

УДК 62-2:631.319.06

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ТИПОВ И ПАРАМЕТРОВ РАБОЧИХ ОРГАНОВ РЫХЛИТЕЛЯ-ВЫРАВНИВАТЕЛЯ ПОЧВЫ РВП-4

**Рзалиев А.С., Грибановский А.П., Голобородько В.П., Бекмухаметов Ш.Б.,
Сопов Ю.В., Суюндуков А.А.**

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства» (КазНИИМЭСХ), Алматы, e-mail: shabdenkz@mail.ru

В статье приводятся результаты полевых испытаний экспериментального образца рыхлителя-выравнивателя почвы в условиях Юга Казахстана на операции по предпосевному мелкому рыхлению и выравниванию почвы. Орудие комплектовалось: передней выравнивающей доской; стрельчатыми лапами; задним выравнивающим устройством (зубовой подпружиненной бороной); катками кольчатым и прутковым. Результаты испытаний показали, что орудие работоспособно. Качественные показатели обработки почвы были удовлетворительными. Определялась сравнительная эффективность работы пруткового и кольчатого катка с шагом колец 50, 100, 150 и 200 мм. Кольчатый каток обеспечил лучшие качественные показатели обработки почвы по сравнению с прутковым. Стабильную работу комбинированного орудия при удовлетворительных качественных показателях обработки почвы обеспечил прутковый каток с шагом колец 100 мм. Максимальная выровненность поверхности почвы наблюдалась при угле наклона выравнивающей доски 75°. При меньшем угле наклона поднимаемой доской почвы было недостаточно для выравнивания, а при большем угле наклона образовывался избыток почвы, который приводил к образованию борозд после прохода культиваторных лап. На основании проведенных исследований были определены оптимальные типы и параметры рабочих органов рыхлителя-выравнивателя, обеспечивающие качественное выполнение операций по предпосевной подготовке почвы. На основании полученных результатов исследований разработано техническое задание и чертежная документация на опытный образец.

Ключевые слова: рыхлитель-выравниватель почвы, прутковый каток, кольчатый каток, шаг между кольцами катка, выравнивающая доска, угол наклона доски, зубовая борона, чизельные рыхлители, экспериментальный образец, полевые испытания, рыхление, выравнивание, глубина обработки, крошение, гребнистость

DETERMINATION OF OPTIMAL TYPES AND PARAMETERS FOR WORK TOOLS OF RVP-4 SOIL RIPPER-LEVELER

**Rzaliev A.S., Gribanovskiy A.P., Goloborodko V.P., Bekmukhametov Sh.B.,
Sopov Yu.V., Suyundukov A.A.**

Kazakh Scientific Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture LLP (KazSRIMEA), Almaty, e-mail: shabdenkz@mail.ru

An article is considered the results of field tests of an experimental sample of the ripper – the land leveler in the conditions of the South of Kazakhstan on operation for presowing small ripping and land planing. The implement was completed: a front leveling board; centre hoes; the rear leveling device (the spike-tooth spring harrow); disk and rod roller. The testing results showed that the implement is efficient. Quality indicators of tillage were satisfactory. The comparative efficiency of work of the disk and rod roller with a step of rings of 50, 100, 150 and 200 mm was determined. The disk roller provided the best quality indicators of tillage in comparison with rod roller. Stable functioning of the combined implement at satisfactory quality indicators of tillage provided by the rod roller with the step of rings of 100 mm. The maximum leveling of the soil surface was observed at an angle of inclination of the leveling board 75°. The soil was not enough for leveling at the smaller angle of inclination by the raised board, and an excess of soil was formed at a greater inclination angle, which led to the formation of the furrows after the going the hoes. There were determined on the basis of the conducted studies, the optimal types and parameters of the working elements of the ripper-land leveler, providing the qualitative performing of the operations for presowing soil preparation. The performance specification and drawing documentation for the prototype were developed on the basis of the received research results.

Keywords: soil ripper-leveler, rod roller, disk roller, clearance between rings, leveling plate, tilt angle of the plate, toothed harrow, chisel rippers, test model, field-based tests, soil ripping, soil leveling, tilling depth, soil pulverization, ridgeness

Площадь орошаемых земель на Юге Казахстана составляет 1200 тыс. га. Технология подготовки почвы под посев сельскохозяйственных культур в южном регионе Казахстана включает основную и предпосевную обработку почвы [1–3]. Анализ агротехнологических показателей предпосевной обработки почвы в хозяйствах орошаемой зоны Алматинской области по-

казал, что обработка почвы однооперационными машинами (плугами, дисковыми боронами, культиваторами) недостаточно эффективна, так как требует значительного количества проходов МТА по полю, приводящих к разрушению структуры почвы и ее иссушению. В связи с этим возникает необходимость в создании комбинированного орудия, выполняющего предпосевное

рыхление почвы, ее выравнивание и прикатывание, а также разуплотнение плужной подошвы почвы путем ее чизелевания на глубину до 30–35 см.

Разработанный нами рыхлитель-выравниватель почвы РВП-4 комплектовался рабочими органами для предпосевной поверхностной обработки и выравнивания поверхности поля и рабочими органами для глубокого рыхления почвы, в том числе:

- передней выравнивающей доской;
- стрельчатыми лапами (КПЭ-3,8; КТС-10-1);
- задним выравнивающим устройством;
- катками (кольчатый и прутковый);
- чизельными глубокорыхлителями.

В 2016 г. был изготовлен экспериментальный образец РВП-4.

В статье приведены результаты полевых испытаний орудия на операции по предпосевному рыхлению и выравниванию почвы.

Основной выравнивающий и крошащий эффект при работе машины достигался за счет использования стрельчатых лап, однако при влажности почвы более 14% в результате ее налипания на стрельчатые лапы за ними образовывалась борозда [4], для заделки которой и улучшения крошения почвы сзади устанавливались выравнивающие устройства (зубовая подпружиненная борона и каток). Как

показывают результаты исследований ряда авторов, на качество обработки почвы в значительной степени влияют тип и параметры используемых в почвообрабатывающем орудии катков [5–7].

Основные технические характеристики рыхлителя-выравнивателя почвы приведены в табл. 1.

Согласно полученным данным условия испытаний были типичными для зоны Юга Казахстана (высокая комковатость поверхности почвы).

На рис. 1 показан экспериментальный образец РВП-4 на полевых испытаниях различных типов катков.

Испытания проводились по фону зяблевой вспашки на глубину до 23 см и весеннего закрытия влаги зубowymi боронами на глубину до 4 см.

Результаты испытаний показали, что орудие работоспособно. Качественные показатели обработки почвы экспериментальным образцом РВП-4 в процессе испытаний были удовлетворительными и соответствовали агротребованиям.

Определялась сравнительная эффективность работы пруткового и кольчатого катка с шагом колец 50, 100, 150 и 200 мм.

Таблица 1

Техническая характеристика и основные требования к рыхлительно-выравнивателю РВП-4

Наименование	Показатели
Ширина захвата, м:	4,0
Глубина рыхления почвы, см:	
– стрельчатыми лапами	до 16
– чизельными рабочими органами	до 35
Агрегируется с тракторами класса	2,0; 3,0
Рабочая скорость, км/ч	до 10
Транспортная скорость, км/ч	до 15
Расчетная производительность, га/ч	до 4,0



а) с кольчатым катком



б) с прутковым катком

Рис. 1. Экспериментальный образец рыхлителя-выравнивателя почвы в работе

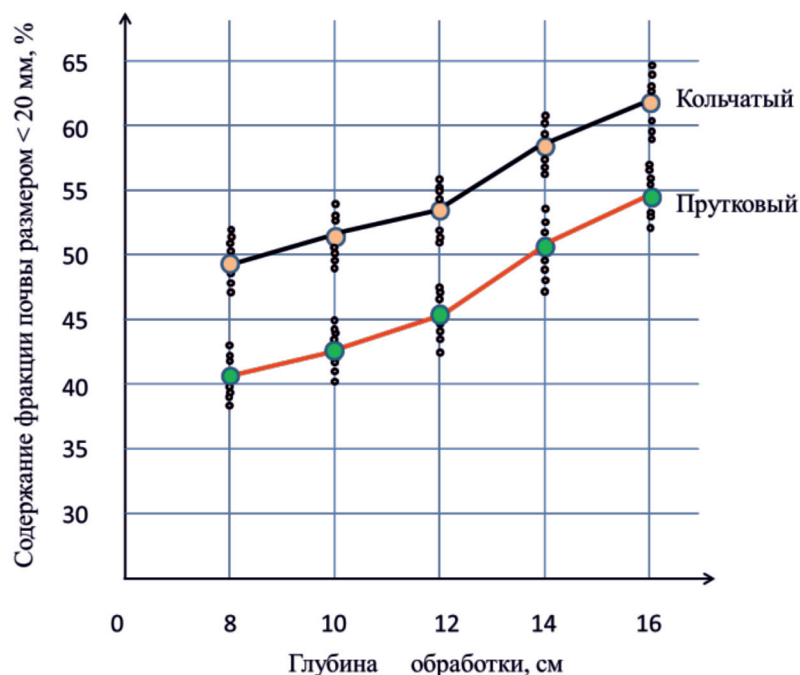


Рис. 2. Зависимость качества крошения почвы от глубины обработки и типа прикатывающего катка

Таблица 2

Содержание крупнокомковатой фракции почвы размером более 50 мм

	Содержание крупнокомковатой фракции почвы размером более 50 мм после прохода РВП-4, %					
	По агротребованиям	Глубина обработки, см				
Тип катка	Не более 3	8	10	12	14	16
Прутковый		6,5	6,3	6,0	5,5	4,7
Кольчатый		4.0	3.7	3.0	2.5	2.2

Качество крошения почвы при использовании пруткового катка было ниже, на что указывает содержание мелкокомковатой фракции почвы размером < 20 мм (рис. 2). Согласно полученным данным при проходе орудия с прутковым и кольчатым катками содержание мелкокомковатой фракции почвы в зависимости от глубины обработки соответственно составило 40–55% (прутковый каток) и 50–65% (кольчатый каток). С увеличением глубины обработки почвы содержание агрономически ценной фракции (менее 20 мм) повышалось, а крупнокомковатой – снижалось (табл. 2).

При использовании пруткового катка, как следует из табл. 2, содержание крупнокомковатой фракции почвы размером более 50 мм было выше допустимого агротребованиями, разработанными на орудие.

При исследовании влияния типа катков и глубины обработки на гребнистость поверхности почвы (рис. 3) было установлено, что кольчатый каток обеспечил лучшую выровненность поля по сравнению с прутковым. Увеличение глубины обработки почвы отрицательно сказалось на выровненности поверхности почвы. Так, гребнистость имела минимальную величину при минимальной глубине обработки (8 см) как при компоновке РВП-4 с прутковым катком, так и кольчатым. При работе РВП-4 с прутковым катком гребнистость поверхности почвы превышала допустимые 5%, приведенные в агротребованиях.

В связи с этим прутковый каток был заменен на кольчатый, в котором регулировался шаг расстановки колец.

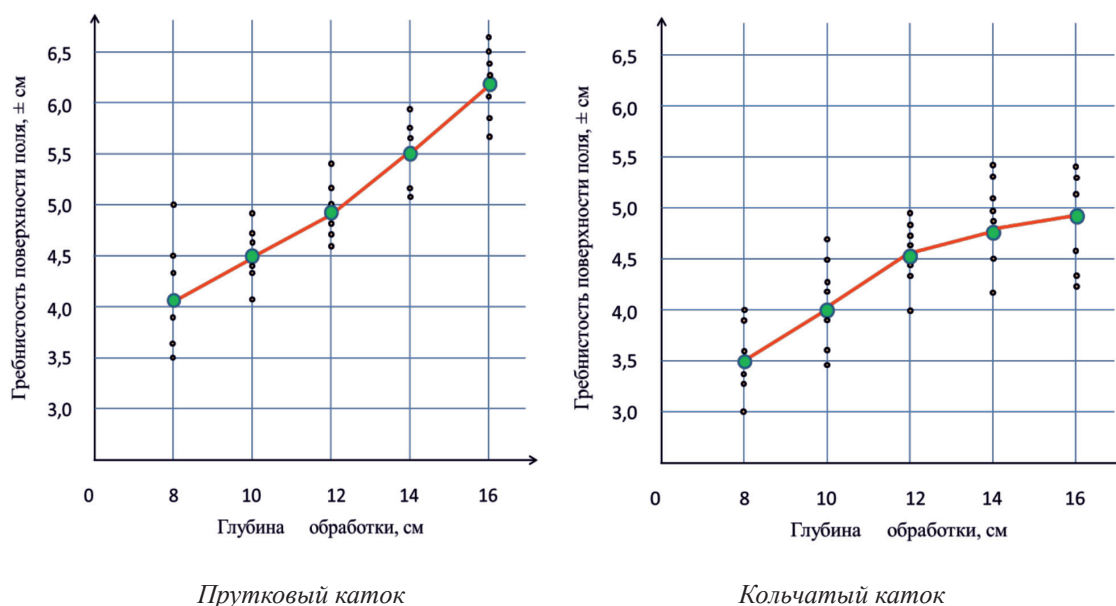


Рис. 3. Зависимость гребнистости поверхности почвы от глубины обработки и типа прикатывающего катка

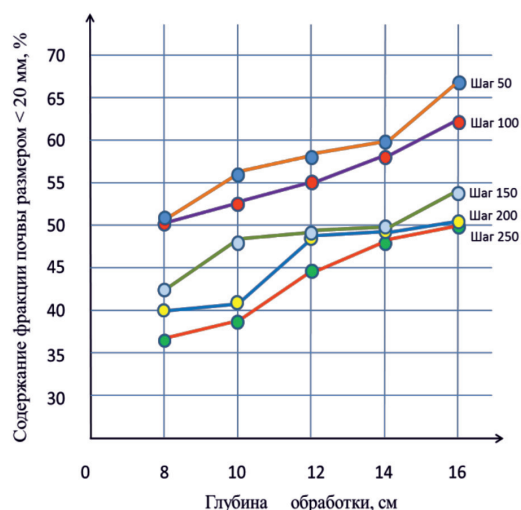


Рис. 4. Зависимость качества крошения почвы от глубины обработки и величины шага между кольцами катка

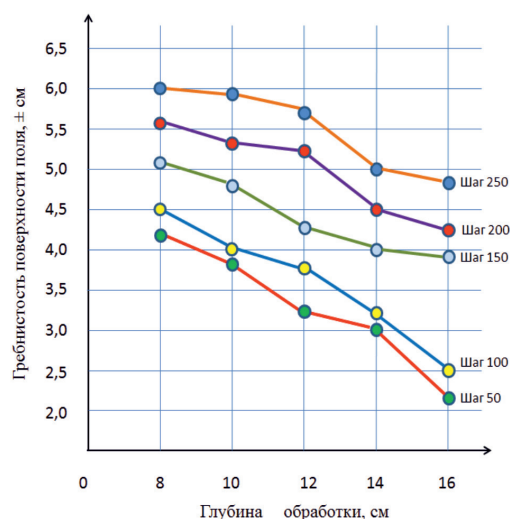


Рис. 5. Зависимость гребнистости почвы от величины шага колец катка и глубины обработки

Для выбора оптимальных параметров кольчатого катка изучалось влияние величины шага между кольцами катка на качественные показатели его работы (рис. 4, 5).

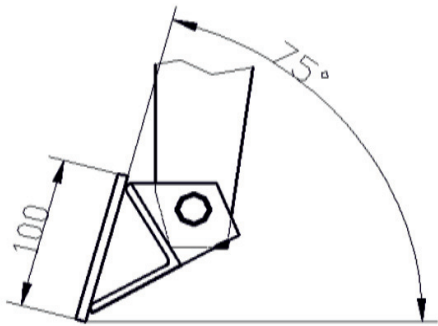
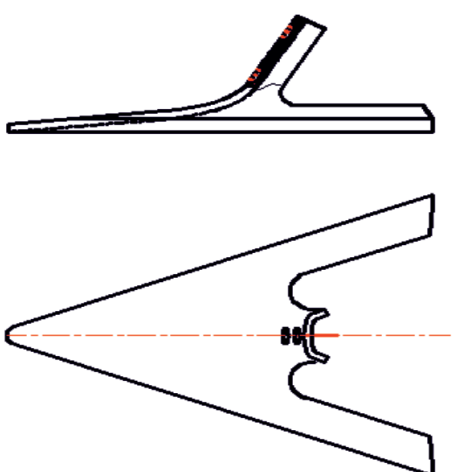
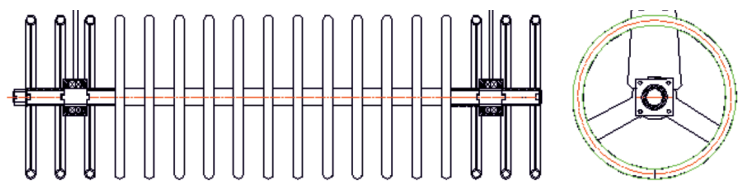
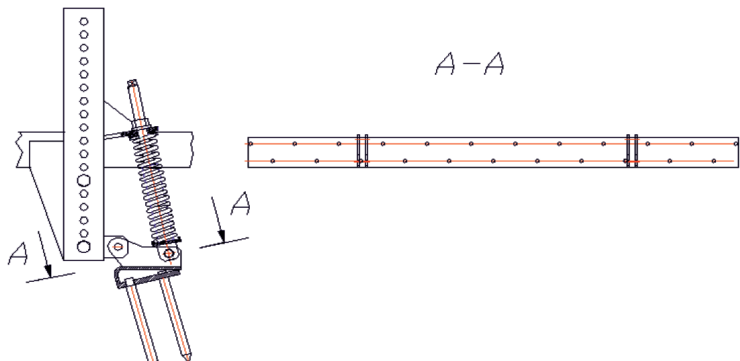
Максимального содержания фракция почвы размером менее 20 мм достигла при минимальном шаге 50 мм (51,0–66,5 % в зависимости от глубины обработки почвы).

Однако при таком шаге между кольцами катка при влажности почвы в слое 0–20 см более 16% наблюдалось залипа-

ние катка почвой, а при наличии крупных комков почвы и растительных остатков – его забивание. Увеличение шага до 100 мм незначительно снизило качество крошения почвы, однако при этом работа орудия была стабильной, залипания и забивания почвой и растительными остатками колец катка не наблюдалось. При дальнейшем увеличении шага между кольцами катка до 150 и 250 мм происходит снижение качества крошения почвы.

Таблица 3

Оптимальные типы и параметры рабочих органов рыхлителя-выравнивателя почвы

Наименование	Параметры
Передняя выравнивающая доска 	Рабочая высота выравнивающей доски $h_p = 100$ мм. Угол установки выравнивающей доски $\beta = 75$
Стрельчатые лапы 	КПЭ-3,8; КТС-10-1 Ширина захвата – 410 мм Угол крошения 8–12° Стойка – упругая, подпружиненная Расстановку на раме – в 2 ряда. Междуследие – 400 мм
Прикатывающий каток 	Кольчатый. Диаметр катка 500 мм. Шаг расстановки колец 100 мм
Заднее выравнивающее устройство 	Зубовая подпружиненная борона. Двухрядная, расстояние между зубьями в ряду 180 мм

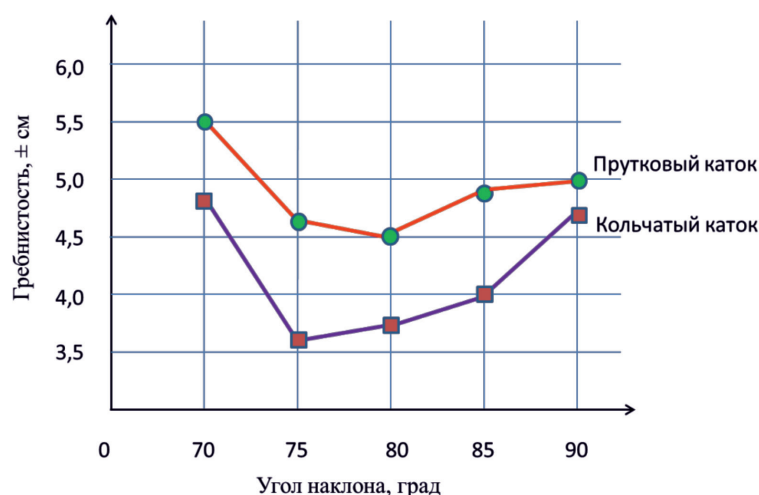


Рис. 6. Зависимость между углом наклона к поверхности выравнивающей доски и гребнистостью поверхности почвы

Аналогичная закономерность отмечена при определении зависимости между величиной шага между кольцами катка и гребнистостью поверхности поля (рис. 5). Максимальная выровненность поверхности наблюдалась при минимальном шаге, однако в силу указанных выше причин такое близкое расположение колец катка приводило к нестабильной работе рыхлителя-выравнивателя. При шаге между кольцами катка 100 мм выровненность поверхности поля была удовлетворительной, тогда как при шаге более 100 мм гребнистость поверхности увеличивалась. Таким образом, оптимальным шагом между кольцами катка следует считать 100 мм.

В процессе полевых испытаний определялся оптимальный угол наклона к поверхности почвы выравнивающей доски. Результаты исследований показаны на рис. 6.

Согласно полученным данным максимальная выровненность поверхности почвы наблюдалась при угле наклона 75°. При меньшем угле наклона поднимаемой доской почвы было недостаточно для выравнивания рельефа, а при большем угле наклона образовывался избыток почвы, который приводил к образованию борозд после прохода культиваторных лап.

На основании проведенных исследований были определены оптимальные типы и параметры рабочих органов рыхлителя-выравнивателя, обеспечивающие качественное выполнение операций по предпосевному рыхлению и выравниванию почвы.

На основании полученных результатов исследований разработано техническое задание и чертежная документация на опы-

тный образец рыхлителя-выравнивателя почвы РВП-4.

Заключение

Качественные показатели обработки почвы экспериментальным образцом РВП-4 были удовлетворительными и соответствовали требованиям технического задания.

Было установлено, что лучшее качество крошения и выравнивания почвы обеспечил кольчатый каток с шагом между кольцами 100 мм.

Оптимальным углом наклона выравнивающей доски является 75–80°.

Список литературы

1. Ерлеспесов М.Н. Орошаемое земледелие / М.Н. Ерлеспесов, Е.А. Амантаев. — Алма-Ата: Кайнар, 1968. — 231 с.
2. Рзалиев А.С. Голобородько В.П., Чирков А.Г. Комбинированное почвообрабатывающее орудие для предпосевной обработки почвы в орошаемой и богарной зонах земледелия юга Казахстана // Состояние, проблемы и перспективы развития механизации сельского хозяйства и машиностроения для АПК: материалы междунар. науч. конф. (Алматы, 6–8 окт. 2004 г.) — Алматы: Изд-во Инжу-Маржан, 2004. — Книга 1. — С. 90–94.
3. Кененбаев С.Б., Бастаубаева Ш.О. Рекомендации по проведению весенне-полевых работ на Юго-Востоке Казахстана в 2017 году. — Алматы: Асыл китап, 2017. — 23 с.
4. Капустин А.Н. Основы теории и расчета машин для основной и поверхностной обработки почв, посевных машин и машин для внесения удобрений: курс лекций / А.Н. Капустин; Юргинский технологический институт. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. — 137 с.
5. Курдюмов В.И., Шаронов И.А., Прошкин В.Е. Экспериментальные исследования почвообрабатывающего катка // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. — 2014. — № 2 (26). — С. 141–145.
6. Обоснование параметров волнового катка / И.А. Шаронов [и др.] // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. — 2017. — № 3. — С. 24–28.
7. Савельев Ю.А. Обоснование параметров катка с рыхляще-мульчирующими элементами / Ю.А. Савельев, П.А. Ишкин // Аграрная наука — сельскому хозяйству: сб. науч. тр. — Самара, 2010. — С. 116–121.