

К АНАЛИЗУ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРИКАТЫВАНИЯ ПОЧВЫ

Курдюмов В.И., доктор технических наук, профессор,

тел.: 88422559596, bgdie@yandex.ru

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ключевые слова: каток, плотность, качество, почва, прикатывание, урожайность, масса

Статья посвящена анализ показателей качества прикатывания почвы. Оценка качества этого вида поверхностной обработки почвы не всегда объективно, так как зависит не только от степени совершенства конструкции катка, но и от качества предварительной подготовки почвы. Обеспечение равномерности плотности по площади поля также не всегда дает удовлетворительный результат, особенно в зонах рискованного земледелия и на посевах озимых культур. Перспективно использовать катки с элементами конструкции, способными интенсифицировать процесс прикатывания. Одним из показателей конструктивного совершенства таких катков является отношение создаваемой дополнительно центробежной силы к силе тяжести самого катка.

Введение. Пренебрежительное отношение к операции прикатывания почвы негативно сказывается на урожайности. Несмотря на то, что между прикатыванием и уборкой урожая имеется длительный вегетационный период, в который на развитие растений оказывает влияние множество других факторов (степень обеспеченности растений влагой, питательными веществами, микроэлементами, количество сорняков, наличие и качество междурядной обработки и т.д.), прикатывание почвы является одним из ключевых факторов, на длительное время обеспечивающих водно-воздушный режим почвы и определяющих полевую всхожесть семян. Многочисленными исследованиями подтверждено, что без прикатывания полевая всхожесть может снизиться до 25 %, а использование катков более

совершенных конструкций может повысить урожайность на 12...15 %, по сравнению с урожайностью, получаемой после использования серийно выпускаемых промышленностью гладких водоналивных или кольчато-шпоровых катков. Поэтому задача разработки более совершенных конструкций почвообрабатывающих катков, в частности, позволяющих интенсифицировать процесс прикатывания, остается важной и актуальной.

Материалы и методы исследования. От качества прикатывания зависит всхожесть, равномерность развития растений и, в конечном счёте, урожай. Прикатывание осуществляют с помощью тяговых машин (трактора) или специальных катков, которые обеспечивают уплотнение почвы.

При разработке новых катков необходимо иметь четкий критерий, который позволил бы показать преимущество или отрицательные стороны использования предлагаемого катка. Как правило, за основу при оценке работы катков берут показатели качества их работы. Большинство практиков пришло к выводу, что следует использовать два таких показателя: основной – плотность верхнего слоя почвы и вспомогательный, зависящий от тракториста и степени автоматизации агрегата - наличие огрехов.

Плотность почвы принято определять по диагонали обработанного участка в слое почвы 4...8 см, используя соответствующие устройства для определения плотности почвы [1], в том числе позволяющие определить этот показатель в различных слоях. Считается соответствующими агротехническим требованиям условия, при которых плотность почвы после прикатывания на глубине 4...8 см от ее поверхности уплотнится на 30...40 % от исходного значения и достигнет 1150...1250 кг/м³. При этом почва должна быть обеспечена равномерность плотности по площади поля, а максимальный размер оставшихся на поверхности комков не должен быть более 5 см.

Результаты и их обсуждение. На плотность почвы после прикатывания главным образом оказывает влияние удельная масса (удельное давление) катка, т.е. масса [2] (сила), отнесенная к ширине захвата этого орудия, кг/м (Н/м). В зависимости от величины этих показателей катки обычно делят на легкие, средние и тяжелые (таблица).

Таблица – Классификация катков по удельной массе (удельному давлению)

Тип почвообрабатывающего катка	Удельная масса, кг/м	Удельное давление, кН/м
Легкие	50...200	0,5...2
Средние	300...400	3...4
Тяжелые	500...600	5...6

Понятно, что классифицировать катки по оказываемому на почву давлению некорректно, так как при одной и той же массе катков оно будет зависеть от размера пятна контакта

$$S = lH \approx H\sqrt{c^2 + 5,33h^2},$$

где l – длина дуги пятна контакта, м (рисунок); H – ширина катка, м; c – длина хорды, м; h – высота сегмента, м.

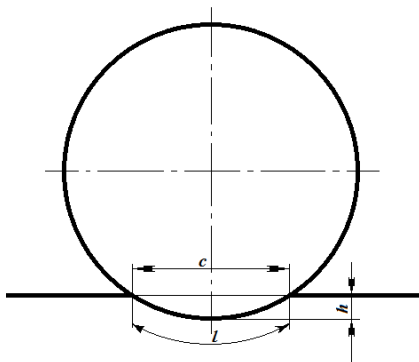


Рисунок – Параметры пятна контакта катка с почвой (обозначения в тексте)

Также важен диаметр катка: каток с малым диаметром действует преимущественно на поверхностные слои, тогда как катки с большим диаметром равномерно уплотняют и глубокие слои почвы [3]. При обосновании диаметра катка следует учитывать также тип почвы и задачи, которые решает выбранный тип ее поверхностной обработки. Предприятия сельскохозяйственного машиностроения выпускают почвообрабатывающие катки преимущественно со следующими диаметрами: 350 мм, 450 мм, 530 мм и 600 мм. При этом необходимо учитывать, что катки с меньшим диаметром имеют и большее тяговое

сопротивление. С увеличением диаметра катка увеличивается и площадь его контакта S с поверхностью почвы. Это приводит к тому, что при одинаковой массе катков каток с меньшим диаметром обеспечивает большее давление на почву, выраженное в Н/м^2 . При этом удельное давление, Н/м , катков с разным диаметром одинаковое. Поскольку площадь контакта катка с почвой зависит и от ее типа, и от качества предварительной обработки, то для большей объективности при сравнении катков предпочтительнее использовать показатель, упомянутый последним.

Качество уплотнения почвы корректно оценивать с помощью коэффициента соответствия эталону:

$$k_{\text{сэ}} = 1 - (|\rho_{\text{опт}} - \rho_{\text{ф}}|/\rho_{\text{опт}}),$$

где $\rho_{\text{опт}}$ – оптимальная плотность почвы в зоне расположения семян, кг/м^3 ; $\rho_{\text{ф}}$ – плотность почвы после прохода катка, кг/м^3 [4].

Однако этот показатель не даст полной объективной оценки качества работы катка: при оптимальной исходной плотности почвы и минимальном влиянии на нее прикатывающего орудия, $k_{\text{сэ}}$ будет максимален и равен единице.

Катки можно оценивать и по гранулометрическому составу почвы, который определяют до и после прикатывания. В большей мере улучшают структуру почвы кольчато-зубчатые катки ККЗ, призмовидные катки ККЗ (Спайк), планчато-молотковые катки, виброкатки и т.п., в меньшей степени – гладкие водоналивные катки. Однако основное назначение катков – обеспечение хорошего контакта семян с почвой, а ее гранулометрический состав в большей степени должен обеспечиваться проведенными до прикатывания технологическими операциями подготовки почвы к посеву. «Оптимальной считают структуру почвы с размерами частиц 0,25...10 мм при их содержании 45...60 % и содержание частиц почвы размером менее 25 мм от 80 % и выше» [4].

В последнее время появились новые почвообрабатывающие катки [5], элементы конструкций которых интенсифицируют процесс их работы, например, каток, выполненный в соответствии с описанием к патенту № 2799843 [6]. При его работе вращающиеся дебалансы создают дополнительную центробежную силу, усиливающую давление катка на почву [7]. Это соответствует передовым тенденциям развития

конструкций катков не только почвообрабатывающих, но, преимущественно, грунтовых и дорожных. У известных зарубежных брендов (Ammann, Bomag, Caterpillar, Дунпас, Sakai и др.), в конструкциях катков возникающая при их работе центробежная сила 1,8...3,2 раза превышает силу тяжести самого катка, что создает условия для снижения материалоемкости и экономии приведенных затрат при их эксплуатации за счет снижения числа проходов.

Большинство практиков пришло к выводу, что степень выровненности поверхности почвы также важна для развития растений. Считается, что поверхность почвы должна быть ровной и гладкой, без крупных комков и углублений. Однако проведенные в Ульяновском ГАУ и расположенных рядом аграрных предприятиях исследования показали, что для озимых культур при прикатывании важно обеспечить неравномерность плотности почвы, не выходящую за пределы агротехнических требований, а также сформировать волновой рельеф, что будет способствовать созданию более благоприятных условий для развития растений осенью и качественной их перезимовке, а в результате – к повышению урожайности.

Заключение. Проанализировав вышесказанное, можно заключить, что показатели качества прикатывания почвы играют важную роль в повышении продуктивности сельскохозяйственных культур. Их игнорирование приводит к негативным последствиям: снижению полевой всхожести культур, усилению водной и ветровой эрозии почвы, снижению урожайности.

Однако используемые в настоящее время показатели не всегда дают возможность объективно оценить качество прикатывания почвы, а также сравнить катки различных типов. Одним из показателей эффективности конструкций виброкатков может служить отношение создаваемой дополнительно центробежной силы к силе тяжести самого катка.

Библиографический список:

1. Патент 149064 Российская Федерация, МПК G01N 33/24. Устройство для определения плотности почвы / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, И.А. Шаронов, В.В. Курушин, В.Е. Прошкин, А.С. Егоров; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА. – № 2014130351/15; заявл. 22.07.2014; опубл. 20.12.2014, Бюл. № 25.

2. Николаев, В.А. Выбор веса катка для прикатывания почвы // Тракторы и сельхозмашины. – 2007. - № 3. – С. 28-29.
3. Семенихина Ю.А. Исследование вязкоупругого состояния почвы под воздействием активной поверхности почвообрабатывающего катка // Тракторы и сельхозмашины. 2017. № 7. - С. 32-36.
4. Егоров, А.С. Методика и результаты экспериментальных исследований эксцентрикового катка / И.А. Шаронов, В.И. Курдюмов, А.С. Егоров // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – Ульяновск: УлГАУ. – 2017. – № 4(40). - С. 199-204.
5. Руденко, Н.Е. Новые технологии и средства механизации в растениеводстве / Н.Е. Руденко, Е.В. Кулаев, В.Н. Руденко. – Ставрополь: Издательство Ставропольского ГАУ, 2018 - 380 с.
6. Патент № 2799843 Российская Федерация, МПК А01В 29/02; А01В 29/06. Почвообрабатывающий каток / В.И. Курдюмов, В.Е. Прошкин, В.Б. Линеенко; патентообладатель ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ. – № 2022130952; заявл. 28.11.2022; опубл. 12.07.2023 Бюл. № 20.
7. Прошкин, В.Е. Полевые исследования почвообрабатывающего катка вибрационного действия / В.Е. Прошкин, Е.С. Зыкин, В.И. Курдюмов, Е.Н. Прошкин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 4 (56). С. 6-12.

TO ANALYZE THE INDICATORS OF THE QUALITY OF SOIL ROLLING

Kurdyumov V.I.

Keywords: roller, density, quality, soil, rolling, yield, mass

The article is devoted to the analysis of indicators of the quality of soil rolling. The assessment of the quality of this type of surface tillage is not always objective, as it depends not only on the degree of perfection of the roller design, but also on the quality of preliminary soil preparation. Ensuring uniform density over the field area also does not always give satisfactory results, especially in areas of risky farming and winter crops. It is promising to use rollers with structural elements capable of intensifying the rolling process. One of the indicators of the constructive perfection of such rollers is the ratio of the additional centrifugal force generated to the gravity of the roller itself.