

Изобретение относится к электрохимической обработке металлов, в частности к обработке алюминия и его сплавов.

Известен способ обработки поверхности алюминия и сплавов, включающий кратковременную выдержку в щелочном растворе на основе фосфата и карбоната натрия при температуре 75-85°C в течение 10 с, анодную обработку в том же растворе постоянным током плотностью 30 А/929 см² в течение 10-15 мин и после водной промывки нанесение защитного покрытия анодированием постоянным или переменным током плотностью 5 А/929 см² при температуре 20-50°C в течение 10-15 мин в 3-40 мас.% растворе бисульфата щелочного металла.

Указанная совокупность приводит к повышенной отражательной способности и используется для получения зеркальной поверхности [1].

В качестве прототипа выбран способ обработки поверхности алюминия и его сплавов, включающий механическую шлифовку, механическую полировку, обезжиривание в уайт-спирите и ОП-7, электрополирование на аноде в электролите при температуре 70-80°C, анодной плотности тока 10 А/дм², напряжении 12 В в течение 5-10 мин в растворе, содержащем, г/л: фосфорную кислоту - 1100-1300, хромовый ангидрид - 130-180, серную кислоту - 10-150, промывку в течение 30 с при температуре 80°C в растворе, содержащем, г/л; бихромат калия - 10-15, соду кальцинированную - 15-20, анодирование в 20% растворе серной кислоты при плотности тока 1 А/дм², напряжении 12-18 В, промывку в растворе жидкого стекла, сушку при температуре 50-60°C [2].

Недостатками известной технологии является ее сложность - механическая шлифовка и полировка, разделные операции осветления и консервации. Токсичность хромсодержащих растворов для полирования и консервации приводит к ухудшению условий труда. Небольшой срок сохранения полированной поверхности на воздухе не позволяет эксплуатировать изделия более 240 часов без ухудшения характеристик поверхности вследствие коррозионных процессов.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования способа обработки поверхности алюминия и его сплавов, в котором за счет изменения режимов технологического процесса и составов растворов для осуществления операций, составляющих процесс, чем обеспечивается исключение операции консервации и в результате - упрощение технологического процесса. Кроме того, исключение высокотоксичных хромсодержащих веществ из состава позволяет улучшить условия труда, а сокращение общего времени обработки и применение более низких плотностей тока приводит к сокращению энергозатрат.

Поставленная задача решается тем, что в способе обработки поверхности алюминия и его сплавов, включающем подготовку поверхности, электрополирование в растворе, содержащем ортофосфорную и серную кислоты, и пассивирование в кислом растворе, согласно изобретению подготовку поверхности ведут при температуре 15-30°C в течение 1-5 минут в растворе, содержащем, мас.-%: гидроксид натрия 3-4, трилон Б 2-3, воду 93-95, электрополирование ведут при температуре 40-60°C, напряжении 8-15 В и анодной плотности тока 420-640 А/м² в течение 10-30 минут в растворе, дополнительно содержащем ортофосфорную кислоту 63,5-64,5, серную кислоту 24,6-24,7, ионы железа 0,015-0,03, воду 11,08-11,78, а пассивирование ведут при температуре 18-25°C в течение 1-6 минут в растворе, содержащем, мас.-%: азотную кислоту 33,04-36,1, соль хлорной кислоты 1,4-7,76, воду 59,2-62,5. Повторная обработка после хранения или использования ранее обработанной таким способом поверхности включает ее подготовку и пассивирование, без непосредственно процесса ЭХП.

Примеры конкретного выполнения.

Пример 1. Приготовлен был для предварительной обработки раствор путем растворения в 950 мл воды 30 г гидроксида натрия и 20 г трилона Б. Раствор содержал (мас.-%):

гидроксид натрия	3
трилон Б	2
Вода	95

Поверхность алюминия (марка А8) обрабатывали 5 мин при 20°C, поверхность сплава Д16-5 мин при 30°C, поверхность сплава АМг6 - 5 мин при 15°C. После обработки поверхности имели светло-серый цвет.

Приготовлен был полирующий раствор путем смешивания 300 мл ортофосфорной кислоты ($\rho = 1,71 \text{ г/см}^3$), 100 мл серной кислоты ($\rho = 1,83 \text{ г/см}^3$), в котором было растворено 0,11 г оксида железа (III). Раствор имел состав (мас.-%):

Ортофосфорная кислота	64,3
серная кислота	24,6
ионы железа	0,015
вода	11,095

Поверхности образцов полировали электрохимически (ЭХП) согласно таблице:

Марка образца	А8	Д16	АМг6
температура, °C	40	60	50
напряжение, В	15	15	10
достижимая плотность тока, А/м²	500	505	535
время ЭХП, мин	10	10	30

Приготовлен был осветляющий раствор путем смешивания 100 мл 63%-ной азотной кислоты, 100 мл воды, в котором было растворено 3,3 г магния хлорнокислого. Раствор имел состав (мас.-%):

азотная кислота	36,1
магний хлорнокислый	1,4
вода	62,5

Режимы операций осветления и консервации осуществляли согласно таблице:

Марка образца	A8	Д16	АМг6
температура, °С	15	25	20
время обработки, мин	2	5	5

Результаты оценки качества поверхности и испытаний приведены в таблице 1.

После обработки поверхность не изменяла своих характеристик в течение 6 месяцев. После 7-месячного хранения образцов на воздухе их подвергли такой же обработке и обработке без ЭХП. Свойства поверхности восстановились.

Пример 2. Приготовлен был для предварительной обработки раствор путем растворения в 940 мл воды 35 г гидроксида натрия и 25 г трилона Б. Раствор содержал (мас.%):

гидроксид натрия	3,5
трилон Б	2,5
воду	94,0

Поверхность алюминия (марка А8) обрабатывали 3 мин при 20°С, поверхность сплава Д16 - 3 мин при 25°С, поверхность сплава АМг6 - 3 мин при 20°С. После обработки поверхности имели светло-серый цвет.

Приготовлен был полирующий раствор путем смешивания 360 мл ортофосфорной кислоты ($\rho = 1,71 \text{ г/см}^3$), 120 мл серной кислоты ($\rho = 1,83 \text{ г/см}^3$), в котором было растворено 0,43 г железного купороса. Раствор имел состав (мас.%):

Ортофосфорная кислота	63,5
серная кислота	24,7
ионы железа (II)	0,02
вода	11,87

Поверхности образцов подвергали ЭХП согласно таблице:

Марка образца	A8	Д16	АМг6
температура, °С	50	60	40
напряжение, В	8	10	10
достижимая плотность тока, А/м²	490	525	420
время ЭХП, мин	30	15	30

Приготовлен был осветляющий раствор путем смешивания 150 мл 62%-ной азотной кислоты, 150 мл воды, в котором было растворено 15 г натрия хлорнокислого. Раствор имел состав (мас.%):

азотная кислота	34,4
натрий хлорнокислый	4,0
вода	61,6

Режимы операций осветления и консервации воды в таблице:

Марка образца	A8	Д16	АМг6
температура, °С	20	20	20
время обработки, мин	1	3	3

Результаты оценки качества поверхности и испытаний приведены в таблице 1.

После обработки поверхность не изменяла своих характеристик в течение 6 месяцев. После 9,5-месячного хранения образцов на воздухе их подвергли такой же обработке. Свойства поверхности восстановились.

Пример 3. Приготовлен был для предварительной обработки раствор путем растворения в 930 мл воды 40 г гидроксида натрия и 30 г трилона Б. Раствор содержал (мас.%):

гидроксид натрия	4,0
трилон Б	3,0
воду	93,0

Поверхность алюминия (марка А8) обрабатывали 1 мин при 20°С, поверхность сплава Д16-2 мин при 30°С, поверхность сплава АМг6-1,5 мин при 25°С. После обработки поверхности имели светло-серый цвет.

Приготовлен был полирующий раствор путем смешивания 450 мл ортофосфорной кислоты ($\rho = 1,71 \text{ г/см}^3$) и 150 мл серной кислоты ($\rho = 1,83 \text{ г/см}^3$), в котором было растворено 0,45 г оксида железа (III). Раствор имел состав (мас.%):

Ортофосфорная кислота	63,5
серная кислота	24,7
ионы железа (III)	0,03
вода	11,77

Поверхности образцов подвергали ЭХП согласно таблице:

Марка образца	A8	Д16	АМг6
температура, °С	50	60	50
напряжение, В	8	10	8
достижимая плотность тока, А/м²	640	555	470
время ЭХП, мин	30	30	15

Приготовлен был осветляющий раствор путем смешивания 100 мл 62%-ной азотной кислоты, 100 мл воды, в котором было растворено 20 г калия хлорнокислого. Раствор имел состав (мас.%):

азотная кислота	33,04
натрий хлорнокислый	7,76
вода	59,20

Режимы операций осветления и консервации даны в таблице:

Марка образца	A8	Д16	AMr6
температура, °C	25	18	15
время обработки, мин	1	5	6

Результаты оценки качества поверхности и испытаний приведены в таблице 1.

После обработки поверхность не изменяла своих характеристик в течение 6 месяцев. После 12-месячного хранения образцов на воздухе их подвергли такой же обработке, но без ЭХП. Свойства поверхности восстановились.

Пример 4. Приготовлен был для предварительной обработки раствор путем растворения в 940 мл воды 35 г гидроксида натрия и 25 г трилона Б. Раствор содержал (мас.%):

гидроксид натрия	3,5
трилон Б	2,5
воду	94,0

Поверхности алюминия (марка А8) и алюминиевых сплавов Д16 и АМг6 обрабатывали каждую по 2 мин при 25°C. После обработки поверхности имели светло-серый цвет.

Приготовлен был полирующий раствор путем смешивания 299,2 мл ортофосфорной кислоты ($\rho = 1,71 \text{ г/см}^3$), 100 мл серной кислоты ($\rho = 1,83 \text{ г/см}^3$), в котором было растворено 0,20 г оксида железа (III). Раствор имел состав (мас. %):

Ортофосфорная кислота	64,25
серная кислота	24,65
ионы железа (II)	0,02
вода	11,08

Поверхности образцов полировали электрохимически согласно таблице:

Марка образца	A8	Д16	AMr6
температура, °C	40	60	60
напряжение, В	8	10	10
достижимая плотность тока, А/м²	440	500	430
время ЭХП, мин	30	25	30

Приготовлен был осветляющий раствор путем смешивания 150 мл 62%-ной азотной кислоты 150 мл воды, в котором было растворено 15 г магния хлорнокислого. Раствор имел состав (мас.%):

азотная кислота	34,4
магний хлорнокислый	4,0
вода	61,6

Режимы операций осветления и консервации даны в таблице:

Марка образца	A8	Д16	AMr6
температура, °C	25	20	20
время обработки, мин	1	3	5

Результаты оценки качества поверхности и испытаний приведены в таблице 1.

После обработки поверхность не изменяла своих характеристик в течение 6 месяцев. После 9-месячного хранения образцов на воздухе их подвергли такой же обработке, но без ЭХП. Свойства поверхности восстановились.

Пример 5. Приготовлен был для предварительной обработки раствор путем растворения в 950 мл воды 50 г гидроксида натрия. Раствор содержал (мас.%):

гидроксид натрия	5
вода	95,0

Поверхность сплава Д16 обрабатывали 5 мин при 20°C. После обработки поверхность имела светло-серый цвет и полосы вытравливания в виде серых бороздок в местах выделения водорода.

Приготовлен был полирующий раствор путем смешивания 200 мл ортофосфорной кислоты ($\rho = 1,71 \text{ г/см}^3$), 135,5 мл серной кислоты ($\rho = 1,83 \text{ г/см}^3$), 41,5 мл воды, в котором было растворено при 80°C 33,3 г хромового ангидрида. Раствор имел состав, (мас.%):

серная кислота	35
Ортофосфорная кислота	45
хромовый ангидрид	5
вода	15

Поверхность полировали при 75°C, напряжении 11 В и силе тока 2500 А/м^2 в течение 10 мин. После полировки на поверхности образовалась тонкая полупрозрачная пленка, снижавшая эффект полирования.

Приготовлен был осветляющий раствор путем смешивания 286 мл 62%-ной азотной кислоты и 149,5 мл воды. Раствор имел состав (мас.%):

азотная кислота	354
вода	65

Осветление проводили выдерживанием полированного образца в этом растворе при 20°C в течение 1,0 мин.

Приготовлен был консервирующий раствор путем растворения 19,3 г хромового ангидрида в смеси 17,1 мл серной кислоты и 176,4 мл воды при 70°C. Раствор имел состав (мас.%):

серная кислота	8
хромовый ангидрид	9
вода	83

Осветленный образец выдерживали в консервирующем растворе при 20°C в течение 24 часов.

После обработки поверхность не изменяла своих характеристик в течение 10 дней. После 1-месячного хранения на воздухе образец был подвергнут повторной обработке. Свойства поверхности восстановились.

Сравнительный анализ заявляемого способа и прототипа

Режимы обработки, составы ванн. (мас. %), результаты	Заявляемый способ, примеры										Прототип		
	1			2			3			4			5
	A8	Д16	АМг6	A8	Д16	АМг6	A8	Д16	АМг6	A8	Д16	АМг6	
I. Предварительная обработка													
Гидроксид натрия	3	3	3	3,5	3,5	3,5	4	4	4	3,5	3,5	3,5	
Вода	95	95	95	94	94	94	93	93	93	94	94	94	5
Трилон Б	2	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3	2,5	2,5	2,5	95
Температ., °C	20	30	15	20	25	20	20	30	25	25	25	20	-
Время, мин	5	5	5	3	3	3	1	2	1,5	2	2	1	20
II. Полирование													1
Фосфорн. к-та	64,3	64,3	64,3	63,5	63,5	63,5	63,5	63,5	63,5	64,25	64,25	64,25	45
Серниая к-та	24,6	24,6	24,6	24,7	24,7	24,7	24,7	24,7	24,7	24,65	24,65	24,65	35
Ионы железа	0,015	0,015	0,015	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	-
Вода	11,085	11,085	11,085	11,78	11,78	11,78	11,77	11,77	11,77	11,08	11,08	11,08	15
Хромовый ангидрид	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Температ., °C	40	60	50	50	60	40	50	60	50	40	60	60	75
Напряжение, В	15	15	10	8	10	10	8	10	8	8	10	10	11
Плотность тока, А/м ²	500	505	535	490	525	420	640	555	470	440	500	430	2500
Время, мин	10	10	30	30	15	30	30	30	15	30	25	30	10
III. Осветление													2500
Азотная к-та	36,1	36,1	36,1	34,4	34,4	34,4	33,04	33,04	33,04	34,4	34,4	34,4	35
Натрий хлорнок.	-	-	-	4	4	4	-	-	-	-	-	-	-
Калий хлорнок.	-	-	-	-	-	-	7,76	7,76	7,76	-	-	-	-
Магний хлорнок.	1,4	1,4	1,4	-	-	-	-	-	-	4	4	4	-
Вода	62,5	62,5	62,5	61,6	61,6	61,6	59,2	59,2	59,2	61,6	61,6	61,6	65
Температ., °C	15	25	20	20	20	20	25	18	15	25	20	20	25
Время, мин	2	5	5	1	3	3	1	5	6	1	3	5	1

Продолжение таблицы

Режимы обработки, составы ванн, (мас. %), результаты	Заявляемый способ, примеры												Прототип		
	1				2				3				4		
	A8	Д16	АМг6	A8	Д16	АМг6	A8	Д16	АМг6	A8	Д16	АМг6	Д16	АМг6	A8
IV. Консервация													8	8	8
Серная к-та													9	9	9
Хромовый ангидрид													83	83	83
Вода													20	20	20
Температ., °C													24x60	24x60	24x60
Время, мин															
Общее время обработки, час	0,28	0,33	0,67	0,53	0,35	0,60	0,53	0,62	0,37	0,55	0,50	0,62	24,2	24,2	24,2
Коэффициент шероховатости, Ra мкм															
- до обраб.	0,52	0,36	0,46	0,44	0,48	0,56	0,32	0,42	0,33	0,40	0,42	0,48	0,42	0,40	0,45
- после обраб.	0,11	0,12	0,09	0,10	0,11	0,11	0,18	0,16	0,20	0,10	0,11	0,16	0,20	0,20	0,20
- после хранения.															
(мес. Ra)	6/0,11	6/0,12	6/0,09	6/0,10	6/0,11	6/0,11	6/0,18	6/0,16	6/0,20	6/0,10	6/0,10	6/0,16	0,33/0,20	0,33/0,20	0,33/0,20
после хранения															
(мес. Ra)	7/0,11	7/0,12	7/0,09	9,5/0,1	9,5/0,12	9,5/0,12	12/0,18	12/0,16	12/0,20	9/0,10	9/0,11	9/0,16	1/0,21	1/0,21	1/0,21
после восстановления (без ЭХП)	0,11	-	0,09	0,10	0,11	-	-	-	-	0,10	0,11	0,16	-	-	-
после восстановления (с ЭХП)	-	0,09	-	-	-	0,08	0,18	0,11	0,12	-	-	-	0,16	0,16	0,12

Режимы обработки, составы ванн, (мас. %), результаты	Завялываемый способ, примеры									Прототип					
	1			2			3			4			5		
	A8	D16	AMг6	A8	D16	AMг6	A8	D16	AMг6	A8	D16	AMг6	D16	AMг6	A8
Коэффициент отражения К. % - до обраб. - после обраб. - после хранен.	14 82 6/82	25 80 6/80	30 85 6/85	20 85 6/85	20 82 6/82	16 83 6/83	12 80 6/80	25 83 6/83	22 80 6/80	20 80 6/80	22 85 6/85	25 83 6/83	16 80 0.33/80	16 80 0.33/80	14 82 0.33/80
- после хранения	7/80	7/80	7/83	9.5/82	9.5/80	9.5/80	12/80	12/80	12/80	9/76	9/80	9/80	1/71	1/72	1/70
- после восстановления (без ЭХП)	82	-	85	85	82	-	-	-	-	80	85	83	-	-	-
- после восстановления (сЭХП) Дополнительный срок хранения после восстановления без изменения свойств	-	85	-	-	-	85	80	85	83	-	-	-	82	82	85
(Ra, K), мес.	3	7	3	3	3	6	3	8	6	3	6	8	0.5	0.3	0.3