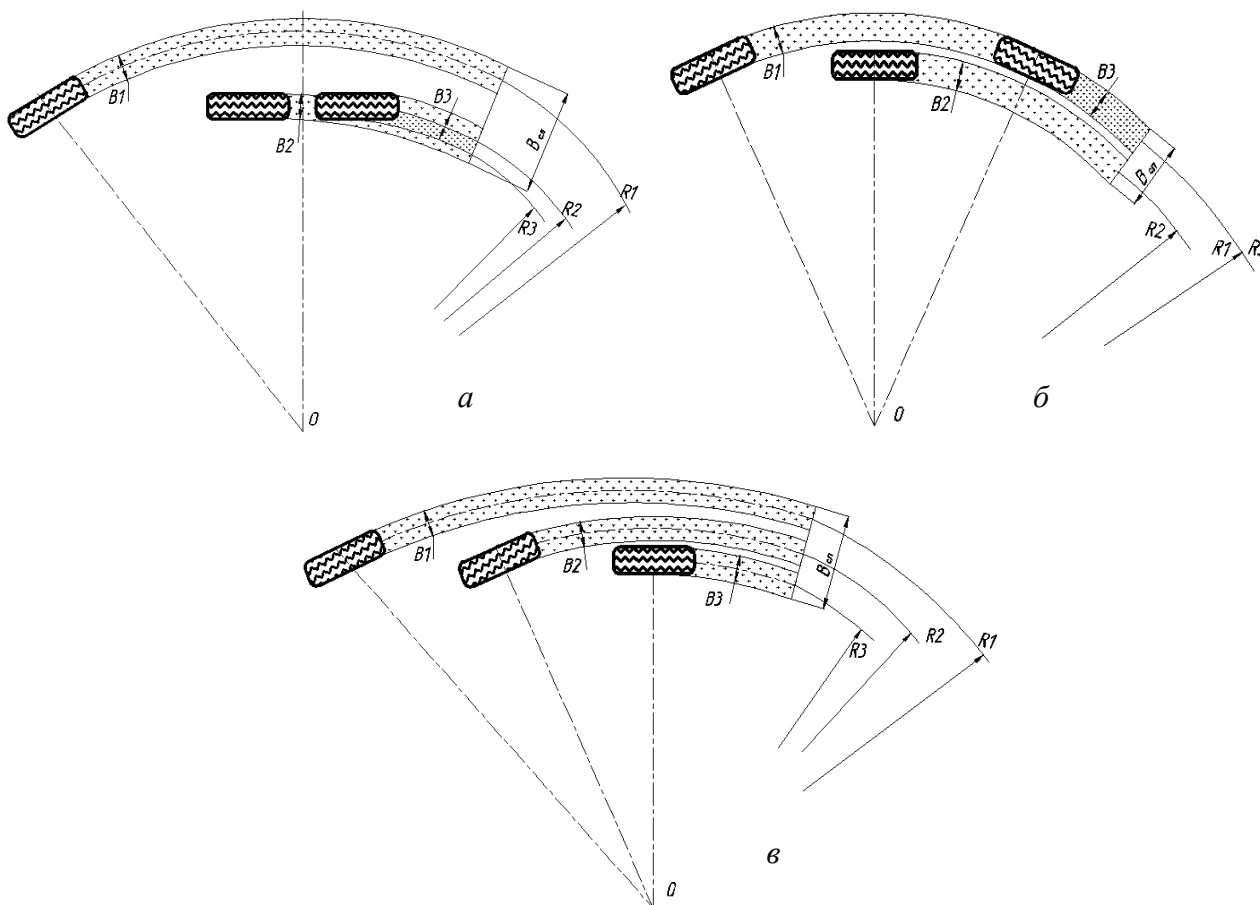


Рис. 2. Схема поворота 3-хосного автомобиля с различными конструкциями рулевого привода: *а* - схема поворота автомобиля с передней управляемой осью; *б* - схема поворота автомобиля с передней и задней управляемой осью; *в* - схема поворота автомобиля с передней и средней управляемой осью.

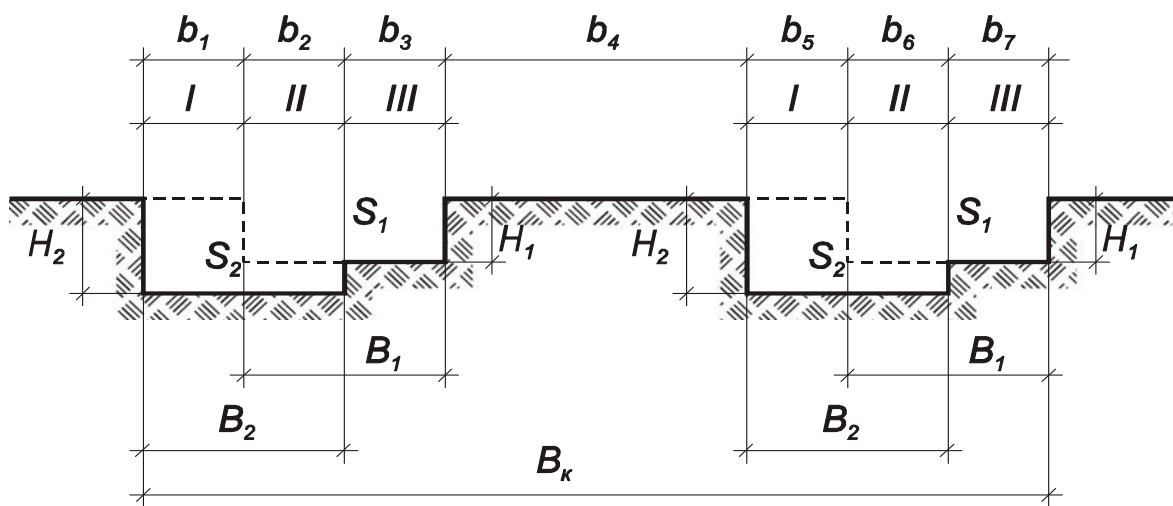


Рис. 3. Схема перекрытия колес при криволинейном движении двухосной машины.

Исходя из необходимости учета влияния уширения колеи и бокового уплотнения грунта при криволинейном движении, была проведена работа по усовершенствованию существующего метода (РД) и получена зависимость для оценки вредного воздействия движителя при криволинейном движении автомобиля:

$$K_{нчг_a} = \sum_{i=1}^N K_{нчг_i} \frac{b_i}{2B} \quad (5)$$

где:  $K_{пчв_i} = 1 - \left[ \left( 1 - A_{hl} (c \cdot h_i^\mu)^\beta \right) \cdot \left( 1 - \frac{s_i^2 - s_i s_o}{s_m (s_m - s_o)} \right) \right];$

$b_i$  – ширина доли суммарной колеи после прохода автомобиля, для которой неизменно значение  $(h_i, s_i)$ ;

$\sum_{i=1}^N b_i = B_k$  – ширина суммарной колеи за автомобилем;

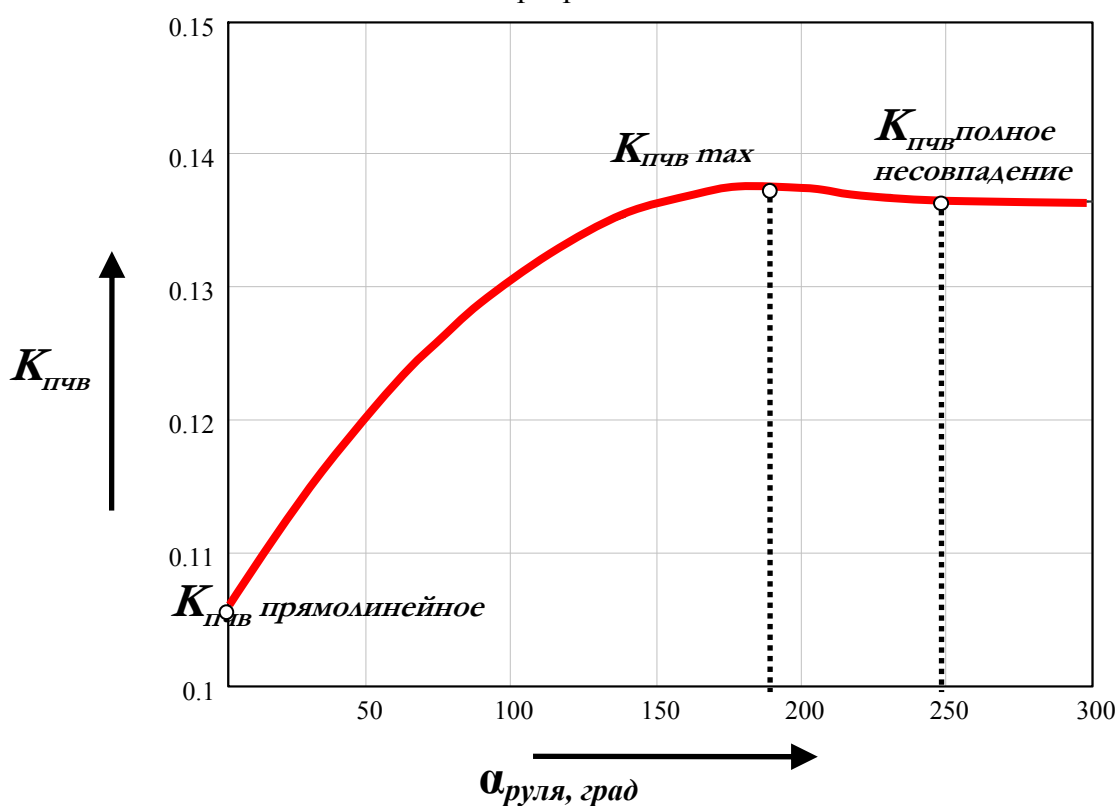
$h_i$  – значение глубины следа от недеформированного уровня почвы;

$s_i = \max_{j=1}^m (s_j)$  – максимальное буксование среди осей автомобиля участвующих в образо-

вании  $i$ -ой зоны следа колеи;

$N$  – число осей автомобиля.

Результаты расчетов показали, что максимальный вред, наносимый почве, наблюдается при движении автомобиля с некоторым углом поворота управляющих колес, при котором автомобиль оставляет след с частичным перекрытием колес.



**Рис. 4. Коэффициент воздействия на почву автомобиля УАЗ-3165.**

Например, автомобиль УАЗ-3165 при снаряженной массе и номинальном давлении воздуха в шинах при движении по суглинку ( $c=0,035$ ;  $\mu=0,77$ ) оказывает максимальное негативное воздействие при угле поворота рулевого колеса 180-190 градусов, при этом перекрытие колес составляет 25-30 %.

Для упрощения и автоматизации расчета критерия вредного воздействия автомобиля на грунт было разработано специализированное программное обеспечение (СПО) в среде «Delphi», которая в данный момент проходит сертификацию. СПО позволяет рассчитать коэффициент вредного воздействия на почву, исходя из основных характеристик транспортного средства, например, величины полной массы автомобиля, числа осей, модели шин и др.

Разница в значениях коэффициента  $K_{пчв}$  на повороте и при прямолинейном движении может достигать более 30%. Это показывает о существенном увеличении разрушительного влияния движителей автомобиля на почву при криволинейном движении.

*Коэффициент воздействия автомобиля на почву*

Данные из файла

☒ Оси одинаковы

Номер оси: 1

Модель автомобиля: Automobile model

Полная масса, кг: Automobile weight

Число осей: Number of axes

Распределение масс ( $G_1/G_2$ ): Mass distribution

Тип трансмиссии: Transmission type

Коэф. несимметричности раздаточного устройства: Transmission Id

Тип грунта: Soil type

Модель шин: Tires type

Ширина беговой дорожки, см: Tire section width

Свободный радиус, см: Free tire radius

Давление в шине, кг/кв.см: Tire pressure

Коэф. насыщенности: Tred saturation K

Шаг грунтозацепов, см: Grosser spacing

Радиальная жесткость, кг/см: Radial tires stiffnes

Помощь

Расчет

$K_{пче}$ (тяга MIN)

$K_{пче}$ (тяга MAX)

Сохранить результат

Выход

**Рис. 5. Окно интерфейса СПО расчета коэффициента вредного воздействия автомобиля на почву.**

Данное обстоятельство указывает на необходимость совершенствования конструкции полноприводных автомобилей и в особенности тех систем, которые влияют на параметры криволинейного движения: рулевое управление, движитель и трансмиссия автомобиля.

Предложенная оценка определения негативного воздействия автомобиля на почву позволяет уже на стадии проектирования количественно оценивать как то или иное изменение конструкции будет влиять на его экологические показатели. Кроме этого, она позволяет сравнивать различные автомобили с точки зрения экологической безопасности, как при прямолинейном, так и при движении на повороте.

#### Литература

1. Пирковский Ю.В., Шухман С.Б. Теория движения полноприводного автомобиля. Прикладные вопросы оптимизации конструкции шасси. М., 2001.
2. РД 37.083.002-2004 Разрушающее воздействие полноприводного автомобиля на грунт. Критерии оценки. Методы определения.
3. Русанов В.А. Проблема переуплотнения почв движителями и эффективные пути её решения, М.: ВИМ, 1998.
4. Шухман С.Б., Переладов А.С. Оценка воздействия движителей автомобиля на почву // Автомобильная промышленность, 2002. № 6. с. 16-19.

#### **Применение корреляционного анализа при экспериментальном исследовании уровня колебаний в автомобиле ВАЗ-21214**

к.т.н., доц. Прокопьев М.В., Прасолов А.В.

Тольяттинский Государственный Университет

Методы корреляционного анализа широко применяются для выявления и описания зависимостей между случайными величинами по экспериментальным данным.

Целью данной работы является проведение корреляционного анализа экспериментальных данных по замеру уровня вибраций узлов автомобиля ВАЗ-21214 для снижения трудоемкости при анализе и последующей оптимизации экспериментальных данных, а также при проведении аналогичных экспериментов.

Испытания проводились по плану дробно-факторного эксперимента 25-1 [1]. В эксперименте варьировались жесткостные характеристики подвески двигателя (1-й фактор), ко-