

Научная статья

УДК 631.5: 633.34: 631.582(470.62/67)

doi: 10.37670/2073-0853-2021-88-2-122-125

## Технологические параметры почв и их обработка под подсолнечник в Центральном Предкавказье

Юрий Алексеевич Кузыченко

Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы влияния деформационной сдвиговой нагрузки на агрофизические показатели различных подтипов чернозёмов в Ставропольском крае при основной обработке почвы отвальным и чизельным орудиями под подсолнечник с выходом на урожайность культуры. Установлено меньшее сдвиговое усилие (до 2 кг/см<sup>2</sup>) для чернозёма южного в сравнении с солонцеватым чернозёмом (до 5 кг/см<sup>2</sup>). Тяговые испытания в полевых условиях и расчёт энергозатрат при обработке орудиями показали, что снижение энергозатрат наблюдается только до влажности пахотного слоя 16 %, где энергозатраты по отвалу и чизелеванию равны 39,7 и 35,6 кВт·ч/га соответственно, с возрастанием влажности почвы свыше 20 % разница между обработками составляет до 20,4 кВт ч/га. Содержание глыбистых фракций при основной обработке составляет в диапазоне от 79,7–58,1 % для солонцеватой почвы и 74,6–56,9 % – для южного чернозёма. Накопление продуктивной влаги связано в том числе и с меньшим количеством глыбистых фракций, поэтому осенне-весенний период накопления влаги в поле подсолнечника на варианте с чизельным рыхлением на солонцеватом и южном чернозёме выше, чем при вспашке на 14,3 и 10 мм, на обыкновенном чернозёме накопление влаги на вспашке выше на 7 мм в сравнении с чизелеванием. Установлено значимое увеличение урожайности подсолнечника при основной чизельной обработке на 0,12 т/га в сравнении с отвальной на чернозёме солонцеватом и тенденция большей урожайности на 0,06 т/га при обработке чизелем чернозёма южного, при этом урожайность подсолнечника при отвальной обработке в сравнении с чизелеванием на чернозёме обыкновенном тяжелосуглинистом несколько выше и составляет 0,06 т/га.

**Ключевые слова:** технологические параметры, обработка почвы, подсолнечник, Центральное Предкавказье.

**Для цитирования:** Кузыченко Ю.А. Технологические параметры почв и их обработка под подсолнечник в Центральном Предкавказье // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 2 (88). С. 122–125. doi: 10.37670/2073-0853-2021-88-2-122-125.

Original article

## Technological parameters of soils and their processing under sunflower in the Central Ciscaucasia

Yuri A. Kuzychenko

North Caucasian Federal Agrarian Research Center

**Abstract.** The article deals with the influence of the deformation shear load on the agrophysical indicators of various subtypes of chernozems in the Stavropol Territory during the main tillage with moldboard and chisel implements for sunflower with an increase in crop yield. A lower shear force (up to 2 kg/cm<sup>2</sup>) was found for

the southern chernozem in comparison with solonchic chernozem (up to 5 kg/cm<sup>2</sup>). However, traction tests in the field and the calculation of energy consumption when processing with tools showed that a decrease in energy consumption is observed only up to a moisture content of the arable layer of 16 %, where energy consumption for dumping and chiselizing is 39.7 and 35.6 kWh/ha, respectively, with an increase in moisture soil over 20 %, the difference between treatments is up to 20.4 kWh/ha. The content of blocky fractions during the main processing ranges from 79.7–58.1 % for solonchic soil and 74.6–56.9 % for southern chernozem. The accumulation of productive moisture is associated with incl. and with a smaller amount of blocky fractions, therefore, in the autumn-spring period, the accumulation of moisture in the sunflower field in the variant with chisel loosening on alkaline and southern chernozem is higher than with plowing by 14.3 and 10 mm, on ordinary chernozem the accumulation of moisture during plowing is 7 mm higher in comparison with chiselizing. A significant increase in the yield of sunflower with the main chisel processing by 0.12 t/ha was established in comparison with the moldboard on solonchic chernozem and a tendency for a higher yield by 0.06 t/ha when processing southern chernozem with chisel, while the yield of sunflower during moldboard processing in comparison with chiselizing on ordinary heavy loamy chernozem is slightly higher and amounts to 0.06 t/ha.

**Keywords:** technological parameters, tillage, sunflower, Central Ciscaucasia.

**For citation:** Kuzychenko Yu. A. Technological parameters of soils and their processing under sunflower in the Central Ciscaucasia. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021; 88(2): 122–125. (In Russ.). doi: 10.37670/2073-0853-2021-88-2-122-125.

Одним из основных технологических параметров почвы при оценке проведённой основной обработки является твёрдость, т.е. сопротивление почвы расклиниванию при вертикальном усилии погружения различного типа плунжеров (плоского, конического или шарообразного), входящих в конструкцию твердомеров или пенетровметров [1, 2]. Однако теория разрушения пласта почвы под действием клина предполагает горизонтальные деформации сдвига слоёв почвы, включающие начальное сжатие, ударное действие бегущей деформационной волны, расклинивание, процесс подъёма и крошения пласта на агрегаты определённого размера [3, 4]. Усилие при деформационном сдвиге различных типов и подтипов почв необходимо рассматривать как результирующий фактор сил сцепления между частицами почвы и сил взаимного внутреннего трения. Эти величины зависят от механического состава определённого типа почвы, при этом с возрастанием песчаных фракций уменьшается сила сцепления, а соответственно снижается и деформационное усилие в обрабатываемом слое почвы [5, 6]. Вопрос контактного взаимодействия определённого типа рабочего органа (отвальный корпус плуга, чизельная стрельчатая или долотообразная лапа и т.п.) и формирование определённого структурного состава почвенных агрегатов после основной обработки при различной влажности пахотного слоя требует дальнейшего изучения в контексте формирования капиллярной и некапиллярной пористости агрегатами, а соответственно и запаса продуктивной влаги, определяющей урожайность пропашных культур [7–14].

**Цель работы** – оценка влияния деформационного усилия различных типов рабочих органов на агрофизические показатели чернозёмов различных подтипов с выходом на урожайность подсолнечника при различных приёмах обработки почвы.

**Материал и методы.** Представлены материалы восьмилетнего цикла исследований с 2006 по 2014 г. по оценке эффективности

применения чизельного орудия наряду с отвальным плугом на различных подтипах чернозёмов при возделывании подсолнечника по колосовым предшественникам в центральном и юго-восточных районах зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края. Почвы: чернозём обыкновенный тяжелосуглинистый, гумус – 4,26 %, фосфор – 15 мг/кг, калий – 200 мг/кг; чернозём обыкновенный солонцеватый среднесильноглубокосолончаковатый, гумус – 4,32 %, фосфор – 24,4 мг/кг, калий – 315 мг/кг; чернозём южный среднесуглинистый, гумус – 2,6 %, фосфор – 18 мг/кг, калий – 318 мг/кг. Звено севооборота: озимая пшеница – подсолнечник. Орудия обработки: плуг ПН-5-35 и чизельный плуг ПЧН-4,5, глубина обработки 25–27 см. Степенная зависимость усилия деформатора  $F$  от сил сцепления и взаимного внутреннего трения частиц почвы  $N$  и влажности образца почвы  $W$  определялась методом теории размерностей и подобия [15]. Сдвиговые деформации образцов почвы при различной влажности проводили на сдвиговом приборе по методу Урсулова с использованием твердомера Ревякина. Замеры тяговых усилий при обработке орудиями чернозёма обыкновенного проводили прибором ЭМА-ПМ, установленным на тракторе Т-150К. Агрегатный состав почвы определялся ситовым методом Савинова, влажность почвы – термостатно-весовым методом. Уборку урожая осуществляли комбайном «Дон» 1500Б.

**Результаты исследования.** Представляет интерес рассмотрение степенной зависимости усилия сдвигающего деформатора  $F$  от результирующих сил сцепления между частицами почвы и сил их взаимного внутреннего трения  $N$ , а также влажности образца почвы  $W$  в функции вида  $F = f(N, W)$ . Методом теории размерностей устанавливаются степенные параметры данной функциональной зависимости:  $F$  (кг<sup>1</sup>·м<sup>2</sup>) =  $= N$  (кг<sup>1</sup>·м<sup>4</sup>) <sup>$\alpha$</sup>  ·  $W$  (м<sup>-3</sup>) <sup>$\beta$</sup> ; размерность (кг):  $1 = \alpha$ ; размерность (м):  $2 = -4\alpha - 3\beta$ ;  $\beta = -2$ . Тогда  $F = N/W^2$ , т.е. усилие сдвига  $F$ , прямо про-

порционально силам сцепления и внутреннего трения  $N$  и находится в обратной квадратичной зависимости от влажности образца почвы  $W$ .

Анализ графиков деформации сдвига  $F$  различных подтипов чернозёмов показал, что наибольшее удельное сопротивление сдвигу, колеблющееся от 0,85 до 5,8 кг/см<sup>2</sup>, присуще солонцеватым чернозёмам в связи с наличием натриевой составляющей в ППК, связывающей почвенные агрегаты (рис. 1). Обыкновенные тяжелосуглинистые чернозёмы с диапазоном сопротивлению сдвигу от 0,5 до 4 кг/см<sup>2</sup> легче разрушаются, особенно при наличии среднего содержания гумуса, Южные чернозёмы со сдвиговыми деформациями 0,3 до 2 кг/см<sup>2</sup>, как правило, имеют средне- или легкосуглинистый механический состав.

Однако тяговые испытания отвального плуга и чизеля при обработке чернозёма обыкновенного тяжелосуглинистого в полевых условиях и расчёты энергозатрат показывают, что их

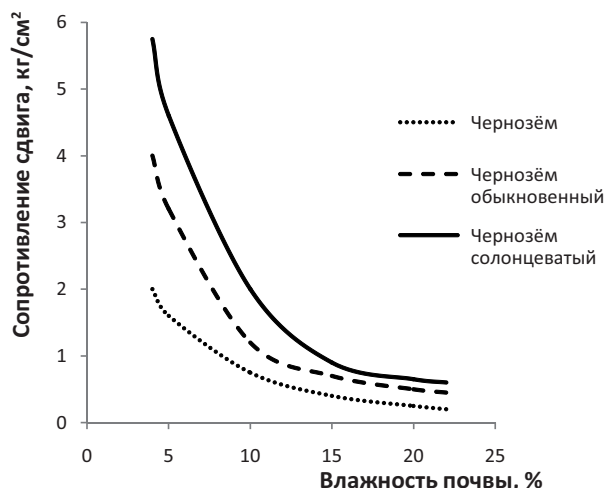


Рис. 1 – Сопротивление чернозёмных почв сдвиговым деформациям

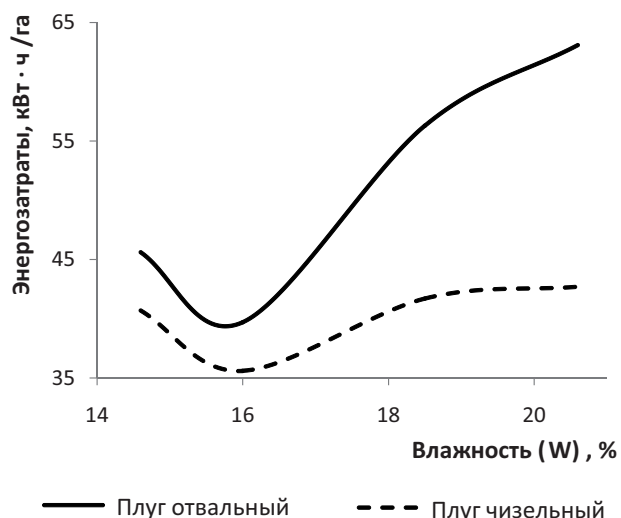


Рис. 2 – Энергозатраты при основной обработке почвы различными орудиями

снижение установлено только до определённого уровня влажности, далее наблюдается увеличение энергозатрат, поскольку при контакте с рабочими органами орудия вступают в действие силы пластической вязкости и прилипания почвы к рабочему органу орудия. Установлено, что при влажности оптимального крошения 16 % энергозатраты равны 39,7 кВт ч/га по отвальной и 35,6 кВт ч/га по чизельной обработке, с возрастанием влажности пахотного слоя свыше 20 % разница между обработками составляет уже 20,4 кВт·ч/га (рис. 2).

Соответственно следует ожидать и разное количество глыбистых фракций более 10 мм при обработке различных подтипов чернозёмов в зависимости не только от влажности обрабатываемого слоя, но и от формы отвального корпуса и чизельного рабочего органа, с оценкой наличия глыбистых агрегатов в зоне прохода стойки чизеля (табл. 1). Установлено содержание меньше среднего глыбистых фракций при чизельной обработке чернозёма солонцеватого и южного на 5,1 и 1,2 % соответственно и на 5,8 % при отвальной обработке на чернозёме обыкновенном, при этом наименьшее количество глыб отмечается при влажности пахотного слоя 14,9 %.

1. Содержание агрегатов более 10 мм после основной обработки различными орудиями, %

Основная обработка	Влажность почвы, %			Среднее
	9,2	14,9	19,8	
Чернозём солонцеватый				
Отвальная	87,5	73,2	78,6	79,7
Чизельная	78,3	70,1	75,5	74,6
Чернозём обыкновенный				
Отвальная	63,7	52,1	56,7	57,2
Чизельная	70,0	58,1	60,9	63,0
Чернозём южный				
Отвальная	67,4	52,1	54,7	58,1
Чизельная	65,8	51,2	53,8	56,9

Вполне закономерна обратная связь между содержанием глыбистых фракций с капиллярной пористостью, а соответственно запасом продуктивной влаги после проведения улучшенной поздней яблевой обработки и в период посева (табл. 2).

В среднем за осенне-весенний период накопление влаги в поле подсолнечника на варианте с чизельным рыхлением на солонцеватом и южном чернозёме выше, чем при вспашке, на 14,3 и 10 мм, при этом на обыкновенном чернозёме накопление влаги на вспашке выше на 7 мм в сравнении с чизелеванием.

Установлено значимое увеличение урожайности подсолнечника при основной чизельной обработке на 0,12 т/га в сравнении с отвальной

на чернозёме солонцеватом и тенденция большей урожайности на 0,06 т/га при обработке чизелем чернозёма южного, что связано прежде всего с более благоприятными условиями влагонакопления в осенне-зимний период. Отмечается несколько большая урожайность подсолнечника при отвальной обработке в сравнении с чизелеванием на чернозёме обыкновенном тяжелосуглинистом (0,06 т/га) при практически равных условиях влагонакопления по обработкам (табл. 3).

## 2. Запас продуктивной влаги по срокам вегетации подсолнечника

Основная обработка	Продуктивная влага, мм		
	уход в зиму	посев	уборка
Чернозём солонцеватый			
Отвальная	124,0	146,2	38
Чизельная	148,7	150,1	47
Чернозём обыкновенный			
Отвальная	169	159	52
Чизельная	161	153	48
Чернозём южный			
Отвальная	117	141	53
Чизельная	131	147	69

## 3. Урожайность подсолнечника на различных подтипах чернозёма, т/га

Основная обработка	Чернозём		
	солонцеватый	обыкновенный	южный
Отвальная	0,92	2,67	2,05
Чизельная	1,04	2,6	2,11
НСР <sub>05</sub>	0,11	0,73	0,15

**Выводы.** На основании длительного цикла исследований, связанного с условиями проведения тяговых испытаний и соответствующими параметрами увлажнения пахотного слоя различных подтипов чернозёмов, установлены более низкие показатели деформационных усилий на чернозёме южном – до 2 кг/см<sup>2</sup>. Отмечено наименьшее глыбообразование при влажности пахотного слоя 16 %, а запас продуктивной влаги в период посева выше при чизельной обработке в среднем на 6 мм. Получена большая урожайность в размере 1,04 и 2,11 т/га при чизельной обработке на чернозёме солонцеватом и южном соответственно, на чернозёме обыкновенном урожайность незначимо выше при отвальной обработке и составляет 2,67 т/га. Поэтому более низкие энергозатраты при чизельной обработке

позволяют принимать решение о замене отвальной вспашки чизелеванием на всех подтипах чернозёмных почв.

## Литература

1. Горохов П.В. Некоторые аспекты понятия твёрдость почвы применительно к исследованию процесса рыхления // Почвоведение. 1990. № 2. С. 56–67.
2. Бабицкий Л.Ф., Соболевский И.В., Куклин В.А. Обоснование конструкции устройства для определения динамического деформационного показателя почвы // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2016. № 8 (171). С. 54–60.
3. Капов С.Н., Адуов М.А., Нукушева С.А. Механико-реологические модели процесса взаимодействия рабочего органа (клина) с почвенной средой // Техника и оборудование для села. 2017. № 2. С. 22–25.
4. Бартенев И.М. Выбор вида деформации и типа деформатора обработки сухих твёрдых почв // Лесотехнический журнал. 2018. № 3. С. 162–170.
5. Бахтин П.У. Физико-механические и технологические свойства почвы. М.: Знание, 1971. С. 32–34.
6. Куприченко М.Т. Почвы Ставрополя. Ставрополь. 2005. 422 с.
7. Кузыченко Ю.А., Кулинцев В.В., Годунова Е.И. Системы обработки почвы в звене полевого севооборота для зоны Центрального Предкавказья. Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та. 2019. С. 12–18.
8. Система земледелия нового поколения Ставропольского края; монография / В.В. Кулинцев, Е.И. Годунова, Л.И. Желнакова [и др.]. Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2013. 520 с.
9. Рациональный технологический процесс обработки почвы рабочими органами почвообрабатывающих машин / И.М. Киреев, З.М. Коваль, В.О. Марченко [и др.] // Техника и оборудование для села. 2020. № 6 (276). С. 8–13.
10. Плескачев Ю.Н., Борисенко И.Б., Сидоров А.Н. Совершенствование способов основной обработки почвы при выращивании подсолнечника // Научная жизнь. 2012. № 1. С. 144.
11. Влияние технологии возделывания на агрофизические свойства чернозёмов выщелоченных и урожайность подсолнечника / Е.Б. Дрёпа, О.И. Власова, А.С. Голубь [и др.] // Земледелие. 2020. № 3. С. 18–20.
12. Агротехнические приёмы повышения урожайности семян подсолнечника в условиях степи Украины / И.Д. Ткалич, А.Д. Гирька, О.В. Бочевар [и др.] // Зерновые культуры. 2018. Т. 2. № 1. С. 44–52.
13. Пузииков А.Н., Суворова Ю.Н. Усовершенствование технологии возделывания подсолнечника в южной лесостепи Западной Сибири // Земледелие. 2019. № 1. С. 28–31.
14. Петухов Д.А., Сидорова С.А., Бондаренко Е.В. Результаты исследований плуга чизельно-отвального типа на отвальной обработке почвы // Техника и оборудование для села. 2016. № 12. С. 10–13.
15. Иванов М.Г. Размерность и подобие: Долгопрудный. 2013. 68 с.

**Юрий Алексеевич Кузыченко**, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник. ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр». Россия, 356241, Ставропольский край, г. Михайловск, ул. Никонова, 49, smc.yuka@yandex.ru

**Yuri A. Kuzychenko**, Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher. North Caucasian Federal Agrarian Research Center. 49, Nikonova St., Mikhailovsk, Stavropol Territory, 356241, Russia, smc.yuka@yandex.ru