

УДК 620.11

В.В. Косенко, А.С. Кобзев

ГП "Харьковский НИИ технологии машиностроения", Харьков

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОЧИСТКИ СТАЛИ 40X ОТ ПОВЕРХНОСТНЫХ ПЛЕНОК ПРИ ПАЙКЕ В СОЛЯНЫХ ВАННАХ

В результате проведенных исследований определены составы и температурно-временные режимы в процессах флюсования стали 40X расплавами буры технической, флюса ПВ 200 и хлорбарием. По степени возрастания активности флюсы располагаются в следующем порядке: хлорбарий, бура техническая, ПВ 200. Показано, что с увеличением времени флюсования интенсивность и степень очистки поверхности стали 40X от пленок увеличиваются.

**Ключевые слова:** высокотемпературная пайка, состав флюса, степень очистки, поверхностные пленки, температурно-временной режим флюсования, макрофотография, микрофотография.

### Введение

Для уменьшения затрат на технологическую подготовку производства, с одновременным повышением производительности труда за счет сокращения вспомогательного времени, были разработаны и серийно освоены средства механизации станочной оснастки, структурный состав и характеристика которых приведена в работе [1]. Первоначально, гидроцилиндры, входящие в состав средств механизации, изготавливались с цельными корпусами. Однако, в связи с увеличивающимся объемом выпуска, а также с целью снижения трудоемкости изготовления и повышения коэффициента использования материала, были разработаны конструкции сборных корпусов, состоящие из двух частей: гильзы, и крышки. Для создания неразъемного герметичного соединения между гильзой и крышкой использовалась пайка корпусов гидроцилиндров в соляных ваннах. Исходными материалами корпуса являлись: для гильзы – труба круглая различных диаметров из стали 40X, для крышки – полоса различной ширины из стали 40X. В качестве припоя использовались медная проволока марки ММ – 1,5 ГОСТ 2112 – 79.

Высокотемпературный нагрев в расплаве поваренной и хлорбариевой солей сопровождается образованием на стали 40X поверхностных пленок. Образование и рост поверхностных пленок зависит в целом от наличия в расплавах солей сопутствующих технологических примесей, главным из которых являются азот ( $N_2$ ), кислород ( $O_2$ ), водород ( $H_2$ ), окись и двуокись кислорода ( $CO$  и  $CO_2$ ) соответственно.

Из-за малого количества в расплаве солей технологических примесей структурные составляющие поверхностных пленок могут образовывать со сталью 40X соединения типа низших нитридов  $Me_nN_m$  и оксидов  $Me_nO_m$ , в которых азот и кислород содержатся в большом дефиците. Такие поверхностные пленки имеют толщину порядка 100 – 300 Å,

обладают высокой плотностью и прочностью сцепления со структурными составляющими стали 40X и являются непреодолимым препятствием проникновению припоя для образования паяного соединения. Разрушения и удаление поверхностных пленок на локальных участках стали 40X в процессе высокотемпературной пайки в средах поваренной и хлорбариевой солей в настоящее время представляет весьма сложную техническую задачу.

**Целью статьи** являлось изучение возможности оценки степени очистки стали 40X от поверхностных пленок путем изменения состава флюса и температурно-временного режима флюсования.

### Результаты исследований

Определение качества разрушения и удаления поверхностных пленок осуществляли на образцах из стали 40X размером 40 x 40 x 6 мм. Перед нанесением флюса поверхность образцов зачищали наждачной бумагой, обезжиривали бензином и обезвоживали спиртом. В качестве флюса использовали буру техническую  $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$  ГОСТ 4199-66, флюс ПВ 200 ТУ 48-02-58-71 и барий хлористый  $BaCl_2 \cdot 2H_2O$  ГОСТ 4108-72.

Состав флюсов приведен в табл. 1. Навеску флюса массой 20 г располагали в центральной части поверхности образца. Нагрев образцов осуществляли пламенем газовой горелки. Температурно-временные режимы флюсования приведены в табл. 2.

После нагрева образцы охлаждали на воздухе до температуры окружающей среды. При охлаждении образцов контролировали самопроизвольное разрушение и отделение стекловидной массы продуктов флюсования. На макрофотографии рис. 1 приведены образцы с продуктами флюсования. Качество поверхности после зачистки, нагрева и флюсования исследовали на электронном микроскопе типа УЭВМ – 100 К при помощи метода двухступенчатых пластик-углеродных реплик.

Таблица 1

## Химический состав флюсов

№ п/п	Наименование флюса, химическая формула, ТУ или ГОСТ	Химический состав флюса, масс. доля, %
1.	Бура техническая, тетраборнокислый натрий, Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·10H <sub>2</sub> O	100,0
2.	ПВ 200: Тетраборнокислый натрий, обезвоженный, Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> Борный ангидрид B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Кальций фтористый, CaF <sub>2</sub>	100,0 70,0 20,0 10,0
3.	Барий хлористый, BaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	100,0

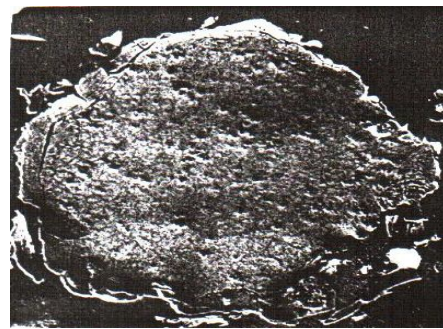
Таблица 2

## Температурно-временные режимы флюсования стали 40X

№ п/п	Наименование флюса	Температура, °С	Время, мин.	Примечание
1.	-	-	-	Исходное состояние, зачистка
2.	-	1200 ± 10	5,0	
3.	Бура	-/-	5,0	
4.	-/-	-/-	10,0	
5.	ПВ 200	-/-	5,0	
6.	-/-	-/-	10,0	
7.	BaCl <sub>2</sub>	-/-	5,0	
8.	-/-	-/-	10,0	



а



б

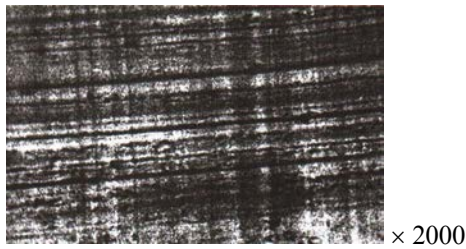
Рис. 1. Микрофотографии образцов с продуктами флюсования: а – стекловидная масса буры; б – самопроизвольное разрушение хлорбариевой соли при охлаждении образцов

Экспериментальные результаты в виде электронных макрофотографий приведены на рис. 2 и 3. Снимки получены при 2000 кратном увеличении. На микрофотографиях приведены наиболее характерные участки поверхности образцов.

Как видно из микрофотографий (рис. 2, а) исходная топография образца представляет собою типичную металлическую поверхность после механической обработки путем шлифования. В результате обработки образца наждачной бумагой образовался участок с рельефом гребней и бороздок, которые могут быть использованы расплавом флюса и припоя в качестве капилляров в условиях массопереноса путем поверхностной диффузии. После нагрева образца до температуры белого свечения, изотермической выдержки в течение 5 мин и последующего охлаждения в атмосфере воздуха до температуры окружающей среды поверхность образца покрывается пленкой (рис. 2, б). При этом исчезает первичный рельеф в виде бороздок и гребней, что, по-

видимому, связано с достаточно большой толщиной поверхностной пленки.

В процессе взаимодействия буры технической с поверхностной пленкой происходит её разрушение, растворение и переход в легкоудаляемые шлаковые соединения. Кроме того, расплав буры взаимодействует и с поверхностью стали 40X. В результате такого взаимодействия происходит выявление структурных составляющих стали 40X: границ зерен, дефектов и т.п. При этом контактное взаимодействие поверхности образца и расплава буры в течении 5 мин. не обеспечивает полного удаления пленки; на репликах содержатся эстрагированные частицы пленок. Взаимодействие расплава буры с поверхностью образца в течении 10 мин. (рис. 3, а) полностью удаляет пленку. Однако наряду с удалением пленки процесс флюсования сопровождается заметным разрушением поверхностных слоев образца, при этом выявляются границы зерен и субзерен.

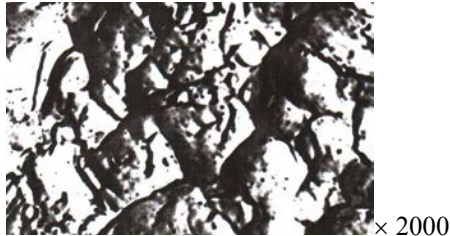


а – поверхність після зачистки



б – поверхність після нагріву

Рис. 2. Микрофотографии поверхности образцов после зачистки наждачной бумагой и нагрева



а – поверхність після флюсування бурой в теченні 10 мин.



б – поверхність після флюсування хлорбарієм в теченні 10 мин.

Рис. 3. Микрофотографии поверхности образцов после флюсования бурой и хлорбарием

В процессе нагрева и взаимодействия в течении 5 мин. расплава флюса ПВ 200 и стали 40Х поверхность образца частично сохраняет топографии пленки. Кроме того имеют место участки, свободные от пленки. С увеличением времени до 10 мин. поверхность полностью освобождается от пленки. При этом проявляется едва заметный рельеф следов механической обработки. Поверхность образца более гладкая, чем при флюсовании технической бурой. На рис. 3, б представлена микрофотография поверхности образца после флюсования расплавом хлорбария. Взаимодействие расплава хлорбария с поверхностью образца в течении 5 мин. частично удаляет пленку. При увеличении времени флюсования до 10 мин. имеет место глубокое разрушение поверхностных слоев образца.

### Вывод

Таким образом, в результате проведенной работы определены составы и температурно-временные режи-

мы процесса флюсования стали 40Х расплавом бурой технической, флюса ПВ 200 и хлорбарием. Установлено, что по степени возрастания активности флюсы можно расположить в следующем порядке: хлорбарий, бура техническая, ПВ 200. Показано, что с увеличением времени флюсования до 10 мин. контактное взаимодействия происходит более интенсивно и степень очистки от пленки увеличивается. При этом наибольшая степень разрушения поверхностных слоев образца имеет место в процессах флюсования составом ПВ 200.

### Список литературы

1. Обратимая технологическая оснастка для ГПС / Н.Д. Жолткевич, И.Я. Мовшович, А.С. Кобзев и др. – К. Техніка, 1992. – 00 с.

Поступила в редколлегию 11.07.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Х.В. Раковский, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

### ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ОЧИЩЕННЯ СТАЛІ 40Х ВІД ПОВЕРХНЕВИХ ПЛІВОК ПРИ ПАЯННІ В СОЛЯНИХ ВАННАХ

В.В. Косенко, О.С. Кобзев

В результаті проведених досліджень визначені склади і температурно-тимчасові режими у процесах флюсування сталі 40Х розплавами бури технічною, флюсу ПВ 200 і хлорбарієм. По ступеню зростання активності флюси розташовуються в наступному порядку: хлорбарій, бура технічна, ПВ 200. Показано, що із збільшенням часу флюсування інтенсивність і ступінь очищення поверхні сталі 40Х від плівок збільшуються.

**Ключові слова:** високотемпературне паяння, склад флюсу, ступінь очищення, поверхневі плівки, температурно-часовий режим флюсування, макрофотографія, мікрофотографія.

### RESEARCH OF POSSIBILITY OF CLEANING OF STEEL OF 40X FROM SUPERFICIAL TAPES AT SOLDERING IN SALT BATHS

V.V. Kosenko, A.S. Kobzev

As a result of the conducted researches compositions and temperature-temporal modes are certain in the processes of fluxing became 40X fusions of borax technical, to the gumboil of PV 200 and chlorine barium. On the degree of growth of activity gumboils are disposed in the following order: chlorine barium, a borax is technical, PV 200. It is shown that with the increase of time of fluxing intensity and degree of cleaning of surface became 40X from tapes increased.

**Keywords:** high temperature soldering, composition of gumboil, cleaning degree, superficial tapes, temperature-sentinel mode of fluxing, macrophotography, photomicrography.