УДК 621 664:669,715

DOI: 10.31563/1684-7628-2018-47-3-103-107

М.Н. Фархшатов

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПЛУНЖЕРОВ ГОМОГЕНИЗАТОРОВ МОЛОКА
ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ПРИВАРКОЙ ЛЕНТЫ ИЗ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ**

Ключевые слова: электроконтактная приварка (ЭКП); ролик-электрод; технологические режимы приварки.

Плунжеры гомогенизатора молока как отечественного, так и импортного производства яв-

ляются одними из быстроизнашиваемых деталей. Для них характерны несколько видов из-

носа рабочих поверхностей: механические, коррозионно-механические [2], в том числе и изнашивание со схватыванием (рисунок 1).

Срок службы плунжерных узлов (плунжер – уплотнение) – всего 4–6 месяцев [3], что составляет 20 % от проектного ресурса. Результаты микрометража плунжеров гомогенизаторов молока, достигших предельного износа, показывают, что максимальный износ составляет менее 0,2 мм и по длине рабочей поверхности носит неравномерный характер (рисунок 2). Плунжеры гомогенизаторов молока в основном изготавливаются из коррозионностойких сталей аустенитного класса. При этом необходимо учитывать, что диаметр и длина детали относительно невелики, а твердость рабочих поверхностей может достигать 40 HRC при высокой чистоте поверхности (рисунок 3) [4]. Необходимо

отметить, что плунжеры гомогенизаторов молока эксплуатируются в сопряжениях «вал – уплотнение» и контактируют в процессе работы с коррозионно-активной технологической средой, которая в молочной отрасли относится к сильной степени агрессивности (водородный показатель 3,2–4,6 рН) [6, 7].

Учитывая вышеизложенное, можно предположить, что изношенным плунжерам гомогенизаторов молока можно дать «вторую жизнь» путем их восстановления, так как их конструктивно-технологические характеристики (материалы, из которых они изготовлены, твердость рабочей поверхности и их износ до 0,5 мм) позволяют выполнить такую операцию.

В качестве способа восстановления предлагается электроконтактная приварка (ЭКП) ленты из коррозионностойких сталей.

Рисунок 1
Плунжер гомогенизатора молока фирмы «Альфа-Лаваль» (Швеция): износ со схватыванием

Рисунок 2
Распределение величины износа плунжера гомогенизатора молока по диаметру и длине рабочей поверхности

Этот способ имеет ряд преимуществ над другими, в частности: приварка ленты происходит в твердой фазе, т. е. сохраняется химический состав привариваемого материала; минимальный припуск на механическую обработку (шли-

фованье) восстановленной детали; высокая производительность процесса и т. д.

ЭКП ленты из коррозионностойких сталей, в данном случае марки 12X18H10T, из чего и изготовлены сами плунжеры, позволит обеспечить

надежную работу наносимого материала в условиях коррозионно-механического изнашивания, которое выражается следующими факторами: стабильностью их физико-механических свойств в заданном интервале температур; соответствующей износостойкостью; самосмазываемостью; хорошими антифрикционными свойствами продуктов износа и окисления [1].

С другой стороны, все применяемые материалы, контактируемые с пищевыми продуктами, должны соответствовать требованиям санитарных норм пищевой промышленности РТМ-277515-82 [5].

ЭКП ленты из коррозионностойких сталей рекомендуется осуществлять на серийных уста-

новках производства ГОСНИТИ на рабочие поверхности гомогенизатора по винтовой линии с малым шагом (B) согласно схеме, проиллюстрированной на рисунке 4.

Работоспособность деталей, восстановленных ЭКП ленты, в основном определяется качеством сцепления привариваемой ленты с поверхностью восстанавливаемой детали. Прочность сцепления привариваемой ленты главным образом зависит от правильного выбора технологических режимов и параметров (ширина рабочей части и диаметр) ролика-электрода, учитывая, что в процессе эксплуатации рабочая часть (ширина ролика) из-за износа увеличивается и зависит от диаметра самого ролика-электрода.

Рисунок 3

Плунжеры гомогенизаторов для переработки молока и молочных продуктов:
а, б – отечественные; в, г – фирмы «Альфа-Лаваль» (Швеция)

Рисунок 4

Технологическая схема ЭКП ленты из коррозионностойких сталей: V – поперечное движение сварочной головки; n_1 – число оборотов ролика-электрода; n_2 – число оборотов детали; P – давление на ролик-электрод; B – шаг приварки

В свою очередь, эти показатели и диаметр восстанавливаемой детали образуют в точке соприкосновения «пятно-контакт». От площади последнего зависит плотность тока, электро-

противление и отвод тепла, что и определяет прочность сцепления приваренного слоя. Следовательно, возникает задача оптимизации: при заданном диаметре детали (D_d) выбрать оптималь-

ный диаметр ролика (D_p). Задача была решена с использованием способа наименьших квадратов. В качестве функции была принята прочность сцепления ленты к поверхности восста-

навливаемой детали [7–10]. Полученные данные позволили построить номограмму для подбора оптимального диаметра ролика для приварки ленты к конкретной детали (рисунок 5).

Рисунок 5

Номограмма для подбора оптимального диаметра ролика-электрода

Второй путь повышения прочности сцепления ленты с поверхностью восстанавливаемой детали состоит в варьировании основных параметров технологического режима ЭКП, в частности величины сварочного тока, длительности его протекания и давления на ролики-электрода. Известно, что увеличение этих параметров приведет к повышению прочности сцепления ленты. Но при этом вследствие выдавливания нагретого металла из-под ролика и эрозийного разрушения приваренного слоя увеличится припуск на механическую обработку, уменьше-

ние толщины оставшегося («полезного») слоя и вероятность появления микротрещин на поверхности восстановленной детали. Это недопустимо для деталей, работающих в контакте с агрессивной средой.

Для комплексной оценки влияния указанных факторов на прочность сцепления (Y_1) и толщину «полезного» слоя (Y_2) проведен полный факторный эксперимент. Реализация матрицы планирования эксперимента и проверка статистической значимости коэффициентов позволили получить следующие уравнения регрессии:

$$Y_1 = 327,50 + 5,12x_1 - 70,50x_3 + 15,75x_1x_2 - 3,50x_2x_3 + 18,75x_1x_2x_3;$$

$$Y_2 = 43,25 - 3,50x_1 - 3,62x_2 - 3,75x_1x_2 - 1,50x_1x_3 - 1,25x_2x_3 - 4,25x_1x_2x_3;$$

при приварке ленты из стали 20X13*

$$Y_1 = 328,50 + 51,50x_1 + 8,50x_2 - 20,75x_3 - 4,0x_1x_2 + 4,50x_1x_3 + 17,50x_1x_2x_3;$$

$$Y_2 = 50,25 - 3,625x_1 - 3,625x_2 - 0,78x_1x_2 + 1,25x_2x_3 - 5,25x_1x_2x_3.$$

При переходе от кодированных значений варьируемых факторов к их натуральным значениям для восстановления деталей, имеющих

наиболее часто встречающиеся диаметры, были подобраны уточненные режимы ведения технологического процесса (таблица 1).

Таблица 1 Оптимальные технологические режимы ЭКП ленты из коррозионностойких сталей

Диаметр детали, мм	Технологические факторы		
	Величина тока, кА	Длительность импульса сварки, с	Давление на ролики-электроды, кН
30	5,2...5,7	0,04	1,8...2,0
	5,0...5,5	0,04	1,4...1,6
40	5,7...6,2	0,04	—//—
	5,7...6,0	0,00	
50	6,2...6,5	0,04	—//—
	6,0...6,3	0,06	

Ленты из стали: в числителе 12X18H10T, в знаменателе 20X13.

* на случаи замены стали 12X18H10T.

Введение технологического процесса приварки ленты на указанных параметрах позволяет получить прочность сцепления приваренной ленты толщиной 0,5 мм из стали 1X18H10T и 20X13 480...520 МПа и 340...410 МПа соответ-

ственно и реализовать в качестве «полезного» слоя 50...60 % ее толщины, что соответствует техническим требованиям, предъявляемым при восстановлении деталей ЭКП ленты из коррозионностойких сталей.

Библиографический список

1. Коннов, А.Ю. Влияние состава комбинированной присадки на коррозионно-механическую стойкость металлопокрытия [Текст] / А.Ю. Коннов, М.З. Нафиков, М.Н. Фархшатов // Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК. Материалы международной научно-практической конференции. Уфа: Башкирский ГАУ, 2018. С. 72–77.
2. Новицкий, А.Е. Повышение долговечности деталей оборудования молочной промышленности, подверженных коррозионно-механическому изнашиванию [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Киев, 1984. 16 с.
3. Прейс, Г.А. Повышение износостойкости оборудования пищевой промышленности [Текст] / Г.А. Прейс, И.И. Сологуб, Г.А. Некоз. Киев: Техника, 1974. 206 с.
4. Поляченко, А.В. Восстановление деталей оборудования [Текст] / А.В. Поляченко, М.Н. Фархшатов // Молочная и мясная промышленность. 1990. № 3. С. 26–27.
5. Порядок применения металлов, сантехнических и других материалов, контактирующих с пищевыми продуктами и средами [Текст] / РТМ-277215-82. М., 1983. 29 с.
6. Фархшатов, М.Н. Выбор порошкового материала для восстановления деталей оборудования пищевой промышленности электроконтактной приваркой [Текст] / М.Н. Фархшатов, А.Ю. Коннов // Инновационно-промышленный салон. Ремонт. Восстановление. Реновация. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа: Башкирский ГАУ, 2011. С. 17–20.
7. Фархшатов, М.Н. Ресурсосберегающие технологии восстановления деталей сельскохозяйственной техники и оборудования электроконтактной приваркой коррозионностойких и износостойких материалов [Текст]: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Уфа, 2007. 40 с.
8. Нафиков, М.З. Способ определения пористости металлопокрытия из присадочного металлического порошка [Текст] / М.З. Нафиков, А.Ю. Коннов, И.И. Загиров, Н.М. Юнусбаев // Патент на изобретение RUS 2608859 24.06.2015.
9. Фархшатов, М.Н. Уменьшение потерь порошковых материалов при электроконтактной приварке [Текст] / М.Н. Фархшатов, И.Р. Гаскаров, Н.М. Юнусбаев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2005. № 11. С. 32–33.
10. Сайфуллин, Р.Н. Способ электроконтактной приварки металлических порошков [Текст] / Р.Н. Сайфуллин, Э.Л. Левин, М.Н. Фархшатов, Н.М. Юнусбаев // Патент на изобретение RUS 2322333 20.02.2006.

Сведения об авторе

Фархшатов Марс Нуруллович, доктор технических наук, профессор кафедры технологии металлов и ремонта машин, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, e-mail: farhshatov.mn.bsau@gmail.com.

В работе обоснована возможность восстановления изношенных рабочих поверхностей плунжеров гомогенизаторов молока электрокон-

тактной приваркой ленты из коррозионностойких сталей. Приведены оптимальные параметры технологических режимов приварки ленты.

M. Farkhshatov

RESTORATION OF MILK HOMOGENIZER PLUNGERS BY ELECTRIC-CONTACT WELDING OF A RUST-RESISTING STEEL TAPE

Key words: *electric-contact welding; roller electrode; technological welding modes.*

Authors' personal details

Farkhshatov Mars, Doctor of technical sciences, professor of the Metal Technology and Car Repair department, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bashkir State Agrarian University», Ufa, 50-letia Octiabria St., 34, e-mail: farhshatov.mn.bsau@gmail.com.

The paper presents arguments for possible restoration of worn working surfaces of milk homogenizer plungers by electric-contact welding of a rust-

resisting steel tape. Better parameters of technological tape welding modes are given.

© Фархшатов М.Н.