

Заключение

На прилипаемость почвы к картофелю оказывает влияние давление ходовых систем и физико-механические свойства почвы. Уплотненная почва при последующей обработке обладает неудовлетворительным фракционным составом, в котором преобладают мелкие частицы. Повышение дисперсности почвы ведет к повышению прилипаемости к клубням картофеля.

В качестве критериев оценки прилипаемости почвы к картофелю предлагается использовать параметры уравнения Розина-Раммлера. Для почвы оптимального фракционного состава параметры уравнения Розина-Раммлера имеют следующие значения: показатель однородности частиц $n = 2 - 4$, показатель крупности $d_a = 5 - 6$ мм. Для современных технологий почвообработки при возделывании картофеля фракционный состав почвы характеризуется следующими значениями параметров уравнения Розина-Раммлера: $n = 0,7 - 0,8$; $d_a = 12 - 23$ мм. При уменьшении показателя однородности n увеличивается процентное содержание мелких частиц, а следовательно и прилипаемость почвы к картофелю.

Выводы

1. Из физико-механических свойств почв на прилипаемость к клубням картофеля наибольшее влияние оказывают пластичность, влажность и липкость. Повышение дисперсности почвы ведет к повышению прилипаемости к клубням картофеля.

2. Уплотненная почва при последующей обработке обладает неудовлетворительным фракционным составом, в котором преобладают мелкие частицы. Параметры уравнения Розина-Раммлера для такой почвы имеют следующие значения $n = 0,7-0,8$; $d_a = 12-23$ мм.

3. Низкой прилипаемостью характеризуется почва обладающая оптимальной структурой, размеры фракций которой колеблются от 0,25 до 7 мм. Параметры уравнения Розина-Раммлера для такой почвы имеют следующие значения $n = 2-4$; $d_a = 5-6$ мм.

4. В качестве критерия прилипаемости почвы к картофелю могут применяться параметры уравнения Розина-Раммлера.

Литература

1. Кислов Н.В. Аэродинамика измельченного торфа.-Минск.: Наука и техника, 1987.
2. Дмитриев А.М., К вопросу крошения почвы рабочими органами// А.М.Дмитриев, Н.И.Бохан. Труды ЦНИИМЭСХ. Т.7, Минск, 1969, С. 24-30.
3. Ревут, И.Б. Физика почв.- Л.: Колос, 1972,- 387с.

УДК 621.539

РЕМОНТ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ ЧУГУНА

*Дашков В.Н. д.т.н., профессор, Антонишин Ю.Т, к.т.н, доцент
(БГАТУ)*

Восстановление изношенных деталей сельхозтехники является очень эффективным мероприятием в подготовке и поддержании ее в исправном состоянии. Ремонт чугунных деталей представляет большую проблему, и актуален для восстановления деталей с получением заданной твердости на обрабатываемых поверхностях.

При восстановлении и упрочнении чугунных деталей сельскохозяйственных машин процессы сварки и наплавки зачастую определяют ресурс работы как отдельных

механизмов, так и конструкций в целом. Качество и эффективность восстановления тесно связаны с развитием сварки и, в первую очередь, с использованием сварочных материалов.

Чугунные детали имеют высокую прочность на сжатие, отличаются надежной работой в условиях воздействия знакопеременных нагрузок, способны гасить вибрационные колебания [1]. В процессе их эксплуатации и ремонта выявляются дефекты различного характера и размеров, расположенные на поверхностях различного эксплуатационного назначения. В результате детали дорогостоящей сельскохозяйственной техники бракуются окончательно или условно до исправления дефекта.

Устранение дефектов в чугунных деталях производится, главным образом, наплавкой (заваркой), иногда пайко-сваркой и замазкой. Свариваемость зависит не только от свойств чугуна (химический состав, структура и т.д.), но и от способа и режимов наплавки, состава наплавочных материалов и других параметров. Чугун является трудно свариваемым материалом вследствие образования в шве хрупких и трудно обрабатываемых структур отбела и закалки, обусловленных высоким содержанием углерода, серы и фосфора в основном металле, склонность чугуна к образованию неравновесных фаз при кристаллизации, а низкая пластичность основного металла и зоны оплавления приводит к образованию трещин и порообразованию. Трудности сварочных работ неизмеримо возрастают при изменениях структуры чугуна, вызванных длительным воздействием высоких температур, а также проникновением в него масел и продуктов сгорания горючего. Затруднения особенно резко возрастают при холодных способах наплавки. При горячей наплавке (предварительный нагрев детали), а также при низкотемпературных процессах (пайка, пайко-сварка), образование указанных дефектов менее вероятно.

В результате проплавления источником тепла основного металла углерод и другие примеси в значительном количестве переходят в сварной шов. Переход углерода не опасен, если наплавленный металл также представляет собой чугун. В этом случае необходимой и достаточной мерой для получения доброкачественных соединений является высокий предварительный подогрев изделия (так называемая горячая сварка чугуна).

При сварке чугуна сталью науглероживание шва крайне нежелательно, поскольку оно приводит к образованию в нем метастабильных структур, например, выделению цементита по границам зерен или распаду аустенита при охлаждении шва с мартенситным превращением. Это, в свою очередь, ведет к повышению твердости и резкому снижению пластичности металла шва, а следовательно, и к образованию трещин в соединениях.

Графитные включения в чугуне снижают его пластичность, в результате чего он может не выдержать значительных сварочных напряжений [1]. В случае образования неравновесных фаз в зоне сплавления пластичность падает еще больше. В связи с низкой пластичностью чугун боится и резкого изменения напряженного состояния, которое может иметь место при форсированных режимах сварки и последующем ускоренном охлаждении.

Трудности сварочных работ неизмеримо возрастают в тех случаях, когда структура чугуна претерпела изменения, вызванные длительным воздействием высоких температур, проникновением масел и продуктов сгорания горючего и др. Практически каждый конкретный вид ремонта требует своего специфического подхода.

Свариваемые изделия приходится нагревать до высокой температуры, которая зависит от конструкции, способа сварки, состава присадочных материалов и ряда других факторов. Всегда желательны также сопутствующий подогрев места сварки и медленное охлаждение полученного сварного соединения. Указанные меры, как правило, полностью исключают образование в чугунах обычного состава неравновесных фаз: цементита и ледебурита.

Из общего количества чугунных деталей следует выделить корпусные. Ремонтные предприятия Беларуси дефекты на чугунных корпусных деталях исправляют крайне редко.

Известны попытки ремонта материалами, содержащими 60-70 % Ni и Cu. Их преимущество в том, что наплавленный металл обладает высокой пластичностью, не

упрочняется даже при насыщении углеродом, так как последний не растворяется в никеле. Однако, эти материалы дорогие и дефицитные, отличаются низкой стойкостью наплавленного металла к образованию трещин. Однако данная технология не обеспечивает получение достаточно прочных и износостойких деталей.

Наиболее эффективным и общедоступным способом исправления поверхностных дефектов чугуновых деталей является наплавка электродом ЦЧ-4, в состав которого введен феррованадий (до 55 %), взаимодействующий при наплавке с углеродом расплавленного металла, образуя карбид ванадия и компенсируя тем самым неблагоприятное его влияние.

Недостатком такого электрода является то, что образующиеся карбиды располагаются внутри металлической массы металла шва, нарушая сплошность металла, что снижает его механические свойства и при механической обработке делает стойкость металлорежущего инструмента недостаточной.

Кроме того, в металле шва остается повышенное содержание кремния, что нежелательно из-за его отрицательного влияния на механические свойства.

Цель работы - создание технологии и материалов для восстановления методом сварки и наплавки деталей, изготовленных из чугуна.

Из-за высокого содержания углерода и кремния в наплавленном металле при затвердевании в зоне шва и термического влияния могут образовываться трещины. Поэтому целесообразно снизить содержание этих элементов в шве, используя металлургические методы. Практически это осуществляется введением в состав электродного покрытия карбонатов. Наибольший интерес представляют такие карбонаты, как мел, мрамор CaCO_3 , магнезит MgCO_3 , и доломит, представляющий их смесь. Под влиянием высокой температуры сварочного пламени происходит диссоциация карбонатов.

Расчет показывает, что в условиях сварки диссоциация углекислого кальция начинается при 910°C , углекислого магния – 650°C .

Диссоциация доломита происходит двумя ступенями:



Расчет по уравнениям (1) и (2) показывает, что температура диссоциации 1-ой ступени 748°C , 2-ой ступени – 910°C . Таким образом, при температуре $700-900^\circ\text{C}$ начинается диссоциация карбонатов и зона сварочного шва насыщается углекислым газом. Высокая температура способствует разложению углекислого газа по реакции:



Расчеты показывают, что реакция (3) начинается при температуре 3000°C . Высокие температуры сварочного пламени обеспечивают полную диссоциацию углекислого газа.

Расчет необходимого количества кислорода для окисления углерода и кремния показал, что расход кислорода не очень велик и существенно меньше, чем при продувке бессемеровской ванны ($50-60 \text{ см}^3/\text{г}$).

Идея разработки электрода для сварки чугуна основана на гипотезе удаления углерода из расплавленного металла окислением его в наплавочной ванне. Метод прост, доступен, не связан с большими затратами и с усложнением наплавочного процесса. Кроме того, вместе с углеродом будет удаляться и кремний, повышенное содержание которого в наплавленном металле нежелательно из-за его отрицательного влияния на качество металла.

Сварка чугуна предлагаемым электродом обеспечивает обрабатываемость металла сварного шва. Сварку следует производить на прямой полярности, так как температура

анода сварочной дуги выше температуры катода, что обеспечивает более интенсивный нагрев изделия, чем при обратной полярности. При этом сварочная ванна охлаждается медленнее, что благоприятствует устранению твердых структурных составляющих. Кроме того, при этом углерод находится в виде иона C^{4+} , который под влиянием постоянного электрического поля перемещается по к катоду[2]. Это означает, что при сварке на прямой полярности ионы углерода будут стремиться всплыть, удаляясь из зоны сплавления в верхние слои ванны, где они легко окислятся, в результате чего происходит снижение содержания углерода и кремния в металле шва. Сварка на прямой полярности обеспечивает благоприятную структуру зоны шва.

При высоком напряжении холостого хода сварочного трансформатора и малой длине сварочных кабелей возможна сварка переменным током.

Трудности сварочных работ неизмеримо возрастают в тех случаях, когда структура чугуна претерпела изменения, вызванные длительным воздействием высоких температур. Проникновением масел и продуктов сгорания горючего и др. Практически каждый конкретный вид ремонта требует своего специфического подхода.

Процесс сварки, характеризуемый неравномерным нагревом и охлаждением различных участков, может способствовать увеличению внутренних напряжений и образованию трещин. Поэтому ответственные изделия сложной конфигурации при наличии разностенности перед сваркой обязательно следует подвергать термообработке для снятия внутренних напряжений. Нагрев должен производиться медленно, для равномерного прогрева всего объема отливки, со скоростью не выше 50-100 °С в час, в зависимости от сложности отливки. Выбор времени выдержки (3-5 часов) также зависит от сложности отливки. Чем выше температура, тем требуется меньшее время выдержки и тем эффективнее снимаются внутренние напряжения.

При нагреве чугуна происходит процесс снятия внутренних напряжений. Уже при 250-300 °С появляются заметные результаты, а при 500-550 °С внутренние напряжения почти полностью снимаются.

Внутренние напряжения в чугунных отливках появляются в результате различия температур тонких и толстых стенок, или внутренних и наружных частей при охлаждении, в момент перехода из области пластических в область упругих деформаций. В зависимости от состава чугуна температура этого перехода находится в интервале 400-600 °С. Чем медленнее шло охлаждение в этом интервале температур при отливке изделия, тем меньше будут остаточные, внутренние напряжения. При известных условиях эти внутренние напряжения литейного происхождения могут превысить предел текучести или предел прочности чугуна, что приводит к короблению, трещинам и разрушению изделия.

Для реализации технологии сварки и наплавки в производственных условиях необходимо простейшее сварочное оборудование (сварочный трансформатор, сварочный выпрямитель).

Таким образом, определены технологические параметры сварки и разработан электрод для восстановления методом сварки и наплавки деталей, изготовленных из чугуна, апробация которых показала, что себестоимость восстановленных с их помощью поверхностей деталей не превышает 18 % стоимости новых.

Литература

1. Антонишин Ю.Т. Пластическая деформация чугуна. Минск, Наука и техника, - 1990, 158 с.
2. Антонишин Ю.Т. Совершенствование технологии восстановления деталей и повышение их качества электродуговой наплавкой /Агропанорама, 2005, № 4, с.13-14/.