

УДК 621.791.927

<https://doi.org/10.33082/td.2018.2-3.10>

**ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ И МАТЕРИАЛОВ
ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПАЛЬЦЕВ
КОВШОВОЙ ЦЕПИ ЗЕМЛЕЧЕРПАЛОК**

О.И. Стальниченко

к.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Технология материалов»

Одесский национальный морской университет

А.И. Сабуров

к.т.н., доцент, начальник мореходного училища им. А.И. Маринеско

А.В. Опарин

к.т.н., доцент, начальник морского колледжа

Национальный университет «Одесская морская академия»

Аннотация: В статье рассмотрены результаты исследований по поиску способов восстановления пальцев черпаковой цепи землечерпалок, а также наплавочных материалов для этой цели.

Приведены результаты наплавки, их микроструктуры, механические свойства после восстановления.

Ключевые слова: наплавка, твердость, черпаковая цепь, напыление, микроструктуры.

**ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ТА МАТЕРІАЛІВ
ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ПАЛЬЦІВ
КОВШОВОГО ЛАНЦЮГА ЗЕМЛЕЧЕРПАЛОК**

О.І. Стальніченко

к.т.н., професор, завідувач кафедри «Технологія матеріалів»

Одеський національний морський університет

О.І. Сабуров

к.т.н., доцент, начальник морехідного училища ім. О.І. Маринеско

А.В. Опарін

к.т.н., доцент, начальник морського коледжу

Національний університет «Одеська морська академія»

Анотація: У статті розглянуто результати досліджень з пошуку способів відновлення пальців черпакового ланцюга землечерпалок, а також наплавальних матеріалів для цієї мети.

Наведено результати наплавлень, їх микроструктури, механічні властивості після відновлення.

Ключові слова: наплавлення, твердість, черпаковий ланцюг, напилення, микроструктури.

© Стальниченко О.И., Сабуров А.И., Опарин А.В., 2018

UDC 621.791.927

**INVESTIGATION OF METHODS AND MATERIALS
FOR REDUCING THE FINGERS
OF THE BUCKETS OF THE LAND-BOATS**

Stalnichenko O.

Ph.D., professor, head of the Department «Technology of Materials»

Odessa National Maritime University

Saburov A.

Ph.D., associate Professor

Nautical school named. A.I. Marinesco

Oparin A.

Ph.D., Associate Professor Head of the Marine College

National University «Odessa Maritime Academy»

Abstract: *The article examines the results of research on finding ways to restore the fingers of the scoop chain of excavators, as well as surfacing materials for this purpose.*

The results of surfacing, their microstructure, and mechanical properties after the reduction are given.

Keywords: *surfacing, hardness, scoop chain, spraying, microstructures.*

Специфика работы судов технического флота накладывает свой отпечаток на их архитектуру, что значительно отличает их от транспортных судов своим внутренним устройством, а также наличием специального оборудования.

Кроме стандартного оборудования, общего с транспортными судами (главные и вспомогательные двигатели внутреннего сгорания и др.), многочерпаковый дноуглубительный снаряд, являющийся орудием извлечения грунта со дна акватории механическим способом, имеет в своем составе оборудование специфического назначения.

Основой этого снаряда является цепь последовательно соединенных между собой грунтозаборных черпаков, ковшей, рис. 1.

Проведены исследования по выбору наиболее рационального способа восстановления деталей ковшовой цепи землечерпалок.

В результате исследования и изучения условий работы механизма черпаковой цепи выявилась номенклатура деталей, подлежащих восстановлению.

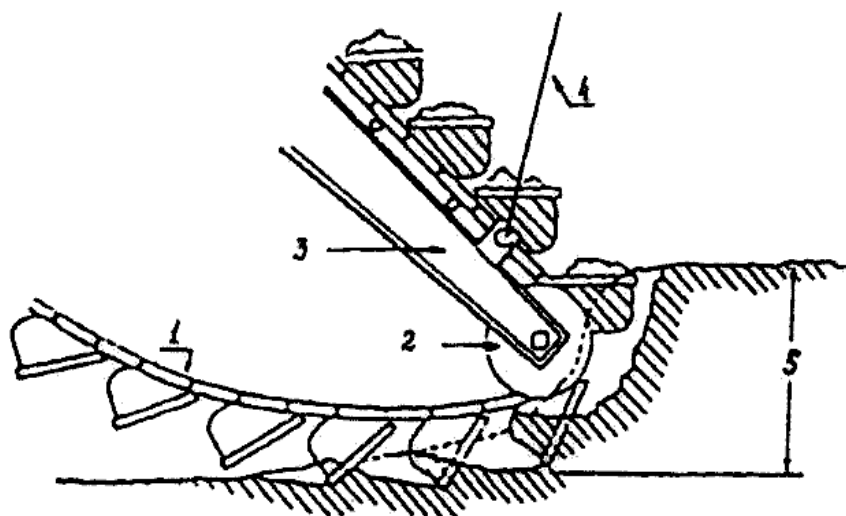


Рис. 1. Схема ковшовой цепи:

1 – ковшовая цепь; 2 – нижний барабан; 3 – ковшовая рама; 4 – подъемные канаты ковшовой рамы; 5 – глубина черпания

В первую очередь это пальцы черпаковых цепей землечерпалок типа «Десна», «Ильичевск» и других, т.к. по условию их взаимодействия с сопрягаемыми деталями в период рабочего процесса они испытывают большие локальные нагрузки, вызывающие значительные контактные напряжения и изнашивание из-за попадания в узлы сопряжения абразивных частиц, содержащихся в вынимаемом со дна грунте.

Эти детали имеют значительную массу, до 200 кг, и изготавливаются из сталей типа ГПЗЛ, 38ХНЗМА, 40ХН2МА, 35 ХГСА и др.

Анализ существующих способов восстановления геометрических размеров деталей показал, что для этих целей может быть применен способ напыления и электродуговая наплавка [1, 2].

Как показали исследования, напыление износостойких материалов на изношенную поверхность пальца черпаковой цепи, например, плазменным способом или электродуговой металлизацией с применением порошковых материалов, проволок сплошного сечения или порошковых проволок, может обеспечить нормальную работу деталей в узлах, не подверженных динамическим и локальным нагрузкам.

Учитывая условия работы пальцев черпаковой цепи землечерпалок, где удельное давление в сопрягаемых деталях достигает $15-40 \text{ кг/мм}^2$, а сдвиговые усилия превосходят силы сцепления частиц напыленного слоя металла, между собой и с поверхностью детали из-за высокой пористости, до 25-30 %, способ восстановления их геометрических размеров напылением с сохранением высокой прочности и износостойкости неприемлем, рис. 2.

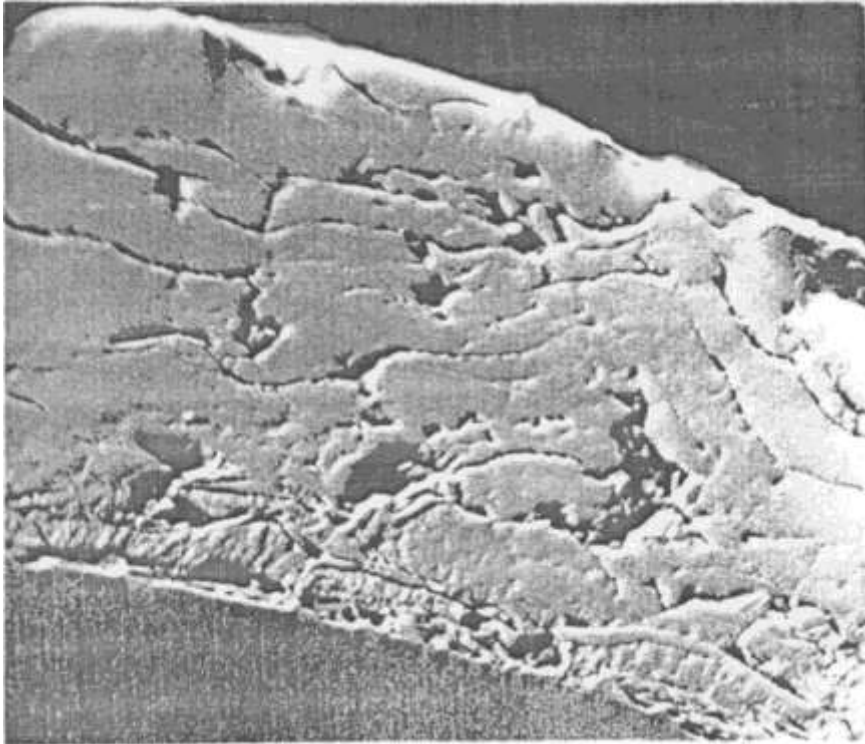


Рис. 2. Микроструктура напыленного материала

Наиболее рациональным применением способа напыления могут быть детали, работающие в условиях чистого трения и с граничной смазкой. Получаемое в процессе напыления пористое покрытие обладает способностью поглощать смазку и поэтому может успешно работать длительное время в условиях отсутствия дополнительной подачи смазки. Это свойство достаточно успешно можно использовать для втулок грунтовых насосов, предварительно пропитав их смазкой с добавкой дисульфида молибдена.

Электродуговая наплавка является одним из наиболее эффективных способов восстановления геометрических размеров деталей и повышения их износостойкости.

Механизированная наплавка электродуговым способом плавящимся электродом, которым могут быть проволока сплошного сечения, порошковая проволока, лента, порошковая лента, обладает высокой производительностью, позволяет получить значительную толщину наплавленного металла за один проход, обеспечивает достаточно высокую однородность химического состава металла шва.

Механизированная электродуговая наплавка обладает ещё и такими достоинствами, как непрерывность процесса, получаемого путем использования проволоки в виде больших мотков, наплавкой большими токами без перегрева электрода, применением специальных устройств для перемещения электрода относительно наплавляемой поверхности. Перечисленные преимущества явились определяющими при выборе способа восстановления пальцев ковшовой цепи землечерпалок.

Условия работы пальцев ковшовой цепи, характеризующиеся значительными удельными давлениями, а также абразивным износом, предъявляют особые требования к механическим свойствам наплавленного металла и, в первую очередь, по твердости и износостойкости.

Анализ материалов, применяемых для механизированной электродуговой наплавки, дающих поверхностную твердость порядка 50-60 HRC, показывает, что в основном это порошковые проволоки и ленты, имеющие в составе шихты легирующие элементы, образующие в наплавленном металле карбидные и карбоборидные соединения, обладающие высокой твердостью и износостойкостью.

Наибольшее распространение для высокопрочных наплавки получили порошковые проволоки ПП-АН-125, ПП-АН-170 и другие марки, аналогичного химического состава.

При наплавке деталей указанными проволоками поверхностная твердость достигает для ПП-АН-125 50-60 HRC, для ПП-АН-170 60-65 HRC.

Химический состав порошковых проволок ПП-АН-125 и ПП-АН-170 приведен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав порошковых проволок

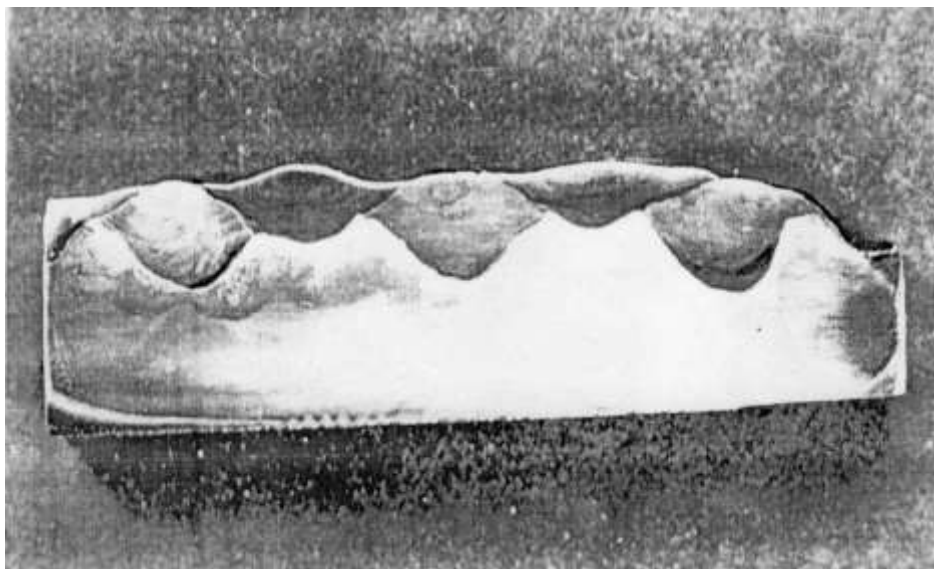
Марка проволоки	Содержание элементов в % (средние значения)					
	C	Cr	Mn	Si	Ti	B
ПП-АН-170	0,7	20,0	0,6	0,6	0,2	3,0
ПП-АН-125	2,0	15,0	1,0	1,5	0,3	0,7

Особенностью наплавки поверхностей деталей порошковыми проволоками типа ПП-АН-170 и ПП-АН-125 является образование трещин в наплавленном металле, предотвратить которые, особенно на деталях, имеющих большие размеры, практически невозможно.

Кроме этого, наплавка порошковой проволокой ПП-АН-125 дает хорошее формирование валика наплавки.

В связи с этим были проведены экспериментальные работы по изысканию способа наплавки, предотвращающего образование трещин в наплавленном металле.

Наиболее применяемым оказался способ винтовой наплавки по предварительно наплавленному подслою из более пластичного материала с последующим наложением на него чередующихся валиков из высокопрочного материала и пластичного малоуглеродистого материала типа СВ-08А, рис. 3.



*Рис. 3. Микрошлиф многослойной наплавки
порошковой проволокой ПП-АН-170*

Наплавка образцов и натуральных пальцев ковшовой цепи землечерпалок типа «Десна» и «Рион» имели поверхностную твердость порядка 55-60 HRC.

Такая высокая твердость не позволяет произвести механическую обработку наплавленной поверхности обычным способом, т.е. токарной обработкой.

Необходимо обрабатывать наплавленную поверхность шлифовальным кругом, приспособленным на токарном или на круглошлифовальном станке. Все это вызывает определенные трудности в условиях реального производства.

Учитывая эти обстоятельства, были продолжены поиски материалов, которые, наряду с высокой твердостью наплавленного слоя, позволяли производить обработку на токарном станке резцами.

Как показали исследования, наиболее приемлемой является порошковая проволока ПП-АН-122, наплавленный слой которой имеет мартенситную структуру и твердость до 45-50 HRC, достаточно хорошо обрабатывается резцами на токарном станке. Химический состав порошковой проволоки ПП-АН-122 приведен в таблице 2.

Таблиця 2

Хімічний склад порошкової проволоки ПП-АН-122

Марка проволоки	Содержание элементов в % (средние значения)					
	С	Cr	Mn	Si	Ti	В
ПП-АН-122	0,3	4,5	1,6	0,8	0,6	0,25

Наплавка порошкової проволокою ПП-АН-122 обладает резервом повышения поверхностной твердости.

После отжига, термообработки и отпуска поверхностная твердость наплавки составляет 50-55 HRC.

Анализ результатов исследований показывает, для восстановления пальцев ковшовой цепи землечерпалок приемлемыми являются порошковые проволоки ПП-АН-170 и ПП-АН-122 или другие новые марки порошковых проволок такого химического состава.

Использование разработанных технологий наплавки и предложенных наплавочных материалов позволит значительно снизить расходы на судоремонт.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Кравцов Т.Г., Соляник А.Х. Выбор наплавочного материала для восстановления судовых валов // Технология судостроения. – 1987. – № 1. – С. 62-67.*
2. *Стальниченко О.И., Кравцов Т.Г. Перспективы использования напыления для восстановления и упрочнения судовых деталей. М.: В/О «Мортехинформреклама», 1984. – С. 32.*
3. *Махненко В.И., Кравцов Т.Г. Тепловые процессы при механизированной наплавке деталей типа круговых цилиндров. – К.: Наукова думка, 1996. – 158 с.*
4. *Кравцов Т.Г., Стальниченко О.И. Новый подход к проектированию технологических процессов коррозионной наплавки судовых деталей // Вісник ОНМУ: Зб.наук.праць. – 2002. – № 9. – С.201.*
5. *Стальниченко О.И. Установка для наплавки цилиндрических деталей. – Одесса: ОНМУ, 2012. – 16 с.*
6. *Стальниченко О.И., Кравцов Т.Г., Крылов С.В. Новые методы восстановления деталей и использование их в судоремонте. М.: В/О «Мортехинформреклама», 1987. – С. 70.*

Стаття надійшла до редакції 23.03.2018 р.