

Б.Н. Нуралин¹, С.В. Олейников¹, М.С. Галиев¹

¹Западно-Казахстанский аграрно-технический университет
им. Жангир хана, г. Уральск, Казахстан

СОВРЕМЕННАЯ ТЕНДЕНЦИЯ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКЦИИ ОТВАЛЬНЫХ ПЛУГОВ

Аннотация. В настоящее время предпочтение отдается универсально-пропашным тракторам, которые наиболее рациональны в ходе подготовки почвы к посеву, послепахотной обработки почвы на малых площадях и в качестве транспортных машин. Они имеют следующие преимущества по сравнению с серийными отвальными плугами: отсутствие «развальных» и «свальных» борозд и клиньев, которые препятствуют выполнению последующих операций по возделыванию сельхозкультур и требуют дополнительных затрат для их выравнивания; повышение производительности агрегата путем сокращения холостых ходов до минимума, без увеличения ширины захвата и скорости. Для эффективного использования универсально-пропашных тракторов тягового класса 2.0 и 3.0 при основной обработке почвы был разработан поворотный плуг с симметричным ромбовидным отвалом, выполняющий гладкую вспашку без гребней при наименьших энергозатратах. Новизна конструкции защищена патентом на полезную модель.

Ключевые слова: универсально-пропашные трактора, оборотные и поворотные плуги, гладкая вспашка, тяговое сопротивление

• • •

Түйіндеме. Қазіргі таңда ауыл шаруашылығы өндірушілері әмбебап-жырты тракторларын тиімді деп санайды, олар топырақты егуге дайындау барысында, епс жұмыстары кезінде, шағын алаңдарда топырақты жыртыудан кейінгі еңдеу кезінде, көлік машиналары және өртүрлі жылжымалы және стационарлық машиналар жетегі ретінде неғұрлым ұтымды пайдаланылады. Олар сериялық қайырмалы соқалармен салыстырғанда мынадай артықшылықтарға ие: ауыл шаруашылығы дақылдарын өсіру кезінде ары қарай операцияларды орындауға кедергі келтіретін және оларды теңестіру үшін қосымша шығындарды талап ететін «қираған» және «құлаған» жырталар мен сыналардың болмауы; алым ені мен жылдамдығын ұлғайтпай, бос жүрістерді неғұрлым қысқарту жолымен агрегаттың өнімділігін арттыру. 2.0 және 3.0 тартымдық класты әмбебап-жырты тракторларын тиімді пайдалану

үшін топырақты негізп еңдеу кезінде біз симметриялы ромб тәрізді қайырмасы бар бұрылмалы соқасын әзірледік. Конструкцияның жаңалығы пайдалы модельге патентпен қорғалған.

Түйінді сөздер: Қуаттылығы жоғары тракторлары, айналмалы және бұрылмалы соқалар, тегіс жырту, тарақтық, тарту кедергісі

...

Abstract.. Recently, versatile cultivating tractors have become increasingly popular, which are most rationally used during the preparation of the soil for sowing, during sowing, tillage tillage in small areas, as transport vehicles and to drive various mobile and stationary machines. Increasing the efficiency of using these tractors in primary tillage is possible by aggregating rotary plows to ensure smooth plowing. They have the following advantages compared to standard dump plows: the absence of “breakup” and “dump” furrows and wedges that impede the performance of subsequent operations for cultivating agricultural crops and require additional costs for their alignment; increased unit productivity by reducing the idling to a minimum, without increasing the working width and speed. For the efficient use of the universal cultivating tractors of traction class 2.0 and 3.0 for primary tillage, we have developed a rotary plow with a symmetrical diamond-shaped dump, performing smooth plowing without ridges at the lowest energy consumption. The novelty of the design is protected by a utility model patent

Keywords: versatile row-crop tractors, reversible and rotary plows, smooth plowing, combing, traction resistance

Введение. Мировой и отечественный опыт показывает, что дальнейший прогресс в земледелии возможен при отказе от затратных агротехнологий и переходе на ресурсо - и энергосберегающие системы, т.к. многократно возросла стоимость сельскохозяйственной техники и энергоносителей. Для решения указанных проблем возникла необходимость в разработке и внедрении в АПК альтернативных средств обработки почвы, которые будут способствовать стабилизации урожайности возделываемых культур при одновременном сохранении плодородия почвы. Основной упор при эксплуатации почвообрабатывающих машин делался на повышение скорости и ширины захвата, где использовались энергонасыщенные трактора. Они давали экономический эффект при обработке полей больших размеров (не менее 300...400 га). За время аграрных преобразований в Республике Казахстан сложилась многоукладная экономика на базе негосударственных сельхозформирований, изменилась структура и

сократился удельный вес земельных угодий по субъектам хозяйствования [1].

Наибольшее распространение среди сельскохозяйственных товаропроизводителей получили крестьянские хозяйства (65 крупных крестьянских и фермерских хозяйств с площадью сельхозугодий превышающей 20 тыс.га.), доля которых в структуре сельскохозяйственных формирований составляет около 90 %, из них только 4 крестьянских и/или фермерских хозяйства располагают наделами пашни более 20 тыс. га. Они расположены в Карагандинской (24,6 тыс.га), Костанайской (24,3 тыс.га), Северо-Казахстанской (21,1 тыс.га) и Акмолинской (20,3 тыс.га) областях. Крестьянские и/или фермерские хозяйства Западно-Казахстанской области (ЗКО), занимающиеся возделыванием зерновых культур, имеют совокупный объем сельхозугодий в пределах 2,5 ÷ 5,5 тыс.га, а выращиванием овощей и корнеплодов - менее 1 тыс.га.

В этих условиях сельхозпроизводителями предпочтение отдается универсально-пропашным тракторам, как наиболее рациональным при использовании на малых площадях. Тракторы данного типа эффективны в ходе подготовки почвы к посеву, во время посевных работ, послепахатной обработке почвы. Они широко используются в качестве транспортных машин и привода различных передвижных и стационарных машин.

Обзор и анализ конструкции плугов. Появление на рынке сельхозтехники тракторов: МТЗ 1021; МТЗ 1025.2; МТЗ 1020.3; МТЗ 1220.3; МТЗ 1221.2 тягового класса 2,0 и особенно - МТЗ 1523; МТЗ 1525 тягового класса 3,0, позволяет использовать их на энергоёмких операциях - основной обработке почвы отвальными плугами ПЛН [2]. К тракторам МТЗ выпускаются плуги ПЛН серий: 3-35, 4-35, 5-35, 4-80, технические характеристики которых приведены в таблице 1.

Основными недостатками таких пахотных орудий являются [2,3]:

- необходимость разбивки поля на загонки с последующим образованием на поле свальных гребней и развальных борозд, что негативно сказывается на движении последующих в технологической цепочке машин и механизмов;

- «холостые переезды» значительно снижают общую производительность пахотных агрегатов, особенно на небольших по размерам полях с отклонением от прямоугольного абриса.

Таблица 1 - Технические характеристики моделей плугов ПЛН

Технические характеристики		Наименование плуга			
		ПЛН 3-35	ПЛН 4-35	ПЛН 5-35	ПЛН 4-80
Производительность при различном скоростном режиме, га/ч	5-7	0 53-0,74		0,87-1,20	
	7-9	0,74-0,95	0,98-1,26	1,20-1,60	3,01
	9-12	0 95-1,26		1,60-2,10	
Ширина захвата, м		1,05	1,40	1,75	3,20
Глубина пахоты, см		20-30	20-30	20-30	18
Количество корпусов		3	4	5	4

Применение оборотных плугов позволяет исключить разбивку поля на загонки, что повышает производительность пахотных агрегатов и создает хорошие условия для движения машин при послепахотной обработке [4,5]. На рынке агропромышленной техники оборотные плуги представлены моделями российских и других зарубежных производителей: *Gregoire Besson; Kverneland; Lemken; Kuhn; Gaspardo* и модели ППО российского или белорусского производства.

Оборотный плуг имеет сложную конструкцию. Состоит он из двух комплектов корпусов, которые расположены на горизонтальной раме в противовес друг другу. Во время работы одни корпуса опускаются в почву, а вторые в противовес находятся на поверхности. При выборе конструкции плуга, в первую очередь, обращают внимание на основные характеристики:

1. Мощность техники, с которой будет агрегатироваться навесное оборудование. Чем мощнее трактор, тем больше корпусов может иметь плуг;
2. Защитное устройство. Бывают модели с рессорной и болтовой защитой, реже с обрезной гайкой;
3. Толщина рамы, стандартные размеры для трактора 140 и 180 мм;
4. Глубина пахоты, на которую регулируется оборудование.

Компания **Lemken** выпускает навесные и полунавесные оборотные плуги. Наличие корпусов у оборудования от 1 до 6 (таблица 2). Корпусы располагаются на расстояние друг от друга на 90...100 см. Плуги агрегируются с тракторами с мощностью двигателей от 45 до 250 л. с.

Таблица 2 - Характеристики оборотных плугов Lemken

Технические характеристики	корпуса				
	2	3	4	5	6
Размер рамы: 110x110x8 мм					
Ширина обработки, см	60-100	90-150	120-200		
Вес оборудования, кг	552	707	862		
Необходимая мощность, л.с	70	80	100		
Размер рамы: 120x120x10 мм					
Ширина обработки, см		90-150	120-200	150-200	
Вес оборудования, кг		753	949	1 180	
Необходимая мощность, л.с		100	130	160	
Размер рамы: 140x140x10 мм					
Ширина обработки, см			120-200	150-250	180-300
Вес оборудования, кг			1 210	1 410	1 610
Необходимая мощность, л.с			160	190	230
Размер рамы: 160x160x10 мм					
Ширина обработки, см			120-200	150-250	180-300
Вес оборудования, кг			1280	1495	1710
Необходимая мощность, л.с			180	210	250

Особенности плугов *Lemken*:

1. Наличие двойного цилиндра переключения;
2. Новейшая гидравлика *Унитрон*;
3. Автоматика для вертикального крепления плуга, что упрощает работы.

Плуг оборотный навесной 5,6,8-корпусной российского производства ППО выпускается на Чувашском машинотракторном заводе, в Москве, Санкт-Петербурге и в Ростове-на-Дону (таблица 3). Аналоги производят на Украине, в Белоруссии. Полунавесной оборотный плуг, массивный и предназначен для обработки полей более 2 га. Агрегируется с тракторами мощностью от 140 л.с. Глубина обрабатываемой почвы до 27 см.

Отличительные особенности модели:

1. Рама выполнена из прочной сварной стали;
2. Существует защитная рессорная или полуболтовая система;

3. Оборудованы корпуса, которые позволяют работать на средне засоренной почве.

Таблица 3 - Технические характеристики ППО

Технические характеристики	Наименование плуга			
	ППО 4-40	ППО-4+140КЗ	ППО-7-40	ППО-8-40К
Производительность, ч./га	1,12-1,44	2-2,1	2,52	2,16-2,88
Ширина обработки, м	1,16	1,6-2	2,8	3,2
Скорость движения, км/ч	7-9	7-10	7-9	7-8,8
Вес оборудования, кг	2810	3100	5100	5500
Агрегируется с тракторами мощностью, л.с.	140	160-170	245	280

Пятикорпусный плуг ПСКУ агрегируется с тракторами марки Т-150, 150К, МТЗ-1523, ДТ-175. Трактор при работе с плугом передвигается рядом, а не по борозде, поэтому почва получается ровной. При работе с тракторами марки Т-150 производительность высокая (2-3 га/ч). Расход топлива при работе 6-7 л/га (таблица 4)

Таблица 4 - Технические характеристики плугов ПСКУ

Технические характеристики	Наименование плуга	
	ПСКУ 5	ПСКУ 6
Ширина захвата, м	3	3,5
Рабочая скорость, км/ч.	до 10	до 9
Вес оборудования, кг	1040	1160

Как видно из конструкций оборотных плугов, их основными недостатками являются:

- высокая металлоемкость, связанная с двойным комплектом рабочих органов;
- относительно сложная регулировка плуга, связанная с конструктивными особенностями.

В настоящее время активно проводятся научные исследования по разработке поворотных плугов для гладкой вспашки, которые обеспечивают челночный способ движения агрегата, менее металлоемкий по сравнению с оборотными плугами.

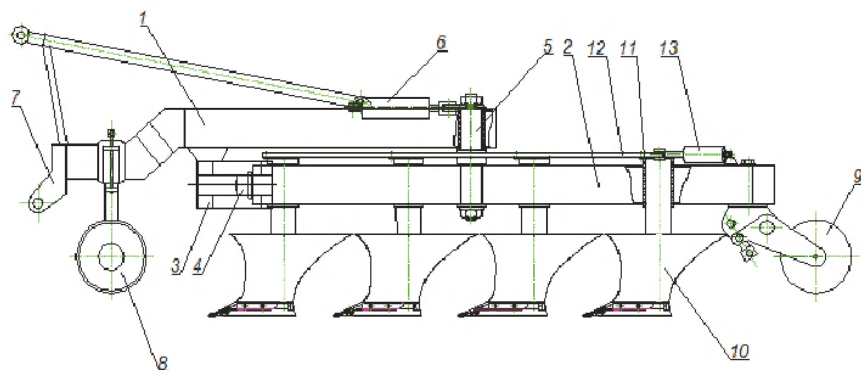
На основе проведенного анализа тенденции развития плугов можно привести классификацию лемешных отвальных плугов (рисунок 1) [6-9].



Рисунок 1 – Классификация лемешных отвальных плугов отечественного и импортного производства для вспашки старопахотных земель

Основными недостатками плугов являются: отдельные лево - и правооборачивающие отвальные корпуса, несовершенные механизмы поворота рамы плуга, которые не обеспечивают угол установки лемеха к стенке борозды 420, гребнистость поверхности поля из-за прямоугольной формы пласта, созданные серийными отвалами с длинными крыльями [10-13].

Результаты исследования. В Западно-Казахстанском аграрно-техническом университете им. Жангир хана была разработана конструкция поворотного плуга для гладкой вспашки (рисунок 2) и получено положительное решение на патент - полезную модель [14, 15].



- 1 - брус продольной рамы; 2 - основной рабочий брус; 3 - дугообразная направляющая; 4 - опорный ролик; 5 - шарнир; 6,13 – гидроцилиндры; 7 - механизм навески; 8,9 - переднее и заднее опорные колеса; 10 - ромбовидный плужный корпус; 11 - кривошип; 12 - соединительная рейка;

Рисунок 2 – Схема поворотного плуга

Данный плуг разработан в плане дальнейшего совершенствования универсальной рамы [16] для комплекта рабочих органов почвообрабатывающих орудий.

Конструкция плуга разрабатывалась для агрегатирования с тракторами МТЗ и согласована с техническими характеристиками трактора (рисунок 3).

Ширина захвата корпуса принята стандартной – 35 см. Корпус принят ромбовидный, обладающий следующими достоинствами:

- тяговое сопротивление такого рабочего органа на 15 ÷ 20% меньше, нежели у обычного, отрезающего пласт почвы прямоугольного сечения;
- форма борозды наиболее полно соответствует форме задних колес трактора, что снижает сопротивление перекатывания и уплотнения ранее вспаханного поля;
- крыло отвала и его полевой обрез представляют собой единое целое, что позволяет обеспечивать оборот пласта в право- и левооборачивающих режимах;
- Ось продольной рамы совпадает с продольной осью трактора.

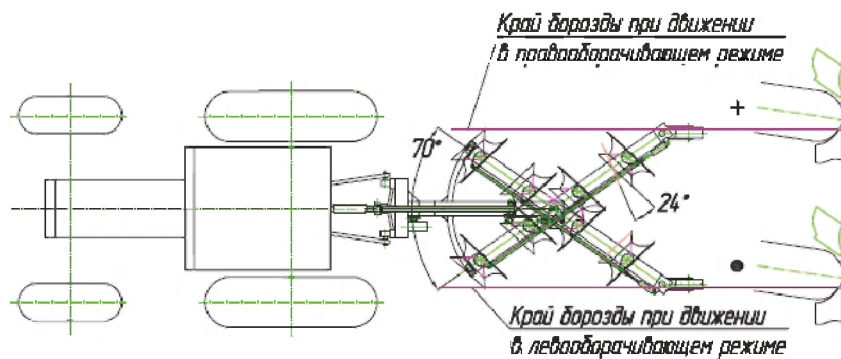


Рисунок 3 – Схема агрегата для определения параметров плуга

Первый корпус в лево- и правоборачивающем режиме идет с незначительным ($15 \div 20$ мм) перекрытием. Тогда, угол поворота рабочего бруса 2 составит $70^\circ (\pm 35^\circ)$, а поворот стоек рабочих органов относительно рабочего бруса – $24 (\pm 12)^\circ$. Поворот рабочего бруса осуществляется гидроцилиндром 6 через кривошип 5, а рабочих органов – гидроцилиндром 13 через кривошипы 11 посредством рейки 12. К брусам продольной рамы жестко крепится дугообразная направляющая 3 с внутренней дорожкой для движения опорного ролика 4, которая обеспечивает:

1. Компенсацию изгибающего момента на шарнире продольного и рабочего брусом, увеличивая жесткость конструкции;
2. Фиксацию рабочего бруса в том или ином положении.

Общий угол поворота рабочих органов составляет 94° , из которых на 70° они поворачиваются совместно с основным рабочим брусом, и на $\pm 12^\circ$ поворачиваются относительно оси основного рабочего бруса. В конце основного рабочего бруса установлено второе опорное колесо 9 флюгерного типа с механизмом регулировки глубины пахоты.

Заключение. 1. На полях длиной гона менее 500м основная обработка почвы пахотным агрегатом, укомплектованного из универсально-пропашного трактора и поворотного плуга с небольшой шириной захвата при челночном способе движения обеспечивает гладкую вспашку наименьшими энергозатратами по сравнению с серийными широкозахватными агрегатами; 2. Разработанный поворотный плуг с симметричными ромбовидными

укороченными отвальными корпусами имеет наименьшую металлоемкость, низкое тяговое сопротивление и обеспечивает выровненную поверхность поля по сравнению с серийными отвалами.

Список литературы

1 Ахмеденов К.М. Современное состояние земельных ресурсов Западно-Казахстанской области (в пределах Волго-Уральского междуречья)// Вестник Казахского национального технического университета имени К.И. Сатпаева. - 2010.- №2 (78).- С.3-8.

2 Источник: <http://oselhoztehnike.ru/pochvoobratatyvayushhaya/plugin-diyamtz-82.html>

3 Стрижов В. А. Сравнительная оценка производительности пахотных агрегатов/ В. А. Стрижов //Сб. науч. трудов ЧИМЭСХ. – Челябинск, 1983. – С.34-37.

4 От моноблока до комбайна [Электронный ресурс]: <http://oselhoztehnike.ru/pochvoobratatyvayushhaya/plugin-oborotnyj.html>

5 Патент РФ 2300180. Навесной оборотный плуг/ Куценко С. Н., Липицкий С. Г. 10.06.2007г.

6 Марнов С. В. Повышение эффективности вспашки путем использования поворотного плуга с изменяемыми параметрами/ С. В Марнов // Автореферат дисс. канд. тех. наук. – Мичуринск-Наукоград, 2013. – 20с.

7 Сакур В.А. Тенденции развития плугов и орудий для гладкой вспашки: обзорная информ./ В.А. Сакур, Я.П. Лобачевский, М.С. Максименко, Л.М. Майорова, В.В. Шаров - М.: ЦНИИТЭИтракторосельмаш, 1989. - 36 с. (Сер. Сельскохозяйственные машины и орудия; Вып. 4).

8 Чупин П.В. Обоснование схемы плуга для ромбовидной вспашки / П.В. Чупин// автореф. дисс. канд. техн. наук. - Челябинск, 1987. -19с.

9 Нуралин Б.Н. Обоснование эффективности гладкой вспашки поворотным плугом/ Б.Н. Нуралин, М. М. Константинов, М.С. Галиев и др.// Известия Оренбургского госагроуниверситета. – Оренбург, 2019, № 3 (77). – С. 147-150.

10 Патент 2342819 РФ. Плуг для гладкой вспашки/ С.И. Мухамедшин, П.И. Макаров, Г.С. Юнусов, А.Ф. Ахметов, Р.Х. Марданов. №2007102434; заявл. 22.01.2007; опубл. 10.01.2009. Бюл.№1. 122

11 Зазуля А.Н. Повышение эффективности вспашки поворотным плугом/ А.Н. Зазуля, Ю.А. Тырнов, А.В. Балашов, С.В. Марнов, В.П. Белогорский // Техника в сельском хозяйстве, 1, 2013. - С. 4-6.

12 Патент РФ 2420937. Плуг для гладкой пахоты/ Семенова Е. И., Семенов В. А., Семенов А. В. 20.06.2011г.

13 Патент РФ 2202864. Плуг для гладкой пахоты/ Сизов О.А., Ларионов М.А., Мамедова Л.В., Педай Н.П., Поляков А.Г., Овчинникова Н.И. 27.04.2003г.

14 Патент на полезную модель «Плуг поворотный с ромбовидными рабочими органами для гладкой пахоты»/ Б.Н.Нуралин, С.В. Олейников, В.С. Кухта, М. С. Галиев //Регистр. номер заявки 2019/0710.2// Положительное решение от 22 октября 2019г. Регистр. № 42225.

15 *Нуралин Б. Н.* Обоснование формы и параметров ромбовидного рабочего органа поворотного плуга для гладкой вспашки/ Б. Н. Нуралин, С.В. Олейников, А. Ж. Мурзагалиев// Журнал «Новости науки Казахстана» - Алматы, №2, 2016. -С.186-195.

16 Патент на изобретение KZ В 22323 «Рыхлитель для основной обработки почвы/Б.Н. Нуралин, М.М. Константинов, С.З. Есенжанов, С.В. Олейников // Комитет по правам интеллектуальной собственности Министерства юстиции Республики Казахстан. БИ .№2 от 15.02.2010г.

Нуралин Б.Н., доктор технических наук, профессор,
e-mail: bnuralin@mail.ru,

Олейников С.В., кандидат технических наук, доцент,
e-mail: oleinikov@mail.ru

Галиев М.С., докторант PhD, e-mail: manarbek -1980@mail.ru