

тора, агрегированные с масляными каплями приобретают повышенную проникающую способность, т.е. они в ходе лезвийной обработки сравнительно легко поступают в зону резания. Это происходит благодаря тому, что они оказываются покрытыми пленкой масла, играющей для них роль смазки, способствующей их прохождению в щелевые зазоры между режущим лезвием и обрабатываемой поверхностью заготовки. Чем больше дисперсность масляной фазы, т.е. чем больше численная концентрация масляных капель, тем больше вероятность взаимодействия капель с частицами модификатора. Очевидно, что вероятность взаимодействия капель с частицами также увеличивается с увеличением численной концентрации частиц.

В целом следует отметить, что закономерности и механизмы влияния углеродных модификаторов водомасляных эмульсионных СОЖ на процессы резания до сих пор изучено недостаточно. Требуются дальнейшие, более глубокие исследования не только процессов резания с использованием СОЖ, но и свойств самих СОЖ.

#### **Список использованных источников**

1. Толочко Н.К., Сергеев К.Л. Модифицирование смазочно-охлаждающих жидкостей углеродными высокодисперсными материалами // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК: матер. Междунар. науч.-практ. конф. Минск, 9 июня 2016 г. / М-во с.х. и прод. Респ. Беларусь, РО «Белагросервис»; УО «Белорус.гос. аграр. тех. ун-т»; редкол. Н.К. Лисай и [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2016. С. 143–147.

2. Толочко Н.К., Сергеев К.Л. Структурные особенности водомасляных эмульсионных смазочно-охлаждающих жидкостей, модифицированных высокодисперсными углеродными материалами // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК: матер. Междунар. науч.-практ. конф. «Белагро-2019» (Минск, 6–7 июня 2019 г.) / редкол.: Н.Н. Романюк [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2019. – С. 120–125.

**УДК 631.312.021.3**

### **ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЛЕМЕХАМ И ДОЛОТАМ ТРАКТОРНЫХ ПЛУГОВ**

*Студент – Бурим Ю.С., 39 тс, 3 курс*

*Научный*

*руководитель – Анискович Г.И., к.т.н., доцент*

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

**Аннотация.** В статье приводятся сведения по техническим требованиям, которыми должны обладать лемехи и долота плугов при изготовлении,

контроле, приемке и поставке. Оптимальным вариантом почворежущего профиля этих деталей для супесчаных и песчаных почв, является его биметаллическая конструкция с верхним расположением твердосплавного слоя.

**Ключевые слова:** долото, лемех, затылочная фаска, тяговое сопротивление, биметаллический профиль, твердость, прочность, ударная вязкость.

Неотъемлемым условием конструкции лемехов и долот тракторных плугов должно являться комплексное сочетание триботехнических, материаловедческих, конструкторских, технологических, эксплуатационных и экономических факторов, характеризующих технический уровень изделий нового поколения. основополагающие технические требования, которые необходимо обеспечить при изготовлении, контроле, приемке и поставке лемехов и долот базируются на результатах многолетних исследований теоретического и практического характера в области абразивного изнашивания. К их числу относятся следующие положения и закономерности.

Твердость рабочей поверхности стальных лемехов и долот плугов должна составлять около 60 HRC, так как такие поверхности обладают минимальным линейным (массовым) износом, что необходимо для обеспечения высокого ресурса изделий [1]. Коэффициент относительной абразивной износостойкости для среднеуглеродистых низколегированных сталей (сталь 65Г, 40Х и др.) достигает трехкратного превышения при максимальной твердости по сравнению с отожженным состоянием. Установлено [2], что закалка стальных (сталь 65Г) изделий с последующим отпуском до твердости 38–45 HRC повышает абразивную износостойкость на 20–50 % по сравнению с отожженным состоянием.

Исходный профиль режущей части долот и лемехов тракторных плугов с передней заточкой и углом установки на корпусе в вертикальной плоскости около 30° при косом (скользящем) резании перезатачивается независимо от конструкции почворежущего профиля (монометаллический или биметаллический) и почвенно-природных условий эксплуатации (песчаные, супесчаные, суглинистые, глинистые) почвы [3]. Это явление сопровождается образованием затылочной фаски и его следует считать неизбежным. Поэтому в качестве основных критериев оценки работоспособности монометаллического изношенного почворежущего профиля обоснованно являются ширина затылочной фаски и угол  $\gamma$  (рисунок 1) ее наклона к дну борозды.

Затылочная фаска на монометаллических лемехах и долотах имеет определенную конфигурацию и угол наклона к дну борозды. Они зависят главным образом, от исходной толщины почворежущего профиля, угла резания, типа и твердости почвы. Причем, чем выше твердость почвы, тем больше угол наклона затылочной фаски к дну борозды. Минимальное значение угла наклона (не более 5–10 %) затылочной фаски к дну борозды (рисунок 1в) соответствует работе лемехов и долот на песчаных и супесчаных почвах (включая почвы засоренные гравелистыми частицами). При

работе лемехов и долот (с монометаллическим почворезущим профилем) на более тяжелых (твердостью более 3–4 МПа) почвах значения угла наклона затылочной фаски к дну борозды могут достигать 30–40° (рисунок 1а). Это следует считать не допустимым из-за нарушения функциональных свойств деталей и резкого увеличения тягового сопротивления (на % и более) по сравнению с исходным состоянием почворезущей части долота и лемеха.

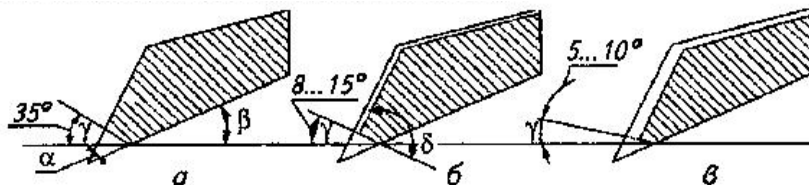


Рисунок 1 – Характер изнашивания лезвийной части и образования затылочной фаски лемеха в зависимости от почв: а – глинистая; б – суглинистая; в – песчаная и супесчаная;  $\alpha$  – угол заточки;  $\beta$  – угол наклона лезвия к дну борозды;  $\gamma$  – угол наклона затылочной фаски;  $\delta$  – угол заострения

Появление затылочной фаски приводит не только к затуплению лезвия, но и к появлению реакции  $R$  почвы (рисунок 2), вертикальная составляющая  $R_z$ , которой выталкивает почворезущий профиль из почвы, а горизонтальная  $R_x$  увеличивает сопротивление его перемещению. Чем больше площадь фаски и угол ее наклона при прочих равных условиях, тем больше реакция  $R$ , а следовательно, и  $R_z$  и  $R_x$ .

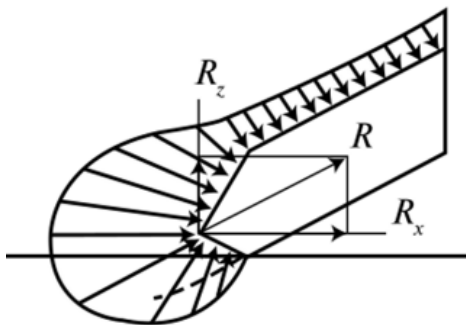


Рисунок 2 – Схема сил, действующих на лезвие почворезущего профиля в вертикальной плоскости

Ширина затылочной фаски и угол ее наклона к дну борозды определяют функциональные свойства лемехов и долот, энергетический уровень затрат, технико-экономические и агротехнические показатели про-

цесса почвообработки. Установлено, что численное значение ширины затылочной фаски для тяжелых почв не должна превышать 4–6 мм.

Установлено [3,4], что минимуму значений тягового сопротивления тракторного плуга отвечают условия, когда толщина кромки лезвия лемеха или долота, образуемого на пересечении затылочной фаски с лицевой поверхностью (либо передней грани заточки с тыльной поверхностью) не превышает 2,2 мм. Известно также, что такими свойствами не зависимо от почвенно-природных условий обладают почворежущие профили, толщина которых не превышает 2,8–3,8 мм. Однако последнее техническое решение не получило широкого применения на практике из-за недостаточной прочности тонколистовой конструкции профиля режущей части из среднеуглеродистых низколегированных сталей и сравнительно дорогостоящего тонколистового высоколегированного стального проката.

Для монометаллических долот и лемехов не зависимо от величины и характера изменения твердости в поперечном сечении их изнашивание (формообразование) на суглинистых и глинистых почвах сопровождается увеличением тягового сопротивления. Это не соответствует оптимальным, или близким к ним конструктивным параметрам почворежущего профиля.

Установлено [1,3,5], что двухслойные почворежущие профили лемехов, и долот обладают повышенными значениями «конструкционной износостойкости». Их ресурс зависит от конструктивных особенностей нанесения износостойкого покрытия: месторасположения, толщины, ширины, длины, в связи с высокими ударными нагрузками при эксплуатации лемехов и долот твердосплавные покрытия должны иметь прочность сцепления с основой не менее 150–200 МПа. Этот уровень связи в биметалле (твердосплавное покрытие – основной металл) достигается технологиями нанесения покрытий методами плавления. Двухслойное лезвие с твердосплавным покрытием в процессе эксплуатации имеет менее затупленную форму лезвия. Сохраняется стабилизированный его профиль, близкий к оптимальным конструктивным его параметрам и одновременно присущим снижением темпов изнашивания.

Конструкция почворежущего профиля должна соответствовать почвенно-природным условиям их эксплуатации. Оптимальным вариантом почворежущего профиля для супесчаных и песчаных почв, включая почвы засоренные гравелистыми частицами и обладающих самой высокой абразивной изнашивающей способностью является его биметаллическая конструкция с верхним расположением твердосплавного слоя. Основной металл в этом случае обеспечивает необходимую прочность, а твердое покрытие – абразивную износостойкость. В такой конструкции достигается комплексное сочетание триботехнических, материаловедческих, конст-

рукторских, технологических, эксплуатационных и экономических факторов, характеризующих технический уровень почворежущих деталей.

В современных тракторных плугах производства ведущих зарубежных фирм Kverneland (Норвегия), Rabewerk и Lemken (Германия), Huard (Франция), Overum (Швеция) и других применяют почворежущие детали с пространственно изогнутым почворежущим профилем по длине (переменным по длине лезвийной части углом резания: положим лезвием с углом резания 10–15°; крутым носком с углом резания 25–30°). Как правило, такие почворежущие элементы изготавливаются либо цельными с отогнутым носком, либо составными с накладным оборотным долотом. При такой конструкции почворежущих элементов с пространственно изогнутым почворежущим профилем обеспечивается снижение тягового сопротивления.

При комплексном учете материаловедческих, конструкторских, технологических, триботехнических, эксплуатационных и экономических факторов, характеризующих технический уровень лемехов, и долот их следует получать с биметаллическим почворежущим профилем (стальная основа – износостойкий сплав). При такой конструкции режущей части износостойкое покрытие и несущая стальная основа изнашиваются с одинаковой интенсивностью, образуя на пересечении нижней (затылочной) фаски с лицевой поверхностью режущую кромку (лезвие) толщиной до 2 мм. В качестве основы изделия служит сталь 60ПП (допускается сталь 40ПП). Для износостойкого покрытия применяется высокохромистый сплав У40Х28С2Н2 (ПР-С27) твердостью после наплавки не менее 53HRC.

Получение лемехов и долот с биметаллическим почворежущим профилем осуществляется с применением способа диффузионного, намораживания погружением заготовки в расплав износостойкого сплава [1,6] либо плазменной наплавкой [1]. В таких изделиях соблюдаются функциональные свойства почворежущих профилей и другие характеристики работоспособности: прочность связи в биметалле составит не менее 200 МПа; твердость основного металла в пределах до 58–64 HRC; прочность материала основы составляет от 2100 МПа до 2300 МПа; ударная вязкость равняется от 0,6 МДж/м<sup>2</sup> до 1,25 МДж/м<sup>2</sup>; гладкая лицевая поверхность; угол резания и угол заострения лезвийной части не превышает 30°; сохраняется стабилизированный профиль изделия и др. Детали подвергаются закалке при печном или: индукционном объемном нагреве с последующей импульсной закалкой в потоке воды [7].

Технический уровень технологии получения биметаллических лемехов и долот превосходит по основным показателям (производительности, качеству и экономичности) индукционную, дуговую, точечную и наплавку в среде защитных газов и флюсов.

Прогнозируемый ресурс лемехов и долот с биметаллическим почворезущим профилем возрастает в 2 и более раза по сравнению с серийными изделиями.

#### **Список использованных источников**

1. Повышение работоспособности деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин/И.Н. Шило [и др.] – Минск: БГАТУ, 2010. – 320с.
2. Панов, И.М. Технический уровень почвообрабатывающих и посевных машин / И.М. Панов, А.Н. Черепяхин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2000. – № 8, 9.
3. Ткачев, В.Н. Работоспособность деталей машин в условиях абразивного изнашивания / В.Н. Ткачев. – Москва: Машиностроение, 1995. – 336 с.
4. Машиностроение: Энциклопедия: в 40т/т.IV-16; Сельскохозяйственные машины и оборудование./ Ред. – сост. И.П. Каневич; отв. ред. М.М. Фирсов. – М.: Машиностроение, 2002. – 720с.
5. Бернштейн, Д.Б. Лемехи плугов. Анализ конструкций, условий изнашивания и применяемых материалов: обзорная информ. / Д.Б. Бернштейн, И.В. Лискин // Сельскохозяйственные машины и орудия; сер. 2, вып. 3. – М.: ЦНИИТЭИТракторосельхозмаш, 1992. – 36 с.
6. Бетенья, Г.Ф. Повышение долговечности почворезущих элементов сельскохозяйственной техники наплавкой напоразиванием / Г.Ф. Бетенья. – Минск.: БелНИИНТИ, 1986. – 44 с.
7. Бетенья, Г.Ф. Анискович, Г.И. Модификация структуры и механических свойств стали пониженной прокаливаемости при импульсном закалочном охлаждении жидкостью. / MOTOROL/ – Lublin-Pzeszow, 2013, vol. 15, №7 – С. 80–86.

**УДК 631.312.021.3.06**

### **МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛЕМЕХОВ И ДОЛОТ ПЛУГОВ**

*Студент – Дрозд Э.И., 39 тс, 3 курс, ФТС*

*Научный*

*руководитель – Анискович Г.И., к.т.н., доцент*

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

**Аннотация.** В статье приводятся сведения по материалам и технологиям, которые используются отечественными и зарубежными предприятиями при изготовлении лемехов и долот плугов, результаты исследования микроструктуры упрочненных деталей.

**Ключевые слова:** лемех, долото, конструкционные стали, упрочнение, импульсная закалка, микроструктура, твердость, прочность, ударная вязкость.