

## АГРЕГАТ ДЛЯ КОМБИНИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ АПК-4

КАМБУЛОВ Сергей Иванович, ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»  
 БОЖКО Игорь Владимирович, ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»

*В статье приведены результаты экспериментальных исследований агрегата почвообрабатывающего комбинированного АПК-4. В ходе исследований установлено, что по качественным показателям агрегат на рабочей скорости 9,8 км/ч выдерживает установочную глубину обработки 12–14 см. По энергетическим показателям – тяговое сопротивление машины АПК-4 в агрегате с трактором К-701 составило 48,2 кН, а удельные энергозатраты – 123,5 МДж/га. По эксплуатационно-технологическим показателям производительность в час основного времени 3,82 га при рабочей скорости агрегата 2,72 м/с (9,8 км/ч). Сменная производительность при этом – 2,10 га/ч, а эксплуатационная производительность агрегата – 2,07 га/ч.*

**Введение.** В настоящее время наиболее остро стоит вопрос экономии энергоресурсов при проведении почвообрабатывающих технологических операций. Так как для подготовки поля к посеву используются различные типы сельскохозяйственных почвообрабатывающих машин в зависимости от выполняемой технологической операции: измельчение растительных остатков после уборки, основная обработка почвы, а также предпосевная культивация, что ведет к увеличению эксплуатационных затрат [2]. Снижения таких затрат можно добиться применением комбинированных почвообрабатывающих агрегатов, выполняющих несколько технологических операций обработки почвы за один проход. К таким сельскохозяйственным машинам относится агрегат почвообрабатывающий комбинированный АПК-4, разработанный в ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», позволяющий одновременно выполнять следующие технологические операции: дискование в один след, рыхление почвы без оборота пласта с подрезанием корней сорных растений, выравнивание поверхности и прикатывания.

Цель исследования заключается в определении основных агротехнических, энергетических и эксплуатационно-технологических показателей агрегата почвообрабатывающего комбинированного АПК-4.

**Методика исследований.** Агрегат почвообрабатывающий комбинированный АПК-4 предназначен для сплошной обработки почвы на глубину от 6 до 16 см с выполнением нескольких технологических операций за один проход. Почвообрабатывающий агрегат при глубине обработки до 12 см агрегируется с тракторами 3-го класса тяги, а при глубине обработки до 16 см – с тракторами 4–5-го класса тяги. Агрегат АПК-4 состоит из рамы, двух дисковых батарей, плоскорезов, выравнивающих дисков, спирального катка, двух транспортных пневматических колес, двух опорных металлических колес с ме-

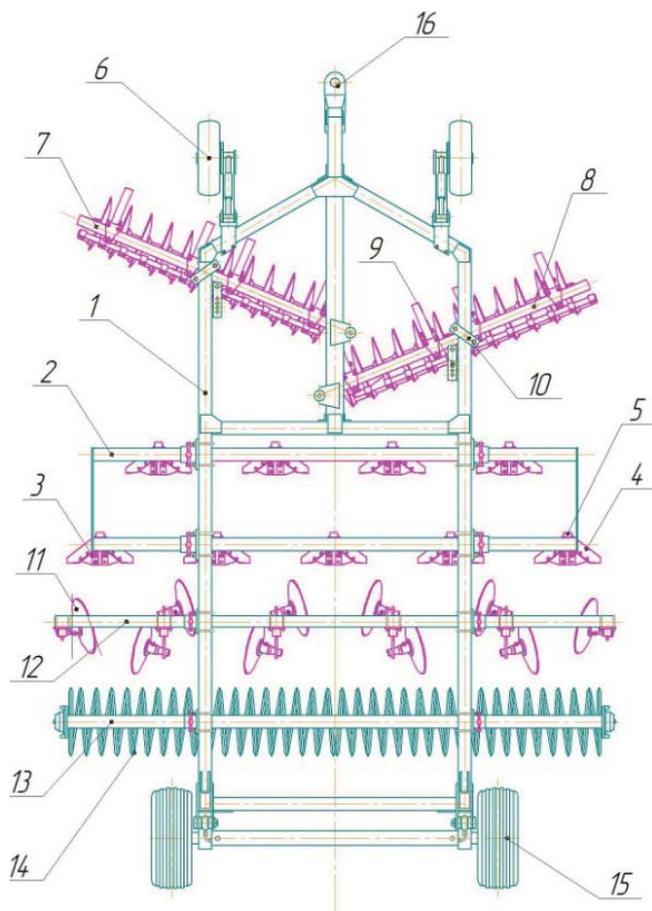
ханизмом регулировки глубины, прицепного устройства и гидросистемы.

Несущая система состоит из основной рамы и рамы катка, к основной раме крепятся рама плоскорезов и балка выравнивающих дисков. К несущей системе присоединено прицепное устройство. Прицепное устройство предназначено для агрегатирования комбинированного агрегата с тракторами класса тяги 3 т, 4–5 т. Дисковые батареи предназначены для предварительного рыхления верхнего слоя почвы на глубину до 8 см, частичного измельчения пожнивных остатков, подрезания стерни, пожнивных всходов и сорных растений. Дисковые батареи имеют рессорную подвеску и крепятся через поперечину к несущей системе. Регулировка дисковых батарей по углу атаки 15–23° производится ступенчато через 2° путем перестановки планки предварительно отпустив прижимной хомут. По высоте дисковые батареи регулируются при помощи опорных колес. Для предохранения дисковых батарей от забивания почвой в конструкции предусмотрены чистики.

Схема агрегата АПК-4 представлена на рисунке.

Плоскорезы представляют собой плоскорезные лапы, состоящие из лемехов и долота, с углом раствора лемехов 105°, углом установки ко дну борозды: долота 25°, лемеха 28° и вертикальной стойки. Плоскорезные рабочие органы располагаются на общей раме в два ряда. Расстояние между плоскорезными рабочими органами в поперечном и в продольном направлении составляет 80 см стойки плоскорезных рабочих органов снабжены устройством для регулировки лап по горизонтам. Регулировка глубины обработки производится с помощью регулировочных домкратов, перемещающих рамы плоскорезов в вертикальной плоскости. Выравнивающие диски, смонтированные на балке, предназначены для выравнивания поверхности поля после прохода плоскорезов. Регулировка выравнивающих





**Схема агрегата почвообрабатывающего комбинированного АПК-4:**

- 1 – несущая система;
- 2 – рама плоскорезов;
- 3 – плоскорезы;
- 4 – лемех плоскореза;
- 5 – долото плоскореза;
- 6 – колесо опорное;
- 7 – дисковая батарея;
- 8 – поперечина;
- 9 – планка;
- 10 – прижимной хомут;
- 11 – выравнивающие диски;
- 12 – балка выравнивающих дисков;
- 13 – рама катка;
- 14 – каток;
- 15 – колесо транспортное;
- 16 – прицепное устройство

дисков по высоте производится аналогично регулировке плоскорезов.

Каток представляет собой спираль, с левой и правой навивкой от середины, по ширине захвата, которая установлена на собственную раму механизмом регулирования высоты установки аналогичным выравнивающим диском. Каток предназначен для уплотнения и выравнивая верхнего слоя почвы. Транспортные колеса с пневматическими шинами обеспечивают дорожный просвет агрегата в транспортном положении не менее 400 мм до поверхности почвы [5, 6].

Методика проведения исследований заключалась в определении основных агротехнических показателей агрегата почвообрабатывающего комбинированного АПК-4 [1], таких как: глубина обработки почвы, гребнистость поверхности почвы, крошение почвы, сохранение стер-

ни, подрезание сорняков, плотность почвы по слоям, содержание эрозионно-опасных частиц после прохода агрегата. Определяли основные энергетические показатели: тяговое сопротивление, потребляемую мощность, удельные энергозатраты, удельное тяговое сопротивление агрегата, часовой расход топлива за время основной работы, а также основные эксплуатационно-технические показатели и коэффициенты: производительность за 1 ч, удельный расход топлива за время сменной работы, технологического обслуживания, надежности технологического процесса, использования сменного времени, использования эксплуатационного времени [3, 4].

**Результаты исследований.** Технологический процесс работы агрегата заключается в следующем: при переводе агрегата из транспортного положения в рабочее диски батарей заглубляются и производят поверхностную обработку почвы в один след. Расположенные за ними плоскорезные рабочие органы рыхлят почву без оборота пласта и подрезают корни сорных растений. Выравнивающие диски перемешивают стерновые остатки с почвой и выравнивают поверхность. Спиралевидный каток прикатывает взрыхленный мульчирующий слой, что способствует сохранению влаги. Перевод агрегата в транспортное положение осуществляется навеской трактора через прицепное устройство и гидросистемный агрегат посредством транспортных колес [7].

Экспериментальные исследования по определению основных агротехнических, энергетических и эксплуатационно-технологических показателей проводились в составе агрегата почвообрабатывающего комбинированного АПК-4 с трактором К-701 на стерне ярового ячменя после прямого комбайнирования на глубину 12–14 см на полях ФГБНУ «АНЦ «Донской». Экспериментальный участок характеризовался слабовыраженным микрорельефом до 3 см. Влажность в почвы в слое до 5 см составила 8,7 %, а на глубине хода рабочих органов 21,9 %. По твердости почва в исследуемых слоях была рыхлой и рыхловатой 0,48–2,37 МПа, что соответствует агротребованиям. Плотность почвы находилась в оптимальном состоянии 0,9 – 1,08 г/см<sup>3</sup>. Экспериментальный участок характеризовался средней засоренностью 33 шт./м<sup>2</sup>. Сорная растительность представлена, в основном, слабо укоренившимися однолетниками, которые легко уничтожаются рыхлением. Количество пожнивных остатков составило 165 г/м<sup>2</sup>.

Основные агротехнические показатели приведены в табл. 1.

Анализируя полученные данные качества обработки почвы, следует отметить, что агрегат на рабочей скорости 9,8 км/ч выдерживает установочную глубину обработки 12–14 см. При этом



## Основные агротехнические показатели агрегата почвообрабатывающего комбинированного АПК-4

Показатель	Значение
Состав агрегата	АПК-4+К-701
Режим работы	
Скорость движения агрегата, м/с (км/ч)	2,72 (9,8)
Установочная глубина обработки почвы, см	12–14
Показатели качества выполнения технологического процесса	
Глубина обработки, см	13,4
стандартное отклонение глубины обработки, ± см	1,5
Гребнистость поверхности почвы, см	2,0
Крошение почвы, % размеры фракций до 25 мм	80,2
Сохранение стерни, %	58,1
Подрезание сорняков, %	100
Плотность почвы, г/см <sup>3</sup> по слоям	
от 0 до 5, см	0,88
от 5 до 10, см	0,92
от 10 до 15, см	1,03
средняя в слое от 0 до 15, см	0,94
Содержание эрозионно-опасных частиц до 1 мм в слое 0–5 см, % до прохода агрегата	23,4
после прохода агрегата	22,7

устойчивость хода рабочих органов составляет ±1,5 см, что соответствует агротехническим требованиям. Сорные растения подрезаются полностью. На поверхности поля остается достаточное количество пожнивных остатков 58,1 %, что также соответствует агротехническим требованиям. После прохода агрегата качество крошения почвы составляет 80,2 % фракций размером до 25 мм, что соответствует агротехническим требованиям, предъявляемым к почвообрабатывающим машинам.

Прикатывающее устройство хорошо выравнивает поверхность поля. Гребнистость при этом составляет 2 см, что создает пред-

посылки для качественного выполнения последующих технологических операций. Также необходимо отметить, что рабочие органы агрегата интенсивно перемешивают верхний слой почвы. При этом почва уплотняется незначительно и находится в оптимальном состоянии после прохода агрегата, плотность 0,88...1,03 г/см<sup>3</sup>. Увеличения содержания эрозионно-опасных частиц в верхнем слое почвы не происходит. Таким образом, агрегат почвообрабатывающий комбинированный АПК-4 с трактором К-701 по качеству работы соответствует предъявляемым агротехническим требованиям.

Таблица 2

## Основные энергетические показатели агрегата почвообрабатывающего комбинированного АПК-4

Показатель	Значение
Состав агрегата	АПК-4+К-701
Режим работы:	
передача	2-3
скорость движения, м/с (км/ч)	2,72 (9,8)
ширина захвата, м	3,9
глубина обработки, см	13,4
производительность за 1 ч основного времени, га/ч	3,82
Энергетические показатели:	
тяговое сопротивление, кН	48,2
потребляемая мощность, кВт	131,1
удельные энергозатраты, МДж/га	123,5
удельное тяговое сопротивление машины, кН/м	12,4
часовой расход топлива за время основной работы, кг/ч	51,4





Энергетические показатели определялись с целью установления затрат энергии трактора К-701 на выполнение технологической операции при обработке стерни ярового ячменя.

Основные энергетические показатели приведены в табл. 2.

Анализируя полученные данные энергетических показателей, следует отметить, что тяговое сопротивление машины АПК-4 в агрегате с трактором К-701 составило 48,2 кН при скорости движения 2,72 м/с (9,8 км/ч). Тяговая мощность (потребляемая мощность машины на производство технологической операции комбинированной обработки почвы) составила 131,1 кВт, тяговый КПД трактора на передаче 2–3, составил 0,57, что близко к номинальному значению показателя (0,697) на данном режиме работы. Удельные энергозатраты составили 123,5 МДж/га. Удельное тяговое сопротивление машины составило 12,4 кН/м, а часовой расход топлива за время основной работы 51,4 кг/ч.

Эксплуатационно-технологические показатели агрегата почвообрабатывающего комбинированного АПК-4 с трактором К-701 определялись методом контрольных опытов в соответствии с ГОСТ 24055 и ГОСТ 24057.

Основные эксплуатационно-технологические показатели приведены в табл. 3.

Анализ полученных данных эксплуатационно-технологических показателей позволил установить производительность в час основного времени 3,82 га при рабочей скорости агрегата 2,72 м/с (9,8 км/ч). Сменная производительность при этом составила 2,10 га/ч. Снижение производительности в час основного времени относительно сменной производительности происходит за счет введения в структуру сменного времени затрат на техническое обслуживание агрегата, нормируемых затрат на холостые переез-

ды в начале и в конце смены, а также времени для отдыха механизатора. Эксплуатационная производительность агрегата составила 2,07 га/ч. Коэффициент использования эксплуатационного времени составил 0,54 при нормативе не менее 0,50. Удельный расход топлива за время сменной работы агрегата составил 14,92 кг/га. Технологический процесс обработки почвы выполняется устойчиво, что подтверждается коэффициентом надежности, который составил 1,00 при нормативе не менее 1,00.

Таким образом, агрегат почвообрабатывающий комбинированный по основным эксплуатационно-технологическим показателям соответствует предъявляемым агротехническим требованиям.

**Закключение.** В результате проведенных исследований агрегата почвообрабатывающего комбинированного АПК-4 установлено соответствие агротехнических, энергетических и эксплуатационно-технологических показателей агротехническим и нормативным требованиям, предъявляемым к сельхозмашинам.

По качественным показателям агрегат на рабочей скорости 9,8 км/ч выдерживает установочную глубину обработки 12–14 см. При этом, устойчивость хода рабочих органов составляет  $\pm 1,5$  см. На поверхности поля остается достаточное количество пожнивных остатков 58,1 %. После прохода агрегата качество крошения почвы составляет 80,2 % фракций размером до 25 мм, что соответствует агротехническим требованиям, предъявляемым к почвообрабатывающим машинам.

По энергетическим показателям – тяговое сопротивление машины АПК-4 в агрегате с трактором К-701 составило 48,2 кН. Тяговая мощность составила 131,1 кВт. Тяговый КПД трактора на передаче 2–3, составил 0,57, что близко

Таблица 3

**Основные эксплуатационно-технологические показатели агрегата почвообрабатывающего комбинированного АПК-4**

Показатель	Значение
Состав агрегата	АПК-4+К-701
Скорость движения, м/с (км/ч)	2,72 (9,8)
Производительность за 1 ч, га/ч:	
основного времени	3,82
сменного времени	2,10
эксплуатационного времени	2,07
Удельный расход топлива за время сменной работы, кг/га	14,92
Эксплуатационно-технологические коэффициенты:	
технологического обслуживания	0,81
надежность технологического процесса	1,00
использования сменного времени	0,55
использования эксплуатационного времени	0,54
Количество обслуживающего персонала, чел.	1

к номинальному значению показателя 0,697 при выбранном режиме работы. Удельные энергозатраты составили 123,5 МДж/га. Удельное тяговое сопротивление агрегата составило 12,4 кН/м, а часовой расход топлива за время основной работы 51,4 кг/ч.

По эксплуатационно-технологическим показателям производительность в час основного времени 3,82 га при рабочей скорости агрегата 2,72 м/с (9,8 км/ч). Сменная производительность при этом составила 2,10 га/ч. Снижение производительности в час основного времени относительно сменной производительности происходит за счет введения в структуру сменного времени затрат на техническое обслуживание агрегата, нормируемых затрат на холостые переезды в начале и в конце смены, а также времени для отдыха механизатора. Эксплуатационная производительность агрегата составила 2,07 га/ч. Технологический процесс обработки почвы выполняется устойчиво, что подтверждается коэффициентом надежности, который составил 1,00 при нормативе не менее 1,00.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агротехнические основы возделывания полевых культур с использованием машин и орудий нового поколения в Ставропольском крае (рекомендации) / В.Ф. Гаркуша [и др.]. – Ставрополь-Зерноград: ВНИПТИМЭСХ, 1999. – 43 с.

2. Дригидер В.К., Невечера А.Ф., Токарев И.Д. Экономическая эффективность технологии No-till в за-

сушливой зоне ставропольского края // Земледелие. – 2017. – № 3. – С. 16–19.

3. Небавский В.А. Опыт внедрения технологии нулевой обработки почвы. – Краснодар, 2003. – 134 с.

4. Опыт возделывания озимой пшеницы в условиях недостаточного увлажнения / В.И. Пахомов [и др.]. – М., 2015. – 160 с.

5. Организационно-технологический проект производства сильных и твердых (ценных) пшениц в условиях недостаточного увлажнения с использованием комплексов машин с адаптивными рабочими органами / В.Б. Рыков [и др.] / ВНИПТИМЭСХ. – Зерноград, 2010. – 147 с.

6. Рыков В.Б., Камбулов С.И., Камбулов И.А. Статистическая динамика природно-климатических факторов и урожайность зерновых колосовых культур // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2013. – № 6. – С. 22–24.

7. Grey R.S., Taylor J.S., Brown W.J. Economic factors contributing to the adoption of reduced tillage technologies in central Saskatchewan // Canad. J. Plant Sc., 1996. Vol. 76. No. 4. S. 661–668.

**Камбулов Сергей Иванович**, д-р техн. наук, доцент, главный научный сотрудник, ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской». Россия.

**Божко Игорь Владимирович**, канд. техн. наук, младший научный сотрудник, ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской». Россия.

347740, г. Зерноград, ул. им. Ленина, 14.

Тел.: 8 (951) 495-92-41; e-mail: i.v.bozhko@mail.ru.

**Ключевые слова:** агрегат почвообрабатывающий комбинированный; агротехнические показатели; энергетические показатели; эксплуатационно-технологические показатели.

#### AGGREGATE FOR COMBINED TREATMENT OF SOIL APK-4

**Kambulov Sergey Ivanovich**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Chief Researcher, FSBSI "Agrarian Scientific Center "Donskoy", Russia.

**Bozhko Igor Vladimirovich**, Candidate of Technical Sciences, Junior Researcher, FSBSI "Agricultural Scientific Center "Donskoy", Russia.

**Keywords:** aggregate combined soil cultivating; agrotechnical indicators; energy indicators; operational and technological indicators.

The article presents the results of experimental studies of the aggregate of tillage combined APK-4. During the re-

search it was found that in terms of quality indicators, the unit at a working speed of 9.8 km/h withstands an installation processing depth of 12-14 cm. According to energy indicators, the traction resistance of the APK-4 machine in the unit with the K-701 tractor was 48.2 kN, and the specific energy consumption amounted to 123.5 MJ/ha. According to operational and technological indicators, the productivity per hour of the main time is 3.82 ha with the operating speed of the unit 2.72 m/s (9.8 km/h). The replaceable productivity in this case amounted to 2.10 ha/h, while the operational productivity of the unit at the same time amounted to 2.07 ha/h.

