

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 631.51

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ШИРОКОЗАХВАТНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ НА МЕЛИОРАТИВНЫХ ОБЪЕКТАХ

А. И. Митрахович, кандидат технических наук, доцент

В. М. Макоед, ведущий научный сотрудник

А. П. Сергееня, инженер

С. М. Лавушев, инженер

РУП «Институт мелиорации»,
г. Минск, Беларусь

Аннотация

В статье рассмотрены факторы, влияющие на эффективность обработки почвы широкозахватной сельскохозяйственной техникой на мелиоративных объектах. Отмечается, что эффективность ее работы зависит во многом от размеров контуров полей, особенно на площадях с густой сетью каналов. Показаны потери времени на поворотной полосе в зависимости от длины гона, а также в результате снижения производительности машин из-за мелкоконтурности. Рекомендуются возможные радиусы поворотов в зависимости от ширины захвата, а также параметры загонов с учетом расположения осушителей и сельскохозяйственного использования мелиорированных земель. Полученные данные позволят разрабатывать мелиоративные системы усовершенствованных конструкций, которые обеспечат интенсивное использование агрегатов с широкозахватной сельскохозяйственной техникой за счет частичной замены каналов пластмассовыми трубопроводами большого диаметра.

Ключевые слова: контурность полей, норма времени, поворотная полоса, радиус поворота, длина гона, загон.

Abstract

**A. I. Mitrakhovich, V. M. Makoed,
A. P. Sergeenya, S. M. Lavushev**

FEATURES OF THE USE OF LARGE-SCALE AGRICULTURAL EQUIPMENT AT LAND-RECLAMA- TION FACILITIES

The article discusses the factors affecting the efficiency of tillage by large-scale agricultural equipment at land reclamation facilities. It is noted that the effectiveness of its work largely depends on the size of the contours of the fields, especially in areas with a dense network of channels. The time losses on the headland are shown depending on the rut length, as well as a result of a decrease in the productivity of the machines due to the small contour. Possible turning radii are recommended depending on the width of the grip, as well as the parameters of the pens, taking into account the location of the dryers and the agricultural use of reclaimed land. The data obtained will allow the development of land-improvement systems of improved designs, which will ensure the intensive use of aggregates with large-scale agricultural equipment due to the partial replacement of channels with plastic pipes of large diameter.

Keywords: contour fields, the rate of time, headland, turning radius, the length of the rut, pen.

Введение

Эффективность работы сельскохозяйственной техники на полях во многом зависит от размеров и контурности полей, особенно при использовании широкозахватных агрегатов.

В настоящее время в сельском хозяйстве используется техника с рабочей шириной до 10–12 м, такая как: культиватор универсальный для сплошной обработки почвы серии БПК (БПК–10 и БПК–12

с рабочей шириной 10 и 12 м соответственно), машины для внесения жидких органических удобрений МЖУ-20-2 (ширина захвата – 12 м), грабли ГР-700П (ширина 7,56 м) и др. [1].

Одним из важнейших приемов повышения производительности труда в земледелии, сокращения потребности в орудиях и машинах для обработки почвы, а также улучшения качества работ является увеличение скоростей на всех видах полевых работ.

Установлено, что чем выше скорость обработки почвы, тем при большей влажности можно начинать обрабатывать почву, а следовательно, можно раньше начинать и посевные работы.

Дополнительные количества воды, которая может остаться в почве при более ранней ее обработке, может составлять 150 м³/га, что иногда является решающим для получения дружных всходов сельскохозяйственных культур. Опыт показал, что при повышении скорости движения существующих плугов до 6,5–7,5 км/ч пашня становится ровнее, почва хорошо крошится, плуги идут устойчиво, горючее экономится [2].

Проблема обеспечения нормальных условий для работы широкозахватной техники весьма актуальна при обработке мелиорированных площадей с густой сетью открытых каналов. Они создают большую контурность полей, при этом увеличиваются норма

времени и затраты на обработку почвы, снижается качество посевных работ в местах разворота сельскохозяйственных машин, площади которых часто зарастают сорняками. Обрабатывающая техника проходит значительные расстояния. Например, при вспашке 100 га земли тракторный агрегат проходит 700–800 км. Из общего пути, проходимого агрегатом, на холостые заезды на загонах приходится в среднем 8–12 % (а на коротких участках – до 40 %), причем для конкретного поля эта величина зависит от выбора способа движения [3].

При вспашке 100 га трактор типа МТЗ с трехкорпусным плугом проходит путь около 1050–1100 км, при этом на холостые ходы приходится в среднем 5–12 %, а на коротких участках – более. Сокращение холостых ходов до минимума имеет важное значение для повышения производительности МТА и снижения затрат на единицу площади. Всякий лишний километр, пройденный агрегатом вхолостую, – это непроизводительные затраты времени и топлива. Неудачный выбор способа движения и связанных с ним поворотов агрегата на поворотной полосе, особенно мелкоконтурных участков, приводит к неравномерному износу ходовой части. Потери времени на поворотной полосе достигает 10 % и более общего времени работ, происходит срыв верхнего слоя почвы, повреждаются растения.

Результаты исследований и их обсуждение

Время, затрачиваемое на полезную работу агрегатов, оценивается общим коэффициентом использования времени смены τ [3]:

$$T_p = \tau \cdot T_{см}; \quad T_{см} = T - T_{п.з.}, \quad (1)$$

где $T_{см}$ – время смены (время работы за вычетом подготовительно-заключительного времени);

T_p – время полезной работы.

Для приближенных расчетов можно принимать значения τ основных технологических операций в функции длины гона (для скоростей 5–6 км/ч) по табл. 1.

Таблица 1 – Примерные значения коэффициента использования времени смены τ

Вид работ	Тип трактора	Значение коэффициента τ при длине гона, м					
		200	300	400	500	1000	1500
Пахота	колесный	0,64	0,70	0,76	0,80	0,86	0,88
	гусеничный	0,61	0,68	0,75	0,78	0,81	0,84
Культивация	колесный	0,67	0,72	0,77	0,81	0,84	0,87
Боронование	гусеничный	0,71	0,73	0,76	0,80	0,82	0,84
Посев зерновых	колесный	0,64	0,68	0,73	0,78	0,82	0,85
Внесение удобрений	гусеничный	0,60	0,63	0,67	0,70	0,73	0,76
Посев пропашных	колесный	0,62	0,66	0,71	0,76	0,80	0,82
Кошение трав	колесный	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86
Уборка зерновых	колесный	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80	0,81

Как видим, этот коэффициент изменяется от 0,60 до 0,86 при длине гонов от 200 до 1000 м. На снижение производительности сельскохозяйственных машин из-за мелкоконтурности полей указывают многие исследователи. Например, на лессово-западных землях Горецкого района Могилевской области производительность снижается при пахоте на 30–40 %, при культивации и бороновании – на 10–12, на посеве зерновых культур – до 15 % [4].

По данным литовских ученых, среднее время всех полевых механизированных работ (вспашка, дискование, прикатывание, сев и др.) прямо зависит от величины площади обрабатываемого контура, например, при площади контура до 1 га полезное время работы – 57 %, при 3–5 га – 75 %, при 15–20 га – 85 %, а при величине контура более 2,5 га – 90 % [5, 6].

По кинематике применяемых агрегатов сельскохозяйственные работы подразделяются на следующие группы.

1-я группа – работы, выполняемые симметричными агрегатами при топовом или диагональном движении: посев, культивация, междурядная обработка и др. Наиболее часто применяют челночный или перекрестный способы движения.

2-я группа – работы, выполняемые асимметричными агрегатами при топовом движении (пахотная работа, уборка свеклоуборочными агрегатами, кукурузным початкообразователем и др.) при способе движения всвал, вразвал, с чередованием загонов всвал и вразвал.

3-я группа – работы при круговом способе движения (уборка зерновых и других культур).

На рис. 1 показаны основные схемы движения агрегатов.

Челночный способ используется при культивации, дисковании, бороновании, посеве, прикатывании, вспашке оборотными плугами.

Способы всвал, вразвал, чередование – при вспашке отвальными плугами.

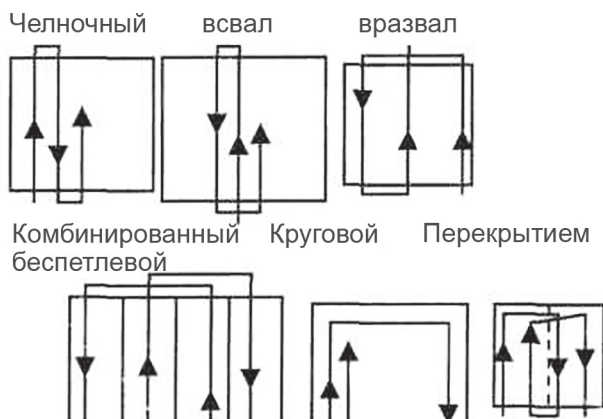


Рисунок 1 – Основные схемы движения агрегатов

Комбинированный беспетлевой эффективен при вспашке отвальными плугами, когда нецелесообразны петлевые повороты из-за больших масс агрегатов.

Способ перекрытием выполняется на сплошной культивации, междурядной оборотке, когда агрегат широкозахватный и нужны беспетлевые повороты. Ширина загона кратна ширине захвата агрегата.

Круговой способ движения целесообразно применять для жатвенных агрегатов и косилок.

Размер поворотной полосы зависит от состава агрегата и вида поворота – петлевого или беспетлевого. Минимальная ширина поворотной полосы E_{min} , м определяется:

– при петлевых поворотах (грушевидном или восьмеркообразном):

$$E_{min} = 3R + l(3,31),$$

где R – радиус поворота агрегата, м; l – длина выезда агрегата, м.

Радиус поворота агрегата определяется по формуле:

$$R = K_R \cdot B,$$

где K_R – коэффициент для оценки радиуса поворота; B – конструктивная ширина захвата агрегата, м.

Ширина захвата разбрызгивателей удобрений и опылителей ядохимикатами значительно превышает их кинематическую ширину, поэтому для таких агрегатов радиус поворота определяется по соотношению:

$$R = 3d_k,$$

где $d_k = B$ – кинематическая ширина агрегата, т. е. расстояние от продольной оси агрегата, проходящей через кинематический центр, до наиболее удаленных от нее точек агрегата, м.

Виды поворотов

Угол поворота агрегата может составлять 90° и 180°. Повороты на 90° применяются при круговом, фигурном способах движения агрегата, на 180° – при холостых заездах на концах гонов во время работы агрегата гоновым или диагональным способами.

На практике встречаются различные виды поворотов: беспетлевой, петлевой, перекрестно-петлевой, поворот на 180° – беспетлевой, петлевой, перекрестно-петлевой, односторонне-петлевой, согнуто-петлевой, сдвоенный петлевой и возвратно-петлевой. В зависимости от видов и размеров полей и загонов могут применяться различные виды поворотов.

Траектория движения агрегата состоит из отрезков прямолинейного движения и поворота вокруг некоторого центра. Движение по прямой или рабочий ход является главным элементом

кинематики агрегата. Поворот – это сложное движение по кривой с переменным радиусом.

Минимальный радиус поворота – это наименьший радиус окружности, движение по которой допускается конструктивными параметрами агрегата. Приблизительно его можно определять для колесного трактора по формуле [3]:

$$R_{min} = Lctg\alpha + \frac{B}{2},$$

где L – продольная база трактора;

α – угол управляемых колес;

B – расстояние между осями поворотных цапф колесного трактора.

Величины радиуса поворота в зависимости от ширины сельскохозяйственных агрегатов и скорости их движения приведены в табл. 2, 3, 4.

Для агрегатов с большой шириной захвата, состоящих из гусеничного трактора с 2–3 прицепными орудиями, радиус поворота может быть принят при расчетах равным ширине захвата агрегата $R = B$.

Каждой длине гона должна соответствовать оптимальная ширина загона, которая обеспечивает наибольшую производительность агрегата. Оптимальная ширина загона для движения всвал или вразвал определяется по формуле:

$$C_{opt} = \sqrt{2(LB_p + 8R^2)},$$

где L – длина гона;

R – наименьший радиус поворота;

B_p – рабочая ширина захвата.

Целесообразная ширина загонов при работе машино-тракторных агрегатов в сельскохозяйственном производстве приведена в табл. 5 [3].

Данными табл. 5 с определенной точностью можно пользоваться при выборе параметров разбивки поля на загоны, однако необходимо принимать во внимание и отдавать предпочтение системе машин с более маневренными свойствами.

Таблица 2 – Радиусы поворота в зависимости от ширины захвата агрегата и коэффициенты увеличения радиусов при повышении скорости движения

Агрегаты	Радиусы поворота при 5 км/ч		Коэффициенты увеличения радиусов при скорости движения, км/ч					
	навесной	прицепной	7		9		12	
Пахотные	$3B_p$	$4,5B_p$	1,05	1,15	1,2	1,42	1,35	1,6
Посевные	$1,1B_p$	$1,6B_p$	1,08	1,32	1,41	1,57	1,58	1,8
1, 2 секции	$0,9 B_p$	$1,1-1,3B_p$	1,08	1,32	1,41	1,57	1,58	1,8
3, 4, 5 секций			1,06	1,25	1,32	1,55	1,46	1,75

Примечание. B_p – рабочая ширина захвата агрегата.

Таблица 3 – Примерные значения радиуса поворота агрегата в зависимости от ширины захвата (при $V = 5$ км/ч)

Агрегаты	Радиус поворота в зависимости от ширины захвата B_p
Прицепные	
пахотные четырех-, восьмикорпусные	$4,5B_p$
культиваторные двухмашинные	$1,2B_p$
культиваторные трех-, четырехсекционные	$1,0B_p$
бороновальные	$1,0 B_p$
посевные трехсеялочные	$1,3 B_p$
посевные четырех-, пятисеялочные	$1,1 B_p$
Навесные	
пахотные трехсекционные	$0,9B_p$
посевные	$0,9B_p$

Таблица 4 – Коэффициенты для определения радиуса поворота при различных скоростях

Агрегаты	Коэффициенты при скоростях V , км/ч		
	7	9	11
Прицепные			
пахотные	1,15	1,42	1,60
культиваторные	1,20	1,50	1,70
посевные	1,32	1,57	1,85
боронование	1,35	1,68	1,85
Навесные			
пахотные	1,05	1,20	1,35
культиваторные	1,06	1,32	1,46
посевные	1,08	1,41	1,58

Таблица 5 – Рекомендуемые параметры загонов в зависимости от мощности тракторов на примере аграрного сектора экономики

Длина гона, м	Ширина загона для тракторов тягового класса, м				
	14кН	30кН	40кН	50кН	60кН
Более 1500	–	110–120	110–120	150–160	160–170
1300–1500	–	100–110	110–120	140–150	150–160
1000–1300	70–80	90–100	100–110	120–140	130–150
700–1000	60–70	80–90	90–100	100–120	115–130
500–700	50–60	70–80	80–90	85–110	95–115
400–500	45–50	60–70	70–80	70–85	75–95
300–400	40–45	50–60	60–70	–	–

Примечание. Загон – часть рабочего участка для выполнения технологических операций с принятым способом движения.

Выводы

Проанализировав факторы, влияющие на эффективность обработки почвы широкозахватной техникой на мелиоративных объектах, были установлены наиболее приемлемые параметры величин обрабатываемых полей с точки зрения

коэффициента использования времени смены. Даны рекомендации по размерам загонов и радиусы поворотов техники с учетом расстояний между открытыми осушителями и сельскохозяйственным использованием мелиорированных земель.

Библиографический список

1. Бобровник, А. И. Прицепные агрегаты для внесения полужидкого и жидкого навоза / А. И. Бобровник, П. П. Бегун, Э. В. Дыба // Мелиорация. – 2016. – № 3. – С. 55-60.
2. Бахтин, П. У. Исследование физико-механических и технологических свойств основных типов почв СССР / П.У. Бахтин – М. : Колос, 1969. – 271 с.
3. Фортуна, В. И. Технология механизированных сельскохозяйственных работ / В. И. Фортуна, С. К. Миронюк. – М. : Агропромиздат, 1986. – 302 с.
4. Рудой, А. У. Исследование действия дренажных систем на лесово-западинных землях / А. У. Рудой // Осушительно-увлажнительные системы: сб. науч. работ. – 1986. – С. 91-99.
5. Сакалаускас, А. И. Закрытые коллекторы вместо открытых каналов / А. И. Сакалаускас // Гидротехника и мелиорация. – 1968. – № 8. – С. 67-72.
6. Риекстс, И. А. Опыт строительства крупных дренажных систем в Латвийской ССР / И. А. Риекстс // Гидротехника и мелиорация. – 1968. – № 5. – С. 41-48.

Поступила 20.05.2019