

ОСНОВНАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ ПАХОТНЫМ АГРЕГАТОМ МТЗ-82+ПЛН-3-35

БОЙКОВ Василий Михайлович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

СТАРЦЕВ Сергей Викторович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ПАВЛОВ Андрей Владимирович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

НЕСТЕРОВ Евгений Сергеевич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

АГЕЕВ Алексей Владимирович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

Рассмотрена схема агрегата, состоящего из трактора тягового класса 1,4 МТЗ-82 и лемешно-отвального плуга ПЛН-3-35, выявлены недостатки, приводящие к ухудшению эксплуатационно-технологических показателей агрегата на основной отвальной обработке почвы. Используя тягово-техническую характеристику трактора МТЗ-82, расчеты тягового сопротивления плуга ПЛН-3-35 на соответствующих скоростях движения, получены графические зависимости тяговых параметров пахотного агрегата от скорости его движения. В результате графоаналитического анализа определено направление разработки орудий для основной обработки почвы при комплектовании с тракторами мощностью до 75 кВт.

Введение. Для вспашки зяби небольших площадей в некрупных крестьянских (фермерских) хозяйствах и на полях с короткими гонами требуются маневренные, с малой кинематической длиной пахотные агрегаты. При комплектовании таких пахотных агрегатов применяют колесные тракторы тягового класса 1,4, мощность двигателя которых варьирует от 50 до 75 кВт. К этим тракторам можно отнести энергетические средства серии «Беларус» МТЗ-80 (рис. 1, а) и МТЗ-82 (рис. 1, б) [4, 5], выпускаемые ПО «Минский тракторный завод» (Республика Беларусь).

Для агрегатирования с тракторами мощностью 50–75 кВт в России наиболее распростра-

нен трехкорпусный плуг ПЛН-3-35 (рис. 2) [4], предназначенный для вспашки различных почв, не засоренных камнями, с удельным сопротивлением до 0,1 МПа (1,0 кгс/см²), на глубину до 30 см под зерновые и технические культуры во всех почвенно-климатических зонах страны. Плуг работает на почвах твердостью до 4 МПа и с влажностью обрабатываемого слоя до 25 % при высоте стерни и травостоя до 25 см [3, 6]. Трехкорпусный плуг имеет одно опорное колесо с механизмом регулировки глубины. На раму плуга устанавливаются три культурных корпуса шириной захвата 35 см. Корпус плуга состоит из стойки, башмака, культурного отвала, лемеха и



а



б

Рис. 1. Тракторы «Беларус» модели МТЗ-80 (а) и МТЗ-82 (б)





стоянии 525 мм от края рабочей ширины захвата плуга B_n . Линия симметрии трактора МТЗ-82 проходит посередине ширины трактора на расстоянии 985 мм. Принимаем, что ширина заднего колеса трактора составляет $B_k = 380$ мм. Тогда, согласно рис. 3, величина смещения плуга относительно трактора составит $A = 80$ мм. В этом случае при прохождении силы тяги трактора левее следа центра тяжести плуга создается пара сил, которая вращает плуг по часовой стрелке, вследствие чего возникает дополнительное давление полевых досок корпуса плуга на стенку борозды.

Как известно, вредное тяговое сопротивление полевых досок составляет до 17 % от тягового сопротивления плуга [1]. Но за счет смещения плуга вправо относительно трактора, величина вредного тягового сопротивления плуга будет больше 17 %.

Анализируя вышеизложенное, можно заключить, что на тяговое сопротивление плуга ПЛН-3-35 значительное влияние оказывают полевые доски всех корпусов плуга и смещение плуга вправо относительно трактора МТЗ-82. Технологический процесс основной обработки почвы пахотным агрегатом будет выполняться, если трактор МТЗ-82 и плуг ПЛН-3-35 будут располагаться относительно пахотного слоя по определенной схеме (рис. 4).

Анализируя рис. 4, видно, что при глубине обработки почвы $a = 25$ см и ширине захвата плуга B_n угол наклона трактора будет больше 10° ($\alpha > 10^\circ$). Такой способ вождения агрегата имеет ряд недостатков: перегрузка правых дви-

жителей и элементов трансмиссии трактора, неравномерный износ шин, неудобное положение тракториста при управлении агрегатом. Известно, что обработка почвы лемешно-отвальными плугами сопровождается образованием у лемеха затылочной фаски, при этом на дне борозды образуется уплотненный слой почвы или «плужная подошва», которая отрицательно влияет на качество обработки почв и снижает урожайность сельскохозяйственных культур [1].

На основании рис. 3 и 4 можно установить, что правые колеса трактора и затылочные фаски лемехов плуга создают значительное давление на дно пахотного слоя. В этом случае возрастет толщина плужной подошвы от уплотнения почвы не только лемехами, но и колесами трактора. Следовательно, способ работы пахотного агрегата, по которому правые колеса трактора МТЗ-82 движутся по дну борозды, снижает агротехнические показатели основной обработки почвы.

Используя результаты испытаний на стерневом фоне [1, 4], в табл. 2 приведены следующие тяговые показатели трактора МТЗ-82.

Таблица 2

Тяговые показатели трактора МТЗ-82

Показатель	Значение				
	Рабочая скорость, м/с	0,94	1,7	2,2	2,6
Тяговое усилие, кН	21	18,5	15,2	13,4	11,2

Аппроксимация результатов испытаний трактора МТЗ-82 (см. табл. 2) с величиной достовер-

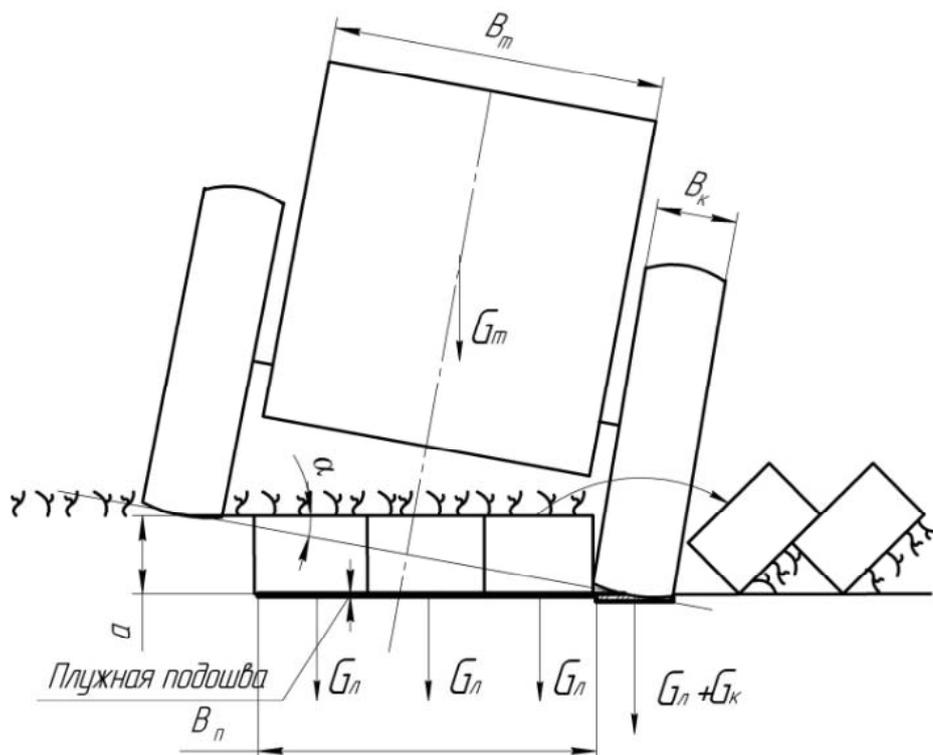


Рис. 4. Схема расположения трактора МТЗ-82 и плуга ПЛН-3-35 по отношению к обработанному пахотному слою

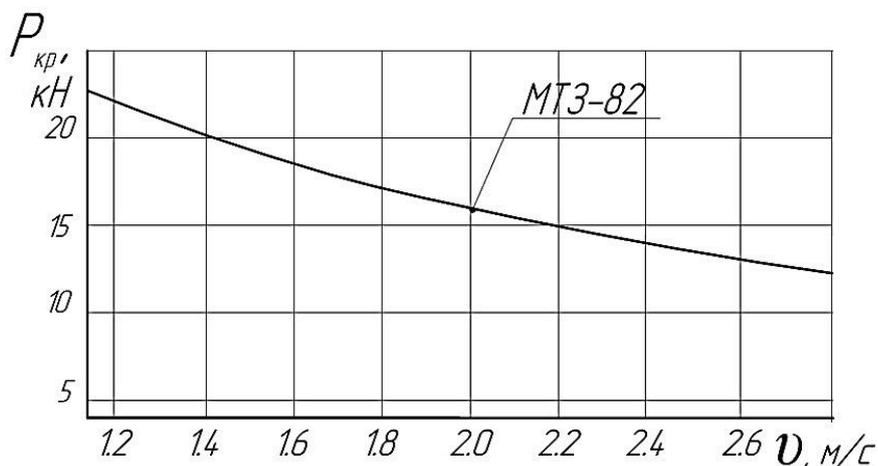


Рис. 5. Зависимость тягового усилия трактора МТЗ-82 от скорости движения

ности $R^2 = 0,99$, позволяет получить следующую эмпирическую формулу, которая определяет зависимость тягового усилия трактора от скорости движения:

$$P_{кр} = 1,4069 v^2 - 11,9119 v + 34,197, \quad (1)$$

где $P_{кр}$ – тяговая сила трактора, кН.

На рис. 5 представлена графическая зависимость тягового усилия трактора МТЗ-82 от скорости движения.

Анализ зависимостей (см. рис. 5) показывает, что тяговое усилие трактора при увеличении скорости движения изменяется по нелинейной закономерности. При работе агрегата с трактором МТЗ-82 на стерневом агротехническом фоне тяговое усилие изменяется при скорости от 1,2 до 2,8 м/с на 57,3 %.

Известно [6], что при движении пахотного агрегата должно выполняться следующее условие:

$$P_{кр} = R_{п} \text{ и } v = v_{п}, \quad (2)$$

где $R_{п}$ – тяговое сопротивление плуга, кН; $v_{п}$ – скорость движения плуга, м/с.

Силу сопротивления плуга ПЛН-3-35 при обработке почвы, которая имеет различные физико-механические свойства, можно определить, используя рациональную формулу академика В.П. Горячкина [7]:

$$R_{п} = Gf + kaB + \varepsilon aBv_{п}^2, \quad (3)$$

где $R_{п}$ – тяговое сопротивление плуга, Н; G – сила тяжести плуга, $G = 0,475$ Н; f – коэффициент трения корпуса плуга о почву, $f = 0,5$; k – коэффициент, характеризующий способность почвенного пласта сопротивляться деформации при различных физико-механических свойствах почвы, $k = 30; 35; 40$ кН/м²; a – глубина обработки почвы, $a = 0,3$ м; B – ширина захвата плуга, $B = 1,05$ м; ε – коэффициент, зависящий от формы рабочего органа и свойств почвы, $\varepsilon = 3,43$ кНс²/м⁴.

Подставив в условие (2) выражения (1) и (3), получим:

$$1,4069v^2 - 11,9119v + 34,197 = Gf + kaB + \varepsilon aBv_{п}^2. \quad (4)$$

Решение уравнения (4) графоаналитическим методом представлено на рис. 6.

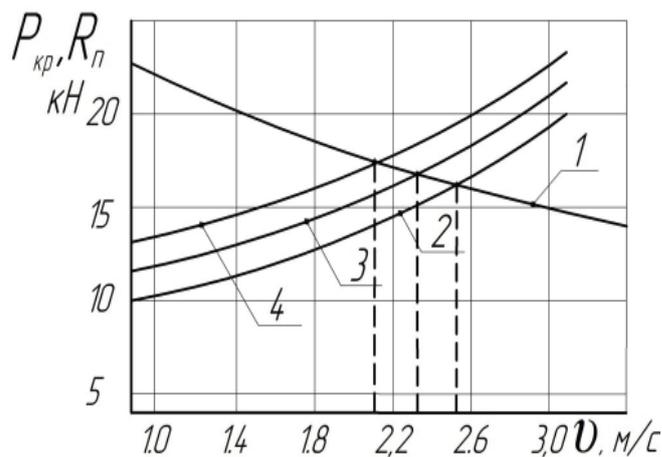


Рис. 6. Зависимость тягового усилия $P_{кр}$ трактора МТЗ-82 (1) и тягового сопротивления $R_{п}$ плуга ПЛН-3-35 при $k = 30$ кН/м² (2); $k = 35$ кН/м² (3); $k = 40$ кН/м² (4) от скорости движения v

Из графиков видно, что в местах пересечения зависимостей тягового сопротивления плуга (позиции 2, 3, 4) и тягового усилия трактора (позиция 1) будет выполняться условие (2). Следовательно, точки пересечения будут показывать оптимальную скорость движения пахотного агрегата МТЗ-82+ПЛН-3-35 в принятых условиях.

Часовую производительность W агрегата определяют по следующей формуле [2]:

$$W = 0,36 Bv. \quad (5)$$

Тогда в точках пересечения зависимостей производительность пахотного агрегата составит $W_1 = 0,79; W_2 = 0,87; W_3 = 0,95$ га/ч. Анализ выражений (1), (3), (4) и полученных результатов показывает, что при известных тяговых



возможностях трактора МТЗ-82 производительность пахотного агрегата при заданной глубине обработки и фиксированной ширине захвата плуга в основном зависит от физико-механических свойств почвы, или от коэффициента k . При значительном увеличении k (например, за счет увеличения твердости почвы) ширину захвата плуга ПЛН-3-35 следует уменьшать путем снятия одного корпуса, что будет приводить к снижению производительности пахотного агрегата.

Заключение. В настоящее время для выполнения основной обработки почвы широко используются пахотные агрегаты, состоящие из трактора МТЗ-82 и плуга ПЛН-5-35. Однако применяемые пахотные агрегаты имеют ряд недостатков:

ширина захвата плуга меньше ширины трактора, что приводит к увеличению тягового сопротивления плуга и вождению трактора по борозде;

движение правых колес трактора по дну борозды, которая образуется при работе плуга, значительно уплотняет дно борозды, приводящая к снижению качества обработки почвы и урожайности сельскохозяйственных культур.

Также следует отметить, что три культурных корпуса плуга ПЛН-3-35, состоящие из стоек, полевых досок, отвалов и лемехов, за счет вредного сопротивления полевых досок создают высокое тяговое сопротивление плуга и низкую производительность пахотного агрегата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грибановский А.П., Бидлингмайер Р.В. Комплекс противэрозионных машин (теория, проектирование). – Алма-Ата: Кайнар, 1990. – 256 с.
2. Иофинов С.А., Лышко Г.П. Эксплуатация машинно-тракторного парка. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1984. – 351 с.
3. Рекламно-информационный сборник. «СЕЛЬХОЗТЕХНИКА. Национальный аграрный каталог.

Выпуск №17. 1-е полугодие. – 2018. – 46 с. – Режим доступа: <http://www.selhoz-katalog.ru>.

4. Старцев С.В., Старцев А.С., Горбань Д.Г. Альбом-справочник по производственной эксплуатации машинно-тракторного парка. – Саратов, 2011. – 322 с.

5. Трактор МТЗ Беларус. Описание и технические характеристики трактора Минского тракторного завода Беларус. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://migrt.ru/products/tech/555/Tractor_MTZ_Belarus.

6. Трактор-РЕВЮ. Интернет-журнал о сельскохозяйственной спецтехнике. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tractorreview.ru/traktora/kolesnyie-traktora/mtz/mtz-1025-tehnicheskie-harakteristiki.html>.

7. Тяговые характеристики сельскохозяйственных тракторов: альбом-справочник. – М.: Россельхозиздат, 1979. – 240 с.

Бойков Василий Михайлович, д-р техн. наук, проф. кафедры «Техническое обеспечение АПК», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Старцев Сергей Викторович, д-р техн. наук, проф. кафедры «Техническое обеспечение АПК», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Павлов Андрей Владимирович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Техническое обеспечение АПК», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Нестеров Евгений Сергеевич, канд. техн. наук, доцент кафедры «Техническое обеспечение АПК», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Агеев Алексей Владимирович, аспирант кафедры «Техническое обеспечение АПК», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410056, г. Саратов, ул. Советская, 60.
Тел.: (8452) 22-84-73.

Ключевые слова: пахотный агрегат; трактор; трехкорпусный плуг; тяговое усилие; скорость движения.

PRIMARY TILLAGE WITH PLOWING UNIT MTZ-82+PLN-3-35

Boykov Vasilii Mihaylovich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the chair "Technical Equipment of AIC", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Startsev Sergey Viktorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the chair "Technical Equipment of AIC", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Pavlov Andrey Vladimirovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair "Technical Equipment of AIC", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Nesterov Evgeniy Sergeevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair "Technical Equipment of AIC", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Ageev Aleksey Vladimirovich, Post-graduate Student of the chair "Technical Equipment of AIC", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Keywords: plowing unit, tractor, three-body plow; traction; speed.

It is regarded the scheme of the unit consisting of the tractor MTZ-82 tractor 1.4 and the plow-dumping plow PLN-3-35. Drawbacks leading to the deterioration of the unit's operational and technological performance on the main soil tillage are identified. Using the MTZ-82 tractor traction and technical characteristics, calculations of draught resistance of the PLN-3-35 plow at the respective speeds, graphical dependencies of the traction parameters of the plowing unit on its speed were obtained. As a result of the graph-analytical analysis, the direction of development of tools for the main tillage was determined when picking with tractors with a capacity up to 75 kW.

