

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

**Заключение лабораторных исследований флюса сварочного
плавящего марки ОСЦ-45 0525**

Производитель флюса: ООО «Селенит» ИНН 6679085037, КПП 667901001, ОГРН 1156658109761, Адрес: 620141, г. Екатеринбург, ул. Завокзальная, д. 13, оф. Н-206

Исследование выполнено: на кафедре «Сварочное производство и технология конструкционных материалов» в ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор в ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» *Игнатов Михаил Николаевич*



Исполнитель исследований: кандидат технических наук в ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» *Наумов Станислав Валентинович*



Пермь 2020 год

Сведения о сварочном материале

Сварочный материал: флюс сварочный плавленный ОСЦ-45 0525 изготовленный в соответствии с ТУ 24.66.46.120-45602015-2020 «Флюсы сварочные плавленные»

Химический состав: SiO₂ - (35±5) %, CaO - (6±5) %, MgO - (6±5) %, Al₂O₃ - (6±5) %, FeO - (25±5) %, остальное не более 1%.

Гранулометрический состав: более 2,5 мм – 2 %, менее 0,5 - 1 %. Насыпная плотность 1,48±0,03 г/см³ Влажность 0,10±0,02 %.

Применение: флюсы применяются для механизированной электродуговой сварки и наплавки углеродистых низколегированных сталей сварочной проволокой.

Способ сварки: АФ, АФПН группы основных материалов 1(М01) - углеродистые и низколегированные конструкционные стали перлитного класса с гарантированным минимальным пределом текучести не более 360 МПа, 2(М03) - низколегированные конструкционные стали перлитного класса с гарантированным минимальным пределом текучести свыше 360 МПа до 500 МПа.

Группы технических устройств: ПТО, КО, ГО, НГДО, МО, ОХНВП, ПТО, СК 5. Сварочно-технологические свойства флюса при сварке. Род тока, постоянный, обратной полярности.

Проведенные исследования и результаты

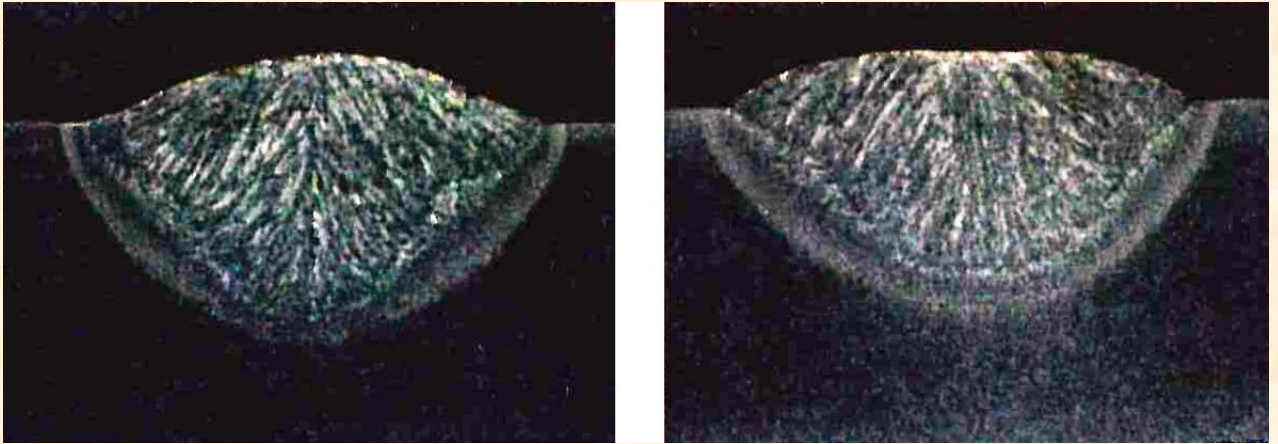
Дуга: возбуждение дуги 5 баллов, легкое зажигание после прикосновения электрода к изделию.

Стабильность горения дуги 5 баллов. Высокая стабильность. Спокойно равномерно горящая дуга без вибрации

Эластичность дуги 4 балла, хорошая. Дуга удлиняется до тройного диаметра электрода. Пространственное положение стабильно.

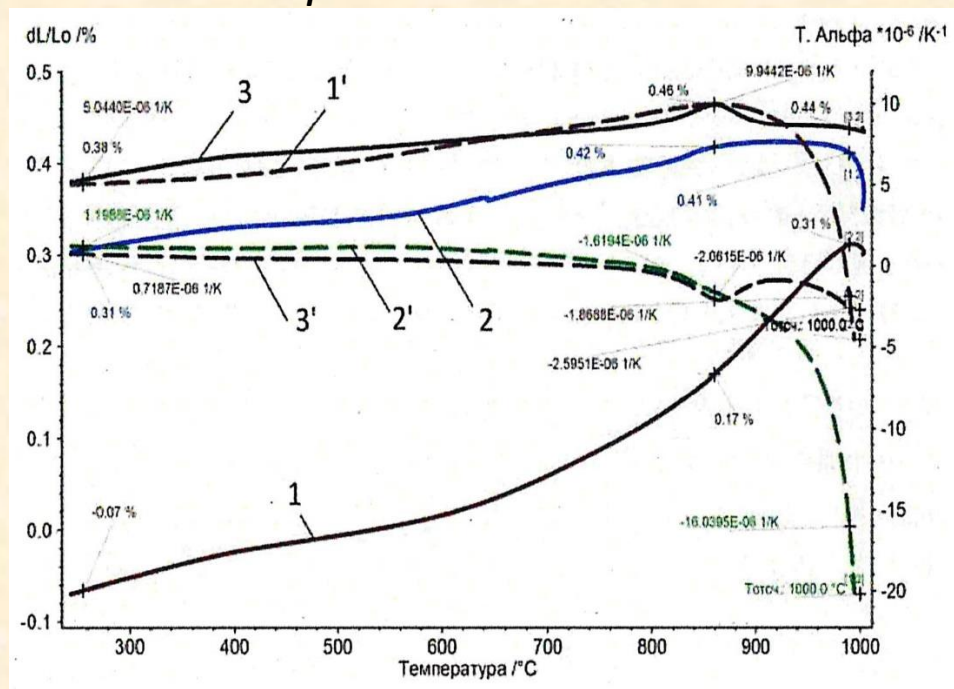
Форма шва: благоприятная форма шва, глубина проплавления, отделимость шлаковой корки говорит о хороших сварочно-технологических свойствах и пригодности флюсов.

Микрошлифы сварочных швов



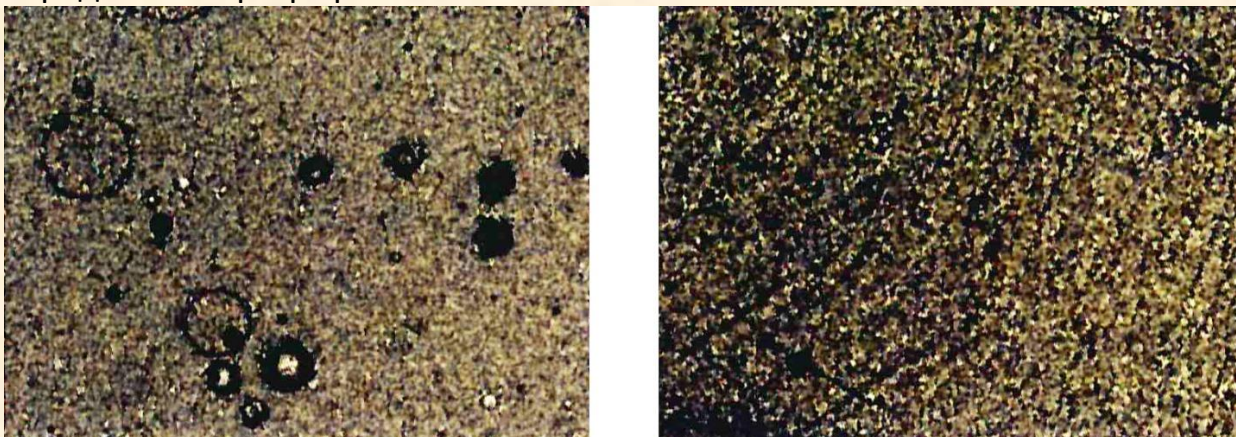
По отделимости шлаковой корки сварочный флюс.

Термограмма дилатометрии:



Имеет наибольшее отклонение, α от α_{Me} ($\alpha = 1,19-1,6 \cdot 10^{-6}/^{\circ}C$ в области температур 20 - 1000 $^{\circ}C$), где по РД 03-613-03 был определен 5 максимальный балл. Термограмма дилатометрии сварочных шлаков в диапазоне температур 20-1000 $^{\circ}C$.

Минералогический состав: минералогический состав шлаковых корок определен петрографическим анализом *50.



Шлак переплавленного флюса имеет однородный сплав, структура материала упорядочивается и упрощается, что характерно для образования пироксеновой структуры. Это обеспечивает равномерное формирование шва, стабильность процесса сварки и равномерное распределение химического состава сварного шва.

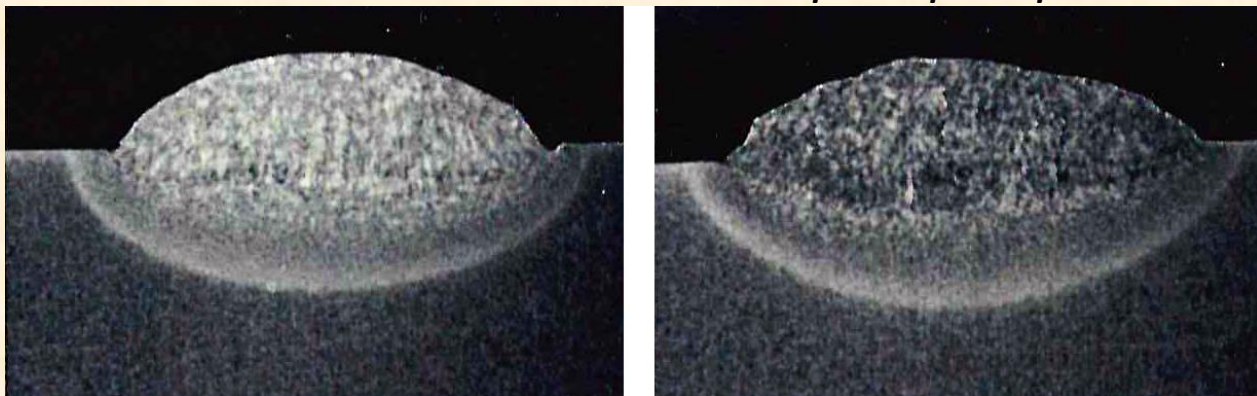
Шлаковая корка: поверхность шлаковой корки со стороны сварного шва.



Сварочный шлак флюса имеет небольшую волнистость и возможные микроскопические газовые поры диаметром до 10 мкм, поверхность гладкая и шлаковая корка хорошо отделяется с поверхности сварного шва.

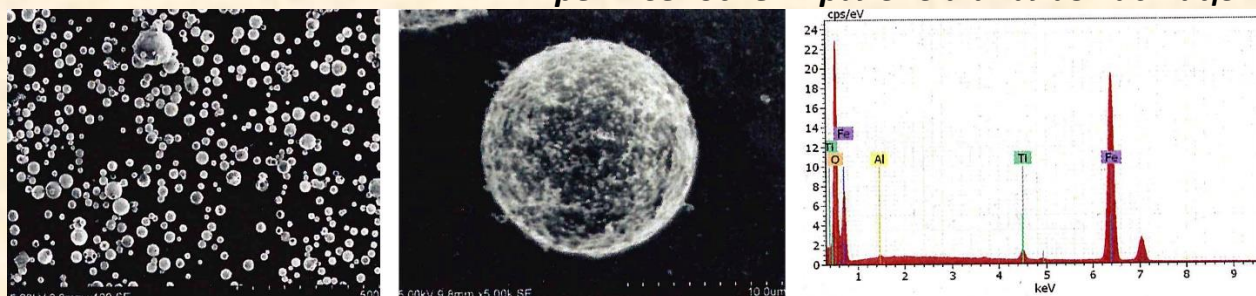
Неметаллические включения: исследование неметаллических включений показало, что основной объем включений 3-5 балла, что говорит о чистоте металла сварного шва и пригодности шлаковой основы для сварки под слоем флюса. В процессе проведения сварочно-технологических испытаний флюсы показали удовлетворительные результаты, а именно: благоприятную форму сварного шва и низкий балл неметаллических включений.

Макрошлифы сварочных швов



Экология: экологическая составляющая сварочных материалов оценивалась морфологией и химическим составом сварочных аэрозолей (СА), выделяющихся при сварке покрытыми электродами. Разработанная методика и составленная классификация СА различных частиц.

Сварочные аэрозоли: общий вид *100, частица СА *5000, рентгеноспектральный анализ частицы.



По размеру частиц, морфологии и составу можно сделать вывод, что таких оксидов как марганца, хрома, кремния и других вредных оксидов не обнаружено, основа их оксид железа с примесей Ti, Al и других сложных оксидов.

Химический состав: наплавленного металла в сочетании с тестовой проволокой марки используемых проволок: Св-08 С - $(0,1 \pm 0,03)\%$; Si - $(0,3 \pm 0,05)\%$; Mn - $(0,09 \pm 0,03)\%$; Cr - $(0,25 \pm 0,03)\%$; S - $(0,04 \pm 0,01)\%$; P - $(0,035 \pm 0,05)\%$

Механические свойства: наплавленного металла временное сопротивление на разрыв, МПа 490 ± 10 предел текучести, МПа 330 ± 30 относительное удлинение, % 21 ± 2 ударная вязкость, Дж/см² КСУ⁺²⁰ 59 ± 3 КСУ⁻⁴⁰ не определялось.

Механические свойства: сварного соединения временное сопротивление на разрыв, МПа 470 ± 10 относительное удлинение, % 320 ± 6 ударная вязкость, Дж/см² КСУ⁺²⁰ 56 ± 4 КСУ⁻⁴⁰ не определялось статический изгиб, град. более 120° .

Заключение

Рекомендации по использованию: ОСЦ-45 0525 данный флюс можно отнести к высококремнистым с химической активностью $A_f = 0,7-0,8$. Перед применением флюс необходимо просушить при температуре $300-400^\circ\text{C}$ в течении 1-2 часа. Для данного флюса могут применяться проволоки Св-08, Св-08А, Св-08ГА, Св-10ГА. Флюс применяется для механизированной электродуговой сварки и наплавки углеродистой, низколегированной стали сварочной наплавочной проволокой на переменном и постоянном токе (обратная полярность предпочтительна), ток до 1100 А. Напряжение источника питания неограниченно, не рекомендуется для сварки конструкций, работающих в условиях Севера или при температуре ниже -30°C . Желательно использовать сварочную проволоку $d=3$ мм и более. Шлаковую корку можно затем использовать дополнительно, добавляя ее в исходный (свежий) флюс. Скорость сварки до 100 м/час. Сварку угловых и тавровых соединений можно производить наклонным электродом или в «лодочку» (предпочтительнее). При сварке на прямой полярности глубина проплавления выше на 40-50%, на переменном токе меньше на 15-20% чем при сварке на обратной полярности. Сварка проводилась проволокой Св-08 $b=4$ мм, на обратной полярности, толщине проката 15 мм. $U=34\text{В}$, $Y=40\text{м/час}$. Другие возможно применяемые проволоки указаны выше. Параметры сварки те же самые что и при проволоке Св-08. Флюсы заменители - АН-348А, АН-60, АН-348АМ, ОСЦ-45, ФЦ6, ФЦ-9, ФЦ-7. Флюсы подобные флюсу ОСЦ-45 0525 не должны применяться для сварки конструкций работающих ниже температуры -40°C .