

УДК 631.3:631.43

ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ХОДОВЫХ СИСТЕМ МАШИН В ТЕХНОЛОГИЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Никонов С.Л. – 11 мпт, 2 курс, АМФ

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Янцов Н.Д.

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Почва представляет собой сложное тело, состоящее в основном из трех фаз: твердой, жидкой и газообразной. В зависимости от, того, в каком сочетании производят определение, различают три понятия: плотность твердой фазы почвы (твердая фаза) d ; плотность скелета, или объемная масса (твердая и газообразная фазы) d_v ; плотность почвы в естественном ее состоянии (твердая, жидкая и газообразная фазы) d_n [2].

Под **плотностью твердой фазы** почвы понимают отношение массы твердой части почвы (почвы без скважин) к единице объема. Зависит она от химического, минерального состава и определяется средней плотностью веществ, составляющих данную почву, и их относительным содержанием.

Плотность твердой фазы почвы чаще всего определяются с помощью пикнометра. Принцип пикнометрического метода заключается в определении объема воды или инертной жидкости, соответствующего объему почвы, взятой на анализ. Пикнометр – это мерный сосуд, позволяющий учитывать объем жидкости с большой точностью.

Под **плотностью скелета почвы** понимают отношение массы сухой почвы ненарушенного сложения к единице объема и рассчитывают по формуле

$$d_v = \frac{P}{V}, \quad (1)$$

где d_v – плотность скелета почвы (г/см^3 , кг/см^3);

P – масса сухой почвы ненарушенного сложения в определенном объеме;

V – объем почвы.

Это одно из важнейших физических характеристик, сказывающаяся на водном, воздушном, тепловом режимах. По плотности сложения верхних горизонтов судят об окультуренности почв. Сильно уплотненная в сухом состоянии почва оказывает большое сопротивление развитию корневой системы растений, при обработке ее требуются дополнительные затраты. В переувлажненной плотной почве создаются неблагоприятные условия для растений вследствие занятости почти всего объема пор водой и недостатка пор аэрации. Плотная почва плоха или совсем не фильтрует воду. Поступающая на поверхность вода не проникает внутрь, а стекает, вызывая процессы эрозии.

Плотность сухой почвы ненарушенного сложения зависит от гранулометрического состава, структуры, ее водопрочности и механической прочности, порозности, влажности. Она изменяется в пространстве и во времени, особенно в верхних горизонтах, подвергающихся постоянному воздействию климатических, биологических и антропогенных факторов.

Плотность почвы в естественном состоянии есть масса почвы, включая все ее фазы (твердую, жидкую, газообразную) в единице объема. Выражается в г/см^3 , кг/м^3 , т/м^3 и определяется чаще всего буровым методом. Образец почвы, взятый при естественной влажности, взвешивается, и масса делится на объем. Плотность изменяется во времени, что связано с динамикой влажности, а также с уплотнением почвы вследствие усадки.

Отдельные механические элементы и структурные отдельные в почве неплотно прилегают друг к другу. Между ними образуются промежутки, различные по величине и форме, которые принято называть порами. Совокупность этих пор составляет порозность почвы. Ее выражают в % объема и рассчитывают по формуле

$$P_{\text{общ}} = \frac{d - d_v}{d} \times 100, \quad (2)$$

где $P_{\text{общ}}$ – порозность общая;

d – плотность твердой фазы почвы;

d_v – плотность скелета почвы.

Порозность – одно из важнейших свойств почвы, обуславливающее в основном водной и воздушный режимы. От величины

пор зависит передвижение воды в почве, водопроницаемость и водоподъемная способность, мобильность воды. С порозность связана влагоемкость и воздухоемкость почв.

Наибольшую агрономическую значимость имеют поры активные, занятые капиллярной водой, и поры аэрации, при чем последние должны составлять не менее 20–25 % общей порозности.

Для выявления пор предложено несколько методов, которые можно разбить на две группы: определение порозности с помощью приборов и путем расчетов.

Физико-механические свойства почвы

К физико-механическим свойствам почвы относят пластичность, набухание, липкость, твердость или сопротивление сдавливанию и раскалыванию, сопротивление сдвигу, трению и др., определяющие в основном технологические свойства [1]. Знание их необходимо для правильного конструирования сельскохозяйственных орудий и машин, расчетов сопротивления почвы при обработке и перекачивании машин по ней. Физико-механические свойства почвы определяют износ соприкасающихся с ней отдельных частей орудий обработки и коэффициент их полезного действия. Этими же свойствами обуславливается качество обработки и характер деформации почвы работе сельскохозяйственных машин.

Очень большое значение имеет знание физико-механических свойств почв и грунтов при строительных работах, а также в керамической промышленности. Эти свойства оказывают также большое влияние на корневую систему растений. Все перечисленное выше дает понятным тот интерес, который проявляют исследователи к этому вопросу.

Пластичностью называют способность почвы и грунта деформироваться и принимать приданную им во влажном состоянии форму без образования трещин и сохранять ее после прекращения внешнего воздействия. Переувлажненные и сухие почвы не обладают пластичностью. Она появляется в определенном пределе увлажнения. Пластичность зависит от механического, химического и минерального состава, а также от формы частиц, слагающих почвы или грунт.

Верхним пределом пластичности почвы является влажность нижней границы текучести, нижним – влажность границы раскатывания почвы в шнур. Величину пластичности измеряют числом пластичности, представляющим разницу в содержании воды в про-

центах при нижней границе текучести и границе скатывания в шнур. В этом интервале почвы деформируется с сохранением приданной ей формы, максимально набухает, обладает слабым сопротивлением при внешнем механическом воздействии, при перекатывании по ней машин образуются колеи по ходу колес.

Набухание – увеличение объема почвы и грунта в процессе смачивания. В результате гидратации почвенных частиц и образования на поверхности их оболочек рыхло связанной воды уменьшаются силы сцепления между ними, происходит отделение их друг от друга, что приводит к увеличению общего объема почвы. Способность почвенных частиц к набуханию связана с гранулометрическим, минералогическим и химическим составом, а также с начальной плотностью и влажностью.

О природе процесса набухания существует несколько теорий. Капиллярная теория объясняет набухание действием капиллярных сил внутри и на поверхности смачиваемого образца. В основе теории сольватных оболочек представление о двойном электрическом слое как конденсаторе, у которого одна обкладка находится в твердой фазе, другая – в жидкой.

Осмотическая теория объясняет процесс набухания разностью концентраций растворов. Если концентрация раствора в поровом пространстве выше, чем концентрация окружающего раствора, то происходит набухание, а если ниже – наблюдается сжатие.

Способность почвы к набуханию можно характеризовать степенью, влажностью и давлением набухания.

Под усадкой почвы или грунта понимают уменьшение объема их при высыхании. Предел усадки соответствует полному удалению воды из почвы и переходу из полутвердой в твердую консистенцию. Усадка зависит от тех же факторов, что и набухание.

Усадку определяют по величине линейной или объемной усадки и по влажности, при которой прекращается усадка (предел усадки).

Липкость – способность почвы прилипать к соприкасающимся с нею предметом: рабочим частям и колесам почвообрабатывающих орудий и машин. Проявляется она тогда, когда сцепление между почвенными частицами меньше, чем между почвой и соприкасающимися с ней предметами. Прилипание почвы к рабочим частям сельскохозяйственных орудий вызывает часто настолько значительное сопротивление, что работа протекает с большой затратой энергии.

Липкость измеряется усилием в г на см², требующемся для отрыва от почвы прилипшего к ней диска или пластины:

$$t = \frac{P}{S}, \quad (3)$$

где t – липкость, кПа;

P – усилие, затраченное на отрыв диска от почвы, Н;

S – площадь диска, см².

Липкость почвы зависит от ее гранулометрического, химического и минералогического состава, от структуры и влажности. Почвы глинистые и бесструктурные сильнее прилипают, чем легкие по гранулометрическому составу или структурные глинистые. С повышением влажности до определенного предела липкость увеличивается, а далее уменьшается, так как нарушается сцепление между частицами почвы. В почвах структурных, например, в черноземах, липкость начинает проявляться в пределах 60–80 % общей влагоемкости. Бесструктурные почвы начинают прилипать при более низкой влажности. Появление липкости связано с вертикальным давлением. Поэтому для характеристики липкости и практического использования данных следует изучать ее в динамике влажности, начиная от наименьшей и кончая полным насыщением.

Под сдвигом почвы понимают смещение одной части ее по отношению к другой в результате бокового (тангенциального) давления.

При сдвиге внутри почвы или грунта площадки по отношению ко всей массе почвы сопротивление сдвигающим (касательным) усилиям складывается из сцепления, обусловленного молекулярными и капиллярными силами, и сил внутреннего трения. Напряжение сдвигающих усилий, превышающих сопротивление сдвигу, вызывает разрыв (срез) в почве и скольжение по плоскостям среза, которому противодействует трение.

Установлено, что тангенциальное усилие P (кПа) при перемещении одного пласта почвы (грунта) по отношению к другому, нормальное давление Q (Н) и сцепление частиц C (Н) связаны уравнением

$$P = C + Qf, \quad (4)$$

где f – угловой коэффициент, он же коэффициент внутреннего трения.

Сопротивление почв и грунта сдвигу зависит от гранулометрического, химического и минералогического состава, плотности сложения, влажности, а также прилагаемой внешней нагрузки.

Твердость почвы есть сопротивление ее вертикально приложенной силе при разрезании, расклинивании или сдавливании. Высокая твердость почвы часто снижает всхожесть семян, оказывает механическое сопротивление развивающейся корневой системе растений, влияет на развитие растений, изменяя водный, воздушный и тепловой режимы почвы. Твердость – важная технологическая характеристика почвы.

Влажность почвы является одним из основных факторов плодородия. Под влажностью понимают количественное содержание воды в почве. Регулирование этого режима применительно к различным почвам для получения наивысших урожаев служит основой разработки рациональной агротехники. Поэтому определение влажности почвы является наиболее распространенным почвенным анализом.

Почвенный воздух отличается от атмосферного количественным и качественным составом. В нем при нормальной аэрации в десятки раз больше углекислого газа, чем в атмосферном.

Кислород в почве интенсивно поглощается корнями растений и микробами в процессе их дыхания. При отсутствии нормального газообмена в почвенном воздухе количество кислорода может падать до десятых долей процента, а углекислоты – увеличиваться до десяти и более объемных процентов.

Среди физических свойств почвы следует выделить ряд характеристик, которые определяют количественный и качественный состав почвенного воздуха. Это воздухоемкость, воздухопроницаемость и газообмен между почвой и атмосферой (аэрация почвы) [2].

Воздухоемкость почвы – способность почвы удерживать при определенном физическом состоянии то или иное количество воздуха. Содержание воздуха при этом выражают в процентах от объема почвы. Воздухоемкость – величина динамическая. При полном насыщении всех пор в почве водой присутствует только растворенный воздух. По мере подсыхания почвы количество воздуха в ней возрастает.

Воздухоемкость при влажности почвы, соответствующей общей или полевой влагоемкости, является существенной физической

характеристикой. Величина ее равна разности между общим объемом пор и объемом занятых водой. Если объем пор, занятых воздухом при общей влагоемкости, меньше 10–15 % от объема почвы, аэрация почвы недостаточная и требуется мелиоративные или агротехнические приемы для улучшения ее.

Воздухопроницаемостью почвы называют скорость проникновения воздуха или газа в почвенную толщу. В природных условиях это происходит под влиянием атмосферного давления или воды, затопляющей поверхность почвы в период снеготаяния, ливневых дождей и т. д.

За меру воздухопроницаемости почвы принимается количество воздуха в мл, прошедшего под определенным давлением в единицу времени через площадь сечения почвы 1 см² при толщине слоя в 1 см выражают воздухопроницаемость и в относительных величинах – в процентах к скорости выделения воздуха в атмосферу.

Анализ научно-технической информации по уплотнению почвы показывает, что воздействие движителей машин на почву следует связывать с изучением изменения физических свойств почвы в зависимости от таких показателей как нормальное давление, скорость движения машин и др. Конечным и определяющим фактором воздействия ходовых систем сельскохозяйственных машин на почву в технологиях сельскохозяйственного производства является изменение урожайности сельскохозяйственных культур и плодородия почвенного слоя.

Список использованных источников

1. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почвы: 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
2. Янцов, Н.Д. Агротехническая проходимость самоходных кормоуборочных комбайнов на торфяно-болотных почвах: автореф. дис. канд. техн. наук / Н.Д. Янцов; Белорусский институт механизации сельского хозяйства. – Минск, 1983. – 201 с.
3. Возможные способы продления срока использования полевых досок плуга / В.Я. Тимошенко [и др.] // Агропанорама. – 2015. – N 1. – С. 12–14.
4. Качинский, Н.А. Физика почв. – Москва: Высшая школа, 1970 – 358 с.