

10. Флюсы и проволоки для автоматической сварки и наплавки

10.1 Выбор флюса и проволоки по основности и диаграммам активности

С усложнением процесса сварки под слоем флюса становится все проще получать требуемые свойства сварного шва.

Основность флюса и соответствующие диаграммы активности играют в этом случае важную роль.

В брошюре представлены флюсы, производимые ЭСАБ, а также применяемые с ними проволоки. Также здесь Вы сможете найти формулу, которую применяет ЭСАБ для подсчета основности флюсов, а также как пользоваться диаграммами активности и многое другое.

Все это позволяет сделать правильный выбор комбинации флюс-проволока для решения Ваших задач.

Основность флюса

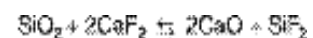
Долгое время понятием "основность" пользовались для описания химико-металлургической природы сварочных флюсов. Однако, существовавшие формулы, давали весьма различные результаты.

Для расчета основности флюсов, представленных в данной брошюре, ЭСАБ использует следующую формулу:

$$B = \frac{CaO + MgO + Na_2O + K_2O + CaF_2 + \frac{1}{2}(MnO + FeO)}{SiO_2 + \frac{1}{2}(Al_2O_3 + TiO_2 + ZrO_2)}$$

Все составляющие подставляются в весовых процентах.

"В" - определяет соотношение между основными и кислыми оксидами, входящими во флюс. MnO и FeO считаются "полуосновными", а Al₂O₃, TiO₂ и ZrO₂ - "полуокислыми". CaF₂ считается основным составляющим, т.к. при сварке он частично переходит в CaO, что является причиной снижения активности SiO₂ в шлаке по реакции:



В соответствии с расчетами по формуле основности все флюсы по их химико-металлургическим свойствам можно разделить на следующие группы:

Кислые	B < 0,9
Нейтральные	B = 0,9-1,2
Основные	B = 1,2-2,0
Высокоосновные	B > 2,0

Температура плавления

Температура плавления, а точнее температурный интервал плавления флюсов, следующий:

Тип флюса	Основность	Темп. инт-л °C
Кислые	B < 0,9	11-1300
Нейтральн.	B = 0,9-1,2	13-1500
Основные	B = 1,2-2,0	> 1500
Высокоосн.	B > 2,0	> 1500

Содержание кислорода в металле шва

Интервал плавления сварочных флюсов сильно влияет на количество и вид микрошлаковых включений, остающихся в металле шва. Сварочные шлаки, имеющие температуру затвердевания более высокую, чем металл шва, присутствуют в жидком металле ванны в виде мельчайших сферических частиц и успевают удалиться из ванны до ее кристаллизации. Таким образом, металл шва при сварке под основными флюсами содержит очень незначительное количество сферических микрошлаковых включений.

С другой стороны, кислые и нейтральные флюсы образуют шлаки с температурой плавления более низкой, чем металл шва. Это значит, что количество микрошлаковых включений в металле шва больше, чем при использовании основных флюсов. Кроме того, форма шлаковых включений в этом случае в основном отлична от сферической. При этом они имеют тенденцию осажаться

вдоль первичных границ зерен.

Механические свойства

Механические свойства металла шва зависят от его химического состава и микроструктуры. Высокое содержание оксидов в виде микрошлаковых включений в шве уменьшают его вязкость. Низкие их количества, с другой стороны - около 200 ppm, измеренных как кислород* - даже помогают формировать вязкую составляющую структуры. Поэтому выбор того или иного типа флюса зависит от уровня требований, предъявляемых к сварному шву. Содержание оксидных включений во флюсах следующее:

Тип флюса	Основность	Весовые % > 750ppm
Кисл.	B < 0,9	(O) 550-750ppm
Нейт.	B = 0,9-1,2	(O) 300-550ppm
Основ.	B = 1,2-2,0	(O) < 300ppm
В/осн.	B > 2,0	(O)

* Содержание кислорода в металле шва в основном используется как мера количества оксидных микрошлаковых включений. 1 ppm - 10⁻⁴ весовых процентов.

Чем ниже содержание кислорода, тем выше ударная вязкость. Это обеспечивается высокоосновными флюсами.

Как правило, ударная вязкость металла шва увеличивается с увеличением основности флюсов. При проведении испытаний по методу ISO типичная ударная вязкость металла шва, выполненного под слоем кислого флюса равна приблизительно 50 Дж при 0°C, тогда как при сварке нейтральным, основным и высокоосновным флюсами это значение достигается при -20°C, -40°C и -60°C соответственно. Однако, с другой стороны, флюсы с высоким содержанием кислорода

10.1 Выбор флюса и проволоки по основности и диаграммам активности

обычно обладают более высокими сварочно-технологическими характеристиками.

В этом смысле показательные кислотные флюсы, обеспечивающие скорости сварки в два раза выше, чем высокоосновные.

Выбор проволоки и флюса

В случае, если уровень ударной вязкости сварных швов указан в требованиях к конструкции, то при выборе флюса особое внимание следует уделить именно его основности. Однако, имея в виду влияние основности на производительность сварки и другие технологические характеристики, выбранная основность должна быть "разумно достаточной" для получения заданного уровня свойств. Но далеко не ко всем сварным соединениям предъявляются требования только по ударной вязкости.

Ведь сварной шов должен обладать и определенными прочностными характеристиками. И если требования по прочности указаны как главенствующие, то в этом случае необходимо следовать правилу, что металл шва по составу должен быть как можно ближе к основному металлу. Достаточный уровень прочностных свойств можно получить при использовании любого флюса при условии применения соответствующей проволоки. При свар-

ке углеродистых сталей три химических элемента имеют определяющее влияние на свойства сварного шва. Это — углерод, марганец и кремний.

Mn является наиболее подходящим легирующим элементом для достижения требуемых прочностных характеристик. Содержание Mn в металле шва зависит от:

- содержания Mn в проволоке
- выгорания в дуге и перехода Mn из флюса
- содержания Mn в основном металле.

Выгорание/переход Mn определяется с помощью диаграммы активности, соответствующей выбранной марке флюса. Соотношение долей участия основного и присадочного металла в сварном шве зависит в основном от формы подготовки кромок сварного соединения, что может быть наглядно проиллюстрировано следующим примером:

проход с каждой стороны:

80% основной металл
20% наплавленный металл
- Стыковой шов с X-образной разделкой с 1-м (2-мя) проходами с каждой стороны:

50% основной металл
50% наплавленный металл
- Стыковой шов с X или V-образной разделкой с многослойным сварным швом:

20% основной металл

80% наплавленный металл
При подсчете содержания Mn в сварном шве используется следующая формула:

$$Mn_{ш} = \frac{K_1}{100} \times Mn_{п} + \left(1 - \frac{K_1}{100}\right) (Mn_{ос} + Mn_{ф}) \%$$

где: K_1 = доля основного металла в металле шва (%)

$Mn_{п}$ = содержание Mn в основном металле (%)

$Mn_{ш}$ = содержание Mn в сварочной проволоке (%)

$Mn_{ф}$ = потери/переход Mn в результате химической активности флюса (%)

Следует иметь в виду, что высокое содержание Mn в металле шва в количестве более 1,8% может привести к его охрупчиванию. Содержание Si может быть рассчитано аналогичным образом. И, напоследок, следует обратить внимание на влияние величины удельного тепловложения во время сварки, а, если быть точным, — скорости охлаждения (°C/сек), которая может значительно повлиять на микро-структуру металла шва и, как следствие, на его механические свойства.

10.2 Кислые флюсы

OK Flux 10.40

Флюс OK Flux 10.40 - является кислотным, плавленным, восстанавливающим Si и Mn флюсом, предназначенным для одно- и многопроходной стыковой сварки углеродистых сталей, таких как конструкционные, котельные и стали для судостроения без повышенных требований по ударной вязкости.

Типовой химический состав наплавленного металла, %

OK Flux 10.40 / OK Autrod	C	Si	Mn
12.10	0,05	0,6	1,2
12.20	0,05	0,6	1,5

10.2 Кислые флюсы

ти. OK Flux 10.40 - это марганцево-кремнистый флюс, который позволяет вести сварку как на постоянном, так и на переменном токе. Флюс OK Flux 10.40 изготавливается с гранулометрическим составом от 0,2 до 1,6 мм, что обеспечивает равномерное расплавление частиц флюса.

Объемная масса - 1,5 кг/дм³

Коэффициент основности - 0,7

Химический состав

(SiO₂ + TiO₂) - 45%
(CaO + MgO) 10%
(Al₂O₃ + MnO) - 40% CaF₂ 5%

Классификация

AWS A5.17-80: F6AO-EL12,
F6PO-EL12,
F7AO-EM12,
F7PO-EM12
DIN 32522: FMS 188 AC8
M2-16

Применяемость

Состав флюса OK Flux 10.40 специально разработан для сварки в комбинации с проволокой типа OK Autrod 12.10 или OK Autrod 12.20 из углеродистой стали с использованием оборудования с подачей одной или нескольких проволок.

Расход флюса

(кг флюса / кг проволоки)
Расход флюса всегда пропорционален напряжению дуги, как это показано в таблице, приведенной справа.

Типовые механические свойства наплавленного металла

OK Flux 10.40 / OK Autrod	Предел текучести Н/мм ²	Предел прочности Н/мм ²	Ударная вязкость по Шарпи (V) при T°С
12.10	370	470	60 Дж - 20
12.20	410	510	50 Дж - 20

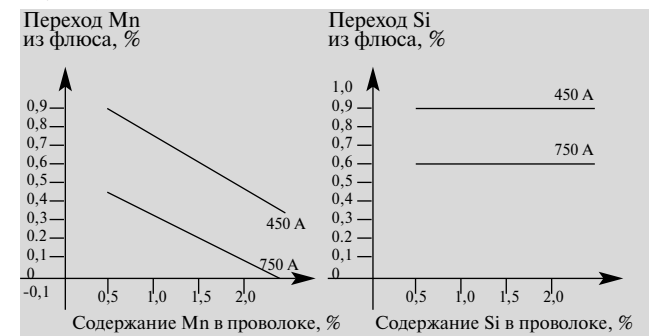
Сертификация

OK Flux 10.40 / OK Autrod	ABS	LR	DnV	BV	GL	USSR
12.10	2TM	2TM	ITM	A2TM	2TM	2TM
12.20	2T, 3M 3YM	2T, 3M 3YM	IT IIYM	A2T A3YM	2T 3YM	3TM

VdTuV. Сочетание с проволоками OK Autrod 12.10, 12.20, 12.32 согласно VdTuV 1000.

Диаграмма активности

(переход Mn и Si из флюса в%) Ток: постоянный, обратная полярность; Напряжение дуги - 30В; Скорость сварки - 35м/ч (58 см/мин)



Напряжение дуги, (В)	Расход флюса (сварка на переменном токе)	Расход флюса (сварка на постоянном токе обратной полярности)
26	0,7	0,7
30	1,0	1,0
34	1,3	1,3
38	1,8	1,8

10.2 Кислые флюсы

OK Flux 10.81

Флюс OK Flux 10.81 - является кислым, керамическим, восстанавливающим Si и Mn флюсом алюминатно-рутилового типа. Обладает высокими сварочно-технологическими характеристиками и был специально разработан для сварки на повышенных скоростях угловых и стыковых соединений. OK Flux 10.81 прекрасно подходит для сварки большинства углеродистых сталей в сочетании с углеродистыми проволоками, такими как OK Autrod 12.10 и OK Autrod 12.20 в случае, когда к сварным соединениям не предъявляется повышенных требований по ударной вязкости. Восстанавливая в шве значительное количество Mn и Si, он наиболее подходит для случаев, когда расплавление основного металла велико, например, при сварке стыковых и угловых соединений малых и средних толщин с малым количеством проходов.

Объемная масса - Приблизительно 1,5 кг/дм³

Коэффициент основности - 0,6

Химический состав

(SiO₂ + TiO₂) - 30%

(CaO + MgO) 5%

(Al₂O₃ + MnO) - 55%

CaF₂ 5%

Классификация

AWS A5.17-80: F7AZ-EL12,

F7PZ-EL12,

F7AO-EM12,

F7PZ-EM12,

F7AO-EM12K

DIN 32522: BAR197AC8-

-SMK2-16

Применяемость

Отличные технологические характеристики флюса OK Flux 10.81, в частности, обеспечение высоких скоростей при сварке встык, что определяется кислой шлаковой системой, нашло применение при сварке спиральных тонкостенных труб и угловых соединений, где важно получить хорошее качество поверхности и стабильность геометрических размеров валика сварного шва, а также легкую отделяемость шлаковой корки. Если от сварки прежде всего требуется ее производительность, то выбор флюса OK Flux 10.81 является наиболее удачным решением.

С использованием многоэлектродного или двудугового процесса сварки ее производительность возрастает еще в большей степени.

Расход флюса

(кг флюса /кг проволоки)

Расход флюса пропорционален напряжению дуги, как это показано в таблице, приведенной ниже.

Напряжение дуги, (В)	Расход флюса (сварка на переменном токе)	Расход флюса (сварка на постоянном токе обратной полярности)
26	0,5	0,6
30	0,7	0,8
34	0,9	1,1
38	1,2	1,4

Типовые механические свойства наплавленного металла

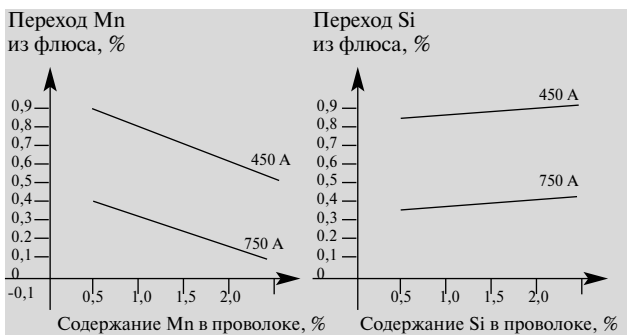
OK Flux 10.81/ OK Autrod	Предел текучести Н/мм ²	Предел прочности Н/мм ²	Ударная вязкость по Шарпи (V) при T°С
12.10	460	530	50 Дж 0
12.20	490	580	40 Дж - 20

Сертификация

OK Flux 10.81/ OK Autrod	ABS	LR	DnV	BV	GL	USSR	Controlas
12.10	1T2M 1YT, 2YM	1T2M 1YT, 2YM	1YT 1YTM	A1YT A2YM	1YT 2YM	K4T5M	CS-P1TM 1YTM
12.20	1T2M 1YT2M	2TM 2YTM	1YTM	A2YT A2YTM	2YTM	-	2YTM

VdTuV. Сочетание с проволоками OK Autrod 12.10, 12.20, 12.32 согласно VdTuV 1000.

Диаграмма активности



(переход Mn и Si из флюса в%) Ток: постоянный, обратная полярность; Напряжение дуги - 30В; Скорость сварки - 35м/ч (58 см/мин)

Типовой химический состав наплавленного металла, %

OK Flux 10.81/ OK Autrod	C	Si	Mn
12.10	0,07	0,7	1,2
12.20	0,08	0,7	1,4

10.3 Нейтральные флюсы

OK Flux 10.80

Флюс OK Flux 10.80 - является нейтральным, керамическим, восстанавливающим Si и Mn флюсом, предназначенным для одно- и многослойной стыковой сварки углеродистых и низколегированных сталей без повышенных требований по ударной вязкости. OK Flux 10.80 - это кальциево-силикатный флюс, обладающий при этом высокой электропроводностью даже при небольших скоростях сварки, как на постоянном, так и на переменном токе.

Объемная масса - 1,1 кг/дм³

Коэффициент основности - 1,1

Химический состав

(SiO₂ + TiO₂) - 35%

(CaO + MgO) 30%

(Al₂O₃ + MnO) - 20%

CaF₂ 10%

Классификация

AWS A5.17-80: F7A2-EL12,

F6PO-EL12,

F7A2-EM12,

F7PO-EM12

DIN 32522: BCS 189 ACS

M2-16

Применяемость

Флюс OK Flux 10.80 идеально подходит для сварки встык толщин от 10 до 40 мм, широко используемых в судостроении. Состав флюса OK Flux 10.80 специально подбирался для комбинации с проволокой из углеродистой стали типа OK Autrod 12.10 или OK Autrod 12.20 при одно или многоэлектродном процессе сварки.

Расход флюса

(кг флюса / кг проволоки)

Расход флюса, а у OK Flux 10.80 он очень низкий, всегда пропорционален напряжению дуги, как это показано в таблице, приведенной справа.

Типовой химический состав наплавленного металла, %

OK Flux 10.80/ OK Autrod	C	Si	Mn
12.10	0,09	0,6	1,4
12.20	0,10	0,6	1,7

Типовые механические свойства наплавленного металла

OK Flux 10.80/ OK Autrod	Предел текучести Н/мм ²	Предел прочности Н/мм ²	Ударная вязкость по Шарпи (V) при T°С
12.10	420	530	60 Дж - 20
12.20	460	560	50 Дж - 20

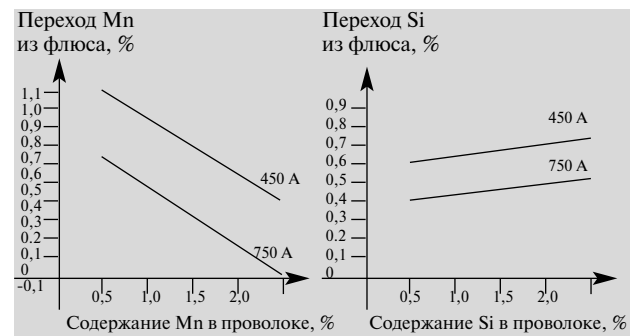
Сертификация

VdTuV. Сочетание с проволоками OK Autrod 12.10, 12.20, 12.32 согласно VdTuV 1000.

OK Flux 10.80/ OK Autrod	ABS	LR	DnV	BV	GL	USSR	Controlas
12.10	2TM	2TM, 2YTM	1YTM	A2, 2YTM A1T	2YTM	K5TM	C S - P, 2TM
12.20	2YTM 1T2M	1T2M, 1YT2YM	1 Y T (1YTM)	A2M	1T, 2M	-	-

Диаграмма активности

(переход Mn и Si из флюса в%) Ток: постоянный, обратная полярность; Напряжение дуги - 30В; Скорость сварки - 35м/ч (58 см/мин)



Напряжение дуги, (В)	Расход флюса (сварка на переменном токе)	Расход флюса (сварка на постоянном токе обратной полярности)
26	0,4	0,5
30	0,6	0,7
34	0,9	1,0
38	1,1	1,2

10.3 Нейтральные флюсы

OK Flux 10.92

Флюс OK Flux 10.92 - является нейтральным, керамическим, легирующим шов Сг флюсом, предназначенным для стыковой сварки материалов из нержавеющей стали и наплавки лентой из нержавеющей стали. Наличие Сг во флюсе компенсирует его выгорание при сварке.

Объемная масса - 1,0 кг/дм³

Коэффициент основности - 1,0

Химический состав

(SiO₂ + TiO₂) - 35%

(CaO + MgO) 30%

(Al₂O₃ + MnO) - 15%

CaF₂ 10% Сг 5%

Классификация

DIN 32522; BCS 571645

DCS MB2-16

Применяемость

Наплавка может производиться лентой шириной до 100 мм. При этом обеспечивается стабильность процесса в широком диапазоне скоростей и токов, а также плавное перекрытие валиков наплавки. Проведение наплавки на постоянном токе обратной полярности дает возможность максимально гибко варьировать её параметры.

Рекомендуемый режим сварки Как правило с флюсом OK Flux 10.92 сварку ведут на постоянном токе обратной полярности.

Расход флюса

Расход флюса всегда пропорционален напряжению дуги, как это показано в таблице, приведенной ниже.

Расход флюса (кг флюса / кг проволоки)

Лента, проволока	Ток сварки (А)	Напряжение дуги (В)	Соотношение расхода кг флюса к кг проволоки (ленты)
Лента (постоянный ток обратная полярность)	750	26-28	0,7
Проволока (постоянный ток обратная полярность)	580	26	0,4
		30	0,5
		34	0,7
		38	0,9

Химический состав металла шва

Благодаря хромокомпенсирующему эффекту флюса, химический состав металла шва практически совпадает с химическим составом используемой сварочной проволоки.

Типовые механические свойства наплавленного металла

OK Flux 10.92/ OK Autrod	Предел текучести Н/мм ²	Предел прочности Н/мм ²	Ударная вязкость по Шарпи (V) при T°С	
16.10	365	580	50 Дж	- 195
16.20	385	590	55 Дж	- 70

Сертификация

VdTuV.

Сочетание с проволоками OK Autrod 16.10, 11.11, 16.32 согласно VdTuV 1000.

10.3 Нейтральные флюсы

OK Flux 10.96

Флюс OK Flux 10.96 - является нейтральным, керамическим, легирующим шов Сг флюсом, предназначенным для для упрочняющей наплавки поверхностных слоев с использованием стандартной сварочной проволоки из углеродистой стали. Твердость наплавки при этом достигает 40 HRC.

Объемная масса - 1,0 кг/дм³

Коэффициент основности - 0,9

Химический состав

(SiO₂ + TiO₂) 35%

(CaO + MgO) 30%

(Al₂O₃ + MnO) 20% CaF₂ 10%

Применяемость

Флюс OK Flux 10.96 предназначен для наплавочных работ в сочетании с проволокой OK Autrod 12.10, что обеспечивает твердость наплавленного слоя до 35 - 40 HRC. Расход флюса и содержание Сг в металле шва растет пропорционально напряжению дуги. Соответственно увеличивается склонность к закалке и твердость наплавленного металла. Наибольшее

применение флюс OK Flux 10.96 находит для наплавки изнашивающихся поверхностей крановых колес, деталей грузовиков, грузовых вагонов, валов, шасси и звеньев гусеничных тракторов и других подобных деталей.

Рекомендации по сварке

Процесс наплавки флюсом OK Flux 10.96 ведется как на постоянном, так и на переменном токе. При этом наплавка на постоянном токе обратной полярности обеспечивает большее тепловложение, более высокий расход флюса и более низкий коэффициент наплавки, чем на прямой полярности. В связи с наличием легирующего Сг во флюсе и переходом его в наплавленный металл пропорционально напряжению дуги, последний параметр необходимо выдерживать как можно более стабильным.

Расход флюса

(кг флюса/ кг проволоки) Расход флюса всегда пропорцио-

нален напряжению дуги, как это показано в таблице, приведенной ниже.

Напря- жение дуги, (В)	Расход флюса (сварка на переменном токе)	Расход флюса (сварка на постоянном токе обратной полярности)	Расход флюса (сварка на постоянном токе прямой полярности)
34	0,5	0,6	0,7
34	0,6	0,8	0,9
38	0,8	1,0	1,2

OK Flux 10.96/ OK Autrod 12.10 Диаметр (мм)	Сварочный ток (А)	Напряжение дуги (В)
3	300-400	30-38
4	400-500	30-38
5	500-600	30-38
6	600-700	30-38

10.4 Основные флюсы

OK Flux 10.50

Флюс OK Flux 10.50 - является основным, плавленным, пассивным флюсом для электрошлаковой сварки. В связи с тем, что флюс является пассивным, требуемые механические свойства сварного шва должны обеспечиваться подбором соответствующей сварочной проволоки.

Объемная масса - 1,0 кг/дм³

Коэффициент основности - 0,9

Химический состав

(SiO₂ + TiO₂) 20%

(CaO + MgO) 30%

(Al₂O₃ + MnO) 30%

CaF₂ 20%

Типовой химический состав наплавленного металла, %

(смотри таблицу справа)

Типовые механические свойства наплавленного металла

OK Flux 10.50/ OK Autrod	Предел текучести Н/мм ²	Предел прочности Н/мм ²	Ударная вязкость по Шарпи (V) при T°С	
12.20	380	480	50 Дж	0

VdTuV.

Сочетание с проволоками OK Autrod 12.20, 12.32, 12.34, 12.40 согласно VdTuV 1000.

OK Flux 10.50/ OK Autrod	C	Si	Mn	Mo
12.20	0,1	0,2	1,1	-

10.4 Основные флюсы

OK Flux 10.70

Флюс OK Flux 10.70 - основной, керамический, восстанавливающий Mn и Si. Он предназначен для сварки угловых и стыковых соединений из углеродистых, низколегированных и высокопрочных сталей с обеспечением требуемой ударной вязкости до - 20°C. Флюс OK Flux 10.70 является флюсом алюминатноосновного типа, но обладающим очень высокой электропроводностью как на постоянном, так и на переменном токе.

Объемная масса - 1,1 кг/дм³

Коэффициент основности - 1,7

Химический состав

(SiO₂ + TiO₂) 20%

(CaO + MgO) 25%

(Al₂O₃ + MnO) 35%

CaF₂ 15%

Классификация

AWS A5.17-80: F7A4-EL12,
F7P4-EL12,
F7A2-EM12,
F7P2-EM12

DIN 32522: BAV 179AC8S
M2-16

Применяемость

OK Flux 10.70 специально разработан для сварки в сочетании с проволоками OK Autrod 12.10 и OK Autrod 12.20 соединений с требованиями по ударной вязкости до - 20°C. Будучи сильно восстанавливающим Mn и Si, он является оптимальным для случаев, когда доля участия основного металла велика, т.е. при одно- и многоэлектродной сварке угловых и стыковых соединений металла толщиной 10-40 мм с небольшим количеством проходов.

Расход флюса

(кг флюса / кг проволоки)

Напряжение дуги, (В)	Расход флюса (сварка на переменном токе)	Расход флюса (сварка на постоянном токе обратной полярности)
26	0,6	0,5
30	0,9	0,8
34	1,2	1,0
38	1,4	1,2

Типовой химический состав наплавленного металла, %

OK Flux 10.70/ OK Autrod	C	Si	Mn
12.10	0,07	0,5	1,7
12.20	0,08	0,5	1,9

Типовые механические свойства наплавленного металла

OK Flux 10.70/ OK Autrod	Предел текучести Н/мм ²	Предел прочности Н/мм ²	Ударная вязкость по Шарпи (V) при T°C
12.10	440	520	70 Дж - 20
12.20	480	580	60 Дж - 20

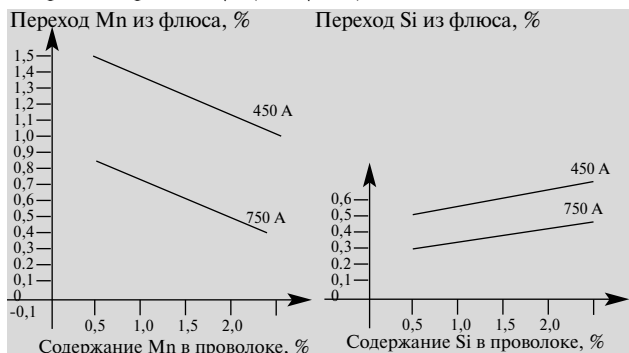
Сертификация

OK Flux 10.70/ OK Autrod	ABS	LR	DnV	BV	GL	USSR
12.10	ЗТМ, ЗУТМ	ЗТМ, ЗУТМ	ШУТМ	А3, ЗУТМ	ЗУТМ	ЗУТМ
12.20	ЗТ, ЗМ, ЗУМ	ЗТ, ЗМ,	ПТ (ШУМ)	А3М, 2ТЗУМ	2Т, ЗУМ	ЗУТМ

VdTuV. Сочетание с проволоками OK Autrod 12.10, 12.20, 12.32 согласно VdTuV 1000.

Диаграмма активности

(переход Mn и Si из флюса в%) Ток: постоянный, обратная полярность; Напряжение дуги - 30В; Скорость сварки - 35м/ч (58 см/мин)



10.4 Основные флюсы

OK Flux 10.71

OK Flux 10.71 - основной, керамический, обеспечивающий небольшое восстановление Mn и Si. Он предназначен для одно- и многоэлектродной сварки стыковых соединений из углеродистых, низколегированных и высокопрочных сталей с обеспечением требуемой ударной вязкости до - 40°C.

OK Flux 10.71 является флюсом алюминатно-основного типа, обладающим для данной шлаковой системы достаточно высокой электропроводностью, как на постоянном, так и на переменном токе.

Объемная масса - 1,2 кг/дм³

Коэффициент основности - 1,6

Химический состав

(SiO₂ + TiO₂) 20%

(CaO + MgO) 25%

(Al₂O₃ + MnO) 35%

CaF₂ 15%

Классификация

AWS A5.17-80 : F6A4-EL12,
F6P5-EL12, F7A4-EM12,
F6P4-EM12, F7A5-EM12K,
F6P5-EM12K, F8A2-EM14,
F7P2-EM14.

AWS A5.23-80 : F8A4-EA4-A4,
F8P2-EA4-A4, F9A4-EA3-A3,
F9P4-EA3-A3

DIN32522:

BAV167AC8M, HP5 2-16

Применяемость

Флюс OK Flux 10.71 обладает высокими для основного флюса технологическими свойствами, сохраняя при этом низкое содержание O₂ в наплавленном металле, что обеспечивает получение высокой ударной вязкости при температурах до - 40°C. Требуемый уровень механических свойств металла шва достигается за счет правильного подбора сварочной проволоки, так как легирование шва преимущественно происходит через нее. Флюс OK Flux 10.71 обладает определенными преимуществами при сварке в узкую разделку, так как обеспечивает плавный переход от на-

плавленного к основному металлу, а также хорошую отделяемость шлаковой корки.

Типовой химический состав наплавленного металла, %

OK Flux 10.71/ OK Autrod	C	Si	Mn	Mo
12.10	0,08	0,2	0,9	—
12.20	0,08	0,2	1,3	—
12.22	0,08	0,4	1,3	—
12.24	0,08	0,3	1,3	0,4
12.32	0,09	0,4	1,6	—
12.34	0,10	0,3	1,6	0,4

Типовые механические свойства наплавленного металла

OK Flux 10.71/ OK Autrod	Предел текучести Н/мм ²	Предел прочности Н/мм ²	Ударная вязкость по Шарпи (V) при T°C
12.10	360	460	60 Дж - 40
12.20	420	520	60 Дж - 40
12.22	430	530	80 Дж - 40
12.24	520	590	30 Дж - 40
12.32	480	580	70 Дж - 40
12.34	550	640	50 Дж - 40

Сертификация

OK Flux 10.71/ OK Autrod	ABS	LR	DnV	BV	GL	USSR	Controlas
12.10	ЗМ	ЗМ	ШМ	А3М	ЗМ	ЗМ	ЗМ
12.20	ЗМ, ЗУМ	ЗМ, ЗУМ	ШУМ	А3, ЗУМ	ЗУМ	—	HRS ЗУМ
12.22	ЗТМ, ЗУТМ	ЗТМ, ЗУТМ	ШУТМ	А3, ЗУТМ	ЗУТМ	—	HRS ЗУМ
12.24	—	—	—	—	—	—	CS-ЗУТМ
12.32	ЗТМ,	ЗТМ, ЗУМ	ШУТМ	UP	—	ЗУТМ	—
12.34	ЗУМ	CMn L140	M -10°C	M -10°C	—	M -10°C	—

VdTuV.

Сочетание с проволоками OK Autrod 12.10, 12.20, 12.32, 13.27 согласно VdTuV 1000.

Расход флюса

(кг. флюса / кг. проволоки)

Напряжение дуги, (В)	Расход флюса (сварка на переменном токе)	Расход флюса (сварка на постоянном токе обратной полярности)
26	0,6	0,5
30	0,8	0,7
34	1,2	0,9
38	1,4	1,1

10.4 Основные флюсы

Диаграмма активности

(переход Mn и Si из флюса в%)

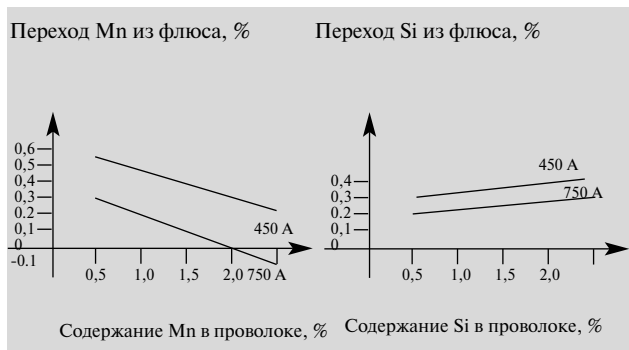
Ток: постоянный, обратная полярность;

Напряжение дуги - 30В;

Скорость сварки:

35м/ч (58 см/мин).

(Смотри таблицу справа)



10.5 Высокоосновные флюсы

OK Flux 10.16

OK Flux 10.16 - является высокоосновным, керамическим, пассивным флюсом, предназначенным для стыковой сварки с использованием проволоки на никелевой основе, а также для наплавки лентой на никелевой основе.

Объемная масса - 1,2 кг/дм³

Коэффициент основности - 2,4

Химический состав

(SiO₂ + TiO₂) 35%

(Al₂O₃ + MnO) 30% CaF₂ 50%

Классификация

DIN 32522; VBF 6 6723 DC 8b 1-16

Применяемость

Флюс OK Flux 10.16 специально разработан для наплавки лентой на никелевой основе. Отлично сбалансированный состав флюса сводит к минимуму переход Si из флюса в металл шва и следовательно значительно снижается вероятность образования горячих трещин при сварке никелевыми материалами. OK Flux 10.16 обеспечивает формирование требуемой формы сварного шва, его гладкую поверхность и легкую отделяемость шлаковой корки. Как правило сварку стыковых соединений флюсом OK Flux 10.16 в сочетании со сварочной проволокой из ни-

Типовой химический состав наплавленного металла, %

OK Flux 10.16/ OK Autrod	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Fe	Nb
19.82	0,01	0,35	0,3	20	>60	9	1,5	3,0
19.85	0,01	0,35	3,0	19	>67	1	1.5	2.0

OK Band 11.95	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Fe	Nb
1-й слой	0,025	0,25	3,0	17,5	66	—	10	2,1
2-й слой	0,006	0,32	3,3	18,3	72	—	3	2,3
3-й слой	0,004	0,33	3,4	18,7	73	—	2	2,4

Типовые механические свойства наплавленного металла

OK Flux 10.16/ OK Autrod	Предел текучести Н/мм2	Предел прочности Н/мм2	Ударная вязкость по Шарпи (V) при T°С
19.82	425	700	80 Дж - 196
19.85	360	600	100 Дж - 196

10.5 Высокоосновные флюсы

келевого сплава ведут на постоянном токе прямой полярности для того, чтобы снизить долю участия основного металла в металле шва, что снижает риск образования горячих трещин в шве.

Сертификация

VdTuV

В сочетании с лентой OK Band 11.95 согласно VdTuV 1000.

Расход флюса (кг флюса / кг проволоки)

Лента, проволока	Сварочный ток (А)	Напряжение дуги (В)	Расход флюса	
Лента (постоянный ток обратная полярность)	750	26-28	0,75	
		580	26	0,4
			30	0,6
34	0,7			
Проволока (постоянный ток обратная полярность)	580	38	1,0	
		580	26	0,3
			30	0,4
34	0,5			
Проволока (постоянный ток прямая полярность)	580	38	0,6	

OK Flux 10.61

OK Flux 10.61 - является высокоосновным, керамическим, пассивным флюсом, предназначенным для многопроходной, одноэлектродной стыковой сварки углеродистых, низколегированных и высокопрочных сталей с требованиями по ударной вязкости до -40°С/ -60°С.

Объемная масса - 1,1 кг/дм³

Коэффициент основности - 2,8

Химический состав

(CaO + MgO) 40%

CaF₂ 25%

(Al₂O₃ + MnO) 15%

(SiO₂ + TiO₂) 15%

Классификация

AWS A5.17-80:

F6A2-EM12, F6P2-EM12

F7A8-EM12K, F7P8-EM12K

F7A6-EH14, F7P8-EH14

AWS A5.23-80:

F8A8-EA4-A4, F8P6-EA4-A4

F9A8-EA3-A3, F9P6-EA3A3

Применяемость

Так как флюс OK Flux 10.61 пассивный, он должен быть использован с соответствующе подобранной легированной сварочной проволокой. Сварка может производиться только на постоянном токе.

Типовой химический состав наплавленного металла, %

OK Flux 10.61/ OK Autrod	C	Si	Mn	Mo
12.22	0,08	0,3	1,0	—
12.24	0,08	0,25	1,0	0,4
12.32	0,1	0,3	1,5	—
12.34	0,1	0,2	1,4	0,4

Типовые механические свойства наплавленного металла

OK Flux 10.61/ OK Autrod	Предел текучести Н/мм2	Предел прочности Н/мм2	Ударная вязкость по Шарпи (V)	
			Дж (-40°С)	Дж (-60°С)
12.22	450	520	90	60
12.24	520	640	50	—
12.32	470	550	90	40
12.34	550	660	50	40

Сертификация

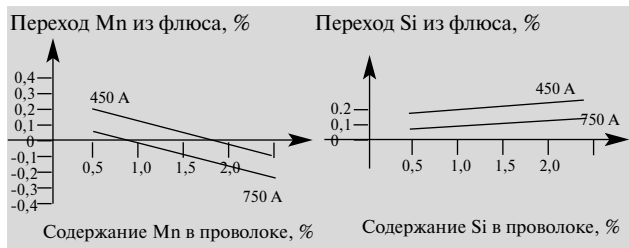
OK Flux 10.61/ OK Autrod	ABS	LR	DnV	BV	GL	USSR	Controlas
12.24	ЗТМ, ЗУТМ	ЗТМ, ЗУТМ	ИПУТ М	А3, ЗУТМ	ЗУТМ	К6Т М	ЗУТМ

VdTuV.

Сочетание с проволоками OK Autrod 12.10, 12.20, 12.24, 12.32, 13.10, 13.20, 13.39 согласно VdTuV 1000.

10.5 Высокоосновные флюсы

Диаграмма активности
(переход Mn и Si из флюса в %)
Ток: постоянный, обратная полярность;
Напряжение дуги - 30В;
Скорость сварки - 35м/ч
(58 см/мин)



Расход флюса

(кг флюса / кг проволоки)
Расход флюса всегда пропорционален напряжению дуги, как это показано в таблице, приведенной справа.

Напряжение дуги, (В)	Расход флюса (сварка на постоянном токе обратной полярности)
26	0,6
30	0,9
34	1,1
38	1,4

OK Flux 10.62

OK Flux 10.62 - является высокоосновным, керамическим, пассивным флюсом, предназначенным для многопроходной, стыковой сварки углеродистых, высокопрочных, а также низколегированных сталей с требованиями по ударной вязкости до температур - 40°С / - 60°С. Сварка может производиться как на постоянном, так и на переменном токе. Обладает высокой электропроводностью.

Объемная масса - 1,1 кг/дм³
Коэффициент основности - 3,4
Химический состав
(CaO + MgO) 35% CaF₂ 25%
(Al₂O₃ + MnO) 20%
(SiO₂ + TiO₂) 15%
Классификация
AWS A5.17-80:
F6A4-EM12, F6P5-EM12
F7A8-EM12K, F6P8-EM12K
F7A6-EN14, F7P5-EN14
AWS A5.23-80:
F8A8-EA4-A4, F8P6-EA4-A4
F9A8-EA3-A3, F9P8-EA3-A3
F7A8ENi1-Ni1, F7P10-ENi1-Ni1
F8A10-ENi2-Ni2, F8P10-ENi2-Ni2
DIN 32522:
BFB 1 55 AC 8 M, HP52-16

Расход флюса

(кг флюса / кг проволоки)

Напряжение дуги, (В)	Расход флюса (сварка на переменном токе)	Расход флюса (сварка на постоянном токе обратной полярности)
26	0,6	0,7
30	0,8	0,9
34	1,0	1,2

Типовой химический состав наплавленного металла, %

OK Flux 10.62/ OK Autrod	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo
12.22	0,1	0,3	1,0	—	—	—
12.24	0,1	0,2	1,0	—	—	0,4
12.32	0,1	0,3	1,5	—	—	—
12.34	0,1	0,2	1,4	—	—	0,4
12.40	0,08	0,2	1,9	—	—	—
13.10	0,1	0,2	0,7	1,0	—	0,5
13.20	0,08	0,3	0,7	2,3	—	0,9
13.21	0,08	0,3	1,0	—	1,0	—
13.27	0,08	0,3	1,0	—	2,1	—
13.40	0,09	0,3	1,5	—	0,9	0,4
13.43	0,1	0,3	1,3	0,6	2,2	0,5

10.5 Высокоосновные флюсы

Применяемость

Так как OK Flux 10.62 пассивен к Mn и Si, он должен быть использован с соответствующе подобранной сварочной проволокой. Это делает флюс пригодным для многопроходной, одно-или многоэлектродной сварки толстолистовых соединений. Для увеличения производительности процесса сварки флюс OK Flux 10.62 можно использовать в смеси с железным порошком. OK Flux 10.62 также можно применять при сварке в узкую разделку, так как он обеспечивает плавный переход от наплавленного к основному металлу, а также хорошую отделяемость шлаковой корки. Флюс OK Flux 10.62 может быть рекомендован для сварки ответственных конструкций таких, как сосуды, работающие под давлением в атомной энергетике, а также при изготовлении морских платформ, где для сварных швов предъявляются специальные требования по CTOD тестам. Сварку рекомендуется вести на возможно более низких значениях напряжения дуги. Флюс OK Flux 10.62 обеспечивает в металле сварного шва низкое содержание кислорода (примерно 300 ppm) и водорода (менее 5 мл/100г).

Типовые механические свойства наплавленного металла

OK Flux 10.62/ OK Autrod	Предел текучести Н/мм ²	Предел прочности Н/мм ²	Ударная вязкость по Шарпи (V)	
			Дж (-40°С)	Дж (-60°С)
12.22	420	510	100	50
12.24	520	600	50	—
12.32	480	580	100	80
12.34	580	660	100	60
12.40	540	630	50	—
13.10	430	560	100	+20
13.20	450	590	100	+20
13.21	470	560	120	60
13.27	500	570	120	80
13.40	630	700	60	40
13.43	710	800	70	50

Сертификация

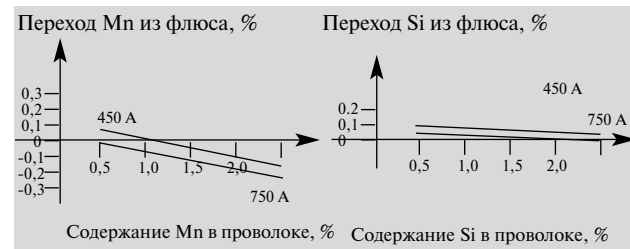
OK Flux 10.62/ OK Autrod	ABS	LR	DnV	BV	GL	USSR	Control as
12.22	3M, 3YM	3M, 3YM	ШУМ	A3, 3YM	3YM	K6M	3YM
12.24	3M, 3YM	3YM	ШПТМ, ШУМ	A3, 3YM	3YTM	—	—
12.32	3M, 3YM	3M, 3YM	ШУМ NV 4-4 (M)	A3, 3YM	3YM	K6M	HRS3YM
12.34	3M, 3YM	3M, 3YM	ШУМ	A3, 3YM	3YM	K6M	HRS3YM
13.27	—	—	ШУМ, NV 4-4	—	—	—	—
13.43	—	QT steel	—	—	—	QT steel	—

VdTuV.

Сочетание с проволоками OK Autrod S2, S3, S2CrMo1, S2Ni2, S3NiMo1 согласно VdTuV 1000.

Диаграмма активности

(переход Mn и Si из флюса в %) Ток: постоянный, обратная полярность; Напряжение дуги - 30В; Скорость сварки - 35м/ч (58 см/мин)



10.6 Присадочные материалы для дуговой сварки и наплавки под слоем флюса

Сварочная проволока из малоуглеродистой и низколегированной стали	OK Autrod	AWS A5.17 A5.23 As appl.	DIN 8557 8575 As appl.	Химический состав, %						Диаметр проволоки, мм									
				C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0			
			S1																
	12.10	EL12	S2	0,08	0,02	0,5	—	—	—	—									
	12.20	EM12	S2Si	0,10	0,1	1,0	—	—	—	—									
	12.22	EM12K	S2Mo	0,10	0,2	1,0	—	—	—	—									
	12.24	EA2	S3	0,10	0,1	1,0	—	—	0,5	—									
	12.32	EH12K	S3Mo	0,12	0,2	1,5	—	—	—	—									
	12.34	EA4	S4	0,12	0,2	1,5	—	—	0,5	—									
	12.40	EH14	S4Mo	0,12	0,1	2,0	—	—	—	—									
	12.44	EA3	S2Cr,Mo1	0,11	0,2	1,9	—	—	0,5	—									
	13.10	EB2	S1Cr,Mo2	0,11	0,2	0,7	1,1	—	0,5	—									
	13.20	EB3	—	0,11	0,2	0,6	2,5	—	1,0	—									
	13.21	EMM	—	0,08	0,2	1,0	—	1,0	—	—									
	13.27	ENI2	—	0,08	0,2	1,0	—	2,3	—	—									
	13.36	—	S3NiMo1	0,10	0,3	1,0	—	0,8	—	0,5									
	13.40	—	SSNiCr	0,10	0,2	1,5	—	0,9	0,5	—									
	13.43	—	Mo2,5	0,11	0,2	1,4	0,7	2,4	0,5	—									

10.6 Присадочные материалы для дуговой сварки и наплавки под слоем флюса

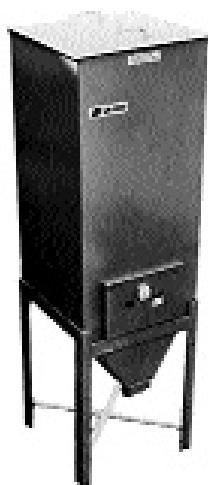
Сварочная проволока из сплава на никелевой основе	OK Autrod	AWS A5.14	DIN 1736	Химический состав, %							
				C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Nb+Ta	
	19.82	ERNiCrMo-3	UPNiCr21Mo9Nb	≤0,03	≤0,5	≤0,5	21	≥60	9	3,5	
	19.85	ERNiCr-3	UPNiCr21Nb	≤0,05	≤0,5	3	20	≥67	≤2	2,5	

Сварочная лента из сплава на никелевой основе	OK Autrod	AWS A5.14	DIN 1736	Химический состав, %							
				C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Nb+Ta	
	11.95	ERNiCr-3	UPNiCr20Nb	≤0,05	≤0,5	≤3,0	20	≥67	<2	2,5	

Сварочная проволока из нержавеющей стали	OK Autrod	AWS A5.9	DIN 8556	Химический состав, %						Диаметр мм
				C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	
	16.10	ER308L	UP x 2CrNi19,9	≤0,025	0,4	1,8	20	10	—	
	16.15	ER308	UP x 5CrNi19,9	≤0,06	0,4	1,6	20	10	—	
	16.30	ER316L	UP x 2CrNi19,13	≤0,025	0,4	1,8	18	12	2,7	2,4
	16.34	ER317L	—	≤0,03	0,4	1,8	20	14	3,5	3,0
	16.35	ER316	UP x 5CrNiMo19,11	≤0,06	0,4	1,6	19	11	2,5	4,0
	16.53	ER309L	UP x 2CrNi24,12	≤0,025	0,4	1,8	24	13	—	
	16.70	ER310	UP x 12CrNi25, 20	0,12	0,5	1,8	26	21	—	
	16.75	ER312	—	≤0,15	0,5	1,8	30	9	—	

Ленты для наплавки из нержавеющей стали	OK Band	AWS A5.9	DIN 8556	Химический состав, %					
				C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo
	11.61	ER 308 L	UP x 2CrNi19,9	≤0,025	0,4	1,8	20	10	—
	11.63	ER 316 L	UP x 5CrNiMo19,11	≤0,025	0,4	1,8	18	12	2,7
	11.65	ER309L	UP x 2CrNi24,12	≤0,025	0,4	1,8	24	13	—
	11.82	—	—	≤0,06	≤1,0	≤1,0	17	≤1,0	—

10.7 Упаковка, хранение и использование



РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ХРАНЕНИЮ И ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ФЛЮСОВ

Сварочные флюсы, производства фирмы ЭСАБ, изготавливаются из минералов, подвергнутых высокотемпературной прокатке (-1500°C), что придает флюсам свойства, способствующие их длительному хранению. ОК флюсы поставляются с содержанием влаги не более 0,05%, определенным при 1000°C .

Известно, что низкое содержание влаги во флюсе имеет решающее значение для качества сварного соединения.

Тем не менее содержание влаги во флюсе может возрасти при неправильном хранении, использовании или транспортировке и, как следствие этого - поры и шлаковые включения в сварном шве.

Для избежания подобных проблем ЭСАБ разработал следующие рекомендации:

1. Невскрытые пакеты должны храниться в определенных условиях:
 - Температура: $20\pm 10^{\circ}\text{C}$.
 - Относительная влажность: не более 70%.
2. Невскрытые пакеты не должны подвергаться прямому воздействию снега и дождя.
3. Оставшийся флюс из вскрытых пакетов и из шкафа должен храниться при температуре $150\pm 25^{\circ}\text{C}$.
Для оптимального хранения флюса ОК - используйте сушильный шкаф JS-200, производства фирмы "ЭСАБ"

Для хранения флюса в и уменьшения его потерь предпочтительно использовать шкаф JS-200, который имеет пределы регулирования температуры $0-300^{\circ}\text{C}$.

Рекомендуемая температура хранения:
 150°C

Рекомендуемая температура просушки:
 300°C в течении 2-4 часов.

Краткая техническая характеристика JS - 200

- Полезный объем - 200 л
- Потребляемая мощность - 2 Квт
- Напряжение сети - 220 в
- Габариты: 500 x 500 x 1700 мм
- Вес пустого шкафа: 115 кг

При необходимости допускается повторная прокатка в печи в течении 2 часов при температуре $300\pm 25^{\circ}\text{C}$, при этом высота насыпанного на противни слоя флюса не должна превышать 50 мм.

Прокаленный флюс немедленно поместить в сушильный шкаф и хранить при температуре $150\pm 25^{\circ}\text{C}$.

Упаковка

Все флюсы ESAB поставляются в специальных мешках из негигроскопичной бумаги, дополнительно герметизированных пластиком изнутри, весом по 25 кг.

По желанию заказчика флюсы могут поставляться в упаковках «Big Bag» весом: 600, 800 или 1000 кг.