

## НАПЛАВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ В УМОВАХ АБРАЗИВНОГО ЗНОСУ З ПОМІРНИМ УДАРНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ

Багров В.А., к.т.н., доцент, ХНАДУ

*Анотація.* В статті розглянуті можливості застосування наплавочних електродів з покриттям, що містить графіт, ферохром і карбід бору. Встановлено, що запропонований склад електродного покриття забезпечує високі зварювально-технологічні властивості електрода і якість наплавленого металу, що дозволяє робити багатощарове електродугове наплавлення деталей, які працюють в умовах абразивного зносу з помірним ударним навантаженням.

*Ключові слова:* сталь, зносостійкість, наплавлення, ферохром, карбід бору.

## HARDFACING OF PARTS WHICH WORK IN CONDITIONS OF ABRASIVE WEAR WITH MODERATE IMPACT LOADS

Bahrov V.A., c. of t.s., associate professor, KhNAHU

*Abstrac.* In the article, the possibility of casting surfacing electrodes with coatings, which can be used to avenge graphite, ferrochrome and boron carbide, is considered. It has been established that the proponation warehouse of the electrode coating ensures the safety of the high-technological power of the electrode and the quality of the deposited metal, which allows the operation of the rich electric arc welding of parts, as a rule, in the minds of abrasive wear and reduced impact stress.

*Keywords:* steel, wear resistance, surfacing, ferrochrome, boron carbide.

### Вступ

В теперішній час наша промисловість вимагає широкого впровадження ресурсозберігаючих технологій. Для вирішення цієї проблеми актуальним є використання новітніх матеріалів з високими експлуатаційними характеристиками, зокрема здатних подовжити строк експлуатації обладнання, яке працює в умовах абразивного зношування.

На сьогоднішній день найбільш важливим і ефективним способом боротьби з абразивним зношуванням стало наплавлення. Маса шару, що наноситься в процесі наплавлення, зазвичай невелика і складає 2-6 % маси самої деталі, що визначає високу економічну ефективність процесу. Наплавлення дозволяє підвищити зносостійкість деталі в залежності від наплавочного сплаву і умов експлуатації в 2-5 разів, а в деяких випадках і більше, знизити трудові витрати і простої при ремонті обладнання. Витрати на ремонт та технічне обслуговування в кілька разів перевищують вартість і збільшуються щорічно. Підвищення терміну служби швидкозношуваних деталей машин навіть в невеликому ступені рівносильно введенню нових виробничих потужностей [1].

Саме тому, підвищення зносостійкості та строку служби деталей машин є важливим завданням науки й виробництва [2].

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Для відновлення поверхонь різних деталей використовується наплавка твердими сплавами. Застосування якісних наплавочних матеріалів надає деталям довговічність, зносостійкість, збільшує термін служби відновлюваних предметів.

За технічним виконанням метод наплавлення простий. Він має високу продуктивність, забезпечує високу міцність з'єднання наплавленого сплаву з основним металом.

При виконанні наплавлення присадний матеріал розплавляється і наноситься на поверхню, яка піддається наплавленню. При цьому плавиться метал поверхневого шару. У результаті такої взаємодії утворюється наплавлений шар, який за хімічним складом і фізико-механічними властивостями відрізняється і від присадочного матеріалу, і від основного.

При виборі матеріалу для наплавлення враховують характер тертя між деталями, ступінь зношеності предметів. При абразивному зношуванні використовують наплавочні матеріали з підвищеним вмістом хрому, вольфраму, вуглецю, марганцю, які забезпечать високу твердість нового покриття. Антикорозійна стійкість в умовах корозійного виснаження деталей досягається легуванням металу хромом.

Залежно від висоти наплавленого шару визначається технологія та режим наплавлення: сила струму, напруга, швидкість наплавлення. Ефективними високопродуктивними способами відновлення деталей є:

- ручна дугова наплавка;
- електроконтактні наплавлення;
- метод напилення.

При ручному наплавленні застосовують електроди з товстою обмазкою, в якій містяться різні легуючі присадки, що підвищують якість наплавлення.

При виконанні електроконтактного способу на поверхню деталі навивають стрічку або дріт і одночасно нагрівають її електричним струмом. За допомогою цього способу на деталі можна наносити матеріали з різними фізико-механічними властивостями ресурсу [3].

Одним з найбільш ефективних засобів поліпшення механічних характеристик металопокриттів є оптимальний підбір хімічного складу металу шва. Використання (при конкретному способі відновлення) правильно підібраних зварювальних матеріалів (припадочного або електродного дроту), а також введення у зварювальну вану легуючих добавок (через флюс, електродні покриття й ін.) і наступна обробка забезпечує відносне вирівнювання металопокриття із властивостями основного металу. При цьому виріб стає міцнішим. Крім того, для забезпечення спрямованого формування властивостей металопокриттів

необхідний вибір раціонального способу та режимів відновлення. При цьому варто враховувати, що важливу роль серед наплавочних матеріалів мають сплави заліза, нікелю і кобальту зі значними кількостями хрому та інші.

### Формулювання мети дослідження

Розробка електродного покриття для наплавлення деталей, що працюють в умовах абразивного зносу з помірним ударним навантаженням з поліпшеними зварювально-технологічними властивостями електродів і підвищення якості наплавленого металу.

### Викладення основного матеріалу дослідження

Вирішення поставленого завдання досягається тим, що для оптимізації системи розкислення і газо-шлакової системи покриття в його склад, що містить графіт, ферохром, і карбід бору додатково вводять феромарганець, мармур, алюмінієвий порошок, соду і плавиковий шпат, при наступному співвідношенні компонентів покриття, мас. %:

Мармур	6 – 8
Плавиковий шпат	4 – 6
Графіт	5,5 – 6,5
Ферохром	64,5 – 74,5
Феромарганець	3 - 5
Алюміній	1 – 2
Карбід бору	5,5 – 6,5
Сода	0,5 – 1,5

Новим, у порівнянні з прототипом, є введення до складу покриття мармуру 6-8 %, плавикового шпату 4-6 %, феромарганцю 3-5%, алюмінію 1-2%, соди 0,5-1,5%, а також зменшення вмісту ферохрому до 64,5-74,5 %.

Істотність відмін складу покриття, що заявляється полягає в невідомості використання в ньому феромарганцю і алюмінієвого порошку в якості розкислювача і мармуру, плавикового шпату і соди в якості газо-і шлакоутворюючих компонентів, а також зменшення вмісту ферохрому, що забезпечує додаткове розкислення і легування металу шва, підвищення його якості і відсутність тріщин у наплавленому металі.

Застосування феромарганцю, ферохрому, графіту, карбіду бору і алюмінію у складі покриття для наплавлення деталей, що працюють в умовах абразивного зносу з помірним ударним навантаженням одночасно в запропонованому відношенні невідомо і дає новий ефект - зменшує вірогідність утворення тріщин наплавленого металу й дозволяє стабільно одержувати необхідну твердість наплавленого металу HRC 62-64, що виключає утворення тріщин у перехідній зоні й наплавленому металі. При цьому, забезпечується висока

якість наплавленого металу й високі зварювально-технологічні властивості електродів.

Вміст феромарганцю, ферохрому, графіту, карбиду бору і алюмінію у складі покриття, що заявляється, являє собою нову легуючу систему C-Mn-Cr-V-Al оптимального складу.

Марганець, що міститься у феромарганці, поряд з розкисленням зварювальної ванни при наплавленні, зменшує розчинність вуглецю в залізі, що сприяє зменшенню ширини мартенситного прошарку.

Введення алюмінію, що має велику спорідненість до кисню, сприяє очищенню границь зерен феритної матриці за рахунок утворення оксидів і, як наслідок, підвищує стійкість наплавленого металу й перехідної зони проти утворення тріщин і пор. Крім того алюміній захищає від надмірного окислення ферохром, що сприяє підвищенню переходу хрому в наплавлений метал, при меншому його вмісті у складі електродного покриття.

Введення феромарганцю, і алюмінію у кількостях відповідно менше 3, і 1% приводить до підвищення твердості наплавленого металу в перехідній зоні й збільшує ймовірність утворення тріщин.

При вмісті феромарганцю, і алюмінію у кількостях відповідно більше 5, і 2 % приводить, до погіршення зварювально-технологічних властивостей електродів через недостатню кількість газу - шлакоутворюючих компонентів покриття, зниженню твердості наплавленого металу і якості металу шва через забруднення металу неметалічними включеннями.

Введенням до складу покриття електродів мармуру, плавикового шпату і соди в кількостях відповідно 6-8, 4-6 і 0,5-1,5 % досягається оптимальний газошлаковий захист високолегованого сплаву, що утворюється при плавленні електрода. Шлаки, що утворюються, характеризуються гарною газопроникністю, необхідною в'язкістю й відмінною віддільністю, що забезпечує можливість багат шарового наплавлення без пошарового очищення шлаків.

При зменшенні кількості мармуру, плавикового шпату і соди, відповідно менше 6, 4 і 0,5 % погіршується шлаковий захист металу шва й підвищується схильність до утворення пористості наплавленого металу. При збільшенні вмісту мармуру, плавикового шпату і соди більше, відповідно 8, 6 і 1,5% підвищується схильність металу шва до зашлаковок, неможлива наплавка шарів без зачищення кожного валика, погіршується віддільність шлаків, підвищується його в'язкість.

Таким чином, компоненти, що входять у покриття мармур, плавиковий шпат, графіт, ферохром, феромарганець, алюміній, карбід бору, й сода забезпечують одержання ефекту, що виразився в підвищенні якості наплавленого металу й поліпшенні зварювально-технологічних властивостей зварювального електрода.

Технологія виготовлення електродів із покриттям, що заявляється, не відрізняється від відомої. В якості електродних стрижнів використовується зварювальний дріт марок Св08 або Св08А ГОСТ 2246-70.

Виготовлено й випробувано електроди п'яти варіантів із покриттям, що заявляється і електрод-прототип. Варіанти виготовлених електродів наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Склад покриття електродів

Компоненти покриття	Вміст компонентів, мас % (по варіантам електродів)					
	Прототип	1	2	3	4	5
Мармур	-	5,5	6	7	8	8,5
Плавиківий шпат	-	4,5	4	5	6	6,5
Графіт	5	5	5,5	6	6,5	7
Ферохром	90	76,6	74,5	70	64,5	61
Феромарганець	-	2,5	3	4	5	5,5
Алюміній	-	0,5	1	1,3	2	2,5
Карбід бору	5	5	5,5	6	6,5	7
Сода	-	0,4	0,5	0,7	1,5	2

Результати технологічної перевірки дослідних електродів і прототипу наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Результати технологічних випробувань електродів

Варіант електроду	Зварювально-технологічні властивості	Кількість пор на 100 мм шва, шт	Твердість наплавленого металу, HRC	Кількість тріщин на 100 мм шва, шт
Прототип	Формування шва задовільне, схильні до утворення пор і тріщин. Обробка шва утруднена.	5	57	3
1	Формування шва задовільне, схильність до утворення пор і тріщин низька. Обробка шва задовільна.	2	65	1
2	Формування шва добре, схильність до утворення пор і тріщин низька. Обробка шва хороша.	нема	63	нема
3	Формування шва відмінне, не схильні до утворення пор і тріщин. Обробка шва хороша.	нема	62	нема
4	Формування шва хороше, не схильні до утворення пор і тріщин. Обробка шва хороша.	нема	60	нема
5	Формування шва хороше, схильні до утворення пор і тріщин. Обробка шва задовільна.	1	59	1

Для визначення якості наплавленого металу й зварювально-технологічних властивостей електродів робили багатошарову наплавку на пластині товщиною 20 мм і довжиною 100 мм із сталі марки ст.3. Наплавлення проводили електродами діаметром 4 мм на постійному струмі зворотної полярності. Сила струму 140-160 А.

Результати випробувань зварювально-технологічних властивостей і якості наплавленого металу показують, що оптимальним є склад покриття варіантів 2, 3 і 4, що забезпечує високу якість наплавленого металу (відсутність тріщин, пор, зменшення ширини прошарку з підвищеною твердістю, зниження твердості) гарні зварювально-технологічні властивості електродів при наплавленні деталей, що працюють в умовах абразивного зносу з помірним ударним навантаженням.

Електродне покриття варіантів 1 і 5, що містить відповідно знижену й підвищену кількість компонентів, що заявляються, не забезпечує досягнення поставленої мети. Таким чином, використання в покритті зазначених компонентів у певнім сполученні й певних пропорціях, забезпечують досягнення поставленої мети - високих зварювально-технологічних властивостей електрода і якості наплавленого металу, дозволяють робити багатошарове електродугове для наплавлення деталей, що працюють в умовах абразивного зносу з помірним ударним навантаженням.

## Висновки

1. В результаті проведених досліджень розроблено склад електродного покриття для наплавлення деталей, що працюють в умовах абразивного зносу з помірним ударним навантаженням з наступним вмістом в покритті компонентів - мармуру 6 – 8%, плавикового шпату 4 – 6%, графіту 5,5 – 6,6 %, ферохрому 64,5 – 74,5 %, феромарганцю 3 – 5 %, алюмінію 1 – 2%, карбїду бору 5,5 – 6,5 %, соди 0,5 – 1,5%.

2. Запропонований склад забезпечує високі зварювально-технологічні властивості електрода і якість наплавленого металу, що дозволяє робити багатошарове електродугове наплавлення деталей, що працюють в умовах абразивного зносу з помірним ударним навантаженням.

## Література

1. Брыков М. Н. Износостойкость сталей и чугунов при абразивном изнашивании / М.Н. Брыков, В.Г. Ефременко, А.В. Ефременко. - Херсон: Гринь Д.С., 2014. - 364 с.

2. Попов. С. М. Триботехнічні та матеріалознавчі аспекти руйнування сталей і сплавів при зношуванні: Навчальний посібник / С.М. Попов, Д.А. Антонюк, В.В. Нетребко. - Запоріжжя: ВАТ «Мотор Січ», 2010. - 368 с.

3. <https://weldmaster.ub.ua/analytic/17361-naplavka-tverdymi-splavami--odin-iz-sposobov-voosstanovleniya-detaley.html>.