

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

УДК 631.31; 631.331

**К РАЗРАБОТКЕ КОМБИНИРОВАННОГО ОРУДИЯ
ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ И ЧИЗЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ
ПОЧВЫ ДЛЯ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР
НА ЮГЕ КАЗАХСТАНА**

**А.С. Рзалиев, к.т.н., профессор,
С.Б. Бекбосынов, к.т.н., профессор, В.П. Голобородько, к.с.-х.н.,
Ш.Б. Бекмухаметов, PhD докторант**
*Казахский национальный аграрный университет
г. Алматы, Республика Казахстан*

Введение

Применение комбинированных обработок почвы позволяет в достаточной степени снизить количество проходов по полю сельскохозяйственных агрегатов, которые вызывают переуплотнение и деградацию плодородных слоев почвы, а также как следствие – увеличение энерго-ресурсозатрат на проведение технологических операций производственного цикла сельскохозяйственной культуры [1,2]. Одной из наиболее ответственных технологических операций при возделывании сельскохозяйственных культур является обработка почвы, которая должна быть выполнена в сжатые агротехнические сроки и с требуемым качеством. Качеству обработки принадлежит важная роль в повышении продуктивности сельскохозяйственных культур [3].

К настоящему времени распространение получают комбинированные орудия, выполняющие несколько различных технологических операций, что ускоряет производственный процесс, исключает многократные проходы агрегата по полю, снижает расход горючего и время на холостые проезды. Совмещение операций сокращает разрыв во времени между предпосевной обработки почвы и посевом, что является важным резервом в использовании почвенной влаги [3]. В связи с этим, разработка комбинированного орудия со сменными рабочими органами для поверхностной и чизельной

обработки почвы для ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур и обоснование конструктивно-технологической схемы и параметров рабочих органов комбинированного орудия для южной зоны республики является актуальной задачей.

Основная часть

На Юге Казахстана тракторный парк фермерских хозяйств и сельскохозяйственных предприятий состоит из тракторов кл. 14 кН (Беларус 80/82), 20 кН (Беларус 1221, 1523) и 30 кН (Т-150К, ХТЗ 17221, Беларус 2022). В хозяйствах практически не имеется тракторов кл. 50 кН.

Приведенные в обзоре комбинированные орудия металлоёмкие, их рабочие органы не всегда приспособлены к почвенно-климатическим условиям республики, для работы с ними требуются тракторы кл. 50кН.

В связи с этим имеется необходимость разработки комбинированного орудия с набором сменных рабочих органов для сравнительно широко применяемых на Юге Казахстана тракторов кл. 20 и 30 кН. В ходе выполнения научно-исследовательской работы нами была выбрана конструктивно-технологическая схема комбинированного орудия и сформирована техническая задания на разработку конструкторской документации для изготовления экспериментального образца.

При выборе сменных рабочих органов были приняты к руководству рекомендации Казахского НИИ земледелия и растениеводства [4-11]. На основании рекомендаций были определены основные операции обработки почвы по традиционными ресурсосберегающим технологиями. Затем проведен подбор рабочих органов для выполнения технологических операций поверхностной обработки почвы и чизелевания почвы (таблица 1) На основании проведенных исследований были выбраны параметры рабочих органов (таблица 2).

Предполагается, что выбранные типы и параметры рабочих органов разрабатываемого орудия для мелкого рыхления и чизелевания почвы позволят выполнять различные по уровню энергоёмкости технологические операции по обработке почв. Основные конструктивно-технологические требования к разрабатываемому комбинированному орудью приведены в таблице 3.

Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве

Таблица 1 - К выбору сменных рабочих органов для комплектации орудия

Варианты комплектации	Традиционная технология	Ресурсосберегающая технология
Стрельчатая лапа ОП-8 + зубовая подпружиненная борона + прутковый каток.	1,2 и 3-я культивация пара по отвальному фону (6-12 см) под посев озимой пшеницы. Предпосевная обработка почвы с прикатыванием га глубину 6-8 см и 10-12 см.	1,2 и 3-я культивация безотвального пара на глубину 6-12 см. Предпосевная безотвальная обработка почвы на глубину 10-12 см для посева ячменя. Основная осенняя обработка по непаровым предшественникам на глубину 10-12 см для озимой пшеницы и ячменя.
Врезные сферические диски + пружиненная борона + прутковый каток.	Лушение стерни на глубину 6-8 см после зерновых перед вспашкой. Дискование на глубину 7-12 см после сахарной свеклы под озимую пшеницу. Предпосевная обработка почвы на глубину 8-10 см.	Лушение стерни на глубину 6-8 см после зерновых.
Игольчатые диски + зубовая подпружиненная борона + прутковый каток.	Ранневесеннее боронование (закрытие влаги на глубину 4-6 см) при возделывании всех основных с-х культур.	Ранневесеннее боронование (закрытие влаги на глубину 4-6 см) при возделывании всех основных с.-х. культур.
Волнистые диски + ножевой каток.	Послеуборочное измельчение и заделка в почву растительных остатков после уборки высокостебельных культур. Глубина обработки 8-10 см.	
Чизельные глубокорыхлители + зубовая подпружиненная борона + прутковый каток.	Глубокое рыхление почвы на глубину 30-35 см с целью разрушения плужной подошвы, разуплотнения почвы и осеннего и весеннего влагонакопления.	Глубокое рыхление почвы на глубину 30-35 см с целью разуплотнения почвы и осеннего и весеннего влагонакопления.

Таблица 2 – Параметры рабочих органов комбинированного орудия

Наименование	Параметры
Стрельчатая лапа 	Ширина захвата – 330 мм; угол крошения – 27-28 ⁰ ; глубина обработки – 8-14 см; стойка подпружиненная
Сферические диски 	Диаметр – 560 мм; глубина обработки – до 12 см; угол установки – 10-35 ⁰ ; угол атаки – 10-25 ⁰
Волнистые диски 	Диаметр – 560 мм; ширина волны ≈ 20 мм; расстановка сдвоенных дисков, шаг в ряду - 200 мм; расстояние между блоками – 180 мм; расстановка на раме – расстояние между блоками шаг – 400 мм; расстояние между рядами – 700 мм; глубина обработки - до 15 см
Игольчатые диски 	Диаметр – 590 мм; расстояние между блоками – 180 мм; расстановка на раме: расстояние между блоками шаг в ряду – 400 мм; расстояние между рядами – 700 мм; глубина обработки - до 10см; углы установки: в вертикальной плоскости - 15 ⁰ , в горизонтальной плоскости - 15 ⁰
Ножевой каток 	Диаметр – 460 мм; угол винтовой линии – 7 ⁰ ; глубина обработки - 8-12 см
Прикатывающий каток 	Прутковый; диаметр катка - 496 мм; шаг расстановки прутков - 140 мм; полка уголка - 40 мм; диаметр прутка – 22 мм
Чизельный рыхлитель 	Ширина долота – 62 мм; угол крошения – 30 ⁰ ; высота стойки – 650 мм; угол наклона стойки – 85 ⁰ ; глубина обработки – до 35 см

Орудие используется на: предпосевной обработке почвы на глубину 8-14 см, комплектуется культиваторными лапами, блоками сферических дисков, блоками волнистых дисков, блоками игольчатых дисков, подпружиненной зубовой бороной и опорно-прикатывающим катком; чизелевании почвы на глубину до 35 см.

Таблица 3 – Основные конструктивно-технологические требования к комбинированному орудью

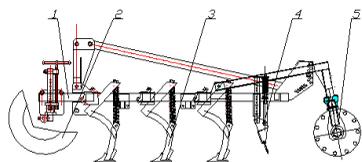
Наименование	Показатели
1	2
Ширина захвата, м	3,6 - 4,0
Глубина рыхления почвы, см:	
- сферическими дисками	до 12
- волнистыми дисками	до 10
- игольчатыми дисками	до 10
- стрелчатými лапами	8...14
- чизельным рабочим органом	до 35
- пружинный каток	диаметр 496 мм
- ножевой каток	диаметр 460 мм
Транспортный просвет, мм	300
Агрегируется с тракторами, класса	2;3
Рабочая скорость, км/ч	до 10
Транспортная скорость, км/ч	до 15
Расчетная производительность, га/ч	до 3,8
Рама сварная	трубы прямоугольного сечения 140×140×5 и 100×100×5 мм
Узлы с волнистыми дисками:	
- количество, шт.	10
- диски волнистые диаметром, мм	560
- расстояние между дисками (междуследие), мм	200
- количество дисков в узле, шт.	2
- расположение узлов	в 2 ряда
- угол атаки дисков, град	0
Узлы с игольчатым диском:	
- диск игольчатый диаметром, мм	590
- расстояние между дисками на раме (междуследие), мм	200
- количество дисков в узле, шт.	1
- расположение узлов на раме	в 2 ряда
- угол атаки игольчатых дисков, град	15
- угол наклона в вертикальной плоскости, град	15
Стрелчатые лапы:	от культиваторов ОП-8(10)
- количество, шт.	15

1	2
- ширина захвата стрелчатой лапы, мм	330
- устанавливаются на брусках рамы в три ряда с расстоянием между рядами, мм	800
- междуследием, мм	270
Чизельные рабочие органы:	глубокорыхлитель
- количество, шт.	10
- устанавливаются на раме орудия в два ряда с расстоянием между рядами, мм	800
- с междуследием, мм	400
Опорно-регулирующие колеса:	
- количество, шт.	2
- пневматические:	760x180 (6,5x16)
В задней части рамы за опорными колёсами устанавливаются секции с опорно-прикатывающим катком:	
- тип катков	прутковый, ножевой
- количество секций, шт.	2
- ширина захвата каждого катка, м	1920
- тип соединения катков с рамой	радиально-шарнирный, с возможностью регулирования высоты положения
- механизм соединения катков с рамой должен позволять устанавливать их на заданную глубину рыхления почвы, см	6...8
Масса орудия, кг	2500 - 3300

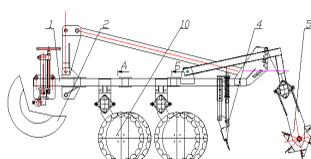
На основании разработанных конструктивно-технологических требований были приняты следующие модели конструктивно-технологических схем комбинированного орудия для глубокого и мелкого рыхления почвы (рисунок 1).

Экспериментальный образец комбинированного орудия для поверхностной и чизельной обработки почвы был изготовлен на экспериментальном заводе ТОО КазНИИМЭСХ в следующих компоновочных схемах (рисунок 2):

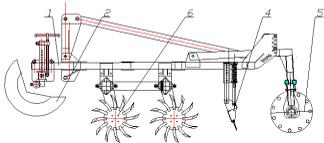
- стрелчатые лапы + зубовая подпружиненная борона + каток (а) ;
- волнистые диски + зубовая подпружиненная борона + ножевой каток(б);
- игольчатые диски + зубовая подпружиненная борона + каток (в);
- сферические диски + зубовая подпружиненная борона + каток (г);
- чизельные рыхлители + каток (д).



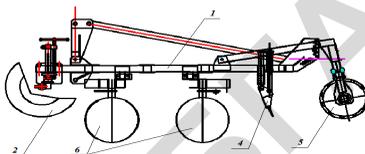
а) стрелчатые лапы+зубовая подпружиненная борона + каток



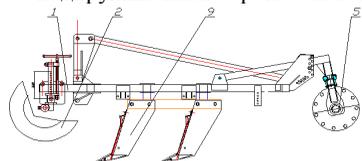
б) волнистые диски + зубовая подпружиненная борона + ножевой каток



в) игольчатые диски + зубовая подпружиненная борона + каток



г) сферические диски + зубовая подпружиненная борона + каток



д) чизельный рыхлитель + каток

Рисунок 1 – Компонентные схемы экспериментального образца:
1-рама, 2-опорно-регулирующее колесо, 3-стрелчатые лапы, 4 - зубовая пружинная борона, 5-каток, 6-блок с игольчатыми дисками, 7-блок с сферическими дисками, 8-ножевой каток, 9-блок с чизельными рабочими органами, 10-блок с волнистыми дисками

Предварительные испытания экспериментального образца проводились весной и осенью. Экспериментальный образец испытывался на операции по предпосевной подготовке почвы. Предшествующая обработка - зяблевая вспашка с последующим весенним боронованием. Испытания проводились в к/х «Мухамедиев Ч.К.» Енбекшиказахского района Алматинской области. В таблице 4 приведены условия испытаний.

Испытывалось комбинированное орудие в следующих компонентных схемах:

- игольчатые диски + зубовая подпружиненная борона + каток;
- волнистые диски + зубовая подпружиненная борона + ножевой каток;

- сферические диски + зубовая подпружиненная борона + ножевой каток;
- чизельные рыхлители + каток.



а) стрельчатые лапы + зубовая подпружиненная борона + каток



б) волнистые диски + зубовая подпружиненная борона + ножевой каток



в) игольчатые диски + зубовая подпружиненная борона + каток



г) сферические диски + зубовая подпружиненная борона + каток



д) чизельный рыхлитель + каток

Рисунок 2 - Экспериментальный образец

Результаты испытаний показали что экспериментальный образец изготовленный по компоновочным схемам: игольчатые диски + зубовая подпружиненная борона + каток; сферические диски +

зубовая подпружиненная борона + каток; чизельные рыхлители + каток обеспечил качественное выполнение технологических операций. Полученные показатели глубины обработки, плотности, твердости, качества крошения, гребнистости соответствовали ТЗ на экспериментальный образец. Комбинированное орудие для поверхностной и чизельной обработки почвы в компоновочной схеме с волнистыми дисками не обеспечил необходимое заглубление рабочих органов и степень измельчения кукурузы.

Таблица 4 - Условия испытаний на предпосевной весенней обработке почвы

Показатели	Значения показателей	
	по ТЗ	по результатам испытаний
Предшествующая операция	зяблевая вспашка + боронование	
Тип почвы и название по механическому составу	почва любого типа и механического состава	среднесуглинистая светло-каштановая почва
Влажность почвы, %, по слоям, см	30-75% от ППВ	
0-5		16,1
5-10		18,5
10-20		20,3
Плотность почвы, г/см ³ по слоям, см	-	
0-5		0,95
5-10		1,1
10-20		1,25
Твердость почвы, МПа в слое, см :	до 2,5	
0-5		1,2
5-10		1,4
10-15		1,6
15-20		
Гребнистость поверхности поля, ± см	до ± 5 см	
- среднее арифметическое значение, \bar{X} (см)		6,7
- среднеквадратическое отклонение, ±σ (см)		1,36
- коэффициент вариации, γ (%)		20,4

Результаты исследований показали, что для заглубления волнистых дисков на 10см (установочная глубина обработки) необходима нагрузка более 200 кг.

Определение энергетические показатели работы комбинированного орудия. Энергетические показатели определялись при его агрегировании с трактором Беларус 2022.3. В таблице 5 приведены результаты определения энергетических показателей агрегата Беларус 2022.3 + компоновочные варианты комбинированного орудия.

Таблица 5 – Энергетические показатели агрегата Беларус 2022.3 + компоновочные варианты комбинированного орудия

Показатели	Глубина обработки, см		
1	2		
<i>Компоновочная схема: игольчатые диски + зубовая подпружиненная борона + каток</i>			
Глубина обработки, см	5		
Энергетические показатели:			
-тяговое сопротивление, кН	11,4		
-удельное тяговое сопротивление, кН/м	2,85		
- расход топлива за время основной работы, кг/га	5,2		
<i>Компоновочная схема: волнистые диски + зубовая подпружиненная борона + ножевой каток</i>			
Глубина обработки, см	5,5		
Энергетические показатели:			
-тяговое сопротивление, кН	12,0		
-удельное тяговое сопротивление, кН/м	3,0		
- расход топлива за время основной работы, кг/га	5,1		
<i>Компоновочная схема: стрелчатые лапы + зубовая подпружиненная борона + каток</i>			
Глубина обработки, см	8	12	16
Энергетические показатели:			
-тяговое сопротивление, кН	18	20	23
-удельное тяговое сопротивление, кН/м	4,5	5,0	5,8
- расход топлива за время основной работы, кг/га	8,6	10,1	13,2
<i>Компоновочная схема: сферические диски + зубовая подпружиненная борона + ножевой каток</i>			
Глубина обработки, см	9,7		
Энергетические показатели:			
-тяговое сопротивление, кН	12,0		
-удельное тяговое сопротивление, кН/м	3,0		
- расход топлива за время основной работы, кг/га	5,1		

Окончание таблицы 5

1	2		
<i>Компоновочная схема: чизельные рыхлители + каток</i>			
Глубина обработки, см	20	27	31
Энергетические показатели:			
-тяговое сопротивление, кН	23,1	26,4	28,7
-удельное тяговое сопротивление, кН/м	5,2	5,5	5,9
- расход топлива за время основной работы, кг/га	13,1	15,1	16,5

Результаты исследований показали, что условия проведения эксплуатационно-технологических испытаний орудия, а также полученные при этом эксплуатационно-технологические показатели на операциях по предпосевному рыхлению отвального фона стрельчатыми лапами в весенний период, в осенний период сферическими дисками отвального и стерневого фона, игольчатыми дисками стерневого фона, а также чизелеванию стерневого фона соответствуют требованиям технического задания.

Заключение

Анализ патентной и научно-технической литературы по разрабатываемым машинам показывает, что создание комбинированного орудия для поверхностной и чизельной обработки почвы для орошаемой зоны земледелия в Южном регионе Казахстана является актуальным и совпадает с мировой тенденцией развития сельскохозяйственного машиностроения.

Выбраны и обоснованы параметры рабочих органов орудия, разработана его конструктивно-технологическая схема, техническое задание и конструкторская документация для изготовления экспериментального образца. Изготовлен экспериментальный образец и проведены его предварительные испытания. По результатам предварительных и хозяйственных испытаний доработано техническое задание, чертежная документация.

Изготовлен улучшенный экспериментальный образец и проведены его полевые и хозяйственные испытания, согласно которым функциональные, энергетические, эксплуатационно-технологические показатели обеспечивают условия эффективного использования комбинированного орудия для поверхностной и чизельной об-

работки почвы для ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур на Юге Казахстана.

Литература

1 Жук А.М. Эффективность комбинированных агрегатов [Текст] / А.М. Жук // Сельский механизатор. – М., 2005. – №10. – С. 12-13.

2 Прокопенко В.А. Эффективность отечественных и зарубежных зерновых технологий // Техника и оборудование. – 2001. – № 8. – С. 17–20.

3 Васильев В.В. Создание почвообрабатывающих машин нового поколения [Текст] / В.В. Васильев, В.Н. Зволинский // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – М., 2003. – №11.

4 Система машинных технологий возделывания зерновых культур на богарных и сои на орошаемых землях юго-востока республики Казахстан. / Рекомендации МСХ Республики Казахстан, РГП «НПЦ МСХ», РГП «НПЦ земледелия и растениеводства». – Алматы 2007.

5 Ерлепесов М.И., Алмантаев Е.А. Орошаемое земледелие. «Кайнар» – Ал-маты. – 1968. – 231с.

6 Кант Г.Т. Земледелие без плуга, предпосылки, способы и границы прямого посева при возделывании зерновых культур / пер. с нем. Е.И.Кошкина. - М.: Колос, 1980. - 158 с.

7 Минимализация обработки почвы под озимую пшеницу на богаре (Рекомендации)/ МСХ Республики Казахстан, АО «КазАгроИнновация», «НПЦ земледелия и растениеводства». - Алматы, 2008.

8 Гурьев И.И., Каргамышев И.Н. Обоснование агротребований на технические средства для минимализации обработок почвы // Техника в сельском хозяйстве. – 1992. – № 4.

9 Кирюшин В.И. Минимальная обработка почвы: перспективы и противоречия // Земледелие. – 2006. – № 5. – С. 12–14.

10 Методические рекомендации по применению минимальной и нулевой обработок почвы на богарных землях Юго-Востока Казахстана / МСХ Республики Казахстан, АО «КазАгроИнновация», КазНИИЗиР. – Астана, 2011.

11 Диверсификация – путь к созданию устойчивой и продуктивной агроэкосистемы (Рекомендации)/ МСХ Республики Казахстан АО «КазАгроИнновация», «КазНИИЗиР». – Астана, 2013.