**РЕФЕРАТ на тему:**

***"ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ИЗНОС ДЕТАЛЕЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН"***

**1. Влияние почвенных условий на величину и характер износа деталей**

Механический состав и состояние почвы влияют не только на интенсивность износа, но и на его характер. Особенно это видно на примере износа лемехов, лап культиваторов и дисковых борон. На тяжелых суглинистых и глинистых почвах лезвие и полевой обрез лемеха затупляются и принимают овальную форму. На песчаных и супесчаных почвах он изнашивается достаточно интенсивно как по толщине, так и по ширине. Лезвие при этом сохраняет свою остроту, но на тыльной стороне его создается резко выраженная затылочная фаска, на лицевой – глубокая лучевидная канавка; носок по профилю закругляется.

В.П. Горячкин износ лицевой поверхности лемеха и отвала с образованием сквозного протирания в верхней части носка и груди объяснял возникновением в этих местах больших давлений. Другие исследователи объясняют тем, что подрезаемый слой почвы значительную часть пути скольжения не деформируется и сохраняет свою форму. При этом опирается нижней гранью на рабочую поверхность и в местах контактирования создает высокие давления. Считают, что протирание лемеха происходит вследствие более высокого коэффициента трения нормализованной стали, из которой изготовлена спинка его. Этот довод не дает объяснения, почему одновременно с лемехом протирается прилегающая часть отвала, поверхность которого закаливается до *HRC* 48.

Многочисленными опытами установлено большое влияние на величину и характер износа влажности почв. Например, на суглинистом черноземе влажностью 10% износ происходит примерно в 6 раз быстрее, чем при влажности 26%. По данным Е.П. Огрызкова [58], зависимость между интенсивностью износа лемеха по ширине и абсолютной влажностью для диапазона влажностей 8–28% имеет гиперболический характер:

Δ*l=А/Вп-Н*

где: Δ*l* – интенсивность износа лемеха по ширине; *Вп* – абсолютная влажность; A и H – постоянные коэффициенты; для лемехов с заводской термообработкой они равны 18 и 0,54.

Некоторые исследователи считают, что при пахоте относительно сухой почвы у лемехов наиболее интенсивно изнашивается лезвие с тыльной стороны, кромка его при этом остается острой. Другие отмечают, что при пахоте суп'есчано-подзолистых почв влажностью 2,8–4% лемеха не затачиваются, а, наоборот, теряют свою режущую способность. После непродолжительной работы на таких почвах их необходимо оттягивать. Совершенно иной характер износа наблюдается на этих же почвах при влажности 9,4–12,2%. Режущая способность лемеха в этом случае сохраняется в течение всего периода работы.

Опыты показывают, что до влажности 7–8% самозатачивания лезвия не наблюдается, а интенсивность изнашивания незначительная. При влажности 10–12% и выше происходит интенсивный износ вплоть до протирания носовой части лемеха и прилегающей части отвала, а лезвие сохраняет остроту. В связи с наличием в почве влаги, в которой растворены различные соли и газы, можно ожидать проявления коррозийного износа. Влияние химического воздействия почвы на интенсивность изнашивания до настоящего времени еще не изучалось.

**2. Факторы, влияющие на затупление лезвия**

Обычно тяговое сопротивление рабочего органа плуга исследуется в условиях, когда лезвие лемеха имеет номинальные геометрические размеры. В действительности, такое состояние лезвия сохраняется незначительное время. составляющее очень малую долю общего срока эксплуатации. В основном лемех работает в затупленном состоянии, причем степень затупления зависит как от геометрических форм лемеха, так и от физико-химических свойств и состояния почвы.

Рассмотрим некоторые особенности перемещения лезвия в почве. Если лезвие острое, т.е. радиус сопряжения пересекающихся плоскостей клина ничтожно мал, оно при встрече с твердыми частицами почвы испытывает очень большое давление. Под действием этого давления присходит смятие кромки и ее округление. Увеличение радиуса округления продолжается до тех пор, пока этот процесс не стабилизируется, что зависит от свойств почвы. Если представить, что затупленное лезвие в сечении представляет дугу окружности, которая при своем перемещении соприкасается с какой-нибудь частицей почвы в точке *А* (рис. 1), то возможность скольжения этой частицы ка поверхности лезвия определяется условием

**δ < 90 –φ,**

где: **δ** – угол, образованный плоскостью симметрии лезвия и плоскостью, касательной к нему в рассматриваемой точке; <р – угол трения почвы о сталь.

При **δ** > **90 –φ,** частицы не могут скользить по поверхности лезвия и будут вдавливаться в почву. В результате создается зона смятия, определяемая двойным углом:

*АА´=2rcosδ*

*де r –* приведений радиус окружности округления лезвия.

Рис. 1. Форма і параметри ріжучого леза

Таким образом, зона смятия зависит от толщины лезвия и величины трения почвы о сталь. Для одного и того же лезвия в почвах, обладающих большей величиной трения, будут создаваться большие зоны смятия. С другой стороны, при перемещении такого лезвия происходит смятие почвы, разрушение связей между ее частицами и относительное перемещение их, т.е. сопротивление почвы характеризуется силами внутреннего трения. Таким образом, трением почвы о сталь и внутренним трением в почве определяется тяговое сопротивление затупленного лезвия.

Асимметричное расположение лемеха плуга обусловливает некоторые особенности его изнашивания. Снизу лезвия образуется так называемая затылочная фаска. Наклон этой фаски зависит от физико-механических свойств почв. Для песчаных почв он приближается к нулю, для глинистых – достигает 35°.

Влияние угла наклона затылочной фаски на тяговое сопротивление весьма значительно, однако его трудно отделить от влияния округления лезвия, поэтому их обычно рассматривают совместно.

**3. Влияние скорости на нормальное давление почвы**

Неравномерный износ рабочих органов почвообрабатывающих машин обусловлен прежде всего разным удельным давлением почвы на поверхность рабочего органа в различных ее точках, а также зависит от скорости скольжения и ускорения контактирующих частиц.

Установлено [53], что при пахоте супесчаной почвы влажностью 10–14% удельное давление на рабочей поверхности лемеха распределяется неравномерно и составляет в зоне носка около 60 колебаний на. 1 *м* пути. Максимальные значения давления в нижней части зоны носка при скорости 1,4 *м/сек* на глубине 22 *см* достигают 16–18 *кГ/.см2.* Среднее давление 4,34 *кГ/см2.* Наибольшее давление испытывает носовая часть лемеха. Средние давления в зоне носка в 4,6–12,8 раза больше среднего давления в его центральной части. Наиболее чувствительна к изменению режима пахоты зона носка лемеха.

Увеличение скорости или глубины пахоты приводит к резкому росту давления в нижней части носка лемеха и перераспределению его в других местах. Наличие предплужника или дискового ножа облегчает работу центральной части носка лемеха. Местам наибольшего давления соответствует наибольший износ.

Таблица 1. Удельные давления на лемехе при различной глубине и скорости пахоты

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Скорость *(м/сек)* | Глубина пахоты*(см)* | Среднее удельное давление *(кГ/см2)* | *рн**рср.n* | Общая силатяги плуга*(кГ)* |
| в зоне носка | на пятке и средней части лемеха *рср.n* |
| С предплужником |
| 0,8 | 22 | 1,16 | 0,20 | 5,9 | 2190 |
| 1,1 | 22 | 1,54 | 0,24 | 6,4 | 2100 |
| 1,4 | 22 | 1,77 | 0,14 | 12,8 | 2170 |
| 0,8 | 17 | 0,84 | 0,18 | 4,6 | 1830 |
| 0,8 | 27 | 1,49 | 0,15 | 6,9 | 3120 |
| С дисковым ножом |
| 0,8 | 22 | 1,19 | 0,20 | 6,2 | 1750 |
| 0,8 | 22 | 1,29 | 0,19 | 6,7 | 2060 |

Средние удельные давления почвы при различных режимах пахоты приведены в табл. 1.

Между удельным давлением и величиной износа в отдельных точках лемеха и отвала отсутствует прямая пропорциональность.

Например, в носовой части давление в 1,5, а износы в 4–5 раз больше, чем на пятке. На отвале разница заметна еще больше. Объясняется это тем, что в точках максимального давления и сравнительно небольшого износа скорость скольжения почвы невелика. Здесь происходит деформационное скольжение, при котором скорость относительного перемещения частиц почвы гораздо меньше, чем при кинематическом.

Рис. 2. Места замера давлений на лемехе

В качестве датчиков нормального давления применяли специальные месдозы, на внутреннюю поверхность которых наклеивали тензодатчики. Для регистрации результатов измерений использовали многоканальный шлейфный осциллограф с усилителем.

Удельные давления почвы на поверхности плуга при пахоте измеряли на лемехе, отвале и полевой доске. Месдозы на этих деталях монтировали в специально просверленных гнездах и тщательно подгоняли заподлицо с рабочей поверхностью.

На лемехе удельное давление измеряли в 13 точках. Гнезда располагались рядами, совпадающими с направлением движения контактируемых с лемехом абразивных частиц почвы. Расстояние между центрами гнезд под месдозы по направлению движения абразивных частиц 40, а между рядами 135 *мм* (рис. 2).

На отвале давление измеряли в 13 точках. Расстояние между центрами гнезд составляло но вертикали 90 и по горизонтали 140 *мм* (рис. 3).

На полевой доске давление измеряли в четырех точках. Расстояние от пятки до центра гнезда 1 составляло 15, между центрами гнезд 1,2 и 3 – 60 *мм* и между гнездами 3и 4–115 *мм* (рис. 4).

*I I*

Рис. 3. Места замера давлений на отвале

Данные измерения средних давлений почвы на лемех в зависимости от скорости движения приведены в табл. 2.

Наибольшее давление испытывает зона лемеха в точках /, *2, 3* и *4* (см. рис. 2). В средней части лемеха (точки *5*–*10)* и на пятке (точки *11*–*13)* давление заметно падает. Так, при пахоте песчаной задернелой почвы на глубину 18–20 *см* и скорости движения в зоне носка 1,39 *км/ч* давление в средней части и на пятке соответственно равно 0,29 и 0,23 *кГ/см1,* т.е. в зоне носка оно больше, чем в средней части, в 4,75 раза и в 6 раз больше, чем на пятке.

Такая же картина наблюдается при работе на супесях. На среднем суглинке разница между давлением на носке по сравнению с центральной частью и пяткой уменьшается. Такое изменение среднего удельного давления почвы на рабочей поверхности лемеха объясняется усиленным деформированием грунта у носка лемеха, который испытывает большие давления, связанные с уплотнением, скалыванием и отрывом пласта. Средняя часть и тем более пятка, лемеха находятся у открытой стенки борозды, где усилие деформации почвы значительно меньше, чем у носка лемеха.

Изменение режима пахоты приводит к изменению среднего удельного давления почвы на лемех. Например, с увеличением скорости движения плуга от 0,46 до 3,2 *м/сек,* т.е. в 6,95 раза, на песчаной почве на глубине пахоты 18–20 *см* среднее удельное давление возрастает в носовой части в 1,49, в средней части и на носке в 1,3 раза.

С увеличением скорости движения среднее удельное давление в отдельных точках растет не пропорционально скорости. Более интенсивный рост давлений наблюдается у носовой части лемеха, в средней части и в некоторых точках пятки – незначительное увеличение и даже уменьшение удельного давления.

Максимальные давления в отдельных точках лемеха достигают величин, превышающих средние удельные давления в 5–6 раз. Например, в точке *2* (рис. 2) среднее удельное давление на песчаной почве при глубине пахоты 18–20 *см* и скорости движения 1,58 *м/сек* составляет 1,51, а максимальное – 1,84 *кГ/см2.* Увеличение скорости движения приводит к росту пиковых давлений.

Поскольку давление на пятке и в средней части лемеха почти одинаково, рабочую поверхность лемеха в зависимости от величины действующего на нее удельного давления можно разделить на две части: носовую, среднюю и пятку.

Наибольшее давление приходится на точки, расположенные на груди и у левого обреза крыла, наименьшее – на крыле отвала и у верхней его части. Если рассматривать распределение среднего удельного давления по горизонтальным сечениям, наибольшему давлению подвергаются точки отвала, расположенные в сечениях /–/ и // – // , и наименьшему – в сечении *IV*–*IV* (см. рис. 3). Если условно принять среднее удельное давление по всему сечению /–/ для песчаных почв при скорости 0,46 *м/сек* и глубине пахоты 18–20 *см* за единицу, то в сечении // – // и *III*– /// оно будет примерно в 2, а в сечении *IV*–*IV*в 3 раза меньше. чем в сечении /–/.

Средние удельные давления по вертикальным сечениям по мере удаления от груди к крылу отвала уменьшаются. С.ростом скорости движения плуга неравномерность в распределении удельного давления по поверхности отвала увеличивается. Давление возрастает на груди отвала и уменьшается на его крыле, а в остальных местах перераспределяется.

Увеличение среднего удельного давления с повышением скорости движения объясняется ростом силы динамического давления пласта на грудь отвала. Почвенный пласт при больших скоростях движения, попадая на грудь отвала, отбрасывается в сторону, не достигая его крыла. Поэтому на груди отвала давление увеличивается с повышением скорости, а на крыле – уменьшается.

Наибольшее давление во всех случаях отмечено в точке *I* (рис. 4), наименьшее-в точке *4.* С увеличением скорости движения давление возрастает. Например, для песчаной почвы при глубине пахоты 18–20 *см* с увеличением скорости примерно в 7 раз в точке *I* давление возросло в 1,3, в точке *2*-в 2,1 и в точке *3-* в 1,7 раза. В точке *4* давление не было зафиксировано.

**4. Влияние скорости на износ деталей**

Износ деталей почвообрабатывающих машин определялся в полевых условиях весовым и линейным методами проф. Северневым М.М. Взвешивание проводилось до и после испытания с точностью до 0,5 *г.*Линейный износ по толщине определялся на лемехе в 13 точках, отвале в 17 и на полевой доске в 4 точках с помощью специально изготовленных шаблонов и микрометрической скобы.

Перед началом опыта детали тщательно очищали от загрязнений и коррозии, промывали в ацетоне, просушивали и после этого взвешивали.

Скорости движения изменялись от 1,25 до 3,33 *м/сек.*

Аналитически износ лемеха в зависимости от скорости движения можно выразить уравнением:

G=A*v3*

где A и *v* – : постоянные коэффициенты, зависящие от физико-механических свойств почвы.

Для песчаной почвы, тяжелой супеси и легкого суглинка коэффициент *А* равен соответственно 51,4; 34,1 и 26,2, а а – 0,54; 0,61 и 0,64.

Средние значения износа лемехов по толщине на песчаной почве в зависимости от скорости движения опрделял проф. Севернев.М.М., им было замечено что наибольшему износу подвержена носовая часть лемеха, более чувствительная к изменению режима вспашки.

Рост скорости движения от 1,25 до 3,33 *м/сек* приводит к резкому увеличению износа в точках, лежащих ближе к лезвию; по мере удаления от носка к спинке лемеха происходит постепенный спад износа. Так, при увеличении скорости в 2,66 раза износ в точке *I* (рис. 5) возрос в 3,1, в точке *2* – в 4,1, в точке – *3* – в 2 и в точке *4* – в 1,5 раза.

Такая неравномерность изнашивания в точках, расположенных на носке, а также в средней части и пятке лемеха, объясняется различными удельным давлениями и скоростями скольжения контактируемых частиц в этих местах при изменении скорости движения

Рис. 5. Зоны износа лемеха

По интенсивности нарастания износа лемех можно разделить на три зоны (рис. 5): носовую часть (/), лезвие *(11),* среднюю часть и пятку ( /// ).

Наиболее интенсивное изнашивание лемехов по толщине и весу происходит на песчаной почве, затем на тяжелой **супеси и,** наконец, на суглинке.

Характерным износом для песчаной почвы и супеси является протирание носка лемеха насквозь в виде желобообразной канавки от лезвия до спинки в направлении движения контактируемых частиц. Лезвие изнашивается по толщине и не требует заточки до выбраковки лемеха.

На глинистой почве и суглинке лезвие лемеха быстрее затупляется и происходит образование затылочной фаски.

Критерием долговечности для отвалов может служить как весовой, так и линейный износ.

Падение интенсивности изнашивания после максимума происходит быстрее на почвах, обладающих большим изнашивающим воздействием. Это объясняется меньшей связностью таких почв, что приводит при работе на повышенных скоростях к уменьшению площади трения абразивных частиц о рабочую поверхность отвала.

Наличие максимума кривой *G=f(v)* объясняется взаимодействием абразивных частиц почвы с рабочей поверхностью отвала. При малых скоростях движения (близких к пулю) почвенный пласт не скользит по рабочему органу, а претерпевает значительные деформации и сдвигается в сторону под действием корпуса плуга. В этом случае частицы почвы, находящиеся в контакте с рабочей поверхностью отвала, сохраняют свое положение или смещаются относительно поверхности с малой скоростью. Это обусловливает незначительную интенсивность изнашивания.

По мере увеличения скорости движения плуга деформационное скольжение внутри почвенного пласта уменьшаеся и возрастает скольжение почвенных частиц по поверхности отвала, а также растет интенсивность изнашивания. Такое движение продолжается до определенной скорости. Вэтом случае почвенный пласт перемещается по всей поверхности отвала и контактирующиеся абразивные частицы имеют наибольший путь трения, а следовательно, интенсивность изнашивания достигает наибольшего значения.

Почвенный пласт при возникновении значительных инерционных сил отбрасывается отвалом, не достигая его крыла. При этом увеличивается давление, оказываемое на лемех и грудь отвала, и уменьшается путь трения почвенных частиц. Дальнейшее увеличение скорости движения плуга вызывает уменьшение площади соприкосновения тащенного пласта с отвалом и приводит к дальнейшему уменьшению интенсивности изнашивания его.

Рис. 6. Зоны износа отвала

Исследования показали, – что отвалы тракторных плугов при вспашке песчаных и супесчаных почв имеют сквозное протирание груди и изнашивание нижней части крыла. С увеличением скорости движения износ отвала по толщине происходит по-разному в различных его точках (табл. 31). По интенсивности изнашивания рабочую поверхность можно разделить на зоны *I–V* (рис. 6). С увеличением скорости движения наблюдается более интенсивное изнашивание груди отвала и нижней части крыла. Износ отвала по верхнему обрезу и в верхней части крыла отсутствует

Работоспособность полевой доски ограничивается линейным износом ее опорных поверхностей. Наибольшему изнашиванию подвергается пятка (рис 7*,* зона *I*), особенно при пахоте песчаных и супесчаных почв. Этот износ выражается в том, что пятка, составляющая примерно ¼ несколько уменьшается Рис. 7. Зоны износа полевой доски, по мере удаления от пятки к средней части (зона *Л)* и почти отсутствует в передней части (зона *III*).

Рис. 7 Зоны износа полевой доски

Интенсивно изнашивается также нижняя лицевая часть полевой доски, в результате чего опорная часть приобретает форму лезвия. С увеличением скорости движения возрастает износ во всех зонах полевой доски. Более интенсивное изнашивание полевой доски в зоне *I* при обычных скоростях движения и повышение интенсивности изнашивания во всех остальных зонах при возрастании скорости объясняются повышением давления в этих местах.

По интенсивности изнашивания полевую доску можшо разделить на четыре зоны: нижнюю часть, зону пятки, среднюю и переднюю часть (/–*IV).* Увеличение скорости движения корпуса плуга приводит к некоторому смещению границ этих зон, но характер изнашивания по толщине не изменяется.

Полевая доска наиболее интенсивно изнашивается на песчаных почвах, затем на супесях и, наконец, на суглинке.

Износ полевых досок по ширине вызывает изменение площади боковой опоры, а также угла наклона подошвы к стенке борозды, что нарушает устойчивую работу плуга.

Данные опытов показывают, что наиболее интенсивное изнашивание полевой доски наблюдается в сечении *I–I*, менее интенсивное в сечении *IV*–*IV.* Например, при вспашке 4 *га* на корпус плуга при скорости движения 1,25 *м/сек* износ по ширине в сечении *I–I* по сравнению с сечением *IV*–*IV* увеличился при работе на песчаной почве в 2,5, на тяжелой супеси в 4,6 и на суглинке в 3,7 раза (см. рис. 4).

С повышением скорости движения орудия наблюдается незначительное увеличение износа в сечении *I–I*, а в сечении *IV*–*IV* иногда даже некоторое его уменьшение.

**Использованная литература**

1. Бернштейн Д.Б. Абразивное изнашивание лемешного лезвия и работоспособность плуга // Тракторы и сельхозмашины. – 2002. – №6. – С. 40–45.

2. Бернштейн Д.Б. Оценка возможности самозатачивания почворежущих элементов при абразивном изнашивании // Тракторы и сельхозмашины. – 1985. – №6.–С. 15–19.

3. Каплук Г.П. Исследование влияния свойств почв на долговечность деталей рабочих органов почвообрабатывающих машин. – Минск: Изд. Академии сельскохозяйственных наук БССР, 1966. – С. 54–68.

4. Обрызков Е.П. О влиянии абсолютной влажности почвы на износ лемехов // Сельхозмашины, 1955.– №6.–С. 14–21

5. Рабинович А.Ш. Самозатачивающиеся плужные лемехи и другие почворежущие детали машин. М. ГОСНИТИ, 1962. – 107 с.

6. Розенбаум А.Н. Исследование износостойкости сталей для рабочих органов почвообрабатывающих орудий. Труды ВИСХОМа, вып. 53. Исследование материалов деталей с.х. машин. ОНТИ, 1969. – 143 с.

7. Севернев М.М. Определение срока службы деталей машин при абразивном износе. // Труды науч. конф. ВИМЭСХ / Под ред. М.Е. Мацепуро. – Минск: Сельхозиздат БССР, 1961. – С. 91–108

8. Севернев М.М. Износ деталей сельскохозяйственных машин. Л.: Колос, 1972. – 288 с.