

**Е. В. Лещенко<sup>1</sup>, Н. Г. Бакач<sup>1</sup>**, канд. техн. наук, доцент, **В. В. Зыбайло<sup>1</sup>,  
И. С. Крук<sup>2</sup>**, канд. техн. наук, доцент, **Ф. И. Назаров<sup>2</sup>**, канд. техн. наук, доцент

<sup>1</sup> РУП «НПП НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup> УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»  
г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: windor1989@gmail.com, kruk\_igar@mail.ru

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРЕДПЛУЖНИКОВ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

*Аннотация.* В статье предложена конструкция экспериментальной установки, позволяющей исследовать изменение тягового сопротивления в зависимости от типа, геометрических и технологических параметров предплужников, а также от параметров их установки на раме плуга. Приведены результаты полевых исследований изменений тягового усилия при использовании лемешного и дискового предплужников в зависимости от рабочей скорости агрегата. Сделан вывод о целесообразности использования дисковых предплужников в конструкциях сельскохозяйственных машин и орудий для основной отвальной обработки почвы.

*Ключевые слова:* вспашка, почва, диск, предплужник, скорость, исследования.

**A. V. Leshchanka<sup>1</sup>, N. G. Bakach<sup>1</sup>**, PhD in Engineering sciences, Assoc. Prof., **V. V. Zybaila<sup>1</sup>,  
I. S. Kruk**, PhD in Engineering sciences, Assoc. Prof., **F. I. Nazarov**, PhD in Engineering sciences, Assoc. Prof.

<sup>1</sup> RUE “SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization”  
Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup> EI “Belarusian State Agrarian Technical University”  
Minsk, Republic of Belarus

E-mail: windor1989@gmail.com, kruk\_igar@mail.ru

## RESULTS OF RESEARCH ON SKIMMERS UNDER FIELD CONDITIONS

*Abstract.* In the article the design of the experimental installation is proposed, which allows to study the change of traction resistance depending on the type, geometric and technological parameters of skimmers, as well as on the parameters of their installation on the plow frame. The results of field studies of changes in traction force when using plowshaft and disk skimmers depending on the working speed of the machine are given. The conclusion about expediency of using disk skimmers in designs of agricultural machines and implements for basic moldboard tillage is made.

*Keywords:* plowing, soil, disk, skimmer, speed, research.

## Введение

Отвальная вспашка является одним из основных приемов механической обработки почвы в разных странах. При вспашке происходит заделка растительных остатков в почву, что позволяет исключить их отрицательное воздействие на последующую поверхностную обработку и посев. Для качественной вспашки используется большое количество плугов различных конструкций и производительности. С целью повышения степени заделки растительных остатков в конструкциях плугов применяют предплужники, устанавливаемые перед корпусами [1, 2]. Задача предплужника – подрезать пласт почвы на глубину 0,10 м и направить точно на дно борозды, образованной предыдущим проходом корпуса плуга, после чего основной корпус засыпает растительные остатки почвой. Применение предплужника в конструкции плуга приводит к увеличению энергетических затрат на выполнение основной обработки почвы при повышении ее качества. Поэтому снижение энергоемкости процесса вспашки является актуальной задачей.

*Цель работы* – исследовать влияние типов, параметров установки предплужников и режимов работы агрегата на тяговое сопротивление [1–3].

## Основная часть

В настоящее время используются предплужники различных конструкций, однако широкое применение получили лемешные и дисковые. Для проведения исследований были изготовлены предплужники с возможностью регулирования основных параметров установки (рис. 1).

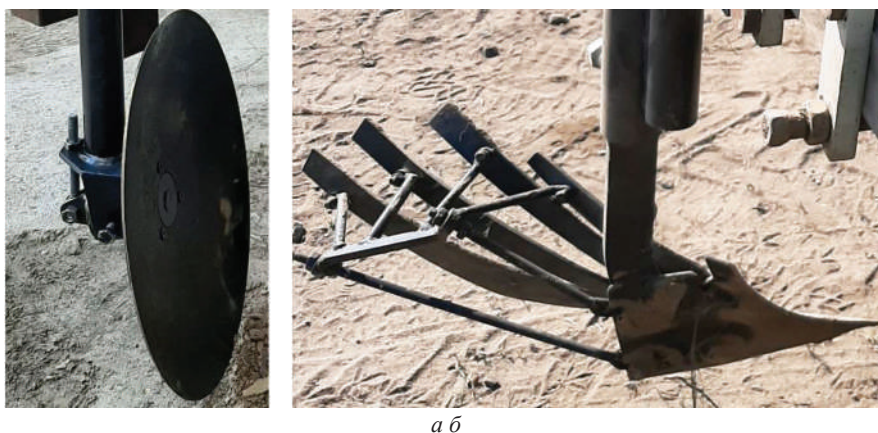


Рис. 1. Экспериментальные образцы предплужников: *а* – дисковый; *б* – лемешной

Для определения тягового сопротивления предплужников была разработана конструкция экспериментальной установки, которая была изготовлена на базе установки УВП-4,6 (рис. 2).

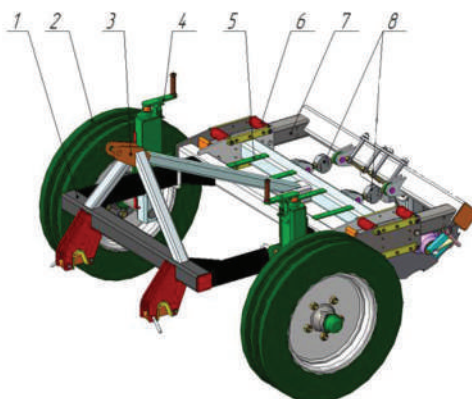


Рис. 2. Экспериментальная установка для определения тягового сопротивления предплужников:  
*1* – рама; *2* – ход колесный; *3* – устройство навесное; *4* – механизм регулировочный; *5* – площадка для грузов;  
*6* – опора; *7* – рамка подвижная; *8* – тензометрические датчики

Регулирование глубины обработки почвы предплужником осуществлялось регулировочным механизмом *4*, позволяющим изменять взаимное расположение опорных колес *2* относительно рамы *1*. Данный механизм также позволяет осуществлять выравнивание рамы относительно поверхности поля.

Соединение подвижной рамки *7* с рамой *1* осуществлялось посредством опор *6*, оснащенных роликами. Данное техническое решение позволило реализовать свободное перемещение подвижной рамки вдоль линии тяги агрегата, при этом нагрузка при перемещении передается на тензометрические датчики *8*. Тензометрические датчики позволяли преобразовать величину собственной деформации в удобный для измерения электрический сигнал, который впоследствии обрабатывался специальным программным обеспечением и отображался в виде графика на экране персонального компьютера.

Для закрепления предплужников на экспериментальной установке конструкторским бюро РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» разработано и изготовлено

крепление, состоящее из горизонтальной балки, к которой присоединялись при помощи пластин и хомутов предплужники (рис. 3).

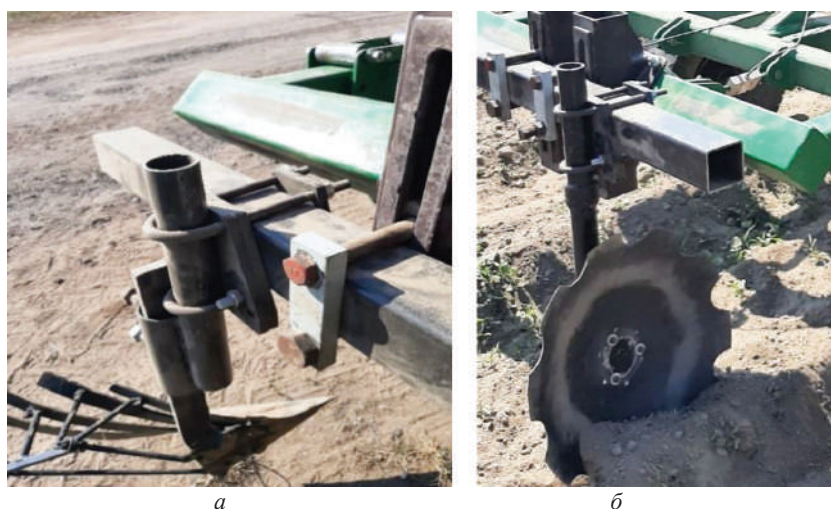


Рис. 3. Крепление предплужника к тяговой установке: *а* – лемешной; *б* – дисковый

Измерение, накопление и анализ данных о тяговом сопротивлении предплужников для обработки почвы осуществлялись за счет применения программного и аппаратного обеспечения экспериментальной установки (рис. 4), которое состояло из персонального портативного компьютера 2 (портативность компьютера необходима при проведении полевых исследований), соединенного с преобразователем интерфейсов 6 посредством соединительного кабеля 1 (USB-A – USB-B).

Тензометрические датчики 9 соединяли подвижную и неподвижную рамки экспериментальной установки и воспринимали нагрузку от тягового сопротивления предплужников, работая как на растяжение, так и на сжатие. Таким образом, величина собственной деформации тензометрических датчиков 9 преобразовывалась в электрический сигнал, удобный для дальнейшей обработки. Величина тягового сопротивления исследуемого предплужника выводилась в интерактивном режиме на экран персонального компьютера 2 в виде графика, а также записывалась на жесткий диск компьютера в файл базы данных с расширением *mdb*.

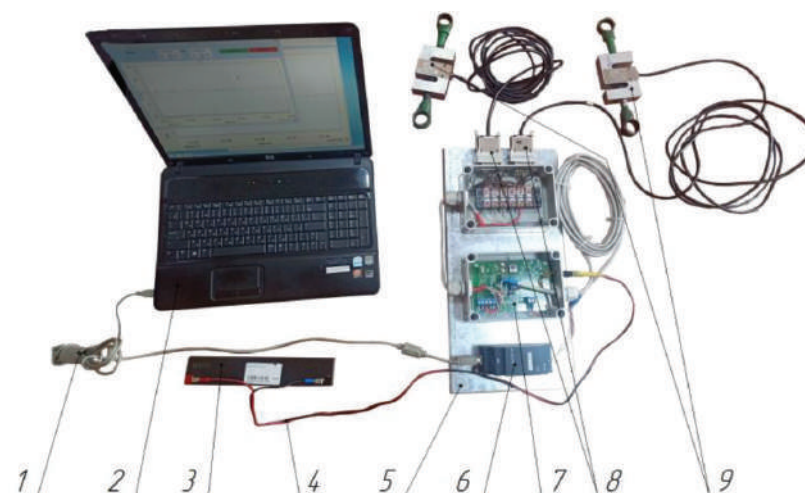


Рис. 4. Аппаратное обеспечение для измерения, накопления и анализа данных о тяговом сопротивлении предплужников: 1 – кабель соединительный USB-A – USB-B; 2 – персональный компьютер; 3 – аккумулятор кислотный GP-1223 12V 2,3Ah; 4 – кабель питания микроконтроллера Jack 3,5 мм; 5 – панель; 6 – преобразователь интерфейсов RS-485 – USB-Вовен AC4; 7 – микроконтроллер; 8 – COM-порт 15-pin; 9 – тензодатчики TypeDEE 500 кг

## Результаты исследований

Испытания предплужников проводились на испытательном полигоне РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» (рис. 5). Условия испытаний приведены в табл. 1.

Таблица 1. Условия проведения испытаний

Наименование показателя	Значение
Дата	8 июня 2023 г.
Место испытаний	а/г Ждановичи
Относительная влажность воздуха, %	58
Скорость ветра, м/с	4
Тип почвы	дерново-подзолистые легкосуглинистые
Влажность почвы, %	8,1
Плотность почвы, г/см <sup>3</sup> , в слое см: от 0 до 10	1,146
Масса растительных остатков на 1 м <sup>2</sup> , г	273
Высота растительных остатков, см	5
Предшествующая обработка почвы	культивация



Рис. 5. Испытание различных типов предплужников в полевых условиях

Графическая интерпретация фрагмента результатов измерений тягового сопротивления лемешного предплужника представлена на рис. 6. По оси абсцисс отложено текущее время измерений, а по оси ординат – значение усилия, воспринимаемого двумя тензометрическими датчиками, и соответствующее нагрузке  $H$ .

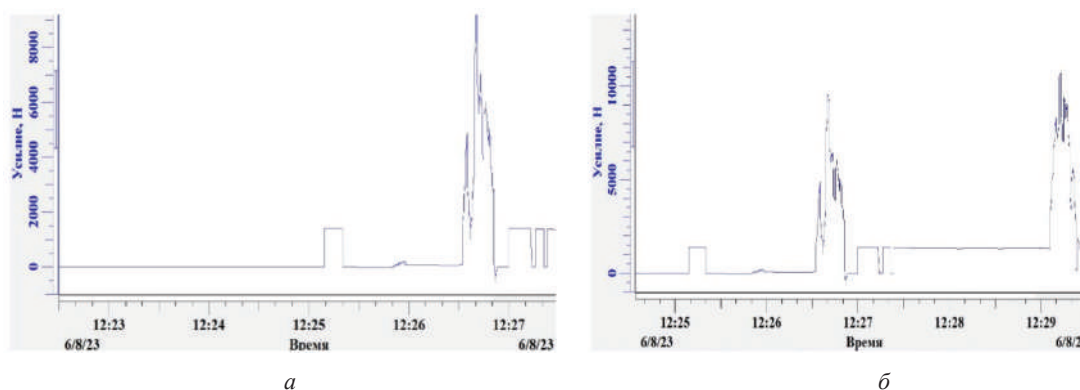


Рис. 6. Результаты измерения тягового сопротивления лемешного предплужника (фрагмент):  
а – скорость движения 7 км/ч; б – скорость движения 9 км/ч



Из представленных графиков видно, что изменение скорости в пределах 7–9 км/ч оказывает существенное влияние на тяговое сопротивление плуга. Тяговое сопротивление лемешного предплужника неравномерно и резко возрастает при забивании и встрече с препятствием.

Графическая интерпретация фрагмента результатов измерений тягового сопротивления дискового предплужника представлена на рис. 7.

Из представленных на рис. 7 графиков видно, что изменение скорости при работе дискового предплужника приводит к резкому повышению тягового сопротивления. При работе дисковый предплужник меньше подвержен забиванию, поэтому тяговое сопротивление изменяется более равномерно.

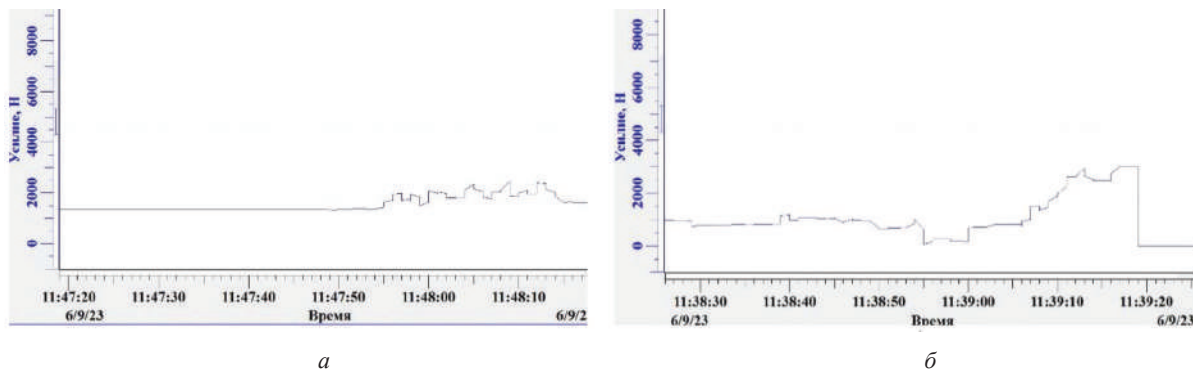


Рис. 7. Результаты измерения тягового сопротивления дискового предплужника (фрагмент):  
а – скорость движения 7 км/ч; б – скорость движения 9 км/ч

### Заключение

Изготовлена экспериментальная установка, позволяющая определять влияние типа, геометрических и технологических параметров установки предплужников и режимов работы агрегата на тяговое сопротивление в полевых условиях. Проведены сравнительные исследования использования лемешного и дискового предплужника в конструкциях пахотного агрегата.

Результаты исследований показали, что при работе дискового предплужника тяговое сопротивление изменяется равномерно в зависимости от состояния почвы, а забивание растительными остатками не оказывает существенного влияния на его работу. Повышение скорости движения предплужника приводит к существенному увеличению тягового сопротивления.

### Список использованных источников

1. Определение кинематических параметров движения пласта почвы по рабочей поверхности дискового предплужника / И. С. Крук [и др.] // Агропанорама. – 2022. – № 4. (152) – С.14–18.
2. Романцов, Ю. Ф. Дисковый предплужник для заделки измельченной соломы в почву / Ю. Ф. Романцов, В. А. Пшеничный // Проблемы механизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства. – 2016. – № 10. – С. 220–222.
3. Обоснование конструктивных параметров дискового плуга / С. Г. Руднев [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 6 (92). – С. 137–141.