

## **ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ НА ИЗНАШИВАНИЕ ДИСКОВЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ**

**Шовкопляс А. В. к. т. н.**

*(Луганский национальный аграрный университет)*

*Проанализированы физико-механические и технологические свойства почв и их влияние на изнашивание рабочих органов. Исследован характер и интенсивность изнашивания дисковых рабочих органов.*

Основным средством производства в сельском хозяйстве является почва. Качество обработки почвы, энергетические расходы и общие затраты на обработку в значительной мере определяются конструктивными параметрами и состоянием рабочих органов.

Рабочие органы почвообрабатывающих машин работают в абразивной почвенной среде и подвергаются интенсивному изнашиванию, изменяя свою форму и размеры, в связи с чем, их приходится часто заменять или ремонтировать.

Многочисленные испытания серийных рабочих органов показывают, что средняя наработка на отказ дисков луцильников и дисковых борон – 16-40 га. Это свидетельствует о не достаточной долговечности этих рабочих органов.

В последнее время рынок сельскохозяйственной техники в нашей стране расширился за счет предложений зарубежных фирм. Привлекательным в зарубежных дисковых боронах является ресурс их рабочих органов, который в 2 и более раз выше ресурса аналогичных рабочих органов борон отечественного производства.

Одним из направлений повышения эффективности дискования отечественными дисковыми боронами может быть совершенствование конструктивных параметров и технологий упрочнения дисковых рабочих органов.

Не смотря на то, что вопросы изнашивания рабочих органов почвообрабатывающих машин довольно хорошо изучены и разработаны мер по повышению их работоспособности, до настоящего времени нет достаточно обоснованной классификации почв по их изнашивающей способности; отсутствуют математические описания относительной износостойкости материалов от их химического состава, а также износа и долговечности деталей рабочих органов в различных условиях изнашивания; нет обоснованных рекомендаций по оптимизации материалов для изготовления деталей рабочих органов, а также конструктивных параметров.

Объектами исследования являются дисковые рабочие органы дисковых борон, процессы их взаимодействия с почвой, а также материалы для их изготовления и упрочнения – стали, чугуны, наплавочные, керамические,

композиционные материалы.

Почва – это природное образование, формирующееся под воздействием воды, воздуха и живых организмов и обладающее плодородием. [1, 2]

В зависимости от климатических условий, количества осадков, длительности зимы и лета, видов деятельности, почвы различают по цвету, гранулометрическому составу и физическим свойствам и подразделяются на генетические типы.

Почва представляет собой трехфазную дисперсную среду (рис. 1), состоящую из твердых, жидких и газообразных частиц, раздробленных и перемешанных между собой. В почве содержатся также растительные остатки (корни и стебли растений) и живые организмы растительного и животного происхождения.

Промежутки между твердыми частицами заполнены водой и воздухом, от соотношения жидкой и газообразной фаз в большей степени зависят технологические свойства почвы. Чем больше в почве воды, тем меньше воздуха и наоборот.



Рисунок 1 – Структура и фазовый состав почв

Твердая фаза почвы – это «скелет», содержащий каменистые включения (частицы более 1 мм) и мелкоземы (частицы до 1 мм).

Отношение массы «скелета» к массе мелкозема в процентах характеризует каменистость. Гранулометрический состав почвы определяют по результатам анализа мелкозема.

В глинистых частицах содержатся цементирующие вещества, обеспечивающие связность почв. Почвы, содержащие много глинистых частиц, относятся к тяжелым. Во влажном состоянии они налипают на рабочие органы машин.

Почвы, содержащие много частиц песка, относятся к легким. Они не липки, непластичны, легко крошатся, хорошо поглощают влагу, но плохо ее удерживают.

Супесчаные и суглинистые почвы по своим свойствам занимают промежуточное положение между песчаными и глинистыми почвами.

Состав, агрегатное состояние и физико-механические свойства почвы в значительной мере определяют ее изнашивающую способность. Наибольшее влияние на изнашивающую способность почвы оказывает ее механический состав.

Механические элементы разных почв отличаются не только по размерам, процентному содержанию, но и по минералогическому составу, что определяет их различие по разнообразным свойствам.

Основными агентами износа дисковых рабочих органов бороны являются твердые (HV 7-11 ГПа) минеральные частицы кварца и гранита, составляющие примерно 36,6-70,8% почвы. Затем по степени распространения идут полевой шпат, слюда и другие минералы (HV 6-7,2 ГПа) [3].

Большая часть частиц имеет округлую форму, но также могут находиться и частицы, имеющие острые грани и выступы [4], которые способны деформировать контактирующие поверхности деталей рабочих органов. Меньшей твердостью обладают частицы пород, образующих глинистые почвы.

Под технологическими свойствами почвы понимаются свойства, которые проявляются в процессе ее механической обработки и оказывают влияние на закономерности и характер протекания технологических процессов, связанных с характером и интенсивностью изнашивания дисковых рабочих органов, изменением тягового сопротивления в процессе их изнашивания, соблюдением агротехнических требований. К технологическим свойствам относятся такие свойства, как фрикционность, абразивность, твердость, сопротивление различным видам деформации, липкость, связность.

Фрикционные свойства проявляются при скольжении почвы относительно какого-либо тела, соприкасающегося с ней, или при скольжении одних частиц почвы относительно других. При таком скольжении возникает сила трения, представляющая собой силу сопротивления перемещению (скольжению) и направленная в сторону, противоположную скорости относительного движения.

Изнашивающая или истирающая способность (абразивность) почвы проявляется в износе поверхности рабочих органов сельскохозяйственных машин, которые взаимодействуют с почвой во время ее обработки. Степень истирающей способности зависит главным образом от гранулометрического состава почвы: она больше у песчаных и меньше у глинистых почв.

Наибольшая интенсивность изнашивания дисковых рабочих органов по массе (130-225 г/га) наблюдается на песчаных почвах с большим количеством

каменистых включений. При дисковании песчаных и супесчаных почв без каменистых включений интенсивность изнашивания дисковых рабочих органов колеблется в пределах 80-130 г/га. Скорость изнашивания дисковых рабочих органов на глинистых почвах в 5-6 раз ниже, чем на песчаных и супесчаных.

Существенное влияние на интенсивность изнашивания оказывает твердость и влажность почвы. Параметры твердости и влажности взаимосвязаны. При снижении влажности повышается твердость почвы и наоборот. При увеличении влажности почв с 4 до 12 процентов их твердость снижалась в 6-10 раз. [5].

П. У. Бахтин [6] установил, что между твердостью и влажностью почвы имеется обратная корреляционная связь с коэффициентом корреляции 0,9-1,0.

Изменение этих параметров двояко влияет на изнашивающую способность почв. С одной стороны, с повышением твердости почв их изнашивающая способность должна возрастать вследствие увеличения давления в зоне контакта абразивной частицы и микроучастка поверхности рабочего органа. Кроме того, по данным [5] отсутствие влаги значительно снижает теплопроводность почвы, благодаря чему в точках контакта развивается значительная температура. При скорости скольжения выше 0,7 м/с (2,5 км/ч) значительно интенсифицируется окисление пластически деформированного металла. На поверхности образуются слои окислов, которые затем легко уносятся в виде продуктов износа.

При определенных уровнях влажности почвы интенсивность изнашивания достигает максимальных значений, а затем уменьшается.

По экспериментальным данным [5, 7], при изменении влажности от 0 до 5-6% наблюдается резкое снижение твердости почвы и некоторое снижение интенсивности изнашивающей способности. С увеличением влажности с 6 до 12% интенсивность изнашивания возрастает в 3,5-4 раза. При этом степень фиксации частиц за счет уплотнения почвенной массы возросла (по сравнению с почвой влажностью 5%) на 30-40%. При дальнейшем увеличении влажности значительно снижается твердость почвы и ее изнашивающая способность. При этом на изнашиваемой поверхности обнаруживались очаги коррозии.

Сопротивление почвы деформации непосредственно не влияет на интенсивность изнашивания, однако долговечность рабочих органов в значительной мере определяется этим параметром. Как свидетельствуют испытания рабочих органов на долговечность в условиях суглинистых почв Луганской области, от 10 до 50 процентов дисковых рабочих органов выбраковывается в результате их изгиба и поломки, не достигнув предельного состояния по износу.

При наезде дискового рабочего органа на препятствия в почве в виде камней, почвенных уплотнений, твердых участков, нагрузка на рабочие органы за время 0,04...0,1 с в 10 и более раз «скачкообразно» возрастает по сравнению со средним ее значением при нормальном дисковании [8] и представляет большую опасность для прочности всех составляющих элементов бороны, и в первую очередь – диска.

Изнашивание деталей и дисковых рабочих органов почвой представляет собой процесс разрушения их поверхностных слоев незакрепленными минеральными зёрнами. Такое изнашивание является особенностью процесса абразивного изнашивания, отличающегося тем, что минеральные зёрна почвы связаны в сравнительно непрочную массу, а твердость этих зёрен соизмерима с твердостью материалов, которые применяются для изготовления рабочих органов.

Интенсивность износа различных поверхностей дисковых рабочих органов зависит от режимов изнашивания, изнашивающей способности почвы, свойств изнашиваемой поверхности и многих других факторов, влияющих на развитие процессов изнашивания.

Изменение размеров и формы рабочих поверхностей при изнашивании в большинстве случаев ухудшает функционирование рабочих органов, приводит к снижению их работоспособности. Предельный уровень работоспособности деталей и рабочих инструментов определяется прочностными, агротехническими или технико-экономическими показателями, пользуясь которыми устанавливают предельно допустимые значения износа.

Изменение интенсивности изнашивания поверхностей дисковых рабочих органов в зависимости от времени работы происходит, как правило, в результате изменения условий трения, удельного давления.

Для большого числа поверхностей дисковых рабочих органов динамика изнашивания не линейна вплоть до достижения предельно допустимых величин износа. Снижение скорости изнашивания в зависимости от времени работы имеет место в процессе работы лезвия диска в связи со снижением удельного давления в результате увеличения толщины этой поверхности. Напротив, скорость изнашивания внутренней поверхности диска в процессе работы вначале высокая, затем она стабилизируется в связи со снижением удельного давления в результате увеличения контактной поверхности диска с почвой, а затем вновь увеличивается в связи с повышением удельного давления в результате уменьшения контактной поверхности диска с почвой.

Дисковые рабочие органы в процессе эксплуатации сохраняют работоспособное состояние до тех пор, пока значения конструктивных параметров обеспечивают выполнение заданных функций в допустимых пределах отклонений, соответствующих требованиям нормативно-технической и конструкторской документации.

Выбраковку дисковых рабочих органов борон в процессе их эксплуатации производят по причине появления у них дефектов, которые не позволяют выполнить агротехнические требования к дискованию почвы.

Так как твердость почвы зависит, прежде всего, от ее влажности, параметром, определяющим допустимую толщину лезвия дискового рабочего органа может быть именно ее влажность.

Допустимый потенциальный износ одного и того же диска, а, следовательно, и его ресурс, будет зависеть от влажности обрабатываемых почв. На сухих почвах он будет значительно меньше, чем на влажных почвах.

## Список литературы

1. Кушнарев А. С. Механико-технологические основы обработки почвы / А. С. Кушнарев, В. И. Кочев. – К.: Урожай, 1989. – 144 с.
2. Заленский В. А. Обработка почвы и плодородие / В. А. Заленский, Я. У. Яроцкий. – Минск: Беларусь, 2004. – 542 с.
3. Тельнов Н. Ф. Ремонт машин. Учебное пособие для студентов вузов по специальности «Механизация сельского хозяйства» / Н. Ф. Тельнов. – М.: ВО Агропромиздат, 1992. – 556 с.
4. Курчаткин В. В. Надежность и ремонт машин. Учебник для студентов вузов по агроинженерным специальностям / В. В. Курчаткин, Н. Ф. Тельнов, К. А. Ачкасов, В. И. Савченко и другие. – М.: Колос, 2000. – 775 с.
5. Лехман С. Д. Исследование процесса абразивного изнашивания рабочих органов почвообрабатывающих машин в связи с механическим и химическим действием рабочей среды / С. Д. Лехман // Автореферат диссертации канд. техн. наук. – Киев: Украинская СХА, – 1969. – 19 с.
6. Бахтин П. У. Твердость почв и износ // Тракторы и сельхозмашины, 1973, №2. – С. 68-69.
7. Севернев М. М. Износ деталей сельскохозяйственных машин / М. М. Севернев. – Л.: Колос, 1972. – 288 с.
8. Ковбаса В. П. Концепція оптимізації параметрів та режимів роботи ґрунтооб-робних робочих органів / В. П. Ковбаса, М. Г. Чаусов, В. В. Шандренко // Науковий вісник НАУ – К: 2005. – Випуск 86. – С. 212-221.

## Анотація

### **ВПЛИВ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТУ НА ЗНОШУВАННЯ ДИСКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ**

**Шовкопляс О.В.**

*Проаналізовані фізико-механічні і технологічні властивості ґрунту і їх вплив на зношування робочих органів. Досліджено характер і інтенсивність зношування дискових робочих органів.*

## Abstract

### **INFLUENCE OF PHYSICAL, MECHANICAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF SOIL ON WEAR PROCESS OF DISK WORKINGS ORGANS**

**A. Shovkoplyas**

*Analyzed the physical, mechanical and technological properties of soils and their influence on the wear of working organs. Character and intensity of wear of disk workings organs is probed.*