



ПОЧВОВЕДЕНИЕ И АГРОХИМИЯ

DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-1-35-44

УДК 631.51, 631.316.22

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ МИНИМИЗАЦИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

И.Б. Борисенко^{1,3}, О.Г. Чамурлиев¹, Г.О. Чамурлиев²,
Т.И. Шияпов², П.И. Борисенко³

¹Волгоградский государственный аграрный университет
пр. Университетский, 26, Волгоград, 400002

²Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198

³Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия
*Квартал Северный, 8, с. Солёной Займище, Черныярский район,
Астраханская область, Россия, 416251*

В статье приведены данные по влиянию чизельной обработки с использованием рабочего органа «РОПА» на площадь профиля рыхления почвы, приведенной на 1 м ширины захвата орудия. Также представлена зависимость высоты зоны сплошной обработки от глубины чизеливания и места крепления горизонтального ножа. Применение чизельного рыхлителя на глубину 25—40 см позволяет повысить качество обрабатываемого слоя и обеспечивают зону сплошного рыхления на 0,6—0,12 м, необходимого для сева зерновых и высокостебельных пропашных культур. В статье представлен рабочий орган «РОПА», предназначенный для минимальной обработки почвы с полосным углублением. В нем функционально совмещены возможности чизельной наклонной стойки и стандартного глубокорыхлителя. Криволинейная стойка имеет внутрипочвенный изгиб в сторону полевого обреза под углом 45 градусов и укомплектована плоскорежущей лапкой, ножом и башмаком с накладным долотом. Технология минимальной обработки почвы с полосным углублением обеспечивается конструктивно — соотношениями между длинами горизонтальной составляющей горизонтальной проекции ножа и лезвия — лапки на поперечную вертикальную плоскость, которые равны соответственно $\frac{1}{4}$ и $\frac{1}{2}$ междуследия.

Ключевые слова: основная обработка почвы, чизель, рабочий орган РОПА, полосная обработка почвы, зона сплошной обработки

Вопросу выбора технологии и технологического процесса при обработке почвы уделяется сегодня огромное внимание. Идут широкие дискуссии о преимуществах и недостатках отвальной и безотвальной, глубокой, мелкой и поверхностной обработок почвы, энергосберегающей технологии «прямого посева». При обосновании технологического процесса основной обработки почвы в адаптивно-ландшафтных системах земледелия учитывается, что чем полнее культура соответству-

ет агротехническим показателям и экологическим условиям земельного участка, тем больше возможностей минимизации почвообработки. Чем хуже качество почвы, тем интенсивнее обработка.

Минимизация почвообработки представляет частный случай ее оптимизации с учетом системных связей, биологических требований растений, гидротермического режима, структурного состояния почвы, рельефа и т.п., т.е. со всеми элементами земледелия и агроэкологическими условиями. Необходимо отметить, что плотность сложения является ведущим фактором эффективного плодородия и определяющим при обосновании и внедрении новых ресурсосберегающих технологий обработки почвы и возделывания сельскохозяйственных культур [8]. Плотность и твердость почвы являются интегральными показателями ее состояния, определяющими как условия развития почвенной биоты, так и развития корневой системы выращиваемых на ней растений [6]. Выбор приема и глубины обработки зависит от микроразнообразия особенностей каждой почвенной разности.

Неблагополучные физические факторы преодолеваются различными приемами регулирования сложения пахотного слоя, которые со временем формируются в энергосберегающие системы обработки почвы. В данной связи представляют интерес появляющиеся в последние годы различные системы полосной обработки почвы (Strip till и другие) [2—5]. В России данное направление также получает развитие. Особый интерес представляют экспериментальные работы А.А. Конищева [9] по созданию оптимальной плотности почвы в различных частях пахотного слоя и оценке ее влияния на урожайность зерновых культур при различных погодных условиях. В данном подходе чередуются относительно рыхлые и уплотненные участки, благодаря чему сглаживается влияние погодных условий на продуктивность посевов, с учетом этого нами предложен способ минимальной обработки почвы [патент РФ № 2612798] и почвообрабатывающее орудие для его выполнения [патент РФ № 2489826, патент на ПМ № 154634].

Предлагаемый способ разноглубинной полосной обработки поясняется рисунками 1а и 1б. На технологической схеме изображено расположение чизельных глубокорыхлителей 1 и 3, плоскорезные лапы 2 и 4, расстояние между центрами четных и нечетных полос L , глубина обработки нечетных полос $H1$ и глубина обработки четных полос $H2$.

Величина твердости почвы по участкам составляла: в зоне сплошного рыхления для всех участков по полосам — 3—8 кгс/см², для участков нечетных полос, ниже зоны сплошного рыхления, но в зоне рыхления — 3—10 кгс/см², для участков четных полос, ниже зоны сплошного рыхления — 15—50 кгс/см².

Во всех случаях полосная разноглубинная обработка, сочетающая глубокое чизелевание и мелкое плоскорезное рыхление, существенно снижала объем деформации пахотного слоя почвы, обеспечивая зону сплошного рыхления для качественного посева и произрастания зерновых сплошного сева и высокостебельных пропашных культур.

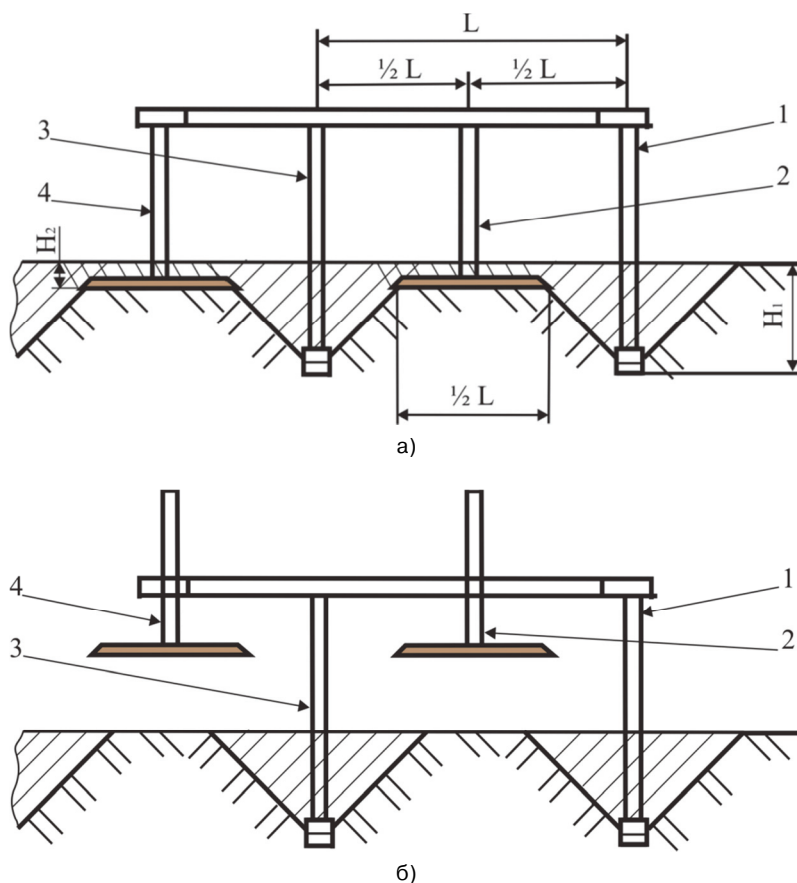


Рис. 1. Технологическая схема разноглубинной полосной обработки почвы
 а) технологическая схема способа минимальной полосной обработки почвы;
 б) технологическая схема способа минимальной полосной обработки почвы
 при севе пропашных культур с использованием GPS-навигации
 (плоскорезущие лапы подняты)

Разработанный нами рабочий орган «РОПА» (рис. 2) предназначен для минимальной обработки почвы с полосным углублением. В нем функционально совмещены возможности чизельной наклонной стойки и стандартного глубокорыхлителя. Криволинейная стойка имеет внутрипочвенный изгиб в сторону полевого обреза (под углом $\approx 45^\circ$) и укомплектована плоскорезущей лапкой, ножом и башмаком с накладным долотом. Лапка, так же как и в предыдущем рабочем органе, имеет возможность дискретного перемещения по высоте стойки посредством болтового соединения и соответствующих отверстий, расположенных на стойке и лапке. Технология минимальной обработки почвы с полосным углублением обеспечивается конструктивно — соотношениями между длинами горизонтальной составляющей проекции ножа и лезвия лапки на поперечно-вертикальную плоскость, которые равны соответственно $\frac{1}{4}$ и $\frac{1}{2}$ междуследия. Глубина рыхления от долота регулируется в пределах 0,25—0,40 м. Односторонняя плоскорезущая лапка при максимальной глубине рыхления долота на 0,4 м обеспечивает зону сплошного рыхления от 0,13 до 0,23 м, а при минимальной глубине долота на 0,25 м — от 0,03 до 0,08 м.



Рис. 2. Рабочий орган РОПА

Исследования на землях Южного и Поволжского Федеральных округа показали, что наиболее высокий уровень эффективного плодородия обеспечивается при плотности пахотного слоя в пределах 1,05—1,25 г/см³ [6, 9]. Одним из доступных способов создания и поддержания оптимального сложения достигается механической обработкой почвы. Причем основное место отводится до посевной обработки, так как она способна регулировать плотность на глубину ниже и под посевным материалом [1, 3]. А с учетом значимости плотности и глубины обработки, как факторов, способствующих накоплению осенне-зимних осадков и предотвращению эрозионных процессов, можно обосновать технологию осенней глубокой обработки.

В связи с этим были проведены исследования по динамике плотности сложения в звене севооборота пар — озимая пшеница — яровая пшеница на фоне приемов осенней обработки. Для исследуемого поля характерно наличие в середине гумусового слоя (22—35 см) плотного (1,47 г/см³) иллювиального горизонта (В1) с признаками остаточной солонцеватости.

Наблюдения показали, что в период парования динамика плотности почвы формируется под влиянием технологий подготовки чистого пара. Выявлены различия между вариантами способа обработки и глубиной основной обработки перед парованием в период посева озимой пшеницы по чистому пару (табл. 1).

Таблица 1

Плотность почвы перед посевом озимой пшеницы по чистому пару (среднее за 2013—2014 гг.), г/см³

Слой почвы, см				Среднее в слое 0—30 см
0—10	10—20	20—30	30—40	
Плоскорезное рыхление на 25—27 см (контроль)				
1,07	1,15	1,18	1,36	1,13
Плоскорезное рыхление на 20—22 см				
1,09	1,14	1,25	1,39	1,16
Рыхление стойками «РОПА» на 33—35 см (без лап, междуследие 0,35 м)				
1,10	1,14	1,18	1,32	1,14
Рыхление стойками «РОПА» на 33—35 см (лапа 10—12 см, междуследие 0,7 м)				
1,08	1,15	1,21	1,34	1,14
Отвальная вспашка на 25—27 см				
1,07	1,15	1,26	1,38	1,16
НСР ₀₅				
0,07	0,04	0,03	0,02	—

Влияние паровых обработок на среднюю плотность слоя 0—30 см было одинаковым. Ее значения находились в оптимальном диапазоне и составляли по чистому пару 1,13—1,16 г/см³.

Изменения плотности под влиянием приемов основной обработки находились в полном соответствии с отмеченными выше особенностями строения профиля почвы. До глубины 10—20 см существенных различий между обработками не выявлено. В слое 20—30 см по плоскорезному рыхлению на 20—22 см и по отвальной вспашке на 25—27 см относительно рыхления стойками РОПА наблюдается различие уплотнения, соответственно с 1,25—1,26 г/см³ до 1,18—1,21 г/см³ при НСР₀₅ = 0,03.

Дифференциация приемов обработки начинается с глубины 20—30 см. При плоскорезной обработке (мелком рыхлении на 20—22 см) объемная масса находится на грани верхнего предела оптимальных значений и составляет 1,25 г/см³. Аналогичная ситуация с отвальной обработкой 1,26 г/см³. При рыхлении стойками РОПА без лапы, но с междуследием рабочих органов 0,35 м плотность в пределах нормы 1,18 г/см³, как и при плоскорезном рыхлении на 25—27 см. При рыхлении стойками РОПА с лапой и междуследием 0,7 м идет некоторое повышение 0,03 г/см³ (в пределах НСР), но меньше относительно плоскорезной и отвальной обработок на 0,04—0,05 г/см³. Необходимо помнить, что при обработке рабочими органами РОПА с междуследием 0,7 м и лапой, установленной на 10—12 см, зона сплошного рыхления (на глубине 20—30 см) отсутствует в отличие от других видов обработки.

Хорошая степень разуплотнения исследуемого слоя достигается глубокими плоскорезными и чизельными обработками. На этих вариантах сложение почвы не превышает допустимого уровня и находится в пределах 1,18—1,21 г/см³.

На сложение почвы в слое 30—40 см из изучаемых приемов оказало влияние только обработка рабочими органами «РОПА» на глубину 33—35 см. Некоторые изменения наблюдаются на варианте с глубоким плоскорезным рыхлением, однако они слабо выражены.

Последствие приемов обработки на плотность сложения пахотного слоя непродолжительно. К концу вегетации различия между ними сглаживаются, а равновесная плотность указывает на сильное уплотнение почвы. Диапазон ее изменений за период от посева до уборки достигает 0,18—0,25 г/см³ от первоначального уровня. Отдельные слои пахотного горизонта приобретают плотность, свойственную нижней части почвенного профиля, в 10—20 см — 1,36—1,40, 20—30 см — 1,45—1,50 г/см³.

Высокая степень уплотнения пахотного слоя и слабое последствие предшествующих обработок резко дифференцируют приемы осенней обработки под повторный посев пшеницы (табл. 2).

В основе эффективности этих приемов лежат принципы, отмеченные влиянием основной обработки по паровому предшественнику. Показательным в этом отношении является вариант «прямого посева» по необработанной с осени почве, свидетельствующий об их слабом структурном состоянии и саморазуплотняющей способности.

Таблица 2

**Плотность почвы перед посевом яр. пшеницы после оз. пшеницы
(среднее за 2013—2014 гг.), г/см³**

Вариант обработки	Слой почвы, см			Среднее в слое 0—30 см
	0—10	10—20	20—30	
В пару плоскорезное рыхление на 25—27 см (Контроль)				
1. Без обработки	1,10	1,24	1,30	1,21
2. РОПА на (10—12)/(33—35) см по долоту чизеля	1,08	1,14	1,20	1,14
3. Плоскорезная на 25—27 см	1,07	1,13	1,17	1,13
В пару плоскорезная обработка на 20—22 см				
1. Без обработки	1,11	1,25	1,32	1,23
2. РОПА на (10—12)/(33—35) см по долоту чизеля	1,07	1,15	1,20	1,15
3. Плоскорезная на 25—27 см НСР ₀₅	1,08	1,14	1,19	1,15
	0,08	0,04	0,03	—

Уже к посеву пшеницы в слое 10—20 см плотность превышает верхнюю допустимую границу на 0,04—0,05 г/см³, а в нижней части возрастает до 1,30—1,32 г/см³. Последствие глубокого рыхления формирует сложение почвы существенно ближе к оптимуму, чем нормальная обработка. Это заметно как в целом по пахотному горизонту, так и по отдельным его частям (слой 10—20 см), хотя находится в пределах НСР. Некоторое увеличение плотности на глубине 20—30 см по чизельному рыхлению относительно плоскорезной обработки (на 0,03 г/см³), объясняется конструктивными особенностями наклонных стоек, не создающих сплошной границы подрезания обрабатываемого слоя. Но замеры плотности в плоскости долота чизеля дают видимое преимущество относительно плоскорезной обработки.

Как было сказано выше, применение чизельного рыхлителя на глубину обработки 25—40 см позволяет повысить качество обрабатываемого слоя (крошение, инфильтрационные свойства и т.п.) без образования «плужной подошвы» при меньших энергозатратах, снизить эрозионные процессы почвы. Обеспечение зоны сплошного рыхления на 6—12 см необходимо и достаточно для сева зерновых сплошного сева и высокостебельных пропашных культур. Глубина чизелевания корректируется с учетом агрофизических свойств почвы, последствия обработок и культуры в севообороте, преследуя цель получения оптимального соотношения между прибавкой урожая и минимизации энергозатрат обработки.

На рисунке 3 показан фрагмент изучения обрушения почвы. На основе полученных данных построены графики зависимости ширины междуследия и глубины обработки на обрушение почвы рабочими органами «РОПА».

На рисунке 4 представлены результаты исследований влияния глубины обработки на площадь профиля рыхления приведенной на 1 метр ширины захвата орудия с рабочими органами «РОПА» с учетом величины междуследия.

На рисунке 5 показаны результаты полевого опыта: влияние глубины чизелевания на высоту зоны сплошного рыхления при различном креплении горизонтального ножа относительно долота.



Рис. 3. Профиль обрушения почвы рабочими органами РОПА

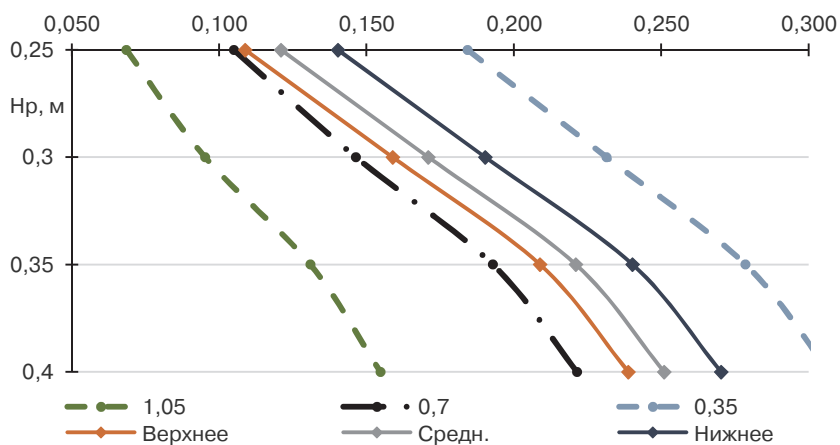


Рис. 4. Зависимость приведенной площади рыхления на 1 метр ширины захвата орудия с рабочими органами «РОПА» от глубины обработки и величины междуследия

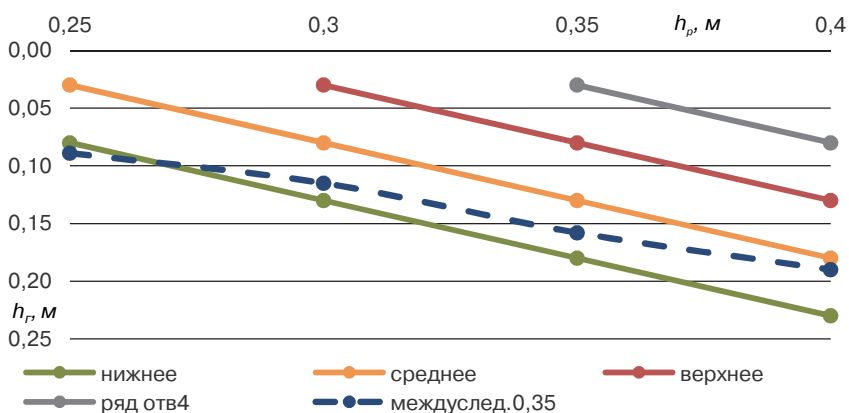


Рис. 5. Зависимость высоты зоны сплошной обработки от глубины чизелевания и места крепления горизонтального ножа

Из рисунка 5 видно, что жесткое крепление горизонтального ножа относительно носка долота определяет линейную зависимость между данными величинами. Для нас интересен данный рисунок с позиции обоснования количества мест крепления (рядов) горизонтального ножа вдоль вертикальной части стойки рабочего органа.

График показывает, что при принятых конструктивных размерах рабочего органа и агротехнических параметрах обработки в четвертом ряду отверстий (линия «ряд отв 4») необходимость отпадает, т.е. достаточно выполнить 3 ряда отверстий. Несовпадение линии зоны сплошной обработки для рабочего органа с закрепленным горизонтальным ножом в нижнем положении, с линией для рабочего органа без горизонтального ножа, но с междуследием 0,35 метра, объясняется распространением зоны деформации почвы в пределах 42—43 градусов, а не принятым в допущениях 45 градусов. При малой глубине обработки почвы (на 0,25 м) некоторое увеличение сплошной ее зоны можно объяснить снижением коэффициента крошения почвы, с размером фракций до 50 мм, с 77,6% (при глубине обработки на 0,4 м) до 56,48%. Тем не менее данный показатель находился в допустимых значениях — не менее 50%, согласно СТО АИСТ 4.6. Ухудшение качества крошения связано с низкой влажностью почвы 12,26...15,11% и высокой ее твердостью (4,12...6,56 Мпа).

Наличие горизонтального ножа позволяет обеспечить требуемую зону сплошного рыхления независимо от глубины рыхления при увеличенном междуследии (0,7 м), согласно принятой технологии выращивания пропашных технических культур.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что для сева зерновых колосовых культур необходимо проводить ежегодное разуплотнение исследуемых почв чередованием глубоких и средних безотвальных обработок. При обработке почвы рабочими органами РОПА с односторонней лапой достаточно их расстановки через 0,7 м. Под пропашные культуры необходимо проводить ежегодное глубокое рыхление. Оборудование МТА GPS-навигацией позволяет данные рабочие органы использовать со снятыми лапами.

© И.Б. Борисенко, О.Г. Чамурлиев, Г.О. Чамурлиев,
Т.И. Шияпов, П.И. Борисенко, 2017.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Борисенко И.Б.* Агротехнические подходы при проектировании рабочего органа минимальной обработки почвы с полосным углублением // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2013. № 4 (32). С. 193—197.
2. *Борисенко И.Б., Мезникова М.В.* Применение ресурсосберегающей технологии Strip-till при выращивании сорго // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2015. № 6(56). С. 82—84.
3. *Власенко А.Н.* Минимизация глубокой плоскорезной зяблевой обработки сибирских черноземов // *Сиб. вестник сельскохозяйственной науки*. 2009. № 9.

4. Казаков Г.И. Совершенствование обработки почвы в Среднем Поволжье // Известия СГСХА. 2008. Вып. 4.
5. Киришин В.И. Проблема минимизации обработки почвы: перспективы развития и задачи исследований // Земледелие. 2013. № 7. С. 3—6.
6. Киришин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика. М.: МСХА, 2000.
7. Кушнарев А.С., Погорельый В.В. Методологические предпосылки выбора способа обработки почвы // Техника АПК. 2008. № 1. С. 17—21.
8. Никифоров П.М. Влияние способа и глубины основной обработки на плотность сложения темно-каштановой почвы // Материалы науч.-теоретической конференции «Вопросы интенсификации производства с.-х. продуктов». М., 1989. С. 48—49.
9. Патент № 2453091 (RU), МПК А01В 79/02. Способ обработки почвы / Конищев А.А. Опубл. 20.06.12. Бюл. № 17.

Сведения об авторах:

Борисенко Иван Борисович — доктор технических наук, профессор Волгоградского государственного аграрного университета; e-mail: borisenivan@yandex.ru

Омарий Георгиевич Чамурлиев — доктор сельскохозяйственных наук, профессор Волгоградского государственного аграрного университета; e-mail: attika.ge@yandex.ru

Георгий Омариевич Чамурлиев — кандидат сельскохозяйственных наук, ассистент агроинженерного департамента Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: giorgostsamourlidis@mail.ru

Шияпов Тимур Илхамович — начальник отдела развития межвузовского сотрудничества Российского университета дружбы народов; e-mail: shiapov_ti@rudn.university

Борисенко Павел Иванович — кандидат технических наук, ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия»; e-mail: borisenivan@yandex.ru

Для цитирования:

Борисенко И.Б., Чамурлиев О.Г., Чамурлиев Г.О., Шияпов Т.И., Борисенко П.И. Технологическая минимизация основной обработки почвы // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. 2018. Т. 13. № 1. С. 35—44. doi 10.22363/2312-797X-2018-13-1-35-44.

DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-1-35-44

TECHNOLOGICAL MINIMIZATION MAIN SOIL PROCESSING

**I.B. Borisenko^{1,3}, O.G. Chamurliев¹, G.O. Chamurliев²,
T.I. Shiyapov², P.I. Borisenko³.**

¹Volgograd State Agricultural University
Universitetskiy pr., 26, Volgograd, Russia, 400002

²Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)
Miklukho-Maklaya st., 6, Moscow, Russia, 117198

³Caspian Research Institute of Arid Agriculture
*Kvartal Severnyj, dom 8, s. Solenoyo Zajmishche, CHernoyarskiy rajon,
Astrahanskaya oblast', Russia, 416251*

Abstract. The article presents data on the effect of chisel processing using the ROPA working organ on the area of the loosening profile of the soil, given by 1 m of the width of the tool. The dependence of the height of the zone of continuous processing on the depth of chilling and the location of attachment

of the horizontal knife is also presented. The use of a chisel ripper to a depth of 25—40 cm allows to increase the quality of the treated layer and provide a zone of continuous loosening of 0,6—0,12 m, which is necessary for cereals and high-growth tilled crops. The article presents the working organ “ROPA”, designed for minimum soil cultivation with a strip deepening. In its functions of a chisel inclined rack and a standard deep plow are functionally combined. The curved bar has an intrasoil bend in the direction of the field cut at an angle of 45 degrees and is equipped with a flat-cutting foot, a knife and a shoe with an overlaid chisel. The technology of minimal tillage with a strip recess is provided in a constructive way — by the ratio between the lengths of the horizontal component of the horizontal projection of the knife and the blade — the feet on the transverse vertical plane, which are respectively $\frac{1}{4}$ and $\frac{1}{2}$ between the tracks.

Key words: basic soil cultivation, chisel, ROPA working organ, strip soil cultivation, zone of continuous processing

REFERENCES

1. Borisenko, I.B. Agrotechnical approaches in the design of the working body of minimal tillage with a strip deepening. *News of the Nizhnevolzhsk Agro-University Complex: Science and higher vocational education*. 2013. № 4 (32). P. 193—197.
2. Borisenko, I.B. The use of resource-saving technology Strip-till in the cultivation of sorghum. *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*. № 6(56) 2015, P. 82—84.
3. Vlasenko, A.N. Minimization of deep planar planing of the Siberian chernozems. *Sib. herald of agricultural science*. 2009. № 9.
4. Kazakov, G.I. Improvement of soil cultivation in the Middle Volga region. *Proceedings of the SGGKHA*. Issue 4. 2008.
5. Kiryushin, V.I. The problem of minimizing soil cultivation: development prospects and research objectives. *Agriculture*, 2013. № 7. P. 3—6.
6. Kiryushin, V.I. Ecologization of agriculture and technology policy. M., MAA, 2000.
7. Kushnarev, A.S. Methodological preconditions for choosing the method of soil cultivation / A.S. Kushnarev, V.V. Pogoreliy. *APC Technique*, № 1, 2008. P. 17—21.
8. Nikiforov, P.M. Effect of the method and depth of the main treatment on the density of the addition of dark chestnut soil. *Materials of the theoretical conference “Issues of intensification of production of agricultural products”*. M., 1989. P. 48—49.
9. Patent № 2453091 (RU), MPK A01B 79/02. Method of soil cultivation // Publ. 20.06.12. Bul. № 17.

For citation:

Borisenko I.B., Chamurliiev O.G., Chamurliiev G.O., Shiyapov T.I., Borisenko P.I. Technological minimization main soil processing. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*, 2018, 13 (1), 35—44. DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-1-35-44.