

X EVOLUTION

В мире ювелирного искусства существует множество сплавов золота различной пробы. Многие из них основаны на традиционном составе, более современные – содержат элементы, способные улучшать физические характеристики во время различных типов обработки. Процессы в ювелирном производстве делятся на несколько больших секторов: микролитье, штамповка, вырезание, проволока, пластина, трубка.

Некоторые сплавы подходят больше для определенных операций, поэтому, выбирая в начале работы подходящий сплав, можно выиграть во времени и цене.

Ювелирное производство сильно нуждается в точных и конкретных данных об используемых материалах.

В основном ювелира интересуют:

- Физические и механические характеристики
- Цвет
- Устойчивость к окислению и коррозии
- Экономичность

Особенно важны физические и механические характеристики, так как именно на основе этих данных ювелир решает, подходит или нет данный сплав для необходимых ему типов обработки.

Отдел исследований и развития Melt, работающий в различных направлениях, обратил свое внимание на цвет золота (russo standart), популярный в России.

Мы также рассмотрели производственную казуистику, концентрируя внимание на микролитье и производстве пластин, отлично понимая, что количество рабочих операций с последними не сильно отличается от операций с проволокой, нитью.

Мы сравнили следующие сплавы:

Сплав	AU	AG	CU	ZN	SI	IR	Плотность	Точка плавления
Нормальный	585	80	335				13,23	930 °C
С кремнием	585	70	323	20	2	присутствует	13,20	928 °C
Сплав «X»	585	70	325	20			13,21	928 °C

Сплав, названный «обычным» - это трехкомпонентный сплав, состоящий из золота, серебра и меди. Его можно рассматривать как качественный сплав старого образца, широко используемый и сегодня большинством мелких ювелирных производителей, еще тесно связанных со старыми традициями. У этого сплава хорошие пластические качества, но низкая устойчивость к окислению. При неправильной обработке легко рекристаллизуется и, следовательно, легко ломается при малейшем повреждении. В общем подходит для всех типов обработки, но не достигает отличных результатов ни в одном из них.

Сплав, названный «с кремнием», это уже современный сплав. Хотя он имеет такой же цвет, как и предыдущий, после плавления он приобретает сильный блеск, но его недостатки заключаются в низкой пластичности и возможности твердых частиц (неприятность, связанная с использованием кремния вместе с графитовыми тиглями). При наличии отделителя частиц можно избежать кристаллизации золота и, следовательно, его ломкости. Подходит для микролитья, но не для производства проволоки или пластин. Сплав под названием «X» предлагается как достойная альтернатива для тех, кому нужен современный сплав, с отличной пластичностью и стойкостью к окислению. Этот новый продукт, созданный Melt, хотя и не предусматривает использование кремния или отделителя частиц, гарантирует отличную текучесть, пластичность и светлую поверхность стойкую к окислению. Подходит как для микролитья, так и для производства пластин и проволоки. Это очень важный экономический аспект.

До сегодняшнего дня, фирмы, которые работали в обоих направлениях производства, то есть, например, микролитье и штамповка вынуждены использовать два различных сплава. Что вынуждает задействовать большее количество золота для создания их продукции. Кроме того, они должны заниматься переработкой отходов, что требует большого внимания, чтобы не смешивались металлы с разными характеристиками. Старая история. С новым сплавом X можно спокойно расплавить определенное количество продукта и получить пластину, которую будет легко обработать, использовать отходы после обрезания с очевидными преимуществами в экономии времени и денег.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ

При создании 3 различных типов сплавов мы, как и всегда в практике Melt, использовали металлы наивысшей чистоты. Таким образом, в случае самого простого сплава, мы использовали серебро 99,99 и медь класса A oxygen-free. Чтобы выявить физические характеристики мы решили осуществить следующие технические испытания;

МИКРОЛИТЬЕ:

Пояснение: из-за необходимости поддерживать условия среды неизменными, мы проводили наш тест всегда в одно и то же время.

Были использованы следующие машины:

Плавильная печь Opticom OPC F03

Печь для отжига цилиндров: Opticom

Инъекторы для воска: C.I.M.O ручные

Формомассы: Kerr

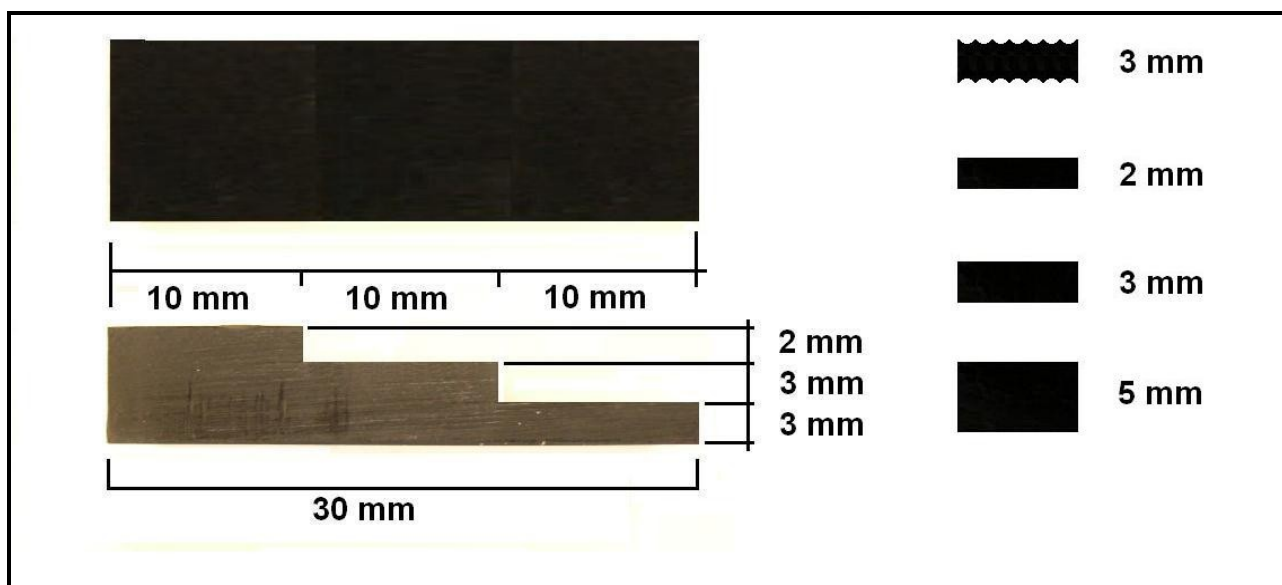
Испытания плавлением были проведены в целях оценки: компактность \ пористость поверхности (размеры частиц кристаллов), текучесть и уровень окисления.

Модели, которые мы выбрали для определения размеров частиц кристаллов следующие: 3 квадрата 10 x 10 мм с разной высотой 2, 3 и 5 мм, и четвертый – с высотой 3 мм с волнистой поверхностью по обеим сторонам и, наконец, изделие длиной 30 мм и с высотами 3, 6 и 8 мм.

Таким образом, мы воссоздали типичное «дерево» ювелирной фирмы. Идя

против логики производства, к тому же деревцу добавляем изделия разных форм и размеров.

Затем, анализируя восковые формы, мы замечаем, что на идентичные формы (10 x 10) наносится различная толщина (2,3, 5 мм). Сохраняя ту же температуру плавления и формомассы, мы можем утверждать, что скорость охлаждения различается. Изделия с большей толщиной (квадрат толщиной 3 мм на 33 % больше квадрата с толщиной 2мм, и на 50 % меньше квадрата с толщиной 5 мм) имеют большую термическую инерцию и, следовательно, медленнее остывают. Теперь очевидно, что температура цилиндра очень важна. Для маленьких изделий, с тонкой сложной работой нужны повышенные температуры формомассы, чтобы заполнить форму до конца. И, наоборот, для больших изделий, с большей толщиной, более простых в производстве, следует уменьшать температуру формомассы, чтобы избежать дефектов на поверхности. И также можно утверждать, что высокая температура может вызвать появление дефектов на поверхности, что в случае с маленькими изделиями (зажимов) не страшно, потому что они почти незаметны, хотя всегда присутствуют. «Рифленая» модель имеет такой же размер, как модель 3 мм, но большую поверхность, поэтому необходима температура, отличная от той, что использовалась для «гладкой» модели.



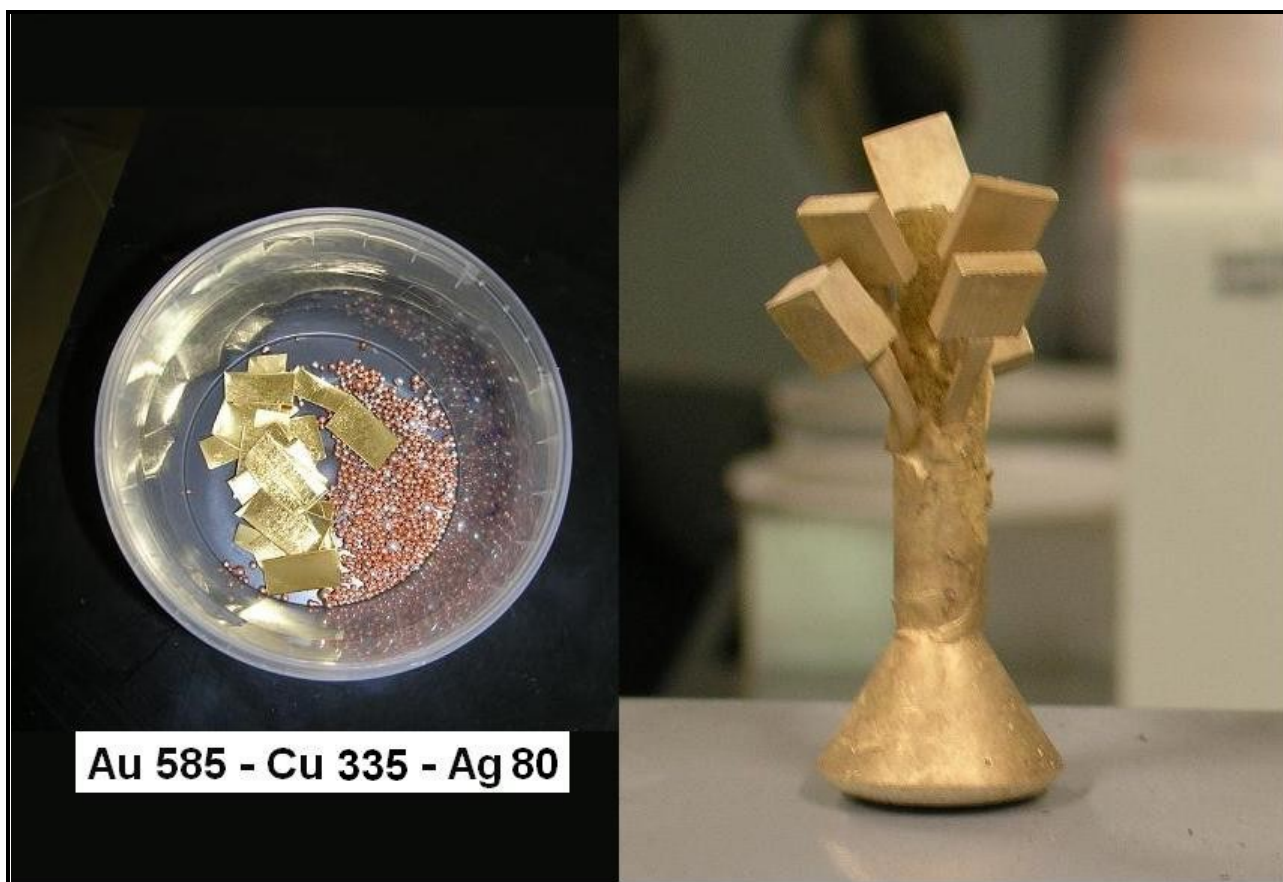
Анализы результатов:

сплав	t° цилиндра	t° плавления	t° расплавленной массы	Время вакуума	Т ожидания перед охлаждением
Нормальный	680 °	1060°	1060°	1'	2'
С кремнием	680 °	1060°	1060°	1'	2'
"X" alloy	680°	1060°	1060°	1'	2'

Из первого анализа видно, проседание воска слишком велико. И так будет и самими золотыми изделиями.

Все изделия заполнены, поверхность спрессована, но частицы кристаллов – разных размеров.

Обычный сплав:

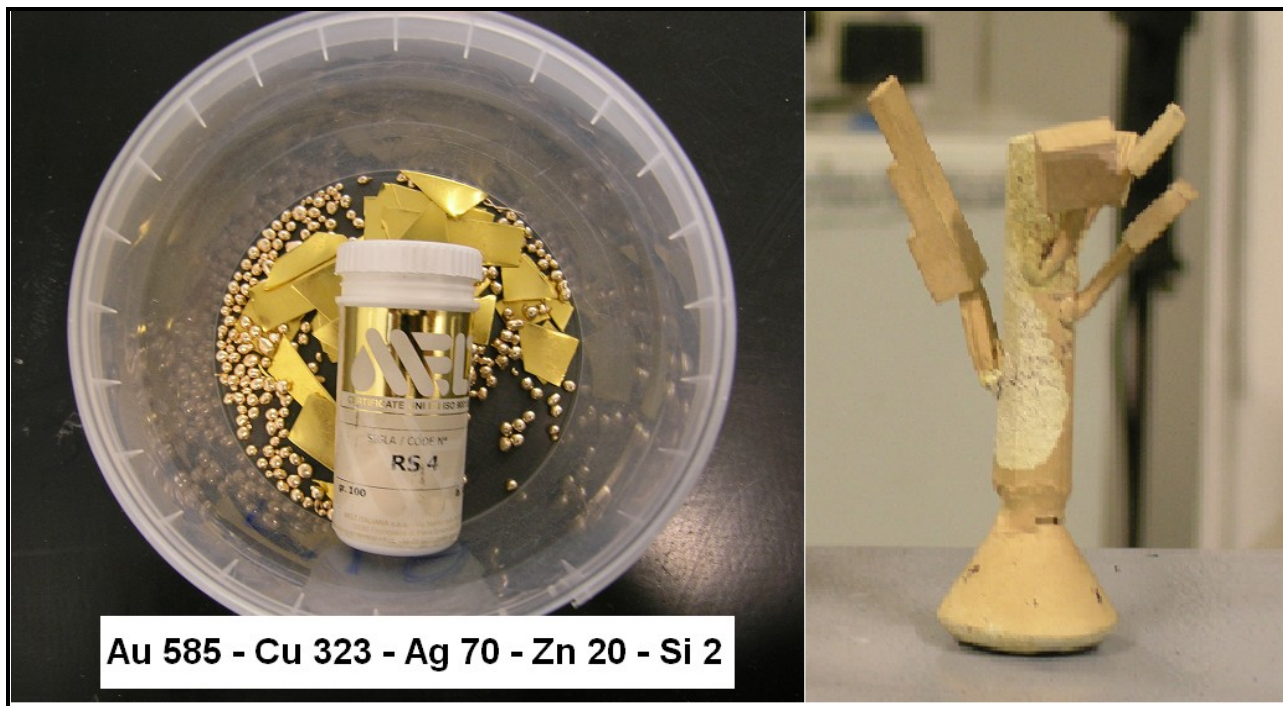


Поверхность темная из-за окисления, поверхность гладкая, но с большими частицами кристаллов, которые видны невооруженным глазом. Форма изделий заполнена.



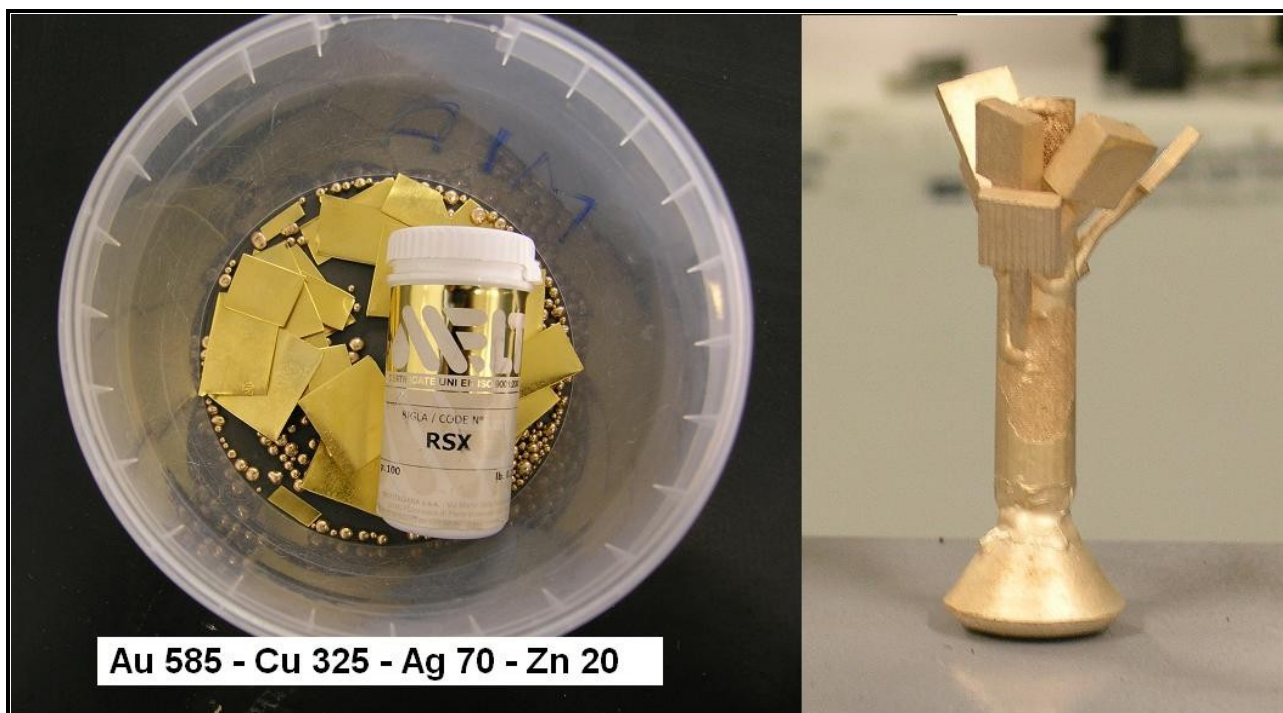
Сплав с кремнием:

Поверхность светлая, в некоторых местах потемневшая из-за окисления, с достаточно ровной поверхностью и мелкими кристаллами. Форма изделий заполнена.

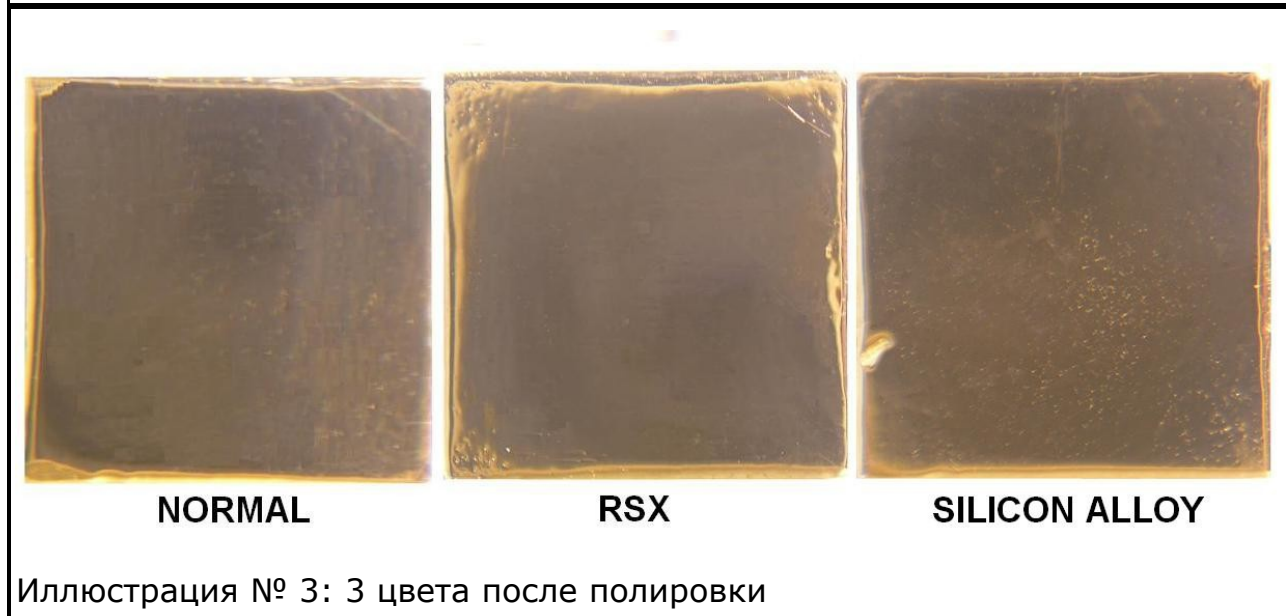


Сплав X:

Поверхность светлая, частично окисленная, с достаточно гладкой поверхностью и мелкими кристаллами. Форма изделий заполнена.



Окисление может проявляться на поверхности тремя разными цветами, но после чистки щеточкой оно исчезает.

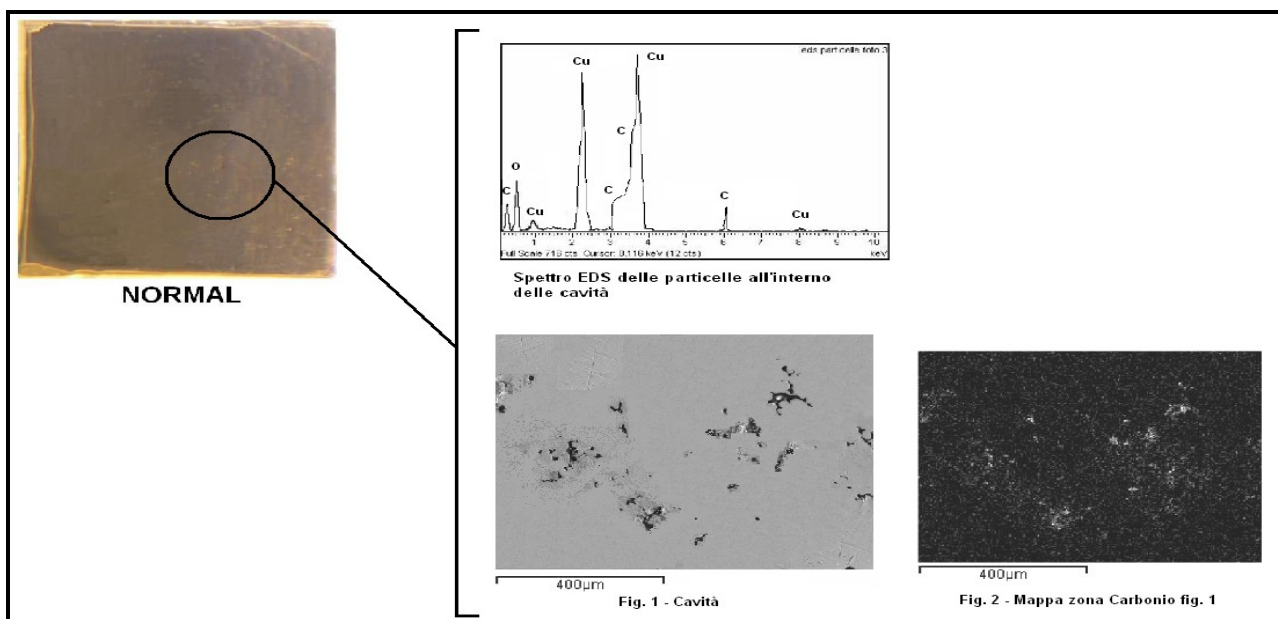


Испытание на твердость трех металлов сразу после плавления показало следующие результаты:

Металлы	Твердость HV
Нормальный	170
RSX	150
Сплав с кремнием	210

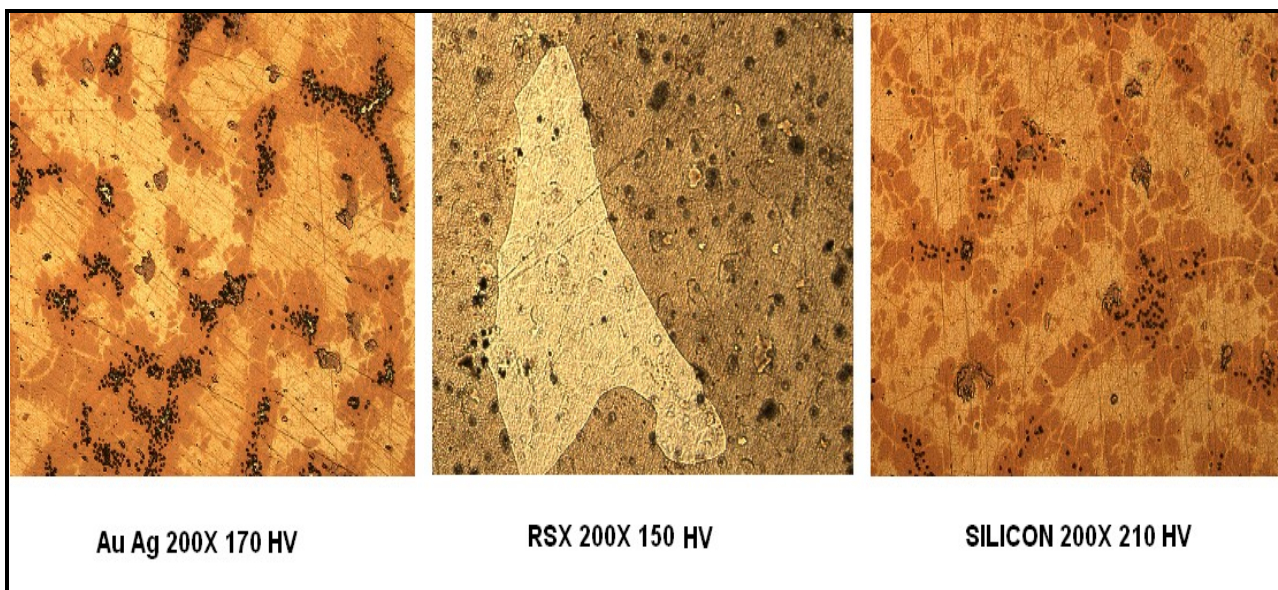
Анализируя качество поверхности трех испытанных изделий, можно обнаружить определенные дефекты. Мы проанализировали их в каждом отдельном случае.

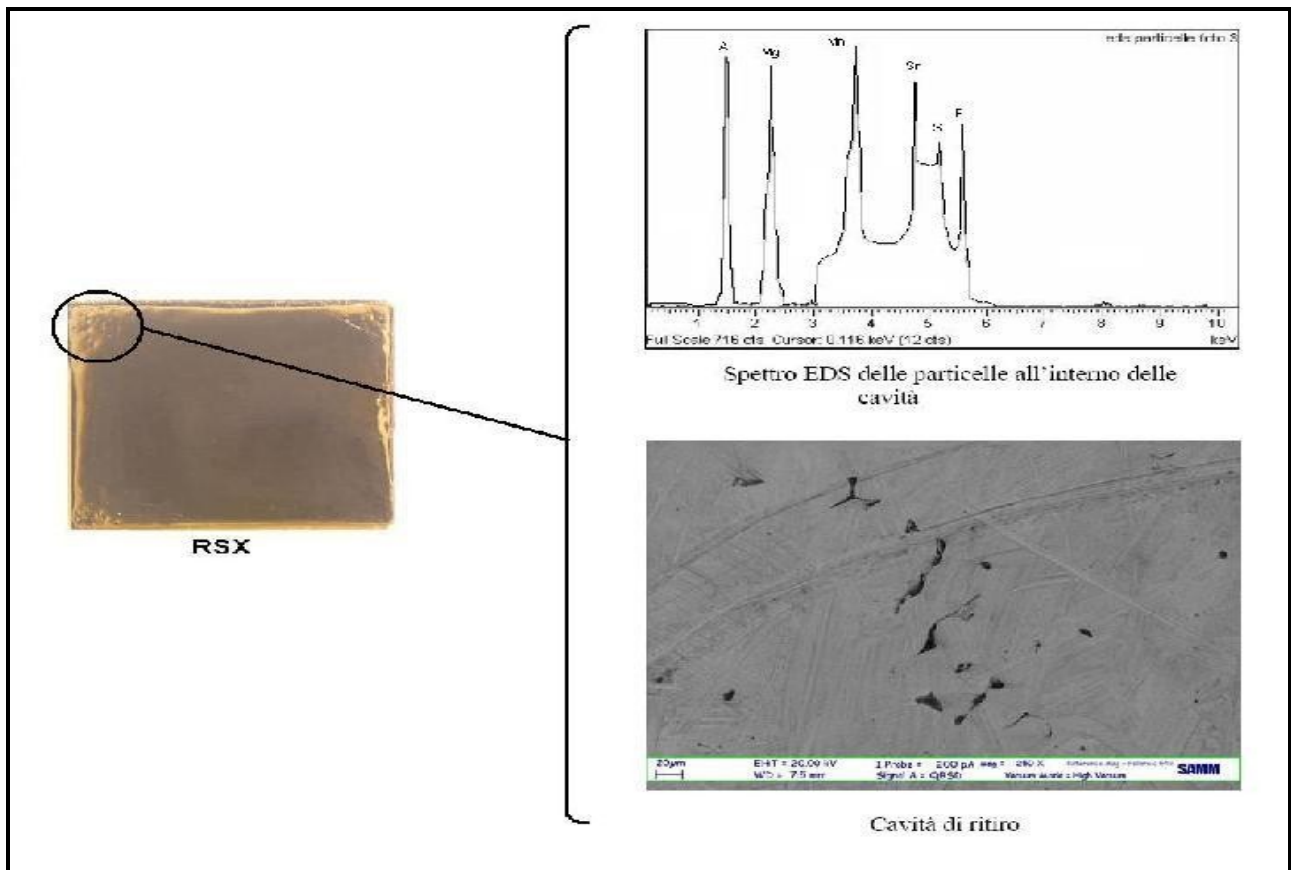
Сплав **НОРМАЛЬНЫЙ**



Дефекты, присутствующие на поверхности, окись меди и углерода.

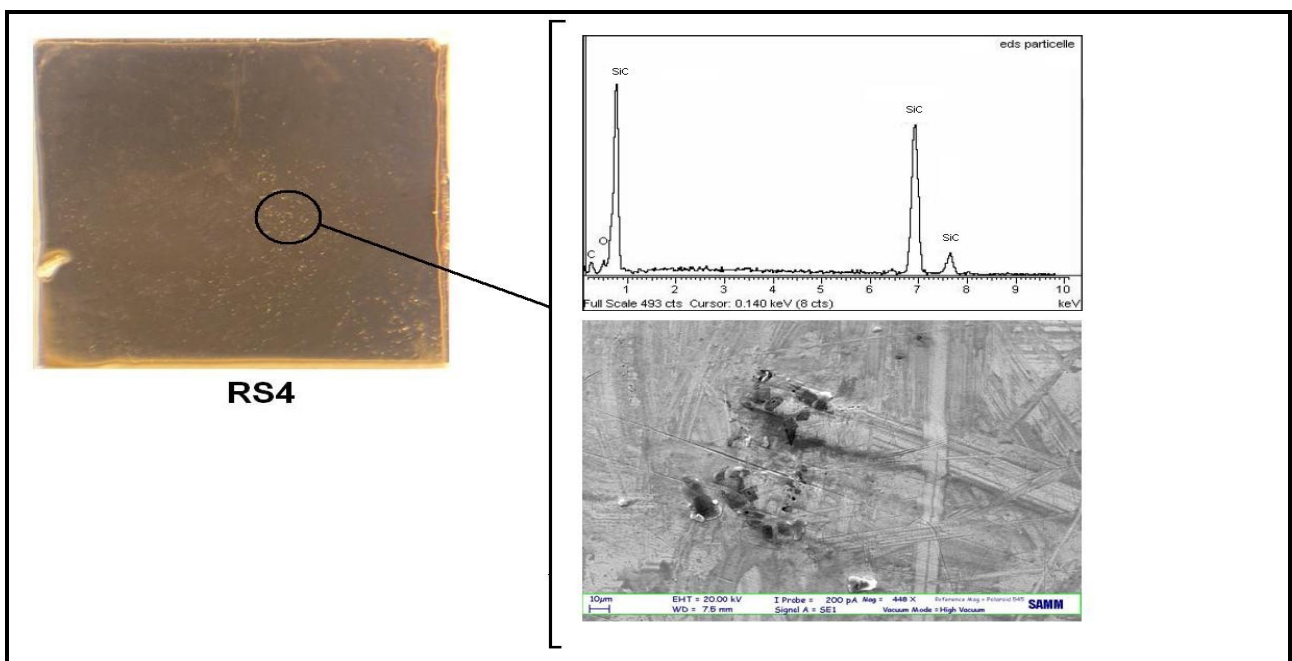
Сплав **RSX**



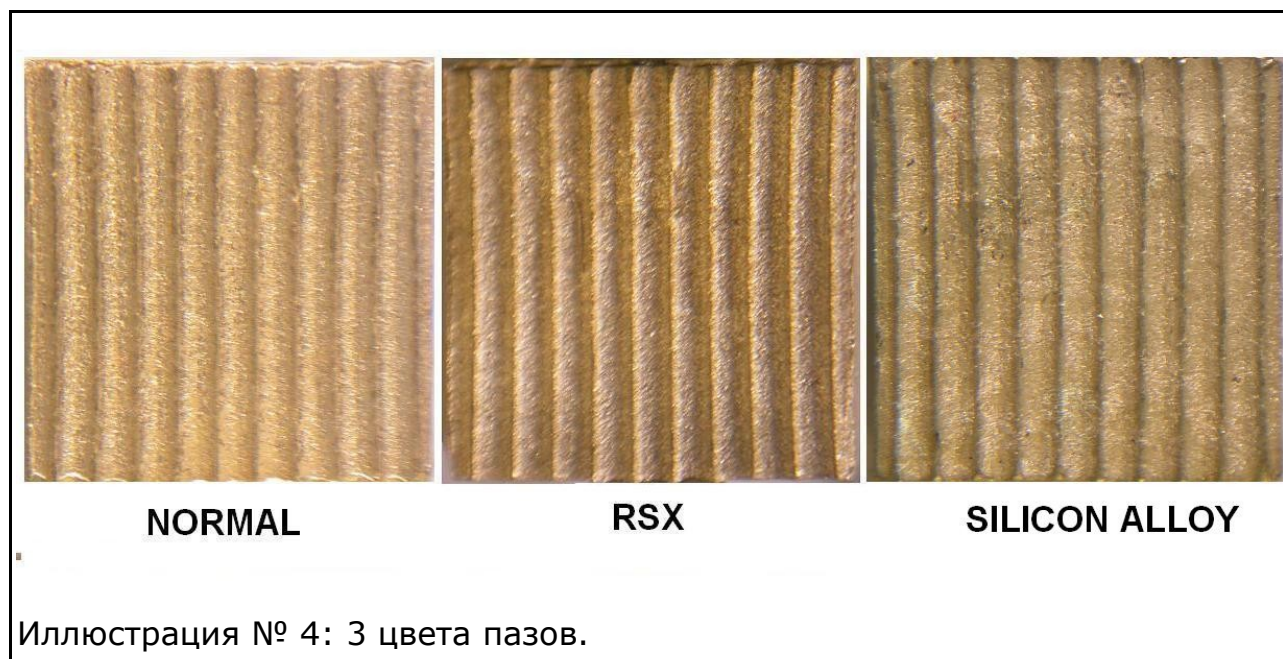


Дефекты на поверхности, присутствующие только на 4 краях изделия, это окись разного рода, в основном загрязняющие вещества, которых обычно нет ни в одном металле. Вероятно, их наличие можно объяснить неправильной разливкой воска.

Сплав с кремнием



На поверхности много дефектов. Из анализов видно присутствие большого количества карбида кремния. Соединение появилось в результате комбинации кремния, находящегося в сплаве, и углерода в составе тигля. Это соединение очень твердое, и его невозможно удалить.

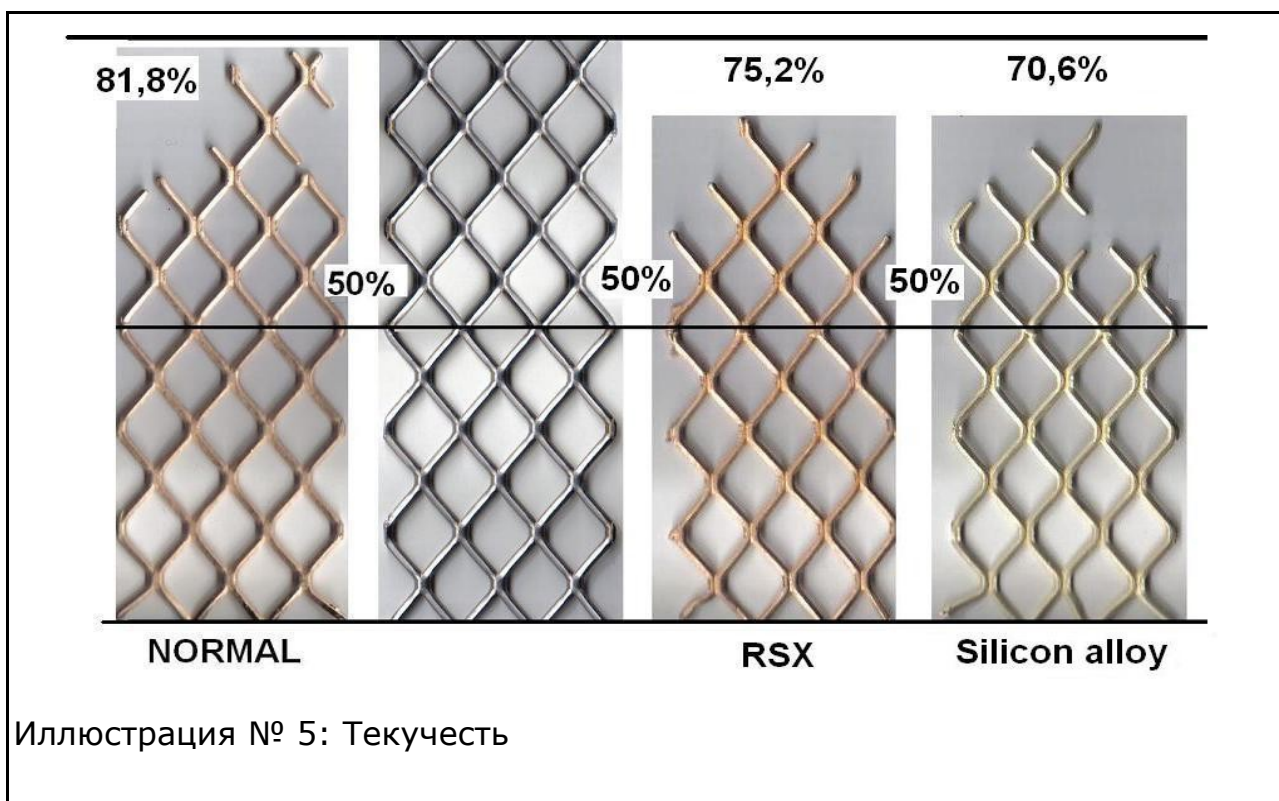


Паз на изделии воспроизводит заполняющую способность металла, то есть его способность заполнять маленькие отверстия. Как видно на изображении № 4 сплав RSX гораздо более точный, чем RS4, который, в свою очередь, лучше, чем сплав НОРМАЛЬНЫЙ.

Другой очень важный параметр – это текучесть металла. Мы протестировали сплавы с помощью изделий в форме «сети». Мы поместили воск «флажком» в гипсовую форму. Выбор не был случайным. Нам было необходимо воспроизвести худшие условия, чтобы выявить образец с большей текучестью.

Мы решили работать с низкими температурами формомассы, в 600 °С. Нас ожидал первый сюрприз. Все три формы были заполнены. Уменьшаем еще раз температуру, в этот раз в 500 °С. Мы были уверены, что будет невозможно заполнить формы, но нас снова ожидал сюрприз. Все формы были заполнены. Еще раз понижаем температуру до 450 °С. В этот раз получаем результат, которого мы ждали.

	600 °С	500 °С	450 °С
Сплав с кремнием RS4	заполнено	заполнено	70,6 %
RSX	заполнено	заполнено	75,2 %
Нормальный	заполнено	заполнено	81,8 %



и табличка физических показаний после теста на хрупкость и предела текучести.

Пластическая деформация

После процесса плавления с тем же золотом проводим тест на пластическую деформацию

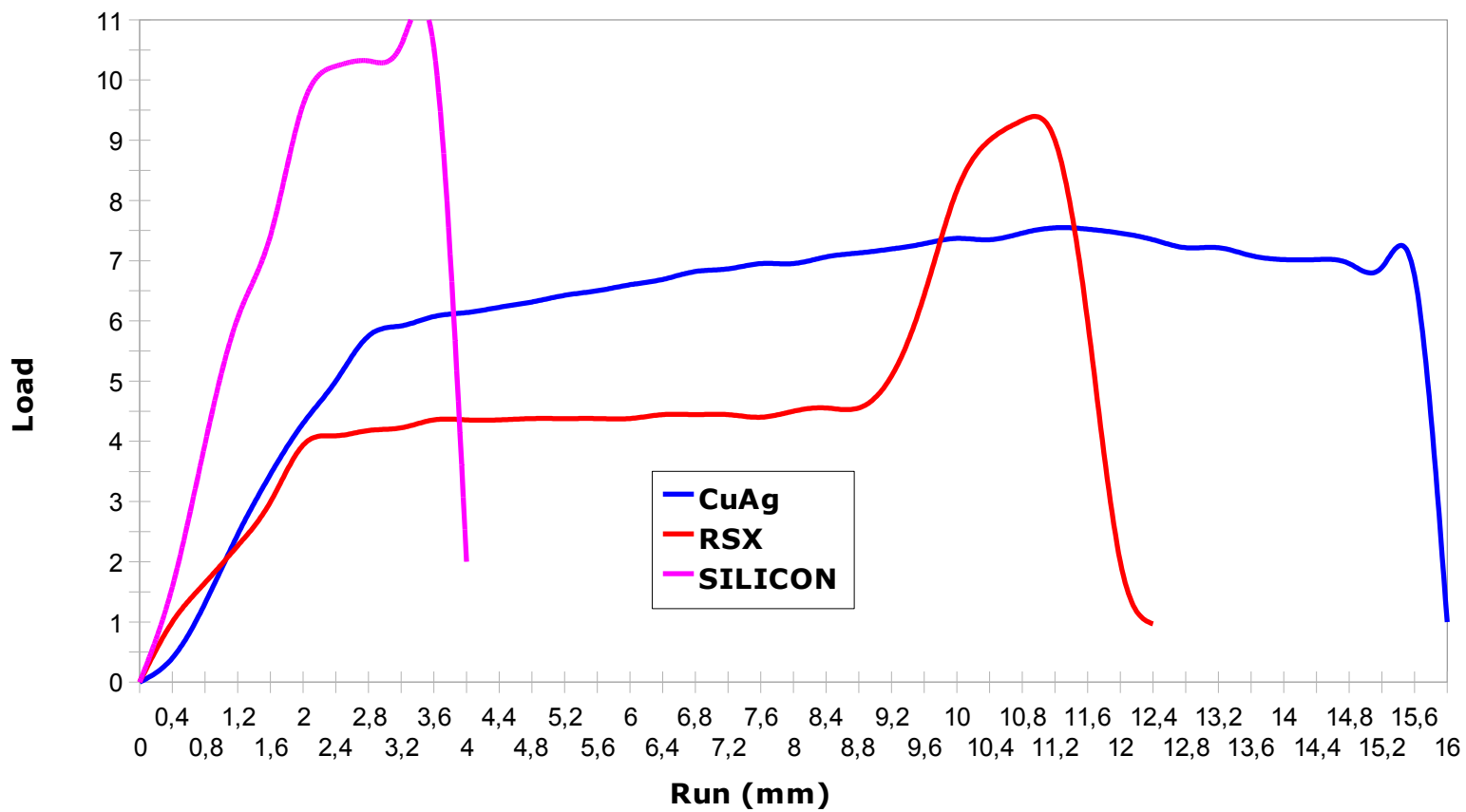
В этом случае мы использовали электрическую статическую печь с новым графитовым тиглем

температура плавления была 960 градусов, на 100 градусов меньше, чем температура, использованная для микролитья. Используем борную кислоту как диоксидант

Когда 3 пластины по 6 мм толщиной готовы, мы прокатываем их до 1,8 мм или больше без обжига. Затем производим проверку на ломкость, предел текучести, растяжение и твердость.

Сплав	Предел прочности Мпа	Предел текучести Мпа	Растяжение %	Твердость	
				HB	HV
Нормальный	739	709	3	172	183
RSX	528	364	36	152	160
Кремний	808	655	6	238	248

Deformation (mm)



Сплав	Кислород %	Углерод %
-------	---------------	--------------

Casting		
Обычный	0,010	0,002
RSX	0,001	0,002
С кремнием	0,001	0,002

Plate	%	%
Обычный	0,010	0,002
RSX	0,001	0,002
С кремнием	0,002	0,002

Выводы

Перед тем, как перечислить результаты, которые мы наблюдали, сначала надо отметить основные моменты:

- Золото, использованное при тестировании, никогда не было аффинировано. После первого микролитья, следующие были произведены со «старым» металлом.
- Последнее испытание на текучесть было осуществлено с золотом, переплавленным 4 раза.
- Мы постарались поддерживать всегда одинаковые условия среды.
- Был использован графитовый тигель в камере плавления.

Отметив это, приводим ниже точные объективные данные.

- RSX – самый мягкий сплав.
- Сплав RSX решил проблемы окисления, возникавшие с обычным сплавом.
- Сплав RSX решил проблемы, связанные с кремнием, в сплаве с Si
- Сплав с Si самый твердый.
- У сплава RSX самая гладкая непористая поверхность.
- У Нормального сплава структура менее компактная, видны большие кристаллы.
- У Нормального сплава самая лучшая текучесть.
- У RSX наименьшее содержание кислорода.
- У RSX наименьшее содержание углерода.
- RSX более технологичен, более подходит для обработки.

Замечания: Отливая и снова плавя металл в ходе испытаний, мы заметили, что даже при поддержании одинаковых параметров – температуры, времени, давления – результаты меняются. Особенно, в том, что касается теста на текучесть, если бы мы поменяли порядок плавления металлов, отлив обычный сплав в начале, а не в конце, полученный результат наверняка был бы другим.

Thanks to:

Ms Carmen (Opdel snc), Mr Alessio Bovo and La nuova Gioielli for all great help.

Laboratorio Chimico Di landro, Dipartimento di Fisica dell'università Politecnico di Milano and all technical support.

