

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ЩЕЛЕВЫМ РЫХЛИТЕЛЕМ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ КОНСТРУКЦИИ

RESEARCH OF SOIL TILLAGE BY ADVANCED DESIGN SLIT RIPPER

Михаил Лазюта, Баян Кабулова, Халит Гасанов

Казахский национальный аграрный университет
г. Алматы, пр. Абая 8, Республика Казахстан;
E-mail: mikha.kaznau@gmail.com

Суть щелевого рыхления почвы с помощью щелевого рыхлителя *ЩР-4-5* состоит в том, что почва обрабатывается рабочими стойками, которые располагаются друг от друга на расстоянии 0,5 метра в шахматном порядке, за счет чего обеспечивается рыхление меж щелевого пространства путем горизонтальных изломов и сдвигов почвы в вертикальном и горизонтальном направлении.

В засушливые годы, как было летом 2007 и 2008 года в бывшей Тургайской области, невозможна обработка полей не только наиболее распространенными плоскорезами глубокорыхлителями *ПГ-3-5*, но и рыхлителями щелевыми *ЩР-4-5* на глубину более 25 см. При заглублении рабочих органов на более чем на 25 см, трактор *К-701* не мог агрегатировать, пробуксовывали колеса на сухой почве, т.к. рабочим органом оказывается сопротивление почвы на всей ее глубине обработки (хотя на *ЩР-4-5* было 9 рабочих органов заводской комплектации). Отсюда следуют отрицательные последствия в виде перерасхода ГСМ, преждевременный износ и полом трактора и рабочих органов орудий, низкая производительность агрегата, недостаточная глубина обработки, влияющая на развитие корневой системы растения и соответственно на урожайность, образования больших глыб земли.

Изменения конструкции щелевого рыхлителя *ЩР-4-5* поможет устранить этот недостаток. Тем самым снизится сопротивление оказываемое почвой агрегируемым их тракторам, улучшится экономические показатели, производительность агрегата и качество выполняемых работ.

Щелевое рыхление, стрельчатые лапы, подружнинные стойки, тяговое усилие трактора, сопротивление почвы.

Введение

Немало важной проблемой земледельцев северного Казахстана остается недостаток влаги в почве. Основной почвозащитной системой земледелия, подверженной эрозии, является плоскорезная обработка полей с максимальным сохранением стерни. Для сохранений и накопления влаги осенью и, если не смогли то весной, потом используют почвообрабатывающие орудия, такие

как КПЭ-3,8А, КПШ-5, КПШ-7, КПШ-9, КПГ-2-150, КПГ-250А, ПГ-3-100, ПГ-3-5 и др., но они хороши при нормальной влажности почвы.

В недостаточно увлажненную землю заглубить их рабочие органы на необходимую глубину очень затруднительно или почти не возможно, так как агрегируемым их трактором оказывается большое сопротивление. Отсюда следуют отрицательные последствия в виде перерасхода ГСМ, преждевременный износ и полом трактора и рабочих органов орудий, низкая производительность агрегата, недостаточная глубина обработки, влияющая на развитие корневой системы растения и соответственно на урожайность, образования больших глыб земли [1].

Поэтому некоторые хозяйственники вынуждены не проводить осенью обработку почвы, что приводит к потере части влаги, которую можно было накопить.

На некоторых сельскохозяйственных опытных станциях северных регионов Республики, в том числе Аркалыкской, в 1981–1985 годах, провели испытание щелевателей, при работе которых происходит нарезание щелей, а почва не рыхлится так, как хотелось бы. Затем провели испытания усовершенствованных глубокорыхлителей, что позволило по сравнению с плоскорезами уменьшить уничтожение стерни и образования глыб, способствовала максимальному сохранению влаги весной, во время испарения. При обработке полей плоскорезами корневая система сорняков подрезается лапами орудия. А при использовании рыхлителей-щелевателей она повреждается, в следствии горизонтальных изломов и не больших сдвигов почвы (рис. 1) [2].

В отличие от плуга, плоскореза и чизеля, при работе которых образуется плотная, выровненная «плужная подошва», то при щелевом рыхлении поверхность ниже обрабатываемого слоя имеет гребневидный профиль, напоминающий поверхность шифера [3].

При таком состоянии «ложа» сток талых вод сводится к минимуму. После работы традиционными почвообрабатывающими орудиями (плуг, чизель, плоскорез) обработанный слой почвы в засушливые годы состоит в основном из глыб, которые вперемешку с расплывшимися частицами почвы лежат на выровненном и искусственно переуплотненном ложе и представляют собой плохо проницаемую для влаги массу. При работе же щелевого рыхлителя обработанный слой почвы из-за не выровненного, гребневидного ложа находится во вспученном состоянии с максимальным сохранением стерни. В результате на такой поверхности поля зимой хорошо накапливается снег и создаются условия для снегозадержания, а весной при таянии снега обеспечивается быстрое проникновение талых вод в нижние горизонты, что приводит и к заметному повышению весенних влагозапасов (табл. 1).

Приемы обработки влияют не только на запас продуктивной влаги, но и на ее распределение в метровом слое почвы. Если после снеготаяния по плоскорезной обработке почвы продуктивная влага сосредоточена в основном в верхнем слое, то по щелевому рыхлению она проникла в более глубокие горизонты (табл. 2) [4].

Таблица 1. Влияние осенней обработки на влагозапасы в метровом слое почвы (Аркалыкская опытная станция, в среднем за 1981–1985 г.г.).

Table 1. The influence of the autumn's processing on the moisture reserves in the layer of 1 meter of the soil (Arkalyk Experiment Station, the average for 1981–1985 years).

Приемы обработки	Продуктивная влага, мм			Усвоение почвой	
	в предзимье	в снеге	после снего-таяния	мм	%
Без обработки	22	120	71	49	41
Плоскорезная на 12...14 см	21	117	94	74	63
Плоскорезная на 25...27 см	18	119	107	89	74
Щелевание через 1 м на глубину 30 см	24	124	89	65	53
Щелевое рыхление через 0,5 м на глубину 30 см	19	124	120	100	81

На основании рекомендаций Аркалыкской опытной станции, ПО «Целиноградсельмаш» в период с 1989 по 1992 год изготовил более 5,0 тысяч щелевых рыхлителей ЩР-4-5 (рис.1), которые были использованы на житняковых полях хозяйств бывшей Тургайской области. Из-за несовершенства конструкции они проработали 1–2 сезона. У одних были вырваны опорные колеса, у других крепления стоек рабочих органов к раме, у третьих стремянки, лапы и ножи рабочих органов и т.д.

Основные причины этих повреждений:

- опорные колёса металлические и крепятся жестко к раме посредством стоек, а сами стойки не рассчитаны на большие сопротивления в засушливые периоды;

- стойки рабочих органов (стойки с лапами и ножом) так же жестко крепятся к раме через кронштейн посредством стремянок, которые так же недостаточно прочные;

- глубина рыхления передних и задних рабочих органов заводского использования одинаково (25–35 см), что оказывает большое сопротивление обрабатываемой почвы рабочим органом, а так же агрегируемым их трактором, особенно при обработке недостаточно увлажненной почвы;

- ножи рабочих органов закреплены к стойкам не вертикально, а с наклоном нижней части назад для нарезания щелей а не рыхления почвы, что увеличивает сопротивление почвы [5].



Рис. 1. Щелевой рыхлитель ЩР-4-5

Fig. 1. Slotted ripper ЩР-4-5

Таблица 2. Распределение продуктивной влаги в почве после снеготаяния в зависимости от приема осенней обработки (Аркалыкская сельскохозяйственная опытная станция, 1981–1985 г.г.).

Table 2. The distribution of productive moisture in the soil after melting of snow, depending on the choice of the autumn's processing (Arkalyk Agricultural Experience Station, 1981–1985).

Приемы обработки	Слой почвы, см			
	0–20	20–30	30–40	50–100
Без обработки	42,3	16,7	4,3	7,6
Плоскорезная на 12...14 см	57,8	20,6	6,8	8,2
Плоскорезная на 25...27 см	51,2	38,8	10,4	6,8
Щелевание через 1 м на глубину 30 см	46,7	24,3	9,1	8,8
Щелевое рыхление через 0,5 м на глубину 30 см	42,1	35,6	32,4	9,5

Причины вызвавшие необходимость усовершенствования щелевого рыхлителя ЩР-4-5. В засушливые годы, как было летом 1997 и 1998 годах бывшей Торгайской области, невозможно обработка полей не только наиболее распространенными плоскорезами глубокорыхлителями ПГ-3-5, но рыхлителями щелевыми ЩР-4-5 на глубину более 25. При заглублении рабочих органов на более чем на 25 см, трактор К-701 не мог агрегатировать, пробуксовывали колеса на сухой почве, хотя на ЩР-4-5 было 9 рабочих органов заводской комплектации (4 на переднем брус, а 5 на заднем брус рамы).

Основной проблемой затрудненного агрегатирования рыхлителя трактором по недостаточно увлажненной почве является то, что рабочим органом оказывается сопротивление почвы на всей ее глубине обработки. Чем глубже проводится обработка почвы, тем больше сопротивление агрегата, соответственно больше расход топлива, преждевременный износ рабочих органов рыхлителя и трактора и вероятность их поломок.

В связи с этим встала задача - как можно усовершенствовать рыхлитель щелевой, чтобы искоренить выше перечисленные недостатки.

В соответствии с агротребованиями, для хорошего развития корневой системы растений и нормальной связи нижней и верхней (пахотных) слоев почвы необходимо проводить рыхление ее на глубину не менее 30–35 см. На такой глубине рыхления почвы рабочие органы встречают большое сопротивление [6].

Цель работы – снижение сопротивления, оказываемое почвой агрегируемыми их тракторам, улучшить производительность агрегата и качество выполняемых работ. Выполнить данную задачу мы сможем путем усовершенствования конструкции щелевого рыхлителя ЩР-4-5.

Методология и результаты исследования

В связи с учетом недостатков в конструкции и качестве выполняемых работ по рыхлению почвы существующими глубокорыхлителями различных конструкций, выпускаемые как в республике, так и в ближнем зарубежье, решили усовершенствовать ЩР-4-5.

Расстояние между следами рыхления рабочих органов составляет 45–60 см. Рыхлитель щелевой ЩР-4-5 заводского изготовления 1989 года выпуска, состоит из рамы 2-х опорных регулируемых колес, 9 рабочих органов и сцепки. Рама ЩР-4-5 состоит из двух поперечных блоков или брусков (передний и задний) и 4-х продольных, соединяющих эти поперечные балки.

На передней поперечной балке рамы крепится при помощи кронштейнов и стремянок 4 стойки с лапами (длиной – 33 см, шириной – 5 см и толщиной – 2,5 см) и ножом, закрепленным в передней части стойки, представляющим собой остроугольный равнобедренный треугольник в поперечном сечении. На задней балке закреплено 5 аналогичных рабочих органов, что и на передней балке.

Ширина захвата рыхлителя щелевого ЩР-4-5 составляет 4,5 и агрегируется он только тракторами класса 5.0, т.е. К-701.

Для усовершенствования было необходимо раму, опорные колеса с механизмом регулирования и задние, т.е. 2ой ряд рабочих органов, оставили без изменения, за исключением ширины междурядья задних рабочих органов уменьшили до 45 см и дополнили их количество до 7, предварительно снятыми передними рабочими органами.

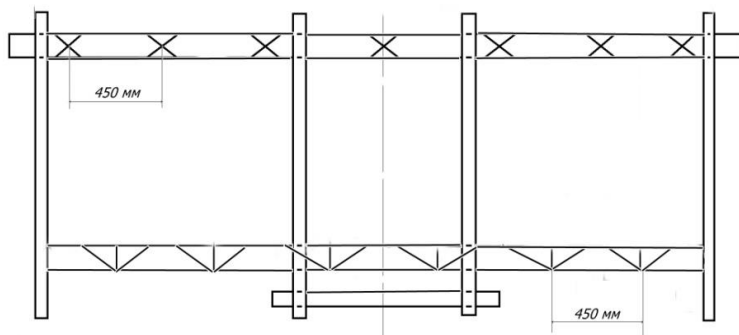
На передний брус (балку) рамы ЩР-4-5 было решено вместо заводских стоек с лапами (т.е. рабочих органов) установить стрельчатые лапы на под-

пружиненных стойках от тяжелого секционного культиватора КПЭ-3,8 и КПЭ-3,8А (рис. 2). При встрече с препятствием, превышающим давление пружины, лапа выглубляется, а затем под действием пружины возвращается в рабочее положение. Расстояние между этими рабочими органами решили установить 45 см, без учета перекрытия, что приблизительно соответствует ширине захвата стрелчатой лапы – 41см.



Рис. 2. Рабочий орган Культиватора КПЭ-3,8А
Fig. 2. The working body of the cultivator КПЭ-3,8А

На передней балке для эксперимента установили 6, а на задней 7 рабочих органов (рис.3).



- × - места крепления заводских рабочих органов;
- ∨ - места крепления стрелчатых лап;

Рис. 3. Предлагаемый вариант усовершенствования ЩР-4-5
Fig. 3. The proposed version of improvement ЩР-4-5

Исходя из зарубежного и отечественного опыта в глубокорыхлении, рекомендуется проводить ступенчатую обработку, т.е. передними рабочими органами на глубине 20–25 см, а задними – на глубине 30–35 см [7].

Для этого необходимо произвести перестановку крепление стрелчатых лап на пружинных стойках, так как стрелчатые лапы заводской комплектации крепятся к пружинным стойкам при помощи двух специальных потайных болтов. Требуемой разности глубины обработки лапами можно добиться путем перестановки крепления на одно отверстие вверх, а для второго болта крепления, просверлить новое отверстие на подпружиненной стойке.

Если этого будет недостаточно, то нужно просверлить два новых отверстия повыше, а лишнюю нижнюю часть стойки отрезать сваркой или другим инструментом.

Увеличивая количество рабочих органов и соответственно ширину захвата агрегата, не изменяя ширину междурядий, можно проверить сопротивление, сказываемое при работе усовершенствованным рыхлителем щелевым на агрегируемый трактор, ее производительность, экономические показатели, одновременно и качество выполняемых работ.

Исследования начали с подбора оптимальной глубины обработки почвы. Для этого обработку почвы начали с заглабления передних на глубину обработки 5 см и увеличивали её на 5 см (рис. 4). Задние заводские рабочие органы были установлены на глубину 35 см и не изменяли.

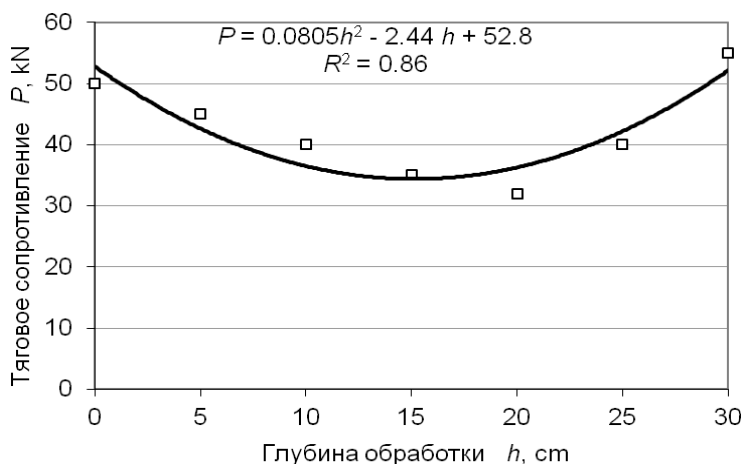


Рис. 4. Изменение тягового сопротивления в зависимости от заглабления передних рабочих органов.

Fig. 4. Change of draft resistance depending on the penetration front of working bodies.

По результатам исследования, оптимальным стало глубина заделки передних рабочих органов на глубину 18–20 см (задних остается 35 см), при котором тяговое сопротивление рыхлителя было минимальным и агрегируемый трактор мог работать без пробуксовки (рис. 5).



Рис. 5. Усовершенствованный щелевой рыхлитель ЩР-4-5
Fig. 5. The improved slotted ripper ЩР-4-5

Затем проверили, как будет зависеть ширина между рабочими органами на качество выполняемых работ. Ширину между рабочими органами изменяли от 60 до 55, от 55 до 50, от 50 до 45 и от 45 до 40 см. При проведении раскопок поля до глубины 30–35 см, т.е. до глубины рыхления, мы обнаружили что там, где расстояние между следами обработки составляло 60 см, междурядное рыхление нижних слоев почвы было недостаточное, а там где это расстояние было 45см, рыхление было нормальное, т.е. почти на всю глубину рыхления. Исходя из этого, было решено установить расстояние между рабочими органами 45 см.

Количество рабочих органов может изменяться от 6 до 8 на переднем ряду и от 7 до 9 на заднем. При этом можно регулировать ширину захвата агрегата путем добавления и снятия рабочих органов. Максимальная ширина захвата составляет по-прежнему 4,5 метра.

Выводы

1. Испытания усовершенствованного щелевого рыхлителя показали, что данный агрегат является работоспособным при обработке уплотненной почвы.

2. После усовершенствования агрегата на переднем ряду теперь установлены стрельчатые лапы от тяжелого секционного культиватора КПЭ-3,8А в количестве от 6 до 8, а задние рабочие органы оставили без изменения, за исключением ширины междурядья задних рабочих органов уменьшили до 45 см и дополнили их количество до 7, предварительно снятыми передними рабочими органами.

3. По результатам исследования, оптимальным стало глубина заделки передних рабочих органов на глубину 20 см, а для задних рабочих органов 35 см, при этом тяговое сопротивление равно $P=33$ kN.

4. Благодаря замене передних рабочих органов и установлению оптимальной величины их заглубления и расстояния между ними, мы добились уменьшения тягового сопротивления, что позволяет использовать данный агрегат на высоко уплотненных почвах. Благодаря стрелчатым лапам, которые установлены на переднем ряду, на рабочей глубине происходит разрушение корневой системы сорняков, что так же увеличивает качество выполняемой работы агрегата.

5. При проведении раскопок поля до глубины 30–35 см, т.е. до глубины рыхления, было обнаружено что там, где расстояние между следами обработки составляло 45 см, рыхление было нормальное, т.е. почти на всю глубину рыхления, что позволило узнать необходимое расстояние между рабочими органами агрегата.

Литература

1. Шаерман, Е. Проблемы земледелия Северного Казахстана. Информационное агентство Казах-Зерно, <http://www.kazakh-zerno.kz>, 26.07.2008.

2. Оразбаев, К.Ш. Система основной обработки почвы в зернопропашном севообороте в зоне засушливых степей Кустанайской области. Алматы, 2008. 113 с.

3. Зайцева, А.А. Агротехническое значение глубокой пахоты. Алматы, 2010. 16 с.

4. Ширваков, Р.Б. Щелевание как один из приемов влагонакопления почвы в условиях Юга России и Западного Казахстана. *Тракторы и сельскохозяйственные машины*. 2008, № 6, с. 28-29.

5. Буянкин, Н. И. Засуха и урожай. ГНУ Калининградский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Россельхозакадемии, 2012.

6. Моргун, Ф. Г.; Шикуча, Н.К. Почвозащитное бесплужное земледелие. http://www.profermer.ru/tehnology_bpz_1.html.

7. Колчина, Л.М. Современные агрегаты для глубокого рыхления переуплотненных почв. *Техника и оборудование для села*. № 9, 2010.

Mikchail Laziuta, Bajana Kabulova, Chalit Gasanov

RESEARCH OF SOIL TILLAGE BY ADVANCED DESIGN SLIT RIPPER

Abstract

The essence of work of the soil ripping machine ЩР-4-5 is that the soil is worked with the poles, which are located in the distance of 0,5 meter from each other in alternate order. In this way horizontal ruptures and displacements of soil in vertical and horizontal direction ensures ripping of slotted space.

During the dry years, like during the summers of 2007 and 2008 in the region of Turgaisk, working of fields in the depth of more than 25 centimeters was

impossible neither with more commonly used aggregate III-3-5, nor slotted ripper III-4-5. Tractor K-701 could not unitize because its wheels stalled on the dry soil when the operative parts were in the depth of more than 25 centimeters because in the whole depth of work the soil was resisting to operative parts (although III-4-5 had 9 operative parts of the factory assembly). This is the reason of waste of fuels and lubricants, early deterioration and breakdown of tractor and operative parts, low productivity of the aggregate, insufficient depth of work, what is influential to development of assemblage of rootlets and, of course, to the crop-producing power, moreover, generation of big clods.

Changes made to the construction of the slotted ripper III-4-5 would help to eliminate this bug, reduce the resistance of the soil while it is unitized by the tractor, and improve economic factors. Moreover, the productivity of the aggregate and the quality of the work would increase.

The slotted rip, a-hoe blades, spring-loaded poles, the pulling force of the tractor, the resistance of the soil.

Michail Laziuta, Bajan Kabulova, Chalit Gasanov

DIRVOS DIRBIMO PATOBULINTU GILIOJO PURENIMO KULTIVATORIUMI TYRIMAI

Santrauka

Įdirbant dirvą giliojo purenimo kultivatoriumi ŠČR-4-5, ji purenama kas 0,5 m šachmatine tvarka išdėstytais noragėliais. Plyšių padarymo metu dirva de-
formuojama jos daleles perstumiant vertikalia ir horizontalia kryptimis.

Šiaurės Kazachstano žemdirbių problema – drėgmės stoka dirvoje. Sausrin-
gų metų vasaromis, tokių kaip 2007 m. ir 2008 m., Turgaisko regione dirvų dirbi-
mas didesniu nei 25 cm gyliu buvo neįmanomas nei PG-3-5 agregatu, nei kultiva-
toriumi ŠČR-4-5. Traktorius K 701, dirbant kultivatoriumi ŠČR-4-5 didesniu nei
25 cm gyliu, negalėjo dirbti agregatu net sausoje dirvoje – ratai buksuodavo dėl
didelio dirvos pasipriešinimo visame įdirbimo gylyje (nors ant kultivatoriaus tebu-
vo 9 gamykinės komplektacijos noragėliai (darbinės dalys). Dėl to ir kildavo visos
neįgiamos pasekmės: per didelės degalų ir tepalų sąnaudos, priešlaikinis susidėvė-
jimas ir net traktoriaus ir padargo darbinių dalių lūžimai, agregato mažas našumas,
nepakankamas dirvos įdirbimo gylis, turintis įtakos augalų šaknų išsivystymui ir
atitinkamai derlingumui bei didelių dirvos grumstų susidarymui.

Kultivatoriaus ŠČR-4-5 konstrukcijos pakeitimas leido pašalinti visus šiuos
trūkumus. Sumažėjo dirvos pasipriešinimo į agregatą rodikliai, pagerėjo ekonomi-
niai rodikliai, padidėjo agregato našumas ir pagerėjo atliekamų darbų kokybė.

*Gilusis purenimas, strėliniai noragėliai, spyruokliniai stovai, traktoriaus
traukos jėga, dirvos pasipriešinimas.*