

Н. Д. Лепешкин, В. К. Клыбик, В. В. Мижурин

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»
г. Минск, Республика Беларусь
E-mail: mehposev@mail.ru*

**К ОБОСНОВАНИЮ ТИПА КАТКОВЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ
ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО АГРЕГАТА ДЛЯ ВЛАГОНАКОПЛЕНИЯ
И ВЛАГОЗАДЕРЖАНИЯ НА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ**

Аннотация. В статье рассмотрены различные конструктивные решения и технические возможности известных почвообрабатывающих катков и обоснован тип катков для комплектования им почвообрабатывающего агрегата для влагозадержания и влагонакопления на силовых землях.

Ключевые слова: склоновые земли, влагонакопление, влагозадержание, агрегат, каток.

N. D. Lepeshkin, V. K. Klybik, V. V. Mizhurin

*RUE "SPC NAS of Belarus for Agricultural Mechanization"
Minsk, Republic of Belarus
E-mail: mehposev@mail.ru*

**TO JUSTIFICATION OF THE TYPE OF ROLLER WORKING BODIES
OF THE TILLAGE UNIT FOR MOISTURE RETENTION
AND WATER ACCUMULATION ON SLOPE LANDS**

Abstract. The article discusses various design solutions and technical capabilities of known soil-cultivating rollers and substantiates the type of rollers for equipping them with a soil-cultivating unit for moisture retention and moisture accumulation on power lands.

Keywords: slope lands, moisture accumulation, moisture retention, unit, rink.

Введение

Причиной недостаточной увлажненности почвы на склоновых землях является не только недостаток осадков, но и их потеря на сток. В результате стока теряется влага и смывается верхний плодородный слой почвы, т. е. развивается эрозия. Предупредить сток воды на пахотных почвах можно только путем проведения комплекса противоэрозионных мероприятий, обеспечивающих ее впитывание почвой.

Одним из таких мероприятий является основная безотвальная обработка почвы, позволяющая путем послонной обработки почвы сформировать влагозадерживающий и влагонакопительный слой почвы, который должен состоять из мульчированного растительными остатками и почвой верхнего слоя, хорошо разрыхленного и подуплотненного среднего и разрыхленного нижнего подпахотного слоя, на дне которого должны присутствовать гребни. С учетом этого, для проведения основной обработки почвы на склонах предложен блочно-модульный почвообрабатывающий агрегат, в котором для формирования влагосберегающего слоя наряду с блоками дисковых и рыхлительных рабочих органов предусмотрен блок катковых рабочих органов. Данный блок предназначен для восстановления влагообменной функции разрыхленной почвы, т. е. для восстановления разрушенной дисковыми и рыхлительными рабочими органами плотности до оптимальной, для дробления комьев почвы, которые образуются после прохода рыхлительных рабочих органов, выравнивания почвы, а также данный блок должен выполнять роль опоры, относительно которой будет настраиваться и удерживаться заданная глубина обработки. Кроме этого, катки блока должны окончательно сформировать на поверхности мульчирующий слой почвы с растительными остатками.

Если раньше на отечественных почвообрабатывающих агрегатах использовались в основном кольчато-шпоровые (РВК-3,6; РВК-3) и планчатые (АКШ-6; АКШ-7,2) катки, то сегодня разнообразие катков, применяемых в составе почвообрабатывающих агрегатов, в том числе и отечественных, существенно возросла. Поэтому для обоснования типа катковых рабочих органов к новому агрегату необходимо провести оценку их достоинств и недостатков.

Цели работы – оценить конструктивные и технологические возможности известных почвообрабатывающих катков; обосновать тип катков для комплектования им почвообрабатывающего агрегата для влагозадержания и влагонакопления на силовых землях.

Основная часть

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.

Гладкие катки (рис. 1) в основном изготавливаются в виде пустотелого цилиндра, заполненного водой.



Рис. 1. Гладкий каток

При изменении количества воды в цилиндре меняется удельное давление катка на почву. Недостатком катка 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.

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

Более широкое распространение в комбинированных агрегатах, 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.



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

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».

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.

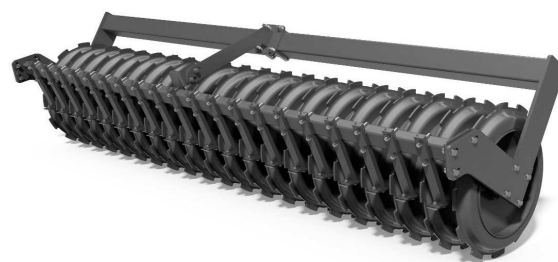


Рис. 3. Кольчатый каток с зубчатой наружной поверхностью колец

Для улучшения качества крошения, наружные кромки кольца могут изготавливаться различной конфигурации (рис. 3) – в виде:

- зубьев;
- звездочек;
- других выступов и вырезов.

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

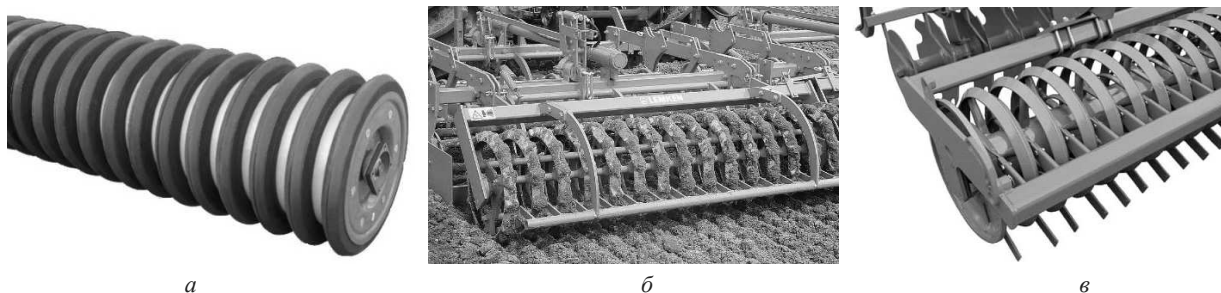


Рис. 4. Кольчатый каток с различной формой профиля колец: в виде клина (а), трапеции (б), конуса (в)

Еще больше повысить несущую способность позволяют кольчатые катки, кольца которых установлены на барабане. При этом могут изготавливаться как металлические (рис. 5, а), так и резиновые (рис. 5, б) кольца.

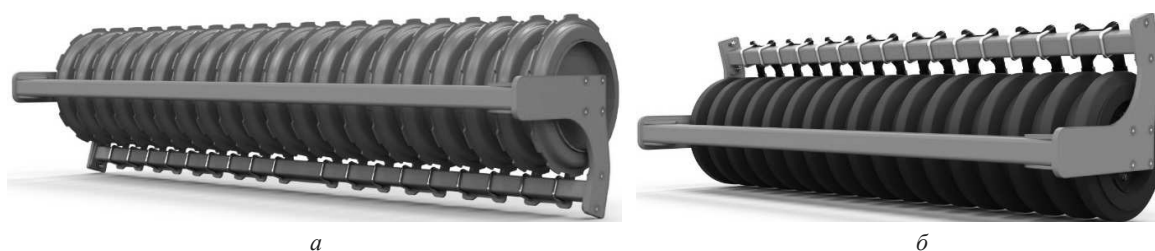


Рис. 5. Кольчатые катки с установленными на барабане металлическими (а) и резиновыми (б) кольцами

Повысить качество крошения и уменьшить налипание влажной почвы позволяют кольчато-зубчатые катки (рис. 6) [2].

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

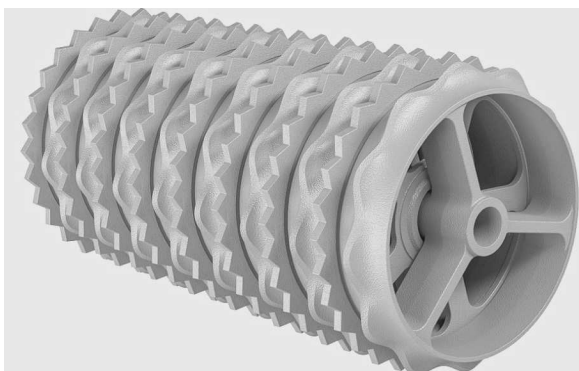


Рис. 6. Кольчато-зубчатый каток фирмы Vaderstad (Швеция)



Рис. 7. Кольчато-шпоровый каток

глубжележащих слоев. Вместе с тем данный тип катка из-за большой удельной массы в составе комбинированных агрегатов практически не используется.

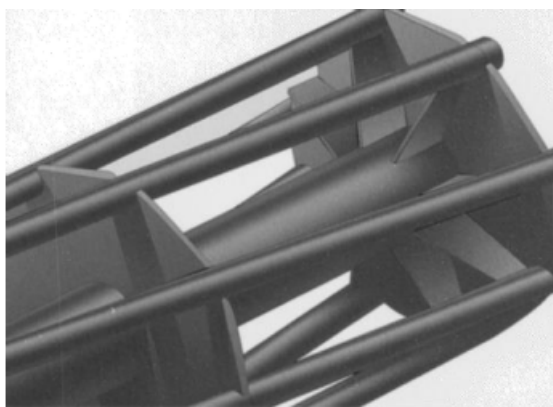
Следующим типом катков являются кольчато-шпоровые катки, которые отличаются от кольчатых катков, кольца которых установлены на валу, тем, что для повышения крошащей способности их кольца имеют на боковой поверхности выступы в виде шпор (рис. 7).

Недостатками кольчато-шпоровых 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



б

Рис. 8. Планчатый (*а*) и трубчатый (*б*) катки

Планки и трубы, образующие поверхность катка, могут быть установлены параллельно оси катка или, с целью улучшения крошения почвы, наклонно либо 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 диаметр. 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 труб-

чатых катков, объясняющим их использование при подготовке посевного слоя, является то, что, помимо крошения, выравнивания и уплотнения почвы, они обладают также еще одним чрезвычайно важным свойством: 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, так как 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 перед катками.

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

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.

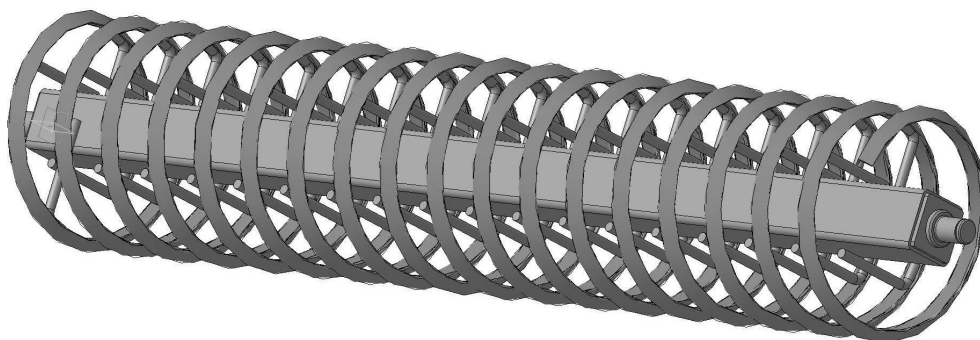


Рис. 9. Спиральный каток

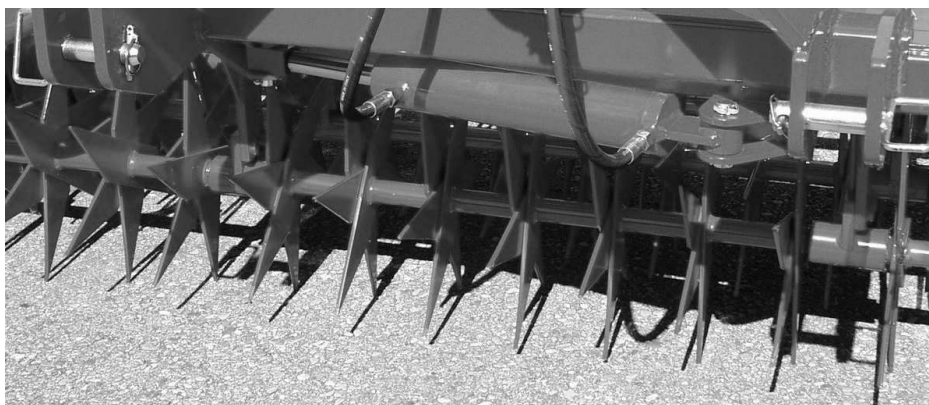


Рис. 10. Звездчатый каток

В последние годы на некоторых агрегатах для предпосевной подготовки почвы и почвообрабатывающе-посевных агрегатах начали применять катки в виде полых резиновых шин (рис. 11) [3].

Такие катки обеспечивают почти идеально выровненный и подуплотненный посевной слой, что позволяет производить более равномерную по глубине заделку семян, и рекомендуются для подготовки почвы под посев овощей, льна, свеклы, в особенности на легких почвах. Кроме пустотелых шин, для подготовки средних и тяжелых почв применяют шины, заполненные каучуком.



Рис. 11. Шинный каток

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.

Опорно-прикатывающий каток должен быть кольчатого типа и состоять из пустотелого цилиндра с вертикальными дисками, на оси которых установлены подшипниковые узлы. На наружной поверхности пустотелого цилиндра должен быть предусмотрен ряд зубчатых дисков с установленными между ними пластинчатыми чистиками. При этом зубчатые диски на поверхности пустотелого цилиндра должны быть установлены на одинаковом расстоянии друг от друга. Мульчирующий каток должен быть планчатого типа и состоять из двух дисков с подшипниковыми узлами. К наружной поверхности дисков должны быть приварены планки. При этом планки должны быть наклонены к горизонту в продольном и поперечном направлениях.

Такое техническое решение позволит восстановить взрыхленную рыхлительными рабочими органами почву до оптимальной плотности, разработать комья, выровнять поверхность поля, а также создать на поверхности мульчирующий слой почвы и растительных остатков. Кроме этого, будет обеспечена опора для удержания заданной глубины рыхления (рис. 12).

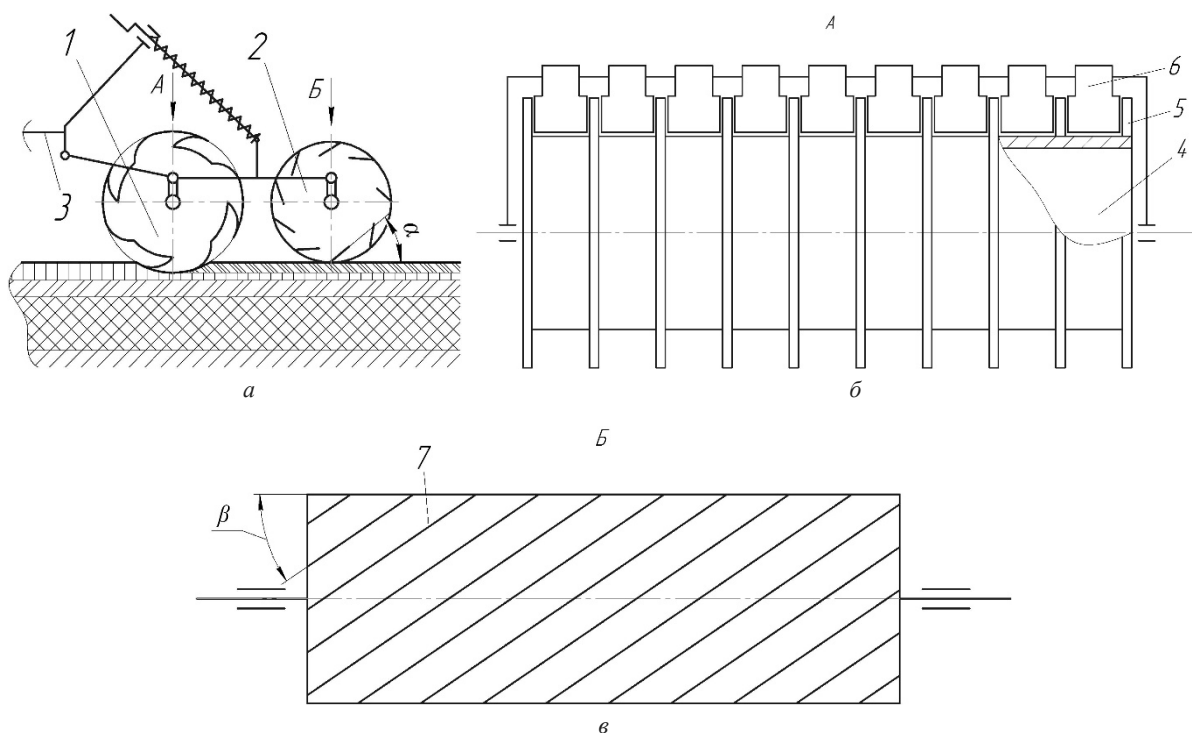


Рис. 12. Схема блока прикатывающих катков: а – вид сбоку; б – вид А; в – вид Б; 1 – опорно-прикатывающий каток; 2 – мульчирующий каток; 3 – рама; 4 – цилиндр; 5 – зубчатые диски; 6 – чистики; 7 – планка

Блок прикатывающих катков состоит из последовательно установленных опорно-прикатывающего катка 1 и мульчирующего катка 2, которые присоединены к раме агрегата 3. При этом мульчирующий каток 2 подпружинен. Кроме этого, каток 1 выполнен в виде пустотелого цилиндра 4, на поверхности которого находятся зубчатые диски 5 с установленными между ними чистиками 6, а мульчирующий каток 2 выполнен в виде планок 7, которые наклонены к горизонту в продольном на угол α и поперечном на угол β направлениях.

Работа блока прикатывающих катков осуществляется следующим образом. При движении агрегата (не показан) каток 1 заглубляется в ранее взрыхленную почву зубчатыми дисками 5 и перекачивается. Поскольку взрыхленная почва содержит комки, то при перекачивании каток 1 раздробляет их на меньшие частицы и уплотняет средний слой. Налипшая на пустотелый цилиндр 4 катка 1 почва очищается установленными между зубчатыми дисками 5 чистиками 6.

Боковые и наружные поверхности зубчатых дисков 5 самоочищаются за счет трения и разности окружных скоростей по отношению к пустотелому цилиндру 4. Далее мульчирующий каток 2 планками 7 крошит верхний слой почвы. За счет наклона планок 7 под углом α в продольном направлении происходит подуплотнение верхнего слоя, а за счет наклона планок под углом β в поперечном направлении – выравнивание. Одновременно при вращении мульчирующего катка 2 планки 7 выбрасывают почву и растительные остатки, покрывая поверхность сплошным мульчированным слоем.

Заключение

Катковые рабочие органы должны быть объединены в блок катков, включающий два катка: опорно-прикатывающий и мульчирующий.

При этом опорно-прикатывающий каток должен быть кольчатого типа и состоять из полого цилиндра, на наружной поверхности которого равномерно располагаются зубчатые диски, а между ними установлены пластинчатые чистики. Мульчирующий каток должен быть планчатого типа и состоять из дисков, к наружной поверхности которых приварены планки, при этом планки должны быть наклонены к горизонту в поперечном и продольном направлениях.

Список использованных источников

1. Köckerling – техника для современных агротехнологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.koeckerling.de/fileadmin/user_upload/1079_Gesamtuebersicht_RUS_2020.pdf. – Дата доступа: 08.09.2021.
2. Каток Rollex 450-620 фирмы Väderstad [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.vaderstad.com/ru/obrabotka-pochvy/katki/rollex/>. – Дата доступа: 08.09.2021.
3. 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: 08.09.2021.