

$$x_s = 1,6369^{(0,188 \lg v)} \cdot P_y^{2,0691^{(0,3049 \lg v)}} \cdot x$$

$$x P_y^{2,0691^{(0,2301 \lg s)}} \quad (6)$$

Результаты проверки указывают на адекватность полученной зависимости эмпирическим данным.

Далее методом крутого восхождения [1] были определены оптимальные режимы алмазного выглаживания сквозных отверстий деталей из сплава 32 НКД для достижения шероховатости выглаженных поверхностей  $R_a = 0,08 \dots 0,04$ . Эти режимы оказались следующими  $v = 40 \dots 45$  м/мин;  $s = 0,05 \dots 0,07$  мм/об,  $P = 30 - 40$  кгс. Профилограмма поверхности  $R_a 0,034 \dots 0,08$ , обработанной на этих режимах, представлена на рис. 1,б.

Таким образом, алмазным выглаживанием можно заменить трудоемкое полирование сквозных отверстий в деталях из сплава 32 НКД. Внедрение выглаживания вместо полирования позволило получить годовой экономический эффект в размере 45 тыс. руб.

#### Л и т е р а т у р а

1. Адлер Ю.П. и др. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М., 1976.

УДК 621.791.048

В.Г.Ходосевич, А.И.Шевцов

#### К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВА ФЛЮСА ДЛЯ ИНДУКЦИОННОЙ НАПЛАВКИ ЧУГУННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Для получения качественной наплавки прежде всего необходимо, чтобы флюс обладал высокими раскисляющей способностью и жидкотекучестью. Известные флюсы на основе борсодержащих компонентов характеризуются сравнительно небольшими значениями указанных параметров, что затрудняет наплавку шихты на чугунные изделия.

С целью определения состава более активного флюса исследовали его способность удалять окисную пленку, определяемую по площади растекания жидкого присадочного сплава ПГ-СР4 (температура плавления равна приблизительно  $1323^{\circ}\text{K}$ ) по

твердой поверхности образцов из чугуна СЧ 21-40. Эксперименты выполнялись по методике [1] при температуре 1333°K, контролируемой хромель-алюмелевой термопарой. Материалами для исследований служили бинарные системы на основе буры  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ , содержащие  $\text{LiCl}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{KF}$ ,  $\text{LiF}$ ,  $\text{NaF}$ . В качестве эталона принимали систему бура-борный ангидрид  $\text{B}_2\text{O}_3$ . Предварительные опыты дали возможность предположить, что добавки к флюсам азотнокислого висмута неосновного  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  и висмутата калия  $\text{KBiO}_3$  повышают их раскисляющую способность. Поэтому системы бура -  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  и бура -  $\text{KBiO}_3$  также подвергали исследованию.

В табл. 1 представлены экспериментальные данные по влиянию флюсов на площадь  $S_1$ , занимаемую каплей сплава после растекания ( $\Delta S = S_2 - S_1$ , где  $S_2$  - площадь поверхности образца, по которой происходит растекание).

Как видно из табл. 1, флюсы с добавками  $\text{LiCl}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KBiO}_3$  более активные раскислители, чем система бура - борный ангидрид. Смесь бура -  $\text{KF}$  отличается меньшей активностью. Однако применение фтористого калия в качестве активизирующей добавки при значительном количестве окислов и насыщении ими борсодержащего флюса целесообразно и дает положительные результаты [2].

Эффективность действия флюса во многом зависит от его жидкотекучести. Для учета этого требования проводились соответствующие исследования бинарных систем, которые показали высокую раскисляющую способность. Графитовый тигель с рас-

Т а б л и ц а 1. Влияние флюсов на растекание жидкого сплава ПГ-СР4 по твердой поверхности чугуна

Компоненты флюса	Содержание компонента С, вес. %	$S_1, \text{см}^2$	$\Delta S, \text{см}^2$	S, %
$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$	100	4,9	7,1	40,8
$\text{B}_2\text{O}_3$	10	7,6	4,4	63,3
$\text{LiCl}$	10	11	1	91,7
$\text{NaCl}$	10	10,8	1,2	90,0
$\text{KCl}$	10	11	1	91,7
$\text{KF}$	10	5,8	6,2	48,3
$\text{LiF}$	10	4,7	7,3	39,0
$\text{NaF}$	10	3,6	8,4	30,0
$\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	10	9,2	2,8	76,6
$\text{KBiO}_3$	10	9,3	2,7	77,5

плавом флюса нагревали до  $t = 1123^{\circ}\text{K}$  на установке ТВЧ. В расплав на глубину 20 мм вертикально погружали кварцевую трубку разового пользования. Внутренний диаметр трубки 4 мм, длина 500 мм. После погружения трубки в ее полости создавали вакуум и расплав поднимался вверх до определенного уровня, зависящего от его жидкотекучести. Температуру расплавленного флюса фиксировали хромель-алюмелевой термопарой. Результаты исследований жидкотекучести, характеризуемой высотой столбика расплава (Н), представлены на рис. 1. Для расчета принимали средние значения величин на основании трех измерений. Из рис. 1, а видно заметное увеличение жидкотекучести флюсов с повышением концентрации  $\text{KCl}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{LiCl}$ . Это объясняется наличием на поверхности расплава слабых ионов  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ , которые отличаются незначительной связью с основной массой шлака и понижают поверхностное натяжение последнего. Энергия на образование поверхности шлака при растекании уменьшается с возрастанием жидкотекучести.

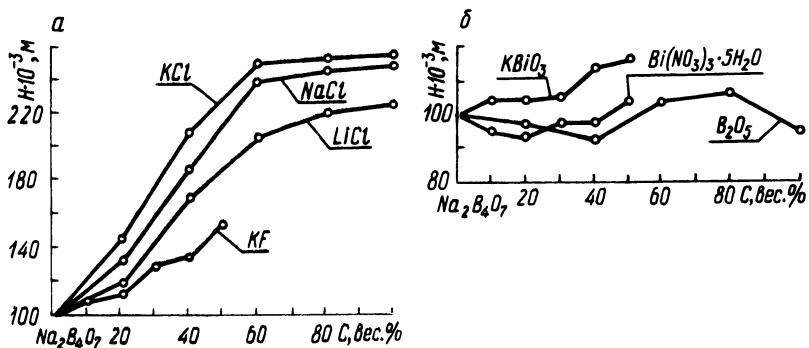


Рис. 1. Влияние компонентов флюса на его жидкотекучесть (Н — высота столбика расплава, С — содержание компонентов).

Незначительное влияние на жидкотекучесть оказывают  $\text{V}_2\text{O}_3$  и  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , которые обогащают расплав как сильными ионами  $\text{V}^+$ ,  $\text{Bi}^{+5}$ , так и слабыми боркислородными и  $\text{BiO}_2^-$  комплексами. Очевидно, действие слабых ионов в определенной степени компенсируется сильными, и результирующее влияние невелико (рис. 1, б).

В сравнении с системами бора —  $\text{V}_2\text{O}_3$ , бора —  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  флюс бора —  $\text{KBiO}_3$  имеет большую жидкотекучесть по причинам, о которых уже упоминалось.

Таким образом, у флюсов с добавками хлоридов наблюдаются одновременно максимальная раскисляющая способность и

жидкотекучесть. Поэтому предполагалось, что применение хлоридных систем позволит получить хорошее качество наплавки. Однако, как показали опыты, при достаточно надежной свариваемости сплава ПГ-СР4 с чугуновой основой образцов наплавленный слой содержит повышенное количество газовых раковин за счет образования летучих соединений хлора с кремнием и железом.

Качественная индукционная наплавка была получена при использовании флюсов с добавками  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{KBiO}_3$ . С целью надежной защиты жидкого сплава от выгорания легирующих элементов и окисления в указанные системы дополнительно вводили борный ангидрид.

Установлены следующие оптимальные составы ингредиентов предлагаемых флюсов (весовые %): 1) бура - 45; борный ангидрид - 45; азотнокислый висмут неосновной - 10; 2) бура - 46,5; борный ангидрид - 46,5; висмутат калия - 7. Высокие раскисляющие свойства предложенных составов обеспечивают отсутствие в наплавленном слое шлаковых включений и прочное сцепление его с чугуновой основой.

Наиболее рациональной является следующая последовательность приготовления флюсов. Первоначально смешивают буру с борным ангидридом. Затем смесь расплавляют и добавляют в нее  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  или  $\text{KBiO}_3$ . Периодически перемешивая, флюс доводят до расплавленного состояния. После охлаждения остывшую массу дробят до размера частиц 0,1...0,2 мм. Температура плавления разработанных флюсов 930...950°K.

#### Л и т е р а т у р а

1. Опарин Л.И. и др. Влияние борсодержащих флюсов на растекаемость жидкого металла. - Автоматическая сварка, 1968, № 6. 2. Вологдин В.В., Кочергин Л.Л., Некоторые вопросы технологии наплавки автомобильных гильз. - В кн.: Применение токов высокой частоты в электротермии. Л., 1968.