

УДК: 629.114.2

ИННОВАЦИОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ КОЖУХА РОТОРА И ФАРТУКА-ВЫРАВНИВАТЕЛЯ ДЛЯ КОМБИНИРОВАННОЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ МАШИНЫ

А.А. Ахметов - д.т.н., профессор

«Конструкторский технологический центр сельскохозяйственного машиностроения»

Л.Б. Муратов - докторант, Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства

Аннотация

Приведены исследования конструкции комбинированной машины, снабженной инновационным кожухом и фартуком-выравнивателем и обоснованы параметры фартука-выравнивателя. Экспериментально установлено, что с превышением высоты призмы волочения более чем на 200 мм за счет попадания осыпающей части почвы на ротор происходит отброс почвы вперед по ходу движения машины. Следовательно, для устранения отброса почвы необходимо либо уменьшить высоту призмы волочения, либо увеличить расстояние между ротором и фартуком-выравнивателем. Однако в последнем случае увеличиваются габаритные размеры, следовательно, и масса машины, что нежелательно. Рациональным значением рабочей длины фартука-выравнивателя, исключающим повторное воздействие ножей ротора на почву, является 205–220 мм, радиус закругления r , нижней закругленной части рабочей поверхности $p > 101,5$ мм.

Ключевые слова: почвообрабатывающая машина, ротор, кожух, фартук-выравниватель, радиус, нож, обработка почвы.

КОМБИНАЦИЯЛАШГАН ТУПРОҚҚА ИШЛОВ БЕРИШ МАШИНАСИ УЧУН ИННОВАЦИОН РОТОР КОЖУХИ ВА ТЕКИСЛОВЧИ ФАРТУК

А.А. Ахметов - т.ф.д., профессор

«Қишлоқ хўжалиги машинасозлиги конструкторлик-технологик маркази»

Л.Б. Муратов - докторант, Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти

Аннотация

Илмий ишларга таянган ҳолда инновацион корпус кожухи ва текисловчи фартук билан жиҳозланган комбинациялашган машина тавсифланган ва текислаш фартугининг кўрсаткичлари асослаб берилган. Чизма призмасининг баландлиги 200 мм дан ошиб кетганда, тупроқнинг парчаланадиган қисмининг роторга тушиши сабабли, тупроқ машина йўналиши бўйича олдинга отилиши экспериментал тарзда аниқланган. Шунинг учун, тупроқдаги унсурларни йўқ қилиш учун тортиш призмасининг баландлигини камайтириш ёки ротор ва текислаш фартуги орасидаги масофани ошириш керак. Бироқ, иккинчи ҳолатда, умумий ўлчамлар ошади, шунинг учун машинанинг оғирлигида бу кўзда тутилмаган. Ротор пичоқларининг тупроққа такрорий таъсирини ҳисобга олмаганда, текислаш фартугининг иш узунлигининг рухсат этилган қиймати 205–220 мм, эгрилик радиуси r , ни пастки юмалоқ қисмидаги ишчи юзанинг қиймати эса $p > 101,5$ мм.

Таянч сўзлар: тупроққа ишлов бериш машина, ротор, кожух, текисловчи-тўсин, радиус, пичоқ, тупроққа ишлов бериш.

INNOVATIVE ROTOR CASING AND LEVELING APRON FOR COMBINED TILLAGE MACHINE

А.А. Akhmetov - Doctor of Technical Sciences, Professor, "Design and Technological Center of Agricultural Machinery".

Л.В. Muratov - doctoral student, Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers

Abstract

Investigations of the design of a combined machine equipped with an innovative casing and a leveler apron are presented, and the parameters of the leveler apron are substantiated. It was experimentally established that when the height of the drawing prism is exceeded by more than 200 mm, due to the falling of the crumbling part of the soil onto the rotor, the soil is thrown forward in the direction of the machine. Therefore, to eliminate soil waste, it is necessary either to reduce the height of the drag prism, or to increase the distance between the rotor and the leveling apron. However, in the latter case, the overall dimensions increase, hence the weight of the machine, which is undesirable. The rational value of the working length of the leveler apron, which excludes repeated exposure of the rotor knives to the soil, is 205–220 mm, and the radius of curvature r , from the lower rounded part of the working surface is $p > 101.5$ mm.

Key words: tillage machine, rotor, casing, apron-leveler, radius, knife, tillage.

Введение. Существующая в хлопководческом регионе технология предпосевной обработки включает необоснованно высокое число воздействий на почву [1, 2, 3], что приводит к излишним затратам энергии и материально-технических ресурсов, а многократный про-

ход машинно-тракторных агрегатов по полю способствует переуплотнению пахотного слоя, затягиванию сроков сева сельскохозяйственных культур, приводит к потере почвенной влаги [4, 5, 6]. Здесь для обработки почвы применяют, в основном, однооперационные и различные по

конструкции машины-орудия. Обзор технических средств и технологий предпосевной обработки почвы показал, что создание комбинированной машины является наиболее перспективным направлением в развитии техники и технологии предпосевной обработки почвы в хлопководческом регионе [7, 8, 9, 10]. Применение вместо набора серийных однооперационных предпосевных машин-орудий только одной комбинированной почвообрабатывающей машины позволяет путём выбора и варьирования режимов работы ротора достичь любого качества крошения почвы за один проход агрегата. Однако у комбинированной машины есть один недостаток связанный с сгуживанием почвы перед фартуком-выравнивателем, возникающим во время работы при встрече с бугорками и другими неровностями. В результате такого сгуживания происходит повторное воздействие ротора на уже обработанную ротором почву и приводит к ее распылению, что нежелательно [11, 12, 13, 14].

Методы и решений. Для устранения указанного недостатка комбинированной машины разработана инновационная конструкция кожуха ротора и фартука-выравнивателя, которая позволяет выносить из зоны воздействия ножей излишнюю часть призмы волочения, образующиеся при сгуживании почвы перед фартуком-выравнивателем [15, 16, 17]. У инновационной конструкции фартук-выравниватель работает совместно с кожухом ротора в режиме клапана, срабатывающего от давления, создаваемого избыточным, чем оптимальным, объемом призмы волочения, образующегося перед фартуком-выравнивателем. На экспериментальном заводе БМКБ «Агромаш» был изготовлен экспериментальный образец комбинированной машины, снабженной фартуком-выравнивателем, работающим совместно с кожухом ротора в режиме клапана (рис. 1).



Рис. 1. Комбинированная машина, снабженная фартуком-выравнивателем, работающим совместно с кожухом ротора в режиме клапана

Анализ результатов и обсуждение. Комбинированная машина (рис.2) состоит из рамы (2), пассивного рабочего органа (1), ротора (12), кожуха, фартука-выравнивателя (9). Кожух состоит из неподвижной (3) и подвижной (4) частей. Фартук-выравниватель (9) подпружинен пружиной (8) посредством поводка (7) и кронштейна (5). Причем фартук-выравниватель шарнирно соединен с подвижной частью кожуха пружиной (10), поддерживаемой поводком (11), установленным на кронштейне 6, закрепленным к поводку (7) фартука-выравнивателя.

При обработке неровностей, например бугров “Б”, уве-

личивается объем почвы, обрабатываемой ротором и поступающей на фартук-выравниватель, от чего возрастает объем призмы волочения, следовательно, и сила давления почвы. Под ее воздействием фартук-выравниватель, сжимающая пружину (8), посредством поводка (7) и кронштейна (6) приподнимает подвижную часть (4) кожуха. В результате между нижней кромкой подвижной части кожуха и верхней кромкой фартука-выравнивателя образуется щель “А”, через которую пересыпается и уплотняется катком излишняя часть почвы и, тем самым, предотвращается сгуживание почвы перед фартуком-выравнивателем [18, 19, 20]. Как только ротор преодолевает неровности, объем обрабатываемой им поч- вы сокращается, от чего уменьшается сила подпора почвы на фартук-выравниватель, и он под действием силы сжатия пружин (8 и 10) возвращается в исходную позицию. Одновременно возвращается в исходную позицию кинематически связанная с этой системой подвижная часть кожуха.

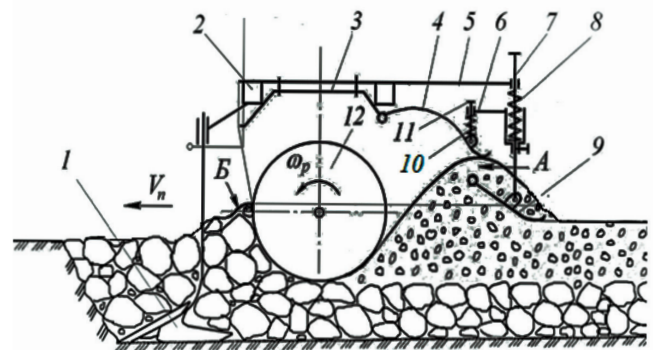


Рис. 2. Технологическая схема работы комбинированной машины, снабженной инновационным кожухом и фартуком-выравнивателем

Призма волочения, образующаяся перед фартуком-выравнивателем, при нормальной работе комбинированной машины находится в динамическом равновесии. При нарушении динамического равновесия объем призмы волочения интенсивно нарастает и происходит сгуживание почвы перед фартуком-выравнивателем. В результате ее некоторая часть повторно подвергается воздействию ножей ротора, что нежелательно.

Анализ результатов предварительных экспериментов показал, что на процесс формирования и высоты h_{np} призмы волочения оказывают существенное влияние следующие параметры фартука-выравнивателя (рис.5): радиус закругления r_3 , т.е. радиус кривизны нижней закругленной части рабочей поверхности, высота и конструктивная длина $l_{кф}^{\phi}$, а также удельная нагрузка P_{yo}^{ϕ} фартука-выравнивателя на почву.

Следует отметить, что из-за шарнирного крепления фартук-выравниватель имеет возможность отклонения от первоначального положения в ту или иную сторону под воздействием обрабатываемой почвы. Рациональные значения этих отклонений должны быть определены из условия защемления крупных комков и исключения сгуживания почвы. Это условие достигается в том случае, когда при максимальной сжатии почвы перед нижней загнутой частью фартука-выравнивателя почвенные комки не сгужаются, а объем призмы волочения будет минимальным.

В процессе работы перед фартуком-выравнивателем образуется почвенный валик высотой h_{np} . Он частично вдавливается вниз и частично перемещается по ходу движения фартука-выравнивателя.

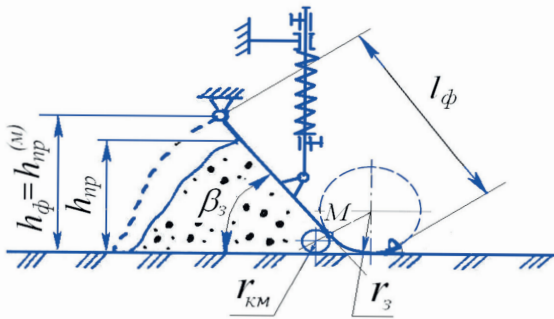


Рис. 3. Расчетная схема определения радиуса r_3

Объем той части, которая вдавливаясь вниз, зависит, главным образом, от радиуса закругления r_3 нижней части рабочей поверхности фартука-выравнивателя, рациональное значение которого определяется из условия обеспечения во время защемления комков скольжения частиц почвы вниз, т.е. :

$$\beta_3 < \varphi_c + \varphi_n \quad (1)$$

где : β_3 – угол защемления, градус; φ_c, φ_n – соответственно коэффициенты трения почвы о металл и почву.

Из рис. 3 видно, что в точке касания "М" ординаты фартука-выравнивателя и комка равны между собой:

$$Z_M = r_3 (1 - \cos \beta_3) = r_{km} (1 + \cos \beta_3) \quad (2)$$

где: Z_M – ордината точки (М) касания почвенного комка с фартуком-выравнивателем, м; r_{km} – радиус комка, м.

Удовлетворение условия (1) для критического случая, соответствующего защемлению почвенного комка фартуком-выравнивателем, происходит при:

$$\Delta f_{H_D} = 0.73 \cdot H_D \cdot \log_{10} \frac{2 \cdot H_D}{\pi H_D \cdot t} \quad (3)$$

Анализ уравнения (3) показывает, что для обеспечения допустимых исходными требованиями размеров почвенных комков (< 100 мм) значение радиуса r_3 должно быть не менее 101,5 мм, с запасом принят $r_3 = 130$ мм.

Рациональные значения рабочей длины l_ϕ и высоты h_ϕ фартука-выравнивателя определяют из размеров призмы волочения, находящейся в динамическом равновесии. При поступлении излишней порции почвы во время встречи ротора с бугорками либо с другими препятствиями, с целью предотвращения сгуживания почвы и повторного воздействия ротора на уже обработанную почву, излишняя часть обрабатываемого объема почвы должна быть вынесена из зоны воздействия ротора. Это может произойти только в том случае, когда излишняя часть объема призмы волочения пересыпается через верхнюю грань фартука-выравнивателя (рис. 2), т.е. при условии:

$$h_\phi = h_{np}^{(w)} \quad (4)$$

где: $h_{np}^{(w)}$ – максимальное значение высоты призмы волочения, находящееся в динамическом равновесии, м.

Согласно рис.3, это условие обеспечивается при:

$$t = \sqrt{\frac{L^2}{3 \cdot \frac{K}{S_s} \cdot h_s}} \quad (5)$$

где: α_n – максимально допустимый угол наклона фартука-выравнивателя относительно горизонта, градус.

Экспериментально установлено, что с превышением высоты призмы волочения более чем на 200 мм за счет попадания осыпающей части почвы на ротор происходит отброс почвы вперед по ходу движения машины. Следовательно, для устранения отброса почвы необходимо либо уменьшить высоту призмы волочения, либо увеличить расстояние между ротором и фартуком-выравнивателем. Однако в последнем случае увеличиваются габаритные размеры, следовательно, и масса машины, что нежелательно.

Выводы. Анализируя результаты исследования, можно отметить, что рациональным значением рабочей длины фартука-выравнивателя, обеспечивающим нормальный технологический процесс работы ротационной почвообрабатывающей машины, является 205–220 мм, а радиуса закругления r_3 должен быть не менее 101,5 мм.

№	Литература	References
1	Кондратюк В. П. Обработка почвы под посев хлопчатника в Средней Азии. – Ташкент: Фан, 2010. – 287 с.	V.P.Kondratyuk. <i>Obrabotka pochvy pod posev khlopchatnika v Sredney Azii</i> [Soil cultivation for sowing cotton in Central Asia]. Tashkent, Фан., 2010. 287 p. (in Russian)
2	Курбантаев Р. Гўзанинг ривожланиши ва хосилдорлигига тупроқ зичлигининг таъсири. – Тошкент: ДИТАФ, 1999. – №1. – Б. 14-18.	Qurbantaev R. <i>Guzaning rivozhlanishi va khosildorligiga tuproq zichligining tasiri</i> [The effect of soil density on the development and yield of cotton] Cotton and grain growing. Tashkent, DITAF, 1999. No1. Pp. 14-18. (in Uzbek)
3	Тошболтаев М. Қишлоқ хўжалигига машиналашган агротехнологияларни кенг жорий этишнинг истиқболли йўналишлари // Вестник аграрной науки Узбекистана. – Тошкент, 2000. – № 1. – Б 88-92.	Toshboltaev M. <i>Kishlok xuzhaligiga mashinalashgan agroteknologiyalarni keng zhoriy etishning istikbolli yunalishlari</i> [Prospects for the widespread introduction of mechanized agro-technologies in agriculture] Bulletin of agrarian science of Uzbekistan. Tashkent, 2000. No 1. Pp. 88-92. (in Uzbek)
4	Ахметов А.А. Тенденция совершенствования конструкции хлопководческих предпосевных почвообрабатывающих машин-орудий. – Ташкент: "Ilmiy texnika axboroti-press nashriyoti", 2017. – 25 с.	Akhmetov A.A. <i>Tendentsiya sovershenstvovaniya konstruksii khlopkovodcheskikh predposevnykh pochvoobrabatyvayushchikh mashin-orudiy</i> [The trend of improving the design of cotton-growing presowing tillage machines-tools]. "Scientific and technical information-publishing house", Tashkent: 2017. 25 p. (in Russian)
5	Лапик В.П., Французов В.С., Адылин И.П. Исследование уплотнение почвы. МТА //Вестник БГС-ХА, 2012. №1. – С. 35-37.	Lapik V.P., Frantsuzov V.S., Adylin I.P. <i>Issledovaniye uplotneniye pochvy</i> [Soil compaction study], МТА // Bulletin of BSAA. 2012. No1. Pp 35-37. (in Russian)
6	В.А.Николаев. "Изменение агрофизических свойств почвы в зависимости от уплотняющего воздействия колесных тракторов". – Москва, 2015. – №3. – С. 24-25.	V.A. Nikolaev. <i>"Izmenenie agrofizicheskix svoystv pochvi v zavisimosti ot uplotnyayushogo vozdeystviya kolesnix traktorov"</i> [Changes in the agrophysical properties of the soil depending on the compaction effect of wheeled tractors] Moscow. Agriculture. No3. Pp.24-25. (in Russian)

7	Christa Hofmann, "Wirkung mehrjährig pflugloser Bodenbearbeitung auf die N- Dynamik im Boden und den Ertrag von Zuckerruben" Zuckerindustrie. №8. Pp. 616-622. 1996.	Christa Hofmann, "Wirkung mehrjährig pflugloser Bodenbearbeitung auf die N-Dynamik im Boden und den Ertrag von Zuckerruben" Zuckerindustrie. No8. Pp. 616-622. 1996.
8	А.А. Зангиев, "Оптимизация энергонасыщенности трактора с учетом уплотняющего воздействия на почву" Техника в сельском хозяйстве. – Москва. 2000. – №2. – С. 12-14.	A.A. Zangiev, "Optimizatsiya energonasishennosti traktora s uchetom uplotnyayuhego vozdeystviya na pochvu [Optimization of tractor energy saturation, taking into account the compaction effect on the soil]. No2. Pp. 12-14. Moscow. 2000. (in Russian)
9	Жук А.Ф. "Почвосберегающие агроприемы, технологии и комбинированные машины" Москва: Росинформагротех, 2012. – 143 с.	Juk A.F. "Pochvosberegayuhie agropriemi, tekhnologii i kombinirovannie mashini" [Soil-saving agricultural practices, technologies and combined machines] Moscow: Rosinformagro-tex, 2012. 143 p. (in Russian)
10	Жук А.Ф., Ревякин Е.Я. "Развитие машин для минимальной и нулевой обработки почвы" Научно-аналитический обзор. – Москва: ФГНУ Росинформагротех, 2007. – 156 с.	Juk A.F., Revyakin E.Ya. "Razvitie mashin dlya minimalnoy i nulevoy obrabotki pochvy" [Development of machines for minimum and zero tillage] Scientific and analytical review Moscow: FGNU Rosinformagortex, 2007. 156 p. (in Russian)
11	Ахметов А.А., Воинов С.Н., Рахимов А.Ш. "Результаты приемочного испытания комбинированной машины КМ-3,0 для предпосевной обработки почвы" Республика илмий ва илмий-техник ажумани материаллари. 2017 йил 20-21 апрель. 1 Қисм. Фарғона: ООО Express-Poligraf, 2017. – С. 287-289.	Akhmetov A.A., Voinov S.N., Rakhimov A.Sh. "Rezultaty priemchnogo ispytaniya kombi-nirovannoy mashiny KM-3,0 dlya pred-posevnoy obrabotki pochvy" [Results of the acceptance test of the combined KM-3.0 machine for pre-sowing tillage] Materials of the Republican scientific and scientific-technical conference. April 20-21, 2017. Part 1. Fergana: OOO Express-Poligraf, 2017. Pp. 287-289. (in Russian)
12	Ахметов А.А., Муротов Л.Б. "Пассивный рабочий орган, работающий на принципе Баушингера" Международная научно-практическая конференция «Наука, образование и инновации для АПК: Состояние, проблемы и перспективы». 22-23 ноября. Ташкент, 2019. II том. С. 281-284.	Axmetov A.A., Murotov L.B. "Passivnoy rabochiy organ, rabotayushiy na printsipe Baushingera" [Passive working on, working on the principle of bausinger] International scientific-practical conference "Science, education and innovations for the agro-industrial complex: state, problems and prospects." November 22-23. Tashkent, 2019. II volume. Pp. 281-284. (in Russian)
13	И.М. Панов, "Выбор энергосберегающих способов обработки почвы". Тракторы и сельскохозяйственные машины. – Москва. 1990. №8. – С.32-35.	I.M. Panov, "Vibor energosberegayushix sposobov obrabotki pochvi" [The choice of energy-saving methods of soil treatment] Tractors and agricultural machines. Moscow. 1990. No8. Pp.32-35. (in Russian)
14	А.А.Ахметов, Д.А.Ибрагимов, Л.Б.Муратов, "Повышение интенсивности воздействия пассивного рабочего органа на почву". Қишлоқ хўжалигида ресурс тежовчи инновацион технология ва техник воситаларни яратиш ҳамда улардан самарали фойдаланиш истиқболлари. – Тошкент, 2019. – Б. 97-100.	A.A.Axmetov, D.A.Ibragimov, L.B.Muratov, "Povishenie intensivnosti vozdeystviya passivnogo rabocheho organa na pochvi" [Increasing the intensity of the impact of the passive working body on the soil] Prospects for the creation and effective use of resource-saving innovative technologies and technical means in agriculture. Tashkent. 2019. Pp. 97-100. (in Uzbek)
15	A.A. Akhmetov, "Comparative researches of varios rotors of rotary preseeding soil cultivation machine" Theoretical and Applied Sciences in the USA, proceedings of the 4th International scientific conference. Pp. 12-15. 2015. iune 26. Theoretical and Applied Sciences in the USA, proceedings of the 4th International scientific conference, 2015. 97 p.	A.A. Akhmetov, "Comparative researches of varios rotors of rotary preseeding soil cultivation machine" Theoretical and Applied Sciences in the USA, proceedings of the 4th International scientific conference. Pp. 12-15. 2015. iune 26. Theoretical and Applied Sciences in the USA, proceedings of the 4th International scientific conference, 2015. 97 p.
16	М.М. Муродов, П.У. Бахтин, И.Н. Николаева, "Тупрок хоссаларини текшириш методлари". – Тошкент: Меҳнат, 1986. – С. 67-74.	M.M. Murodov, P.U. Baxtin, I.N. Nikolaeva, "Tuprokhossalarini tekshirish metodlari" [Methods of checking soil properties] Tashkent: Labor, 1986. Pp. 67-74. (in Uzbek)
17	О.А. Старовойтова, В. И. Старовойтов, А. А. Манохина. "Физико-механические параметры почвы при выращивании картофеля на грядах" Земледелие. – Казань, 2018. – №5. – С. 16-20.	O.A. Starovoytova, V. I. Starovoytov, A. A. Manoxina. "Fiziko-mekhanicheskie parametri pochvy pri vyrachshivaniikartofelya na gryadakh" [Physical and mechanical parameters of the soil when growing cartofel on ridges] Agriculture Kazan. 2018. No5. Pp. 16-20. (in Russian)
18	Kh.G. Abdulkhaev, "About field on implement for presowing cultivation of ridges" European Applied sciences. 2015. No 6. Pp.54-55.	Kh.G. Abdulkhaev, "About field on implement for presowing cultivation of ridges" European Applied sciences. 2015. No 6. Pp.54-55.
19	М. Ахмеджанов, Т. Авазурдиев, "Уплотнение валиков" Земледелие. 2001. №7. С. 7-8.	M. Axmedjanov, T. Avazurdiev, "Uplotnenie valikov" [Sealing rollers] Agriculture 2001. No7. Pp. 7-8. (in Russian)
20	А.А.Ахметов. "Повышение качества работы кожухов и фартуков-выравнивателей ротационных машин" // Горный вестник. – Ташкент, 2015. – №2(61). – С.92-95.	A.A.Axmetov. "Povishenie kachestvo raboti kozhu-khov i fartukov-viravnivateley rotatsionnikh mashin. [Improving the quality of the work of the casings and aprons-levelers of rotary machines] Gorniy vestnik. Tashkent. 2015. No2(N°61).Pp.92-95. (in Russian)