

Зная K , рассчитывали необходимое число одноименных деталей для загрузки, а умножив число на массу данной детали, получили вес групп деталей, которые входят в загрузку.

Построен график расчета оптимального состава шихты, позволяющий оперативно определять получение отливок с оптимальным химическим составом сплава. График учитывает качественный показатель шихты в общем ее объеме при загрузке в печь.

Выполненные исследования позволили разработать комплексную технологию производства корпуса насоса повышенного качества в условиях ремонтного производства, которое включает использование заданных компонентов шихты, оптимальные параметры литья и термообработки.

УДК 669.715.621.43.032.004.

СКОБЛО Т.С., док. техн. наук,
СИДАШЕНКО А.С., канд. техн. наук,
МАРТЫНЕНКО А.Д., инженер.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА АНОДА НА ВЕЛИЧИНУ И КАЧЕСТВО СЛОЯ, ВОССТАНОВЛЕННОГО ЭЛЕКТРОИСКРОВОМ МЕТОДОМ

При электроискровом наращивании металла процесс переноса вещества с анода на катод происходит в жидкой и газообразной фазах, поэтому процесс не является стабильным и возможно ожидать формирования различных фаз, доля которых может существенно изменяться даже на отдельных участках восстанавливаемой детали.

Как показали исследования и результаты анализа априорной информации [1,2], наибольший прирост износостойкости достигается при наращивании слоя из легированных материалов. Анод из таких материалов отличается и повышенной эрозионной стойкостью. Поэтому для оценки эффективности и качества восстановления деталей приняли аноды из хромистых и твердых сплавов, обеспечивающие высокую износостойкость (табл. 1). Хромистые сплавы отличаются содержанием (в широких пределах) хрома и углерода. Такой набор материалов выбран для того, чтобы оценить роль карбидообразования, различных упрочняющих фаз в формировании наращиваемого слоя.

При разработке оптимальных параметров наращиваемого слоя, очень важно знать не только влияние каждого фактора, но и их совместное. Известно, что в ряде случаев взаимное влияние может оказаться более значимым, чем роль каждого фактора в отдельности. Для изучения явления массопереноса и связи между параметрами были определены зависимости суммарной эрозии анода — ΣAk и привеса катода — ΣKa после ЭИО. Одновременно анализировалось и влияние химического состава материала анода. Полученные зависимости приведены на рисунках 1 и 2.

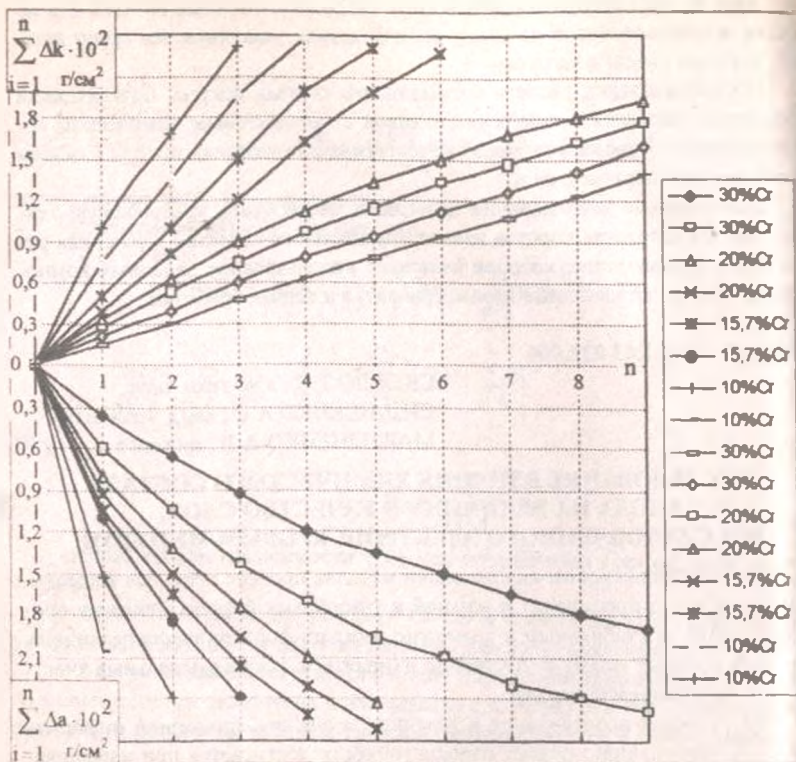


Рис 1 ИЗМЕНЕНИЕ МАССОПЕРЕНОСА ПРИ ФИКСИРОВАННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ УГЛЕРОДА (1,5%) И РАЗЛИЧНОМ СОДЕРЖАНИИ ХРОМА 1,3,5,7 - ПРИ $E=0,9$ Дж 2,4,6,8 - ПРИ $E=3,4$ Дж. ОБРАЗЕЦ 10 - КРИВЫЕ 1,2. ОБРАЗЕЦ 7 - КРИВЫЕ 3,4. ОБРАЗЕЦ 11 - КРИВЫЕ 5,6. ОБРАЗЕЦ 9 - КРИВЫЕ 7,8.

При фиксированном содержании углерода, равном 1,5%, получили (рис 1), что с увеличением энергии импульса при обработке независимо от концентрации хрома в материале анода привес катода существенно возрастает, однако в большей мере для материалов с пониженной концентрацией хрома. При фиксированном значении хрома, равном 30,0% (рис 2) и различном содержании углерода с увеличением энергии импульса обработки возрастают привес катода и эрозия анода, аналогично зависимостям, приведенным на рис 1. Эта тенденция хорошо согласуется с данными, полученным при исследовании углеродистых и низколегированных сталей и сплавов [3]. Вместе с тем необходимо отметить, что эрозия анода и привес возрастают с повышением концентрации углерода при одинаковых значениях числа импульсов и энергии импульса обработки. С увеличением концентрации углерода

возрастает доля хрупкой карбидной фазы, что способствует интенсивному росту эрозии анода.

ТАБЛИЦА 1. ХРОМИСТЫЕ СПЛАВЫ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ В КАЧЕСТВЕ АНОДА ПРИ ЭИО.

Номер образца	Содержание компонентов, %	
	C	Cr
1	2,5	30,0
2	0,5	10,0
3	2,5	10,0
4	0,5	30,0
5	0,5	15,7
6	1,0	17,3
7	1,5	20,0
8	2,0	20,0
9	1,5	10,0
10	1,5	30,0
11	1,5	15,7
12	1,0	30,0

На основании этих исследований можно подтвердить, что и в этом случае массоперенос металла с анода на катод определяется материалом анода, числом проходов электрода и энергией импульса. Для установления зависимости влияния рассмотренных факторов использовали также метод планирования эксперимента. В качестве основных факторов были выбраны следующие: концентрация углерода (X_1) и хрома (X_2) в металле анода, энергия импульса, $E_n(X_3)$, число проходов электрода, $n(X_4)$. Для расчета математической модели был принят план эксперимента 2^4 (1/2 реплики), в качестве параметра оптимизации принят привес катода $\Sigma \Delta k$ (Y). Полученная математическая модель получила вид:

$$Y = 0,84 - 0,38X_1 - 0,18X_2 + 0,83X_3 + 0,73X_4 - 0,48X_1X_3 - 0,33X_2X_3 - 0,32X_2X_3 - 0,12X_1X_4 - 0,12X_2X_4 + 0,62X_1X_2X_3 + 0,52X_1X_2X_4 - 0,48X_1X_3X_4 - 0,28X_2X_3X_4 + 0,28X_1X_2X_3X_4$$

Максимальный прирост привеса катода достигается при энергии импульса и числе проходов на верхнем пределе значений, а также соответствующей концентрации углерода и хрома в аноде на нижнем пределе. При анализе парных взаимодействий видно, что соответственно углерод и хром не оказывают влияния на привес катода, однако их роль значительно проявляется при совместном взаимодействии с технологическими параметрами обработки — E_n и n . В этом случае становится мало значимым уровень концентрации этих химических элементов. Поэтому может оказаться эффективным и использование не только хромистых сплавов содержащих углерод и хром, но и феррохрома.

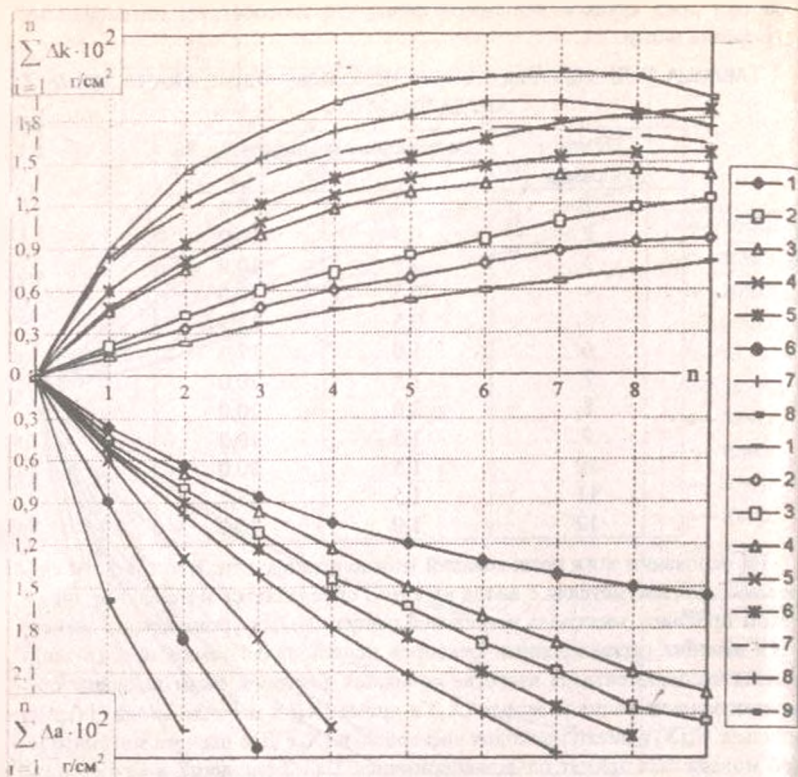


Рис 2 ИЗМЕНЕНИЕ МАССОПЕРЕНОСА ПРИ ФИКСИРОВАННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ХРОМА (30,0%) И РАЗЛИЧНОМ СОДЕРЖАНИИ УГЛЕРОДА. 1,3,5,7 — при $E=0,9$ Дж, 2,4,6,8 — при $E=3,4$ Дж, образец 4 — кривые 1,2, образец 12 — кривые 3,4, образец 10 — кривые 5,6, образец 1 — кривые 7,8

Можно предположить, что наблюдаемое обусловлено высокой температурой перехода специальных карбидов хрома в хрупкое состояние [4,5]. Анализ металла нанесенного слоя показал, что концентрация в нем азота существенно возрастает. Так материал электрода (образец 2, табл.1) содержит 0,009%N, а наращиваемый слой — 0,108%N. Изменение концентрации этого элемента при ИО происходит из воздуха межэлектродного зазора. Насыщение металла этим элементом приводит к формированию высокотемпературных фаз — нитридов и карбонидов, которые также повышают температуру их перехода в хрупкое состояние.

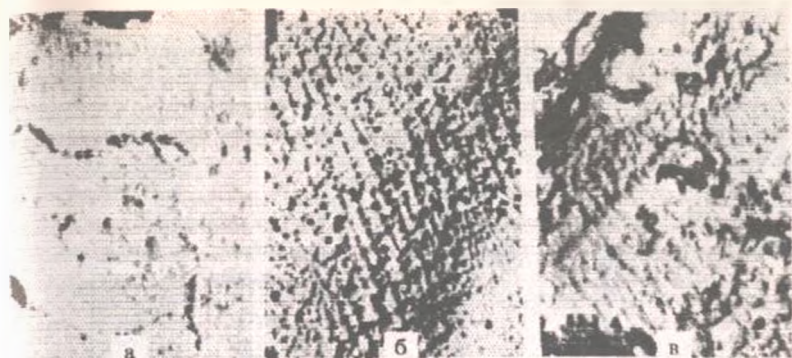


Рис.3. МИКРОСТРУКТУРА НАНЕСЕННОГО СЛОЯ (x3700) а — 1 ПРОХОД ЭЛЕКТРОДА, б — 3 ПРОХОДА ЭЛЕКТРОДА, в — 6 ПРОХОДОВ ЭЛЕКТРОДА.

Исследованиями установлено, что качество и свойства наращиваемого слоя определяются не только массоперемешением, но и структурой, фазовым составом, уровнем напряжений, плотностью и однородностью. Важная роль в формировании слоя принадлежит числу проходов обрабатывающего электрода. Выявлена закономерность, свидетельствующая о том, что с увеличением числа проходов обрабатывающего электрода доля химических элементов катода в слое практически отсутствует и начинают кристаллизоваться оксидные фазы, а также увеличивается доля скоагулированных и обособившихся карбидных включений (рис 3).

Появление последних связано с увеличением в слое доли карбидообразующего элемента из анода и уменьшением матричной фазы катода. Рост микропор, количества кристаллизующихся оксидных фаз на поверхности слоя особенно четко просматривается после трех проходов при $E_{\text{н}} = 3,4$ Дж. В том случае за счет разложения оксидных фаз при последующих проходах электрода формируются поры, что приводит к охрупчиванию наращиваемого слоя.

При формировании слоя с числом проходов более трех проявляется кристаллизация неоднородной структуры. Особенно хорошо это проявляется после электролитического травления образцов (рис 4).

Как показали рис 1 и рис 2 использование в качестве электродов материалов с содержанием углерода 1,5-2,5% и хрома 10,0-15,0% не целесообразно при использовании числа проходов электрода более 2-3. При этом обеспечивается достаточно большой привес катода. Чем выше концентрация углерода и хрома, тем раньше проявляется эффект "предельного слоя".

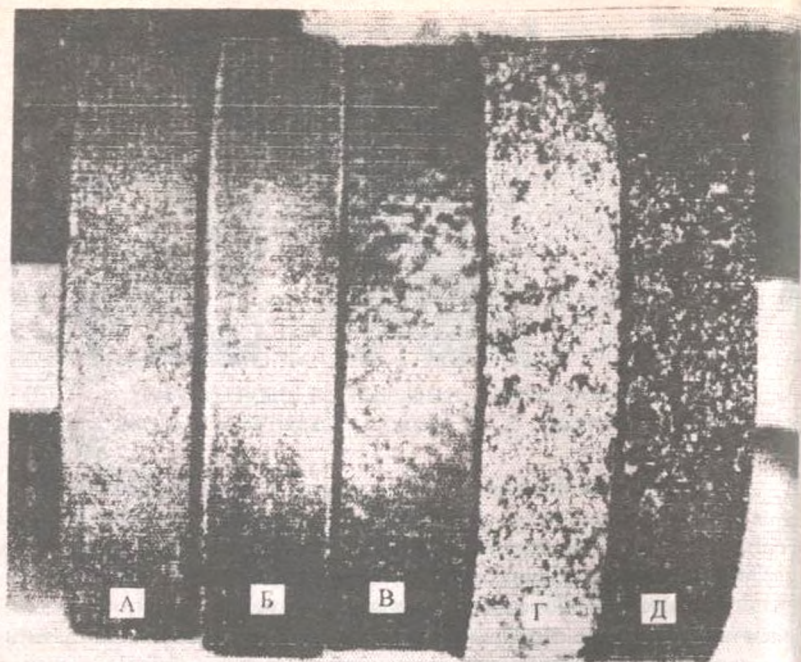


Рис 4. ПОВЕРХНОСТНЫЙ СЛОЙ ОБРАЗЦОВ ОБРАБОТАННЫХ ЭЛЕКТРОДОМ ИЗ СПЛАВА 0,5%С И 30,0%Сг. А — 1 проход электрода, Б — 3 прохода электрода, В — 4 прохода электрода, Г — 5 проходов электрода, Д — 6 проходов электрода.

Таким образом на формирование качественного поверхностного слоя детали: большее значение оказывают не только режимы обработки — энергия импульса и количество проходов, но и материал анода. В свою очередь материал катода не оказывает существенного влияния на формирование нанесенного слоя даже при одном проходе электрода. На основании проведенных экспериментов между химическим составом анода, параметрами обработки и привесом катода. Получена математическая зависимость, которой можно пользоваться при определении привеса катода.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.

1. Верхотуров А.Д., Авфилов И.С., Распределение вещества электродов в их рабочих поверхностях после электроискрового легирования стали переходными металлами 4-6 групп Физика и химия обработки материалов. 1978. - N3. - С.93-98.
2. Лазаренко Н.И. Электроискровое легирование металлических поверхностей. -М. Машиностроение, 1976. -204с.
3. Мартиненко О.Д. "Дослідження впливу параметрів ЕІО на формування нарощуваного шару та стійкість аноду" -Полтава: Зб. доповідей молодих вчених ПДСТІ, 1997
4. Гаврилюк М.И. Порог хладноломкости тугоплавких металлов // Металловедение и термическая обработка металлов. -1969. -N1.-С.14-18.
5. Савицкий Е.М., Бурханов Г.С. Металловедение сплавов тугоплавких и редких металлов. -М.: Наука, 1971. -470 с.

УДК 621.785.6.001.24

ЛЮБИЧ А.И. канд. техн. наук

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ПРИ НАПЛАВКЕ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА

Электрическая дуга при сварке металлов является основным источником тепла, с помощью которого осуществляется местный нагрев свариваемого изделия до расплавления. Мощность источника сварочного тепла и его распределенность определяют степень расплавления основного и присадочного металлов, отводимого в окружающую среду и основной металл. Это определяет скорость нагрева и охлаждения, а также длительность пребывания при высоких температурах как основного, так и наплавленного металла. Поэтому правильный выбор способа и расчет режима наплавки определяет в основном величину погонной энергии, которая является в большинстве случаев средством активного вмешательства в свойства зоны термического влияния. Количество погонной энергии зависит от всех параметров режима сварки. Поэтому при ведении сварочных процессов необходимо предварительно произвести расчет режимов сварки.

При наплавке деталей из высокопрочного чугуна лемехов плуга, а также отливок смесеприготовительных безуглов параметры режима наплавки вычисляли исходя из их толщины, диаметра сварочного материала и необходимых параметров шва. В нашем случае применяли детали толщиной 10,0мм, диаметр порошковой проволоки 3,0мм, толщина наплавленного металла 3,5мм, глубина провара 1,5мм, высота наплавленного валика 2,0мм. Расчет режимов наплавки производили по известным формулам [1-3]. Результаты расчета режимов наплавки сведены в таблицу 1.

При сварке температурное состояние металла неравномерное и может изменяться в широком диапазоне от 233К (при сварке на морозе) до температуры кипения металлов (для железа 3023К). В этом диапазоне температур происходит ряд превращений в металле, в частности, его плавление с последующим затвердеванием, физико-химические взаимодействия металла с окружающей средой и металлургические процессы. Теплота, выделяемая в