

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»

Инженерно-технологический институт

Кафедра технических систем в агробизнесе,
природообустройстве и дорожном строительстве

Кузнецов В.В.

Графоаналитический расчёт катков и колёс

Методическое пособие и рабочая тетрадь
к практическому занятию
по дисциплине «Сельскохозяйственные машины»
для студентов ВУЗов очного и заочного обучения
по направлению бакалавриат 35.03.06 «Агроинженерия»,
профиль образовательной программы «Технические системы
в агробизнесе»



Брянск 2018

УДК 631.314.2 (076)

ББК 40.72

К 89

Кузнецов, В. В. Графоаналитический расчёт катков и колёс: методическое пособие и рабочая тетрадь / В. В. Кузнецов. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. – 16 с.

Методическое пособие в форме рабочей тетради к практическому занятию «Графоаналитический расчёт катков и колёс» по дисциплине «Сельскохозяйственные машины» для студентов ВУЗов очного и заочного обучения по направлению бакалавриат 35.03.06 «Агроинженерия», профиль образовательной программы «Технические системы в агробизнесе» помогает студенту получить практические навыки по компетенциям ПК-2, ПК-4, ПК-5, ПК-8 рабочего плана дисциплины.

Рецензент: к.т.н., доцент В.М. Кузюр

Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического института от 21.02.2018 года, протокол №7.

© Кузнецов В.В., 2018

© Брянский ГАУ, 2018

Графоаналитический расчёт катков и колёс

Цель работы. Проанализировать исходные данные, приобрести навыки исследования процесса взаимодействия катков и колёс с почвой, исследовать качество технологического процесса и методы подготовки к профессиональной эксплуатации.

Теоретическая часть

Движущиеся по полю каток или колесо сельскохозяйственной машины уплотняют почву и оставляют за собой колею. Её глубина зависит от параметров катка (колеса) и свойства почвы. Указанные параметры связаны между собой зависимостью

$$h = 1,31 \cdot 3 \sqrt{\frac{p^2}{b^2 q^2 D}} \quad (1)$$

где p – вес катка (или часть веса машины, приходящаяся на одно колесо), Н;

b – ширина колеса (катка), см;

q – коэффициент объёмного смятия почвы, Н/см³;

D – диаметр колеса (катка), см.

Соппротивление катка перекатыванию определяется по формуле Грандвуале – Горячкина

$$T = 0,86 \cdot 3 \sqrt{\frac{p^4}{bqD^2}} \quad (2)$$

На практике чаще используют упрощённый вариант последней формулы

$$T = \mu P \quad (3)$$

где μ - коэффициент перекатывания.

$$\mu = 0,86 \cdot \sqrt[3]{\frac{P}{bqD^2}} \quad (4)$$

Коэффициент μ определяется по номограмме (рис. 2), а величина, равная $1/\mu$ называется транспортирующей способностью колеса.

Для колёс с негладкой поверхностью сопротивление перекачиванию увеличивается на коэффициент ε , то есть

$$T_{н.г.} = \varepsilon T, \text{ Н} \quad (5)$$

где $\varepsilon = 1,1 \dots 1,3$.

Для пневматических колёс сопротивление перекачиванию уменьшается и находится по формуле

$$T_{н.п.} = kT, \text{ Н} \quad (6)$$

где k – коэффициент, учитывающий снижение сопротивления. Его значения для различных агрофонов приведены в таблице 1.

Практическая часть

Содержание работы. Построить схему взаимодействия колеса (катка) с почвой в различных условиях, определить глубину колеи и тяговое сопротивление. Решить задачу.

Исходные данные. К исходным данным относятся:

- p – вес катка (или часть веса машины, приходящаяся на одно колесо), Н;
- b – ширина катка, см;
- ε - коэффициент скольжения;
- q – коэффициент объёмного смятия, Н/см³;

- D – диаметр катка, см;
- r – радиус колеса, см;
- P_c - вес сеялки, Н;
- b_c - ширина колеса сеялки, см.

Таблица 1- Значения коэффициента k

Агрофон	Значения коэффициента k
Свежевспаханное поле	0,75...0,79
Стерня	0,65...0,68
Луг	0,58...0,62
Укатанная дорога	0,60...0,65

Исходные данные по вариантам приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Исходные данные к расчёту катков и колёс

№ п/п	p	b	q	D	r	P_c	b_c	ε
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2000	100	2,0	50	63	12000	18	0,1
2	2000	80	2,1	60	45	8000	12	0,1
3	2000	105	1,9	55	60	9500	12	0,1
4	2500	120	2,3	65	48	10000	10	0,1
5	2250	100	2,0	48	65	10000	15	0,1
6	4000	150	3,0	80	40	15000	10	0,1
7	3000	125	2,6	70	35	10000	12	0,1
8	4000	160	2,5	75	35	9000	12	0,1
9	3000	145	2,4	65	45	11000	15	0,1
10	3000	110	2,3	60	50	10000	14	0,1
11	3500	125	2,5	55	55	12500	16	0,1
12	3600	115	2,4	70	44	11150	15	0,1
13	4000	120	2,8	65	50	12000	12	0,1

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
14	3800	135	2,2	70	60	14000	15	0,1
15	2400	85	2,0	50	40	9000	17	0,1
16	2600	90	2,1	55	48	10000	13	0,1
17	3200	100	2,4	60	46	9500	11	0,1
18	3600	100	2,3	58	44	8900	12	0,1
19	3300	130	2,0	40	40	9000	10	0,1
20	2600	80	1,9	45	45	10000	11	0,1
21	2700	80	1,9	55	48	11000	12	0,1
22	2800	90	2,0	60	50	12000	16	0,1
23	2900	95	2,1	50	50	11000	15	0,1
24	3000	100	2,2	40	45	9700	12	0,1
25	3200	120	2,3	40	40	8900	11	0,1

Порядок выполнения работы

По индивидуальным данным и формулам (1) и (2) находят глубину колеи h и тяговое сопротивление T для гладкого водоналивного катка, движущегося по свежевспаханному полю без скольжения и буксования.

$$h =$$

$$T =$$

В масштабе 1:5 строят на координатной бумаге поперечное сечение указанного катка с обозначением глубины колеи h . Затем для точки B катка, взаимодействующей с поверхностью неприкатанного поля (рис. 1) строят векторы направлений дей-

ствия силы N (нормального давления) и скорости вращения относительно мгновенного центра вращения. Длина векторов произвольная.

Вектор N является продолжением радиуса OB , проведенного из центра катка. Вектор V – перпендикулярен радиусу мгновенного вращения CB .

Замеряют угол ξ между векторами и сопоставляют с углом трения φ . Делают вывод о наличии (или отсутствии) уплотнения почвы и её проскальзывании относительно поверхности катка.

По формуле (7) находят максимальную глубину колеи h_φ при которой уплотнение почвы будет происходить без её скольжения по поверхности катка.

$$h_\varphi = 2r\sin^2\varphi \quad (7)$$

где r – радиус колеса, м;

φ – угол трения, град. $\varphi = 25 \dots 28^\circ$.

$$h_\varphi =$$

По индивидуальным данным рассчитывают характер взаимодействия с почвой колёс зерновой сеялки с поднятыми сошниками, движущейся по свежевспаханному полю.

Предварительно по формуле (1) определяют глубину колеи, считая, что сеялка оборудована колёсами с жёстким ободом. За-

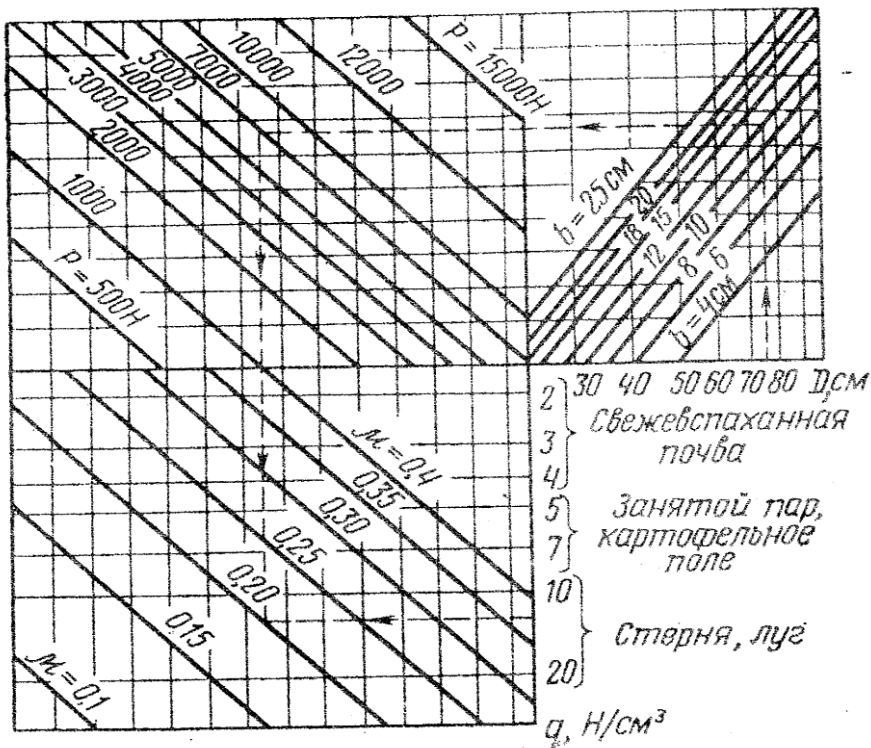


Рисунок 2 – Диаграмма для определения коэффициента μ

Зная величину скольжения ε , по формуле (8) находят условное приращение Δr колеса, сводящее его к воображаемому колесу, катящемуся без скольжения

$$\Delta r = \frac{\varepsilon \cdot r}{1 - \varepsilon} \quad (8)$$

$$\Delta r =$$

Из центра O (рис 1, б) радиусом $r + \Delta r$ делают засечку на вертикальной линии, найдя таким образом центр мгновенного вращения (мгновенный центр скорости) C .

Из точки C проводят касательную к окружности и находят «замечательную» точку a , в которой направление абсолютной скорости Va и нормального давления совпадают.

Если точка a находится ниже поверхности неприскатанного поля, то строят векторы Vb и Nb для точки B ; лежащей на поверхности поля. Дугу C_1a разбивают на три равных части и в двух полученных (a_1 и a_2) точках также строят векторы V_{abc} и N .

Замеряют величину углов ξ для всех точек и сопоставляют с углом φ . Делают вывод о характере деформации почвы в разных точках, имея в виду, что при $\xi > \varphi$ уплотнение почвы будет происходить без её скольжения по поверхности катка

По диаграмме (рис. 2) находят величину μ . Подставив значения в формулу (3), определяют сопротивление перекатыванию.

$$T =$$

Затем находят сопротивление перекатыванию считая, что при тех же параметрах сеялки с поднятыми сошниками колёса заменены на пневматические.

Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- наименование, цель, номер варианта и исходные данные работы;
- все предусмотренные в работе расчёты;
- приведенные на рисунке 1 построения, выполненные по исходным данным варианта на листе координатной бумаги;
- решение задачи;
- выводы.

Задача № 1

Определите радиус комка почвы, который не сгруживается перед катком. Рассчитайте вес катка, тяговое сопротивление, глубину образуемой колеи при его движении.

Исходные данные для расчётов

Диаметр катка – 0,65 м.

Длина катка – 1,1 м.

Угол внешнего трения – 18 град.

Угол внутреннего трения – 24 град.

Коэффициент объёмного смятия почвы – 1 Н/см³.

Удельный вес катка – 5000 Н/м.

Решение задачи №1

Задача № 2

Поле, которое должен обрабатывать гладкий цилиндрический каток диаметром 720 мм, характеризуется углом трения почвы о каток 19° и углом трения почвы о почву 23° . Определить, будет ли происходить сгуживание комков перед катком, если максимальный размер комков составляет 82 мм.

Решение задачи №2

Контрольные вопросы

1. От каких параметров катка зависит глубина образуемой им колеи?
2. Как влияют диаметр и вес катка на сопротивление перекачиванию?
3. Что такое коэффициент перекачивания?
4. Что называется транспортирующей способностью колеса?
5. Как учитывается увеличение сопротивления перекачиванию колёс с негладкой поверхностью?
6. Как учитывается уменьшение сопротивления перекачиванию пневматических колёс?
7. Как определяют графическим методом мгновенный центр скорости колеса?
8. Запишите условие защемления катком комка круглой формы.
9. Запишите условие защемления катком комка прямоугольной формы.
10. Как определяется движение колеса со скольжением?
11. Как определяется движение колеса с буксованием?
12. При каком условии происходит смятие почвы колесом со скольжением?
13. При каком условии происходит смятие почвы колесом без скольжения?

Список литературы

1. Кленин Н.И., Киселев С.Н. Сельскохозяйственные машины: учеб. для вузов. М.: КолосС, 2008.
2. Гаврилов К.Л. Тракторы и сельскохозяйственные машины иностранного и отечественного производства: устройство, диагностика и ремонт: учеб. пособие. Пермь: Звезда, 2010.
3. Халанский В.М., Горбачёв И.В. Сельскохозяйственные машины: учеб. для вузов. СПб.: ООО Квадро, 2014.
4. Сельскохозяйственные машины. Технологические расчеты в примерах и задачах: учеб. пособие для вузов. СПб.: Проспект Науки, 2011.
5. Кузнецов В.В. Сельскохозяйственные машины. Сборник задач и тестов: учебное пособие. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2016. 100 с.
6. Кузнецов В.В. Сельскохозяйственные машины. Сборник лекций по дисциплине: методическое пособие. Ч. 1. Брянск: Изд.-во Брянский ГАУ, 2018. 145 с.

Вариант _____

Работу выполнил:
студент группы _____

Работу принял:

Дата _____

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Учебное издание

Владимир Васильевич Кузнецов

Графоаналитический расчёт катков и колёс

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
И РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ**

Редактор Лебедева Е.М.

Подписано к печати 26.03.2018 г. Формат 60x84. 1/16.

Бумага печатная Усл.п.л. 0,93. Тираж 25 экз. Изд. № 5613.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ