

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ НАПЛАВКОЙ ПОРОШКОВЫМ ЭЛЕКТРОДОМ

Собачкин А.В. - аспирант, Ситников А.А. – д.т.н., профессор, Яковлев В.И. - ,
М.Е. Татаркин - аспирант,
М.В. Логинова, М.Н. Сейдуров – к.т.н., ст. преподаватель,
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова
(г. Барнаул)

Алтайский край – сельскохозяйственный регион страны. В нем насчитывается 60 районных центров, основное производство в которых – зерновые культуры. Большой объем сельскохозяйственной продукции производится как крупными хозяйствами, так и более мелкими фермерскими. В сложившейся экономической ситуации наблюдается устойчивый рост фермерских хозяйств, увеличение площади пашни под зерновые культуры, что, несомненно, порождает спрос на рабочие органы сельхозмашин.

Резание почвы и растений является распространенной технологической операцией в сельскохозяйственном производстве: вспашка, культивация, боронование, кошение трав, измельчение силоса, уборка зерновых и технических культур и т.п. операции составляют не менее 70 % всего объема механизированных работ. При взаимодействии с грунтом рабочие органы почвообрабатывающих и посевных машин подвергаются интенсивному абразивному изнашиванию. В то же время, от состояния лезвия рабочего органа сельхозмашины зависят, в первую очередь, такие показатели работы, как степень подрезания сорных растений; средняя глубина культивации; устойчивость хода лап по глубине; забиваемость лап (обволакиваемость выдернутыми сорняками); рабочее сопротивление лап.

В процессе изнашивания рабочих органов режущие кромки затупляются. На кромке лезвий и носка образуется обратная фаска, которая отрицательно влияет на устойчивость хода рабочих органов по глубине, изменяется форма носка (рисунок 1, а), а также форма и ширина лезвия лапы (рисунок 1, б). Затупившиеся лапы увеличивают тяговое сопротивление и поэтому снижают производительность, при этом расход топлива возрастает на 15 – 20 %.

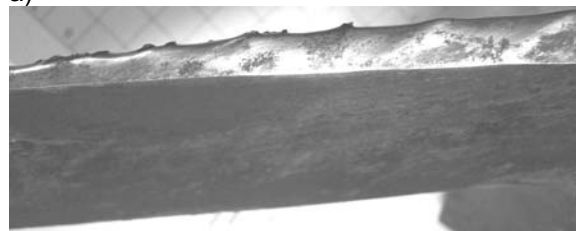
Повышение износостойкости рабочих органов сельскохозяйственных машин отечественного производства, является актуальной

ПОЛЗУНОВСКИЙ АЛЬМАНАХ № 4/2 2011

проблемой для производителей и потребителей, т.к. ресурс работы многих элементов сельскохозяйственной техники ниже импортных аналогов в 1,5 – 2 раза. В настоящее время для изготовления рабочих органов часто применяют углеродистую сталь марки 65Г, с последующим упрочнением, состоящим в термообработке. Такая технология придает деталям твердость 45...50 HRC и ударную вязкость.



а)



б)

Рисунок 1 – Износ стрельчатой лапы:
а) – изменение формы носка лапы, б) – изменение формы и ширины лезвия лапы

Кроме этого, для повышения долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин применяется индукционная наплавка, плазменное напыление, газопламенная наплавка, плакирование и др. В результате таких операций повышается износостойкость деталей, подверженных абразивному износу.

В Алтайском крае для повышения износостойкости рабочих органов сельхозтехники применяется механизированная индукцион-

ная наплавка (ГК «Алмаз», г. Рубцовск). Однако качество наплавленного слоя оставляет желать лучшего из-за несовершенства технологического процесса наплавки сормайтотом и отсутствия операции термообработки лап, что приводит к незначительному повышению долговечности рабочих органов сельхозмашин. Кроме того, этот способ предполагает наличие дорогостоящего высокочастотного оборудования для наплавки, что препятствует его использованию на малых и средних предприятиях.

Следует отметить, что только хозяйства Алтайского края ежегодно потребляют свыше 200 тыс. лап культиваторов и сеялок, не считая позиций по другим рабочим органам. Крупнейшим поставщиком рабочих органов почвообрабатывающих машин, в т.ч. и всех видов стрельчатых лап, является ГК «Алмаз» (Рубцовский завод запасных частей). Выпускаемые им цельноштампованные лапы культиваторов из листовой стали 65Г толщиной 10 мм с индукционной наплавкой сормайтотом, имеют гарантийную наработку 25 га, что считается недостаточным для проведения предпосевной обработки, совершаемой, как правило, в очень короткие сроки (10-12 дней).

В связи с этим, можно сделать вывод, что известные и используемые до этого времени материалы для повышения износостойкости рабочих органов не удовлетворяют современным потребностям фермерских хозяйств по своим физическим, механическим свойствам либо по их стоимости. Выход следует искать в создании новых материалов или композитов, отвечающих требованиям работы изделий на их основе в заданных условиях среды.

Для фермерского хозяйства любой величины наиболее предпочтителен вариант восстановления и повышения износостойкости рабочих органов сельхозмашин в полевых условиях. Например, технология ручной дуговой наплавки позволяет значительно увеличивать срок службы быстроизнашивающихся и тяжелонагруженных деталей, избавляет хозяйство от закупки большого количества запасных частей, повышает надежность и работоспособность машин и механизмов. Однако, серийно выпускаемые наплавочные электроды отечественного производства (например, ОЗН-400М) не могут обеспечить требуемой износостойкости рабочего органа сельхозмашины, а импортные наплавочные электроды (например, N 6060 производства концерна Messer Castolin Eutectic) чрезвычайно дорогостоящи (порядка 200 руб. за электрод). Поэтому перспектив-

ным является разработка наплавочного электрода, отвечающего требованиям современного сельскохозяйственного производства по физико-механическим свойствам и по более приемлемой цене.

Так, одним из способов достижения высокой износостойкости является применение твердых сплавов. Твердые сплавы все чаще используют в качестве конструкционного материала трущихся деталей узлов трения и режущего инструмента. Они состоят из карбидов и связующей фазы и изготавливаются методами порошковой металлургии.

Наличие в наплавленном слое карбидов тугоплавких металлов (TiC, NbC, VC, WC, MoC) повышает твердость и износостойкость металла, что в свою очередь увеличивает срок безаварийной работы рабочих органов сельхозтехники.

Из всего многообразия карбидов карбид титана обладает наиболее высокой температурой плавления, а также твердостью из всех широко применяемых для легирования карбидов тугоплавких металлов. Кроме того, структура наплавленного металла при комплексном способе легирования готовым соединением карбида титана обеспечивает высокую износостойкость и твердость сплава, что дает возможность многократного увеличения срока службы изделий.

В связи с этим, одной из главных задач по созданию новых сварочных материалов для дуговой наплавки, обладающих высокими физико-механическими и технологическими свойствами является разработка специальных порошковых материалов (в том числе, и для порошковых электродов), а также экономичных и экологически чистых технологий их получения.

К числу таких материалов и технологий могут быть отнесены материалы, полученные методом СВС. Существует большой резерв управления свойствами материала покрытия за счет модифицирования и создания композитной структуры.

Перспективным методом получения композиционных материалов для наплавки является проведение СВС-реакций в металлических матрицах, для чего проводится механоактивационное перемешивание металла матрицы и компонентов-реагентов в планетарной шаровой мельнице. Преимущества синтеза в матрицах состоят в высокой дисперсности и равномерности распределения частиц образующихся фаз в матрице, в общем случае недостижимые при использовании простого смешивания ранее синтезированных соединений.

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ НАПЛАВКОЙ ПОРОШКОВЫМ ЭЛЕКТРОДОМ

Рабочие органы сельхозмашин помимо интенсивного абразивного износа подвергаются существенной коррозии, что связано с их эксплуатацией в почве, которая сама по себе является агрессивной средой для материалов основы рабочих органов. В связи с этим в качестве матрицы при СВС-реакции используется никель-хромовая основа, способная противостоять коррозионным изменениям.

Для получения требуемого композита смешиваются порошки углерода, титана и наплавочный порошок ПР-Н70Х7С4Р4-3 в определенном соотношении. Затем порошковая смесь подвергается механической активации в планетарной шаровой мельнице в течение заданного интервала времени.

После механоактивации в полученной смеси проводится СВС-реакция, необходимая для синтеза карбида титана в никель-хромовой матрице. Порошок помещается в оснастку, с помощью воспламенителя (рисунок 2) инициируется начальное введение тепла в порошковую смесь и далее в режиме фронтального горения происходит химическая реакция с выделением тепла. В результате реакции синтезируется требуемый композит $TiC+ПР-Н70Х7С4Р4-3$.

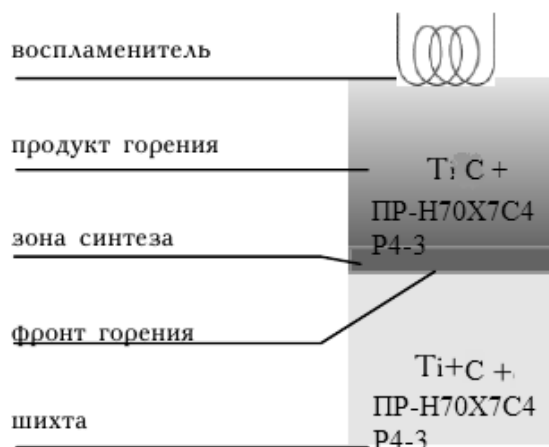


Рисунок 2 – Схема СВС-процесса

После СВС-реакции производится разбавление полученной смеси наплавочным порошком ПР-Н70Х7С4Р4-3 до нужного соотношения. Получившаяся смесь является готовым порошком для наплавки.

Изготовление основы электрода происходит путем протягивания стальной пластины через фильеру с тремя отверстиями разного диаметра. Процесс протягивания схематично изображен на рисунке 3.

Далее идет этап непосредственного изготовления электрода. Для этого изготовленный СВС-порошок засыпается внутрь трубки. После чего края трубочки плотно зажимаются, и на электрод наносится обмазка методом окунания. Получившийся электрод подвергается стандартной операции – сушке в термопечи. После этого электрод является готовым изделием.

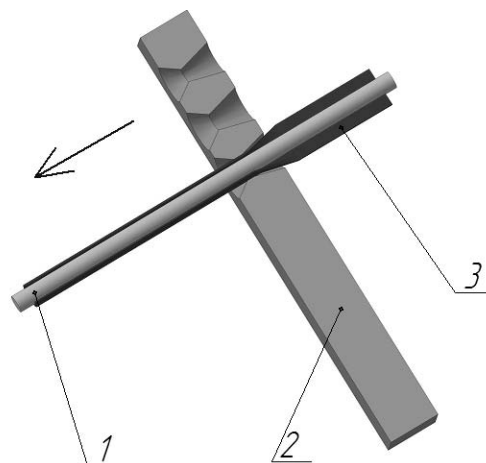


Рисунок 3 – Схема протяжки трубки:
1 – стержень; 2 – фильера; 3 – пластина.

Исследования по определению весового износа покрытий в зависимости от степени разбавления металлом матрицы проводились в лабораторных условиях на наплавленных покрытиях из порошков механоактивированных СВС-композитов состава $TiC+ПР-Н70Х7С4Р4-3$ (X % масс.). В качестве испытательного оборудования использовалась машина трения. Подобная машина предназначена для испытаний различных фрикционных и смазочных материалов на трение и износ с максимальным моментом трения 40 Н·м и максимальной частотой вращения шпинделя 3000 мин⁻¹.

Для выбора параметров испытаний опираемся на ГОСТ 17367 – 71 «Металлы. Метод испытания на абразивное изнашивание при трении о закреплённые абразивные частицы».

Исследования проводились с использованием специально изготовленных образцов представляющих собой гладкие цилиндрические образцы соответствующих размеров.

В качестве абразивного материала был выбран диск, который изготавливался из абразивной листовой шкурки марки Л2Э620×50С115А25-ВМА ГОСТ 6456 – 82. В качестве абразивного материала использо-

ван электрокорунд нормальный А15 зернистостью 25 (ГОСТ 3647 – 71).

Результаты испытаний представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты испытаний

Серия испытаний	Степень разбавления металлом матрицы, % масс		
	90	0	70
	Весовой износ, г		
1	0.3 5241	0. 2812	0.23 28
2	0.3 4125	0. 2365	0.22 16
3	0.3 1156	0. 3318	0.26 91
4	0.2 9289	0. 2788	0.24 11
5	0.2 5841	0. 2448	0.21 94

Установлено, что наплавленные покрытия из порошков СВС-механокомпозигов состава TiC+X % ПР-Н70Х17С4Р4-3 с 90 % степенью разбавления металлом матрицы имеют меньшую сопротивляемость изнашиванию, что можно объяснить более высоким содержанием металла матрицы. При снижении степени разбавления металлом матрицы композита повышается интенсивность перехода карбидообразующих элементов из порошков СВС-механокомпозигов в наплавленный металл, что обеспечивает повышение износостойкости и твердости покрытия.

По итогам статьи можно сделать вывод, что применяемый способ повышения износостойкости с помощью порошковых электродов из СВС-материалов позволит существенно (в 2-3 раза) увеличить срок службы рабочих органов (в частности, стрелчатых лап

культиваторов и сеялок) сельскохозяйственной техники.

Особым достоинством является возможность применения данного способа непосредственно на предприятиях агропромышленного комплекса (в том числе, в частных фермерских хозяйствах и ремонтных мастерских), в отличие от индукционной наплавки, выполняемой в заводских условиях на Рубцовском заводе запасных частей. При этом, структура наплавленного металла при комплексном способе легирования готовым соединением карбида титана обеспечивает высокую износостойкость и твердость сплава по сравнению с отдельным способом введения карбида титана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ситников, А. А. Структура и свойства наплавленных электродуговых покрытий из порошков механоактивированных СВС-композигов / А. А. Ситников, В. И. Яковлев, М. Н. Сейдулов, М. Е. Татаркин, А. В. Собачкин, Н. В. Степанова, И. Ю. Резанов // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). – 2011. – № 3. – С. 51 – 55.
2. Хрущев, М. М. Абразивное изнашивание / М. М. Хрущев, М. А. Бабичев. – М. : Наука, 1970. – 252 с.
3. Кульков, С. Н. Карбидостали на основе карбидов титана и вольфрама / С. Н. Кульков, С. Ф. Гнусов. – Томск : Изд-во НТЛ, 2006. – 240 с.
4. Каковкин, О. С. Особенности легирования наплавленного металла карбидом титана при дуговой износостойкой наплавке / О. С. Каковкин, Ю. Д. Дарахвелидзе, Г. Г. Старченко // Сварочное производство. – 1989. – № 5. – С. 41 – 42.
5. Смагин, Г. И. Шлифовальный инструмент на основе силикокарбида титана / Г. И. Смагин, В. Н. Филимонов, Н. Д. Яковлев, М. А. Корчагин, В. Ю. Скиба // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). – 2011. – № 1. – С. 27 – 30.