

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИГОЛЬЧАТЫХ И ЗУБОВЫХ БОРОН

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE CONSUMER CHARACTERISTICS OF NEEDLE AND TOOTH HARROWS

Я.В. ЕРЕМЕНКО
А.Ю. НЕСМИЯН, д.т.н.
А.К. КУЛАКОВ
С.В. АСАТУРЯН, к.т.н.

Азово-Черноморский инженерный институт
 ФГБОУ ВО Донской ГАУ, Зерноград, Россия,
 nesmiyan@andrei@yandex.ru

YA.V. EREMENKO
A.YU. NESMIYAN, DSc in Engineering
A.K. KULAKOV
S.V. ASATURYAN, PhD in Engineering

Azov-Black Sea Engineering Institute of the Don State Agrarian
 University, Zernograd, Russia, nesmiyan@andrei@yandex.ru

В современном сельскохозяйственном производстве, особенно в зонах недостаточного увлажнения, широкое применение получили игольчатые бороны-мотыги и зубовые бороны. Назначение этих групп орудий в целом схоже, однако имеются и отдельные функциональные особенности. Их знание, владение объективной информацией о потребительских характеристиках этих орудий позволит сформировать более рациональную структуру парка машин сельскохозяйственных предприятий, организовать их эффективную эксплуатацию и будет способствовать дальнейшему совершенствованию конструкций самих орудий. Целью представленного исследования является обобщенный сравнительный анализ эксплуатационно-экономических характеристик и агротехнических показателей работы игольчатых бороны-мотыги и зубовых бороны. Для достижения поставленной цели в рамках исследования был проведен сбор информации об основных эксплуатационных и агротехнических характеристиках зубовых бороны и бороны-мотыги, проходивших испытания на машинно-испытательных станциях нашей страны. Анализ полученных результатов позволил заключить, что применение игольчатых бороны по сравнению с зубовыми обеспечивает повышение производительности агрегатов в среднем на 13...20 %, снижение гребнистости поверхности поля – на 15 % (3 мм), повышение крошения почвы на 7 %. В равных условиях бороны-мотыги повреждают в 3...7 раз меньше культурных растений, чем зубовые бороны. По расходу топлива и неравномерности глубины обработки почвы агрегаты с игольчатыми и зубовыми бороны обеспечили примерно одинаковые показатели работы. При этом бороны-мотыги в 1,83 раза более металлоемки, чем зубовые, и более трудоемки в обслуживании. В целом можно заключить, что эксплуатационные характеристики и агротехнические показатели работы игольчатых бороны выше, чем зубовых, однако, экономические – ниже.

Ключевые слова: игольчатая бороны-мотыга, зубовая бороны, потребительские характеристики, протоколы испытаний, анализ, удельный расход топлива, масса, производительность, агротехнические показатели работы.

In modern agricultural production, especially in areas of insufficient moisture, needle harrows-hoes and tooth harrows are widely used. The purpose of these groups of tools are generally alike, however, there are separate functional features. Their knowledge, possession of objective information on consumer characteristics of these tools will allow to form more rational structure of Park of cars of the agricultural enterprises, to organize their effective operation and will promote further improvement of designs of tools. The aim of the present study is a generalized comparative analysis of operational and economic characteristics and agrotechnical performance of needle harrows-hoes and tooth harrows. To achieve this goal, the study collected information about the main operational and agrotechnical characteristics of tooth harrows and harrow-hoes that were tested at the machine-testing stations of our country. The analysis of the obtained results allowed to conclude that the use of needle harrows in comparison with tooth harrows provides an increase in the productivity of aggregates by an average of 13...20 %, a decrease in the field surface crests by 15 % (3 mm), an increase in soil crumbling by 7 %. In equal conditions harrows-hoes damage 3...7 times less cultivated plants than tooth harrows. The fuel consumption and the uneven depth of tillage aggregates with a needle and Zubov harrows provided approximately the same performance. At the same time harrows hoes 1,83 times more metal than tooth and more labor-intensive in service. In General, it can be concluded that the performance characteristics and agrotechnical performance of needle harrows are higher than the ones, however, economic-lower.

Keywords: needle harrow-hoe, tooth harrow, consumer characteristics, test reports, analysis, specific fuel consumption, weight, performance, agrotechnical performance.

Введение

Обработка почвы – важная составляющая большинства технологий растениеводства, существенно влияющая на их эффективность [1].

В современном сельскохозяйственном производстве, особенно в зонах недостаточного увлажнения, широкое применение получили такие орудия для поверхностной обработки почвы, как игольчатые бороны-мотыги и зубовые бороны (с жесткими или пружинными зубьями). Несмотря на существенные различия технологических процессов, назначение этих групп орудий в целом схоже – рыхление почвы на небольшую глубину (3...8 см), выравнивание поверхности поля, уничтожение слабо укоренившихся сорняков. В рамках безотвальных и даже нулевых технологий они способствуют сохранению и равномерному распределению по поверхности поля растительных остатков, снижающих вероятность образования водной и ветровой эрозии, участвующих в процессах терморегуляции, накопления и сохранения почвенной влаги. И те и другие орудия могут использоваться не только для ухода за парами и допосевной обработки почвы, но и для послепосевной и даже послеуборочной сплошной обработки участков [1–4].

Вместе с тем, для игольчатых и зубовых борон характерен и ряд функциональных различий. Так, например, по некоторым данным при резком заглублении иглы бороны-мотыги в почву и далее при ее обратном движении происходит принудительное нагнетание воздуха в верхние почвенные слои, за счет чего они насыщаются содержащимся в воздухе азотом [5]. Некоторые исследователи утверждают, что одно мотыженье по эффективности аналогично внесению 100 кг/га азотных удобрений [5],

чего при применении классических зубовых борон не наблюдается. Кроме того, за счет вертикальной составляющей движения зубьев, бороны-мотыги могут использоваться в холодное время года для разрушения ледяной корки на озимых культурах [2]. Знание таких функциональных особенностей сравниваемых орудий, владение объективной информацией об их потребительских характеристиках позволит сформировать более рациональную структуру парка машин сельскохозяйственных предприятий, организовать их эффективную эксплуатацию и будет способствовать дальнейшему совершенствованию конструкций самих орудий.

Цель исследования

Целью исследования является обобщенный сравнительный анализ эксплуатационно-экономических характеристик и агротехнических показателей работы игольчатых борон-мотыг и зубовых борон.

Методика исследования

Сложность совместной оценки сравниваемых орудий связана с разнообразием их конструкций. Например, игольчатые бороны производятся как навесными, так и прицепными, с шириной захвата от 3 до 21 м (рис. 1). При этом они могут существенно различаться устройством и параметрами расположения рабочих органов [4], а также величиной давления, проходящегося на один зуб. В полной мере это относится и к зубовым боронам, которые могут выпускаться как в широкозахватном, так и модульном вариантах и при этом существенно различаются конструкцией зубьев (рис. 2).

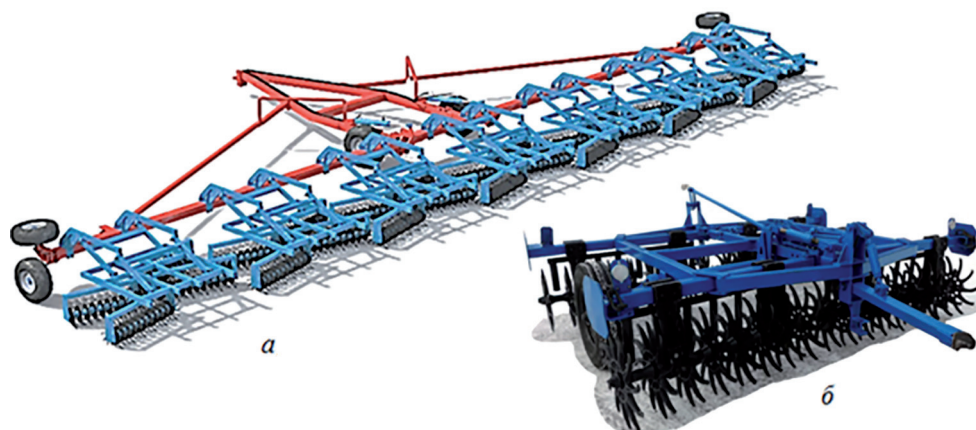


Рис. 1. Игольчатые бороны-мотыги:

а – ротационная борона «АГРИСТАР Супер» РБА-21 (ООО «АГРИСТО», г. Ставрополь);
б – борона игольчатая гидрофицированная БИГ-3А



Рис. 2. Зубовые бороны:
a – широкозахватная борона БТ-18 с пружинными зубьями;
б – модульная борона БЗСС-1,0 с жесткими зубьями квадратного сечения

Анализ характеристик сравниваемых групп орудий дополнительно усложняется тем, что исследуемые почвообрабатывающие агрегаты – сложные динамические системы, условия эксплуатации которых носят стохастический характер. В связи с этим наиболее полная и достоверная информация о них может быть получена только путем обобщенного анализа результатов экспериментальных исследований и показателей производственной деятельности. При этом полученные данные будут иметь вероятностный характер, лишь приблизительно характеризую протекание реальных процессов

В рамках исследования был проведен сбор информации об основных эксплуатационных и агротехнических характеристиках шести зубовых борон и шести борон-мотыг, проходивших испытания на машинно-испытательных станциях нашей страны [6, 7], что позволило получить достаточно широкий спектр объективных показателей, характеризующих работу агрегатов. С учетом различных фонов и режимов проведения испытаний конечное число опытов при исследовании работы зубовых борон составило 12 шт., игольчатых борон – 15 шт. Все орудия относились к беспцепочным, их рабочая ширина варьировалась от 8,8 до 24,6 м.

При этом фиксировались следующие показатели:

- V_p – рабочая скорость агрегата, км/ч;
- B_p – рабочая ширина орудия, м;
- W_o – производительность агрегата за час основного времени, га/ч;
- $W_э$ – производительность агрегата за час эксплуатационного времени, га/ч;
- $q_{уд}$ – удельный расход топлива, кг/га;
- ТЕТО – трудоемкость ежесменного технического обслуживания орудия, чел.-ч.;
- m – масса орудия, кг;
- a_{cp} – средняя глубина обработки почвы, см;
- σ_a – стандартное отклонение глубины обработки, см;
- K – показатель крошения почвы, %;
- Γ – гребнистость поверхности поля, см;
- ПКР – степень повреждения культурных растений, %.

Результаты исследования и их обсуждение

Некоторые эксплуатационные показатели работы сравниваемых бороновальных агрегатов представлены в табл. 1.

Приведенные данные позволяют сделать ряд выводов.

Таблица 1

Эксплуатационные показатели работы сравниваемых бороновальных агрегатов

Тип орудий	Уровень значения показателя	V_p , км/ч	B_p , м	W_o , га/ч	$W_э$, га/ч	$q_{уд}$, кг/га	Т ЕТО, чел.-ч.	m , кг
Зубовые бороны	среднее	10,3	19,1	18,9	10,4	1,4	0,27	3283,3
	минимальное	6,0	8,8	5,4	4,1	0,8	0,17	810,0
	максимальное	15,0	24,6	34,6	19,2	1,7	0,44	5830,0
Бороны-мотыги	среднее	12,1	17,9	21,4	12,5	1,4	0,35	5682,1
	минимальное	8,5	11,4	12,2	7,8	1,1	0,09	3910,0
	максимальное	13,8	20,2	24,7	15,2	2,1	1,40	7315,0

Исследуемые бороны-мотыги в среднем отличались меньшей шириной захвата, чем зубовые, однако при этом их усредненная производительность была в 1,13...1,20 раза выше. Это объясняется тем, что средняя рабочая скорость игольчатых борон на 17 % выше аналогичного показателя для зубовых борон.

Средний удельный расход топлива для обеих рассматриваемых операций оказался практически одинаковым.

Коэффициенты использования времени смены для сравниваемых почвообрабатывающих агрегатов рознятся незначительно: для агрегатов с зубовыми боронами $\tau_{\text{ср}} = 0,55$, для мотыг $\tau_{\text{ср}} = 0,58$. Некоторая разница может быть обусловлена большей шириной захвата первых.

Удельная металлоемкость зубовых борон – 171,9 кг/м, что в 1,83 раза меньше аналогичного показателя для игольчатых борон (314,4 кг/м).

Ежесменное техобслуживание зубовых борон почти на 23 % ниже трудоемкости ЕТО игольчатых мотыг. Это может объясняться более сложным устройством и повышенной металлоемкостью мотыг.

В табл. 2 приведены некоторые агротехнические показатели работы исследуемых агрегатов. Эти данные позволяют резюмировать следующее.

Зубовые бороны обеспечивают глубину рыхления почти на 10 % больше, чем игольчатые. Однако при этом следует учитывать, что в абсолютных единицах разница составляет всего около 5 мм.

Неравномерность глубины обработки почвы для сравниваемых орудий примерно одинакова – разница не превышает 3 % (0,3 мм).

Бороны-мотыги обеспечивают более высокую степень крошения почвы, чем зубовые бороны (относительный показатель больше на 7 %), при этом гребнистость поверхности поля в первом случае на 15 % ниже, хотя по абсо-

лютному показателю разница составляет всего 3 мм.

Бороны-мотыги при обработке всходов обеспечивают меньшее повреждение культурных растений (1,5 %), чем зубовые (2,3 %). Причем усредненное значение этого показателя для игольчатых борон было получено при обработке культур и сплошного сева и пропашных, в то время как зубовые бороны применялись только на всходах зерновых сплошного сева. Бороны-мотыги на таких культурах повреждают всего 0...0,7 % растений.

Заключение

Проведенное исследование позволяет заключить, что применение игольчатых борон по сравнению с зубовыми обеспечивает повышение производительности агрегатов в среднем на 13...20 %, снижение гребнистости поверхности поля на 15 % (3 мм), повышение крошения почвы на 7 %. В равных условиях бороны-мотыги повреждают в 3...7 раз меньше культурных растений, чем зубовые бороны. По расходу топлива и неравномерности глубины обработки почвы агрегаты с игольчатыми и зубовыми боронами обеспечили примерно одинаковые показатели работы. При этом бороны-мотыги в 1,83 раза более металлоемки, чем зубовые, и более трудоемки в обслуживании.

В целом можно заключить, что эксплуатационные характеристики и агротехнические показатели работы игольчатых борон выше, чем зубовых, однако экономические – ниже.

Литература

- Несмиян А.Ю., Кобец М.Г., Должиков В.В., Гладкий С.А. Сравнительные характеристики орудий для поверхностной обработки почвы // Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 3. С. 23.
- Конищев А.А. Обоснование параметров рабочих органов игольчатой бороны для обработки почвы

Таблица 2

Агротехнические показатели работы сравниваемых бороновальных агрегатов

Тип орудий	Уровень значения показателя	$a_{\text{ср}}$, см	σ_a , см	К, %	Г, см	ПКР, %
Зубовые бороны	среднее	5,18	1,12	83,5	2,3	2,3
	минимальное	2,20	0,70	67,9	0,8	1,0
	максимальное	8,90	1,90	97,4	4,2	3,0
Бороны-мотыги	среднее	4,64	1,15	89,5	2,0	1,5
	минимальное	3,50	0,61	82,1	1,0	0,0
	максимальное	6,43	1,76	96,7	3,3	2,9

- на стерневых фонах: дис. ... канд. техн. наук. Шортанды, 1983. 188 с.
3. Конищев А.А. Исследование механики взаимодействия игольчатых дисков с почвой // Труды ЧИМЭСХ: Челябинск, 1982. С. 51.
 4. Еременко Я.В., Несмиян А.Ю., Кулаков А.К., Черемисин Ю.М. Совершенствование конструкции рабочего органа игольчатой бороны-мотыги // Инновации в сельском хозяйстве. 2017. № 1 (22). С. 223.
 5. Бороны-мотыги ротационная // Новые технологии АПК. 2011. № 4. С. 27.
 6. База протоколов результатов испытаний сельскохозяйственной техники. Режим доступа: <http://sistemamis.ru/protocols> (дата обращения: 11.01.2018).
 7. Результаты испытаний Режим доступа: http://skmis.ru/test/test_result.html (дата обращения: 10.01.2018).
- ### References
1. Nesmiyan A.Yu., Kobets M.G., Dolzhikov V.V., Gladkiy S.A. Comparative characteristics of implements for surface tillage of the soil. *Traktory i sel'khoz mashiny*. 2014. No 3, pp. 23 (in Russ.).
 2. Konishchev A.A. Obosnovanie parametrov rabochikh organov igol'chatoy borony dlya obrabotki pochvy na sternevykh fonakh: dis. ... kand. tekhn. nauk [Justification of the working bodies parameters of the needle-shaped harrow for tillage on the stubble field: dissertation for a degree of the candidate of technical sciences]. *Shortandy*, 1983. 188 p.
 3. Konishchev A.A. Issledovanie mekhaniki vzaimod-eystviya igol'chatykh diskov s pochvoy [Investigation of the mechanics of interaction of needle discs with the soil]. *Trudy ChIMESKh: Chelyabinsk*, 1982. 51 p.
 4. Eremenko Ya.V., Nesmiyan A.Yu., Kulakov A.K., Cheremisin Yu.M. Improving the construction of the working body of the needle-shaped harrow-hoe. *Innovatsii v sel'skom khozyaystve*. 2017. No 1(22), pp. 223 (in Russ.).
 5. Rotary harrow-hoe. *Novye tekhnologii APK*. 2011. No 4, pp. 27 (in Russ.).
 6. The database of the protocols of the results of tests of agricultural vehicles. (in Russ.). URL: <http://sistemamis.ru/protocols> (accessed: 11.01.2018).
 7. The results of tests (in Russ.). URL: http://skmis.ru/test/test_result.html (accessed: 10.01.2018).