

УДК 631
AGRIS P33

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/95/08>

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ

©*Тагиева Е. Х.*, Азербайджанский государственный аграрный университет,
г. Гянджа, Азербайджан

STUDY OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES AND TILLAGE MODES OF SOIL UNDER MODERN TECHNOLOGICAL PRINCIPLES

©*Tagieva Ye.*, Azerbaijan State Agrarian University,
Ganja, Azerbaijan

Аннотация. Наличие информации о физико-механических свойствах почвы при работе почвообрабатывающих машин, в том числе машин, осуществляющих предпосевную обработку почвы, играет ключевую роль в выборе технологической схемы и рабочих органов машины. Применение усовершенствованных почвообрабатывающих машин и технологий прежде всего требует изучения реального положения соответствующих физико-механических свойств почвы. С этой точки зрения поднятый вопрос имеет ту же цель. Исследования проводились на территориях интенсивно-аграрных регионов и на пробах, взятых с сельскохозяйственных угодий. Результаты, полученные в ходе эксперимента, показывают, что при увеличении твердости грунта всего лишь с 0,68 до 0,78 МПа это не может существенно повлиять на изменение удельного сопротивления рабочего органа. Однако после этого предела увеличение твердости грунта существенно сопротивляется рабочему органу. В ходе исследования также были изучены физико-механические свойства грунта и режимные характеристики режущего тела агрегата.

Abstract. The availability of information about the physical and mechanical properties of the soil during the operation of tillage machines, including machines carrying out pre-sowing tillage, plays a key role in choosing the technological scheme and working bodies of the machine. The use of advanced tillage machines and technologies first of all requires studying the real situation of the corresponding physical and mechanical properties of the soil. From this point of view, the question raised has the same purpose. The studies were carried out on the territories of intensively agricultural regions and on samples taken from agricultural land. The results obtained during the experiment show that with an increase in the hardness of the soil from only 0.68 to 0.78 MPa, this cannot significantly affect the change in the resistivity of the working body. However, after this limit, an increase in the hardness of the soil significantly resists the working organ. In the course of the study, the physical and mechanical properties of the soil and the operating characteristics of the cutting body of the unit were also studied.

Ключевые слова: грунт, твердость грунта, коэффициент удельного сопротивления, влажность грунта, предельное напряжение, рабочий орган.

Keywords: soil, soil hardness, coefficient of resistivity, soil moisture, limiting stress, working body.



В сельскохозяйственной практике существует множество вариантов эффективного объединения механизированных операций, иначе говоря, определенного комплекса машин в одно целое. В то же время были разработаны технические средства для совместного осуществления культивации и обработки почвы, вспашки и внесения минеральных удобрений, и их полезное использование в ряде хозяйств было принято как нормальное [1–3].

Высокая эффективность таких защитных технологий, как полосная обработка почвы, в растениеводстве учёные из Канады, США, Европы и других стран: В исследования вошли интенсивная обработка почвы, питание растений, применение различных сочетаний рабочих органов. Широко представлены конструкции полосных почвообрабатывающих машин ведущих мировых производителей (Unverferth, Carrotech, Schlagel, John Deere, BlueJet, HORSCH, AMAZONE, Kuhn/Krause, Claydon, Hiniker, Environmental Tillage Systems, Claudon, Mzuri, Ortmanн и др.) на техническом рынке (<http://www.agroru.com>) [4].

Однако весь потенциал разработки эффективных вариантов комбинированной технологии и технических средств, основанных на одновременном выполнении операций, не использован. В частности, применение передовых почвосберегающих и энергосберегающих технологий в сельском хозяйстве, эффективное использование мелкоконтурных культур, повышение эффективности органических удобрений в балансе удобрений, создание условий для перехода к интенсивным и высоким технологиям требуют соответствующее усовершенствование существующих комбинированных машин.

В настоящее время земли равнинных и предгорных районов, дающие основную сельскохозяйственную продукцию республики, подвержены как ветровой, так и водной эрозии, а также засухе. В этой области применение и совершенствование комбинированных почвообрабатывающих машин и технологий — это, прежде всего, изучение реального состояния физико-механических свойств почвы, и именно этой цели служит представленный материал.

Объект и методы исследования

В качестве объекта исследования были взяты пробы почвы, отобранные из зон интенсивного земледелия, пробы развивающегося слоя и перегноя корневой системы растений, экспериментального почвообрабатывающего агрегата и его рабочих органов. Образцы почвы и рабочие органы исследовали методами по полевым стандартам (1, 2).

Конструктивная особенность разрабатываемой машины, являющейся комбинированной машиной, за счет глубокого размягчения почвы перед посевом и одновременного учета образования гребней на поверхности почвы, фактора, определяющего условия работы, — устойчивости к сжатию [5].

Результаты исследования и их обсуждение

Поверхность обрабатываемой почвы перед посевом под междурядные культурные растения имеет определенную шероховатость с учетом наличия поливных борозд. Основной профиль почвы формируется при обработке перед посевом.

С целью измерения влажности почвы три года подряд (2006–2008 гг.) на сельскохозяйственном поле Самухского района в марте-апреле с интервалом 5–6 дней почва 0–50; Пробы отбирались из слоев толщиной 50–100 и 100–150 мм.

По результатам измерений средние значения влажности почвы в 2006 г: глубина 0–50 мм — 22,5%; глубина 50–100 мм — 22,5% и глубина 100–150 мм — 23,0%.

В 2007 году: глубина 0–50 мм — 21,0%; глубина 50–100 мм — 20,0%, глубина 100–150 мм — 22,0%.

В 2008 году: глубина 0–50 мм — 19,3%; глубина 50–100 мм — 22,4%, глубина 100–150 мм — 23,0%.

Твердость грунта в указанных горизонталях глубины соответственно равна 1,516; 1788 и 1788 МПа; плотность — 1150, 1175 и 1200 кг/м³.

Обычно тяговое сопротивление (Р) почвообрабатывающей машины определяют по удельному коэффициенту сопротивления рабочего органа (динамометрическим измерением каждого рабочего органа) или всей машины (динамометрическим измерением всего агрегата) по $k_{\text{кхус}}=P/ab$ (ab — площадь поперечного сечения рабочего слоя почвы) твердость почвы при оценке не учитывается. фактически этот фактор участвует в формировании устойчивости грунта к основным видам деформаций. С учетом этого экспериментально определено влияние твердости грунта (q) на коэффициент удельного сопротивления (кхус) почвосмягчающего органа. Результаты, полученные в ходе эксперимента, показывают, что твердость шара увеличивается лишь с 0,68 до 0,78 МПа и не может существенно повлиять на изменение удельного сопротивления рабочего тела. Однако после этого предела увеличение твердости грунта существенно сопротивляется рабочему органу. При увеличении твердости грунта с 0,78 до 0,86 МПа удельное сопротивление рабочего органа увеличивается на 27 % и достигает 0,089–0,113 МПа.

В качестве физико-механического свойства, характеризующего в целом рабочее сопротивление грунта, можно рассматривать его сопротивление сжатию ($k_{\text{хух}}$). С учетом этого определяли твердость грунта (q), влажность (w) и сопротивление его сжатию в зависимости от скорости входа режущего инструмента в грунт (vg). Полученные значения приведены в Таблице.

Таблица

ИЗМЕНЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ГРУНТА ПРИ РАЗЛИЧНОЙ СКОРОСТИ ПРОНИКНОВЕНИЯ РАБОЧЕГО ИНСТРУМЕНТА В ГРУНТ

Показатели	Единица измерения	Коэффициент удельного сопротивления: К, МПа
Твердость почвы:		
0,6	МПа	0,02
1,0	МПа	0,05
1,2	МПа	0,08
Влажность почвы:		
18	%	0,034
22	%	0,055
24	%	0,075
Скорость, с которой режущий инструмент входит в почву:		
10	мм/мин	0,04
50	мм/мин	0,05
90	мм/мин	0,068

Опыт показал, что предельные напряжения скольжения, разрыва и сжатия грунта не зависят от размеров взятого образца грунта. Площадь поперечного сечения такого образца составляет 0,004 ... 0,005 м².

Установлено, что прочность на сжатие во многом зависит от твердости почвы. Именно после того, как твердость грунта превышает 0,8 МПа, сопротивление сжатию имеет тенденцию резко возрастать. Подобное явление можно продемонстрировать и в специальном коэффициенте сопротивления рабочего тела.

Как видно из графических зависимостей, сопротивление сжатию увеличивается в зависимости от влажности почвы и скорости проникновения режущего инструмента в почву. Однако если в первом случае экстремум существует, то во втором случае он линейен. При повышении влажности почвы до 24% прочность на сжатие увеличивается с 0,034 до 0,064 МПа. Только после этого предела увеличение влажности существенно не влияет на увеличение прочности на сжатие. При влажности почвы 22% коэффициент прочности на сжатие меньше экстремального (0,055 МПа) (Рисунок).

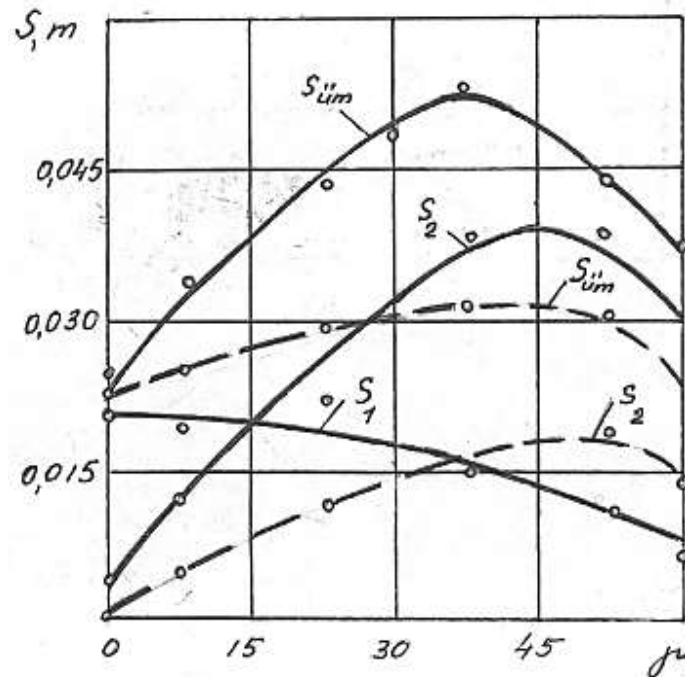


Рисунок. Кривые зависимости расстояния (S) крыла стяжки и заброса грунта от угла его наклона (γ). _____ $v=3$ м/сек; - - - - - $v=1$ м/сек

Как видно из графика на Рисунке, скорость входа режущего инструмента в грунт существенно не влияет на прочность грунта на сжатие. Кривые зависимости сопротивления сжатию от скорости проникновения режущего инструмента в почву при разных вариантах твердости почвы показывают одинаковое и умеренное увеличение. Однако при изменении твердости грунта от 0,6 МПа до 1,8 МПа его сопротивление сжатию увеличивается как минимум в 10 раз. При этом установлено, что при сжатии образцов грунта влажностью 18 ... 23% характер распада напоминает распад хрупкого материала. Эта особенность позволяет обеспечить качественное смягчение при том уровне влажности, который отмечается в обрабатываемом слое почвы. Исследование фрикционных свойств грунта показало, что коэффициент трения (ϕ_1) образцов, отобранных по поверхности стали, увеличивается от 20 до 28° и в конечном итоге снижается на 1 ... 2° при изменении влажности в пределах 10 ... 35%. Значимой закономерности в изменении угла трения при изменении нормального давления от 2,1 до 5,4 кПа в заданном диапазоне влажности грунта не выявлено.

В диапазоне изменения влажности почвы 10...35 % угол ее внутреннего трения (ϕ_2) сначала уменьшался с 37 ... 40 до 34 ... 36°, а затем увеличивался до 47°. Здесь было замечено, что чем больше нормальное давление, тем больше угол внутреннего трения (ϕ_2). Это можно отнести к образцам с повышенным содержанием влаги (25 ... 35%).

Изменение сопротивления грунта движению когтевого рабочего органа, осуществляющего экспериментальное глубокое размягчение, определяли путем оснащения его динамометрическим устройством. Угол раскрытия захватов 120°, ширина 600 мм,

скорость 0,83. Принимаются 1,67 и 3,1 м/сек. Глубина обработки почвы изменена с 60 до 160 мм.

Опыт показал, что сопротивление на кончике когтя крыла составляет 70 ... 89% от общего горизонтального сопротивления движению агрегата. Сопротивление движению крыльев лапы составляет 10 ... 20% сопротивления всего рабочего органа, а сопротивление корпуса — 4 ... 8%. Близость теоретических и экспериментальных значений свидетельствует о том, что принятые в ходе отчета оценки находятся в допустимых пределах.

Работа тирадузального органа напоминает работу кота, работающего на небольшой глубине (0,04 ... 0,006 м). Здесь для создания полосы кусок почвы, соскобленный с поверхности почвы, необходимо подтолкнуть рабочим органом и собрать вдоль полосы. Подскакивание грунта на балку зависит от угла наклона (γ) и скорости движения (v) относительно линии движения рабочих органов.

Изучено общее расстояние (S_{06}) скачка грунта рабочим органом, выпрямляющим балку в левом положении, в зависимости от скорости и угла наклона, указывающего на ее наклон. На основе значений, полученных в результате исследования, были построены графические зависимости (Рисунок 1). Как видно из графика, общее расстояние выброса почвы рабочим органом (S_{06}) имеет определенный экстремум в зависимости от угла наклона этого органа.

Выброс грунта на первой ступени (S_1) сравнительно невелик при больших значениях угла рабочего органа, но увеличивается к дальности броска в свободном полете (S_2) на второй ступени и начинает уменьшаться, только после того, как угол рабочего органа (γ) превысит 40° . При увеличении скорости движения рабочего органа с 1 м/с до 3 м/с общее расстояние прыжка рабочего органа по грунту достигает 0,032–0,050 м. Анализ графика показывает, что увеличение скорости отталкивания от земли увеличивает расстояние прыжка в свободном полете (S_2). Это увеличение достигает максимума, особенно при увеличении рабочего органа до 45° . После значения угла рабочего органа 30° дальность свободного полета грунта второй ступени увеличивается за счет смещения первой ступени (S_1) и достигает максимума ($S_2=0,038$ м) при $\gamma=45^\circ$. Максимальное суммарное расстояние пролета грунта совпадает с $\gamma=38^\circ$. Опыт показал, что принятие так называемого угла больше этого приводит к образованию «фонтана» слоя грунта перед рабочим органом, что отрицательно влияет на формирование балки, вызывая нестабильность ее формы.

По мере увеличения скорости поступательного движения рабочего органа затраты энергии возрастают пропорционально квадрату скорости. Можно предположить, что увеличение сопротивления лобовому сопротивлению также будет меняться так же, как и смещение грунта в зависимости от скорости.

Заключение

Установлено, что при увеличении скорости от 1,0 до 2,0 м/с умеренно увеличивается сопротивление лобовому сопротивлению и расстояние до грунта. Лишь после того, как скорость превысит этот предел, рост обоих параметров становится резким. Поэтому превышать этот лимит нецелесообразно.

Стандарты:

- (1). ГОСТ Р 52777-2007. Техника сельскохозяйственная. Методы энергетической оценки. М.: Стандартинформ, 2008.
- (2). ГОСТ Р 54784. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы оценки технических параметров. М.: Стандартинформ, 2012.

Список литературы:

1. Мəммədov F. A. Мəммədov N. N. Ümumi təyinatlı kombinə edilmiş torpaq becərmə aqreqatlarının təkmilləşdirilməsi və fəaliyyətinin əsasları. Bakı: Qarağac, 1999. 180 s.
2. Иванов А. С., Бай Р. Ф. Разработка и обоснование комбинированной почвообрабатывающей машины // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. №5 (73). С. 146-148.
3. Мосяков М. А., Зволинский В. Н. Комбинированный почвообрабатывающий агрегат для основной и предпосевной обработки почвы // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2015. №6. С. 30-35.
4. Тағиєва Ү. Н., Abbasov Z. M. Torpağın zolaqlı becərlməsində işçi orqanlar arası məsafənin əsaslandırılması // Beynəlxalq Elmi Praktiki Konfransın Materialları, 2-ci hissə. Gəncə: ATU, 2013, s. 384-386.
5. Константинов М. М., Дроздов С. Н. Снижение тягового сопротивления комбинированных широкозахватных машин // Тракторы и сельхозмашины. 2013. №6. С. 34-36.

References:

1. Mamedov, F. A. & Mamedov, N. N. (1999). Osnovy sovershenstvovaniya i funktsionirovaniya kombinirovannykh pochvoobrabatyvayushchikh agregatov obshchego naznacheniya. Baku. (in Azerbaijani).
2. Ivanov, A. S., & Bai, R. F. (2018). Razrabotka i obosnovanie kombinirovannoi pochvoobrabatyvayushchei mashiny. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, (5 (73)), 146-148. (in Russian).
3. Mosyakov, M. A., & Zvolinskii, V. N. (2015). Kombinirovannyi pochvoobrabatyvayushchii agregat dlya osnovnoi i predposevnoi obrabotki pochvy. *Sel'skokhozyaistvennyye mashiny i tekhnologii*, (6), 30-35. (in Russian).
4. Tagieva, Yu. Kh., & Abbasov, Z. M. (2013). Obosnovanie rasstoyaniya mezhdu rabochimi organami pri polosnoi obrabotke pochvy. In *Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Gyandzha*, 384-386. (in Azerbaijani).
5. Konstantinov, M. M., & Drozdov, S. N. (2013). Snizhenie tyagovogo soprotivleniya kombinirovannykh shirokozakhvatnykh mashin. *Traktory i sel'khoz mashiny*, (6), 34-36. (in Russian).

*Работа поступила
в редакцию 17.09.2023 г.*

*Принята к публикации
23.09.2023 г.*

Ссылка для цитирования:

Тагиева Е. Х. Изучение физико-механических свойств и режимов обработки почвы в условиях современных технологических принципов // Бюллетень науки и практики. 2023. Т. 9. №10. С. 62-67. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/95/08>

Cite as (APA):

Tagieva, Ye. (2023). Study of Physical and Mechanical Properties and Tillage Modes of Soil Under Modern Technological Principles. *Bulletin of Science and Practice*, 9(10), 62-67. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/95/08>

