



Ювелирные формовочные массы

НЕСКОЛЬКО ПОЛЕЗНЫХ СОВЕТОВ

В этом буклете мы даём обзор, посвящённый основным принципам работы с формовочной массой: что такое формовочная смесь и как она должна быть использована.

Ювелирные формовочные массы остаются объектом многих журнальных статей, а также в учебниках и обучающих руководствах. Цель этой статьи – объединить информацию в ранее опубликованных статьях, рассмотрев её в нескольких различных ракурсах и обсудить некоторые дополнительные данные, которые не были ранее опубликованы.

Формовочные смеси производства Kerr и Ransom & Randolph, представляемые компанией «Рута», являются объектом постоянных и всеобъемлющих испытаний на качество, начиная от исходных материалов и заканчивая конечным продуктом. Каждая партия товара проходит контрольную отливку для гарантии того, что производимый материал является чистым, однородным и не содержит посторонних включений.

Кроме того, для проверки каждой партии материала используются дополнительные тесты, позволяющие определить следующие свойства:

1. Рабочее время — определяется как время, в течение которого материал может обрабатываться перед утратой его рабочих характеристик. В среднем это время составляет 9,5 минут \pm 30 секунд.
2. Время высыхания, также известное как «исчезновение глянца» — определяется как время, когда влажная глянецовость исчезает с поверхности опоки. Обычно это происходит в течение 0,5-2 минут после окончания рабочего времени.
3. Тест Вика — осуществляется иглой весом 300 граммов и диаметром 1 мм (игла Вика). Время схватывания (застывания) определяется, когда игла более не углубляется в образец формовочной массы стандартного размера.
4. Усадка — тест для определения вязкости течения формовочной массы при заливке в специальное, похожее на опоку, кольцо. После того, как кольцо убирается, измеряется диаметр «осевшей» формовочной массы.
5. Вакуумное расширение — увеличение объёма смеси при вакуумировании. Увеличение объёма формовочной массы при

вакуумировании должно быть адекватно выходу воздуха из смеси, но не настолько, чтобы смесь переливалась через край чаши.

6. Прочность всырую (сырая прочность) — измеряется прочность материала спустя один час и спустя 2 часа после застывания.
7. Поверхностное натяжение — для гарантирования необходимых «влажных» свойств формовочной массы. Формовочная масса должна в достаточной степени прилипать к восковой модели.
8. Прокалённый тест — испытывается на прочность образец, прошедший стандартный цикл прокаливания.
9. Газопроницаемость — тест для определения способности материала пропускать воздух.

Каждый из этих тестов проводится во избежание необходимости устанавливать каждый раз специфические параметры и нормативы и для гарантии того, что каждая партия формовочной массы производится с точными публикуемыми рабочими характеристиками.

Детали выполнения этих тестов и обсуждение их результатов – предмет многих развёрнутых статей. В этой статье они присутствуют как показатели контроля, которому подвергаются ювелирные формовочные массы.

Оставшаяся часть статьи посвящена обработке, смешиванию и разливу формовочных материалов. Рабочее время формовочной массы и соотношение количества порошка и объёма воды являются наиболее важными ключевыми моментами технологии литья.

РАБОЧЕЕ ВРЕМЯ

Знание рабочего времени формовочной массы является критическим для обеспечения синхронизации этапов смешивания, вакуумирования и заливки. В качестве теста для литейщика можно порекомендовать понаблюдать за смешиванием образца из первой бочки используемой партии формовочной массы.

Ювелирные формовочные массы кодируются производителем по партиям, и этот номер является как бы «шаблонным» для каждой бочки из партии. Используя обычный цикл смешивания

вания, запомните время “схватывания” – с момента добавления формомассы в воду до момента исчезновения глянца на поверхности опоки. Вычтя полминуты из этого времени, мы получим приблизительное рабочее время, позволяющее литейщику приспособить формомассу к его индивидуальному циклу смешивания. Для тех пользователей, которые пожелают проверить рабочее время перед разливкой в опоки или просто перепроверить рабочее время, можно приготовить небольшую по объёму смесь (1-2 кг формомассы), размешать её в смесительной чаше и оставить там до затвердевания. Рабочее время здесь можно также определить по исчезновению глянца с поверхности чаши.

Существует несколько факторов, которые могут влиять на рабочее время каждой партии формомассы. Основные — это соотношение вода / порошок, температура смеси, скорость смешивания, наличие остатка сухой формомассы в смесительной чаше или опоке. В меньшей степени на рабочее время влияют загрязнения, которые могут попасть в смесь из воды и давать разные вариации. Большинство ювелирных формомасс тестировалось при соотношении вода/порошок 38/100 или 40/100 частей.

Таблица 1 показывает рекомендуемые соотношения вода/порошок при использовании формомассы KERR Satin Cast 20

Диаметр опоки, мм	Высота опоки, мм	Объём опоки, см ³	Для нормальных отливок, соотношение 40/100, расход формомассы, г	Для массивных отливок, соотношение 38/100, расход формомассы, г
80	80	402	523	508
80	100	503	653	635
90	110	700	909	885
100	100	785	1021	993
100	120	942	1225	1191
110	130	1235	1605	1562
120	140	1583	2058	2002
130	140	1858	2415	2349
150	170	3004	3904	3798

Если делать смесь более жидкой (добавлять больше воды), рабочее время будет увеличиться, но твёрдость при этом уменьшится. Таким образом можно варьировать текучесть формомассы в зависимости от типа изделий: для сложных, насыщенных деталями изделий необходимо использовать более жидкую смесь для точной передачи их форм. Но при этом необходимо остерегаться жертвовать прочностью материала. Верно также и обратное. Чем меньше вы используете воды, тем меньше будет рабочее время, более густая и прочная получится смесь. Следует избегать соблазна “подстроить” смесь так, чтобы она выглядела “нормальной”. Случается, что смесь может изначально казаться более густой или более жидкой, и кажется, что нужно добавить немного воды или порошка, чтобы она выглядела как нормальная. Во многих примерах это необычное явление является функцией “высыхания”, которое свойственно формомассам на основе гипса.

Другой параметр - температура - также важен для получения постоянных качественных результатов. Когда мы говорим о температуре воды или температуре порошка, фактически ключевой является температура смеси. Производители тестируют материалы при температуре смеси 22-23°C. Существует неверное представление у литейщиков, что можно усреднить температуру воды и формомассы для того, чтобы достичь точной температуры смеси. Например, если температура порошка 15°C и желаемая температура смеси должна быть 20°C, многие полагают, что, добавив воду с температурой 25°C, они получат смесь с необходимой температурой. Это не так. Температура смеси всегда будет более близка к температуре воды, чем к температуре порошка. Более низкая температура смеси увеличивает рабочее время, а более высокая уменьшает его.

Таблица 2 демонстрирует зависимость рабочего времени смеси от температуры

Вода	Смесь	Вакуумное “поднятие”	Рабочее время, минут	Высыхание, минут	Затвердевание, минут
10°C	14,4°C	3,1 см	12½	13¼	18½
15,5°C	17,8°C	2,8 см	11¼	12½	17½
22,2°C	22,2°C	1,9 см	10¼	11¼	15
26,7°C	26,1°C	1,9 см	9¾	10¾	14½
37,8°C	32,2°C	3,1 см	8½	9¾	13½
49°C	39,4°C	4,4 см	8¼	9	13
71°C	51,1°C	4,4 см	7½	8½	12

Температура порошка во всех смесях 22,2°C

Температура смеси измерялась непосредственно перед вакуумированием в чаше

При выполнении этого теста была взята смесь при комнатной температуре (22,2°C). Использовалась стандартная методика смешивания и вакуумирования, образцы были изготовлены из 2,7 кг формомассы.

Можно заметить, что существует соответствие между более высокими температурами и более высоким вакуумным расширением. В тестах использовалась дистиллированная вода. Обычно на практике используется водопроводная вода.

Необходимо заметить, что вода из крана обычно имеет более низкую температуру, чем комнатная, содержит большее количество воздуха, а также примеси, которые могут непредсказуемым образом повлиять на смешивание. По этим причинам многие предпочитают дистиллированную воду. Другой важный момент заключается в том, что **ПОРОШОК ДОЛЖЕН ВСЕГДА ДОБАВЛЯТЬСЯ В ВОДУ** для обеспечения полного смешивания.

СМЕШИВАНИЕ

Смешивание формомассы обычно выполняется с использованием механического миксера. Время смешивания должно составлять, по меньшей мере, 2,5 минуты и может быть увеличено до 4-5 минут, если существует неиспользуемое рабочее время. Время выполнения других этапов этой процедуры не может быть увеличено для компенсации неиспользованного времени. Следует иметь в виду, что недостаточное использование рабочего времени может проявиться в так называемых “водяных метках”, или каналах, где “свободная вода” просочилась сквозь опоку. Эта вода притягивается воском и оставляет эти полоски, которые затем отображаются при литье.

Для получения наилучшего результата необходимо смешивать вручную около 30 секунд, используя либо лопатку для смешивания, либо резиновый шпатель. Метод механического смешивания, который наиболее популярен в Европе, наилучшим способом воплощён в вакуумных миксерах Vetter Technik (Германия). В этих миксерах в процессе перемешивания формомассы обеспечивается полное удаление газа благодаря применению специального запатентованного процесса. С точки зрения технологии вакуумные смесители являются самым передовым оборудованием для подготовки формомассы, обеспечивая:

- полную дегазацию формомассы;
- изменение скорости перемешивания в зависимости от типа формомассы;
- внесение в память времени перемешивания;
- точную дозировку воды благодаря наличию мерного бака;
- возможность вибрации формомассы уже внутри опоки;
- значительную экономию времени, поскольку обеспечивается возможность одновременного заполнения нескольких опок;
- минимизацию отходов формомассы;
- автоматический режим работы смесителя позволяет оператору одновременно выполнять другие операции (благодаря таймеру на смесителе);
- высокое качество отливок обеспечивает значительную экономию времени и драгоценного металла на стадии финишной обработки.

Эти характеристики смесителей обеспечивают получение тщательно утрамбованной смеси, дающей отличные результаты на стадии прокалики формомассы и, следовательно, гарантирующей прочность и совершенно гладкую поверхность изделий.

После смешивания вручную смесь необходимо вакуумировать в течение примерно 1 минуты. При вакуумировании происходит увеличение объёма смеси, которое является следствием как выхода воздуха из формомассы, так и техники смешивания. Обычное вакуумное расширение – 2-4 см, на него влияет эффективность вакуумного насоса, температура смеси и время смешивания.

Более эффективный вакуумный насос быстрее удаляет воздух, следовательно, даёт меньшее увеличение объёма при вакуумировании. Более высокая температура смеси даёт большее расширение при вакуумировании, в то время как более длительное смешивание уменьшает расширение. Плохие результаты при вакуумировании получаются при некачественной изоляции всех узлов системы или если масло в вакуумном насосе меняется нерегулярно.

ЗАЛИВКА

Смешивание выполнено и настала очередь заливки в опоки. Заливку нужно выполнять очень аккуратно, чтобы смесь не лилась прямо на восковые модели, поскольку это приведет к выделению воздуха в опоке и может повредить или деформировать восковую ёлку. Формомассу необходимо заливать вдоль стенки опоки. Это второй момент в процессе, когда различие между густой и жидкой смесью оказывается важным, поскольку густая формомасса, даже правильно залитая, может повреждать тонкие части восковых моделей по мере того, как она поднимается кверху опоки. Другой вопрос, который должен быть решён: заполнять ли опоку полностью перед вакуумированием или заполнять её только до верха восковых моделей, а затем доливать после окончательного вакуумирования. Теоретически второй вариант обеспечивает лучший выход воздуха. Опасность же такой техники заключается в том, что, поскольку доливка является здесь последним этапом, формомасса может затвердеть, при этом образуется расслоение и разрушение формомассы. Если опока заполняется до конца перед вакуумированием, необходимо надеть на край опоки удлинительное кольцо, чтобы смесь не перелилась через край при вакуумировании. Обычно такое кольцо изготавливается из липкой ленты 3,5-5 см ширины. После того, как формомасса застынет, необходимо удалить кольцо и излишек формомассы с опоки. В противном случае выступающая формомасса может быть ослаблена при термическом расширении и вызвать нарушения при литье. Небольшая вибрация во время наполнения опоки также способствует выходу воздуха.

После заполнения и полного вакуумирования опоку необходимо оставить в покое на 1-2 часа для полного затвердевания. В течение этого времени формомасса приобретает свою окончательную механическую твёрдость, которая не увеличивается при помещении опоки в прокалочную печь.

При использовании любых методик всегда существуют определенные основы, соблюдение которых обеспечивает наилучшие результаты. Проблемы литья на самом деле часто возникают в результате нарушения этих базисных правил. Производителям ювелирных изделий стоит изредка освежать в своей памяти основы использования формомассы, поскольку плохие привычки очень легко усвоить и очень трудно от них избавиться.

БЕЗОПАСНОСТЬ





НЕ ВДЫХАТЬ И НЕ ГЛОТАТЬ МАТЕРИАЛ, НЕ ВДЫХАТЬ ПЫЛЬ!

При работе с формомассами и хранении следует применять беспылевые системы, использовать соответствующую вентиляцию и пылесборники. Также следует соблюдать чистоту на рабочих местах, избегать образования пыли. При работе с формомассами рекомендуется воздерживаться от курения.

Не допускайте накапливания пыли. Обязательно использование респираторов и защиты для глаз и поддержание их в рабочем состоянии. Запылённую одежду стирать или чистить пылесосом.

НЕ СЛИВАТЬ В КАНАЛИЗАЦИЮ!

Хранить формомассу следует при комнатной температуре в сухом помещении в герметично закрытом контейнере.

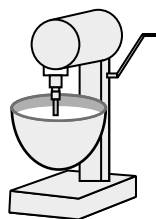
	<p>KerrCast 2000®</p> <p>Основа: кристобалит Проницаемость: до 4 cfm (113 л/мин) Формомасса с высокой точностью, превосходящая сегодня большинство формомасс для ювелирного производства. Обеспечивает гладкую поверхность отливки и лёгкость очистки. Оптимальна для филигранных изделий из золота 375-585 пробы, серебра и цветных металлов.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Артикул</th> <th>Описание</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>275509</td> <td>Kerr Cast 2000®, 45 кг в квадратном барабане</td> </tr> </tbody> </table>	Артикул	Описание	275509	Kerr Cast 2000®, 45 кг в квадратном барабане		
Артикул	Описание						
275509	Kerr Cast 2000®, 45 кг в квадратном барабане						
	<p>Satin Cast Original®</p> <p>Основа: кристобалит “Нулевая минерализация” Проницаемость: до 5 cfm (141 л/мин) Позволяет получать великолепное качество поверхности отливок и может применяться при литье золота, серебра, латуни, бронзы и других металлов при температуре ниже 2000°F / 1093°C.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Артикул</th> <th>Описание</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>275504</td> <td>Satin Cast Original®, 45 кг в квадратном барабане</td> </tr> </tbody> </table>	Артикул	Описание	275504	Satin Cast Original®, 45 кг в квадратном барабане		
Артикул	Описание						
275504	Satin Cast Original®, 45 кг в квадратном барабане						
	<p>Satin Cast 20®</p> <p>Основа: кристобалит “Нулевая минерализация” Проницаемость: до 6 cfm (170 л/мин) Признанная во всем мире формомасса, способная удовлетворить самые высокие требования, предъявляемые к качеству. Позволяет получать поверхности высокой степени гладкости на моделях любой формы и сложности, добиваться стабильно высочайших результатов литья с установленными камнями для всех цветных металлов с температурами плавления до 2000°F / 1093°C, в том числе для серебра и золота.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Артикул</th> <th>Описание</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>275514</td> <td>Satin Cast 20®, 15 кг в квадратной коробке</td> </tr> <tr> <td>275516</td> <td>Satin Cast 20®, 45 кг в квадратном барабане</td> </tr> </tbody> </table>	Артикул	Описание	275514	Satin Cast 20®, 15 кг в квадратной коробке	275516	Satin Cast 20®, 45 кг в квадратном барабане
Артикул	Описание						
275514	Satin Cast 20®, 15 кг в квадратной коробке						
275516	Satin Cast 20®, 45 кг в квадратном барабане						
	<p>Satin Cast Xtreme®</p> <p>Основа: кристобалит “Нулевая минерализация” Проницаемость: до 6 cfm (170 л/мин) Благодаря повышенному содержанию кристобалита Satin Cast Xtreme® является более термостойким, делая более лёгкими отливки из белого и высокопробного золота до 958 пробы.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Артикул</th> <th>Описание</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>275519</td> <td>Satin Cast Xtreme®, 45 кг в квадратном барабане</td> </tr> </tbody> </table>	Артикул	Описание	275519	Satin Cast Xtreme®, 45 кг в квадратном барабане		
Артикул	Описание						
275519	Satin Cast Xtreme®, 45 кг в квадратном барабане						

СМЕШИВАНИЕ ФОРМОМАССЫ

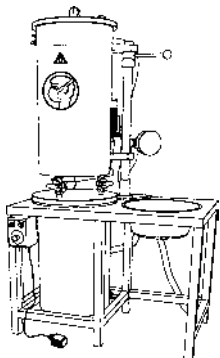
SATIN CAST 20	KERRCAST 2000	SUPERVEST 20	SATIN CAST REGULAR
 <p>1 Сделать навеску порошка.</p>	 <p>2 Отмерить воды.</p>	 <p>3 Всегда добавлять формомассу в воду.</p>	 <p>4 Смешивать 3-3,5 минуты.</p>
 <p>5 Вакуумировать 20 секунд после вскипания.</p>	 <p>6 Вылить в опоку.</p>	 <p>7 Вакуумировать до 90 секунд.</p>	 <p>8 Оставить на 2 часа.</p>
 <p>9 Прогреть печь до 149°C.</p>	 <p>10 Снять основание литника.</p>	 <p>11 Загрузить в печь.</p>	 <p>12 Провести соответствующий цикл выжигания.</p>

СМЕШИВАНИЕ ФОРМОМАССЫ – РАБОЧЕЕ ВРЕМЯ В МИНУТАХ

При использовании обычного механического миксера



При использовании вакуумного смесителя



Рекомендуемые соотношения Вода / Порошок

38 мл воды на 100 г порошка	40 мл воды на 100 г порошка
Массивные отливки	Обычные отливки
Массивные женские кольца, мужские кольца	Женские кольца, подвески, филигрань и сложные восковые модели

Вес формомассы, г	Соотношение вода/формомасса 38/100		Соотношение вода/формомасса 40/100	
	Вода, мл*	Выход, см ³	Вода, мл*	Выход, см ³
227	86	174	91	179
454	172	349	182	359
2268	862	1745	908	1794
4535	1724	3490	1816	3589
6803	2586	5235	2724	5338
9070	3448	6980	3632	7178
11338	4310	8725	4540	8972

*Примечание: 1 мл = 1 см³

Циклы выжигания



Температура опоки для литья

Женские кольца, филигрань или сложные узоры, 482-538°C	Мужские кольца, более массивные украшения, 371-482°C
В последние 1-2 часа выжигания температура должна быть отрегулирована таким образом, чтобы опоки выдерживались при соответствующей температуре литья.	

6-часовой цикл	8-часовой цикл	12-часовой цикл
Размер опоки (Диаметр x Высота)		
63 x 63 мм	89 x 100 мм	100 x 200 мм
2 часа - 149°C	2 часа - 149°C	2 часа - 149°C
1 час - 371°C	2 часа - 371°C	2 часа - 371°C
2 часа - 732°C	3 часа - 732°C	2 часа - 482°C
1 час - температура литья	1 час - температура литья	4 часа - 732°C
		2 часа - температура литья



ЮВЕЛИРНЫЕ ФОРМОВОЧНЫЕ МАССЫ RANSOM & RANDOLPH

	<p>Ultra-Vest®</p> <p>Формомасса ULTRA-VEST во всём мире известна как отличная формомасса для литья изделий из золота, серебра, латуни и других цветных металлов с температурой литья менее 1200°C. Легко разрушается после литья при помещении опоки в воду и легко вымывается – снижая, тем самым, риск потерь золота. Даёт более гладкие поверхности отливок, чем другие формомассы, в результате требуется меньшая финишная обработка. Точно передаёт детали восковых моделей. Во всём мире формомасса ULTRA-VEST считается наиболее “терпимой” к погрешностям процесса — это экономия вашего времени и денег на дефектах, связанных с ошибками применения.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Артикул</th> <th>Описание</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>275552</td> <td>Ultra-Vest®, 22,7 кг в круглом пластиковом контейнере</td> </tr> <tr> <td>275553</td> <td>Ultra-Vest®, 45 кг в круглом барабане</td> </tr> </tbody> </table>	Артикул	Описание	275552	Ultra-Vest®, 22,7 кг в круглом пластиковом контейнере	275553	Ultra-Vest®, 45 кг в круглом барабане
Артикул	Описание						
275552	Ultra-Vest®, 22,7 кг в круглом пластиковом контейнере						
275553	Ultra-Vest®, 45 кг в круглом барабане						
	<p>Americast™</p> <p>Применяется для сплавов с температурой литья менее 1200°C. Превосходна для литья золотых изделий 375 и 585 пробы, серебра, латуни и бронзы. При использовании для сплавов золота более высокой пробы AMERICAST требует чрезвычайно точного соблюдения рекомендаций по использованию смеси и технологии литья.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Артикул</th> <th>Описание</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>275556</td> <td>Americast™, 22,7 кг в квадратной коробке</td> </tr> <tr> <td>275557</td> <td>Americast™, 45 кг в круглом барабане</td> </tr> </tbody> </table>	Артикул	Описание	275556	Americast™, 22,7 кг в квадратной коробке	275557	Americast™, 45 кг в круглом барабане
Артикул	Описание						
275556	Americast™, 22,7 кг в квадратной коробке						
275557	Americast™, 45 кг в круглом барабане						
	<p>Eonovest®</p> <p>Создана специально для литья серебра, латуни, бронзы. Применяется для сплавов с температурой литья менее 1200°C. Идеальное соотношение “цена/качество” позволяет использовать ECONOVEST для литья недорогих изделий. При незначительных отклонениях от рекомендаций по использованию смеси возможно получение отливок без снижения качества. Литые несложных изделий из золота 375 и 585 пробы также с успехом может производиться с использованием этой смеси.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Артикул</th> <th>Описание</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>275560</td> <td>EconoVest®, 45 кг в квадратном барабане</td> </tr> </tbody> </table>	Артикул	Описание	275560	EconoVest®, 45 кг в квадратном барабане		
Артикул	Описание						
275560	EconoVest®, 45 кг в квадратном барабане						
	<p>Astro-Vest™</p> <p>Формомасса Astro-Vest уже давно считается формомассой высочайшего качества для литья изделий из платины, стали и других высокотемпературных сплавов на основе железа с температурой литья выше 1200°C. Литейщиков привлекает постоянство результатов, получаемых при использовании данной формомассы – отливки без облоя, водяных меток, с филигранной передачей деталей. Для приготовления этой формомассы не требуется специальных добавок.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Артикул</th> <th>Описание</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>275561</td> <td>Astro-Vest™, 45 кг в круглом барабане</td> </tr> </tbody> </table>	Артикул	Описание	275561	Astro-Vest™, 45 кг в круглом барабане		
Артикул	Описание						
275561	Astro-Vest™, 45 кг в круглом барабане						

Рекомендуемые параметры смешивания

	Рекомендуемые соотношения Вода* (мл) / Порошок (100 г)	Рекомендуемая температура воды и формомассы	Рабочее время в минутах
Ultra-Vest®	39-42	22-29°C	8,5
Americast™	38-40	24-29°C	7,5-9
Eonovest®	38-40	24-29°C	9
Astro-Vest™	27-29**	22°C	5-6

* Рекомендуется применять деионизированную воду.

** Правильно смешанная формомасса Astro-Vest может выглядеть более густой, чем обычные формомассы. Не добавляйте воду для разбавления. Формомасса будет легко течь, несмотря на свою кажущуюся густоту.

Определение объёма опоки по её размерам

Высота	6 см	7 см	9 см	10 см	13 см	15 см	18 см	20 см
Диаметр								
6 см	201 см³	241 см³	281 см³	321 см³	401 см³	481 см³	561 см³	642 см³
7 см	290 см³	348 см³	405 см³	463 см³	579 см³	695 см³	811 см³	927 см³
9 см	395 см³	474 см³	553 см³	632 см³	790 см³	948 см³	1106 см³	1261 см³
10 см	515 см³	618 см³	721 см³	824 см³	1030 см³	1236 см³	1441 см³	1647 см³
13 см	810 см³	965 см³	1126 см³	1287 см³	1609 см³	1931 см³	2252 см³	2574 см³
15 см	1158 см³	1390 см³	1622 см³	1853 см³	2317 см³	2780 см³	3243 см³	3707 см³

Циклы выжигания

6-часовой цикл	8-часовой цикл	12-часовой цикл
Размер опоки (диаметр x высота)		
63 x 63 мм	89 x 102 мм	102 x 203 мм
2 час - 149°C	2 часа - 149°C	2 часа - 149°C
1 час - 371°C	2 часа - 371°C	2 часа - 371°C
2 часа - 732°C	3 часа - 732°C	2 часа - 482°C
1 час - температура литья	1 час - температура литья	4 часа - 732°C
		2 часа – температура литья

ВОЗМОЖНЫЕ ПРИЧИНЫ ДЕФЕКТОВ ОТЛИВОК

Название дефекта	Возможная причина	Метод устранения
1. Пористость	<ol style="list-style-type: none"> Неправильно прикреплен литник, его размер и форма не соответствуют модели Малый диаметр центрального литникового канала, малый объем прибыли центрального литника Металл содержит газ Слишком горячая литейная форма Металл перегрет Плохое качество выжигания форм Для литья используется повторно выплавляемый металл 	<p>Используйте только круглые литники оптимальной длины и подводите их, по возможности, к самой массивной части изделия</p> <p>Используйте необходимый диаметр центрального литникового канала в зависимости от отливаемых изделий, объем прибыли должен быть равен 10% от веса металла, необходимого для отливки данной опоки</p> <p>Проверьте характеристики вакуумного насоса и его исправность</p> <p>Не перегревайте литейную форму</p> <p>Уменьшите температуру литья и/или прокалики</p> <p>Подобрать правильный цикл выжигания</p> <p>Следует использовать не менее 50% вновь выплавленного металла</p>
2. Включения	<ol style="list-style-type: none"> Неправильно прикреплен литник Опоки не были достаточно долго выдержаны при низких температурах прокаливания При производстве восковых моделей использовался тальк или воск модели содержит посторонние примеси Неправильный цикл выжигания Формомасса неправильно перемешивалась Опока не была очищена после предыдущей отливки Жидкий металл включает в себя избыток флюса или инородных окислов 	<p>Литниковый канал должен быть ровным и не иметь резких перепадов диаметра</p> <p>Чётко соблюдайте цикл прокаливания</p> <p>Используйте специальные спреи или силиконовую резину для облегчения извлечения восковой модели из резиновой пресс-формы, используйте только чистый воск</p> <p>Чётко соблюдайте цикл выжигания</p> <p>Соблюдайте верный алгоритм перемешивания формомассы</p> <p>Содержите оборудование в чистоте</p> <p>Соблюдайте необходимые пропорции флюса, очищайте металл грануляцией</p>
3. Шероховатость	<ol style="list-style-type: none"> Недостаточная термообработка опоки Плохое качество модели Слишком высокая температура выжигания 	<p>Соблюдайте время термообработки опоки</p> <p>Улучшите качество модели</p> <p>Соблюдайте температурный режим прокалики опоки</p>
4. Незаполненность отливки (непролитые участки модели)	<ol style="list-style-type: none"> Неправильный цикл выжигания Металл и/или форма имели низкую температуру Неправильно прикреплена восковая модель или литниковый канал не соответствует модели 	<p>Чётко соблюдайте цикл выжигания</p> <p>Увеличьте температуру и/или время нагрева для достижения равномерного прогрева</p> <p>Располагайте модели в шахматном порядке и используйте оптимальные литники</p>

5. Пластинчатость / подтёки	<ol style="list-style-type: none"> 1) При затвердевании формомассы опока сдвигалась 2) Опоке дали частично обсохнуть перед прокаливанием 3) Опоки не были достаточно долго выдержаны при низких температурах выжигания 4) Неправильно подобрано соотношение вода/порошок 5) Перед разливкой или повторным нагреванием опока подверглась выжиганию и охлаждению до температуры ниже 260°C; либо опока подверглась охлаждению после депарафинизации 6) Опока была размещена слишком близко к нагревательному элементу в печи при прокаливании или прокалочная печь не обеспечивает равномерность нагрева опоки 	<p>Не подвергайте механическим воздействиям опоку в момент затвердевания формомассы</p> <p>Точно соблюдайте технологию производства опоки</p> <p>Чётко соблюдайте цикл выжигания</p> <p>Соблюдайте правильное соотношение вода/порошок</p> <p>Чётко соблюдайте цикл прокалики опоки</p> <p>Не устанавливайте опоки в непосредственной близости от нагревательных элементов, используйте печь с равномерным распределением тепла в нагревательной камере</p>
6. Выкрашивание формы	<ol style="list-style-type: none"> 1) Неправильный цикл выжигания 2) Неправильно подобрано соотношение вода/порошок 	<p>Чётко соблюдайте цикл выжигания</p> <p>Соблюдайте правильное соотношение вода/порошок</p>
7. Пузырьки(корольки) на отливке	<ol style="list-style-type: none"> 1) Формомасса неправильно перемешивалась 2) Металл и/или форма имели низкую температуру 3) Вакуумный насос пропускает воздух; в масле насоса присутствует вода; низкий уровень масла 4) Опока подвергалась вакуумированию после окончания рабочего времени формовочной массы 	<p>Соблюдайте верный алгоритм перемешивания формомассы</p> <p>Увеличьте температуру и/или время обработки</p> <p>Проверьте характеристики вакуумного насоса и его исправность</p> <p>Точно отслеживайте рабочее время формовочной массы</p>