

### Исследование технологии защиты почвы от эрозии

Гурбан Яшар Гурбанов, Мисирхан Гариб Гасанов, Рамиль Маил Мустафаев, Зия Виляят Мамедов

Азербайджанский государственный аграрный университет, г. Гянджа. Азербайджанская Республика.

e-mail: tagiyev.asau@gmail.com

**Аннотация.** В статье отмечается актуальность проведения целенаправленной исследовательской работы в направлении разработки средств механизации против эрозии почв. В работе представлены результаты экспериментальных исследований комбинированных почвогрунтовых агрегатов с различными рабочими органами. Условия, в которых проводили опыты, были выполнены в соответствии с нормативной документацией: влажность почвы, высота растений и остатков скашивания находились в допустимых пределах (30 %, 25 см). Анализ применения почвозащитных мероприятий в разных регионах страны показывает необходимость дальнейших разработок мер защиты почв от эрозии дифференцированно для каждой природно-климатической зоны. Сравнение агротехнических показателей показало, что почвопокровный экспериментальный вариант превосходит по качеству возделывания почвы. Было установлено, что криволинейная почва больше выравнивает поверхность рыхлой почвы.

**Ключевые слова:** эрозия почв; технология защиты почв; комбинированный агрегат; качество возделывания; рабочий орган по рыхлению почвы.

**Для цитирования:** Гурбанов Г. Я., Гасанов М. Г., Мустафаев Р. М., Мамедов З. В. Исследование технологии защиты почвы от эрозии // Аграрный научный журнал. 2022. № 6. С. 88–90. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i6pp88-90>.

### AGRICULTURAL ENGINEERING

Original article

### Research of soil protection technology from erosion

Gurban Ya. Gurbanov, Misirkhan G. Hasanov, Ramil M. Mustafayev, Zia V. Mamedov

Azerbaijan State Agrarian University, Ganja, Republic of Azerbaijan.

e-mail: tagiyev.asau@gmail.com.

**Abstract.** This article notes the relevance of conducting targeted research work in the direction of developing mechanization tools against soil erosion. The paper presents the results of experimental studies of combined soil aggregates with various working bodies. The conditions under which the experiments were carried out were carried out in accordance with regulatory documentation: soil moisture, plant height and mowing residues were within acceptable limits (30 %, 25 cm). The analysis of the application of soil protection measures in different regions of the country shows the need for further development of measures to protect soils from erosion differentially for each natural and climatic zone. Comparison of agrotechnical indicators showed that the groundcover experimental variant is superior in quality of soil cultivation. It was found that the curved soil flattens the surface of loose soil more.

**Keywords:** soil erosion; soil protection technology; combined aggregate; cultivation quality; working body for soil loosening.

**For citation:** Gurbanov G. Ya., Hasanov M. G., Mustafayev R. M., Mamedov Z. V. Research of soil protection technology from erosion // Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2022;(6):88–90. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i6pp88-90>.

**Введение.** Остановить разрушительное воздействие эрозии на почву, вернуть ей утраченное плодородие – главная задача аграрной науки и практики.

В последние десятилетия разработка и внедрение новых противоэрозионных технологий и машин рассматривается как решающий путь. Сельскохозяйственные машины, разработанные без учета требований почвопокровного земледелия, не только не обладают достаточным почвопокровным эффектом, они не способны обеспечить качество работы при эксплуатации даже на склонах с небольшим уклоном [1–3]. А для осуществления каких-либо методов защиты почвы от эрозии средств механизации практически нет. Для разработки таких средств механизации крайне актуально проведение целенаправленных научно-исследовательских работ по обоснованию параметров как технологических, так и рабочих органов. Применение других почвозащитных мероприятий, такие как полосное размещение культур и пара, посев кулисных растений, посадка лесополос, применение полимеров, гербицидов, удобрений и т.д. в значительной снижает развитие ветровой эрозии на чистых парах, но полностью предотвратить процессы дефляции не может ни один из известных агротехнических приемов. Кроме того, в реформенный период резко сократились (в 4–5 раза) ежегодные объемы противоэрозионных мероприятий.

Основой интенсификации и удовлетворения на этой основе спроса рынка на продукты питания является необходимостью внедрение научно, обоснованных природоохранных систем земледелия применительно к сложившимся агропедоценозам конкретного хозяйства, отдельного его поля, рабочего участка. Природоохранная система земледелия на склоновых землях предопределяет значительные изменения организационно-ландшафтного характера: дифференцированное размещение сельскохозяйственных культур и севооборотов с учетом рельефа местности, фактической и потенциальной эродированности почв, почвозащитной роли культурных растений; широкое применение почвозащитных приемов обработки пашни и технологий возделывания сельскохозяйственных культур; внедрение контурно-мелиоративного, полосного земледелия и террасирование склонов; увеличение площади посадок водорегулирующих и при-балочных (приовражных) лесных полос с усилением их водоза-держивающими валами, канавами; устройство гидротехнических сооружений различной сложности на пашне по закреплению оврагов; коренное и поверхностное улучшение сенокосов и пастбищ на склонах. Причем, чем сложнее рельеф, тем разнообразнее комплекс почвозащитных мероприятий. В связи с выше изложенным нами испытан новый агротехнический прием защиты почвы от ветровой эрозии на чистых парах. Это технология извлечения из почвы корневищных сорняков и пожнивных остатков вычесывателем [7] и равномерное распределение их по поверхности поля при последней осенней обработке пара.





В связи с этим были проведены экспериментальные исследования противоэрозионного почвенного агрегата и рабочего органа, оценены его качественные показатели.

**Методика исследований.** При исследовании грунта без преобразования в грунт с глубоким умягчением рабочего органа модернизированные варианты проекта составили объект изучения технологического процесса разработки. Методика направлена на подавление почвопокровных органов на фоне различных почв [4–7].

Исследования проводились на фоне двух типов грунта с различными физико-механическими свойствами. Экспериментальные оценки качественных показателей технологического процесса обработки почвы противоэрозионными слоями были получены в результате исследований, проведенных на сельскохозяйственных угодьях района. Условия проведения исследования приведены в таблице ниже. Анализ условий проведения исследований показывает, что они соответствуют требованиям нормативного документа (ГОСТ 20915 – 2011) [8]. Здесь 20 только для почвы с целью эксперимента. Также использовалась площадь, превышающая 30 МПа твердого тела на глубине 4,0 см. Влажность почвы, высота растений и остатков скашивания были в допустимых пределах (30 %, 25 см). Требования нормативного документа также предусматривают проведение дополнительных испытаний новых перспективных рабочих органов для обработки почвы на экстремальном фоне и в рабочих режимах (высокая скорость, большая глубина).

Условия проведения исследования

| Показатели                                                       | Оценки показателей                        |                                                    |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Технологические операции                                         | Рыхление почвы слоями без переворачивания |                                                    |
| Тип почвы по механическому составу                               | Легкая глина с низким содержанием гумуса  |                                                    |
| Фон                                                              | Черное поле                               | Убранная площадь зерновых                          |
| Рельеф                                                           | Ровный                                    | Ровный                                             |
| Влажность почвы, в % по слоям:                                   |                                           |                                                    |
| 0–10 см                                                          | 14,9                                      | 19,7                                               |
| 10–20 см                                                         | 20,8                                      | 19,9                                               |
| 20–30 см                                                         | 19,9                                      | 18,8                                               |
| Твердость почвы, МПа по слоям:                                   |                                           |                                                    |
| 0–10 см                                                          | 2,2                                       | 2,3                                                |
| 10–20 см                                                         | 3,2                                       | 2,7                                                |
| 20–30 см                                                         | 5,1                                       | 5,0                                                |
| Плотность почвы, г/см <sup>3</sup> по слоям:                     |                                           |                                                    |
| 0–10 см                                                          | 1,25                                      | 1,24                                               |
| 10–20 см                                                         | 1,47                                      | 1,44                                               |
| 20–30 см                                                         | 1,60                                      | 1,38                                               |
| Высота скошенных остатков растений, см                           | 12–15                                     |                                                    |
| Содержание эрозионно-опасных частиц почвы в слое от 0 до 5 см, % | 25,56                                     | 24,82                                              |
| Растение-предшественник и предыдущая операция выращивания        | Дискование остатков подсолнечника         | Остатки озимого зерна, возделывание не проводилось |

Базовый вариант опытного рабочего органа с линейным пластификатором сравнивался с комбинированным почвообрабатывающим агрегатом без переворачивания комбинированного грунта и двумя вариантами, собранными на его основе: амортизирующим и осевым клешневым..

**Результаты исследований.** Результаты исследований по черной смородине были следующими. Глубина возделывания снижена с 35,0 до 29,1 см при увеличении рабочей скорости с 2 до 2,6 м/с при проведении обработки слоями без переворачивания базовой машины – комбайна (уклон в сторону  $\pm 3$  см, коэффициент вариации 2,9 %). При дроблении слоя фракции до 50 мм составляли 78–79 %, а фракции крупнее 50 мм – 21–22 %. Толщина 4 см, содержание эрозионноопасных частиц почвы в слое 0–5 см составило 20,0 %.

В варианте базовой машины, оснащенной подушкой, при увеличении рабочей скорости агрегата с 2,0 до 2,5 м/с глубину обработки уменьшили с 35,0 до 34,5 см (уклон к краю  $\pm 3,2$  см, коэффициент вариации 9,3 %). В слое щебня фракции до 50 мм составляли 80,5 %, а крупные фракции от 50 мм – 19,5 %. Урожайность составила 7 %. В слое 0–5 см почвы зафиксировано 9,2 % эрозионноопасных частиц.

В варианте базовой машины, оснащенной осевой лапой, рабочая скорость агрегата была увеличена с 2,4 до 2,6 м/с, а глубина обработки уменьшена с 22 до 20,9 см (уклон к краю  $\pm 2,1$  см, коэффициент вариации составил 10 %). Количество измельченных частиц почвы размером менее 50 мм составило 70,3 %, а размером более 50 мм – 29,7 %. Калийность составила 6 см, а содержание эрозионно – опасных частиц в слое почвы 0–5 см составило 21,7 %.

Показатели экспериментальной машины, разрыхляющей почву слоями с разработанным криволинейным умягчителем, были следующими: При увеличении рабочей скорости с 2,0 до 3,0 м/с глубина обработки показала незначительное снижение – с 26,0 до 25,8 см (наклон к краю  $\pm 2,4$  см, коэффициент вариации 9,2 %). Из взвешенных частиц почвы до 50 мм их было 94,8 %, а более 50 мм – 5,2 %: объемность – 1 см, содержание эрозионноопасных частиц в слое 0–5 см составляло 3,5 %.

Аналогичные исследования были проведены на рыхлении скошенного поля превосходства. При проведении рыхления почвы слоями без переворачивания на рыхление комбинированной базовой машиной при изменении скорости агрегата с 2,0 до 3,0 м/с не наблюдалось существенного изменения глубины обработки почвы, глубина осталась на отметке 26,4 (наклон к краю  $\pm 2,4$  см, коэффициент вариации 9,1 %). Количество измельченных комков земли до 50 мм составило 76,2 %, а крупнее 50 мм – 23,8 %. Калийность 5 см, содержание эрозионноопасных частиц в слое почвы 0–5 см зарегистрировано 10,1 %, содержание растительных остатков в почве 65 %.

Изменение скорости агрегата от 2,0 до 2,5 м/с в варианте базовой машины, оснащенной подушкой, привело к изменению глубины обработки с 31,2 до 30,6 см (наклон к краю  $\pm 2,8$  см, коэффициент вариации 9,2 %). В измельченном слое содержание частиц до 50 мм составило 82 %, а более крупных – 18 %. Калийность составила 5 %, содержание эрозионноопасных частиц в слое 0–5 см почвы 7,14 %, содержание растительных остатков в почве 86 %.

Незначительное изменение скорости в варианте базовой машины, оснащенной стрелочными решетками, практически не повлекло за собой изменения глубины обработки на 25 см (наклон к краю  $\pm 2,4$  см, коэффициент вариации 9,4 %). Содержание частиц осадка до 50 мм составило 68,7 %, а более 50 мм – 31,3 %. Здесь была зафиксирована



калийность 7 %, содержание эрозийноопасных частиц в слое 0–5 см – 8,9 %, остатки растительности в почве после скашивания – 75 %. Аналогичные показатели экспериментальной землеройной машины были следующими: изменение скорости с 2,0 до 2,5 м/с уменьшило глубину обработки с 35 до 34 см. наклон к краю  $\pm 2,8$  см, коэффициент вариации 8,3 %. Эрозийноопасные частицы в слое 0–5 см почвы были зарегистрированы на 39 %, а хранение скошенных растительных остатков – на 75 %. Калийность не превышает допустимого предела (до 30 % глубины возделывания). В обрабатываемом слое почвы скапливаются частицы до 50 мм, что соответствует агротравам (более 60 %). Опасность эрозии в верхнем слое количество частиц уменьшается после про-хождения новых рабочих органов.

Сравнение агротехнических показателей криволинейной почвы, рыхлителя позволяет установить, что экспериментальный вариант превосходит по качеству обработки почвы. Эти рабочие органы соответствуют нормам, установленным для машин, выполняющих поверхностное рыхление и поверхностное разрыхление при обработке почвы не только глубокого, но и поверхностного разрыхления (фракции размером до 50 мм составляют более 75 %, глубина шпаклевки, образующей поверхностное разрыхление, – до 3 см). Криволинейная почва в экспериментальном варианте с разрыхляющим рабочим органом наблюдалось резкое снижение (до 22 %) содержания эрозийноопасных частиц на поверхности почвы. Это можно объяснить искривлением рабочего органа, когда луч, падающий на изогнутую линию, из-за характера этой геометрической фигуры передается из одного фокуса в другой. При движении агрегата поток грунта ударяется о поверхность рабочего органа и передается от одного фокуса кривой к другому. При этом происходит некоторая сепарация пласта с дополнительным измельчением и выходом более твердых агрегатов на поверхность почвы, а эрозийно-опасных частиц – в промежуточные полости. Таким образом, эрозия переходит в трещины с опасными частицами, которые остаются внутри слоя.

Лучшее качество на фоне рыхлости получено в варианте базового варианта, оснащенного подушкой, угол среза которой можно менять. Об этом свидетельствует тот факт, что после выхода в поле этого рабочего органа растительные остатки остаются на поверхности почвы гораздо дольше (не менее 60 %), чем при других вариантах. Это также отвечает агротехническим требованиям. Это можно объяснить тем, что конструкция подушечки лапы позволяет не только изменять угол резания, но и доводить ее до менее устойчивого положения. В варианте, который обеспечивает наименьшее сопротивление, обрезанные растительные остатки остаются на поверхности, потому что они легкие. Сравнивая различные экспериментальные варианты с базовым вариантом, можно сделать вывод, что они не отстают от базового варианта и даже имеют больше преимуществ, чем он. Это можно объяснить, прежде всего, рыхлостью возделываемого участка и количеством на поверхности почвы эрозийноопасных частиц. Здесь исключение составляет только вариант, оснащенный стрелчатой лапой. Этот почвенный вариант в целом отвечает агротехническим требованиям, но качество работ несколько ниже базового варианта. Требуется усовершенствовать конструкцию этого рабочего органа, в результате чего уменьшится неровность поверхности почвы и улучшится рыхлость почвы.

Исследования по определению плотности почвы после перемещения культиватора с изогнутым рабочим органом по полю подтвердили предположение о том, что этот корпус создал разные слои почвы. Таким образом, он соответствует назначению рабочего органа, сокращает процесс преобразования за счет работы с толстыми слоями, запечатанными на глубину 1,09...1,10 г/см<sup>3</sup>, задерживая влагу на глубину 10–20 см, препятствует перемещению паровой влаги из нижнего слоя способствует ее накоплению.

**Заключение.** Таким образом, экспериментальными исследованиями установлено, что рабочий орган с изогнутым смягчителем почвы выполняет функцию обработки слоев почвы различного состава, плотности и пористости. Культиватор с развитым изогнутым рабочим органом отвечает указанным требованиям и больше других выравнивает поверхность почвы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каштанов А. Концепция устойчивого земледелия России // Земледелие. 2000. № 3. С. 10–11.
2. Джаббаров Н. И. Научные принципы выбора эффективных технологических процессов обработки почвы // Молодой ученый. 2016. № 15. С. 251–260.
3. Сизов О.А. Проблемы экологии в механизации растениеводства и перспективы их решения // Машинные технологии и техника для производства зерновых, масличных и зернобобовых культур. М., 2001. С. 84–91.
4. Гребнюк И. В. Организация сельскохозяйственного опытного дела в области растениеводства Б.Н.Рождественским // Проблемы современной науки. Ставрополь, 2014. С. 128–134.
5. Пархоменко Г. Г. Исследование чизеля: Сравнительная оценка рабочих органов. Saarbrücken, 2014. 80 с.
6. РД 10.4.4 – 89. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и орудия для глубокой обработки почвы. Программа и методы испытаний. 01.05.1989. М., 1989.
7. Реброва И. А. Планирование эксперимента. Омск, 2010. 105 с.
8. ГОСТ Р 20915 – 11. Сельскохозяйственная техника. Методы энергетической оценки. 01.03.2012. М., 2012.
9. Галкин А. В. Исследование и обоснование параметров ротационного рабочего органа для извлечения корневищных сорняков из почвы: дис. ... канд. техн. наук. Янгиль, 1966. 167 с.

#### REFERENCES

1. Kashtanov A. The concept of sustainable agriculture in Russia. *Agriculture*. 2000; 3: 10-11.
2. Jabbarov N. I. Scientific principles of choosing effective technological processes of tillage. *Young scientist*. 2016; 15: 251-260.
3. Sizov O. A. Problems of ecology in mechanization of crop production and prospects for their solution. *Machine technologies and equipment for the production of grain, oilseed and leguminous crops*. Moscow, 2001: 84-91.
4. Grebnyuk I. V. Organization of agricultural experimental business in the field of crop production by B.N.Rozhdestvensky. *Problems of modern science*. Stavropol, 2014: 128–134.
5. Parkhomenko G. G. Chisel research: A comparative assessment of working bodies. Saarbrücken, 2014. 80 p.
6. RD 10.4.4 - 89. Tests of agricultural machinery. Machines and implements for deep tillage. Program and test methods. 01.05.1989. Moscow, 1989.
7. Rebrova I. A. Experiment planning. Omsk, 2010. 105 p.
8. GOST R 20915 - 11. Agricultural machinery. Methods of energy assessment. 01.03.2012. Moscow, 2012.
9. Galkin A. B. Research and substantiation of the parameters of the rotary working organ for the extraction of rhizomatous weeds from the soil: Dissertation of the Candidate of Technical Sciences. Yangiyul, 1966. 167 p.

Статья поступила в редакцию 25.11.2021; одобрена после рецензирования 12.12.2021; принята к публикации 22.12.2021.  
The article was submitted 25.11.2021; approved after reviewing 12.12.2021; accepted for publication 22.12.2021.