

МЕХАНИЗАЦИЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 631.314.1

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ КАТКОВ

Н. Д. ЛЕПЕШКИН, В. В. МИЖУРИН

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: belagrotechto@tut.by*

А. И. ФИЛИППОВ

*УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь, e-mail: ggau@ggau.by*

К. Л. ПУЗЕВИЧ

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, e-mail: baa_mgishp@mail.ru*

(Поступила в редакцию 18.08.2022)

В статье приводится анализ конструкций и технологических возможностей почвообрабатывающих катков. Почвообрабатывающие катки, применяемые в составе почвообрабатывающих агрегатов, играют важную роль в обработке почвы. Они должны выполнять разные функции в зависимости от того, какую операцию выполняет агрегат. В настоящее время разнообразие катков, применяемых в составе почвообрабатывающих агрегатов, в том числе и отечественных, существенно возросло, а следовательно, при проектировании новых агрегатов возникла необходимость выбора из многочисленных типов катков наиболее перспективных. Установлено, что ни один из применяемых сейчас типов катков не обеспечивает полное выполнение требований предъявляемых к блоку прикатывающих катков. В связи с этим авторами предложен блок катков, включающий опорно-прикатывающий и мульчирующий катки. Конструкция опорно-прикатывающего катка предполагается кольчатого типа и состоит из пустотелого цилиндра с вертикальными дисками, на оси которых установлены подшипниковые узлы. На наружной поверхности пустотелого цилиндра должен быть установлен ряд зубчатых дисков, между которыми имеются пластинчатые чистики. При этом зубчатые диски на поверхности пустотелого цилиндра устанавливаются на одинаковом расстоянии друг от друга. Конструкция мульчирующего катка предполагается планчатого типа и состоит из двух дисков с подшипниковыми узлами. К наружной поверхности дисков привариваются планки, которые наклонены к горизонту в продольном и поперечном направлениях. Установленные в результате проведенного анализа конструктивные особенности и технологические возможности катков, применяемых на современных почвообрабатывающих агрегатах, позволяют при проектировании новых агрегатов обоснованно выбирать требуемые для них типы катков с целью последующего обоснования их параметров.

Ключевые слова: *катки, конструкции, анализ, классификация, почвообрабатывающие агрегаты, почва.*

The article provides an analysis of the designs and technological capabilities of tillage rollers. Tillage rollers used as part of tillage implements play an important role in tillage. They must perform different functions depending on what operation the unit performs. Currently, the variety of rollers used in the composition of tillage units, including domestic ones, has increased significantly, and therefore, when designing new units, it became necessary to choose the most promising from numerous types of rollers. It has been established that none of the currently used types of rollers provides full compliance with the requirements for the unit of press rollers. In this regard, the authors proposed a block of rollers, including a back-up and mulching rollers. The design of the backhoe roller is assumed to be of the annular type and consists of a hollow cylinder with vertical discs, on the axis of which bearing assemblies are installed. On the outer surface of the hollow cylinder, a row of toothed discs should be installed, between which there are lamellar scrapers. Toothed disks on the surface of the hollow cylinder are installed at the same distance from each other. The design of the mulching roller is supposed to be of a slatted type and consists of two disks with bearing assemblies. Planks are welded to the outer surface of the disks. The planks are inclined to the horizon in the longitudinal and transverse directions. The design features and technological capabilities of the rollers used on modern soil-cultivating units, established as a result of the analysis, allow, when designing new units, to reasonably select the types of rollers required for them in order to substantiate their parameters.

Key words: *rollers, structures, analysis, classification, tillage machines, soil.*

Введение

Почвообрабатывающие катки, применяемые в составе почвообрабатывающих агрегатов, играют важную роль в обработке почвы. Они должны выполнять разные функции в зависимости от того, какую операцию выполняет агрегат. Так, при использовании катков в составе агрегатов для основной обработки почвы они должны разбивать оказавшиеся на поверхности комья почвы, выравнивать поверхность и уплотнять весь пахотный или прорыхленный слой почвы, восстанавливая тем самым капиллярные связи между обработанным слоем почвы и слоем почвы расположенным ниже глубины обработки. При использовании катков в составе агрегатов для предпосевной обработки почвы их функции заключаются в раздавливании и крошении комков, выравнении поверхности и уплотнении почвы на глубину заделки семян, а в составе агрегатов для лушения стерни – в разбивании комьев, образующихся после прохода дисков и уплотнения почвы для создания контакта почвы с семенами сорняков и падалицы заделанных в почву дисками. Наряду с функциями выравнивания и уплотнения почвы на большинстве почвообрабатывающих агрегатов катки служат опорой, относительно которой настраивается и удерживается глубина обработки. Кроме этого, в последние годы создан ряд агрегатов для поверхностной мульчирующей обработки почвы, где одной из функций катков является создание на поверхности поля мульчирующего слоя почвы и растительных остатков.

Цель работы: провести анализ и оценить конструкции и технические возможности известных почвообрабатывающих катков с целью последующего обоснованного выбора типа катков к новым почвообрабатывающим агрегатам.

Все известные в настоящее время катки по форме рабочей поверхности можно классифицировать как: гладкие; кольчатые; кольчато-зубовые; кольчато-шпоровые; прутковые; пластинчатые (планчатые); трубчатые; спиральные; дисковые и др.

Если раньше для отечественных почвообрабатывающих агрегатов, а это в основном были агрегаты для предпосевной обработки почвы, использовались кольчато-шпоровые (РВК-3,6, РВК-3) и планчатые (АКШ-6, АКШ-7,2) катки, то сегодня разновидность катков, применяемых в составе почвообрабатывающих агрегатов, в том числе и отечественных, существенно возросла, а следовательно, при проектировании новых агрегатов возникла необходимость выбора из многочисленных типов катков наиболее перспективные.

Основная часть

Гладкие катки (рис. 1) в основном изготавливаются в виде пустотелого цилиндра, заполненного водой. Изменяя количество воды в цилиндре, меняется удельное давление катка на почву. Недостатком его является то, что он уплотняет как подповерхностный, так и поверхностный слой почвы, что ускоряет процесс испарения влаги. Кроме того, такие катки не могут производить рыхление почвы, а следовательно, создавать мульчирующий слой.



Рис. 1. Гладкий каток

В составе комбинированных агрегатов, такие катки не применяются, а используются, как правило, до и послепосевного прикатывания почвы при посеве мелкозерновых культур.

Более широкое распространение в комбинированных агрегатах и, в первую очередь, в агрегатах для основной безотвальной обработки почвы, получили кольчатые катки, состоящие из вала или цилиндра (барабана) и установленных на них колец. Особенностью таких катков является то, что их кольца позволяют производить не сплошное уплотнение почвы, а бороздковое. Поэтому расположенные между уплотненными бороздками открытые и неприкатанные места могут впитывать влагу выпадающих осадков и пропускать воздух.

Из числа кольчатых катков, кольца которых установлены на валу интерес представляют катки DSTS фирмы «Kokerling» (Германия) [1]. Особенностью данных кольчатых катков (рис. 2) является то, что их кольца имеют U-образный профиль, который в процессе работы заполняется почвой, и уплотнение почвы происходит методом «почва по почве».



Рис. 2. Кольчатый каток с U-образным профилем кольца

В результате этого исключается налипание почвы на кольца, обеспечивается хорошее сцепление колец с почвой, а следовательно, исключается и пробуксовка катка. Вместе с тем, данный тип катков имеет низкую несущую способность, качество крошения и большую вероятность забивания пространства между кольцами при обработке переувлажненной почвы. Поэтому для улучшения этих показателей кольчатые катки, как правило, устанавливаются в два ряда.

Для улучшения качества крошения, наружные кромки кольца могут изготавливаться различной конфигурации (рис. 3) в виде: зубьев; звездочек; других выступов и вырезов.



Рис. 3. Кольчатый каток с зубчатой наружной поверхностью колец

Повысить несущую способность и улучшить качество работы кольчатых катков можно путем применения колец с поперечным сечением в виде клина, трапеции, конуса и др. (рис. 4).



а) в виде клина



б) в виде трапеции



в) в виде конуса

Рис. 4. Кольчатый каток с различной формой профиля колец

Такая форма колец позволяет при приложении вертикальной нагрузки уплотнять почву не только в вертикальном, но и боковом направлении.

Еще больше повысить несущую способность позволяют кольчатые катки, кольца которых установлены на барабане (рис. 5). При этом кольца могут изготавливаться как металлическими, так и резиновыми [2–6].



а) с металлическими кольцами



б) с резиновыми кольцами

Рис. 5. Кольчатые катки с кольцами, установленными на барабане

Повысить качество крошения и уменьшить налипание влажной почвы позволяют кольчато-зубчатые катки (рис. 6) [3, 7, 8, 9].



Рис. 6. Кольчато-зубчатый каток фирмы «Vaderstad» (Швеция)

Такие катки состоят из двух типов колец: гладкого плоского кольца с наружной режущей кромкой и свободно посаженного на его ступицу зубчатого кольца, диаметр которого несколько превышает

диаметр плоского кольца. При работе катка зубчатое кольцо, диаметр которого несколько больше, чем диаметр наружной кромки плоского кольца, предохраняет каток от залипания на влажной почве. Важным свойством такого катка является то, что он оставляет на поверхности тонкий слой измельченной почвы, который предохраняет от быстрого испарения влаги из глубже лежащих слоев. Вместе с тем данный тип катка из-за большой удельной массы в составе комбинированных агрегатов практически не используется.

Следующим типом катков являются кольчато-шпоровые катки, которые отличаются от кольчатых катков, кольца которых установлены на валу тем, что для повышения крошащей способности их кольца имеют на боковой поверхности выступы в виде шпор (рис. 7).



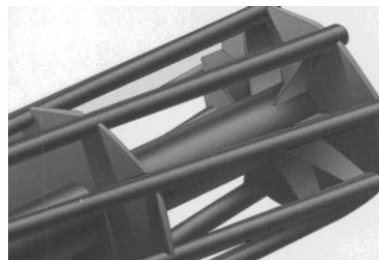
Рис. 7. Кольчато-шпоровый каток

Недостатками кольчато-шпоровых катков, как и кольчатых катков, кольца которых установлены на валу, является то, что для увеличения опорной поверхности и обеспечения самоочистки в условиях повышенной влажности они должны располагаться в два ряда.

Прутковые, планчатые и трубчатые катки состоят из дисков и приваренных к ним прутков круглого сечения (прутковые катки), труб (трубчатые катки) или планок (планчатые катки). Поскольку в настоящее время в комбинированных агрегатах прутковые катки практически не применяются, то рассмотрим только планчатые и трубчатые катки (рис. 8).



а) планчатый каток



б) трубчатый каток

Рис. 8. Планчатый и трубчатый катки

Планки и трубы, образующие поверхность катка, могут быть установлены параллельно оси катка, или с целью улучшения крошения почвы, наклонно, или по криволинейной образующей, представляющей собой многозаходную спираль.

Кроме этого, для улучшения качества крошения катки устанавливаются в два ряда. Причем первый каток имеет больший диаметр, а второй, идущий вслед за ним, меньший. Поскольку рассматриваемые катки обеспечивают крошение комков почвы находящихся только на поверхности почвы и на глубине 4–5 см, с одновременным сплошным уплотнением почвы на этой же глубине, а также обладают хорошим выравнивающим эффектом, то их в основном применяют в составе почвообрабатывающих агрегатов для предпосевной подготовки почвы или в составе почвообрабатывающе-посевных агрегатов. Еще одним достоинством планчатых и трубчатых катков, объясняющим их использование при подготовке посевного слоя является то, что помимо крошения, выравнивания и уплотнения почвы также катки обладают еще одним чрезвычайно важным свойством: они извлекают на поверхность поля и оставляют на ней сравнительно крупные комья земли, в то время как подвергшиеся более сильному крошению комки почвы скапливаются в нижней части обрабатываемого слоя почвы. т. е. в слое, где высеваются семена. Это оказывает благоприятное влияние на всходы растений, т. к. комки, лежащие на поверхности поля, при выпадении осадков, защищают от размывания, подвергшиеся более интенсивному крошению комки почвы, находящиеся под ним.

Несмотря на ряд достоинств, планчатые и трубчатые катки имеют и недостатки, ограничивающие возможность их применения. Так, на глинистых и суглинистых почвах повышенной влажности они забиваются почвой и растительными остатками, обладают недостаточной надежностью на почвах,

засоренных камнями, заглубляются на большую глубину при работе на легких почвах, что приводит к сгуживанию почвы пред катками.

Спиральные катки (рис. 9) по сравнению со всеми известными типами катков обладают лучшими характеристиками по выравниванию поверхности почвы, но низкой технологичной надежности при повышенной влажности и недостаточным уплотнением и крошении почвы.

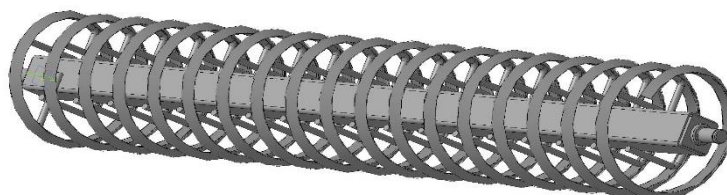


Рис. 9. Спиральный каток

Звездчатые катки (рис. 10) представляют собой насаженные на вал звездообразные рабочие элементы. Отличительной особенностью данных катков является то, что они могут уплотнять весь пахотный слой, а не только его верхнюю часть.

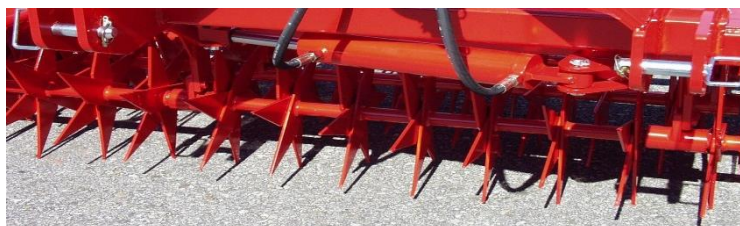


Рис. 10. Звездчатый каток

В последние годы на некоторых агрегатах для предпосевной подготовки почвы и почвообрабатывающе-посевных агрегатах начали применять катки в виде полых резиновых шин (рис. 11) [4, 10, 11].



Рис. 11. Шинный каток

Такие катки обеспечивают почти идеально выравненный и подуплотненный посевной слой, что позволяет производить более равномерную по глубине заделку семян. Рекомендуются для подготовки почвы под посев овощей, льна, свеклы, особенно на легких почвах. Кроме пустотелых шин, для подготовки средних и тяжелых почв применяют шины, заполненные каучуком [12–16].

Заключение

Таким образом, проведенный анализ позволяет сделать вывод, что ни один из рассмотренных типов катков не обеспечивает полное выполнение требований, предъявляемых к блоку прикатывающих катков. В связи с этим нами предложен блок катков, включающих два катка:

- опорно-прикатывающий;
- мульчирующий.

Конструкция опорно-прикатывающего катка предполагается кольчатого типа и состоит из пустотелого цилиндра с вертикальными дисками, на оси которых установлены подшипниковые узлы. На наружной поверхности пустотелого цилиндра должен быть установлен ряд зубчатых дисков, между которыми имеются пластинчатые чистики. При этом зубчатые диски на поверхности пустотелого цилиндра устанавливаются на одинаковом расстоянии друг от друга. Конструкция мульчирующего катка предполагается планчатого типа и состоит из двух дисков с подшипниковыми узлами. К наружной поверхности дисков привариваются планки, которые наклонены к горизонту в продольном и поперечном направлениях.

Установленные в результате проведенного анализа конструктивные особенности и технологические возможности катков, применяемых на современных почвообрабатывающих агрегатах, позволяют при проектировании новых агрегатов обоснованно выбирать требуемые для них типы катков с целью последующего обоснования их параметров.

ЛИТЕРАТУРА

1. «Kokerling» – техника для современных агротехнологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.koeckerling.de/fileadmin/user_upload/1079_Gesamtuebersicht_RUS_2020.pdf – Дата доступа: 08.04.2022.
2. Опорно-прикатывающий каток почвообрабатывающего агрегата: Евразийский патент 026011, МПК А 01В29/04/ И. Ф. Федорович, Н. Д. Лепешкин, А. С. Высоцкая; заявитель: РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» - № 201200729; заявл. 16.04.2012 г.; опублик. 28.02.2017 г.
3. Каток Rollex 450 – 620 фирмы «Vaderstad» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.vaderstad.com/ru/obrabotka-pochvy/katki/rollex/> – Дата доступа: 08.04.2022.
4. Агрегат Tiger 4 МТ фирмы «Horsch» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.horsch.com/ru/produkty/mashiny-dlja-obrabotki-pochvy/kultivatory/tiger-mt> – Дата доступа: 08.04.2022.
5. Лепешкин, Н. Д. Требования к рабочим органам агрегата для основной обработки склоновых земель и выбор их типа / Н. Д. Лепешкин, В. В. Мижурин, А. И. Филиппов // Сборник научных статей «Современные технологии сельскохозяйственного производства» по материалам XXV Международной научно-практической конференции. – Гродно: ГГАУ, 2022. – С. 89–92.
6. Лепешкин, Н. Д. Обоснование технологического процесса работы агрегата для основной безотвальной обработки почвы на склонах / Н. Д. Лепешкин, В. В. Мижурин, А. И. Филиппов // Сборник научных статей «Современные технологии сельскохозяйственного производства» по материалам XXV Международной научно-практической конференции. – Гродно: ГГАУ, 2022. – С. 92–95.
7. Филиппов, А. И. К выбору способа посева зерновых культур и трав / А. И. Филиппов, Н. Д. Лепешкин, Э. В. Заяц, В. В. Мижурин // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXI Международной научно-практической конференции, Гродно, 31 мая, 30 марта, 20 марта 2018 г. / ГГАУ, ст. корректор Е. Н. Гайса, ответственный за выпуск В. В. Пешко. – Гродно, 2018 г. – С. 251–254.
8. Филиппов, А. И. Прямой посев сельскохозяйственных культур в условиях республики Беларусь – ближайшая реальность / А. И. Филиппов, Н. Д. Лепешкин, В. В. Мижурин, Д. В. Заяц // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов. – Гродно: ГГАУ, 2017. – Т. 38. – С. 245–251.
9. Филиппов, А. И. К вопросу защиты склоновых земель от водной эрозии / А. И. Филиппов, Н. Д. Лепешкин, А. А. Тоцицкий, Д. В. Заяц // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов. – Гродно: ГГАУ, 2017. – Т. 38. – С. 251–257.
10. Лепешкин, Н. Д. Обзор зарубежных комбинированных агрегатов / Н. Д. Лепешкин, А. И. Филиппов, А. С. Добышев, К. Л. Пузевич // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве. Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Казахстана, Монголии, Беларуси и Болгарии: материалы междунар. науч.-технич. конф. 19–21 окт. Минск, 2016 г. – В 2 т. – Т. 1. – С. 141–147.
11. Филиппов, А. И. Установка для исследования показателей качества и тягового сопротивления почвообрабатывающих рабочих органов / А. И. Филиппов, Н. Д. Лепешкин, Н. С. Козлов // Современные технологии сельскохозяйственного производства: материалы XX междунар. науч.-практ. конф. – Гродно: ГГАУ, 2017. – С. 258–260.
12. Лепешкин, Н. Д. Разработка оборотного 12-корпусного плуга для различных почв / Н. Д. Лепешкин, В. В. Мижурин, Д. В. Заяц, А. И. Филиппов. // Сборник научных статей по материалам XXIII Международной научно-практической конференции. – Гродно: ГГАУ, 2020. – С. 102–104.
13. Лепешкин, Н. Д. Перспективный плуг ПО-(8+4)-40 для тракторов мощностью 450 л.с. / Н. Д. Лепешкин, В. В. Мижурин, Д. В. Заяц, А. И. Филиппов, К. Л. Пузевич // Вестник Белорус. гос. с.-х. акад. № 1. г. Горки, 2021. – С. 167–171.
14. Лепешкин, Н. Д. Комбинированный почвообрабатывающе-посевной агрегат для высокопроизводительного посева зерновых и других культур / Н. Д. Лепешкин, В. В. Мижурин, Д. В. Заяц, А. И. Филиппов, К. Л. Пузевич // Вестник Белорус. гос. с.-х. акад. № 3. г. Горки, 2021. – С. 181–186.
15. Лепешкин, Н. Д. Разработка почвообрабатывающе-посевного агрегата АПП-9 с одновременным внесением минеральных удобрений / Н. Д. Лепешкин, В. В. Мижурин, Д. В. Заяц, А. И. Филиппов. // Сборник научных статей по материалам XXIII Международной научно-практической конференции. – Гродно: ГГАУ, 2020. – С. 100–102.
16. Филиппов, А. И. Обоснование технических и конструктивных параметров профилеформователя узкопрофильных гряд / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, Н. Д. Лепешкин, В. П. Чеботарев // Межведомственный тематический сборник «Механизация и электрификация сельского хозяйства» выпуск 53, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» – Минск, 2020 г. – С. 23–27.