Заключение

Технологии точного земледелия позволяют снижать эксплуатационные затраты МТП за счет сокращения холостых перемещений и перекрытий, рационального использования рабочего времени, уменьшения расхода топлива, удобрений и пестицидов, а также совершенствования планирования механизированных работ. Для сельскохозяйственных предприятий Республики Беларусь наиболее эффективен комплексный подход, объединяющий спутниковый мониторинг, автоматическое управление, цифровое картирование, телематику и дифференцированное внесение [1].

Экономическую эффективность следует определять по фактическим показателям конкретного предприятия с учетом состава техники, технологии возделывания сельскохозяйственных культур и условий эксплуатации.

Список использованной литературы

1. Журавлёв В. А. Цифровизация сельского хозяйства в Республике Беларусь: технологические решения для развития // Аграрная экономика. – 2024. – № 3. – С. 60–70.

2. Старостин И. А., Лавров А. В., Ещин А. В., Давыдова С. А. Состояние и перспективы развития парка сельскохозяйственных тракторов в условиях цифровой трансформации сельского хозяйства // Тракторы и сельхозмашины. – 2023. – Т. 90, № 4. – С. 387–394.

3. Юзефович Е., Романцевич Д. Основные элементы прецизионного земледелия // Наука и инновации. – 2021. – № 3. – С. 26–30.

4. Непарко Т. А., Жданко Д. А., Быков Н. Н., Нагорный А. В. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка: учебное пособие. – Минск: РИПО, 2023. – 304 с.

УДК 631.3.012:631.4

АГРОФИЗИКОБИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПОЧВЕННОЕ ПЛОДОРОДИЕ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ХОДОВЫХ СИСТЕМ МАШИН

Н.Д. Янцов, канд. техн. наук, доцент,
Н.Н. Вечер, канд. биол. наук, доцент,
Г.И. Кошля, старший преподаватель
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Технологии возделывания сельскохозяйственных культур предусматривают многократные проходы тракторов и сельскохозяйственных машин по полю.

Abstract. Crop cultivation technologies involve multiple passes of tractors and agricultural machinery across the field.

Ключевые слова: почва, агрофизикобиологические свойства почв, ходовые системы, структура.

Keywords: soil, agrophysicobiological soil properties, running gear, structure.

ВВЕДЕНИЕ

Происходящие при этом процессы взаимодействия движителей с почвой оказывают влияние не только на эксплуатационные свойства машинно-тракторного агрегата (производительность, расход топлива и др.), но и на состояние почвы, которая выступает как объект обработки и как среда произрастания сельскохозяйственных культур. Убытки от уплотнения почвы сельскохозяйственной техникой составляют значительную величину. Из-за избыточного уплотнения повышается удельное сопротивление почвы, при этом как снижается производительность агрегатов, возрастают затраты энергии и расход топлива на единицу обрабатываемой площади. По затратам труда названные факторы относят к числу наиболее значимых в сельскохозяйственном производстве.

Основная часть

Почва представляет собой сложное тело, состоящее в основном из трех фаз: твердой, жидкой и газообразной, основные агрофизикобиологические свойства почв можно подразделить на следующие основные группы;

- - физико-механические свойства почвы
- - гидрофизические свойства почвы
- - аэрофизические свойства почвы
- - теплофизические свойства почвы
- - электрофизические свойства почвы

Физико-механические свойства почвы характеризуются основными показателями – это плотность, порозность, глыбистость (структура) почв. Также к физико-механическим свойствам почв относят пластичность, набухание, липкость, твердость или сопротивление сдавливанию и раскалыванию, сопротивление сдвигу, трения и др., определяющие в основном технологические свойства [1]. Знание их необходимо для правильного конструирования сельскохозяйственных орудий и машин, расчетов сопротивления почвы при обработке и перекатывании 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.

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.

пустоты после взятия образца сыпучим или жидким веществами.

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 порозностью 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.

Глыбистость (структура) почв определяется размером почвенных комков и частиц. Излишнее буксование движителей вызывает истирание почв, что в итоге снижает их плодородие. Оптимальным размером почвенных комков считается 4-5 мм.

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.

Набухание – увеличение объема почвы и грунта в процессе смачивания. В результате гидратации почвенных частиц и образования на поверхности их оболочек рыхло связной 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 [2,3].

Под усадкой почвы понимают уменьшение её объема 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.

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/см^2, требующемся для отрыва от почвы прилипшего к ней диска или пластины:

$$\tau = \frac{P}{S},$$

где τ – липкость, кПа;

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

S – площадь диска, см^2.

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 чер-

ноземах, липкость начинает проявляться в пределах 60 - 80 % общей влагоемкости. Бесструктурные почвы начинают прилипать при более низкой влажности.

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 трении. 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

$$P = C + Qf \ ,$$

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.

Гидрофизические свойства почв определяются влажностью почвы, которая 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.

Аэрофизические свойства почв характеризуются её воздухоемкостью, воздухопроницаемостью и газообменом между почвой и атмосферой (аэрация почвы) [2].

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.

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 $см^2$ при толщине слоя в 1 см. выражают воздухопроницаемость и в относительных величинах – в процентах к скорости выделения воздуха в атмосферу.

Теплофизические свойства почвы определяет солнечная радиация. К теплофизическим свойствам почв относят теплоемкость, теплопроводность, температуру и температуропроводность.

Теплоемкостью массы ($C_в, Дж/г \cdot^0 C$) называют количество тепла в джоулях, необходимое для нагревания 1 г абсолютно сухой почвы на 1 ^{0}С. Количество тепла, необходимое для нагревания 1 $м^3$ сухой почвы на 1 ^{0}С, называют объемной удельной теплоемкостью

(C_V, $Дж/м^3 \cdot^0 C$) [2]. Объемная теплоемкость и теплоемкость массы связаны между собой уравнением:

$$C_V = Cd_1,$$

где d_1 – плотность твердой фазы почвы.

Под *теплопроводностью почвы* понимают способность поглощать и проводить тепло от слоя к слою в направлении, обратном термическому градиенту, т. е. от горячих в холодные. Количество передающейся через слой почвы тепловой энергии пропорционально градиенту температуры и коэффициенту теплопроводности. Коэффициент теплопроводности (λ) равен количеству тепла в Дж, прошедшего в секунду через почвы сечением 1 $см^2$ (10^{-4} $м^2$) при толщине слоя 1 см (10^{-2} м) и температурном градиенте на концах слоя в 1 ^{0}С. Размерность коэффициента λ в системе СИ – Дж/(м·с·^{0}С). Величина теплопроводности почвы зависит от основных ее компонентов (твердой и жидкой фазы).

Прогревание глубинных горизонтов почвы прямо пропорционально ее теплопроводности и обратно пропорционально теплоемкости.

Температуропроводность характеризует способность почвы выравнивать свою температуру при наличии разницы нагрева в данной и соседней точках. Коэффициент температуропроводности K_t равен тому повышению температуры, которое произойдет в единице объема почвы при поступлении в нее тепла, численно равного его теплопроводности λ:

$$K_t = \frac{\lambda}{C_V},$$

где C_V – объемная теплоемкость почвы.

В системе СИ K_t выражают в $м^2/с$ при теплопроводности 1 Дж/м ^{0}С, удельной теплоемкости 1 Дж/кг ^{0}С и плотности – $кг/м^3$.

Температуру почвы определяет кинетическая энергия теплового движения молекул и атомов вещества почвы. Температура сопряжена со свойствами почвы. Так, при понижении температуры ниже условно принятого 0^0 влечет переход жидкой фазы в твердую. Температуры измеряют ртутными и электрическими термометрами.

Электрофизические свойства почвы характеризуются показателями электроосмоса, удельной поверхностной проводимости , потенциалом фильтрации (протекания) и электропроводностью.

Электроосмосом называют движение жидкости в почве под влиянием внешнего электрического поля. При наличии электрического поля ионы диффузного слоя вместе с водой перемещаются в направлении тока (к катоду). Перенос воды измеряется коэффициентом электроосмоса ($K_Э$), который равен количеству воды ($см^3$), переносимой через единицу площади капиллярной системы ($см^2$) в единицу времени (с), при градиенте напряжения в 1 В/см. Размерность $K_Э$ – $см^2/В \cdot с$ [2,4].

Отношение величины поверхностной проводимости к удельной поверхности в единице объема водонасыщенной почвы представляет собой *удельную поверхностную проводимость* K_S**:**

$$K_S = \frac{\chi_S W \cdot 0{,}01}{S},$$

где S – удельная поверхность почвы, $см^2/г$;

W – объемная влажность водонасыщенной почвы, $г/см^3$;

0,01 – коэффициент перевода содержания влаги, $г/см^3$, выраженный ранее в %.

Потенциалом фильтрации (протекания) $E_ф$, называют разность потенциалов, возникающая между концами почвенной колонны при протекании через нее жидкости под давлением.

В полевых условиях фильтрационный потенциал возникает вследствие выноса избыточных ионов (катионов) из диффузионного слоя проходящим потоком воды в направлении его сброса [5].

Под *электропроводностью почвы* $\chi_П$ понимают способность ее пропускать электрический ток I под действием электрического напряжения E (См/м):

$$\chi_П = \frac{I}{E}.$$

Электропроводность почвы зависит от содержания влаги, концентрации солей, содержания воздуха и температуры почвы.

Заключение

Анализ научно-технической информации по воздействию движителей машин на почву показывает, что это воздействие следует связы-

вать с изучением изменения агрофизикобиологических свойств почв в зависимости от показателей, характеризующих ходовые системы энергосредств и сельскохозяйственных машин. Конечным и определяющим фактором воздействия ходовых систем на почву в технологиях сельскохозяйственного производства является изменение урожайности сельскохозяйственных культур и плодородия почвенного слоя.

Снижение урожайности сельскохозяйственных культур в зоне воздействия движителей машинно-тракторных агрегатов на почву происходит вследствие изменения всего комплекса свойств, которыми обладает почва. Однако аэрофизические, теплофизические и электрофизические свойства почв вследствие такого воздействия изучены слабо. Публикации по данному вопросу малочисленны и требуется более подробное рассмотрение влияния этих свойств на плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур.

Список использованной литературы

1. Кононов, А.М. Исследование реализации тягово-сцепных качеств и аэромеханической проходимости колесных тракторов на суглинистой почве Белоруссии: дис. ... докт. техн. наук./А.М. Кононов; Белорусская сельскохозяйственная академия. – Горки, 1974. – 322 с.

2. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почвы: 3-е изд., перераб. И доп. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

3. Дояренко, А.К. К изучению структуры почвы как соотношению капиллярной и некапиллярной скважности и ее значение в плодородии почв: Научно-агрономический журнал. – 1924, №7-8.

4. Методическое руководство по изучению почвенной структуры / Под редакцией И.Б. Ревута и А.А. Роде/ – Л.: Колос, 1969. –230 с.

5. Качинский, Н.А. Физика почв. – Москва: Высшая школа, 1970 – 358 с.

УДК 631.354.2

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ В ЗАО «АГРОКОМБИНАТ НЕСВИЖСКИЙ»

Д.С. Праженик, старший преподаватель,
В.В. Маркевич, старший преподаватель,
Ю.А. Нестеров, студент

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
Prazhenik@bsatu.by

Аннотация. В данной статье рассчитан удельный вес отказов зерноуборочных комбайнов участвовавших в уборочной компании ЗАО «Агрокомбинат Несвижский».