

Обоснование подачи выгрузного транспортёра загрузчика зерновых сеялок

*Е.В. Припоров, к.т.н., В.В. Цыбулевский, к.т.н.,
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ*

Однодисковый центробежный аппарат, разработанный авторами, позволяет снизить неравномерность распределения минеральных удобрений и повысить плодородие почвы [1–3].

Известно, что урожайность зерновых зависит от качества семенного материала. Ранее были установлены оптимальные параметры воздушно-решётных зерноочистительных машин и разработана технология послеуборочной обработки семян в семяочистительных машинах отечественного производства, обеспечивающая повышение чистоты семенного материала [4–7].

Посев зерновых по традиционной технологии выполняют зерновые сеялки СЗ-5,4, ЗС-4,2, СУБМ-6 и др. Высев семян в сеялках проводят катушечно-дисковый высевательный аппарат. Объём зернового бункера этих сеялок варьирует в интервале от 0,45 до 1,45 м³. Норма высева семян зависит от полевой годности и изменяется от 200 до 250 кг/га, а норма внесения минеральных удобрений не превышает 50 кг/га. Высокая норма высева семян по сравнению с удобрениями требует заправки зернового бункера в 4–5 раз чаще. Для механизации этого процесса используют транспортные средства самосвального типа. На период уборки автомобильные загрузчики сеялок оборудуют сменным задним бортом с вмонтированным выгрузным транспортё-

ром, который приводится от гидромотора. Частота вращения выгрузного транспортёра составляет 120–200 об/мин, а величина подачи выгрузного транспортёра изменяется в интервале от 12 до 45 т/ч.

Посев зерновых – сложный технологический процесс, включающий работу посевного агрегата, работу выгрузного транспортёра загрузчика сеялок и своевременную доставку семян к месту работы агрегатов. Важно организовать поточность процесса, которая требует согласования часовой производительности посевных агрегатов и подачи выгрузного транспортёра загрузчика сеялок, и обеспечить своевременную доставку семян к месту их работы [8]. Выполнение этого условия позволит повысить производительность всех звеньев технологического процесса и снизить эксплуатационные затраты на проведение посева [9].

Цель настоящего исследования – обосновать производительность выгрузного транспортёра загрузчика сеялок в зависимости от конструктивных параметров зерновой сеялки с позиции обеспечения стабильной работоспособности механизатора в течение 1 ч. технологического процесса посева зерновых.

Время на технологическую остановку сеялки по загрузке бункера семенами определяется по известной формуле:

$$t_3 = \frac{60 \cdot V \rho \lambda}{W_{3c}}, \quad (1)$$

где t_3 – время на технологическую остановку сеялки, ч.;

V – объём семенного бункера сеялки, м^3 ;
 ρ – масса единицы объёма семян, $\text{т}/\text{м}^3$;
 λ – коэффициент использования объёма бункера;
 W_{zc} – часовая подача выгрузного транспортёра, $\text{т}/\text{ч}$.

Время движения сеялки при выполнении технологической операции посева определяется по известной формуле:

$$t_{\partial} = \frac{10 \cdot V \rho \lambda}{HB_p v_p}, \quad (2)$$

где t_{∂} – время движения сеялки от заправки до заправки, ч.;

H – норма высева семян, $\text{т}/\text{га}$;

B_p – рабочая ширина захвата сеялки, м ;

v_p – рабочая скорость движения, $\text{км}/\text{ч}$.

Механизатор во время движения от заправки до заправки управляет агрегатом и контролирует величину перекрытия смежного прохода. Монотонность и высокая психофизическая нагрузка являются основными причинами усталости, что влияет на качество работы. Физиологами доказано, что снижение работоспособности наступает через 1,5 ч. работы, и для восстановления утраченной работоспособности требуется проведение технологических перерывов на 5–10 мин. [10]. Стабильная работоспособность, как известно, обеспечивается рациональной организацией трудового процесса, во время которого происходит равномерное чередование разнообразных операций, имеющих разную напряжённость при соблюдении ритма работы [8]. Применительно к технологической операции посева рациональная организация трудового процесса предполагает периодическое чередование времени движения агрегата во время выполнения технологической операции посева и времени на технологические остановки по заправке сеялки. Периодичность между составляющими времени технологического процесса достигается путём установки продолжительности времени на технологические остановки, равному 5% от времени движения агрегата во время выполнения технологической операции посева зерновых. Время на технологическую остановку в этом случае от времени движения составит:

$$t_z = 0,05 t_{\partial}. \quad (3)$$

Это соотношение означает, что через каждый час движения необходимо остановить агрегат для заправки семенами продолжительностью 0,05 ч. (3 мин.). Коэффициент использования времени на технологические остановки представляет отношение времени на технологические остановки к общей продолжительности технологического процесса:

$$k = \frac{t_{zc}}{t_{\partial} + t_{zc}}. \quad (4)$$

Результаты исследования. Значение коэффициента использования времени на технологические остановки за 1 час времени выполнения технологического процесса находится в интервале $0,5 \geq k \neq 0$.

В случае если время на технологические остановки одинаково с временем на движение сеялки от одной заправки до другой, т.е. $t_{zc} = t_{\partial}$, значение коэффициента использования времени на технологические остановки составляет $k = 0,5$. В этом случае возрастает потребность в загрузчиках сеялок и снижается производительность посевного агрегата.

Во время посева требуются периодические остановки, и поэтому величина времени на технологические остановки $t_{zc} \neq 0$. Время на загрузку сеялки должно быть минимальным для обеспечения максимальной производительности посевного агрегата. В случае если соблюдается условие 3, значение коэффициента использования времени на технологические остановки составит $k = 0,047$.

Учитывая выражение (1) и выражение (2), величина часовой подачи выгрузного транспортёра при выполнении условия (3), составит:

$$W_{zc} = 2HB_p v_p. \quad (5)$$

Зависимость подачи выгрузного транспортёра загрузчика сеялок от рабочей ширины захвата сеялки представлена на рисунке 1.

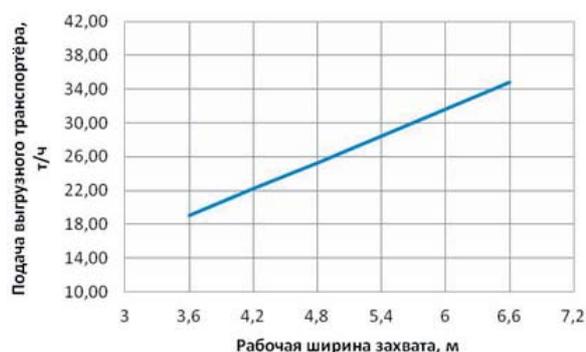


Рис. 1 – Зависимость подачи выгрузного транспортёра от рабочей ширины захвата сеялки

Зависимость построена при следующих исходных данных: рабочая скорость движения $v_p = 12 \text{ км}/\text{ч}$, норма высева $H = 220 \text{ кг}/\text{га}$.

Увеличение рабочей скорости движения агрегата при фиксированном значении рабочей ширины захвата сопровождается необходимостью увеличения часовой подачи выгрузного транспортёра. Была построена зависимость подачи выгрузного транспортёра от рабочей ширины захвата при фиксированной скорости движения и постоянной норме высева. С использованием метода наименьших квадратов были определены числовые значения коэффициентов уравнения регрессии при фиксированной рабочей скорости движения агрегата и постоянной величине нормы высева семян. Линейное уравнение регрессии подачи выгрузного транспортёра при рабочей скорости движения посевного агрегата равной $12 \text{ км}/\text{ч}$, имеет вид:

$$W_{zc} = 5,28 \cdot B_p.$$

При скорости движения посевного агрегата, равной $15 \text{ км}/\text{ч}$, уравнение регрессии подачи выгрузного транспортёра примет вид:

Составляющие времени на выполнение технологического процесса посева зерновых при рабочей скорости движения 12 и 15 км/ч и норме высева семян 220 кг/га

Объём бункера, м ³	Время на заправку сеялки семенами, ч. Скорость движения посевного агрегата		Время движения сеялки от одной заправки до другой, ч. Скорость движения посевного агрегата	
	12,0 км/ч	15,0 км/ч	12,0 км/ч	15,0 км/ч
0,5	$t_{zc} = 0,073B_p^{-1}$	$t_{zc} = 0,059B_p^{-1}$	$t_{dc} = 1,477B_p^{-1}$	$t_{dc} = 1,181B_p^{-1}$
1,0	$t_{zc} = 0,147B_p^{-1}$	$t_{zc} = 0,118B_p^{-1}$	$t_{dc} = 2,954B_p^{-1}$	$t_{dc} = 2,363B_p^{-1}$
1,5	$t_{zc} = 0,221B_p^{-1}$	$t_{zc} = 0,177B_p^{-1}$	$t_{dc} = 4,431B_p^{-1}$	$t_{dc} = 3,545B_p^{-1}$
2,0	$t_{zc} = 0,295B_p^{-1}$	$t_{zc} = 0,236B_p^{-1}$	$t_{dc} = 5,908B_p^{-1}$	$t_{dc} = 4,727B_p^{-1}$

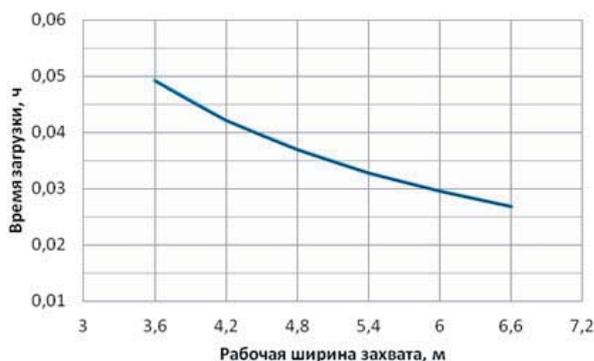


Рис. 2 – Зависимость времени загрузки сеялки от рабочей ширины захвата

$$W_{zc} = 6,6 \cdot B_p.$$

Анализ этих выражений свидетельствует, что подача выгрузного транспортёра загрузчика сеялок зависит от часовой производительности посевного агрегата. При фиксированной рабочей скорости сеялки и постоянной норме высева семян величина подачи выгрузного транспортёра изменяется с изменением рабочей ширины захвата. Поэтому при выборе подачи выгрузного транспортёра загрузчика сеялок следует учитывать параметры посевного агрегата.

Время на технологические остановки с учётом выражения (5) составит:

$$t_{zc} = \frac{V\rho\lambda}{2NB_p v_p},$$

а время на движение сеялки при выполнении технологической операции посева по выражению (2).

На рисунке 2 представлена зависимость времени загрузки сеялки от рабочей ширины захвата при скорости движения, равной 12 км/ч.

Обработка расчётных значений составляющих времени на выполнение технологического процесса методом наименьших квадратов позволила определить значение коэффициентов уравнения регрессии при скорости движения посевного агрегата 12 км/ч и скорости движения 15 км/ч при установленной норме высева семян $H = 220$ кг/га. В таблице представлены линейные уравнения регрессии технологического процесса посева зерновых.

Из таблицы следует, что увеличение скорости движения или рабочей ширины захвата сопровождается увеличением производительности при фик-

сированной величине объёма семенного бункера, что приводит к более частым заправкам.

Выводы:

- повышение производительности посевного агрегата достигается за счёт совершенствования процесса и за счёт поддержания высокой работоспособности механизатора во время управления посевным агрегатом;

- непрерывность технологического процесса посева зерновых обеспечивается за счёт согласования производительности посевного агрегата и величины подачи выгрузного транспортёра загрузчика сеялок, которая зависит от технологических и конструктивных параметров агрегата;

- время на технологические остановки агрегата должно составлять 5% от времени на движение от одной заправки до другой. Подача выгрузного транспортёра в этом случае определяется по выражению 5, а коэффициент использования времени на технологические остановки $k = 0,047$.

Литература

1. Пат. RUS 2177216 Рос. Федерация. Устройство для поверхностного рассева минеральных удобрений и других сыпучих материалов / Якимов Ю.И., Иванов В.П., Припоров Е.В., Заярский В.П., Волков Г.И., Селивановский О.Б. Заявл. 14.03.2000.
2. Пат. RUS 2177217 Рос. Федерация. Центробежный рабочий орган для рассева сыпучего материала / Якимов Ю.И., Припоров Е.В., Иванов В.П., Заярский В.П., Волков Г.И., Селивановский О.Б. Заявл. 14.03.2000.
3. Припоров Е.В., Юдт В.Ю. Анализ дисковых орудий с четырёхрядным расположением сферических дисков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 118. С. 1413–1427.
4. Припоров И.Е., Лазебных Д.В. Рациональная технология послеуборочной обработки семян подсолнечника // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 112. С. 1475–1485.
5. Шафоростов В.Д., Припоров И.Е. Технология послеуборочной обработки семян сои с использованием машин отечественного производства // Зернобобовые и крупа культуры. 2014. № 4 (12). С. 119–122.
6. Трубилин Е.И., Припоров И.Е. Технические средства для послеуборочной обработки семян подсолнечника: учеб. пособие. Краснодар, 2015.
7. Припоров И.Е. Параметры усовершенствованного процесса разделения компонентов вороха семян крупноплодного подсолнечника в воздушно-решётных зерноочистительных машинах: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Краснодар, 2012.
8. Зангиев А.А., Шпилько А.В., Левин А.Г. Эксплуатация машинно-тракторного парка. М.: КолосС, 2008. 128 с.
9. Припоров Е.В., Левченко Д.С. Анализ сошников сеялок ресурсосберегающих технологий посева зерновых // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 109. С. 379–391.
10. Бугаевский В.В. Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие. Краснодар, 2014. 52 с.