УДК 621.793

ПРЕДПОСЫЛКИ РОСТА ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ДЕТАЛЕЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН ПРИ ОБРАБОТКЕ ПОЧВ С ВЫСОКОЙ ИЗНАШИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ

В.Г. Мисько, старший преподаватель

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

Аннотация. Работа содержит теоретическое рассмотрение условий образования абразивной прослойки между поверхностями рабочих органов почвообрабатывающих машин и массивом абразивных частиц при их трении. Обоснование опирается на анализ морфологии зерен, свойств полидисперсной абразивной составляющей почвы (гранулометрического состава, изнашивающей способности), а также сил, прилагаемых к абразивным частицам в зоне соприкосновения с режущими кромками рабочих органов. Разработан технологический прием задания топографии контактной поверхности рабочего органа, за счет которого абразивная прослойка смещается в сторону почвенного массива и тем самым предохраняет металл от изнашивания.

Abstract. The paper theoretically considers the conditions under which an abrasive interlayer forms between the rubbing surfaces of tillage-machine working bodies and the surrounding mass of abrasive particles. The consideration rests on the morphology of the grains, on the characteristics of the polydisperse abrasive soil constituent (granulometric composition, wear capacity), and on the forces acting upon abrasive particles within the contact zone of the cutting elements. A technological method of shaping the topography of the contacting surface is proposed; it protects the metal by moving the abrasive interlayer into the soil bulk.

Ключевые слова: абразивные частицы, самоорганизация трения, контактная зона, абразивная прослойка, впадины микронеровностей, дисперсность почвенной среды, движение почвенных абразивных частиц.

Keywords: soil abrasive particles, self-organizing friction, contact zone, abrasive interlayer, valleys of surface micro-irregularities, soil dispersity, motion of soil abrasive particles.

Поверхности рабочих органов почвообрабатывающих машин функционируют в условиях постоянного воздействия массива незакрепленных твердых (абразивных) зерен. Поскольку нагрузки и величины относительного смещения частиц различны, изнашивание поверхностей протекает неравномерно [1].

Например, при вспашке песчаных и супесчаных почв у отвалов тракторных плугов протирается грудь и изнашивается нижняя часть крыла; у дисковых борон на глинистых почвах резко затупляется лезвие, а на песчаных диски теряют толщину. Можно было бы

ожидать, что очаги максимального износа совпадают с зонами наибольшего давления, однако существенную роль играет и скорость скольжения частиц. Известно, что на любых почвах максимальное давление воспринимает носок лемеха, тогда как у пятки давление грунта ниже на 40–50 %, поскольку пятка расположена у открытой стенки борозды, где усилие деформирования почвы заметно меньше. Влияние давления на изнашивание в большой мере определяется структурой и фракционным составом почвы.

Под структурой почвы (ГОСТ 27593-88) понимают физическое строение твердой фазы и порового пространства, определяемое размерами, формой и взаимным расположением механических элементов и образованных ими агрегатов.

На интенсивность разрушения металлических поверхностей рабочих органов в абразивной почвенной среде влияет комплекс специфических факторов: непрерывная изменчивость внешних условий; коррозионно-механическое истирание нестабильного характера; самоорганизация фрикционных процессов; удержание абразивных зерен во впадинах микронеровностей контактирующих поверхностей.

Если высота неровностей невелика, во впадинах удерживаются лишь микрочастицы (глина), и контактная зона работает преимущественно по схеме трения скольжения (рисунок 1, а); при более высоких неровностях (рисунок 1, б) во впадинах закрепляются уже и абразивные макрочастицы.

Закрепленные во впадинах зерна способны проворачиваться при соприкосновении с незакрепленными частицами почвы; острые грани при этом истираются, и форма зерен округляется. Кроме того, застрявшие частицы, взаимодействуя с соседним абразивом, оттесняют его в сторону массива незакрепленных твердых частиц. Округлые застрявшие зерна под действием сил трения о соседние абразивные частицы вращаются, благодаря чему скольжение частично сменяется качением, а интенсивность изнашивания падает. Таким образом, в зоне трения формируется своеобразный компенсатор, переводящий трение скольжения в качение с проскальзыванием – природная аналогия такого механизма – скольжение по булыжной мостовой.

Дополнительно металл разрушается под совместным действием механической (абразивной) нагрузки от твердых зерен и химиче-

ской (коррозионной) атаки жидкости, заполняющей поровое пространство почвы.

Когда рабочие органы взаимодействуют с почвенным массивом, решающую роль в изнашивании поверхностей играет механический состав почвы: содержание абразивных зерен и их твердость, прочность закрепления частиц в массе почвы. Абразивный износ металла нарастает с увеличением доли песчаных зерен размером (0,25…1,00) мм. Наибольший вклад в изнашивающую способность вносят минеральные зерна кварца и гранита твердостью HV 7…11 ГПа, образующие основу (36,6…70,8 %) ряда песчаных почв. В грунтах с преобладанием глины таких зерен меньше, вследствие чего рабочие органы на суглинках и глинах изнашиваются существенно медленнее, чем на песках.

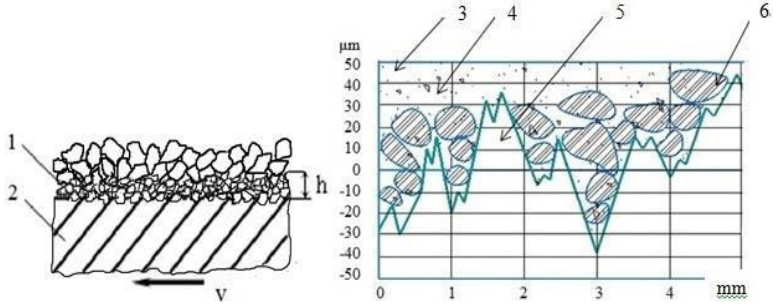

Рисунок 1 – Контактирование массива абразивных частиц с гладкой (а) и шероховатой (б) поверхностями: 1 и 5 – рабочие органы; 2, 3, 4 – почвенные слои; 6 – абразивные зерна; h – толщина абразивной прослойки

Перемещение абразивных зерен любой разновидности по контактируемой поверхности неизменно влечет за собой микрорезание, упругое и (или) пластическое деформирование металла. В связи с этим почву трактуют как твердое тело, имеющее сильно развитый рельеф и подвижный активный слой [1]; трение же рассматривают как процесс, склонный к самоорганизации [2], уравновешивающий трение и износ. Поскольку структура контактирующей среды самоорганизуется с учетом перечисленных особенностей, поверхность при трении внутри абразивного массива изнашивается заметно слабее, чем при трении о закрепленный абразив.

Взаимодействие рабочего органа с почвенной средой при его перемещении можно представить как внедрение клина с плоской либо криволинейной гранью: почва сначала уплотняется, затем

скалывается и далее перемещается вдоль рабочей грани [3]. Величина давления почвы на клин определяется характером деформирования, геометрией клина, скоростью движения, физико-механическими свойствами и состоянием почвы. Воспринимая давление и сдвигающее усилие, абразивные зерна изнашивают клин. Находясь в контакте с металлом рабочего органа, частицы совершают сложное движение – вращаются и проскальзывают. Характер этого движения задается непрерывно меняющимися по величине и направлению силами, физико-механическими свойствами абразива, шероховатостью изнашиваемой поверхности и другими факторами.

Выявленные черты механизма разрушения металла в абразивной почвенной среде – вдавливание зерен в контактирующий поверхностный слой, скольжение и (или) перекатывание по поверхности изнашивания – служат ориентирами при разработке технологических барьеров, препятствующих изнашиванию металлических поверхностей.

Распределение давлений по рабочим органам почвообрабатывающих и посевных машин при их контакте с почвой изучено недостаточно: экспериментальные попытки многих исследователей определить эти закономерности не увенчались успехом. В.П. Горячкин, анализируя точку приложения равнодействующей сил, действующих на корпус плуга, полагал, что максимум давления сосредоточен ниже лезвия лемеха – там, где износ максимален. Данная гипотеза не противоречит основным закономерностям упругопластического деформирования твердых тел и общей теории клина.

Учет закономерностей движения абразивных частиц позволяет обоснованно подбирать габариты, форму и геометрические параметры рабочих органов, при которых их долговечность в заданных условиях эксплуатации будет максимальной.

Заключение

Экспериментальное изучение почвы с высокой изнашивающей способностью (70 % песчаной и 25 % супесчаной) показало: 87 % всех абразивных частиц обладают округлыми очертаниями, включая 23 % сферических и 28 % эллипсоидальных. Округлая форма зерен способствует их перекатыванию при соприкосновении с поверхностями рабочих органов и с соседними твердыми частицами почвы, снижая коэффициент трения контактирующих поверхностей.

Исследование динамики почвенных абразивных зерен в области контакта с рабочими органами почвообрабатывающих машин показало: эллипсоидальные частицы одновременно перемещаются и вращаются относительно контактирующих поверхностей, деформируя и царапая их.

Шероховатость поверхностей рабочих органов задерживает движущиеся абразивные зерна и шаржирует ими металл, из-за чего сформировавшаяся абразивная прослойка вытесняется в сторону контактирующей почвенной среды, а изнашивание поверхностей рабочих органов уменьшается.

Список использованной литературы

1. Износ и коррозия сельскохозяйственных машин / М. М. Севернев [и др.]; под ред. М. М. Севернева. – Минск : Беларус. навука, 2011. – 333 с.

2. Тавтилов, И. Ш. Основы теории трения и изнашивания: учеб. пособие / И. Ш. Тавтилов, В. И. Юршев, А. С. Кириленко // 2-е изд., перераб. и доп.; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2021. – 192 с.

3. Горячкин, В. П. Теория, конструкции и производство сельскохозяйственных машин / В. П. Горячкин. – Москва : Сельхозгиз, 1937. – Т. 3. – 1357 с.; Т. 4. – 1358 с.

УДК 631.365

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРИЕМНОГО ОТДЕЛЕНИЯ СУШИЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

В.П. Чеботарев, д-р техн. наук, профессор,
Г.А. Радишевский, канд. техн. наук, доцент,
Н.П. Гурнович, канд. техн. наук, доцент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь
rga.shm@bsatu.by

Аннотация. В статье обоснованы параметры приемного отделения сушильного комплекса.

Abstract. The article substantiates the parameters of the drying complex's receiving section.

Ключевые слова: сушильный комплекс, параметры, объем завальной ямы.

Keywords: drying complex, parameters, receiving pit volume.

Актуальность

Во время уборочной кампании каждая минута на счету. Урожай идет непрерывным потоком: с поля – в кузов, из кузова – на переработку. И первым, кто «встречает» это зерно, является завальная яма