

Сравнительный анализ затрат энергии на обработку почвы дисковым мульчировщиком

*Е.В. Припоров, к.т.н., Г.Е. Самурганов, магистрант,
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ*

На основе анализа патентной информации предложено техническое решение конструкции центробежного аппарата с подачей материала на внутренний торец лопатки, что снижает отражение частиц и повышает равномерность поверхностного распределения удобрений [1]. Установлено, что

четырёхрядный дискатор обеспечивает качественную заделку удобрений за один проход [2]. При выборе зерновой сеялки для посева по ресурсоберегающей технологии необходимо учитывать ширину междурядья и величину расстояния между полосами технологической колеи, которые определяют ширину захвата машин по уходу за посевами при формировании технологического комплекса машин [3–6].

Цель исследования – провести сравнительный анализ удельных затрат энергии и потребности в топливе на обработку почвы мульчировщиком с двухрядным и четырёхрядным расположением сферических дисков на индивидуальной стойке.

Материал и методы исследования. Основное направление снижения затрат на горюче-смазочные материалы при возделывании зерновых культур – замена энергоёмких операций на менее энергоёмкие. Внедрение ресурсосберегающих операций в технологии не должно приводить к снижению урожайности. Самой энергоёмкой операцией при возделывании зерновых является отвальная вспашка. Замена вспашки на поверхностную обработку дискатором позволяет снизить расход топлива. Однако при этом повышается плотность почвы, что снижает водно-воздушный режим.

Известно, что мульчировщик – орудие, обеспечивающее измельчение растительных остатков и их разбрасывание по поверхности поля. Дисковые мульчировщики ОАО «Белагромаш-сервис» предназначены для обработки почвы под посев, уничтожения сорняков, измельчения пожнивных остатков без предварительной вспашки. Следует выделить отличительные особенности дискового мульчировщика от дискатора с установленным сферическим диском на индивидуальной стойке (оси): сферический диск мульчировщика установлен на индивидуальной упругой стойке, что создаёт условия для копирования рельефа. Высокая скорость движения агрегата вызывает вибрацию диска во время движения. Это проводит очистку от растительных остатков и влажной почвы и измельчаются пожнивные остатки. Рабочий орган дискатора – сферический диск, установленный на индивидуальной стойке и жёстко прикреплённый к раме. Сферические диски на раме с индивидуальными стойками образуют параллельные ряды.

Основные отличия мульчировщика от дискатора сводятся к следующему:

- сферический диск мульчировщика установлен под постоянным углом к направлению движения и под некоторым углом к вертикали. В дискаторе угол атаки диска изменяется в интервале от 0 до 25°. Наклон сферического диска к вертикали снижает заглубляющую способность рабочего органа мульчировщика. Глубина обработки мульчировщика – до 12 см, а дискатора – до 16 см;

- рабочая скорость дискатора – до 12 км/ч; рабочая скорость двухрядного мульчировщика – до 18 км/ч, а четырёхрядного – до 15 км/ч.

Сферический диск мульчировщика диаметром 0,56 м установлен под углом к направлению движения 20° и под некоторым углом к вертикальной оси. Эти углы установки диска обеспечивают его работу в качестве лемеха, отвала. В процессе движения мульчировщика на полях с наличием большого количества пожнивных остатков толстостебельных культур и сорной растительности происходит из-

мельчение пожнивных остатков с образованием мульчи, состоящей из комков земли до 25 мм с включением растительных остатков по всей глубине обработки. Расстояние между следами дисков в плане четырёхрядного мульчировщика составляет 0,140 м, а у двухрядного – 0,125 м.

Результаты исследования. Известно, что ширина захвата единичного сферического диска на индивидуальной стойке определяется по выражению [7]:

$$b = \sqrt{4h(D \cos \beta - h)} \cos \beta \sin \alpha, \quad (1)$$

где h – высота гребня, м;

D – диаметр диска, м;

β – угол наклона диска к вертикали, град°;

α – угол наклона диска к направлению движения агрегата, град.

Расчёты свидетельствуют, что при параметрах рабочего органа мульчировщика $h=0,04$ м, $D=0,56$ м, $\alpha=200$, $\beta=100$ рабочая ширина захвата единичного сферического диска составляет $b=96$ мм. Теоретическое значение ширины захвата единичного сферического диска на 23% меньше, чем расстояние между следами дисков в плане двухрядного, что приведёт к образованию необработанных полос. У четырёхрядного мульчировщика значение расстояния между следами дисков одинаково с шириной захвата сферического диска, что обеспечит непрерывность обработки по рабочей ширине захвата.

Выполнен анализ выпускаемых ОАО «Белагромаш-сервис» двухрядных и четырёхрядных мульчировщиков и определена необходимая мощность двигателя трактора от рабочей ширины захвата.

Четырёхрядные мульчировщики выпускают с рабочей шириной захвата от 3,2 м до 5,0 м с интервалом 1,0 м. Двухрядные мульчировщики выпускают с рабочей шириной захвата от 3,0 до 9,0 м с интервалом значений через 1,0 м. Обработка полученных данных по методу наименьших квадратов позволила установить эмпирическую зависимость рекомендуемой мощности трактора от рабочей ширины захвата.

Зависимость необходимой мощности двигателя трактора от рабочей ширины захвата двухрядного мульчировщика имеет вид:

$$N = 32,38B + 13,26;$$

у четырёхрядного мульчировщика эта зависимость имеет вид:

$$N = 33,12B + 4,416,$$

где N – необходимая мощность двигателя трактора, кВт;

B – рабочая ширина захвата мульчировщика, м.

Необходимая мощность трактора в интервале рабочей ширины захвата от 3,2 м до 5,0 м существенно не зависит от количества рядов мульчировщика. Причина заключается в том, что общее количество дисков у четырёхрядного мульчировщика больше, а рабочая скорость движения его

меньше, чем у двухрядного. Остальные параметры мульчировщиков одинаковые, что приводит к незначительному увеличению потребной мощности двигателя трактора.

Известно, что оценочным показателем выбора энергосберегающего агрегата является величина удельных затрат энергии на обработку почвы. Величина этого показателя не зависит от стоимости энергоносителя. Удельные затраты энергии на обработку почвы на единицу площади составляют [8]:

$$E = 36 \frac{N}{Bv\eta_3}, \quad (2)$$

где E – удельные затраты энергии, МДж/га;
 B – рабочая ширина захвата, м;
 v – рабочая скорость движения, км/ч;
 η_3 – энергетический КПД агрегата.

Зависимость удельных затрат энергии от рабочей ширины захвата двухрядного мульчировщика имеет вид:

$$E = 36 \frac{32,38B + 13,26}{Bv\eta_3}.$$

На рисунке 1 представлена зависимость удельных затрат энергии от рабочей ширины захвата.

При построении графика приняты исходные данные: рекомендуемая скорость $v=18,0$ км/ч, коэффициент полезного действия агрегата $\eta_3 = 0,36$.

Анализ графика свидетельствует, что увеличение рабочей ширины захвата двухрядного дискатора от 3,0 м до 6,0 м сопровождается снижением удельных затрат энергии на 6,2%.

Зависимость удельных затрат энергии от рабочей ширины захвата четырёхрядного мульчировщика имеет вид:

$$E = 36 \frac{33,12B + 4,416}{Bv\eta_3}.$$

На рисунке 2 представлена зависимость удельных затрат энергии от рабочей ширины захвата четырёхрядного мульчировщика.

Исходные данные при построении графика: рекомендуемая скорость движения $v=15,0$ км/ч, коэффициент полезного действия агрегата $\eta_3=0,36$.

Анализ рисунка 2 свидетельствует, что увеличение рабочей ширины захвата четырёхрядного мульчировщика от 3,2 м до 5,2 м сопровождается незначительным (1,6%) снижением удельных затрат энергии на обработку почвы.

Сравнение рисунков 1 и 2 свидетельствует, что у четырёхрядного мульчировщика при рабочей ширине захвата 3,2 м удельные затраты энергии превышают аналогичную величину двухрядного мульчировщика на 11%. При рабочей ширине захвата 5,0 м величина удельных затрат энергии четырёхрядного мульчировщика на 14% выше, чем двухрядного. Сравнительный анализ затрат энергии на обработку почвы свидетельствует,

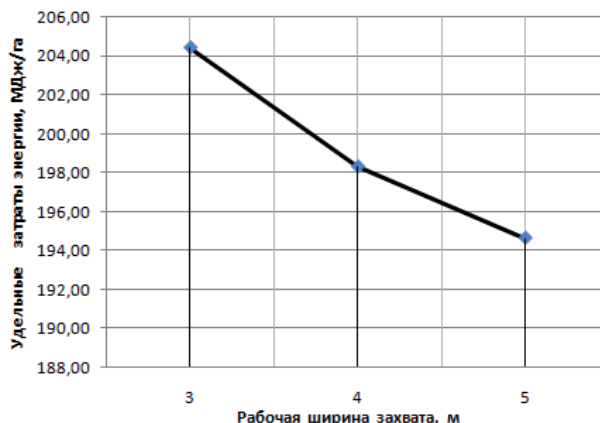


Рис. 1 – Зависимость удельных затрат энергии от рабочей ширины захвата двухрядного мульчировщика

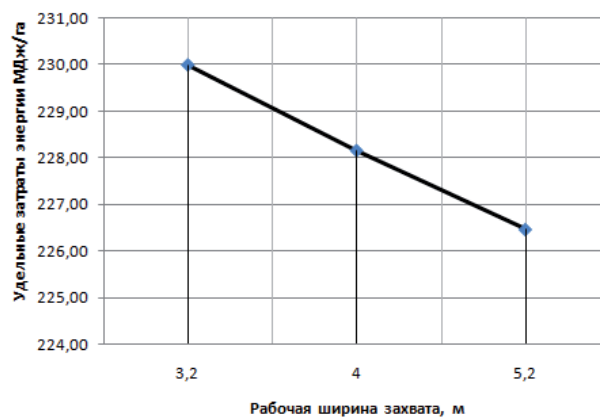


Рис. 2 – Зависимость удельных затрат энергии от рабочей ширины захвата четырёхрядного мульчировщика

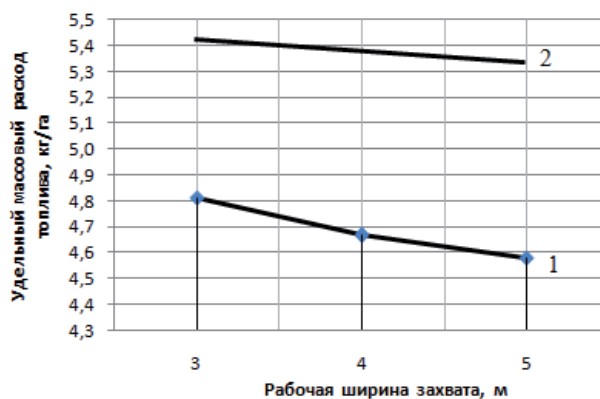


Рис. 3 – Зависимость удельного массового расхода топлива от рабочей ширины захвата: 1 – двухрядный мульчировщик; 2 – четырёхрядный мульчировщик

что четырёхрядный мульчировщик имеет выше затраты энергии, чем двухрядный в среднем на 12% в интервале рабочей ширины захвата от 3,0 м до 5,0 м.

При расходовании 1 кг дизельного топлива выделяется 42,5 МДж энергии. Зависимость удельного

массового расхода топлива от рабочей ширины захвата двухрядного мульчировщика имеет вид:

$$q = 0,847 \frac{32,38B + 13,26}{Bv\eta_s}$$

Расчёты по представленной зависимости свидетельствуют, что увеличение рабочей ширины захвата двухрядного мульчировщика от 3,0 м до 5,0 м приводит к снижению удельного массового расхода топлива от 4,81 кг/га до 4,58 кг/га.

Зависимость удельного массового расхода топлива от рабочей ширины захвата четырёхрядного мульчировщика имеет вид:

$$q = 0,847 \frac{33,12B + 4,412}{Bv\eta_s},$$

где q – удельный массовый расход топлива, кг/га.

На рисунке 3 представлена зависимость удельного массового расхода топлива от рабочей ширины захвата для двухрядного и четырёхрядного мульчировщика.

По результатам расчёта установлено, что значение удельного массового расхода топлива при рабочей ширине захвата четырёхрядного мульчировщика 3,2 м составляет 5,41 кг/га. Мульчировщик с рабочей шириной захвата 5,2 м имеет удельный массовый расход 5,33 кг/га. Четырёхрядный мульчировщик, по сравнению с двухрядным, имеет удельный массовый расход топлива на 12% выше, а качество обработки – вдвое выше.

Выводы

1. Мульчировщик по сравнению с дискатором имеет сферический диск, установленный на упругой стойке.

2. Двухрядный и четырёхрядный мульчировщики при значении рабочей ширины захвата от 3,0 м до 5,0 м имеют одинаковую потребную мощность двигателя.

3. Удельные затраты энергии на обработку почвы четырёхрядным мульчировщиком на 13% выше, чем двухрядным в интервале рабочей ширины захвата от 3,0 м до 5,2 м.

4. Четырёхрядный мульчировщик имеет удельный массовый расход топлива на единицу работы на 12% больше, чем двухрядный. Количество дисков, приходящихся на метр рабочей ширины захвата, у четырёхрядного мульчировщика составляет 10, а у двухрядного величина этого показателя 8. Рабочая ширина захвата единичного диска – 0,096 м, а расстояние между следами дисков четырёхрядного мульчировщика – 0,1 м. Четырёхрядный мульчировщик обеспечивает непрерывность обработки почвы за один проход. Двухрядный мульчировщик за один проход образует необработанные полосы по рабочей ширине захвата.

Литература

1. Припоров Е.В. Центробежный аппарат с подачей материала вдоль лопаток // Инновации в сельском хозяйстве. 2016. № 3 (18). С. 243–247.
2. Припоров Е.В., Юдт В.Ю. Анализ дисковых орудий с четырехрядным расположением сферических дисков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 118. С. 1413–1427.
3. Припоров Е.В., Левченко Д.С. Анализ сошников сеялок ресурсосберегающих технологий посева зерновых культур // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 109. С. 379–391.
4. Припоров Е.В. Технологическая колея и проблемы ее создания // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 2 (64). С. 82–84.
5. Припоров Е.В. Анализ факторов, влияющих на ширину полос технологической колеи // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 5 (61). С. 57–59.
6. Сохт К.А., Трубилин Е.И., Коновалов В.И. Дисковые бороны и лущильники. Проектирование технологических параметров. Краснодар: КубГАУ, 2014. С. 69.
7. Канарёв Ф.М. Ротационные почвообрабатывающие машины и орудия. М.: Машиностроение, 1983. С. 53.
8. Маслов Г.Г., Карабаницкий А.П., Донцов В.Б. Эксплуатация МТП (курс лекций). Краснодар: КубГАУ, 2002. 228 с.