

УДК 631.31

05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН НА КАЧЕСТВО ВЫПОЛНЯЕМОЙ ОПЕРАЦИИ

Брусенцов Анатолий Сергеевич
канд. техн. наук, доцент
SPIN-кода: 8664-5403

Дробот Виктор Александрович
канд. техн. наук, доцент
SPIN-код: 7889-3176
e-mail: viktor.drobot.85@mail.ru
Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

В результате анализа научного вопроса наблюдается устойчивая тенденция роста потребления продуктов питания, особенно растительного происхождения. К этому вопросу также необходимо добавить обеспечение продовольственной безопасности страны и исключение зависимости от зарубежных производителей. Таким образом, перед наукой и производством стоит серьезный вопрос значительного увеличения объемов производства продуктов растениеводства при незначительном увеличении затрат на данные виды работ и главное обеспечение сохранности плодородия почв. Это можно добиться путем снижения использования химических средств защиты, менее интенсивного воздействия на обрабатываемую среду ходовыми системами энергосредств и рабочими органами машин, но с соблюдением первичных требований к обработанной поверхности. Предложенная конструкция горизонтально расположенного сферического дискового рабочего органа может быть использована в различных почвообрабатывающих машинах для мелкой и поверхностной обработки почвы. Конструкция рабочего органа позволяет при уменьшении проходов агрегата выполнять необходимые агротребования по выравниванию и гребнистости почвы. А эти показатели оказывают значительное влияние на качество посева, что обязательно скажется в конечном итоге на урожайности. Сравнительные исследования предложенного рабочего органа и используемых на производстве показывает явное преимущество новой разработки

Ключевые слова: ИССЛЕДОВАНИЯ, КУЛЬТИВАТОРНАЯ ЛАПА, СФЕРИЧЕСКИЙ ДИСК С ЛОПАТКАМИ, ГРЕБНИСТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ, УСЛОВИЯ ИСПЫТАНИЙ

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-156-011>

UDC 631.31

05.20.01 Technologies and means of mechanization of agriculture (technical sciences)

RESEARCH OF THE INFLUENCE OF DESIGN FEATURES OF TILLAGE MACHINES WORKING BODIES ON QUALITY OF THE PERFORMED OPERATION

Brusentsov Anatoly Sergeevich
Cand.Tech.Sci., associate Professor
RSCI SPIN-code: 8664-5403

Drobot Victor Alexandrovich
Cand.Tech.Sci., associate Professor
RSCI SPIN-code: 7889-3176 e-mail:
viktor.drobot.85@mail.ru
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

As a result of the analysis of the scientific question, there is a steady trend of growth in food consumption, especially of plant origin. To this issue, it is also necessary to add the provision of food security of the country and the exclusion of dependence on foreign producers. Thus, before science and production is a serious question of a significant increase in the production of crop products with a slight increase in the cost of these types of work and the main thing is to ensure the preservation of soil fertility. This can be achieved by reducing the use of chemical means of protection, less intensive impact on the treated environment by the running systems of power facilities and the working bodies of machines, but in compliance with the primary requirements for the treated surface. The proposed design of a horizontally arranged spherical disk working body can be used in various tillage machines for shallow and surface tillage. The design of the working body allows reducing the passes of the unit to perform the necessary agricultural requirements for equalization and ridges of the soil. And these indicators have a significant impact on the quality of sowing, which will necessarily affect the yield in the end. Comparative studies of the proposed working body and the same devices used in production show a clear advantage of the new scheme

Keywords: RESEARCH, CULTIVATOR PAW, SPHERICAL DISK WITH BLADES, SURFACE RIDGES, TEST CONDITIONS

Развитие сельского хозяйства должно быть направлено на удовлетворение продовольственных потребностей населения.

В связи программой импортозамещения производство продуктов растениеводства должно возрасти до уровня, обеспечивающего их потребление по научно обоснованным нормам. Рост производства необходимо обеспечивать за счет интенсификации данной отрасли сельского хозяйства. В связи с этим необходимо повышать уровень производительности и эффективность задействованных на производстве продуктов растениеводства машин и орудий.

Значительная доля затрат при возделывании продуктов растениеводства идет на обработку почвы. Поэтому совершенствование применяемых способов, машин и орудий на данной операции должно быть направлено на улучшение качественных показателей работы, оказывающих значительное влияние на показатели урожайности выращиваемых культур и уменьшение расходов на выполнение соответствующих операций, что крайне актуально в настоящее время.

В нашей стране и за рубежом создано много различных конструкций машин и приспособлений для механизированной обработки почвы. Однако они не в полной мере отвечают некоторым агротехническим требованиям.

В настоящее время выделяют различные технологические схемы выращивания культурных растений, но с учетом получения экономической выгоды многие производители делают акцент на технологии, включающие минимальное количество проходов. При этом во многих технологиях поверхностная обработка почвы имеет важное значение.

Нами поставлена цель анализ и теоретическое исследование конструкции дискового рабочего органа, работающего в плоскости, близкой к горизонтальной и сравнение с используемыми конструкциями рабочих органов, используемых в машинах для обработки почвы при возделывании сельскохозяйственных культур.

Существующее многообразие подобной техники разнообразно, имеется возможность выполнения операций различной направленности, однако они не в полной мере отвечают некоторым исходным требованиям, предъявляемым при обработке почвы. Одним из основных недостатков является неравномерная гребнистость поверхности после прохода агрегата и значительное сгруживание почвы.

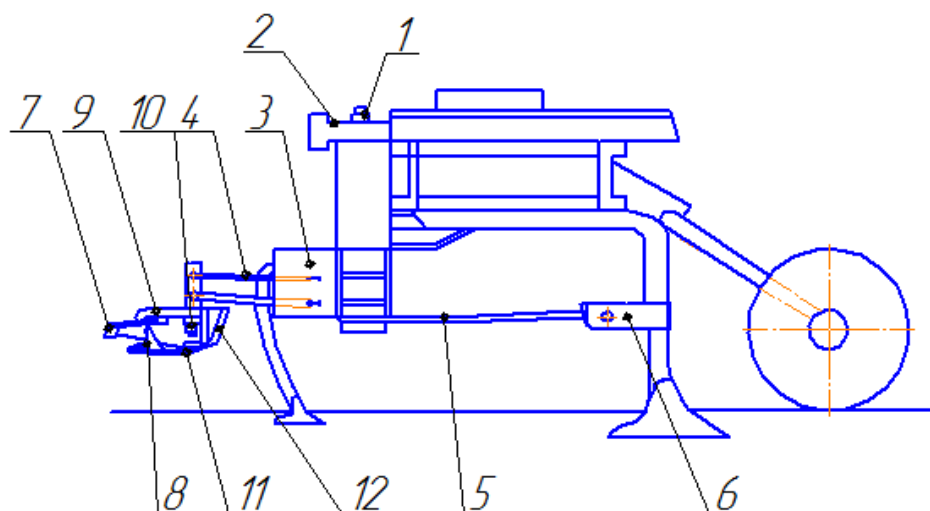
Поставленные цели предполагают поиск конструкции секции культиватора с рабочими органами нового типа, отвечающей исходным требованиям, выполнить теоретическое исследование, подтвержденное экспериментальными данными.

Для получения сравнительных данных испытывался серийный садовый культиватор КСШ-5Б, на который поочередно устанавливались типы рабочих органов, исследование которых проводилось ранее [1], а также предложенный нами дисковый рабочий орган.

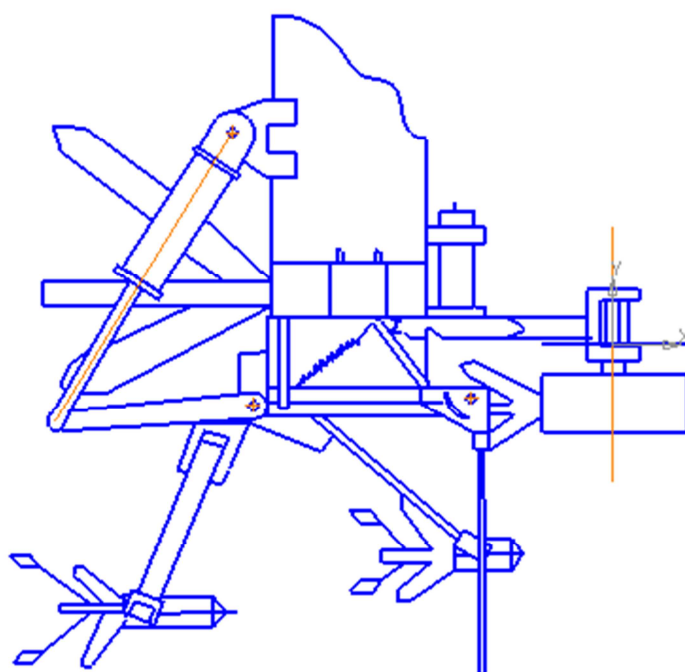
Первый тип рабочего органа – самоустанавливающаяся культиваторная лапа (рисунок 1). Стандартная стрелчатая культиваторная лапа 8 закреплена на изогнутом поводке 9, имеющем шарнирное гнездо 10 и ограничительный киль 11 с опорными ползками 12. Киль имеет тупой угол вхождения в почву и обеспечивает подъём лапы при встрече со скелетными корнями дерева.

Второй тип рабочего органа – самоустанавливающийся горизонтальный сферический диск (рисунок 2). Диск 1 имеет изогнутый поводок 2 с цапфой 3, киль 4, опорный ползок 5 и загортачи 6. Диск установлен на оси шарнирно вогнутой сферой вниз.

Рабочие органы секции закреплены на параллелограммных подвесках и самоустанавливаются в горизонтальной и вертикальной плоскостях.



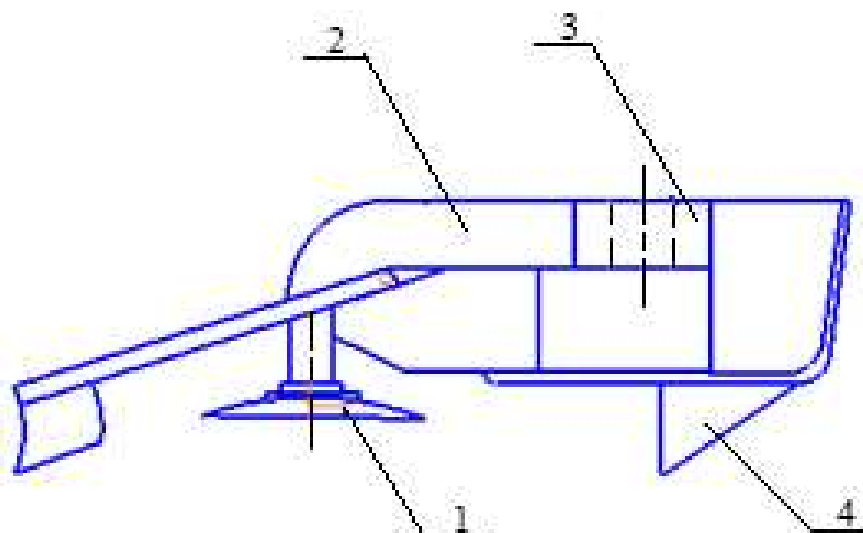
а) вид сбоку



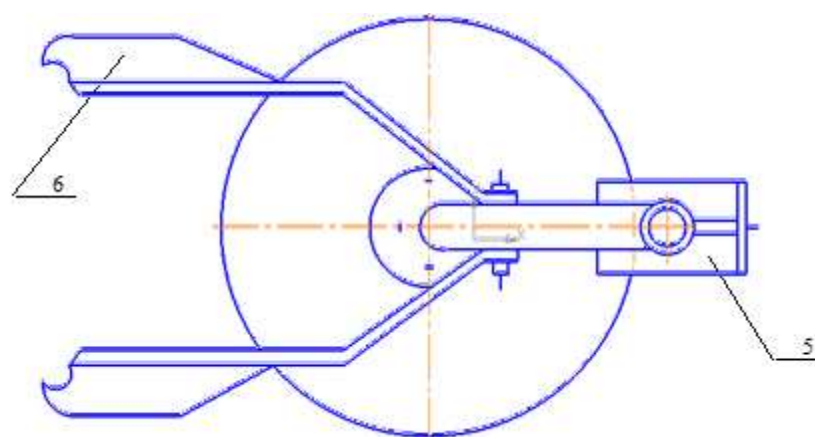
б) вид сверху

Рисунок 1 – Схема садового культиватора КСШ-5Б с самоустанавливающейся культиваторной лапой:

1 – вертикальный вал, 2 – поворотный рычаг, 3 – кронштейн, 4 – параллелограммная подвеска, 5 – планка, 6 – скоба, 7 – загортаки, 8 – стандартная стрелчатая культиваторная лапа, 9 – поводок, 10 – шарнирное гнездо, 11 – ограничительный киль, 12 – опорные полозки



а) вид сбоку



б) вид сверху

Рисунок 2 – Схема садового культиватора КСШ-5Б с самоустанавливающимся горизонтальным сферическим диском:

1 – диск, 2 – поводок, 3 – цапфа, 4 – киль, 5 – полозок, 6 – загортачи

Нами разработан и представлен в сравнительных испытаниях дисковый рабочий орган работающий в направлении, близком к горизонтальному (необходимо учитывать угол заглубления до 5°), установленный на оси, расположенной в вертикальной плоскости. Диск имеет выступы (лопатки), представляющие собой две поверхности (рисунок 3), ориентированные под

определенными углами по отношению друг к другу и к поверхности диска. Одна из поверхностей лопатки имеет больший угол подъема, чем другая. Для обеспечения процесса резания на наружной кромке диска выполнена заточка по всей окружности. При движении в почве диск совершает кроме поступательного движения в направлении скорости перемещения агрегата, возвратно-вращательное движение вокруг своей оси. В результате работы мы наблюдаем подрезания пласта почвы с параллельным его крошением в следствии взаимодействия пласта с выступами (патент РФ № 2275782 от 12 ноября 2004г) [2].

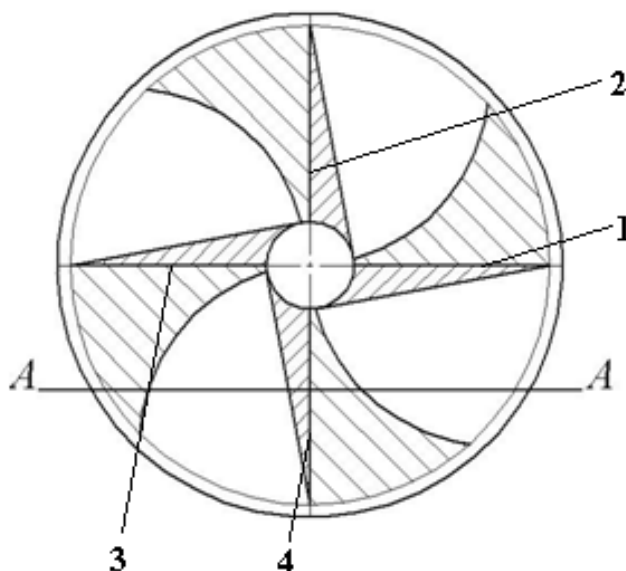


Рисунок 3 – Горизонтально расположенный сферический диск с выступами (1, 2, 3, 4 – лопатки)

Результирующие всех сил, действующих на поверхности лопаток, условно приложим в точки, совпадающие с центрами тяжести поверхностей I и II, где C_I – центр тяжести поверхности I, а C_{II} – центр тяжести поверхности II (рисунок 4).

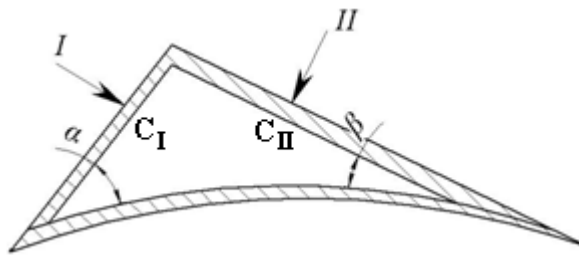


Рисунок 4 – Сечение А – А лопатки 4:

I и II – поверхности лопатки; α и β – углы наклона поверхностей к плоскости диска

Из выше приведенного описания, вытекает, что возможность поворота диска вокруг своей оси при взаимодействии с почвой, дает нам право считать предлагаемый нами диск ротационным почвообрабатывающим органом, отнеся его при этом к пассивным рабочим органам, так как его вращение возникает из-за взаимодействия поверхности диска с пластом почвы (пассивный канал) при поступательном движении энергосредства [3].

Расположение оси вращения роторного рабочего органа является одним из основополагающих признаков, характеризующих роторные машины и орудия для обработки почвы. С учетом расположения диска в пространстве, положения его оси и угла заглубления считаем рассматриваемый рабочий орган как ротор с продольно-наклоненной осью вращения.

Такое движение рабочего органа с учетом его геометрической формы способствует повышению интенсивности деформации и рыхления почвы.

В лабораторно-полевых исследованиях микрорельеф поверхности почвы до и после обработки определялся с помощью радиального профилографа. Плотность и влажность почвы определялись по общей методике.

В лабораторных и полевых испытаниях анализировалось влияние скорости движения энергосредства на гребнистость обработанной поверхности при испытании трех типов экспериментальных рабочих органов –

стрельчатая культиваторная лапа, гладкий горизонтальный сферический диск и горизонтально расположенный сферический диск с лопатками (рисунок 3), установленный на продольно-наклоненной оси вращения. Скорость движения агрегата изменялась для лап без загорточей, с загорточами, гладких горизонтальных сферических дисков и горизонтальных сферических дисков с выступами в пределах от 4,0 до 10,0 км/ч (таблица 1, рисунок 5).

Таблица 1 –Зависимость гребнистости поверхности почвы от скорости движения агрегата с двухлучевой секцией

Скорость движения агрегата v_n , км/ч	Гребнистость поверхности почвы $\pm\Delta$, см	
	до обработки	после обработки
Лапы без загорточей		
4,0	2,7	3,4
6,0	2,3	3,6
8,0	2,1	3,8
10,0	2,6	4,3
Гладкие горизонтальные сферические диски		
4,0	3,0	4,1
6,0	4,3	4,8
8,0	3,6	5,0
10,0	4,2	5,3
Лапы с загорточами		
4,0	2,5	2,6
6,0	2,5	2,7
8,0	3,1	2,7
10,0	3,3	3,2
Горизонтально расположенные сферические диски снабженные выступами		
4,0	3,1	1,8
6,0	4,2	1,7
8,0	3,5	1,5
10,0	3,9	2,1

Соответственно были определены в результате замеров следующие средние значения гребнистости почвы после обработки: для лап с загорточами – $\bar{X} = \pm 2,8$ см, для лап без загорточей – $\bar{X} = \pm 3,8$ см, для гладких горизонтальных сферических дисков – $\bar{X} = \pm 4,8$ см, для горизонтально расположенных сферических дисков снабженных выступами (лопатками) –

$\bar{X}=\pm 1,8$ см (таблица 1, рисунок 5). Несмотря на разные участки, средний показатель гребнистости имеет намного меньшее значение после обработки сферическим диском снабженным выступами.

Полученные данные показывают, что с увеличением скорости движения агрегата гребнистость поверхности обработанной почвы также увеличивается. Учитывая эту зависимость, отмечаем, что агротехническим требованиям отвечают горизонтально расположенные сферические диски снабженные выступами, которые при скорости движения агрегата, равной 8 км/ч, дают малую гребнистость поверхности обработанной почвы, равную $\pm 1,5$ см.

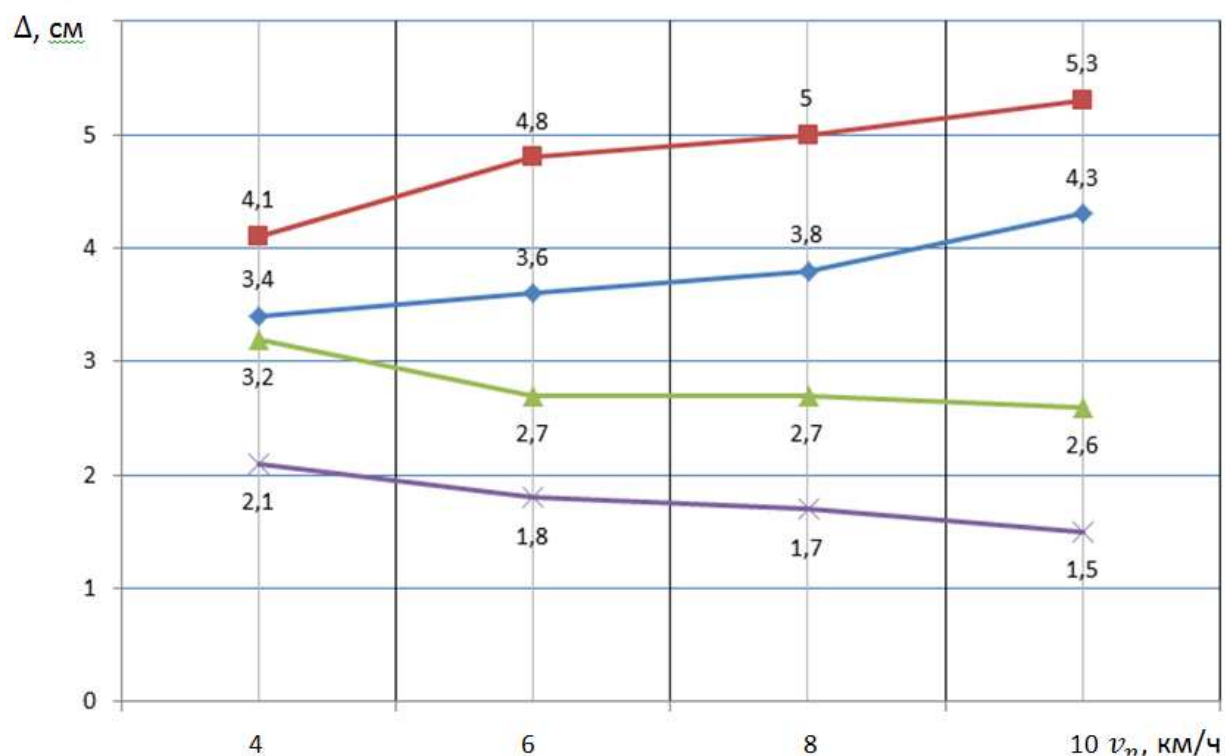


Рисунок 5 –Гребнистость поверхности обработанной почвы в зависимости от скорости движения агрегата для различных типов рабочих органов

Физико-механические свойства агрофона участка, на котором выполнялись испытания были проанализированы с помощью методов математической статистики и сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Условия испытаний

Показатель		Глубина, см	Среднее значение \bar{X}	Стандартное отклонение S	Ошибка выборочной средней S_x	Коэффициент вариации, V	Относительная ошибка выборочной средней, %	Абсолютная ошибка выборочной средней
Влажность почвы, %		5	8,410	0,367	0,042	4,359	0,503	1,996
		10	11,469	1,154	0,133	10,066	1,162	0,268
Твердость почвы, МПа		5	1,71	1,006	0,116	5,889	0,680	0,233
		10	1,06	0,423	0,049	4,001	0,462	0,098
Плотность, г/см ³	до обработки	5	1,498	$8,311 \cdot 10^{-3}$	$9,596 \cdot 10^{-4}$	0,555	0,064	$1,928 \cdot 10^{-3}$
		10	1,471	$2,718 \cdot 10^{-3}$	$3,138 \cdot 10^{-4}$	0,185	0,021	$6,307 \cdot 10^{-4}$
	после обработки	5	1,273	0,029	$3,373 \cdot 10^{-3}$	2,128	0,246	$6,779 \cdot 10^{-3}$
		10	1,285	$8,241 \cdot 10^{-3}$	$9,515 \cdot 10^{-4}$	0,595	0,069	$1,912 \cdot 10^{-3}$

Оценка испытания агрофона проводилась в ООО «Сфера» ст. Платнировской Кореновского района Краснодарского края.

Экспериментальная установка агрегатировалась трактором МТЗ–1221.

Анализ качественных показателей работы стрельчатой культиваторной лапой, гладким горизонтальным сферическим диском показали весьма высокое содержание глыбистых агрегатов в верхнем уплотненном слое и низкое количество агрономически ценных агрегатов размером 0,25–10,00 мм, а состояние структуры неудовлетворительное.

После обработки почвы горизонтально расположенным сферическим диском с лопатками, агрегатный состав значительно улучшился: количество глыбистых агрегатов снизилось до 58,8 %, содержание агрономически ценных агрегатов повысилось до 40,2 %, причем почти в два раза увеличилось количество наиболее ценных в агрономическом отношении агрегатов размером 1–5 мм.

Анализ опытных данных дает представление о том, что стандартные стрельчатые культиваторные лапы без загортачей и гладкие горизонтальные сферические диски при обработке пласта не препятствуют переходу пласта почвы через рабочий орган, не вызывая дополнительного крошения, за счет чего при увеличении скорости происходит образование глыб, крупных комьев и борозд от стоек рабочих органов, что способствует созданию гребней и общему увеличению показателя гребнистости. При обработке горизонтально расположенными сферическими дисками снабженными выступами и стрельчатыми культиваторными лапами с загортачами, наоборот, благодаря конструкции рабочих органов происходит дополнительное дробление почвенных частиц, а с увеличением скорости их более равномерное распределение по полосе обработки, что в общем способствует выравниванию почвенного покрова и ведет к снижению показателя гребнистости.

Список литературы

1. Макаров, А.Н. Исследование и обоснование рациональных геометрических и режимных параметров рабочих органов для обработки почвы приствольных кругов [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.06.01 / Макаров Анатолий Николаевич. – Краснодар, 1973. – 27 с.
2. Тарасенко, Б.Ф. Конструктивно-технологические решения энергосберегающего комплекса машин для предупреждения деградации почв в Краснодарском крае: моногр. / Б.Ф. Тарасенко. – Краснодар, 2012. – 279 с.
3. Устройство для обработки почвы и внесения удобрений (варианты) [Текст] : пат. 2370929 РФ : МПК А 01 В 35/16, А 01 В 49/04 / Тарасенко Б.Ф., Медовник А.Н., Сидоренко Л.И., Горовой С.А., Богатырев Н.И., Твердохлебов С.А., заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ. – № 2007122423/12, заявл. 14.06.2007; опубл. 27.10.2009, Бюл. № 30. – 8 с.

References

1. Makarov, A.N. Issledovanie i obosnovanie racional'nyh geometricheskikh i rezhimnyh parametrov rabochih organov dlja obrabotki pochvy pristvol'nyh krugov [Tekst] :avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk: 05.06.01 / Makarov Anatolij Nikolaevich. – Krasno-dar, 1973. – 27 s.
2. Tarasenko, B.F. Konstruktivno-tehnologicheskie reshenija jenergosberegajushhego kompleksa mashin dlja preduprezhdenija degradacii pochv v Krasnodarskom krae: monogr. / B.F. Tarasenko. – Krasnodar, 2012. – 279 s.
3. Ustrojstvo dlja obrabotki pochvy i vnesenija udobrenij (varianty) [Tekst] : pat. 2370929 RF : MPK A 01 B 35/16, A 01 B 49/04 / Tarasenko B.F., Medovnik A.N., Sidorenko L.I., Gorovoj S.A., Bogatyrev N.I., Tverdohlebov S.A., zajavitel' i patentoobladatel' FGBOU VO Kubanskij GAU. – № 2007122423/12, zajavl. 14.06.2007; opubl. 27.10.2009, Bjul. № 30. – 8 s.