

положение ковша к вертикали при его подъеме, возможно до определенных пределов во избежание высыпания материала, можно рекомендовать производить разгрузку ковша совмещенным способом (при одновременном подъеме стрелы) на конечном участке движения стрелы, что даст значительное энергосбережение и экономический эффект, выражающийся в экономии топлива и увеличении ресурса гидрооборудования вследствие уменьшения силы $F_{\text{ш}}$, а следовательно, и давления в стреловых гидроцилиндрах в процессе разгрузки ковша.

27.09.13

Литература

1. Базанов, А.Ф. Самоходные погрузчики / А.Ф. Базанов, Г.В. Забегалов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 406 с.
2. Справочник конструктора дорожных машин. – 2-е изд., перераб. и доп. / И.П. Бородачев [и др.]; под ред. И.П. Бородачева. – М.: Машиностроение, 1973. – 503 с.
3. Система слежения и управления рабочим органом одноковшового фронтального погрузчика: пат. 16237 Респ. Беларусь, МПК 16237 С2 Е 02F 343 / А.Н. Смирнов; заявитель ОАО «Амкодор». – № а 20091596; заявл. 12.11.09; опубл. 30.08.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 4. – С. 109.

УДК 631.312

**Н.Д. Лепешкин, П.П. Костюков,
Г.И. Павловский, Е.Л. Шибут**

*(РУП «НПЦ НАН Беларусі по
механізацыі сельскага гаспадарства»,
г. Мінск, Рэспубліка Беларусь)*

**РЕЗУЛЬТАТЫ
ИСПЫТАНИЙ ПЛУГА
ПОЛУНАВЕСНОГО
ОБОРОТНОГО
ПО-(6+4)-40/45**

Введение

В системе традиционного земледелия в Республике Беларусь еще широко применяется вспашка почв. Она обеспечивает оборачивание пласта, крошение и перемешивание почвы, позволяет заделывать в почву все пожнивные остатки и органические удобрения, а также уничтожать сорняки. Кроме того, в процессе вспашки к поверхности почвы перемещаются питательные вещества, вымытые водой в нижние части пахотного горизонта.

С целью улучшения качества вспашки, исключения дополнительных операций по разбивке полей на загоны и разделке развалных борозд, а также повышения производительности пахотных агрегатов в Республике Беларусь в первой из стран СНГ начала внедряться в сельскохозяйственных предприятиях гладкая вспашка вместо загонной. В настоящее время уже освоено производство семейства навесных и по-

дунавесных оборотных плугов, отличающихся количеством корпусов – от 3 до 9 штук, агрегируемых с тракторами мощностью 80–300 л.с. [1]. При этом плуги с максимальным количеством корпусов 8–9 штук обеспечивают оптимальную загрузку тракторов мощностью 250–300 л.с. ПО «Минский тракторный завод» разработало и выпускает тракторы «Беларус-3522» и «Беларус-3522.5» мощностью 350 л.с. Как показывает опыт ведущих фирм Европы, для их загрузки должны применяться десятикорпусные плуги.

РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» разработан полунавесной оборотный плуг ПО-(6+4)-40/45 [2], который предназначен для гладкой вспашки различных почв, в том числе засоренных камнями, с удельным сопротивлением до 0,09 МПа на глубину до 27 см.

Плуг может применяться на вспашке полей, вышедших из-под однолетних и многолетних трав, зерновых, овощных и технических культур, с абсолютной влажностью почвы в обрабатываемом слое не выше 25 % и уклоном не более 80. Высота стерни и травостоя не должна превышать 25 см. Наличие на поле скоплений остатков необранной соломы не допускается.

Отличительными особенностями плуга являются шарнирное крепление корпусов к раме, обеспечивающее установку их при вспашке по направлению линии тяги, рессорная система защиты корпусов, регулирование ширины захвата корпусов в пределах от 40 до 45 см, возможность вести трактор колесом как в борозде, так и возле борозды.

Плуг оборудуется двумя катковыми приставками для дробления глыб, уплотнения почвы и выравнивания поверхности поля. Используется с приставками при подготовке почвы для возделывания сельскохозяйственных культур, а для зяблевой вспашки применяется без приставок.

Конструктивная схема плуга соответствует лучшему зарубежному аналогу (десятикорпусному плугу PW 100-10 фирмы «Kverneland» (Норвегия)). В центре плуга располагается опорная тележка, а спереди тележки размещаются на раме шесть корпусов и четыре – сзади.

Плуг агрегируется с тракторами мощностью не менее 350 л.с. («Беларус-3522» и их зарубежными аналогами).

Технологический процесс вспашки заключается в следующем: при работе плуга правооборачивающие и левооборачивающие корпуса попеременно вступают в работу на прямом и обратном ходу агрегата, благодаря чему оборот пласта всегда производится в одну сторону и агрегат работает челночным способом. При этом долота и лемеха корпусов подрезают пласты почвы и подают их на отвалы. Отвалы поднимают пласты почвы, частично крошат и оборачивают их. Отвал углоснима срезает угол оборачиваемого пласта и бросает его на дно борозды, образованной предыдущим корпусом.

Приставки катками взаимодействуют с почвой, перекапываясь по ее поверхности. При этом происходит дробление глыб, уплотнение и выравнивание верхнего слоя почвы.

Результаты испытаний и их анализ

Опытный образец плуга ПО-(6+4)-40/45 был изготовлен РУП «Сморгонский агрегатный завод», в 2012 году проведены его приемочные испытания в ГУ «Белорусская МИС» (протокол № И 061 (187) Б½-2012). Испытания проводились в агрегате с трактором «Беларус-3522» в РСДУП «Экспериментальная база «Зазерье» Пуховичского района и в МРУП «Агрокомбинат «Ждановичи» Минского района на полях после уборки зерновых и технических культур, а также после скашивания однолетних и многолетних трав.

Общий вид плуга ПО-(6+4)-40/45 в рабочем положении представлен на рисунке 41.



Рисунок 41 – Плуг полунавесной оборотный ПО-(6+4)-40/45 в агрегате с трактором «Беларус-3522» на вспашке поля со стерней зерновых культур

Условия испытаний плуга ПО-(6+4)-40/45 приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Условия испытаний плуга

Наименование показателя	Значение показателей	
	фон 1	фон 2
Агрофон	стерня зерновых	многолетние травы
Тип почвы по механическому составу	дерново-подзолистая, средний суглинок	
Рельеф (уклон поля), град.	ровный	
Влажность поля в слое 0–20 см, %	14,8	20,9
Твердость почвы в слое 0–20 см, МПа	3,1	4,0
Высота растительных и пожнивных (поукосных) остатков, см	17	14
Масса растительных и пожнивных (поукосных) остатков, г/м ²	370	550
Количество камней, шт./м ²	0,8	0,4
Средний размер камней, мм	77	56

Агротехнические показатели качества выполнения технологического процесса вспашки, эксплуатационно-технологические показатели и показатели энергопотребления, полученные в процессе испытаний плуга ПО-(6+4)-40/45, приведены в таблице 8.

Агротехнические показатели плуга ПО-(6+4)-40/45 определялись на двух агрофонах: стерне зерновых и пласте многолетних трав. Тип почвы – дерново-подзолистая, средний суглинок. Влажность почвы в слое 0–20 см составляла от 14,8 до 20,9 %, а твердость в этом слое была 3,1–4,0 МПа. Высота пожнивных остатков равнялась 17 см, а поукосных – 14 см, их масса при этом составляла 370 и 550 г/м². Наличие камней в пахотном слое было 0,4–0,8 шт./м² со средним размером 56–77 мм. В результате испытаний установлено, что плуг ПО-(6+4)-40/45 качественно выполняет основную обработку почвы. Он обеспечивает вспашку на заданную глубину с отклонением по глубине от 0 до +1 см. Рабочая ширина захвата плуга на двух агрофонах была больше установочной. Отклонение составляло от 3 до 33 см (0,7–6,8 %). Глубина заделки плугом пожнивных (поукосных) и растительных остатков находилась в пределах от 12 до 14 см с полнотой заделки 99–100 %. При вспашке поля со стерней зерновых культур гребнистость поверхности пашни составила 3 см во всех вариантах использования плуга, а при вспашке полей с многолетними травами гребнистость пашни при работе без приставок составила 4 см, с приставками – 3 см. Крошение пласта почвы (содержание комков размером до 50 мм) при вспашке без приставок составляло 90,0–94,2 %, а с приставками – 93,4–97,8 %. Все вышеприведенные агротехнические показатели, характеризующие качество вспашки, соответствуют требованиям СТБ 1388–2003 [3].

Эксплуатационно-технологические и энергетические показатели плуга определялись так же, как и агротехнические, на двух агрофонах. Плуг использовался без катковых приставок и с приставками, а его установочная ширина захвата составляла 4,0 и 4,5 м.

В результате испытаний установлено, что при глубине вспашки 20 см производительность плуга при работе без приставок и ширине захвата 4 м за 1 час сменного времени составила 2,21 га, а при ширине захвата 4,5 м – 2,48 га. При этом удельный расход топлива за сменное время работы соответственно был равен 17,9 и 16,3 кг/га. При работе плуга с приставками и ширине захвата 4,0 и 4,5 м эти показатели соответственно были равны: производительность – 2,25 и 2,65 га, расход топлива – 17,9 и 15,1 кг/га. Технологический процесс вспашки при наличии стерни массой 370 г/м² и травы 550 г/м² плугом выполняется надежно. Коэффициент надежности составил 0,99.

Удельные энергозатраты плуга во всех его комплектациях изменялись в пределах от 51,88 до 62,5 кВт·ч/га, а максимальная эффективная мощность двигателя трактора составила 230,4 кВт. По мощности,

Таблица 8 – Агротехнические, эксплуатационно-технологические и энергетические показатели плуга

Наименование показателя	Значение показателей							
	фон 1				фон 2			
	плуг без приставок		плуг с приставками		плуг без приставок		плуг с приставками	
	Установочная ширина захвата плуга, м							
	4,0	4,5	4,0	4,5	4,0	4,5	4,0	4,5
<i>Агротехнические показатели вспашки</i>								
Установочная глубина обработки, см	20	20	20	20	20	20	20	20
Средняя глубина обработки, см	21	20	21	20	21	20	21	20
Отклонение средней глубины от заданной, ±см	+1	0	+1	0	+1	0	+1	0
Средняя рабочая ширина захвата плуга, см	4,15	4,53	4,15	4,53	4,11	4,83	4,11	4,83
Отклонение рабочей ширины захвата плуга от установочной, %	3,6	0,7	3,6	0,7	2,7	6,8	2,7	6,8
Глубина заделки пожнивных (поукосных) и растительных остатков, см	14	12	15	12	14	13	13	13
Полнота заделки пожнивных (поукосных) и растительных остатков, %	100	100	100	100	99	99	99	99
Гребнистость поверхности пашни, см:								
– вспашка без приставок	3	3	–	–	4	4	–	–
– вспашка с приставками	–	–	3	3	–	–	3	3
Крошение пласта почвы (содержание комков размером до 50 мм), %:								
– вспашка без приставок	92,4	90,0	–	–	94,2	93,4	–	–
– вспашка с приставками	–	–	96,4	97,0	–	–	97,8	97,2
<i>Эксплуатационно-технологические показатели</i>								
Глубина обработки, см	20	20	20	20	20	20	20	20
Рабочая скорость, км/ч	9,0	9,5	10,0	9,8	9,0	9,0	9,2	9,8
Производительность за 1 час, га:								
– основного времени	3,6	4,28	4,00	4,41	3,6	4,05	3,68	4,41
– сменного времени	2,21	2,59	2,39	2,65	2,21	2,48	2,25	2,65
– эксплуатационного времени	2,16	2,54	2,34	2,59	2,16	2,43	2,20	2,59
Удельный расход топлива за сменное время, кг/га:								
– вспашка без приставок	17,9	15,3	–	–	17,9	16,3	–	–
– вспашка с приставками	–	–	16,3	15,1	–	–	17,9	15,1
Коэффициент надежности технологического процесса, %	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
<i>Показатели энергопотребления плуга</i>								
Эффективная мощность двигателя, кВт	225,0	225,9	226,3	230,4	225,0	229,9	227,1	228,8
Удельные энергозатраты на физическую единицу наработки за основное время работы, кВт·ч/га	62,50	52,78	56,57	52,24	62,50	56,76	61,71	51,88

затрачиваемой на выполнение вспашки на глубину 20 см, плуг ПО-(6+4)-40/45 нормально агрегатируется с тракторами мощностью 350 л.с.

За период испытаний на надежность наработка плуга составила 170 часов основного времени (годовая нормативная наработка по СТБ 1616–2011 [4] – 150 часов). Производилась вспашка полей после уборки зерновых и технических культур, а также после скашивания однолетних и многолетних трав. Всего было вспахано 680 га. При этом детали корпусов плуга (долота, лемеха, отвалы, полевые доски) имели допустимый износ и пригодны к дальнейшей эксплуатации. Коэффициент готовности плуга по оперативному времени составил 0,98, а с учетом организационного времени – 0,97.

Показатели приспособленности агрегата к техническому обслуживанию имели следующие значения: ежесменное время технического обслуживания равно 0,2 часа, а удельная суммарная оперативная трудоемкость технических обслуживаний – 0,04 чел.-ч/ч, что соответствует требованиям СТБ 1616–2011.

Конструкция плуга соответствует требованиям техники безопасности. Масса плуга без приставок – 7070 кг, а с приставками – 7740 кг.

Анализ экономических показателей плуга ПО-(6+4)-40/45 свидетельствует, что в сравнении с плугом PW 100-10 фирмы «Kverneland» годовой приведенный экономический эффект при загрузке 150 часов составляет 479 108 тысяч рублей, а срок окупаемости абсолютных капитальных вложений – 0,4 года.

Заключение

Плуг полунавесной оборотный ПО-(6+4)-40/45 без катковых приставок и с приставками качественно выполняет гладкую вспашку с заделкой растительных остатков полей со стерней зерновых культур и с многолетними травами.

При ширине захвата 4,5 м и глубине обработки суглинистых почв 20 см нормально агрегатируется с энергонасыщенными тракторами мощностью 350 л.с.

18.09.13

Литература

1. Плуги / Каталог «Belarus». – ПО «Минский тракторный завод», 2013. – С. 74–76.
2. Лепешкин, Н.Д. Плуг полунавесной оборотный ПО-(6+4)-40/45 / Н.Д. Лепешкин, П.П. Костюков, Г.И. Павловский, Е.Л. Шибут, Ж.В. Шевчук // Сельскохозяйственная научно-техническая и рыночная информация. – 2013. – № 9. – С. 40–43.
3. Плуги тракторные лемешные общего назначения. Общие технические условия: СТБ 1388–2003. – Введ. 01.11.2003. – Минск: Госстандарт, 2003. – 12 с.
4. Техника сельскохозяйственная. Показатели надежности: СТБ 1616–2011. – Введ. 01.01.2012. – Минск: Госстандарт, 2011. – 14 с.