

20. Kushnarev A.S. Soil Mechanics: challenges and status of work // Mechanization and electrification of agriculture. M., 1987, N 3, P. 9-13. (Rus.)

21. Medvedev V.V. Physical properties and mode of plow pan occurrence in different types of arable soils // Soil Science, 2011.- № 12.- P. 1487-1495. (Rus.)

22. Kazakov V.S. Deep reclamation soil rippers // Journal of Agricultural Science.- Moscow, 1980.- N 4, 119-127. (Rus.)

Стаття надійшла до редколегії 25.07.2013

НЕВИРШЕНІ ПРОБЛЕМИ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В УКРАЇНІ

В.В. Медведєв

ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»

(vmedvedev@ukr.net)

Розглянуто недоліки найбільш розповсюдженої в Україні комбінованої технології обробітку, а саме: погіршення фізичних властивостей ґрунтів, надмірні втрати органічної речовини, посилення схильності ґрунту до ерозії, зниження його вологозберезувальної здатності тощо. Внесено пропозиції щодо удосконалення технології і дослідної справи з обробітку ґрунтів.

Ключові слова: комбінований обробіток, недоліки, удосконалення технології і дослідної справи.

УДК 631.43

ПРОЯВЛЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ ДЕГРАДАЦИИ В РАСПАХИВАЕМЫХ ПОЧВАХ

В.В. Медведев, И.В. Плиско

ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского»

(vmedvedev@ukr.net)

В результате исследования 6 полей в Полесье, Лесостепи и Степи Украины установлены признаки физической деградации – глыбистости в поверхностном слое и переуплотнения в пахотном слое и в плужной подошве. Физическую деградацию диагностировали по отношению к оптимальным, модальным и предельно допустимым параметрам, полученным, соответственно, в модельных опытах, на основе массовых определений и расчетным способом. Глыбистость проявляется повсеместно, что свидетельствует об ухудшении процесса структурообразования на пашне. Переуплотнение чаще всего проявляется на краях полей и в понижениях, где больше сказывается воздействие ходовых систем машинно-тракторных агрегатов. Обработку полей следует осуществлять по технологии точного земледелия, так как глыбистость и переуплотнение в пахотном слое и в плужной подошве не имеют сплошного характера.

Ключевые слова: глыбистость, плотность сложения, твердость, физическая деградация.

Вступлення. Основной причиной переуплотнения почв является превышение уровня механической нагрузки способности почв к восстановлению модальных (наиболее вероятных) параметров равновесной плотности сложения [14]. Для чернозема типичного тяжелосуглинистого, если осенью его плотность сложения превысила 1,3-1,4 г/см³, к весне следующего года он не разуплотнился и такое состояние сохранялось в течение 6 лет [20]. В литературе отмечаются случаи, когда переуплотнение сохраняется значительно дольше – до 10 и даже до 20 лет [8, 30, 31]. Переуплотнение особенно нежелательно для отдельных почвенных агрегатов, ибо они становятся недоступными для корней, что уменьшает полезный объем почвы за счет внутриагрегатной пористости, где в

основном осуществляется водно-минеральное питание растений [10, 26, 27]. Одновременно отмечаемое возрастание межагрегатной пористости приводит к ускоренной аридизации пахотного слоя в весенний период [10, 16].

В результате всего лишь небольшого переуплотнения почва теряет способность к качественному крошению даже в физически спелом состоянии (18). Полагаем, что именно переуплотнение пахотных почв привело к массовому проявлению глыбистости на распахиваемых полях при обработке. Имеются прогнозные оценки, что при основной обработке примерно на 12 % площади пашни страны глыбистость превышает допустимую величину в 30 %, а при предпосевной обработке, когда глыб не должно быть вообще, на 83 % пашня имеет на поверхности то или иное количество глыб [15].

Из-за недостатка полевых почвенно-физических наблюдений и, соответственно, отсутствия прямых доказательств вреда, переуплотнение и глыбистость пахотных почв в производстве недооцениваются. Принятый еще в 2007 г. стандарт [7], ограничивающий давление на почву ходовых систем машинно-тракторных агрегатов и число их проходов, фактически не действует. Маршрутизация движения технических средств по полю при выращивании культур, позволяющая в 2-3 раза сократить площадь уплотнения [19, 28, 29], не используется. Не находят применения и другие приемы устранения переуплотнения почв и особенно сдвиг шин, что стало широко распространенным способом на американском и европейском континентах. Характерно, что, в недавних рекомендациях производству, подготовленных НААНУ [21], приемы преодоления физической деградации фактически не упоминаются.

Цель статьи – на основании полевых исследований в шести длительное время распахиваемых полях, расположенных в основных природных зонах страны, выявить реальные признаки физической деградации, относящиеся к структуре и плотности сложения в пределах обрабатываемого слоя. Оценка физического состояния будет произведена по отношению к оптимальным величинам соответствующих показателей, ранее полученных в модельных опытах [17], по отношению к модальным показателям, извлеченным из базы данных свойств почв [9], а также по отношению к предельно допустимым показателям, полученным расчетным способом [6]. Использование нескольких эталонов для сравнения и оценки почв, как мы показали [13], позволяет получить более точную характеристику современного состояния почв и выработать эффективные предложения для его улучшения.

Объекты и методы исследований. Основным методом исследований, использованным в данной работе, был геостатистический. Для этого в поле закладывали регулярную сеть элементарных делянок, каждая из которых имела размер 5х5 м. Делянки были геопозиционированы для согласованного отбора образцов почв и учета урожая. В поле измеряли плотность сложения в пахотном и подпахотном слоях (метод колец, объем кольца 100 см³, повторность – 5-кратная), твердость – до глубины 35 см (метод Ревякина, плунжер плоского типа, повторность 10-кратная), влажность почвы – на тех же глубинах, что и плотность сложения (метод высушивания при температуре 105 °С, повторность – 5-кратная), отбирали почвенные образцы для определения глыбистости. Время полевых исследований – через 2-2,5 месяца после последней обработки, то есть, измерениями характеризовали равновесное состояние физических свойств почв

[22, 17]. В полевых условиях определяли урожай культур на 1 м² в 5-кратной повторности.

В лабораторных условиях определяли содержание глыб (метод Саввинова, 4-кратная повторность), и осуществляли статистическую и геостатистическую обработку данных. Результаты обработки, доказывающие наличие достоверной пространственной неоднородности почв, детально рассмотрены в работе [11]. В данной статье основное внимание будет сосредоточено на анализе 2-D-диаграмм и распределении в исследованных полях контуров с различными параметрами глыбистости и плотности сложения. Для обработки использовали стандартную программу Surfer и интерполяционную методику Kriging.

Для выявления негативных изменений структуры и сложения почв, возможной их деградации полученные данные, как упоминалось выше, сравнивали с оптимальными, модальными и предельно допустимыми значениями.

В качестве объектов использованы 6 полей, три из которых расположены в Полесье (Романив, Колки и Ведильцы), два – в Лесостепи (Коротыч и Коммунар) и одно – в Степи (Донецк).

Романив. Волинская область. В почвенном покрове доминируют серые оподзоленные, дерново-подзолистые и луговые оглеенные почвы. Рельеф выравненный. Грансостав – легкосуглинистый. Размер поля 63 га, количество элементарных делянок 35. Возделываются зерновые и кормовые культуры. Агротехнические приемы возделывания культур, несмотря на очевидную пестроту поля, не дифференцируются.

Колки. Волинская область. Почвенный покров – комплекс дерново-подзолистых глееватых, дерновых глеевых и лугово-болотных почв. Рельеф – выравненный. Грансостав – глинисто-песчаный. Размер поля – 11 га. Количество делянок – 27. Возделываются (на незаболоченной части) кормовые культуры. Поле осушено открытой сетью каналов, которые, к сожалению, частично не функционируют. Исследования проводили только на незаболоченной части. Агротехнические приемы в поле не дифференцируются.

Ведильцы. Черниговская область. Дерново-среднеподзолистые супесчаные почвы. Рельеф выравненный. Размер поля – 105 га, часть поля залужена, количество делянок на незаболоченной части – 117. Возделываются зерновые и кормовые культуры.

Коротыч. Харьковская область. Преобладает темно-серая оподзоленная тяжелосуглинистая почва. Рельеф – слабо пологий. Размер поля – 31 га. Количество делянок – 35. Возделываются зерновые и технические культуры по обычной для Лесостепи технологии.

Коммунар. Харьковская область. Чернозем типичный малогумусный выщелоченный тяжелосуглинистый. Рельеф – выравненный. Размер поля – 30 га. Количество делянок – 26. Возделываются зерновые и технические культуры.

Донецк. Донецкая область. Чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый. Рельеф – выравненный. Размер поля – 105 га, сеть делянок (51) была образована на части поля в 50 га. Возделываются зерновые и технические культуры.

Из ранее полученных результатов приведем лишь результаты изучения пространственной вариабельности физических свойств исследованных полей,

которые свидетельствуют об их умеренной и повышенной неоднородности (табл.1)

1. Коэффициенты пространственной вариации физических свойств в почвах исследованных полей

Поле	Глыбы в поверхностном слое	Равновесная плотность в пахотном слое	Твердость	
			пахотный слой	плужная подошва
Колки	-	0,06	0,18	0,19
Романив	-	0,11	0,27	0,25
Ведильцы	0,64	0,05	0,27	0,10
Коммунар	0,70	0,05	0,16	0,14
Коротыч	0,57	0,08	0,19	0,18
Донецк	0,43	0,10	-	-

Результаты и их обсуждение. Физическая деградация означает устойчивое ухудшение физических свойств и режимов почв, имеющее своим следствием снижение плодородия и урожая возделываемых культур. В проекте государственного стандарта Украины [2] физическую деградацию предлагается оценивать по содержанию агрономически полезной структуры, ее водостойчивости и равновесной плотности сложения. Степень деградации определяется по отклонению любого из перечисленных показателей от начального или эталонного значения. Например, если отклонение равновесной плотности не превышает 10 %, считается, что деградация отсутствует. Каждые следующие 10 % усиливают степень деградации, а когда отклонение превысит 40 %, деградация считается катастрофической. Под эталоном подразумевается почва с показателями в начальный период использования, а деградированной считается почва, приобретшая новые, ухудшенные показатели после некоторого периода использования. Важно обратить внимание, что новые показатели должны быть устойчивыми. Иначе говоря, почву, которая способна восстановить природные физические показатели, нельзя назвать деградированной.

В процессе выявления деградации важно знать характерное значение любого физического свойства для данной почвы, присущее ее генетическому статусу, его возможные изменения в процессе использования, способность почвы восстанавливать присущие ей параметры либо фиксировать их на некотором новом уровне после приложения антропогенной нагрузки. Методически наиболее верной была бы отметка о состоянии почвы на начальном этапе ее использования и слежение за изменением ее свойств в процессе такого использования. Иначе говоря, для точной диагностики деградации нужен мониторинг состояния почвы на целине и в условиях применения различных по интенсивности технологий. К сожалению, такое условие не всегда выполнимо, так как физические свойства не исследовались ни при крупномасштабном почвенном обследовании, ни при агрохимической паспортизации полей, ни, как правило, при любом другом обследовании почвенного покрова. Фактически физические свойства не изучаются в процессе мониторинга и в большинстве европейских стран и даже в тех из них, где мониторинг проводится давно и на высоком уровне – Германии, Австрии, Швеции [13].

Кроме того, вследствие практически сплошной распаханности почв в Украине найти подходящий объект для сравнения, находящийся в целинном состоянии, довольно сложно. По этой причине нужно воспользоваться иными

способами. Например, найти модальные (наиболее часто встречающиеся характеристики физического состояния почвы) и воспользоваться ими как нулевыми отметками. В других случаях, полезными окажутся начальные наблюдения за почвой. Например, при закладке стационарного полевого опыта. Возможно и в ряде случаев очень полезно испытание почвы в искусственных условиях после приложения, как правило, повышенных нагрузок, то есть, моделирование. Этот способ позволяет получить параметры недопустимых нагрузок, приводящих к необратимой физической деградации почвы. Например, при очень высоком вертикальном давлении, имитирующем давление ходовых систем мобильных сельскохозяйственных агрегатов на почву [14].

В некоторых случаях необходимо оценить процесс, противоположный деградации, или процесс окультуривания почвы, которая в результате применения почвоулучшающих мероприятий стала лучше. Для этого следует установить реальные ключевые физические параметры (обычно, это содержание агрономически полезной структуры, ее водоустойчивость и плотность сложения) в равновесном состоянии и сравнить эти показатели с оптимальными по отношению к наиболее распространенным в зоне сельскохозяйственным культурам. Сравнение покажет, насколько были эффективны почвоулучшающие мероприятия и нужны ли еще какие либо меры, чтобы приостановить физическую деградацию почв.

Важный вопрос методики выявления физически деградированной почвы – время проведения измерений, ибо ключевые агрофизические свойства (структура и плотность) – динамичные показатели. Поэтому их исследование обязательно нужно проводить, когда они находятся в равновесном состоянии, примерно спустя 0,5-2,0 месяца после последней обработки. К сожалению, время, в течение которого физическое состояние почв уравнивается, исследовано недостаточно. Поэтому приведенные придержки являются ориентировочными. Они основаны лишь на наших исследованиях, проведенных на черноземах различного грансостава. Короткое время уравнивания почвы (время релаксации) относится к почве легкого, более продолжительное – тяжелого грансостава.

Итак, деградированной следует признать почву, физические свойства которой необратимо ухудшены в сравнении с природным аналогом, целиной либо длительно нераспахиваемой залежью (либо ренатуризованным вариантом той же почвы). При невозможности получения таких сравнительных данных приемлем способ (но только для ориентировочной оценки), когда в качестве нулевой отметки используются средние показатели для той же распаханной почвы (модальные параметры), находящейся в подобных природно-климатических и хозяйственных условиях.

Используя указанные подходы, определим оптимальные, модальные и предельно допустимые показатели физических свойств почв применительно к исследованным полям. Только после сравнения полученных показателей с реальными окажется возможным оценить современное состояние физических свойств, уровень их деградации либо окультуренности. Для этого воспользуемся следующей информацией:

– оптимальные показатели уплотнения определим (точнее, экстраполируем) на основании обобщения специальных микрополевых опытов, выполненных нами ранее [16]. При этом из почти 90 учтенных нами опытов выберем те, что проведены на соответствующих нашим полям почвах, того же

грансостава и только с зерновыми колосовыми культурами (табл. 2, 4 и 5);

– модальные параметры содержания глыб в поверхностном слое, плотности сложения и твердости в пахотном слое и в плужной подошве – это средние величины для соответствующих глубин, полученные из наблюдений на исследованных полях (табл.3). Так как глыбистость почв глинисто-песчаного и супесчаного грансостава пренебрежимо мала, эти поля в расчет не принимали;

– предельно допустимая плотность сложения – это расчетные параметры, исходя из требования о том, что содержание воздуха в почве не должно быть ниже 15 % при наиболее вероятной влажности, при которой почва обрабатывается, – около 0,6-0,7 наименьшей влагоемкости (табл. 2,4,5);

– предельно допустимая твердость в пахотном (фактически в подсеменном слое, ограничивающая формирование корней 1-го порядка), в поверхностном слое (ограничивающая прорастание семян) и в плужной подошве (ограничивающая рост корней в глубокие слои и тем самым препятствующая адаптации культур к недостатку влаги) – на основании многочисленных отечественных, зарубежных и наших работ, обобщенных в книге [13], (табл. 4,5);

– предельно допустимая глыбистость – из агротребований к посевному слою [1], работ [3] и [4], (табл.3).

Предельно допустимые показатели физических свойств, определяемые содержанием воздуха в 15 % и глыбистостью в 35 %, являются чрезвычайно жесткими. Они практически ограничивают микробиологическую деятельность аэробной микрофлоры, приостанавливают минерализационные процессы и поступление элементов питания в корни растений, полностью погашают преимущества структурной почвы [4,6,17]. Поэтому такие показатели корректнее отнести к недопустимым, и уж если они в почве обнаруживаются, то ее однозначно следует считать деградированной и вообще вывести из пашни.

2. Оптимальная (при возделывании зерновых колосовых культур), модальная равновесная и предельно допустимая плотность сложения в обрабатываемом слое в почвах различного грансостава

Плотность	Плотность сложения, г/см ³ в почвах разного грансостава		
	Песчаные, глинисто-песчаные и супесчаные (преимущественно почвы Полесья)	Легко-, средне- и тяжелосуглинистые (преимущественно почвы Лесостепи)	Тяжелосуглинистые и легкосуглинистые (преимущественно почвы Степи)
Оптимальная	1,35-1,45	1,10-1,25	1,15-1,30
Модальная равновесная	1,50-1,55	1,10-1,30	1,20-1,35
Предельно допустимая	1,65	1,35	1,40

3. Оптимальное, модальное равновесное и предельно допустимое содержание глыб размера >10 мм в посевном (пахотном) слое почвы исследованных полей (для наиболее распространенных почв)

Поле	Содержание глыб, %		
	оптимальное	модальное	предельно допустимое
Ведильцы	0 (5)	16,6	10 (35)
Коммунар	0 (5)	16,9	10 (35)
Коротыч	0 (5)	18,3	10 (35)
Донецк	0 (5)	22,6	10 (35)

4. Оптимальная, модальная равновесная и предельно допустимая плотность сложения и твердость в пахотном слое исследованных полей (для наиболее распространенных почв)

Поле	Параметры плотности, г/см ³ и твердости (в скобках), кгс/см ²		
	оптимальные	модальные равновесные	предельно допустимые
Колки	<1,45 (<20)	1,47 (21)	1,65 (20)
Романив	<1,35 (<20)	1,19 (18)	1,60 (20)
Ведильцы	<1,40 (<20)	1,40 (23)	1,60 (30)
Коммунар	<1,25 (<20)	1,30 (21)	1,35 (30)
Коротыч	<1,25 (<20)	1,31 (11)	1,35 (30)
Донецк	<1,30 (<20)	1,16 (-)	1,40 (30)

5. Оптимальная, модальная равновесная и предельно допустимая плотность сложения и твердость в плужной подошве исследованных полей (для наиболее распространенных почв)

Поле	Параметры плотности, г/см ³ и твердости (в скобках), кгс/см ²		
	Оптимальные	Модальные равновесные	Предельно допустимые
Колки	<1,45 (<30)	1,49 (32)	1,50 (40)
Романив	<1,40 (<30)	1,38 (29)	1,40 (40)
Ведильцы	<1,45 (<30)	- (39)	1,45 (40)
Коммунар	<1,30 (<30)	1,27 (37)	1,35 (40)
Коротыч	<1,30 (<30)	1,50 (24)	1,35 (40)
Донецк	<1,30 (<30)	1,36 (-)	1,30 (40)

Сравнивая модальные значения физических свойств с оптимальными и предельно допустимыми значениями, отметим, что наиболее неблагоприятная ситуация складывается с глыбистостью. Ведь глыбы при посеве не допускаются вообще, в то же время на всех полях они присутствуют в значительных количествах. Подчеркнем также, что и модальная плотность сложения в 3-х из 6-ти полей превышает оптимальную, что, как известно, ограничивает применение минимальной обработки. Причем последнее касается даже черноземных почв, где, как считается [22], возможности минимализации наибольшие. Но более всего тревожит то, что на части полей модальные значения очень близки к предельно допустимым, что (вместе с явными проявлениями глыбистости) однозначно свидетельствует о неблагоприятной направленности почвообразовательных процессов на старопашотных почвах и, скорее всего, развитию физической деградации.

Далее опираясь на пространственные наблюдения глыбистости, плотности и твердости в исследованных полях, полученные в результате геостатистической обработки 2-D-диаграммы (показаны в работе 11) и перечисленные в табл. 3-5 оценочные параметры, выясним, каковы площади полей, где реальные параметры выше оптимальных, модальных и предельно допустимых значений (табл. 6). Оказалось, что площади контуров с параметрами, превышающими оптимальные и модальные значения, значительны. И лишь площади со значениями, превышающими предельно допустимые, за небольшими исключениями, невелики.

6. Площади контуров в исследованных полях с показателями, превышающими оптимальные, модальные и предельно допустимые параметры физических свойств

Поля	Содержание глыб >10 мм в поверхностном слое после обработки		Равновесная плотность сложения в пахотном слое		Плужная подошва				
					плотность сложения		твердость		
	га	%	га	%	га	%	га	%	
Превышающие оптимальные значения									
Колки	-	-	6	55	8	77	11	100	
Романив	-	-	4	6	2	3	51	81	
Ведильцы	2	2	14	13	-	-	96	91	
Коммунар	5	16	3	91	-	-	28	93	
Коротыч	0,3	1	22	71	-	-	5	15	
Донецк	49	97	1	2	38	77	15	30	
Превышающие модальные значения									
Колки	-	-	5	46	5	47	6,2	56	
Романив	-	-	2	3,5	15	24	24	38	
Ведильцы	45	43	45	43	-	-	65	62	
Коммунар	12	39	8	27	-	-	15	49	
Коротыч	14	45	14	44	-	-	16	52	
Донецк	22	45	24	48	32	63	18	37	
Превышающие предельно допустимые значения									
Колки	-	-	0	0	5	47	0	0	
Романив	-	-	0	0	13	2	0,3	0,5	
Ведильцы	0,2	0,2	0	0	-	-	60	57	
Коммунар	1,2	4,1	2	6	-	-	3	10	
Коротыч	0,2	0,5	4	12	-	-	0	0	
Донецк	0,3	0,6	1	2	8	15	6	10	

Мы склонны считать, что на части полей, где реальные физические параметры почвы превышают модальные, развиваются процессы, которые могут привести к физической деградации. В той же части полей, где физические параметры превышают предельно допустимые, физическая деградация, несомненно, уже присутствует. Более того, если сопоставить модальные параметры физических свойств тех же почв (по крайней мере, хорошо изученных в данном аспекте черноземных почв) с аналогичными параметрами на целине (14), то утверждение о частичной деградированности исследованных полей станет более обоснованным. Значительные площади (57 % или 60 га) с твердостью, превышающей предельно допустимые значения в поле Ведильцы объясняются тем, что это уже не плужная подошва, а начало очень плотного иллювиального горизонта. Углубление пахоты в этом месте крайне нежелательно, а уж если без этого обойтись нельзя, его вовлечение в пахотный слой следует осуществлять, одновременно применяя комплекс мелиоративных мероприятий

Подчеркнем: высказанное утверждение о деградации части полей скорее является гипотетическим, ибо продолжительных наблюдений мы не имеем, поэтому утверждать, что приобретенные параметры являются устойчивыми, мы не можем. Вероятно, корректнее всего эти части полей назвать временно деградированными. Ведь известны случаи, когда ренатурализация, или вывод

таких полей под постоянное залужение, приводит к реставрации их свойств подобно целинной почве [14].

Если попытаться дать интегрированную оценку физической деградации почв исследованных полей, то, используя оценки С.А. Балюка и др. [2], ее можно считать слабой и умеренной. Вероятнее всего к деградированным следует отнести части полей, параметры которых находятся между теми, что превышают модальные значения и теми, что являются недопустимыми. Однако, эту неопределенность можно устранить лишь путем дополнительных исследований. Поэтому повторим, что за неимением результатов исследований в условиях длительного последствия, обнаруженную нами физическую деградацию корректнее оценить как временную.

При анализе пространственного распределения физических свойств в исследованных полях на 2-D-диаграммах, совмещенных с топографическими картами, обратили внимание на то, что показатели плотности и твердости обрабатываемого слоя изменяются в зависимости от высоты местности и технологических особенностей выполнения машинно-тракторных операций. Полученные данные были объединены в 3 группы: на возвышенных частях полей, на их краях, где машинно-тракторные агрегаты совершают развороты, погрузку и разгрузку бункеров сеялок, удобрителей и комбайнов, и в пониженных частях полей. Результаты такого анализа отражены в табл. 7. Хорошо заметно, что на краях полей и в микропонижениях равновесные показатели плотности и твердости возрастают. В микропонижениях, к тому же, плотность и твердость возрастают даже в сравнении с краями полей. Причина, кажется, очевидна: повышенное количество проходов МТА в первом случае, а во втором – опять-таки давление ходовых систем в условиях повышенной влажности. Ведь перепады высот, приводящие к перераспределению влаги, во всех исследованных полях были весьма существенными. Например, в Романове – до 10 м, в других полях – 6-8 м.

7. Плотность сложения и твердость в различных частях исследованных полей

Поле	На возвышенной части поля		На краю поля, в местах разворота МТА		В микропонижениях	
	плотность, г/см ³	твердость, кгс/см ²	плотность, г/см ³	твердость, кгс/см ²	плотность, г/см ³	твердость, кгс/см ²
Колки	1,35	16	1,60	24	1,52	27
Романив	1,15	15	1,25	22	1,30	26
Ведильцы	1,25	20	1,42	28	1,47	31
Коммунар	1,20	23	1,36	26	1,40	27
Коротыч	1,20	15	1,35	20	1,46	18
Донецк	1,05	10	1,25	14	1.30	14

Пространственная неоднородность показателей плотности и твердости служит причиной пестроты урожая на полях [23-25]. Особенности неоднородности урожайных данных на исследованных полях были нами проанализированы ранее [11]. Здесь же обратим внимание на то, что причиной пестроты урожая, несомненно, являются физические свойства, в том числе, глыбистость, плотность и твердость. На это указывают данные, представленные в табл. 8.

Столь выраженная неоднородность полей, проявляющаяся в закономерном изменении в исследованных полях глыбистости, плотности и твердости, которые вполне обоснованно рассматриваются в качестве индикаторов способов и интенсивности обработки [11], разумеется, требует ее пространственной дифференциации. Такие поля должны стать объектом точного земледелия, экономические и почвоохранные преимущества которого доказаны в практике зарубежного и отечественного земледелия [12].

8. Коэффициенты парной корреляции между урожаями культур и физическими свойствами почвы

Показатели почв	Слой почвы, см	Коэффициенты корреляции
Содержание глыб	0-10	- 0,57
	0-5	- 0,68
	10-15	- 0,70
	20-25	- 0,60
Плотность сложения	30-35	- 0,48
	0-10	- 0,79
	10-20	- 0,77
Твердость	20-30	- 0,70
	30-40	- 0,64

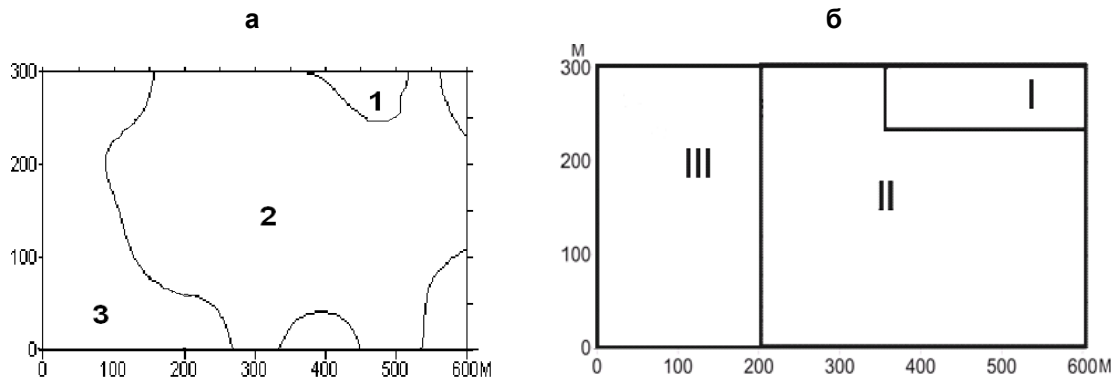
Полученные нами материалы об особенностях модальных характеристик физических свойств почв и их сравнении с оптимальными и предельно допустимыми значениями дают основание для парцеллизации (дробления) полей для проведения различной обработки. Там, где глыбистость отсутствует, плотность близка к требованиям возделываемого растения, а твердость не превышает допустимой величины, не ограничивающей рост корней и дружное появление всходов, от обработки можно отказаться, как это с успехом продемонстрировано в латиноамериканских странах [12]. В.П. Гордиенко и др. [5] также показали возможность отказаться от предпосевных обработок в этом случае. В тех частях полей, где показатели наихудшие, напротив, почву нужно обрабатывать согласно имеющихся зональных рекомендаций, обязательно совмещая обработку с другими почвоулучшающими приемами. Наконец, там, где доминируют модальные показатели, возможна минимализация основной обработки (табл. 9).

9. Соотношение (%) площадей с применением различных способов предпосевной обработки на исследованных объектах в зависимости от пространственных особенностей физических свойств почвы

Поле	Площадь участков с различной обработкой, %		
	Способы обработки		
	без обработки (прямой посев)	минимальная основная	зональная обработка + приемы почвоулучшения
Ведильцы	10	50	40
Романив	60	30	10
Колки	25	40	35
Коротыч	50	40	10
Коммунар	70	25	5
Донецк	75	22	3

Выбор технологии обработки почв покажем на примере поля Коммунар. В зависимости от глыбистости поверхностного слоя устанавливаются количество рыхлений (рис.1). Согласно расчетов, проведенных с помощью программы MapInfo, 2,6 % (0,8 га) данного поля не нуждается в проведении предпосевной

обработки и послепашном рыхлении, для 71,8 % (21,5 га) – требуется предпосевное рыхление, для 25,7 % (7,7 га) – требуется интенсивное предпосевное и послепашное рыхление. Для удобства проведения технологических операций в пределах поля необходимо выделить отдельные участки (рис.1б).



1(I)- глыбистость <5 %, предпосевная обработка и послепашное рыхление не требуются; 2 (II) – глыбистость 5-20 %, требуется предпосевное рыхление; 3 (III) – глыбистость >20 %, требуется интенсивное предпосевное и послепашное рыхление.

Рис.1. Содержание глыб в почве объекта Коммунар после обработки:

- а) после объединения контуров в соответствии с нормативами;
б) после выпрямления контуров

Выводы. Методом наложения сетки элементарных площадок установлена пространственная неоднородность, модальные, оптимальные и предельно допустимые значения глыбистости, плотности сложения и твердости почв в шести полях Полесья, Лесостепи и Степи Украины.

Параметры физических свойств почвы на части полей превышают модальные и предельно допустимые, что дает основание для утверждения о развитии процессов физической деградации либо о ее присутствии. Физическая деградация приурочена к краям полей, пониженным элементам рельефа и оказывает отчетливое негативное влияние на урожай сельскохозяйственных культур.

Использование исследованных показателей в качестве индикаторов способов и интенсивности обработки почв позволило осуществить парцеллизацию (дробление) полей и обосновать дифференцированные приемы их применения по технологии точного земледелия.

Список использованной литературы

1. *Агрономический бракераж.* Методика оценки качества полевых работ. – Йошкар-Ола : 1968. – 86 с.
2. *Деградация почв.* Оценивание химической и физической деградации почв: ДСТУ XXXX:PPPP. – В стадии утверждения.
3. *Буров Д.И.* О некоторых вопросах теории обработки и ее практических приемах на черноземных почвах Юго-востока РСФСР / Д.И. Буров // Теоретические вопросы обработки почв. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1969. – С.6–10.
4. *Вильямс В.Р.* Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения / В.Р. Вильямс. – М. : Сельхозгиз, 1940. – 448 с.
5. *Гордієнко В.П.* Прогресивні системи обробітку ґрунту / В.П. Гордієнко, А.М. Малієнко, Н.Х. Грабак. – Сімферополь : 1998. – 279 с.
6. *Гордієнко В.П.* Ґрунтова волога / В.П. Гордієнко. – Сімферополь : ЧП Предприятие Феникс, 2008. – 368 с.
7. *Техніка сільськогосподарська мобільна.* Норми дії ходових систем на ґрунт: ДСТУ 4521:2006. – [Чинний від 2007-07-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2007. – 4 с. – (Національний стандарт України).

8. Ковда В.А. (ред.). Переуплотнение пахотных почв (причины, следствия, пути уменьшения) / В.А. Ковда. – М. : Наука, 1987. – 216 с.
9. Структура та порядок використання бази даних «Властивості ґрунтів України» (Інструкція) / [Т.М. Лактіонова, В.В. Медведєв, К.В. Савченко і др.]. – Х. : Апостроф, 2010. – 96 с.
10. Медведєв В.В. Структура ґрунту. Методи. Генезис. Класифікація. Еволюція. Географія. Моніторинг. Охорона / В.В. Медведєв. – Х.: Городська типографія, 2008. – 406 с.
11. Неоднорідність ґрунту і точне землеробство. Частина 2. Результати досліджень / за ред. В.В. Медведєва. – Х. : Изд. «13 типографія», 2009. – 259 с.
12. Медведєв В.В. Нульовий обробіток ґрунту в європейських країнах / В.В. Медведєв. – Х.: ТОВ. ЕДЕНА, 2010. – 202 с.
13. Медведєв В.В. Моніторинг ґрунту України. Концепція. Ітоги. Задачі. (2-е переглядане і доповнене видання) / В.В. Медведєв. – Х. : КП Городська типографія, 2012. – 536 с.
14. Медведєв В.В. Фізична деградація чорноземів. Діагностика. Причини. Следствия. Предупреждение / В.В. Медведєв. – Х. : Городська типографія, 2013. – 324 с.
15. Медведєв В.В. Ґрунтово-технологічне районування пахотних земель України / В.В. Медведєв, Т.Н. Лактіонова. – Х. : Изд. «13 типографія», 2007. – 395 с.
16. Медведєв В.В. Водні властивості ґрунту України і забезпеченість сільськогосподарських культур / В.В. Медведєв, Т.Н. Лактіонова, Л.В. Донцова. – Х. : Апостроф, 2011. – 224 с.
17. Медведєв В.В. Щільність ґрунту. Генетичний, екологічний і агрономічний аспекти / В.В. Медведєв, Т.Е. Лындина, Т.Н. Лактіонова. – Х. : Изд. 13 типографія, 2004. – 244 с.
18. Медведєв В.В. Дослідження розриву попередньо ущільненої ґрунту / В.В. Медведєв, П.І. Слободюк і др. // Тр. Харківського СХІ. – 1976. – т. 215. – С.50–57.
19. Медведєв В.В. Методичні рекомендації по вивченню маршрутизації руху тракторно-тракторних агрегатів при вирощуванні сільськогосподарських культур з метою зменшення площі ущільнення полів / В.В. Медведєв, П.І. Слободюк, В.Ф. Пащенко. – М. : ВАСХНІЛ, 1984. – 11 с.
20. Медведєв В.В. Вплив ущільнення тракторними агрегатами на властивості, режими ґрунту і урожай с.-х. культур. Чорноземі України. Східна Лівобережна Лісостеп. Переуплотнение пахотных почв. / В.В. Медведєв, П.І. Слободюк В.Г. Цибулько, // Причини, следствия, пути уменьшения – М. : Наука, 1987. – С.78–105.
21. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Полісся і Західному регіоні, Лісостепу і в зоні Степу / за ред. М.В. Зубця. – К. : Аграрна наука, 2010. – 944 с., 980 с., 986 с.
22. Ревут І.Б. Фізика ґрунту / І.Б. Ревут. – Л. : Колос, 1972. – 366 с.
23. Тымбаєв В.Г. Просторовне змінювання фізичних властивостей ґрунтового покриву Владимирського Ополья в умовах довготривалого вегетаційного досвіду / В.Г. Тымбаєв // Масштабні ефекти при дослідженні ґрунту. – М. : Изд. МГУ, 2001. – С. 206–210.
24. Шеїн Е.В. Просторовно-часова змінюваність агрофізичних властивостей комплексів сирових ґрунту в умовах інтенсивного сільськогосподарського використання / Е.В. Шеїн, А.Л. Іванов, М.А. Бутылкіна, М.А. Мазірова // Почвознавство. – 2001. – № 5. – С.578–585.
25. Bolenius E. On-the-go measurements of soil penetration resistance on a Swedish Eutric Cambisol / E. Bolenius, G. Rogstrand, J. Arvidsson, B. Stenberg, L.Thylen // International Soil Tillage Research Organisation 17 th Triennial Conference. Kiel. Germany. – 2006. – P.867–870.
26. Dexter A.R. Model experiments on the behavior of roots at the interface between a tilled seed-bed and a compacted sub-soil. 2. Entry of pea and wheat roots into sub-soil / A.R. Dexter // Plant and Soil. – 1986. – vol. 95. – P.135–147.
27. Dexter A.R. Mechanics of root growth / A.R. Dexter // Plant and Soil. – 1987. – Vol. 98. – P.303–312.
28. Dumas W.T. Controlling traffic increases cotton yields / W.T. Dumas, F.A. Komurer, K.A. Smith // Highlights Agr. Res. – 1972. – vol.19. – P. 16.
29. Durr H. Literaturstudie Bodenverdichtung. Institut für Betriebstechnik der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig / H. Durr, H. Petelkau, C. Sommer // Volkenrode (Fal). – 1995. – P.203.
30. Hakansson I. Machinery-induced compaction of arable soils. Incidence-consequences-counter measures. Uppsala. Swedish University of Agricultural Sciences / I. Hakansson // Report of Soils Sciences Department. – 109. – 2005. – P.153.
31. Scharatt B.C. Amelioration of soil compaction by freezing and thawing / B.C. Scharatt. et al. // Proc. Of Intern. Symp. Fairlaks. Hanover. – 1997. – P.182–188.

Стаття надійшла в редакцію 19.09.2013.

FEATURES OF PHYSICAL DEGRADATION IN SOIL PLOUGHED UP

V.V. Medvedev, I.V. Plysko

NSC “Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky”
(vmedvedev@ukr.net)

As a result of 6 fields research in Polissya, Forest-Steppe and Steppe of Ukraine the features of physical degradation are established, namely: blocks in a superficial layer and overcompaction in an arable layer and in plow pan. Physical degradation was diagnosed in relation to the optimum, modal and maximum permissible parameters received accordingly in modelling research, on the basis of many research and calculation way. The blocks are shown everywhere that testifies to deterioration of process of structurization on an arable land. The overcompaction is shown at edges of fields and in their downturn where influence of running systems of machine-tractor units affects more often. The tillage of fields should be carried out with technology of precise farming because blocks and overcompaction in an arable layer and in plow pan have no continuous character.

Key words: blocks, bulk density, physical degradation.

УДК 631.618:633.2.031

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТВЕРДОСТИ ПЕДОЗЕМОВ

А.В. Жуков¹, Г.А. Задорожная¹, А.А. Демидов²

¹Днепропетровский государственный аграрный университет,

г. Днепропетровск, ул. Ворошилова, 25

²Департамент земледелия Министерства аграрной политики и продовольствия
Украины

(zhukov_dnepr@rambler.ru)

По данным твердости почвы изучена пространственная организация педоземов участка рекультивации Орджоникидзевского ГОК на уровне педона. Выделены группы почвенных профилей (кластеры) с однотипной сменой твердости, которые определены как почвенные индивидуумы (педоны). Установлены меры сходства и различия между выделенными кластерами, их взаимное расположение. Количественная характеристика педонов получена с помощью метрик, которые широко используются в ландшафтной экологии. Результаты исследования свидетельствуют о неслучайном характере взаимного расположения и формы почвенных индивидуумов.

Ключевые слова: твердость почвы, пространственная неоднородность почвенных свойств, рекультивация.

Введение. Рекультивация земель – это комплекс мероприятий по восстановлению почвенных свойств и почвенного плодородия после их антропогенного нарушения, в частности, открытых горных разработок. Характерным свойством рекультивированных земель является значительная пространственная неоднородность, обуславливающая пестроту экологических условий для функционирования биоценоза [1]. Почва всегда обладает некоторой степенью неоднородности так как является комплексной функцией горной породы, организмов, климата, рельефа и времени. Почву определяют как открытую четырехфазную структурную систему в поверхностной части коры выветривания горных пород. Элементарной структурной единицей почвы является почвенный индивидуум (педон, тессера, почвенная особь) [2]. Границы педонов определяются как поверхности раздела между почвенными индивидуумами, однако при их определении возникает достаточно много трудностей теоретического и практического характера. Выделенный почвенный индивидуум должен обладать всеми свойствами почвы, что делает проблему технического определения размеров его контуров трудно решаемой и существенно лимитирует разрешающую способность методов [3].

Достаточно удобным инструментом для изучения неоднородности строения почвенной массы является измерение ее твердости пенетрометром, с