

УДК 621.791.92

©Чигарев В.В.<sup>1</sup>, Малинов В.Л.<sup>2</sup>, Зусин А.М.<sup>3</sup>**ВЫБОР ФЛЮСОВ ДЛЯ НАПЛАВКИ ХРОМОМАРГАНЦЕВЫХ СТАЛЕЙ**

*В статье рассмотрены материалы, преимущества и недостатки хромомарганцевых наплавочных материалов, снижение стоимости наплавки.*

**Ключевые слова:** наплавка, метастабильный аустенит, порошковые проволоки.

**Чигарев В.В., Малинов В.Л., Зусин А.М. Вибір флюсів для наплавлення хромомаганцевих сталей.** У статті розглянуті матеріали, переваги та недоліки хромомаганцевих наплавочних матеріалів, зниження вартості наплавлення.

**Ключові слова:** наплавка, метастабільний аустеніт, порошкові дроти.

**V.V. Chigarev, V.L. Malinov, A.M. Zusin. Choice flux surfacing Cr-Mn steels.** The article describes the material advantages and disadvantages Cr-Mn surfacing materials, reducing the cost of surfacing.

**Keywords:** surfacing, metastable austenite, flux cored wires.

**Постановка проблемы.** В настоящее время проблема ресурсосбережения является весьма актуальной. Одним из эффективных способов восстановления быстроизнашиваемых деталей является электродуговая наплавка хромомарганцевыми наплавочными материалами. Однако применяемые материалы имеют высокую цену. Поэтому снижение затрат при выполнении наплавочных работ является актуальной проблемой требующей дальнейшего изучения.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Вопросам сущности восстановления и повышения долговечности быстроизнашиваемых деталей работающих в условиях сухого трения посвящено большое количество исследований [1-5]. Особый вклад в изучение данного способа восстановления деталей внесли Богачев И.Н., Минц Р.И. и др.

**Цель статьи** – рассмотрение наплавочных материалов, изучение преимуществ и недостатков хромомарганцевых наплавочных материалов, снижение стоимости наплавки.

**Изложение основного материала.** Одним из эффективных способов повышения долговечности быстроизнашиваемых деталей машин и механизмов является автоматическая электродуговая наплавка. Многие применяемые наплавочные материалы содержат в своем составе дефицитные и дорогие легирующие элементы. В связи с этим разработка экономлегированных наплавочных материалов, обеспечивающих высокую долговечность деталей, является актуальной. Данному требованию удовлетворяет порошковая проволока ВЕЛТЕК Н285С [1].

Особенностью порошковой проволоки ПП-Нп-14Х12Г12СТ является получение в наплавленном металле метастабильного аустенита, претерпевающего при нагружении в процессе эксплуатации динамическое мартенситное превращение (эффект самозакалки при нагружении). Это вызывает упрочнение, а также при определенных условиях релаксацию микронапряжений, что повышает работоспособность микрообъемов наплавленного металла. Применение разработанного наплавочного материала позволило увеличить долговечность наплавленных крановых колес в несколько раз [1].

Идея создания метастабильных аустенитных хромомарганцевых сталей была предложена и реализована в работах И.Н. Богачева и Р.И. Минца [2, 3]. Ими разработана кавитационно-стойкая сталь 30Х10Г10, превосходящая применявшуюся более дорогую хромоникелевую сталь 12Х18Н10Т.

Первые наплавочные материалы на основе стали 30Х10Г10 разработаны М.И. Разиковым [4, 5]. Они применялись для восстановления деталей гидроагрегатов и деталей, работающих в условиях сухого трения. Разработанные порошковые проволоки показали высокие эксплуатационные показатели.

<sup>1</sup> д-р техн. наук, профессор, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет» г. Мариуполь

<sup>2</sup> канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет» г. Мариуполь

<sup>3</sup> аспирант, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет» г. Мариуполь

Недостатками этих материалов является сложность технологии наплавки и трудная обрабатываемость наплавленного металла резанием, что существенно ограничивает их применение в промышленности.

Разработанная порошковая проволока ПП-Нп-14Х12Г12СТ в значительной степени лишена указанных выше недостатков [1]. Наплавка производится под импортным флюсом Record SK, который обеспечивает хорошее формирование валиков наплавленного металла, легкую отделимость шлаковой корки и отсутствие шлаковых включений. Однако применяемый флюс очень дорогой. Стоимость тонны флюса превышает стоимость такого же количества применяемой порошковой проволоки.

При наплавке хромоникелевыми аустенитными проволоками обычно используют флюс АН-26П, который значительно дешевле импортного.

Однако наплавка разработанной порошковой проволокой под флюсом АН-26П дала неудовлетворительные результаты, что видно на рисунке 1. Формирование валиков наплавленного металла и отделимость шлаковой корки были неудовлетворительными. После очистки поверхности наплавленного металла на ней имелись шлаковые включения.



Рис. 1 – Наплавленный металл порошковой проволокой ПП-Нп-4Х12Г12СТ под 100% флюса АН-26П

Проведены исследования по оптимизации состава флюса. Представлялось важным выяснить возможность наплавки порошковой проволокой ПП-Нп-14Х12Г12СТ под флюсом, представляющим смесь Record SK и АН-26П флюсов, взятых в определенном соотношении. Для проведения исследований были взяты соотношения флюсов, представленных в таблице.

Таблица

Процентное соотношение используемых флюсов

Марка флюса	Процентное соотношение используемых флюсов, %				
	10	20	30	40	50
АН-26П	10	20	30	40	50
Record SK	90	80	70	60	50

Наплавка производилась на постоянных режимах и условиях для каждой серии опытов применяемой порошковой проволокой под смесью флюсов Record SK и АН-26П в разных соотношениях на плиты из стали 09Г2С толщиной 30мм. Режимы наплавки были взяты стандартные, применяемые в производственных условиях ремонтно-механического цеха ПАО «ММК им. Ильича»: сила тока 300-350А, напряжение 35-40 В, скорость сварки 35-40 м/ч.

Оценка качества наплавленного металла определялась формированием валиков, отделимостью шлаковой корки и наличием шлаковых включений. Результаты исследований показали,

что при соотношении во флюсе 50% Record SK и 50% АН-26П полученные результаты такие же, как и при использовании только флюса Record SK. Провели исследования макроструктуры и микроструктуры наплавленного металла, замеры твердости, а также испытания износостойкости при сухом трении, абразивном воздействии при соотношении флюсов Record SK и АН-26П (50:50)%. Они сравнивались со свойствами, полученными в металле, наплавленном только под флюсом Record SK, и полученные результаты показали, что они не отличаются от металла наплавленного под флюсом Record и его смесью с флюсом АН-26П в соотношении (50:50)%. Макроструктура наплавленного металла под показана на рисунке 2.

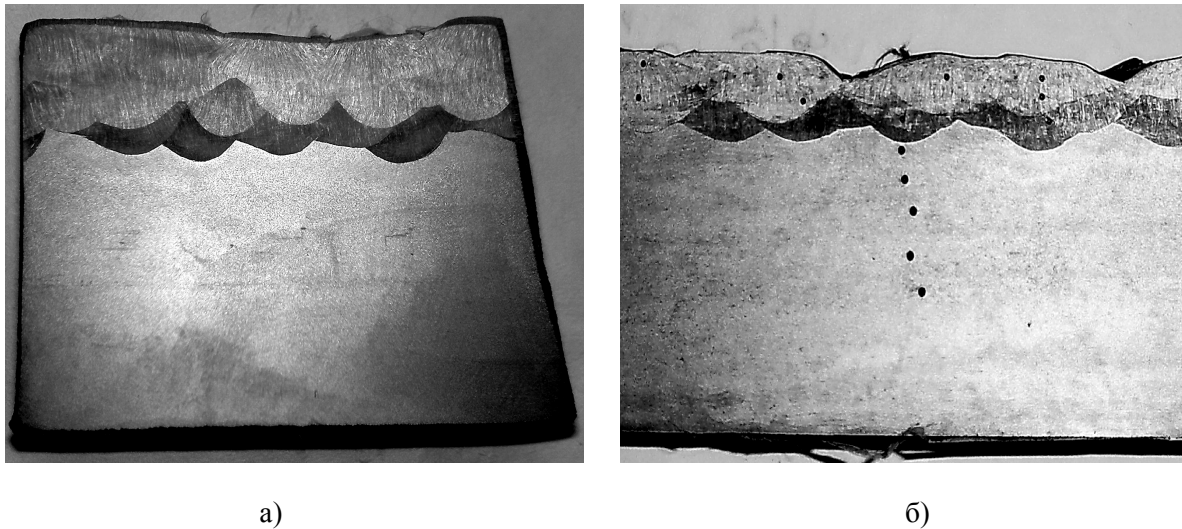


Рис. 2 – Макроструктура наплавленного металла (x8): а) наплавка под 100% Record SK; б) наплавка под (50:50)% Record SK и АН-26П

Наплавленный металл при всех видах наплавки представляет собой аустенит, армированный карбидами. При использовании смеси флюсов трещины и какие либо дефекты в наплавленном металле и зоне сплавления отсутствуют как при использовании только флюса Record SK, так и смеси флюсов при соотношении (50:50)%.

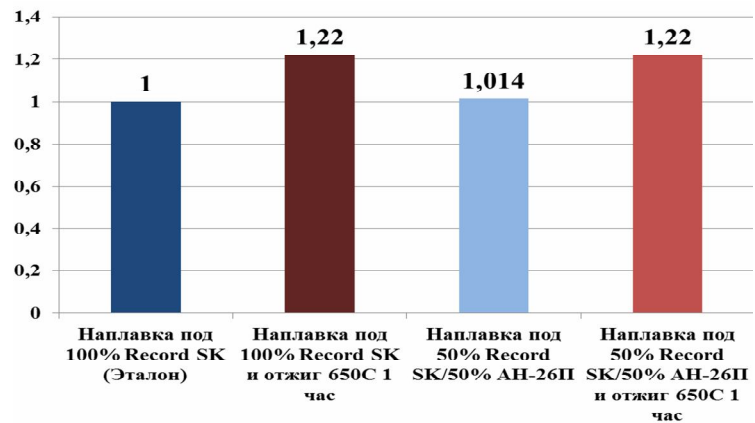
При использовании флюса Record SK и смеси его с флюсом АН-26П получены схожие значения твердости как в поверхностном слое наплавленного металла (НВ 230-250), так и в средней его части (НВ 270-280), а также в переходной зоне основного металла и наплавленного слоя (НВ 300-330).

Определялась износостойкость наплавленного металла, полученного под флюсами Record SK и АН-26П в сочетании с флюсом Record SK (50:50)%, образцы наплавленного металла подвергали абразивному воздействию и сухому трению, в качестве абразива использовали абразивный круг. Исследования наплавленного металла до и после низкотемпературного отжига при 650°C показали схожие результаты.

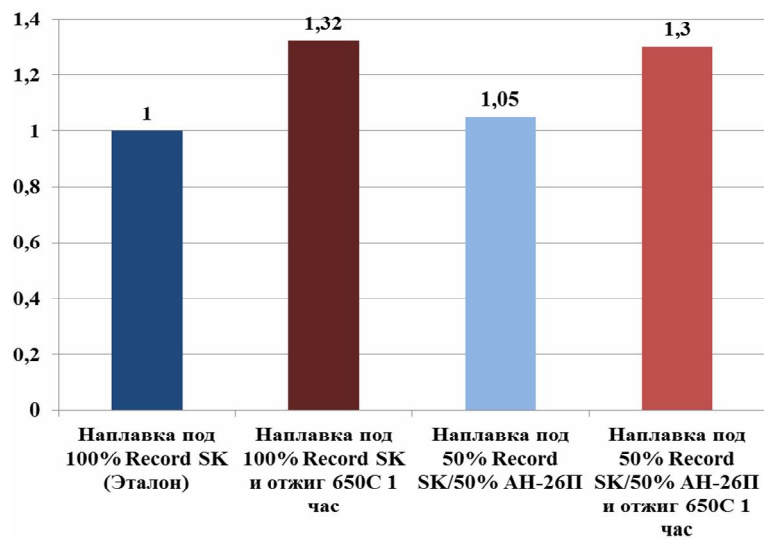
Следует отметить, что при наплавке хромомарганцевых сталей низкотемпературный отжиг, являющийся обязательным для снятия внутренних напряжений, приводит к повышению износостойкости. Это обусловлено выделением дисперсных карбидов и дестабилизации аустенита. Последнее обуславливает интенсификацию динамического деформационного мартенситного превращения. На рисунке 3 приведены результаты исследований относительной износостойкости при абразивном износе и сухом трении металла наплавленного под флюсами Record SK и смесью его с АН-26П в соотношении (50:50)%.

Проведенные исследования показали, что целесообразно наплавку хромомарганцевых сталей производить порошковой проволокой ПП-НП-14Х12Г12СТ под смесью флюсов (50:50)% Record и АН-26П, что не ухудшает качество наплавленного металла и его износостойкость.

При использовании смеси флюсов Record SK и АН-26П снижается расход импортного флюса и затраты на его приобретение, что показано на ниже приведенном рисунке 4.



а)



б)

Рис. 3 – Относительная износостойкость наплавленного металла под флюсом Record SK и смесью его с АН26П в соотношении (50:50)%; а – относительная износостойкость при абразивном износе; б – относительная износостойкость при сухом трении

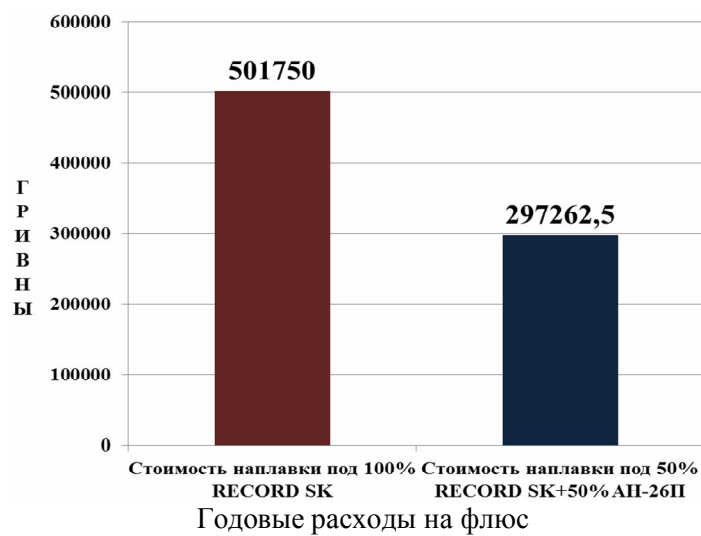


Рис. 4 – Годовые расходы на флюс при наплавке колес мостовых кранов порошковой проволокой ПП-Нп-14Х12Г12СТ

**Выводы**

1. На основании проведенных исследований определенно оптимальное соотношение флюсов Record SK и АН-26П в пропорции (50:50)%. При наплавке под новым составом флюса обеспечивается такое же качество металла, как при наплавке порошковой проволокой ПП-Нп-14Х12Г12СТ, под флюсом Record SK.
2. Смесь импортного и отечественного флюсов в установленной пропорции не снижает износостойкость металла наплавленного применяемой порошковой проволокой и позволяет получить значительный экономический эффект.

**Список использованных источников:**

1. Малинов Л.С. Новая порошковая проволока, обеспечивающая эффект деформационного упрочнения наплавленного металла при эксплуатации / Л.С. Малинов, В.Л. Малинов, Л.Н. Орлов, А.А. Голякевич // Автоматическая сварка. – 2009. – №5. – С. 46-48.
2. Богачев И.Н. Кавитационные разрушения и кавитационностойкие сплавы / И.Н. Богачев, Р.И. Минц. – М. : Металлургия, 1972. – 179 с.
3. Богачев И.Н. Повышение кавитационно-эрозионной стойкости деталей машин / И.Н. Богачев, Р.И. Минц. – М. : Машиностроение, 1964. – 144 с.
4. Разиков М.И. Сварка и наплавка кавитационной стали марки 30Х10Г10 / М.И. Разиков, В.П. Ильин. – М. : НИИМАШ, 1964. – 35 с.
5. Богачев И.Н. Новые кавитационностойкие стали для гидротурбин и их термообработка / И.Н. Богачев, Л.С. Малинов, Р.И. Минц. – М. : НИИИФАРТЯЖМАШ. – 1967. – 47 с.

**Bibliography:**

1. L.S. Malinov. New cored wire that provides the effect of strain hardening weld metal usage / L.S. Malinov, V.L. Malinov, L.N. Orlov, A.A. Golyakevich // Automatic welding. – 2009. – №5. – P. 46-48.
2. I.N. Bogachev. Cavitation damage and kavitatsionnostoykie alloys / I.N. Bogachev, R.I. Mintz. – Moscow : Metallurgy, 1972. – 179 p.
3. I.N. Bogachev., R.I. Mints. Increased cavitation erosion resistance of machine parts. – Mashinostroenie, 1964. – 144 p.
4. M.I. Razik. Welding and surfacing cavitation steel 30H10G10 / M.I. Razik, V.P. Ilyin. – Moscow : NIIMASH, 1964. – 35 p.
5. I.N. Bogachev., L.S. Malinov., R.I. Mintz. New kavitatsionnostoykie steel turbines and heat treatment. – Moscow : NIINFARTYAZHMASH. – 1967. – 47 p.

Рецензент: А.Д. Размышляев  
д-р техн. наук, профессор ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 07.11.2012

УДК 621.791.927.5

©Миронова М.В.\*

**ВЛИЯНИЕ ИНДУКЦИИ ПРОДОЛЬНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ  
НА ПРОПЛАВЛЕНИЕ ОСНОВНОГО МЕТАЛЛА  
ПРИ ДУГОВОЙ НАПЛАВКЕ**

*Показано, что при наплавке постоянное и переменное частотой 50 Гц продольное магнитное поле оказывают тормозящее действие на скорость потоков жидкого металла в ванне, что приводит к уменьшению эффективности проплавления основного металла при наплавке.*

**Ключевые слова:** наплавка, продольное магнитное поле, потоки жидкого металла в ванне, проплавление основного металла.

\* канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь