

Анализ технологий подготовки почвы и посева сельскохозяйственных культур с использованием системы Mzuri

В.М. Бойков, д-р техн. наук, профессор; **С.В. Старцев**, д-р техн. наук, профессор;
И.Л. Воротников, д-р экон. наук, профессор
ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ

Исследование проведено с целью определения себестоимости технологических процессов обработки почвы и посева сельскохозяйственных культур с использованием отечественных почвообрабатывающих и посевных машин и иностранной посевной системы Mzuri Pro-Til Select. Проведён сравнительный анализ эксплуатационно-технологических показателей применяемых агрегатов. Рассчитаны эксплуатационные показатели машинно-тракторных агрегатов при выполнении технологических операций: зяблевой отвальной обработки почвы – К-701 + ПНЛ-8-40; обработки почвы с посевом и внесением удобрений – К-701 + Mzuri Pro-Til 6T Select; прямого посева с внесением удобрений озимых зерновых культур – К-701 + КСКП-2,1Mx5; покровного боронования почвы – Т-150К + СП-16 + 30БЗСС-1,0; предпосевной культивации почвы – К-701 + КПМ-12; посева с внесением удобрений яровых пропашных культур – МТЗ-82 + СУПН-8А. Рассчитана себестоимость технологических процессов и дана оценка экономической эффективности выполнения технологий подготовки почвы и посева озимых и яровых пропашных культур отечественным и иностранным комплексом машин. Установлено, что экономически эффективнее для подготовки почвы и посева как озимых зерновых, так и яровых пропашных культур применение отечественных машин.

Ключевые слова: почвообрабатывающие и посевные машины, отечественные и зарубежные, эксплуатационно-технические показатели, себестоимость, экономическая эффективность.

В последние годы всё большую актуальность в Поволжье приобретает технология полосовой обработки почвы, или обработка почвы по системе Strip-till [1]. Технология разработана в Америке, широко используется в странах Западной Европы и направлена на снижение трудовых, материальных и энергетических затрат при производстве пропашных культур [2]. Совершенствуя данную технологию, компания Mzuri (Великобритания) разработала и поставляет в Россию посевные системы Mzuri Pro-Til Select различной ширины захвата к тракторам тягового класса 3–6 [3, 4].

Эти посевные комплексы выполняют за один проход полосовую обработку почвы, сочетая её одновременно с внесением удобрений и посевом семян. Причём может осуществляться не только однорядный посев пропашных культур, но и двухрядный посев озимых культур [3]. Непосредственно после уборки зерновых культур по стерне в нарезанных полосах осуществляется прямой посев озимых культур с внесением минеральных удобрений. По словам разработчиков, в таких условиях лучше сохраняется влага для прорастания семян и развития растений, повышается плодородие обрабатываемой почвы. Благоприятные условия обеспечивают быстрые и равномерные всходы, а также интенсивный рост корней и всего растения [3].

Весной на необрабатываемых с осени полях с помощью посевных систем Mzuri Pro-Til Select можно произвести аналогичную обработку почвы по полосам и высеяв яровых пропашных культур [2–4]. При этом нет необходимости выполнять операции предпосевной подготовки почвы – покровного боронования и культивации.

Среди показателей ресурсосбережения технологии важным является показатель экономии топлива, так как почва рыхлится лишь в узких полосах, а не обрабатывается всплошную. В результате средний расход топлива при применении технологии с использованием комплексов Mzuri составляет около 15 л на 1 га [3].

Цель работы – определить себестоимость технологических процессов обработки почвы и посева сельскохозяйственных культур с использованием существующих отечественных почвообрабатывающих и посевных машин и с использованием иностранной посевной системы Mzuri Pro-Til Select, провести сравнительный анализ эксплуатационно-технологических показателей применяемых агрегатов.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

1. Рассчитать эксплуатационные показатели машинно-тракторных агрегатов при выполнении технологических операций: зяблевой отвальной обработки почвы – К-701 + ПНЛ-8-40; обработки почвы с посевом и внесением удобрений – К-701 + Mzuri Pro-Til 6T select; прямого посева с внесением удобрений озимых зерновых культур – К-701 + КСКП-2,1Mx5 [5]; покровного боронования почвы – Т-150К + СП-16 + 30 БЗСС-1,0; предпосевной культивации почвы – К-701 + КПМ-12 [6]; посева с внесением удобрений яровых пропашных культур – МТЗ-82 + СУПН-8А.

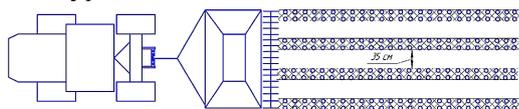
2. Рассчитать себестоимость технологических процессов и дать оценку экономической эффективности выполнения технологий подготовки почвы и посева озимых и яровых пропашных культур отечественным и иностранным комплексом машин.

Материал и методы исследования. Для решения поставленных задач использовались технические характеристики и рыночная цена (2020 г.) отечественных и иностранных машин и орудий, методика расчёта эксплуатационных показателей машинно-тракторных агрегатов [7], методика расчёта экономических показателей новой техники [8] и методики эксплуатационной оценки согласно ГОСТу 24055–2016. Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки.

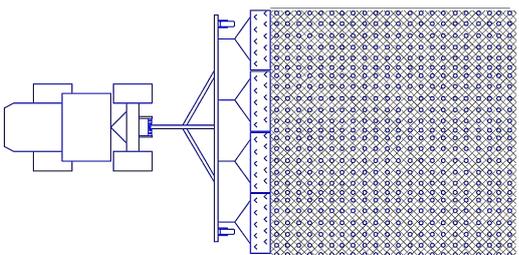
Результаты исследования. На рисунке 1 представлены схемы машинно-тракторных агрегатов для выполнения технологических операций обработки почвы и посева озимых зерновых и яровых пропашных культур.

Рассчитаем эксплуатационные показатели этих агрегатов и себестоимость выполнения следующих технологических процессов:

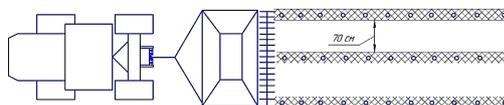
А – технология включает зяблевую обработку почвы по системе Strip-till, совмещённую с узкорядным посевом озимых культур и внесением минеральных удобрений (рис. 1, поз. 1), выполняемую посевным комплексом К-701 + Mzuri Pro-Til 6T Select с рыхлением полос шириной междурядья 35 см:



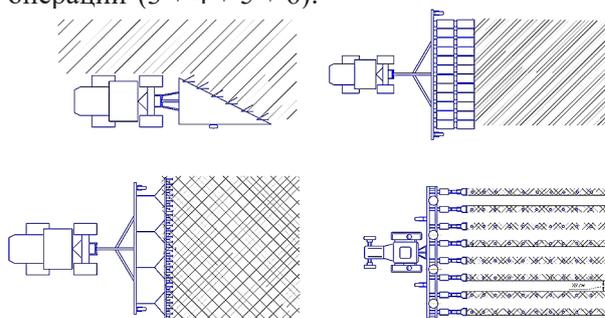
В – технология включает прямой разбросной посев озимых культур с внесением минеральных удобрений (рис. 1, поз. 2), выполняемый посевным комплексом К-701 + КСКП-2,1Мх5:



С – технология включает весеннюю обработку почвы, совмещённую с широкорядным посевом яровых пропашных культур и внесением минеральных удобрений по системе Strip-till (рис. 1, поз. 1), выполняемую также посевным комплексом К-701 + Mzuri Pro-Til 6T Select с рыхлением полос шириной междурядья 70 см:



Д – технология включает зяблевую отвальную обработку почвы агрегатом с плугом ПНЛ-8-40 (рис. 1, поз. 3), далее весеннее покровное боронование почвы агрегатом с зубowymi боровами БЗСС-1,0 (рис. 1, поз. 4), предпосевную культивацию почвы агрегатом с культиватором КПМ-12 (рис. 1, поз. 5) и посев яровых пропашных культур с внесением удобрений пневматической сеялкой точного высева СУПН-8А (рис. 1, поз. 6) (6). Т.е. процесс состоит из нескольких отдельных операций (3 + 4 + 5 + 6):



Результаты расчётов каждой операции приведены в таблице 1, по данным которой следует, что по технологии А, выполняемой К-701 + Mzuri Pro-Til 6T Select, ширина захвата агрегата составляет 6 м. На скорости 8,3 км/ч производительность его равна 3,5 га/час. С одной стороны, агрегат с посевной системой Mzuri Pro-Til 6T Select за один проход выполняет сразу три операции: рыхление почвы по полосам, посев семян и местное внесение удобрений. В этом

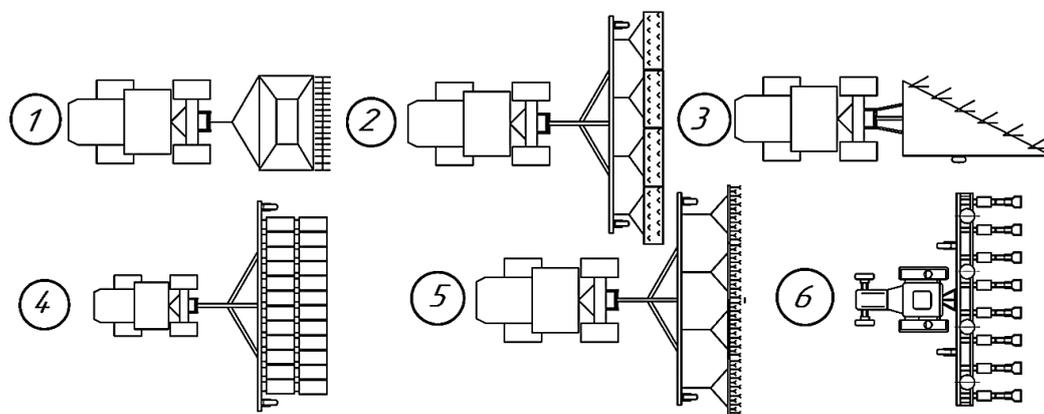


Рис. 1 – Схемы машинно-тракторных агрегатов:

1 – К-701 + Mzuri Pro-Til 6T Select; 2 – К-701 + КСКП-2,1Мх5; 3 – К-701 + ПНЛ-8-40; 4 – Т-150К + СП-16 + 30 БЗСС-1,0; 5 – К-701 + КПМ-12; 6 – МТ3-82 + СУПН-8А

1. Результаты расчёта эксплуатационных показателей и себестоимости техпроцессов

Агрегат	К-701 + Pro-Til 6T Select	К-701 + КСКП-2,1Мх5	К-701 + ПНЛ-8-40	Т-150К + СП-16 + 30 БЗСС	К-701 + КИМ-12	МТЗ-82 + СУПН-8А
Ширина захвата, м	6	12,3	3,2	15	12	5,6
Рабочая скорость, км/ч	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3
Коэффициент использования времени смены	0,7	0,7	0,8	0,85	0,8	0,7
Производительность, га/ч	3,49	7,15	2,13	10,59	7,97	3,26
Количество механизаторов, чел.	1	1	1	1	1	1
Количество вспомогательных рабочих, чел.	1	1	0	0	0	1
Затраты труда, чел.ч/га	0,58	0,28	0,47	0,1	0,13	0,62
Мощность двигателя, кВт	221	221	221	121	221	59
Удельный расход топлива, кг/кВт·ч	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Коэффициент использования двигателя	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Удельный расход энергоресурсов, кг/га	11,15	5,44	18,27	2,02	4,89	3,19
Часовая тарифная ставка, руб/ч	710	710	710	710	710	710
Коэффициент доплат и начислений	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Заработная плата рабочим, руб/га	528,94	258,19	433,34	87,16	115,81	566,26
Цена трактора, руб.	3800000	3800000	3800000	2500000	3800000	1650000
Цена с.-х. машины, руб.	17100000	1162000	320000	190000	854000	280000
Норма амортиз. отчислений на трактор, %	10	10	10	10	10	10
Норма амортиз. отчислений на с.-х. машину, %	12,5	12,5	12,5	18,4	14,2	12,5
Годовая загрузка трактора, ч	1350	1350	1350	1350	1350	1350
Годовая загрузка с.-х. машины, ч	190	190	500	160	230	60
Амортизационные отчисления, руб/га	3304,15	146,29	169,71	38,12	101,48	216,43
Норма отчислений на ТР на трактор, %	14,9	14,9	14,9	18,4	14,9	14,9
Норма отчислений на ТР на с.-х. машину, %	18	18	27	20	16	18
Затраты на ремонт, руб/га	4762,01	212,63	278,04	54,61	127,17	313,54
Цена топлива, руб/кг	45	45	45	45	45	45
Коэффициент затрат на СМ	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
Затраты на ТСМ, руб/га	577,02	281,52	945,48	104,54	253,06	165,09
Накладные расходы, руб/га	458,61	44,94	91,33	14,23	29,88	63,07
Себестоимость работ, руб/га	9630,73	943,57	1917,9	298,66	627,4	1324,39

явное преимущество данной технологии. С другой стороны, малая производительность не даёт возможности быстро, а главное, в установленные агротехнические сроки, произвести работы на больших площадях. Явно выделяется высокая цена зарубежного посевного комплекса.

На рисунке 2 представлена диаграмма себестоимости технологий *A*, *B*, *C* и *D* обработки почвы и посева озимых зерновых и яровых пропашных культур с использованием иностранного комплекса Mzuri Pro-Til 6T Select и отечественных машин и орудий. Сравнивая технологию *A* обработки почвы по полосам, совмещённую с посевом озимых культур и внесением удобрений, с технологией *B* прямого посева озимых культур по стерне посевным комплексом КСКП-2,1х5, отмечаем многократное (10 раз) различие себестоимости процессов. Рабочая ширина захвата агрегата К-701 + КСКП-2,1Мх5 составляет 12,3 м и при той же скорости 8,3 км/ч часовая производительность равна 7,15 га/ч. При равных тягово-эксплуатационных показателях трактора

К-701 наблюдается двухразовое увеличение производительности и снижение расхода топлива.

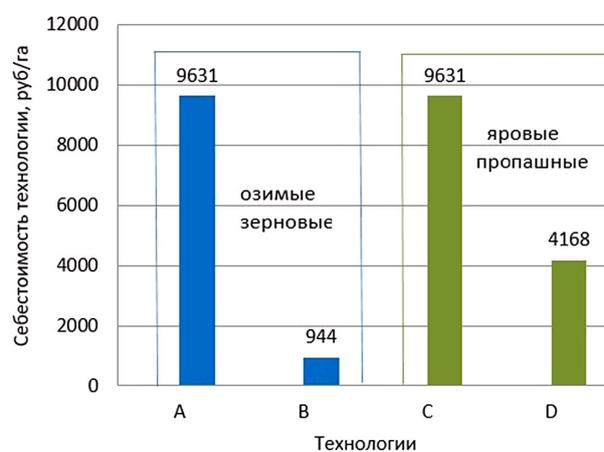


Рис. 2 – Диаграмма себестоимости технологий обработки почвы и посева: озимых зерновых культур (*A* – иностранными, *B* – отечественными машинами); яровых пропашных культур (*C* – иностранными; *D* – отечественными машинами)

Сравнительный анализ технологий обработки почвы и посева пропашных культур с внесением удобрений *C* и *D* показывает, что себестоимость технологического процесса *C* при использовании технического комплекса Mzuri Pro-Til 6T Select в 2 раза выше технологического процесса *D*. Суммарная величина удельных энергоресурсов при выполнении сплошной обработки почвы плугом ПНЛ-8-40, покровного боронования в два следа зубowymi боронами БЗСС-1,0, сплошной предпосевной культивации паровым культиватором КПМ-12 и посева пропашных культур с внесением удобрений сеялкой СУПН-8А составляет 28,4 кг/га. Затраты труда на все операции по технологии *D* равны 1,32 чел.ч/га. В сравнении с технологией *C* эти показатели выше в 2 раза.

Выводы. В результате расчётов эксплуатационных показателей машинно-тракторных агрегатов, скомплектованных из иностранных и отечественных машин, себестоимости технологических процессов, ими выполняемых, установлено, что экономически эффективнее для подготовки почвы и посева как озимых зерновых, так и яровых пропашных культур применение отечественных машин. На высокую себестоимость повлияли низкая производительность и высокая цена по-

севного комплекса Mzuri Pro-Til 6T Select. Для снижения удельных энергозатрат и затрат труда технологии *D* необходимо разработать способ и почвообрабатывающее орудие, позволяющие исключить операции сплошной обработки почвы лемешно-отвальным плугом, покровного боронования и предпосевной культивации.

Литература

1. Обоснование целесообразности использования полосовой (Strip-till) обработки почвы в условиях степного Поволжья / В.М. Бойков, И.Л. Воротников, В.Б. Нарушев [и др.] // Аграрный научный журнал. 2019. № 10. С. 99–104.
2. Технология Strip Till [Электронный ресурс]. URL: <http://www.stripill.ru/catalog/tehnologiya-strip-till-strip-till.html>.
3. Mzuri Pro-Til Select [Электронный ресурс]. URL: <https://mzuri.in.ua/technology/ru-mzuri-pro-til-select-ua-mzuri-pro-til-select/>.
4. Агрегаты Mzuri Pro-til select. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.avangard164.com/produkciya>.
5. Посевной комплекс 6-модульный «Омич» КСКП-2,1Мх6 [Электронный ресурс]. URL: <http://agromash-ug.ru/shop/s-h-tehnika/posevnoi-kompleks-6-ti-modulnyi-omich-kskp-2-1mh6.html>.
6. Культиватор КПМ-12 [Электронный ресурс]. URL: <https://kultivator365.com/kultivator-kpm-12/>.
7. Зангиев А.А., Шпилько А.В., Левшин А.Г. Эксплуатация машинно-тракторного парка: учебник. М.: КолосС, 2006. 319 с.
8. Старцев А.С., Горбань Д.Г., Щербакова Н.А. Механизованная технология возделывания и уборки с.х. культуры. Методические указания к выполнению дипломного проекта студентами специальности 110301-Механизация с.х. Саратов, 2009. 56 с.

Бойков Василий Михайлович, доктор технических наук, профессор

Старцев Сергей Викторович, доктор технических наук, профессор

Воротников Игорь Леонидович, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»

Россия, 410056, г. Саратов, ул. Советская, 60

E-mail: kingofscience@yandex.ru

Analysis of soil preparation and sowing technologies using the Mzuri system

Boikov Vasily Mikhailovich, Doctor of Technical Sciences, Professor

Startsev Sergey Viktorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor

Vorotnikov Igor Leonidovich, Doctor of Economics, Professor, Head chair

Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov

60, Soviet St., Saratov, 410056, Russia

E-mail: kingofscience@yandex.ru

The study was carried out in order to determine the cost of technological processes of soil cultivation and sowing of agricultural crops using domestic tillage and sowing machines and foreign seeding system Mzuri Pro-Til Select. A comparative analysis of the operational and technological indicators of the units used is carried out. The operational indicators of machine and tractor units were calculated when performing technological operations: autumn moldboard tillage – K-701 + PNL-8–40; tillage with sowing and fertilization – K-701 + Mzuri Pro-Til 6T Select; direct sowing with fertilization of winter grain crops – K-701 + KSKP-2.1Mx5; cover harrowing of soil – T-150K + SP-16 + 30 BZSS-1.0; pre-sowing soil cultivation – K-701 + KPM-12; sowing with fertilization of spring row crops – MTZ-82 + SUPN-8A. The cost of technological processes is calculated and an assessment of the economic efficiency of the implementation of technologies for soil preparation and sowing of winter and spring row crops by domestic and foreign machines is given. It has been established that the use of domestic machines is more cost effective for soil preparation and sowing of both winter grain and spring row crops.

Key words: tillage and sowing machines, domestic and foreign, operational and technical indicators, cost, economic efficiency.