

Так как методика и средства измерений не изменились, то значение относительной погрешности $\Delta W/W \approx 0,09$, для обеих машин. Разница будет только в абсолютных величинах, так как производительность возросла в 2,2 раза.

Для ГВЦ-3 получим:

$$W \pm \Delta W \Rightarrow 3,60 \pm 0,30 \Rightarrow W = (3,60 \pm 0,30) \text{ га/з.}$$

Для ВВР-7,5 получим:

$$W \pm \Delta W \Rightarrow 7,4 \pm 0,7 \Rightarrow W = (7,4 \pm 0,7) \text{ га/з.}$$

Заключение

За прошедшие 25 лет, значительно улучшилась информативность протокола испытаний. Средства измерений и методика проведения испытаний фактически остались прежними. Производительность машин возросла более чем в два раза.

Список использованной литературы

1. Основы научных исследований в примерах и задачах: учебно-методическое пособие / А.Н. Леонов, М.М. Дечко, В.Б. Ловкис; под ред. А.Н. Леонова. – Минск : БГАТУ, 2013. – 136с.
2. Основы научных исследований и моделирования : учебно-методический комплекс / А.Н. Леонов, М.М. Дечко, В.Б. Ловкис; под ред. А.Н. Леонова. – Минск : БГАТУ, 2010. – 276с

УДК 631.31

Антонишин Ю.Т., к.т.н., доцент, Сокол В.А.

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

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

Рабочие органы почвообрабатывающих машин эксплуатируются в абразивной почвенной среде и интенсивно изнашиваются, из-

меняя свою форму и размеры, из-за чего их приходится часто заменять или ремонтировать.

Для основной обработки почвы - пахоты используются рабочие органы, конструкционные параметры которых были разработаны 40.50 лет назад. Если в 60-х годах прошлого века скорости вспашки были до 5 км/ч, сегодня они составляют 8. 10 км/ч. Учитывая значительный рост массы уборочных машин, вызвавший повышение уплотняемости почв, нагрузки на рабочие органы пахотных агрегатов возросли примерно в 4 раза, хотя сами они не изменились.

Испытания серийных рабочих органов лемешных плугов показывают, что средняя наработка на отказ долотообразных лемехов в зависимости от видов почв и их физического состояния колеблется от 5 до 20 га, грудей отвалов - от 10 до 100 га, крыльев отвала - от 40 до 270 га, полевых досок от 20 до 60 га. Ограничен ресурс рабочих органов других почвообрабатывающих машин: диски лущильников и дисковых борон - 8. 20 га, лапы культиваторов - 7...18 га.

Основными агентами изнашивания рабочих органов являются твердые (HV 7-11 ГПа) минеральные частицы кварца и гранита. Их количество в почве 36-70%. Потом следуют полевой шпат, слюда и другие минералы (HV 6-7,2 ГПа).

До 70% расходов на ремонт сельскохозяйственной техники приходится на приобретение новых запасных частей и замену изношенных. Износ 85% деталей машин не превышает 0,3 мм, причем много из них имеют остаточный ресурс 60% и больше, и только 20% деталей подлежат бракованию. Себестоимость восстановления составляет 15-70% себестоимость изготовления.

Основными направлениями повышения долговечности рабочих органов мелиоративных и сельскохозяйственных почвообрабатывающих машин являются:

- изменение (упрочнение) свойств рабочей поверхности;
- применение износостойких материалов;

- применение биметаллических материалов, полученных наплавкой;
- применение двухслойного проката;
- применение твердых сплавов;
- изменение формы деталей при ее конструировании.

При упрочнении поверхности индукционной наплавкой износостойким чугуном в месте сплавления наблюдается ярко выраженная структура эвтектического чугуна. На поверхности наплавленного слоя хрома в 2,5 раза больше, чем в сердцевине; а кремнию в 2 раза меньше. Во время наплавки содержащие хром фазы выгорают меньше, потому они остаются в наплавленном слое. После наплавки требуется закалка с последующим отпускком.

Упрочнение режущей части рабочих органов почвообрабатывающих машин с использованием дуговой наплавки заключается в том, что на относительно небольшой объем металла воздействуют с большими скоростями потоками энергии высокой интенсивности, одновременно деформируя и быстро охлаждая металл за счет отведения тепла в глубину материала. Порошковая проволока, например, ПП-АН170М, диаметром 3,2 мм плавится под воздействием электрической дуги, образуя конусы проплавления, что в результате активной диффузии твердого сплава в основной металл, упрочняет детали, повышая их износостойкость.

В последнее время рынок почвообрабатывающих машин в нашей стране, значительно расширился за счет предложений зарубежных фирм. Широкое распространение в получили плуги известных фирм: «Lemken» (Германия), «Kverneland» (Норвегия), «Vogel-Noo1» (Австрия), Land(США, Великобритания). и др.

Несмотря на ряд преимуществ плугов зарубежных фирм, из-за дороговизны самих плугов, а также сменяемых деталей рабочих органов, удельные затраты на проведение вспашки этими плугами часто превышают затраты на вспашку отечественными в 2...3 раза.

Испытания отечественных плугов показывают [2], что по основным агротехническим показателям - крошению почвы, заделке

растительных остатков, устойчивости хода по глубине обработки и ширине захвата они не уступают зарубежным.

Особенно привлекательным в зарубежных плугах является то обстоятельство, что ресурс их рабочих органов более чем в 2 раза превышает ресурс рабочих органов отечественных плугов. Этому способствует обеспечение зарубежных плугов предохранительными устройствами, позволяющими плужным корпусам огибать препятствия в виде камней, уплотненных участков почвы, других препятствий при пахоте, предохраняя рабочие органы от излома и деформации.

Ресурс современных рабочих органов почвообрабатывающих машин зависит от материала заготовки и способа упрочнения. Данные детали подвержены абразивному изнашиванию, снизить которое можно путем упрочнения рабочей поверхности.

Износостойкость возрастает с увеличением твердости, однако при одинаковой твердости износостойкость различных материалов (или различных структур) может варьироваться в широких пределах. Структуру материала можно изменять термической и термо-механической обработкой [1].

Улучшение свойств поверхностного слоя достигается химико-термической обработкой, позволяющей повысить стойкость деталей в 1,5-3 раза при условии, что: 1) слой, созданный обработкой, прочно связан с основным металлом и имеет твердость большую, чем нижележащие слои, и 2) учитывается характер износа, переточки и сечения деталей. Предлагаемый способ не требует дорогостоящего оборудования и слишком больших затрат времени./

Более универсальными и пригодными для большинства деталей являются низкотемпературное цианирование, азотирование, цементация или нитроцементация. Влияние их на свойства и стойкость деталей примерно одинаково. В результате обработки на поверхности деталей создается слой высокой твердости и износостойкости, формируются полезные сжимающие напряжения, повышается предел выносливости и снижается налипание.

Цементация и высокотемпературное цианирование меньше повышают твердость, но создают упрочненный слой большей толщины.

Борирование и диффузионное хромирование обеспечивают наиболее высокую износостойкость при абразивном изнашивании, но образуют поверхностный слой небольшой толщины.

Контактный режим наплавки [2] обеспечивает получение науглероженного слоя толщиной менее 0,5 мм; дуговое оплавление — большую глубину, содержание углерода менее 3 %; вибродуговой процесс - науглероженный слой до 2 мм, содержание углерода до 4,3 %.

Науглероженные рабочие органы почвообрабатывающих орудий имеют износостойкость в 1,8-3,0 раза выше, чем не упрочненные и на 15-18 % выше, чем наплавленные твердым сплавом.

Существует два подхода при изготовлении рабочих органов почвообрабатывающих машин. Первый заключается в изготовлении детали из углеродной конструкционной стали (типа 65Г), с последующей объемной закалкой и средним отпуском. При этом из-за нарушений технологии изменяются геометрические параметры деталей и их физико-механические свойства. Полученные рабочие органы не обеспечивают номинальный ресурс работы.

По второму подходу используют высоколегированные стали с последующей термообработкой, или упрочнением режущей части твердыми сплавами [3]. Оно получило широкое распространение за рубежом. Упрочненные при изготовлении рабочие органы почвообрабатывающих машин выпускают такие фирмы, как LaPina (Испания), ForgesdeNiawx (Франция), Land (США, Великобритания).

Технологии упрочнения лемеха, отвала (груди отвала) и полевой доски основаны на применении:

- методов наплавки (ручной дуговой, плазменной, индукционной);
- пластин и брусков из износостойкого чугуна;
- пластин и конусных наставок из износостойкой стали X12;

- пластин из корундовой керамики марок ТК-Г, Лунат-2, Б-11;
- композиционного покрытия из клея ВК-36 и корундовых зерен размером 0,001, 0,05 и 0,1 мм.

Электроэрозионная обработка при силе тока 350-450 А, напряжении 45 В повысила микротвердость упрочненного слоя стали Х12 до 12...12,8 ГПа, стали 65Г – 10,5...11,2 ГПа, стали 45 – до 7,3...8,2 ГПа за счет формирования мелкоигольчатой структуры мартенсита и легирования поверхностного слоя Mn, Si, Ni и Cr.

В последние годы большое внимание уделяется применению технической керамики. Высокая прочность и износостойкость делают этот материал конкурентоспособным с металлами и сплавами. Наибольшую износостойкость имеет твердый сплав ВК8, содержащий 92% карбида вольфрама и 8% кобальта. Сплав ВК8 намного превосходит по износостойкости остальные материалы.

Наиболее доступна керамика из оксида алюминия, уровень износостойкости которой соответствует твердосплавным наплавкам.

Износостойкость покрытий из твердых сплавов выше, чем полученных из порошковых проволок. Нанесение покрытий выполняют газопламенным, плазменным и детонационным напылением, а также плазменным наплавлением, токами высокой частоты (СВЧ), индукционным наплавлением твердыми сплавами, плакированием.

Разработан и широко используется в сельскохозяйственном машиностроении процесс индукционной наплавки лезвий лап культиваторов, обеспечивающая лезвию повышенную износостойкость и возможность самозатачивания. Использование для наплавки культиваторных лап износостойкого чугуна делает процесс экономически выгодным [4].

Заводы, которые выпускают запасные части для почвообрабатывающих машин, существенно ухудшили их качество, и систематически допускают нарушение технологии упрочнения, то есть без термообработки и упрочнения рабочей поверхности.

Кроме изнашивания, детали рабочих органов испытывают нагрузки, приводящие к изгибу и поломкам. Как показывает анализ выбракованных по этим причинам лемехов, примерно 60% из них

теряется по причине излома, и около 40% – по причине деформаций (изгиба).

При наезде плужного корпуса на препятствия в виде камней, почвенных уплотнений нагрузка на лемех «толчкообразно» возрастает за время 0,04...0,1 с в 10 и более раз по сравнению со средним ее значением при нормальной пахоте. Особенностью таких нагрузок является то, что материалы, которые при статическом действии нагрузок оказывались пластичными, при действии ударных нагрузок работают как хрупкие.

Детали, полученные по режимам высокотемпературной термомеханической обработки, по прочности и долговечности превосходят серийные в 1,3...2 раза. Спицы колесно-пальцевых граблей, изготовленные из стали 65Г, после обработки по режимам режимам высокотемпературной термомеханической обработки, имеют оптимальные свойства после нагрева под закалку до температур 840...900 °С, степени деформации 25...40 % и температуре отпуска 170...220 °С.

Наиболее приемлемой сталью для изготовления деталей, испытывающих динамические нагрузки в условиях абразивного изнашивания, является сталь 40ХС. Далее по степени применимости идут стали 40Х, 65Г, 30ХГСА, 45, Л53.

Прочность носовой части лемеха в значительной мере зависит от метода его упрочнения: наплавкой твердым сплавом или закреплением на носке цельной пластины, стальной, чугуновой или керамической.

Заключение

1. Повышением ресурса рабочих органов почвообрабатывающих машин предприятия-изготовители не занимаются, что приводит к большим финансовым и трудовым потерям в сфере производства и технической эксплуатации

2. Ремонт, основанный на простой замене изношенных деталей новыми, не может обеспечить ни качество, ни экономическую эффективность. Заводы, которые выпускают запасные части для почвообрабатывающих машин, существенно ухудшили их качество, и систематически допускают нарушения технологии упрочнения, то

есть производят без термообработки и упрочнения рабочей поверхности.

3. Показаны способы упрочнения и материалы для изготовления рабочих органов почвообрабатывающих машин с повышенными эксплуатационными характеристиками.

4. Эффективным методом повышения долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин является наплавка износостойким чугуном.

Список использованной литературы

1. Антонишин Ю.Т. Пластическая деформация чугуна.-Мн.: Навука і тэхніка, 1991. – 119 с.

2. Колпаков, А.В. Повышение ресурса рабочих органов почвообрабатывающих машин науглероживанием угольным электродом /А.В. Колпаков // Техника в сельском хозяйстве 2008 - №1.— С.42.

3. Кондратьев Е.Т., Кондратьев В.Е. Восстановление наплавкой деталей сельскохозяйственных машин.-М.: Агропромиздат., 1989.

4. Сидоров, С.А. Повышение ресурса почворезущих органов наплавочными сплавами / С.А. Сидоров, А.И. Сидоров //Механизация и электрификация сельского хозяйства. — 2003.— №9.— С.20—22.

УДК 372.881.

А.Г. Вабищевич, к.т.н., доцент;
Н.Н. Стасюкевич; **В.В. Маркевич**; ст. преподаватели;
Д.С. Праженик, ассистент; **А.Н. Стасюкевич**, студент
*УО «Белорусский государственный аграрный
технический университет»
г. Минск, Республика Беларусь*

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ САПР SOLID-WORKS ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Введение

Среди множества САПР различного уровня, SolidWorks (SW) занимает среднее (промежуточное) положение. Если требуется вы-