

ния более высокую износостойкость показали магнитно-электрические покрытия из самофлюсующихся порошков на основе чугуна, относительная износостойкость при этом составила 2,5–5,5 раз (эталон — сталь 45, подвергнутая закалке и низкому отпуску). Лабораторные испытания ножей измельчителя показали, что относительная износостойкость упрочненных ножей, по сравнению с серийно изготавливаемыми деталями, составляет 2,5–3, радиус затупления при этом составил 0,05–0,08 мм и не изменялся в процессе испытаний, так как на упрочненных проявился эффект самозатачивания вследствие различной скорости изнашивания по упрочненной и неупрочненной поверхностям ножа.

#### **Литература:**

1. Дюжев А. А., Соловей Н. Ф., Рехлицкий О. В. Технологические аспекты оценки износостойкости режущих элементов кормоуборочных комбайнов. Сборник трудов МНПК // Сельскохозяйственные машины для уборки зерновых культур, кормов и корнеплодов. — Гомель. — 2007. — С. 314.

## **Влияние структуры борированного и боросилицированного слоев на работоспособность зубчатых передач**

**М. Н. Пищов**

Белорусский государственный технологический университет

Лесная промышленность Республики Беларусь представлена лесными и лесопромышленными предприятиями, которые оснащены различной техникой: агрегатными лесосечными машинами, трелевочными тракторами, лесовозными автопоездами и другим оборудованием. Развитие сельскохозяйственного машиностроения позволило создавать лесные трелевочные машины на их базе с некоторыми изменениями в конструкции базовой машины и навесных приспособлений в силу специфических особенностей их эксплуатации. Трелевочные тракторы имеют большие принципиальные отличия от сельскохозяйственных колесных тракторов по причине оснащения их специальным технологическим оборудованием.

В настоящее время к трелевочным тракторам предъявляют высокие требования по повышению энергонасыщенности, маневренности, проходимости, обеспечивающие работу трактора на лесных грунтах. Все это ведет к усложнению конструкции трактора и понижению надежности его деталей и узлов. У трелевочных тракторов ТТР–401 наиболее часто выходят из строя редуктора переднего ведущего моста, что приводит к необходимости дополнительных ремонтов [1].

В связи с этим необходимо разрабатывать новые технологии обработки зубчатых передач, которые реально позволят увеличить их срок службы. Одним из наиболее простых и доступных способов повышения поверхностной твердости, а также износостойкости деталей является их диффузионное борирование.

Процесс химико-термической обработки, заключающийся в диффузионном насыщении поверхностного слоя стали бором, при высокотемпературной выдержке в соответствующих насыщающих средах является одним из наиболее эффективных и универсальных процессов ХТО. Преимуществом данного метода является высокая твердость ( $HV = 2000$ ) и износостойкость, а также надежная связь боридного слоя с основным металлом. Однако его широкому использованию препятствуют высокая температура насыщения и повышенная хрупкость темного слоя  $Fe_2B$ , образующегося при борировании.

Обрабатываемые детали помещались в тигель и засыпались порошком. Далее производился нагрев до температуры 950 °С и выдержка в течение 2–3 ч. В ходе процесса активные атомы при высоких температурах проникают в кристаллическую решетку металла, образуя растворы внедрения или замещения.

При борировании деталей в первую очередь стремились к образованию однофазного слоя  $Fe_2B$ . В случае образования двухфазного слоя он состоит из насыщенного бором темного слоя  $FeB$  и лежащего глубже светлого слоя  $Fe_2B$ . Хотя слой  $FeB$  лишь немного тверже слоя  $Fe_2B$ , он гораздо более хрупкий. Поэтому всеми способами добиваются формирования однофазного слоя  $Fe_2B$ . Если формирование  $FeB$  неизбежно, стремились, чтобы не образовывались состоящие только из него области.

Наилучшая связь слоя боридов с основным материалом имеет место в случае нелегированной или малолегированной стали. Большое содержание хрома, ванадия, вольфрама и молибдена, а также углерода ограничивает рост общей толщины слоя и снижает его зазубренность, что отрицательно сказывается на связи между слоем боридов и основным металлом. Уменьшение общей толщины слоя (глубины проникновения боридных игл) происходит быстрее, чем уменьшение толщины сплошного слоя боридов, поэтому с ростом содержания углерода в стали компактность слоя растет, а его игольчатость уменьшается.

Преимуществом данного метода является высокая твердость и износостойкость боридного слоя. Однако износостойкость слоя в первую очередь зависит от его фазового состава и содержания в металле углерода. Проведенные испытания установили, что углерод уменьшает износостойкость двухфазного боридного слоя и увеличивает однофазного. Снижение износостойкости двухфазного боридного слоя при увеличении содержания в стали углерода объясняется уменьшением в нем содержания высокобористой (FeV) фазы. Возрастание износостойкости однофазного боридного слоя можно отнести за счет увеличения его сплошности при увеличении содержания углерода в стали и изменения величины и характера распределения остаточных напряжений, что, как показали результаты испытаний, повышает работоспособность тяжело нагруженных зубчатых передач.

Хотя борирование и боросилицирование относительно новые процессы, простота метода привела к тому, что области его применения постоянно расширяются. С учетом особенностей эксплуатации и причин выхода из строя ответственных деталей лесных машин, применение борирования обеспечивает повышение их ресурса, а также использование для их изготовления более дешевых конструкционных сталей.

#### **Литература:**

1. Колякин Л. А. Исследование динамических нагрузок трансмиссии колесного трелевочного трактора. Автореф. дис. ... канд. тех. наук. — Йошкар-Ола. — 1972 — 23 с.

## **Комплекс лесных машин для заготовки сортиментов на рубках промежуточного пользования с возможностью освоения труднодоступного лесосечного фонда**

**С. Н. Пищов, С. Е. Арико**

Белорусский государственный технологический университет

В настоящее время в Республике Беларусь наметилась тенденция перехода на машинную заготовку древесины при проведении лесосечных работ. Стратегическим планом развития лесного хозяйства Беларуси прогнозируются возможные ежегодные рубки в лесах государственного лесного фонда к 2015 г. до 18 млн м<sup>3</sup>, из них до 8,4 млн м<sup>3</sup> — по промежуточному пользованию. При этом на долю Министерства лесного хозяйства будет приходиться около 50 % объема заготовок, концерна «Беллесбумпром» — 20 %, а остальное на долю сторонних организаций.

Основываясь на международном опыте сортиментной технологии заготовки древесины, наибольшее распространение получают машинные комплексы, состоящие из валочно-сучкорезно-раскряжевочных (харвестеров) и погрузочно-транспортных (форвардеров) машин. Применение данных комплексов позволяет достичь высокой производительности (до 100 м<sup>3</sup> в смену на сплошных рубках и 60 м<sup>3</sup> в смену на рубках ухода) при высоких показателях эргономичности, безопасности работ и экологической совместимости лесных машин с окружающей средой [1].

РУП «Минский тракторный завод» освоил выпуск лесозаготовительного комплекса «харвестер — форвардер», который активно внедряется на лесозаготовительных предприятиях Республики Беларусь. Преимуществом данной системы машин является возможность эффективного освоения труднодоступного лесосечного фонда, расположенного на заболоченной и низменной местности с помощью погрузочно-транспортных машин с комбинированным типом движителя. Применение колесно-гусеничного движителя на погрузочно-транспортной машине и разработанных режимов эксплуатации позволяет повысить производительность работ на первичной транспортировке сортиментов при освоении труднодоступного лесосечного фонда (рис. 1).