

УПРОЧНЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОЧВОРЕЖУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ДИФФУЗИОННЫМ НАМОРАЖИВАНИЕМ

Г.Ф. БЕТЕНЯ, Н.В. КАРДАШ, Н.А. ЗАЙКО, Г.И. АНИСКОВИЧ, Н.И. АНИСКОВИЧ,
БАТУ

Из практики известно, что в процессе работы почворежущие элементы подвергаются одному из самых интенсивных видов механического изнашивания - абразивному. Типовыми представителями таких быстроизнашивающихся деталей являются: зубья борон, лапы культиваторов, сошники и черенковые ножи сеялок, зубья мелиоративных экскаваторов, лапы машин типа УЛП, плужные лемехи и др.

На основании детального анализа природы и характера абразивного изнашивания, технических решений, направленных на повышение ресурса почворежущих элементов, обосновано применение этих изделий с биметаллической рабочей частью. В этом случае основной металл обеспечивает прочность изделий, а защитное покрытие из твердого сплава — абразивную износостойкость.

Для почворежущих элементов со сложной формой и конфигурацией поверхности, переменным сечением рабочей части реализовать их упрочнение и восстановление наращиванием износостойких материалов, используя широко распространенные технологические способы, такие, как дуговая и индукционная наплавки, в ряде случаев не представляется возможным.

Выполненный комплекс теоретических и экспериментальных исследований позволил разработать конкретные производственные рекомендации по повышению ресурса почворежущих элементов упрочнением и восстановлением их режущей части, используя способы наплавки намораживанием.

Применение наплавки намораживанием позволяет рационально использовать свойства металлов и получать биметаллические режущие элементы рабочих органов. Разработанные варианты технологии наплавки намораживанием отли-

чаются температурно-временными режимами процесса, характером подготовки соединяемых материалов, составом защитных сред и покрытий. В каждом конкретном случае выбор технологических режимов осуществляется с учетом химического состава и температуры свариваемости пар, соотношением их толщины, технического назначения и других факторов.

Среди известных наплавки намораживанием наиболее изученным является способ изготовления биметаллических изделий погружением заготовки в расплав износостойкого металла. Сущность способа заключается в следующем: предварительно заготовку нагревают и флюсуют наплавляемую поверхность (рис.1), затем погружают в тигель с расплавленным износостойким сплавом и кратковременно выдерживают в расплаве. В результате того, что температура заготовки значительно ниже, чем расплавленного металла, на поверхности заготовки из-за локального охлаждения расплава износостойкого сплава до температуры фазового перехода происходит затвердевание (намораживание) слоя износостойкого металла. Технология применяется при упрочнении деталей, для которых требуется сплошное плакирование рабочей части с нанесением износостойкого слоя толщиной 1...3 мм. Наряду со сплошным плакированием можно осуществлять и избирательную наплавку. При этом производится изоляция повер-

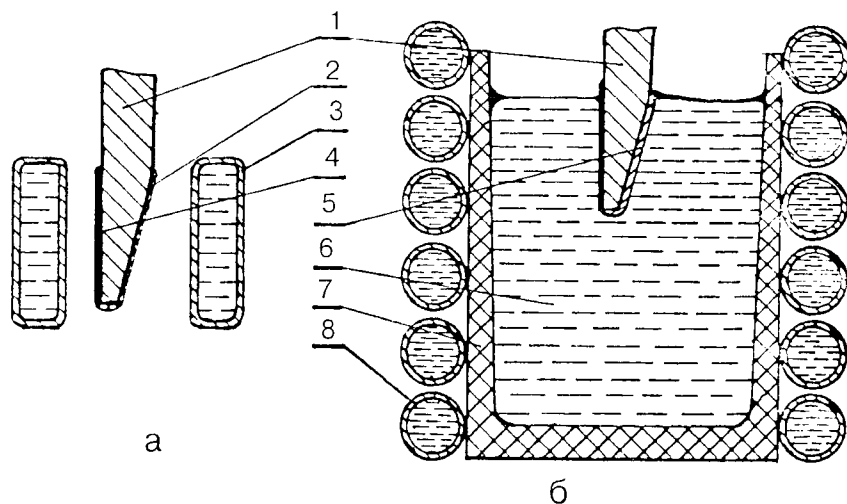


Рис. 1. Принципиальная схема диффузионного намораживания погружением заготовки в расплав присадочного материала:

1 – заготовка; 2 – флюс; 3 – индуктор закалочного генератора; 4 – теплоизоляционное покрытие; 5 – износостойкое покрытие; 6 – расплав; 7 – тигель; 8 – индуктор плавильной установки.

хностей, не подлежащих упрочнению.

Для восстановления и упрочнения деталей практический интерес представляет способ наплавки намораживанием на заготовку. Сущность способа заключается в подаче порции расплавленного износостойкого сплава в зазор между наплавляемой, предварительно активированной поверхностью заготовки и стенкой формы. Полость формы определяет конфигурацию и объем наплавки. При заполнении формы присадочный сплав вытесняет защитный слой флюса с наплавляемой поверхности и кристаллизуется на последней. После заполнения формы происходит затвердевание присадочного сплава с образованием износостойкого слоя заданной формы и размеров.

Разработанные в Белорусском аграрном техническом университете технологические процессы наплавки намораживанием почворезущих элементов рабочих органов износостойкими материалами состоят из следующих операций: плавки присадочного сплава, подготовки флюса, активации наплавляемой поверхности, наплавки рабочей части режущего элемента, охлаждения изделия, контроля качества изделия.

Плавка присадочного материала осуществляется в индукционной сталеплавильной тигельной печи типа ИСТ-0,06 или ИСТ-0,16, в сменных тиглях, выполненных из огнеупорных материалов на основе нитридов бора и кремния или графитосодержащих типа ТГ-20 производства Лужского абразивного завода.

Для наплавки намораживанием режущих элементов рабочих органов применяются, в основном, высокохромистые чугуны. Они обладают высокой

абразивной износостойкостью и достаточной ударной вязкостью. К числу таких наплавочных материалов относятся сплавы на основе железа, выпускаемые Торезким заводом наплавочных твердых сплавов ПГ-ФБХ-6-2, ПР-С27, ПГ-С1, ПГ-УС25 и эвтектические сплавы ФМИ, производство которых осваивается НПО «Тулачермет».

Для защиты от выгорания легирующих элементов из расплава износостойкого присадочного сплава применяется флюс АН-348А, загружаемый в тигель при выплавке присадочного сплава. В процессе наплавки над расплавом дополнительно образуется защитный слой из флюса, используемого для активации наплавляемой поверхности заготовки.

Контроль температуры расплава осуществляется прямым методом с использованием термомпар

кратковременного погружения с защитным наконечником. В качестве датчиков используются вольфрамиевые или платинородиевые термомпары. Температура расплава фиксируется автоматическим потенциометром типа КСП-3П с градуировкой ВР20/5 или ПР30/6. В качестве защиты термоэлектродов используются чехлы из нитрида бора. Температура расплава регулируется путем изменения мощности подводимой, к индуктору плавильной печи.

Подготовка флюса заключается в плавке исходных компонентов и выдержке требуемой температуры активации. Плавка флюса осуществляется в электрической нагревательной печи в сменных тиглях, выполненных из жаростойкого чугуна или стали. Температура расплава флюса в тигле нагревательной печи поддерживается в заданном интервале на протяжении всего процесса активации с целью обеспечения качественной очистки наплавляемой поверхности деталей. Высокое качество очистки наплавляемой поверхности обеспечивает флюс, состоящий из 40 мас.ч. буры и 60 мас.ч. борного ангидрида.

Температура расплава флюса контролируется автоматическим потенциометром типа КПУ-3 с градуировкой ХА до 1373К (1100 °С). Датчиком температуры служит хромель-алюмелевая термопара типа ТХА. Регулируется температура расплавленного флюса изменением напряжения, подводимого к нагревателям электрической печи.

При активации наплавляемой поверхности предварительный нагрев детали осуществляют в индукторе высокочастотной установки типа И34-100/8 с машинным генератором ВПЧ-100-8000.

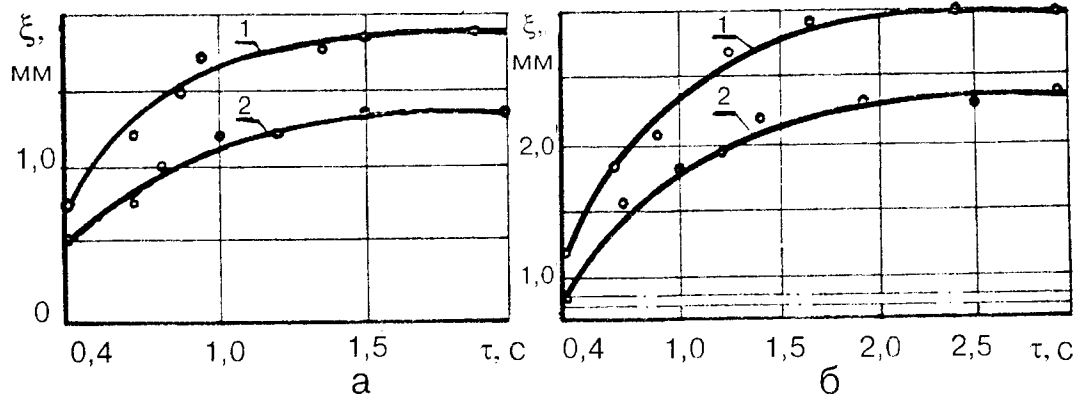


Рис. 2. Изменение толщины слоя затвердевшего сплава (сормайт-1) от времени: а, б – толщина плоской основы (2х), соответственно, 6 и 12 мм; 1, 2 – температура активации, соответственно, 1123 и 1173 К.

Температура нагрева наплавляемой части детали 1123... 1223К (850...950 °С). После нагрева наплавляемой части детали токами высокой частоты, не допуская ее охлаждения, деталь подается на пост флюсования и погружается в расплавленный боратный флюс. Температура флюса поддерживается в интервале 1173...1223К (900...950 °С). Время выдержки во флюсе составляет не менее 3...5 с. После извлечения детали выдерживают над расплавом флюса в течение 3...5 с для стекания излишков флюса. Профлюсованная деталь подается на пост наплавки. Температура наплавляемой поверхности перед наплавкой должна быть не ниже 1073...1123К (800...850 °С).

Перечисленные выше операции технологического процесса являются общими для наплавки намораживанием из расплава металлов и намораживаем на заготовку.

Наплавка намораживанием из расплава производится погружением нагретой заготовки с офлюсованной наплавляемой поверхностью в расплав износостойкого материала и выдержке в расплаве в течение 0,8...1,2 с. Установлено, что при наплавке намораживанием на поверхности заготовки происходит последовательное затвердевание слоя износостойкого присадочного материала толщиной до 2,0...3,0 мм (рис.2).

Погружение заготовки в расплав рекомендуется осуществлять со скоростью 0,05...0,2 м/с. Указанная скорость погружения обеспечивает полное вытеснение защитного слоя флюса с наплавляемой поверхности, что является необходимым условием для образования монолитного соединения наплавляемого износостойкого материала с основным металлом. Наплавленное изделие выгружается в контейнер, и его охлаждение производится на воздухе.

Наплавка намораживанием на заготовку осуществляется следующим образом. После активации нагретая заготовка помещается в форму, обеспечивающую расположение наплавляемой

поверхности под углом 0...85°, по отношению к направлению потока металла в форме. В таком случае поток расплавленного присадочного сплава попадает на наплавляемую поверхность, стекает по ней в нижнюю часть полости формы, смывая часть флюса, тем самым нарушая сплошное покрытие им поверхности, и заполняет полость формы. По мере подъема уровня расплава в форме жидкий металл вытесняет оставшийся защитный слой флюса с наплавляемой поверхности, смачивает ее и затвердевает с формообразованием износостойкого слоя.

Заполнение полости формы осуществляется со скоростью подъема расплавленного металла в интервале 0,03...0,15 м/с, что обеспечивает полное вытеснение флюса с наплавляемой поверхности и высокий уровень прочности сцепления между присадочным сплавом и металлом заготовки.

Форма изготавливается из огнеупорных материалов (графита, порошковых материалов на основе нитридов кремния и алюминия). Она определяет конфигурацию и объем наплавки, обеспечивает точность размеров наплавленного износостойкого слоя.

Перед первой заливкой порции расплавленного металла необходимо просушить и подогреть форму до температуры 473...573К. После затвердевания залитого присадочного сплава в форме последующее охлаждение наплавленной детали производится на воздухе.

Контроль качества наплавленных изделий осуществляется измерением линейных размеров толщины наплавленного слоя, определением дефектов и физико-механических свойств покрытия.

Рекомендуемые износостойкие материалы, наплавленные методом намораживания, характеризуются следующими показателями физико-механических свойств: твердость не менее 50 HRCэ; ударная вязкость 50...75 кДж/м²; относительная износостойкость (эталон сталь 45-1) 3...6.

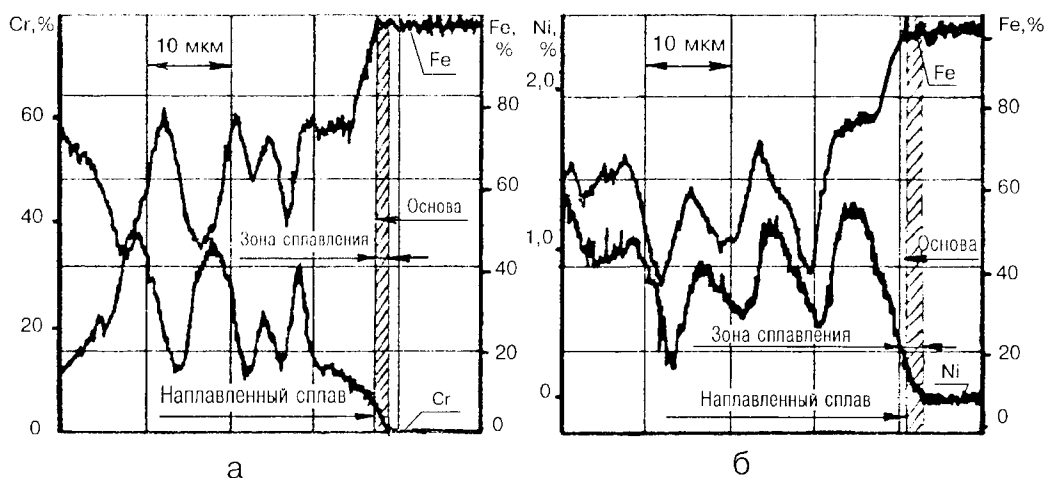


Рис. 3. Характер распределения концентрации хрома (а) и никеля (б) в биметалле, полученном диффузионным намораживанием.

При наплавке намораживанием почворезущих элементов оптимально сочетаются конструктивные и технологические факторы повышения ресурса деталей.

Зона сплавления затвердевшего сплава с основой состоит из совокупности пограничных объемов основного и наплавленного металлов (рис. 3). Максимальная прочность сцепления в биметаллическом изделии, полученном наплавкой намораживанием, находится на уровне предела прочности на растяжение наплавленного сплава. Основу связи в нем обеспечивают силы межатомного взаимодействия металла основы с металлом покрытия.

Исследованиями микроструктуры установлено, что наплавленный сплав в преобладающем порядке имеет столбчатое строение. Столбчатые кристаллы, в основном, расположены нормально к поверхности тепловода. Такое структурное состояние наплавленного сплава обеспечивает ему повышенную абразивную износостойкость. Особенно это важно, применительно к деталям, работающим в абразивной среде. В данном случае твердую фазу в виде игл, столбчатых кристаллов можно расположить перпендикулярно к поверхности трения. При таком строении наплавленного сплава затрудняется его разрушение путем скалывания или выкрашивания в больших объемах, что способствует дополнительному увеличению ресурса деталей. Установлено, что твердость, ударная вязкость и абразивная износостойкость наплавленного намораживанием сплава со столбчатой структурой анизотропны. Это свидетельствует о направленном формировании служебных свойств сплава.

Опыт работы наплавочных участков в производственных условиях показал, что наплавка намораживанием — высокоэффективный и производительный способ. Затраты на наплавку намораживанием составляют около 20...30 % стоимос-

ти новой детали. Наплавленные намораживанием почворезущие элементы имеют ресурс работы в 2...4 раза больший, чем серийные изделия.

На основе выполненных теоретических и практических работ можно сделать следующие выводы.

1. Разработанные в Белорусском аграрном техническом университете способы наплавки намораживанием из расплава металлов на заготовку в форме могут быть рекомендованы для поверхностного и объемного упрочнения деталей износостойкими твердыми сплавами как при сплошном, так и при избирательном (одностороннем) плакировании рабочих поверхностей деталей, а также для восстановления изношенной рабочей части режущих элементов.

2. Применение в качестве износостойких покрытий высокохромистых сплавов позволяет повысить ресурс почворезущих элементов в 2...3 раза по сравнению с термообработанными серийными.

3. Основными технологическими параметрами процессов наплавки намораживанием являются: температура расплава износостойкого сплава и температура активации; время пребывания заготовки в расплаве; скорость заполнения формы расплавленным присадочным сплавом. Они оказывают определяющее воздействие на физико-механические и эксплуатационные характеристики износостойких покрытий.

4. В биметаллическом изделии, полученном наплавкой намораживанием, прочность сцепления покрытия с основой обеспечивается силами межатомного взаимодействия и ограничивается пределом прочности наплавленного материала на растяжение.

5. Распространение процесса наплавки намораживанием в производственных условиях сыграет важную роль в повышении долговечности режущих органов почвообрабатывающих машин.