

## ПАРАМЕТРЫ ЩЕЛЕВАТЕЛЯ ДЛЯ ЗАДЕЛКИ НАВОЗА В ПОЧВУ ПОД БАХЧЕВЫЕ КУЛЬТУРЫ

Чуянов Дустмурод Шодмонович, Шодмонов Шокир Дустмуродович

Каршинский инженерно-экономический институт

E-mail: [dchuyanov1@mail.ru](mailto:dchuyanov1@mail.ru)

### АННОТАЦИЯ

Целью исследования является теоретическое обоснование параметров щелевателя для заделки навоза в почву. Разработан щелеватель для подъема пласта, образования щели вдоль лежащей на поверхности поля ленты навоза, сталкивания его в щель и заравнивания щели почвой. В работе использованы основные принципы и методы классической механики, математического анализа и статистики. Щелеватель включает стойку, большую и малую щеки, соединенные с почвоподнимающей пластиной, выполненной с увеличивающимся от низа к верху наклонном в сторону малой щеки и примыкающей к почвопридерживающей пластиной. В большой щеке сделано окно для прохождения навоза. Большая щека несколько выдвинута вперед относительно почвоподнимающей пластиной и ее передняя грань заострена. Установлено, что при заделке удобрений необходимо осуществить следующие операции: подъем пласта, образование щели вдоль лежащей на поверхности поля ленты навоза, сталкивание последнего в щель и заравнивание щели почвой. Наиболее приемлемыми для подъема пласта и образования щели являются рабочие органы отвального типа. Установлено следующие оптимальные значения параметров щелевателя: вынос большой щеки 710 мм, ширина 200 мм, длина и высота окна соответственно 550 и 250 мм, угол между образующим и полевым обрезом в горизонтальной плоскости  $42^\circ$ , высота малой и большой щеки щелевателя соответственно 300 и 250 мм.

*Ключевые слова:* почва, внесение удобрений, орудие, щелеватель, навоз, способ, локальное внесение

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время под все сельскохозяйственные культуры, в том числе и бахчевые, органические удобрения, в основном, вносятся под пахоту

навозоразбрасывателями. Однако применительно к бахчевым культурам такая технология внесения и нерациональна и неэкономична. Объясняется это тем, что бахчевые культуры возделываются на широких (от 1,8 до 4,0 м) междурядьях. Поэтому при разбросном (сплошном) способе внесения значительная часть навоза не используется растениями.

В литературе имеется много данных относительно того, что наиболее рационально органические удобрения под бахчевые культуры вносить локально, что ускоряет формирование корневой системы, уменьшает отрицательное влияние пестроты естественного плодородия почвы, способствует выравниванию развития растений, одновременному и более раннему созреванию плодов, повышению на 10-30% урожайности, на 1,0-1,5% содержания сахара в плодах и другие [1-2]. Однако, из-за отсутствия орудия для локального внесения органических удобрений под бахчевые культуры, этот способ в производстве практически не применяется.

Конструкция щелевателя должна быть такой, чтобы после прохода как можно большая часть почвы осыпалась в щель. Для этого необходимо, чтобы при взаимодействии почвы с элементами щелевателя преобладало ее вертикальное перемещение. Известные же работы, Д.Чуянова [1-6], Ф.Маматова [6-9], Б.Мирзаева [8, 9], Г.Шодмонова [2, 3], И.Темирова [7, 12] по обоснованию параметров плужных корпусов, в основном, направлены на изучение процесса подъема и полного оборота пласта, в котором преобладает горизонтальное перемещение почвы. Проведены исследования процесса перемещения почвы по косым отвалом.

Поэтому теоретическое обоснование параметров рабочих органов для заделки навоза в почву выполнено согласно основным положениям известных исследований, но с учетом технологических особенностей процесса заделки навоза под бахчевые культуры и физико-механических свойств и почв зоны бахчевосаждения Узбекистана.

Целью исследования является теоретическое обоснование параметров щелевателя для заделки навоза в почву.

#### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

В работе использованы основные принципы и методы классической механики, математического анализа и статистики. Основные параметры щелевателя рассчитаны и выбраны из условия заделки в почву навоза нормой до 20 т/га на глубину до 30 см. Учитывая то, что многие элементы щелевателя выполняют технологический процесс

аналогично элементам широко распространенных рабочих органов (плужных корпусов, бороздорезов), параметры которых довольно всесторонне и глубоко обоснованы, то значения параметров этих элементов выбираем на основе проведенных ранее работ.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

Разработанный щелеватель предназначен для подъем пласта, образования щели вдоль лежащей на поверхности поля ленты навоза, сталкивания его в щель и заравнивания щели почвой. Щелеватель (рис.1) включает стойку 1, большую 2 и малую 5 щеки, соединенные с почвоподнимающей пластиной 4, выполненной с увеличивающимся от низа к верху наклонном в сторону малой щеки и примыкающей к почвопридерживающей пластиной 6. В большой щеке сделано окно для прохождения навоза. Большая щека несколько выдвинута вперед относительно почвоподнимающей пластиной и ее передняя грань заострена. Углы между образующими и полевым обрезом в горизонтальной плоскости. Рабочая поверхность щелевателя отличается от поверхности отвалов плугов общего назначения тем, что углы между образующими и полевым обрезом в диапазоне от  $\theta_0$  и  $\theta_n$  уменьшаются снизу вверх,  $\theta_0 - \theta_n = 9^\circ$ . Такое изменение углов способствует подъему пласта и интенсивному рыхлению почвы [18]. При этом угол наклона лезвия лемеха к полевой стороне должен быть  $\theta_0 = 42^\circ$  [20].

Угол  $\delta$  наклона лемеха к дну борозды в ортогональном сечении (рис.2). Анализ многих исследований показывает, что для постепенного подъема пласта по рабочей поверхности угол  $\delta$  должен быть равен  $25^\circ$ .

Угол  $i_n$  заточки лемеха, на основе исследований Ф.Маматова [6-8], принят равным  $i_n = 15^\circ$ .

Ранее проведенными исследованиями [20] установлено, что задний угол  $\varepsilon_1$  резания должен быть не менее  $10^\circ$ , т.к. при меньших значениях этого угла ухудшается заглубляющая способность рабочих органов. При угле  $\delta = 25^\circ$ , у лемеха должна быть нижняя заточка.

Высота  $H_1$  малой щеки должна обеспечивать сохранение щели во время сталкивания органических удобрений в нее, т.е. она должна быть равно  $H_1 = 300$  мм.

Высота  $H$  большой щеки равна сумме глубины хода щелевателя и высоты окна:

$$H = h_{sh} + h_0$$

Согласно агротехническим требованиям, предъявляемым к глубине заделки навоза, максимальная глубина хода щелевателя равна 300 мм. Высота окна выбирается

из условия прохождения через него максимальной нормы навоза, перемешанного с почвой. Экспериментальными исследованиями установлено, что  $h_0=250$  мм.

В связи с этим высота большой щеки равна  $H = 550$  мм.

Угол заднего среза большой и малой щек (рис.1) выбирается из того, чтобы нижняя плоскость во время работы не задевала дна борозды. Проф. Ф.Маматов [6-9] для плужных корпусов рекомендует принимать его в пределах  $2-3^\circ$ . Для сохранения параметров щели необходимо, чтобы угол заднего среза большой и малой щек был как можно меньший. Поэтому принимаем  $\varepsilon_2=\varepsilon_3=2^\circ$ .

Рабочая поверхность почвоподнимающей пластины щелевателя построена по методике Д. Чуянова [1-2] Г. Шодмонова [2-3], заключающейся в построении рабочих поверхностей перемещением горизонтальной образующей по двум направляющим параболом, одна из которых расположена в плоскости стенки щели, а другая в параллельной плоскости на расстоянии ширины захвата щелевателя.

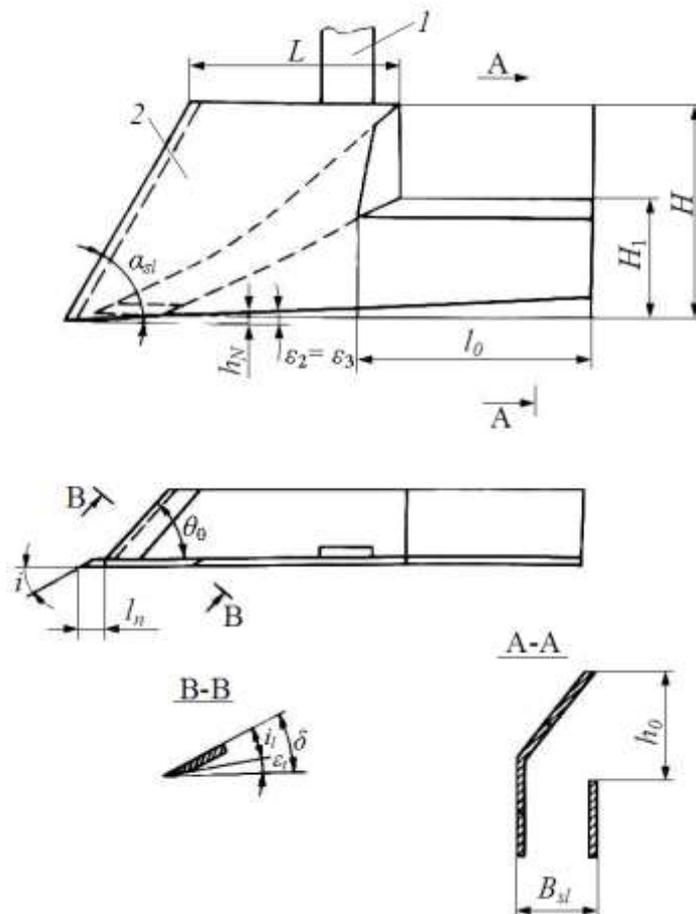


Рис.1. Схема экспериментального щелевателя

На рис. 2 показана последовательность построения рабочей поверхности почвоподнимающей пластины щелевателя по этому методу. Параметры почвоподнимающей пластины при глубине хода 30 см приведены в таблице 1. При построении контура рабочей поверхности (профильной проекции) из точки  $B$  на расстоянии  $B_{щ}$  от полевой стороны проведена линия  $BB'$ , являющаяся бороздным обрезом. Установив высоту почвоподнимающей пластины с полевой стороны  $H$  и с бороздной стороны  $H_1$ , соединили их прямой линией  $A'B'$ . Для построения горизонтальной проекции из точки  $A$ , являющейся началом первой направляющей параболы проведена линия  $AB$  под углом  $\theta_0$  к полевой стороне. На расстоянии  $B_{щ}$  проведена линия  $BB'$ , параллельная бороздной стороне, которая является горизонтальной проекцией второй направляющей параболы с началом в точке  $B$ .

Направляющие параболы построены по касательным к ним линиям. По размерам  $H$  и  $R$  (табл.1) найдена верхняя точка  $L$  первой параболы. Для построения первой параболы из точки  $L$  проведена касательная  $LK$ , а из точки  $A$  касательная под углом  $\alpha_1$  к горизонту. Парабола построена от точки  $L$  до точки  $P$ , расположенной на высоте  $h_p=0,04$  м. Отрезок  $AP$  является частью касательной  $AK$ . Для того чтобы почва без сгруживания скользила вверх по рабочей поверхности, к параболе проведена касательная под углом  $40^\circ$  до высоты полевого обреза  $H$  [15].

Таблица 1

### Параметры почвоподнимающей пластины щелевателя

Параметры	Значение
Ширина $B_{sh}$ захвата щелевателя, мм	200
Высота $H$ почвоподнимающей пластины с полевой стороны, мм	550
Высота $H_1$ почвоподнимающей пластины с бороздной стороны, м	300
Углы между направляющими параболой и дном борозды $\alpha_1$ и $\alpha_2$ , град	17
Угол $\theta_0$ наклона лезвия лемеха к полевой стороне, град.	42
Отношение вылета к высоте параболы: - первой $R/H$	1,45

- второй $R_1/H_1$	2,25
--------------------	------

Угол  $\alpha_2$  между нижней касательной и дном борозды принят равным углу  $\alpha_1$ . По размерам  $H_1$  и  $R_1$  найдена верхняя точка  $L'$  второй параболы и проведена касательная  $L'K'$ . Таким образом, вторая парабола построена от точки  $L'$  до точки  $P'$ . Далее точка  $A'$  соединена с точкой  $B'$  (до высоты бороздного обреза  $H_1$ ) и от этой точки  $B'$  проведена касательная к второй параболе.

Остальное построение контура горизонтальной и боковой проекций почвоподнимающей пластины несложно, если принять за исходные точки пересечения образующих 1-1; 2-2; 3-3 и т.д. с направляющими параболы в вертикальной плоскости.

Угол  $\alpha_{из}$  вхождения большой щеки (рис. 1). При работе щелевателя должна быть обеспечена минимальная боковая деформация почвы в сторону лежащей на поверхности поля ленты навоза, он не должен залипать почвой, забиваться сорняками, заваливать навоз почвой, хорошо заглубляться в почву, обеспечивать требуемую равномерность глубины хода и минимальное тяговое сопротивление.

Установлено, что наименьшую боковую деформацию и связанное с ней рыхление семейного ложа производят сошники, выполненные в виде несимметричного клина с выступающей вперед плоской щекой. Поэтому в нашем случае большая щека несколько выдвинута вперед относительно малой. Благодаря этому уменьшается деформация почвы, возникающая при работе лемеха и почвоподнимающей пластины в стороны, лежащей на поверхности поля ленты навоза.

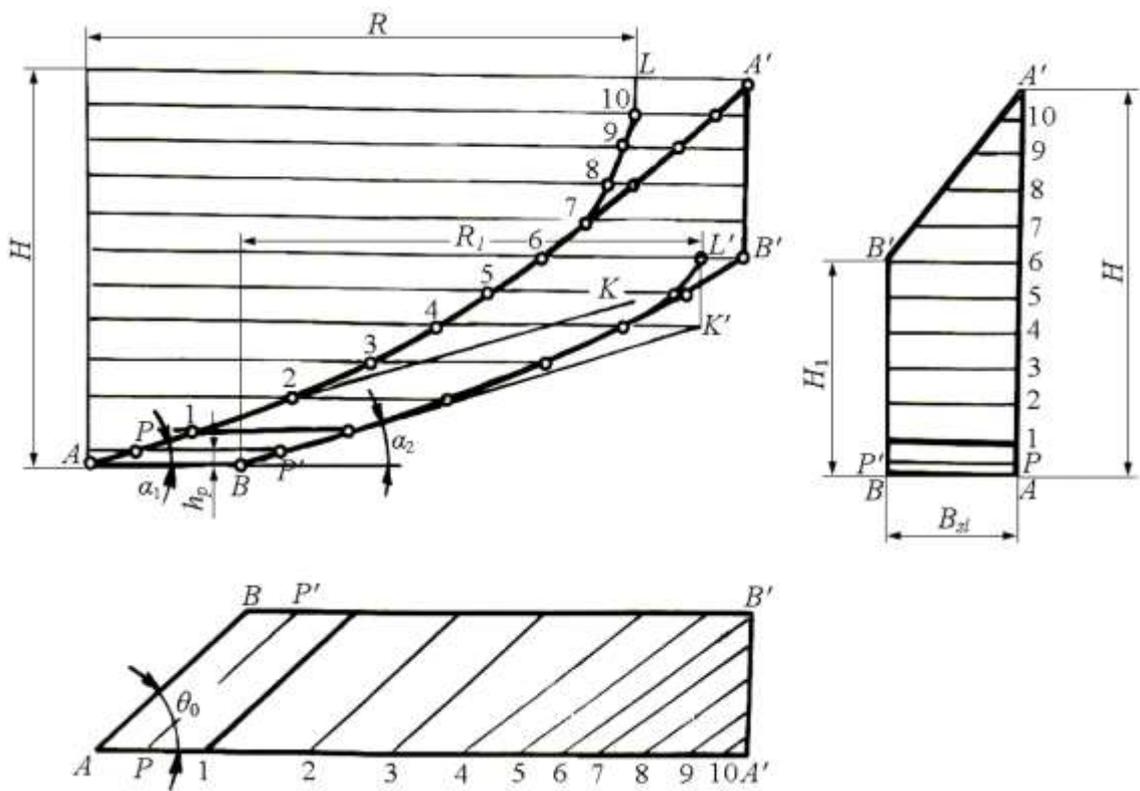
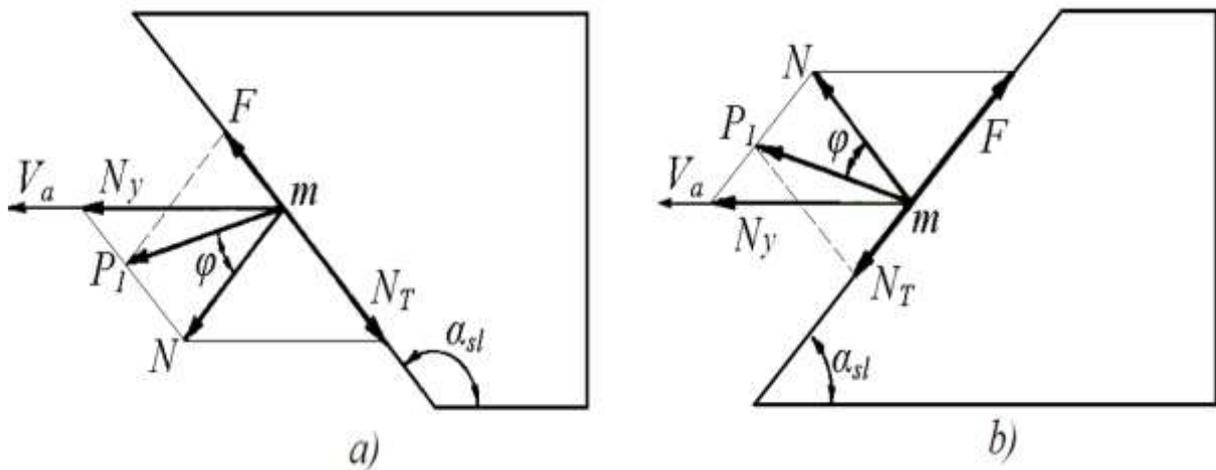


Рис. 2. Построение рабочей поверхности щелевателя методом перемещения горизонтальной образующей по двум направляющим параболам

Экспериментальные исследования ряда авторов [12-16] показали, что угол вхождения ножевой части оказывает существенное влияние как на выполнение технологического процесса, так и тяговое сопротивление землеройных и почвообрабатывающих машин и орудий.



**Рис.3.** Схема сил, действующих на почвенную частицу, соприкасающуюся с большой щекой щелевателя: *a, б*-щелеватель соответственно с тупым и острым углом вхождения в почву; *N*-нормальное давление; *P<sub>1</sub>*-равнодействующая сил, действующих на частицу почвы; *N<sub>v</sub>*, *N<sub>m</sub>*-составляющие силы нормального давления, направленные в сторону движения и вдоль лезвия

Необходимую величину угла вхождения большой щеки в почву можно определить из условия обеспечения скольжения частиц почвы по лезвию [18-20].

На рисунке 3а показаны силы, действующие на почвенную частицу, щелевателем с тупым углом вхождения в почву, а на рисунок 3б щелевателем с острым углом вхождения.

Из рисунок 3а видно, что для резания со скольжением необходимо, чтобы касательная сила была больше силы трения, т.е.  $N_m > F$ . Но  $N_T = N \operatorname{tg}(\alpha_{sl} - \pi/2)$ , а  $F = N \operatorname{tg} \varphi$ , где  $\varphi$  - угол трения почвы о сталь. Следовательно, условие скольжения будет иметь вид:

$$N \operatorname{tg}(\alpha_{sl} - \pi/2) > N \operatorname{tg} \varphi \text{ или } \alpha_{sl} - \pi/2 > \varphi.$$

Исходя из этого, оптимальный тупой угол вхождения щеки равен:

$$\alpha_{sl} > \pi/2 + \varphi.$$

Для щелевателей с острым углом вхождения (рисунок 3б) оптимальный угол найдем из условия:

$$N \operatorname{tg}(\pi/2 - \alpha_{sl}) > N \operatorname{tg} \varphi,$$

или

$$\alpha_{sl} < \pi/2 - \varphi.$$

Принимая угол трения почвы о сталь равным  $\varphi = 23-27^\circ$  (16), получим числовые значения оптимальных углов вхождения: а) тупой угол вхождения  $\alpha_{sl} > 113^\circ$ ; б) острый угол вхождения  $\alpha_{sl} < 67^\circ$ .

Однако тупой угол вхождения нежелателен из-за больших размеров щеки, снижающих прочность и увеличивающих трение щеки о почву, а также из-за ухудшения заглубляемости. Поэтому, угол вхождения лезвия большой щеки щелевателя принимаем  $\alpha_{sl} < 67^\circ$ .

Окончательный выбор значения угла вхождения ножевой части большой щеки щелевателя будет сделан по результатам экспериментальных исследований.

Расстояние  $h_n$  между носком большой щеки и лезвием лемеха (рис.1) в вертикальной плоскости с учетом ранее проведенных исследований, принимаем равным 10 мм.

Вынос  $l_n$  большой щеки (рис.1) относительно носка лемеха из конструктивных соображений можно принять равным 20 мм.

Угол  $i$  заточки (рис.1) большой щеки. Исследованиями параметров черенковых ножей установлено, что с увеличением угла  $i$  заточки до  $15^\circ$  усилие резания уменьшается примерно на 20-22%. При дальнейшем увеличении этого угла усилие резания возрастает и, наконец, начиная с  $55^\circ$ , остается почти постоянным. С учетом этих исследований угол заточки большой щеки можно принять равным  $i=15^\circ$ .

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Установлено, что при заделке удобрений необходимо осуществить следующие операции: подъем пласта, образование щели вдоль лежащей на поверхности поля ленты навоза, сталкивание последнего в щель и заравнивание щели почвой. Наиболее приемлемыми для подъема пласта и образования щели является рабочие органы отвального типа.

2. Установлено следующие оптимальные значения параметров щелевателя: вынос большой щеки 710 мм, ширина 200 мм, длина и высота окна соответственно 550 и 250 мм, угол между образующим и полевым обрезом в горизонтальной плоскости  $42^\circ$ , высота малой и большой щеки щелевателя соответственно 300 и 250 мм.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ(REFERENCES):

1. Chuyanov, D., Shodmonov, G., Avazov, I., Rashidov, N., Ochilov, S. Soil preparation machine parameters for the cultivation of cucurbitaceous crops // CONMECHYDRO – 2020 IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 883(2020) 012139 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/883/1/012122.

2. Синеоков Г.Н., Панов И.М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. – М.Машиностроение,1977. – 328 с.

3. Циммерман М.З. Рабочие органы почвообрабатывающих машин.-М.: Машиностроение,1978. – 295 с

4. Chuyanov, D., Shodmonov, G., Ismailov, I., Ergashov, G., Sadikov, A. Traction resistance of the combined machine plough, *E3S Web of Conferences*, 2021, **264**, 04036
5. Mirzaev, B., Mamatov, F., Abdullaeva, B., Chuyanov, D., Shodmonov, G., Buriyev, M. Parameters of the soil-holding part of the slurry spreader, *E3S Web of Conferences*, 2023, **383**, 04016
6. Aldoshin, N.V., Mamatov, F.M., Kuznetsov, Y.A., Ismailov, I.I., Kalashnikova, L.V. Loosening and leveling device for preparing soil for melon crops // *INMATEH - Agricultural Engineering* this link is disabled, 2021, 64, стр. 269–278.
7. F Mamatov, K Ravshanov, S Mamatov, I Temirov, D Kuvvatov, A Abdullayev. Combined machine for preparing the soil for re-sowing crops // *AEGIS 2021. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 868(2021) 012066. IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/868/1/012066.
8. F Mamatov, B Mirzaev, P Berdimuratov, M Aytmuratov, B Shaymardanov, D Jumamuratov. Traction resistances of the cotton seeder moulder // *AEGIS 2021. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 868(2021) 012052. IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/868/1/012052.
9. Mirzaev, B., Steward, B., Mamatov, F., Tekeste, M., Amonov, M. Analytical modeling soil reaction forces on rotary tiller // *American Society of Agricultural and Biological Engineers Annual International Meeting, ASABE*, 2021. 2280–2289 pp. DOI: 10.13031/aim.202100901.
10. Aldoshin N., Kurbanov Sh., Abdullaev A., Khujayev A and Choriyeva D. Parameters of the angle-lift of the front plow for smooth, rowless plowing // *E3S Web of Conferences* 264, 04042 (2021) *CONMECHYDRO – 2021*. doi.org/10.1051/e3sconf/202126404042.
11. Fayzullayev, Kh, Mamatov, S, Radjabov, M, Sharipov, Sh, Tavashov, R and Nurmanova, M. The quality of loosening the soil with subsoilers of the combined machine // *IPICSE 2020. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 1030 (2021) 012171. IOP Publishing. doi:10.1088/1757-899X/1030/1/012171.
12. Temirov, I, Ravshanov, Kh, Fayzullaev, Kh, Ubaydullaev, Sh and Kodirov, U. Development of a machine for preparing the soil for sowing melons under the film // *IPICSE 2020. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 1030 (2021) 012169. IOP Publishing. doi:10.1088/1757-899X/1030/1/012169.

13. Абезин В.Г. Механизация возделывания бахчевых культур на основе ресурсосберегающих почвозащитных технологий: Дис. ...д-ра техн. наук., Волгоград, 2004, – 478 с.
14. Эм А.Д., Жуков В.Н., Қодиров А.Э. Рекомендации по применению механизированных технологии и комплекса машин для возделывания бахчевых культур. –Тошкент, 1989. – С.1-13.
15. Мальюков В.И. Механизация бахчеводства. – Волгоград, Нижн.-Волж. Кн. изд-во, 1982. – С. 6-14.
16. Chuyanov, D., Shodmonov, G., Ergashov, G., Choriyev, I. Combination machine for soil preparation and sowing of gourds, *E3S Web of Conferences*, 2021, **264**, 04035
17. Гячев Л.В. Теория лемешно-отвальной поверхности.-Зерноград», 1961. – 317 с.
18. Ким А.И. Выбор основных параметров рабочего органа для выравнивания поверхности поля после пахоты //Вопросы механизация и электрификасия сельского хозяйства/. – Ташкент, 1959.
19. Chuyanov, D.Sh., Mamatov, F.M., Shodmonov, G.D. Main parameters of manure sealer, *E3S Web of Conferences*, 2023, **401**, 04031
20. Имандосов А.Л. Результаты исследования основных показателей работы корпусов двухярусних плугов // Механизация хлопководства, 1988. – С.7.