

**ВЛИЯНИЕ ВНЕШНЕГО ДАВЛЕНИЯ
НА ПЛОТНОСТЬ ЧЕРНОЗЁМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПРИОБСКОГО ПЛАТО****THE EFFECT OF EXTERNAL PRESSURE ON THE DENSITY OF LEACHED CHERNOZEM
OF THE PRIOBSCOYE PLATEAU**

Ключевые слова: чернозём выщелоченный, плотность почвы, уплотнение почвы, влажность почвы, почвенное поровое пространство.

Целью работы было исследование влияния внешнего давления на плотность почвы. Объектом изучения был чернозём выщелоченный Приобского плато. Исследования проводились на поле учебно-опытного хозяйства «Пригородное» Алтайского края, в климатической зоне умеренно засушливой колочной степи на границе перехода к лесостепи. В качестве опытных были выбраны участки чёрного пара. Разное давление на почву создавалось воздействием фиксированного веса на специальные уплотнители почвы с различной площадью опоры. В качестве контрольного использовался участок чёрного пара, не подвергшийся действию внешнего давления. Для создания различной влажности почвы опытный участок подвергался искусственному увлажнению. Исследование выявило, что увлажнение существенно влияет на изменение плотности почвы под влиянием воздействия внешнего давления. При более высоком увлажнении уплотнение почвы происходит сильнее. Плотность почвы наиболее сильно увеличивается при первых воздействиях. С возрастанием количества внешних воздействий увеличение плотности происходит менее интенсивно. Значение плотности почвы при множественном воздействии внешнего давления стремится к «насыщению». Изменение плотности почвы под влиянием внешнего давления сильно зависит от её начального значения. Зависимость плотности почвы от величины внешнего давления обладает нелинейным характером и имеет тенденцию к «насыщению», которое обусловлено реологическими свойствами почвы и особенностями измене-

ния её порового пространства при деформации. Возделывание сельскохозяйственных культур рационально осуществлять в комплексе с мероприятиями по оптимизации плотности почвы.

Keywords: leached chernozem, soil density, soil compaction, soil moisture, soil pore space.

The research goal was to study the effect of external pressure on soil density. The research target was leached chernozem of the Priobskoye plateau. The research was carried out on the field of the training and experimental farm "Prigorodnoye" of the Altai Region. Different pressure on the soil was created by the impact of a fixed weight on special soil seals with different support area. A section of black fallow that was not exposed to external pressure was used as the control. To create different soil moisture, the experimental plot was artificially moisturized. The study has found that moisture significantly affects the change of soil density under the influence of external pressure. Soil compaction is stronger at greater moisture content. Soil density increases most strongly at initial impacts. With increased number of external impacts, the increase of density is less intense. The value of soil density under multiple external pressure impacts tends to "saturation". The change in soil density under the influence of external pressure strongly depends on its initial value. The dependence of soil density on the external pressure has a nonlinear character and tends to "saturation" which is due to the rheological properties of the soil and the peculiarities of the changes in its pore space during deformation. It is rational to cultivate the crops along with the measures of soil density optimization.

Беховых Юрий Владимирович, к.с.-х.н., доцент, каф. геодезии, физики и инженерных сооружений, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 20-31-10. E-mail: Phys_asau@rambler.ru.

Bekhovykh Yuriy Vladimirovich, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Geodesy, Physics and Engineering Structures, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 20-31-10. E-mail: Phys_asau@rambler.ru.

Введение

Неблагоприятный для растений водно-воздушный режим почв тесно связан с их плотностью [1]. В связи с этим плотность является одним из основных количественных показателей оценки качества почвы со стороны ее физических свойств [2].

В условиях интенсивного ведения сельскохозяйственного производства значительно усиливается воздействие на почву ходовых систем сельскохозяйственных агрегатов [3]. Серьезной угрозой плодородию почвы стало чрезмерное уплотнение почвы, происходящее под воздействием ходовых систем мощных тракторов, тяжелых

сельскохозяйственных машин и транспортно-технических средств [3-6].

При уплотнении почвы снижается её пористость, происходит ухудшение водно-физических свойств: влагоёмкости, скорости впитывания поливной воды, водопроницаемости. Снижаются аэрация и скорость протекания биологических процессов [7]. Под влиянием этих негативных факторов при выращивании растений сдерживается развитие их корневой системы, происходит уменьшение общей массы корней и их способности к проникновению вглубь, уменьшается влагообеспеченность [8-10].

Кроме того, при уплотнении почвы усиливается поверхностный сток воды и смыв мелкозема, что приводит к развитию эрозионных процессов и снижению плодородия почв на 5-20%, а в редких случаях и более [5, 11]. В связи с этим изучение влияния различных факторов на плотность почв является важной агрономической, почвоведческой и экологической задачей.

Целью работы было исследование влияния внешнего давления на плотность почвы.

Объект и методы

Объектом изучения был чернозём выщелоченный Приобского плато.

В ходе исследования решались следующие **задачи**:

- изучить изменение плотности в поверхностном слое почвы различной увлажнённости при многократном воздействии внешнего давления;
- исследовать влияние величины внешнего давления на изменение плотности поверхностного слоя почвы при различном увлажнении.

Исследования проводились на поле учебно-опытного хозяйства «Пригородное» Алтайского края, расположенного в юго-восточной части Западно-Сибирской равнины в климатической зоне умеренно засушливой колючей степи на границе перехода к лесостепи. В качестве опытных были выбраны участки чёрного пара. Разное давление на почву создавалось воздействием фиксированного веса на специальные уплотнители почвы с различной площадью опоры. В качестве контрольного использовался участок чёрного пара, не подвергшийся действию внешнего давления. Для со-

здания различной влажности почвы опытный участок подвергался искусственному увлажнению.

Измерения влажности и плотности почвы осуществлялись стандартными методами [12] согласно ГОСТ 180-2015 [13] и ГОСТ 28268-89 [14] в трёхкратной повторности.

Экспериментальная часть и обсуждение результатов

В профиле исследованного чернозёма выщелоченного сформировались следующие горизонты: А-АВ-В-Вск-Ск.

Горизонт А (0-29 см) – влажный, чёрно-буроватый, комковато-пылеватый, рыхлый, суглинистый, переход постепенный.

Горизонт АВ (29-51 см) – влажный, чёрно-бурый, слабоуплотнённый, переход постепенный.

Горизонт В (51-87 см) – влажный, тёмно-бурый с гумусовыми затеками, среднесуглинистый, комковатый, плотнее горизонта АВ, переход постепенный.

Горизонт Вск (87-125 см) – влажный, буровато-белесый, среднесуглинистый, плотный, переход постепенный.

Горизонт Ск (125-178 см) – влажный, палёво-бурый, среднесуглинистый, плотный.

Гранулометрический состав верхнего почвенного слоя исследованного чернозёма представлен в таблице 1.

Пахотный горизонт чернозёма выщелоченного на участке исследований по гранулометрическому составу можно отнести к средним суглинкам. Здесь преобладают фракции песка среднего, крупной пыли и илистой фракции. Содержание гумуса в пахотном горизонте чернозёма выщелоченного на участках наблюдения не превышало 3,4%. Реакция почвы была близка к нейтральной (рН 6,7).

При исследовании влияния количества воздействий внешнего давления на плотность поверхностного слоя почвы (0-5 см) была выбрана величина внешнего давления 100 кПа. Выбор данной величины был обусловлен тем, что такое значение близко к воздействию на почву, которое оказывает неспаренное колесо современных тракторов 3-5-го тягового класса [15], получивших широкое распространение при различных видах сельскохозяйственных работ.

Таблица 1

Гранулометрический состав пахотного слоя чернозёма выщелоченного Приобского плато на участке исследований

Горизонт	Глубина отбора, см	Содержание фракций в % от абсолютно сухой почвы, мм							Наименование гранулометрического состава почвы
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	менее 0,001	сумма фракций менее 0,01	
А	0-29	7,36	34,68	24,44	6,40	5,24	21,88	33,52	Средний суглинок

Из результатов исследований, представленных в таблице 2, следует, что даже однократное воздействие на поверхностный слой чернозёма выщелоченного внешним давлением величиной 100 кПа при влажности почвы 28% увеличивает её плотность до значений, выходящих за рамки оптимальной для большинства возделываемых сельскохозяйственных культур [5, 10, 11, 16]. За критерий оптимальной плотности принимается такой интервал её значений, в котором создаются благоприятные для большинства культурных растений и почвенной биоты условия воздухо- и влагоудержания [10].

При более низком увлажнении под воздействием внешнего давления уплотнение почвы происходит не так интенсивно. Так, при влажности чернозёма выщелоченного, соответствующей 14% от массы сухой почвы, переуплотнение почвы наблюдается только после десятикратного воздействия внешнего давления. Необходимо заметить, что плотность при этом не превысила значений плотности почвы 28% влажности после однократного воздействия. Таким образом, увлажнение почвы существенно влияет на её уплотнение при воздействии внешнего давления. На рисунке 1 представлена аппроксимация зависимости плотности поверхностного слоя чернозёма выщелоченного Приобского плато от количества воздействий внешнего давления. По графикам видно, что плотность наиболее сильно увеличивается при первых воздействиях. С возрастанием количества внешних воздействий увеличение плотности происходит менее интенсивно. Анализируя полученные графики, можно сделать вывод, что значение плотности при множествен-

ном воздействии внешнего давления стремится к «насыщению» (рис. 1).

Таблица 2

Изменение плотности (кг/м³) поверхностного слоя чернозёма выщелоченного Приобского плато различной влажности в зависимости от количества воздействий (N, шт.) внешнего давления величиной 100 кПа

N, шт.	Плотность почвы при различной влажности, кг/м ³			
	14%	18%	24%	28%
0	942	942	942	942
1	1236	1257	1299	1350
5	1250	1299	1347	1375
10	1291	1309	1391	1467

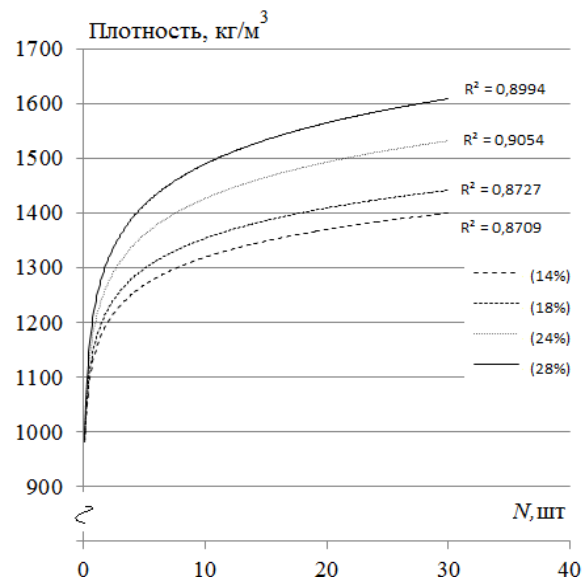


Рис. 1. Аппроксимация зависимости плотности чернозёма выщелоченного Приобского плато от количества воздействий (N) внешнего давления 100 кПа при различной влажности

На рисунке 2 представлены аппроксимированные графики зависимости плотности поверхностного слоя (0-5 см) чернозёма выщелоченного Приобского плато от величины внешнего давления. Графики (рис. 2) также показывают, что влажность почвы является важнейшим фактором, определяющим степень уплотнения при одной и той же нагрузке. Так, единичное воздействие на почву давлением 100 кПа при влажности 28% вызывает увеличение значения плотности на 1/3 часть от исходной, а при влажности 14% плотность увеличивается только на 1/4 часть.

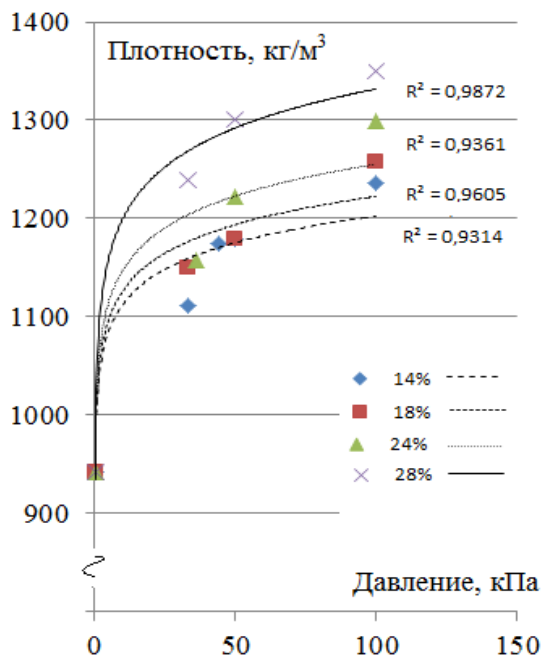


Рис. 2. Аппроксимация зависимости плотности поверхностного слоя чернозёма выщелоченного Приобского плато различной влажности от величины внешнего давления

Графики зависимости плотности от величины внешнего давления обладают нелинейным характером и также имеют тенденцию к «насыщению» (рис. 2). Из этого можно сделать вывод, что изменение плотности почвы сильно зависит от её начального значения. Чем меньше начальное значение плотности, тем на большую величину она увеличивается при однократном внешнем воздействии фиксированного давления. Очевидно, что данная особенность является следствием реологических свойств почвы, изменений, происходящих в её поровом пространстве, и в структуре почвенных агрегатов при деформации, вы-

званной внешним воздействием. Сильно разрыхленные почвы с малой плотностью сложения обладают относительно крупными порами, заполненными воздухом. При воздействии внешнего давления происходят пластические деформации, приводящие к заполнению этих пор твёрдыми почвенными частицами и разрушению крупных почвенных агрегатов. В результате этого плотность почвы резко увеличивается, даже под воздействием небольшого внешнего давления. Увеличение влажности почвы уменьшает прочность почвенных агрегатов, следовательно, уменьшает их способности противодействовать внешнему воздействию, что также приводит к более интенсивному росту плотности при воздействии внешнего давления.

Выводы

1. Увлажнение существенно влияет на изменение плотности почвы под влиянием воздействия внешнего давления. При более высоком увлажнении уплотнение почвы происходит сильнее.
2. Плотность почвы наиболее сильно увеличивается при первых воздействиях. С возрастанием количества внешних воздействий увеличение плотности происходит менее интенсивно.
3. Значение плотности почвы при множественном воздействии внешнего давления стремиться к «насыщению».
4. Изменение плотности почвы под влиянием внешнего давления зависит от её начального значения.
5. Зависимость плотности почвы от величины внешнего давления обладает нелинейным характером и имеет тенденцию к «насыщению», которое обусловлено реологическими свойствами почвы и особенностями изменения её порового пространства при деформации.

Заключение

Возделывание сельскохозяйственных культур рационально осуществлять в комплексе с мероприятиями по оптимизации плотности почвы, при этом параметры давления ходовых систем техники должны соответствовать допустимым значени-

ям давления на почву в соответствии с ГОСТ 26955-86 [17].

Библиографический список

1. Посыпанов, Г. С. Растениеводство / Г. С. Посыпанов. – Москва: Колос, 2007. – 612 с. – Текст: непосредственный.
2. Почвоведение / И. С. Кауричев, Н. П. Панов, Н. Н. Розов [и др.]; под редакцией И.С. Кауричева. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 719 с. – Текст: непосредственный.
3. Ким, Ю. А. Влияние конструктивных параметров колесных движителей на изменение физико-механических свойств почвогрунта и тяговые качества трактора / Ю. А. Ким, П. В. Зеленый, И. В. Франкевич. – Текст: непосредственный // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2008. – № 4 (21). – С. 34-42.
4. Кравченко, В. И. Некоторые вопросы прогнозирования уплотнения почв машинами / В. И. Кравченко. – Текст: непосредственный // Влияние сельскохозяйственной техники на почву: труды Почвенного ин-та им. В. В. Докучаева. – Москва, 1981. – С. 10-13.
5. Бондарев, А. Г. Проблема уплотнения почв сельскохозяйственной техникой и пути ее решения / А. Г. Бондарев. – Текст: непосредственный // Почвоведение. – 1990. – № 5. – С. 31-37.
6. Бондарев, А. Г. Переуплотнение почв сельскохозяйственной техникой: прогноз явления и процессы разуплотнения почвы / А. Г. Бондарев, И. В. Кузнецова, П. М. Сапожников. – Текст: непосредственный // Почвоведение. – 1990. – № 4. – С. 58-64.
7. Качинский, Н. А. Физика почвы. Ч. 1. / Н. А. Качинский. – Москва: Высшая школа, 1965. – 321 с. – Текст: непосредственный.
8. Долгов, С. И. О критериях оптимального сложения пахотного слоя почвы / С. И. Долгов, И. В. Кузнецова, С. А. Модина. – Текст: непосредственный // Проблемы обработки почвы: доклады Международного совещания (13-15 июня 1968 г.). – Варна. – София, 1970. – С. 131-142.
9. Кузнецова, И. В. Об оптимальной плотности почв / И. В. Кузнецова. – Текст: непосредственный // Почвоведение. – 1990. – № 5. – С. 43-54.
10. Кузнецова, И. В. Оценка изменения физических свойств пахотных дерново-подзолистых суглинистых почв нечерноземной зоны России в зависимости от характера антропогенного воздействия / И. В. Кузнецова, В. Ф. Уткаева, А. Г. Бондарев. – Текст: непосредственный // Почвоведение. – 2009. – № 2. – С. 152-162.
11. Медведев, В. В. Плотность сложения почв (генетический, экологический и агрономический аспекты) / В. В. Медведев, Т. Е. Лындина, Т. Н. Лактионова – Харьков: Изд. «13 типография», 2004 – 243 с. – Текст: непосредственный.
12. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина – Москва: Агропромиздат, 1986. – 416 с. – Текст: непосредственный.
13. ГОСТ 5180-2015. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик: дата введения 2016-04-01. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 19 с. – Текст: непосредственный.
14. ГОСТ 28268-89. Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений: дата введения 1989-27-09. – М.: Стандартинформ, 2006. – 6 с. – Текст: непосредственный.
15. Гайнуллин, И. А. Влияние конструктивных параметров движителей и нагрузочных режимов тракторов на почву / И. А. Гайнуллин, А. Р. Зайнуллин. – Текст: непосредственный // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 2. – С. 31-36.
16. Белов, Г. Д. Уплотнение почвы тракторами и урожай / Г. Д. Белов, А. П. Подолько. – Текст: непосредственный // Земледелие. – 1977. – № 9. – С. 46-47.
17. ГОСТ 26955-86. Техника сельскохозяйственная мобильная. Нормы воздействия движителей на почву: дата введения 1986-14-07. – Москва: Изд-во стандартов, 1986. – 7 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Posypanov G.S. Rasteniyevodstvo. – M.: Kolos, 2007. – 612 s.
2. Pochvovedenie / I.S. Kaurichev, N.P. Panov, N.N. Rozov i dr.; pod red. I.S. Kauricheva. – M.: Agropromizdat, 1989. – 719 s.
3. Kim Yu.A., Zelenyy P.V., Franskevich I.V. Vliyaniye konstruktivnykh parametrov kolesnykh dvizhiteley na izmeneniye fiziko-mekhanicheskikh svoystv pochvogrunta i tyagovyye kachestva traktora // Vestnik Belorussko-Rossiyskogo universiteta. – 2008. – No. 4 (21). – S.34-42.
4. Kravchenko, V.I. Nekotorye voprosy prognozirovaniya uplotneniya pochv mashinami // Tr. Pochvennogo in-ta im. V.V. Dokuchaeva. Vliyaniye selskokhozyaystvennoy tekhniki na pochvu. – M., 1981. – S. 10-13.
5. Bondarev A.G. Problema uplotneniya pochv selskokhozyaystvennoy tekhnikoy i puti ee resheniya // Pochvovedenie. – 1990. – No. 5. – S. 31-37.
6. Bondarev A.G., Kuznetsova I.V., Sapozhnikov P.M. Pereuplotneniye pochv selskokhozyaystvennoy tekhnikoy: prognoz yavleniya i protsessy razuplotneniya pochvy // Pochvovedenie. – 1990. – No. 4. – S. 58-64.
7. Kachinskiy N.A. Fizika pochvy. – Ch. 1.– M.: Vysshaya shkola, 1965. – 321 s.
8. Dolgov S.I., Kuznetsova I.V., Modina S.A. O kriteriyakh optimalnogo slozheniya pakhotnogo sloya pochvy // Problemy obrabotki pochvy. Dokl. mezhdunar. soveshchaniya 13-15 iyunya 1968, Varna. – Sofiya, 1970. – S. 131-142.
9. Kuznetsova I.V. Ob optimalnoy plotnosti pochv // Pochvovedenie. – 1990. – No. 5. – S. 43-54.
10. Kuznetsova I.V., Utkaeva V.F., Bondarev A.G. Otsenka izmeneniya fizicheskikh svoystv pakhotnykh dernovo-podzolistykh suglinistykh pochv nechernozemnoy zony Rossii v zavisimosti ot kharaktera antropogennogo vozdeystviya // Pochvovedenie. – 2009. – No. 2. – S. 152-162.
11. Medvedev V.V., Lyndina T.E., Laktionova T.N. Plotnost slozheniya pochv (geneticheskiy, ekologicheskiy i agronomicheskiy aspekty). – Kharkov: Izd. «13 tipografiya», 2004 – 243 s.
12. Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochv. – M.: Agropromizdat, 1986. – 416 s.
13. Grunty. Metody laboratornogo opredeleniya fizicheskikh kharakteristik: GOST 5180-2015. – Vved. 2016-04-01. – M.: Standartinform, 2016. – 19 s.
14. Pochvy. Metody opredeleniya vlazhnosti, maksimalnoy gigroskopicheskoy vlazhnosti i vlazhnosti ustoychivogo zavyadaniya rasteniy: GOST 28268-89. – Vved. 1989-27-09. – M.: Standartinform, 2006. – 6 s.
15. Gaynullin I.A., Zaynullin A.R. Vliyaniye konstruktivnykh parametrov dvizhiteley i nagruzochnykh rezhimov traktorov na pochvu // Fundamentalnye issledovaniya. – 2017. – No. 2. – S. 31-36.
16. Belov, G.D. Podolko A.P. Uplotneniye pochvy traktorami i urozhay // Zemledelie. – 1977. – No. 9. – S.46-47.
17. Tekhnika selskokhozyaystvennaya mobilnaya. Normy vozdeystviya dvizhiteley na pochvu: GOST 26955-86. – Vved. 1986-14-07. – M.: Izd-vo standartov, 1986. – 7 s.



УДК 631.6:582.866

С.В. Макарычев, А.А. Канарский
S.V. Makarychev, A.A. Kanarskiy

ВЛИЯНИЕ МЕЛИОРАТИВНЫХ ПРИЕМОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОБЛЕПИХИ И ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ

THE IMPACT OF RECLAMATION TECHNIQUES ON SEA-BUCKTHORN YIELD AND SOIL THERMAL REGIME

Ключевые слова: облепиха, дернование, обрезка, урожайность, температура, сумма температур, термический режим.

Keywords: sea-buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.), sodding, pruning, yield, temperature, accumulated temperature, thermal regime.