



FOSECO

DUYCOTE*

РУКОВОДСТВО ПО ПРИМЕНЕНИЮ



Применение



Свойства



Краски



Краски для кокильного литья цветных сплавов

Вступление

Несмотря на то, что многие аспекты технологии литья в кокиль, включая выбор сплава, автоматизация и пр. были изучены и разработаны, недостаточное внимание уделялось материалам и методикам подготовки поверхности кокиля.

Часто подбор и подготовка краски выполняется непосредственно оператором кокильной машины и окончательный выбор почти целиком основан на практическом опыте, а не на технических и технологических соображениях. Данное руководство предназначено для ознакомления инженеров литейного производства и операторов, занимающихся подготовкой кокиля, с информацией необходимой для правильного применения красок, с целью повышения эффективности и улучшения качества производства литья.

Данное второе дополненное и иллюстрированное издание руководства по краскам Dycote фирмы Fosco содержит: анализ функций материалов красок, методы подготовки и нанесения и примеры подготовки кокиля для большинства стандартных отливок.

Представленные таблицы характеристик красок DYCOTE были расширены и рационализированы, также были добавлены некоторые материалы не относящиеся к марке DYCOTE, но часто применяющиеся для кокильного литья. Руководство включает приложения по очистке кокиля сухим льдом, дефектам нанесения краски и неисправностям устройства нанесения краски.



Кокильное литье и назначение краски

Кокильное литье предусматривает использование постоянной формы, изготовленной из металла (кокиль), которая позволяет производить большие партии одинаковых отливок. В отличие от песчаных форм, которым свойственна газопроницаемость, благодаря чему, воздух может свободно выходить из формы во время заливки, металлические формы не пропускают воздух и следовательно их конструкция должна предусматривать специальные газоотводные венты. Преимущества кокильного метода литья по сравнению с литьем в землю:

- Лучшие характеристики структуры литья
- Лучший внешний вид отливок
- Более точная геометрия отливок
- Меньшие требования по питанию
- Более высокая производительность
- Снижение себестоимости (для крупных партий)

В сравнении с песчаными формами, применение постоянных металлических форм требует совершенно отличных условий для заливки сплава и кристаллизации литья; назначение кокильной краски – образующей полугазопроницаемый слой на стенках формы – управлять данными процессами и облегчить съем отливок, увеличить срок службы кокиля и пр. В кокильном литье выбор краски и метода ее нанесения является таким же важным фактором, как конструкция кокиля, выбор типа сплава, температуры заливки и т.д. FOSECO производит широкий диапазон кокильных красок под маркой DYCOTE, а также другие материалы и оборудование, которые хорошо зарекомендовали себя во всех областях современного литейного производства. Кроме того, FOSECO непрерывно разрабатывает новые продукты и системы для повышения безопасности процесса литья, улучшения экологии и повышения экономической эффективности.

Назначение материалов DYCOTE

Принципиальные свойства, которыми должны обладать кокильные краски:

- Управление потоком, чтобы металл достиг всех частей кокиля с достаточной температурой для предотвращения образования заливин, натеков и пр.
- Управление теплопередачей для достижения лучшей кристаллизации и направленного питания
- Облегчение извлечения отливок из кокиля: так как отливки выталкиваются при температуре, чуть ниже температуры кристаллизации, то чем легче отделение отливок от кокиля, тем меньше деформация.
- Хорошее качество поверхности литья и следовательно снижение затрат на мехобработку
- Более продолжительный срок службы кокиля и, следовательно, повышение производительности и снижение затрат на обслуживание.

Данные свойства напрямую зависят от характеристик красок DYCOTE.

Управление теплопередачей

Управление теплоотдачей различных частей изложницы бесспорно наиболее важная характеристика красок DYCOTE, так как она позволяет одновременно управлять и направленной кристаллизацией и заполнением кокиля (более подробная информация будет представлена в разделе «Управление потоком металла»).

Изоляционная способность зависит от следующих факторов:

- свойства используемых исходных материалов
- метод нанесения краски DYCOTE на поверхность кокиля
- толщина слоя краски

Основными компонентами краски DYCOTE являются:

- **Наполнители:** в основном огнеупорные порошки, типа TiO_2 , тальк, слюда, порошок кремния, оксид железа, Al_2O_3 , и пр. При нормальной температуре литья алюминиевых сплавов в кокиль (650-800°C), огнеупорность наполнителей гарантирует отсутствие химической реакции. Таким образом, функция наполнителей в основном контролировать физические процессы, т.е. основными факторами здесь являются теплопроводность и форма и размер частиц (важность данных факторов будет объяснена в разделе, посвященном управлению потоком металла).
- **Связующее:** в большинстве случаев - жидкое стекло с определенным соотношением SiO_2/Na_2O , впрочем, также иногда применяются другие материалы, как некоторые сорта глины, крахмала и пр.
- **Вода:** определенной жесткости.

Плотность слоя, которая зависит от метода нанесения краски, влияет на свойства термоизоляции: если слой не слишком плотный, контакт между частицами слабый, и как следствие, газопроницаемость и изоляционные свойства выше.

Обычно краски DYCOTE поставляются в форме пасты, которая должна разбавляться водой, в зависимости от метода нанесения (и соответственно необходимой степени изоляции), например может наноситься кистью или распылительной форсункой; степень разбавления, с этой точки зрения, не играет существенной роли, так как избыток воды испаряется в контакте с нагретой поверхностью кокиля, (120-140°C при нанесении краски кистью и 180-250°C при нанесении форсункой). Нанесение кистью дает достаточно грубую поверхность кокиля, со множеством воздушных карманов, что дает более высокую степень изоляции, идеально подходит для таких частей как питатели и прибыли, для которых не требуется высокая чистота поверхности.

При использовании распылительного пистолета, краска DYCOTE наносится несколькими тонкими слоями до получения требуемой толщины слоя. В этом случае слой также содержит воздушные карманы, но они меньше чем в предыдущем случае и в большей степени зависят от распределения включений наполнителя, а не от пузырьков образовавшихся в связующем.

Давление воздуха и расстояние от пистолета до поверхности формы должны быть достаточными для подавления феномена испарения и обеспечить условия хорошей адгезии краски к поверхности кокиля. Рекомендуется использовать давление воздуха 2-5 бар и расстояние от форсунки до поверхности кокиля 25-30 см.

Хорошее качество литья при отсутствии или, по крайней мере, с контролируемым уровнем усадочной пористости, могут быть получены при соблюдении концепции направленной кристаллизации, т.е. если кристаллизация направлена в сторону прибыли от наиболее удаленных от нее частей отливки.

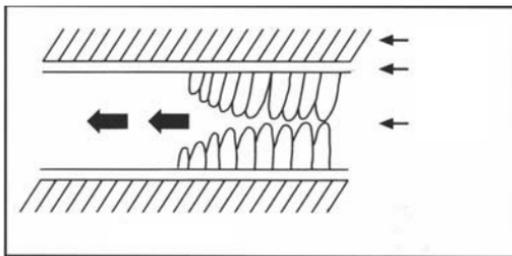


Рис. 1 – Направленная кристаллизация

Правильно подобранная краска, нанесенная при необходимости различными по толщине слоями, позволяет управлять теплопередачей формы и создать направленную кристаллизацию.

Например, при нанесении более грубого слоя краски на тонкие секции отливки, сдерживая кристаллизацию и более тонкого слоя на толстые секции отливки, ускоряя кристаллизацию, можно добиться значительной равномерности охлаждения металла, что позволит получить отливку без усадочной пористости. Чем больше разница между различными секциями отливки, тем больше требования к изоляционным свойствам краски DYCOTE. В экстремальных случаях, например, требуемый эффект может быть достигнут только после зачистки слоя нанесенной краски на участках оформляющих толстые секции отливки и нанесении толстого грубого слоя на участки тонких секций отливки. Прибыли и литники, в которых металл должен оставаться жидким в течении определенного времени питания отливки при кристаллизации, обычно должны покрываться специальной изолирующей краской DYCOTE.

Управление потоком металла

Так как покрытие наносится тонким слоем (100 – 300 микрон) и разница температур между расплавом и кокилем варьируется в пределах 400 – 500°С, теплопроводность остается достаточно высокой и передача тепла от расплава кокилю происходит мгновенно и интенсивно. Физические характеристики красок DYCOTE (грубость, фракция наполнителя), оказывают значительное влияние не только на качество поверхности литья, но также на поток металла и изолирующую способность. Например, тонкий слой с обширным фронтом смачивания металлом способствует повышению теплопередачи и быстро снижает жидкотекучесть; это может стать причиной неполного заполнения формы, образования натеков, и пр. в особенности при низком металлостатическом давлении, как например в случае литья тонкостенных отливок.

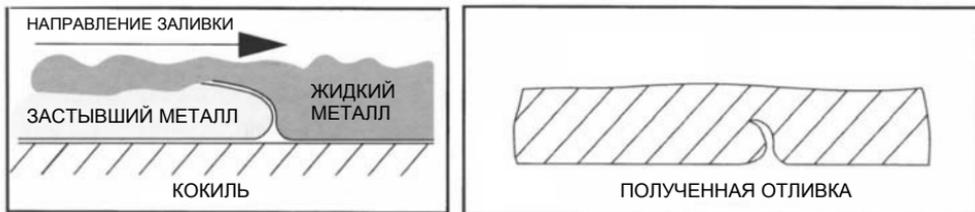


Рис. 2 – Модель образования натеков.

С другой стороны, при нанесении грубого слоя краски DYCOTE, контакт между металлом и краской значительно уменьшается. Металл, обладающий повышенным поверхностным натяжением, вначале контактирует исключительно с «пиками» слоя краски и только через короткий промежуток времени, начинает проникать в воздушные «карманы». При этом воздух выходит по каналам, образовавшимся в газопроницаемом слое краски. В результате данного процесса тепловые потери расплава снижаются до минимума и металл остается жидким достаточно долго для полного заполнения формы.

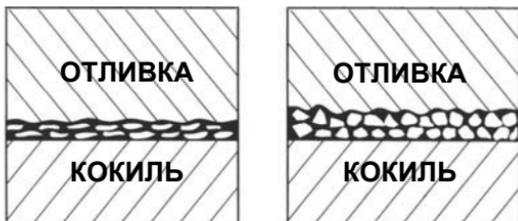


Рис. 3 – Влияние фракции наполнителя краски

Форма частиц огнеупорного наполнителя также влияет на текучесть металла. Известно, что алюминий имеет высокое поверхностное натяжение, его жидкотекучесть и смачиваемость имеют низкие значения. Как следствие, если огнеупорный наполнитель имеет угловатую форму, оксидная пленка при заливке формы будет постоянно срезаться и расплав будет легче течь по поверхности. К сожалению, грубый слой краски становится более гладким с каждой последующей заливкой.

Кроме того, острые выступающие частицы краски пристаю к поверхности отливки при кристаллизации и выкрашиваются во время выбивки: таким образом, для достижения постоянства результатов возникает необходимость постоянной подкраски кокиля.

Упрощение извлечения отливки из формы

Независимо от конструкции кокиля, можно добиться более простого извлечения литья при использовании коллоидного или полукolloидного графита. Графит может присутствовать как компонент огнеупорного наполнителя краски DYCOTE или отдельно наноситься поверх краски. Если графит используется в составе огнеупорного наполнителя краски DYCOTE, нужно учитывать возможный эффект снижения прочности краски, связанный с расслаиванием графита тонкими слоями, что сопровождается нежелательным повышением теплопроводности слоя краски.

Графит наносимый поверх краски DYCOTE часто применяется в зонах кокиля, наиболее проблематичных для выталкивания литья или на подвижных частях. Состав краски DYCOTE должен тщательно контролироваться, так как если связующее краски образует жесткую «оболочку» вокруг каждой частицы графита, то его смазочные свойства понижаются или полностью пропадают. При нанесении краски DYCOTE на основе графита слои распределяются в хаотичном порядке и в этой связи, в покрытии формируется множество миниатюрных газовых пузырей, что приводит к снижению теплопроводности слоя. Тем не менее, после изготовления нескольких отливок, пленка графита становится тонкой и непромокаемой (что видно по блеску пленки после извлечения отливки), что происходит в результате механического трения краски при усадке металла в ходе кристаллизации отливки. Поэтому, связующий материал должен быть непрочным, что дает возможность перекрывающимся частицам пленок разрушаться, высвобождая следующий слой краски на который повторно наносится графит. Недостаток, возникающий при нанесении графитовой краски поверх DYCOTE, в том, что при этом теряются преимущества обусловленные размером частиц базовой краски. При этом, графит заполняет «карманы» между частицами, образуя более гладкий слой покрытия, что приводит к снижению жидкотекучести металла.

В последние годы стали выпускаться изолирующие краски, в состав которых входит нитрид бора (BN), который имеет гексагональную структуру, подобную структуре графита. Эти краски характеризуются низкой смачиваемостью жидким алюминием и хорошей огнеупорностью и позволяют облегчить выталкивание отливки, подобно краскам на основе графита. Белый цвет краски позволяет избежать изменение цвета литья, что может случиться при применении графитовой краски.

Качество поверхности

Как было объяснено ранее, качество поверхности зависит от выбора типа краски DYCOTE. Например, плоские тонкие поверхности требуют нанесения грубой краски с угловатыми частицами наполнителя, что повышает жидкотекучесть металла. Это связано с тем, что металлостатическое давление при литье в кокиль низкое и заполнение формы сопряжено с непрерывным разрыванием плены оксида алюминия. Поверхность отливки при этом имеет большую шероховатость, но сама отливка получается годной, в то время как краска лежащая гладким слоем может привести к недоливу. Части формы отвечающие за формирование толстых секций отливки могут покрывать более тонкодисперсной краской DYCOTE, так как металлостатическое давление в данных зонах выше. Также метод нанесения будет влиять на окончательный результат: нанесение краски кистью приводит к образованию неровной поверхности, в то время как окраска распылением обеспечивает более гладкую поверхность литья.

Стойкость покрытия

Факторы влияющие на стойкость покрытия:

- тип связующего
- метод нанесения краски
- тип огнеупорного наполнителя

Связующее должно быть не только термостойким, но также не претерпевать аллотропных превращений при высоких температурах, так как это может привести к образованию термических напряжений в покрытии. Очень часто используется жидкое стекло с определенным соотношением $\text{Na}_2\text{O}/\text{SiO}_2$, при котором краска не склонна к образованию термических трещин и даже становится более стабильной при высоких температурах нагрева, и следовательно, обладает большей стойкостью. Как отмечалось ранее, важную роль имеет метод нанесения краски и наиболее критическим фактором является температура подогрева кокиля. Если температура кокиля слишком низкая, вода медленно испаряется и краска формирует непроницаемую пленку, под которой при заливке происходит парообразование и краска отстает от кокиля с образованием пузырьков. В этом случае, при затвердевании часть нанесенной краски может отслоиться, оставив часть поверхности кокиля незащищенной. Если температура кокиля слишком высокая, скорость испарения воды слишком быстрая, и частицы огнеупорного наполнителя, окруженные пленкой воды и жидкого стекла, будут отделены друг от друга и от поверхности кокиля мелкими разрывами, образующимися при выходе пара в атмосферу. В результате образуется слабое, грубое, порошкообразное покрытие, которое легко облупливается. Не смотря на то, что как было отмечено ранее, пропорция составляющих остается неизменной даже при разбавлении краски водой, степень разбавления влияет на конечные свойства нанесенной краски. Общее правило гласит: чем меньше степень разбавления, тем слабее краска держится на поверхности кокиля, но слой будет более грубым, иметь меньшую теплопроводность и следовательно обладать лучшими изолирующими свойствами.

Сплавы магния

Краска DYCOTE также может применяться для магниевых сплавов, если перед заливкой, проведена обработка предотвращающая окисление металла. Это производится пропиткой поверхности кокиля SiO_2 или смесью серной и борной кислоты перед каждой заливкой.

Медные сплавы, латунь 60/40

Главной проблемой при литье в кокиль данных сплавов – отложение оксида цинка на поверхности. Если его не счищать, он быстро нарастает и поверхность отливок

становится негодной. Поэтому конструкция кокиля должна предусматривать возможность съема и погружения в ванну, которая заполняется суспензией углеродного материала (ингибитор), который препятствует образованию оксида цинка. Углеродный материал наносится на поверхность в пористой форме, обеспечивая изолирующие и смазочные свойства. Ингибитор в некоторой степени предотвращает образование оксида цинка на поверхности. Другое преимущество данной технологии – высокая производительность связанная с простотой метода нанесения краски погружением.

Алюминиевая бронза

В данном случае краска DYCOTE может использоваться для легких сплавов, совместно с последующим нанесением краски на основе графита, облегчающей отделение отливок от кокиля. Для нанесения также может быть использован метод погружения, как описано выше для латуни.

Литье под низким давлением

В данном случае, металл впрыскивается в форму смонтированную на герметичной раздаточной печи. Подаваемый воздух или азот увеличивает давление над расплавом и вытесняет его из печи форму через специальную трубку. Давление требуемое для подачи металла немного превышает металлостатическое давление. При этом отсутствует какое-либо противодействие на подаваемый в форму металл. Обычно для форм литья под давлением может использоваться краска DYCOTE аналогичная, применяющейся для кокильного литья, или специальная версия этих красок. Питающие трубки из чугуна или стали иногда покрываются огнеупорным слоем, который может выполняться краской, обладающей высокими изолирующими свойствами. Наилучший метод нанесения краски – погружение нагретой трубки в достаточно густую смесь, затем тщательная просушка покрытия для предотвращения облупления. В машинах литья под низким давлением все чаще используются керамические питающие трубки. Большинство из них изготовлены из силлона, титаната алюминия или другого материала с высокой плотностью. Данные трубки не требуют нанесения на них покрытия.

Подготовка кокиля

Очистка

Основным требованием при подготовке кокиля является очистка поверхности под окраску. При этом, нужно полностью убрать остатки старой краски, масло, смазку или сажу. Очистка может осуществляться металлической щеткой или легкой дробеструйной обработкой. В последнее время были разработаны системы очистки сухим льдом, которые позволяют проводить очистку кокиля прямо на месте, не снимая его с кокильной машины. Данная технология имеет явные преимущества с экологической точки зрения, но не позволяет достичь хорошей очистки для глубоких кокилей. Также большим недостатком является повышенный уровень шума установки. (см. Приложение 1).

Для упрощения работы оператора, подготавливающего и окрашивающего форму, кокиль может быть окрашен в различные цвета. В нижеследующей таблице приведены примеры маркировки различных зон.

| | |
|-----------------------------|--|
| БЕЛАЯ В ЖЕЛТУЮ СЕТКУ | Очень толстый белый изолирующий слой краски для прибылей, наносится кистью. |
| БЕЛАЯ | Тонкий слой изолирующей краски. Черными стрелками указывается, что толщина покрытия должна увеличиваться в направлении стрелки. |
| ЧЕРНАЯ | Зона нанесения теплопроводной краски, на основе коллоидного графита, т.е. черная. |
| ГОЛУБАЯ | Белая краска более толстым, по сравнению с окружающими зонами, слоем, но не таким толстым как зона обозначенная белым в желтую сетку. В этой зоне толщина покрытия должна уменьшаться в направлении белых стрелок, которые ставят снизу вверх. |

Таблица 1 – традиционные цвета обозначения слоев наносимой краски.

Температура кокиля

Рабочая температура кокиля обычно составляет примерно 300°C, но краска должна наноситься в диапазоне между 180 и 250°C, в зависимости от типа краски DYCOTE и степени требуемого сцепления. При повышении температуры сцепление краски понижается. Таким образом для нанесения краски требуется использовать точный контроль температуры с применением термопары. Перед окраской кокиля, следует перегреть кокиль до температуры 250-300°C, после чего, остудить, желательнее под крышкой, до необходимой для окраски

температуры: эта методика позволяет добиться равномерности температуры кокиля и исключает необходимость промежуточного подогрева для успешного нанесения краски. После того как кокиль был окрашен и перед заливкой первых отливок, он должен быть разогрет до рабочей температуры. При подкраске кокиля, лучший результат может быть достигнут, если снова понизить температуру кокиля до рекомендуемой температуры окраски.

Толщина покрытия

Толщина нанесенного покрытия должна определяться и контролироваться в зависимости от требуемой степени изоляции. При нанесении краски слоем 200 – 300 микрон достигается максимальная степень изоляции для применяемых материалов DYCOTE.

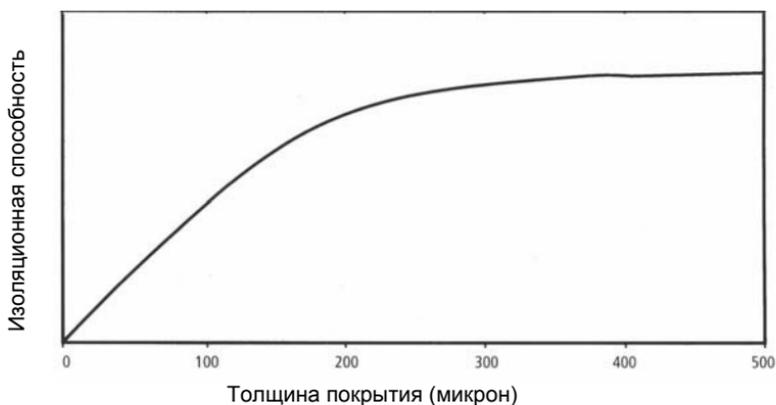


Рис. 4 – типовое соотношение между толщиной покрытия и изоляционными свойствами

Для отливок и прибылей, при нанесении краски кистью, можно получить толщину слоя 4-5 мм. Толщина нанесенного покрытия является принципиальным фактором для теплообмена между литьем и кокильной формой. Нанесение покрытия поверх старой краски приводит к образованию более толстого слоя и сопровождается рядом негативных последствий, включая: неравномерность толщины слоя, недостаточная плотность слоя и образование дефектов, связанных с образованием термических напряжений в отливке. Влияние толщины слоя краски на время заливки представлено на рис. 5; на рис. 6 показано влияние на время кристаллизации.

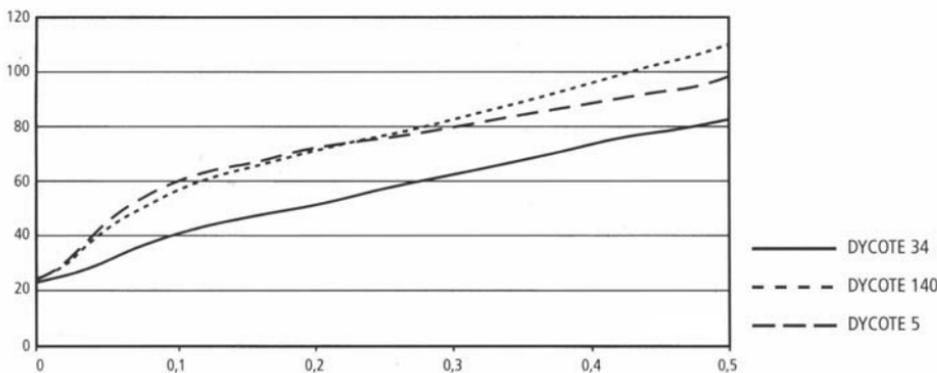
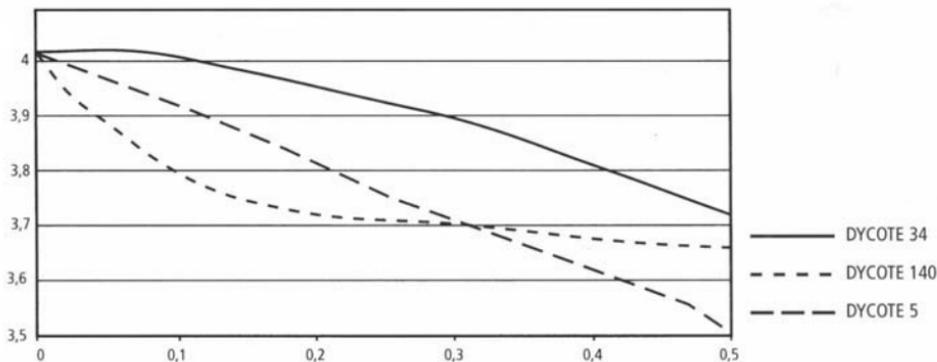


Рис. 6 – соотношение между толщиной покрытия и временем кристаллизации опытного образца (экспериментальные данные)

Стойкость покрытия

Данный параметр безусловно вызывает максимальный интерес и связан с качеством краски DYCOTE и условиями подготовки кокиля. Для лучшей адгезии краски DYCOTE требуется полная зачистка поверхности и подогрев кокиля до рекомендуемой температуры.

Аккуратно нанесенная краска может продержаться по меньшей мере 1 день, при потенциальной возможности – 1 неделя. Добиться стойкости покрытия на 1 день достаточно просто, а для того чтобы получить недельную стойкость требуется определенный опыт и навыки. Кроме того стойкость краски зависит от сложности геометрии отливки. При достижении условий, обеспечивающих максимальную стойкость покрытия, можно добиться наиболее существенных преимуществ, в частности получения более стабильного качества литья. В последние годы было разработаны новые составы DYCOTE, которые называются краски DYCOTE повышенной стойкости. Данные краски также подразделяются на мелкодисперсные, средние и грубые. Максимальная стойкость красок DYCOTE повышенной стойкости достигается при просушке краски сразу после нанесения в течении часа при температуре 400 – 450°С.

Подготовка материалов

Правильное хранение и подготовка краски имеет значительную важность для получения оптимальных характеристик применения продукта. Краски DYCOTE должны храниться и подготавливаться в закрытом, прохладном, сухом помещении, при отсутствии прямого солнечного света.

Краски DYCOTE склонны к замерзанию.

Краски DYCOTE должны храниться при температуре 4 – 32°С.

При поддержании температуры хранения на постоянном уровне можно сохранить первоначальную вязкость и плотность в течении длительного времени. Повышенная температура приводит к изменению вязкости и ускорению реакции биологического распада. Слишком низкая температура влияет на изменение вязкости и может сделать краску полностью непригодной, так как имея водную основу, она замерзает при температуре ниже 0°С, что приводит к потере способности загустевания.

При складировании нужно учитывать срок пребывания товара на складе (в первую очередь следует расходовать материалы, имеющие более раннюю дату производства), таким образом, сохраняя срок годности краски DYCOTE. Количество хранящейся краски, должно быть таким, чтобы ее можно было использовать до окончания срока годности, указанного на этикетке. В общем случае, для обеспечения достаточного запаса хранения, рекомендуется закупать краску в расчете на месяц работы.

Приготовление краски

Хорошее перемешивание и подготовка краски DYCOTE важны для получения требуемой плотности, а также для достижения оптимальных характеристик применения и репродуктивности. Лучшим способом приготовления краски DYCOTE является использование специального смесителя. С этой целью, фирма Fosoco разработала систему “DYCOTE Management Station” (= станция приготовления краски DYCOTE), в комбинации со мобильным смесителем “Carry&Mix”. Данная система “DYCOTE Management Station” представляет собой кабину снабженную полками, раковиной и автоматическим устройством подачи воды, которое позволяет оператору соблюсти правильные пропорции при смешивании состава DYCOTE с водой в смесителе “Carry&Mix”. Рекомендуется использовать смеситель на передвижной платформе с регулируемыми оборотами вращения электрического двигателя. В этом случае, краска после перемешивания может быть сразу доставлена непосредственно на место подготовки кокильной формы. Смеситель “Carry&Mix” существует также в стационарном исполнении и с пневматическим двигателем.



*Рис. 7
Станция приготовления краски
DYCOTE, с полками, раковиной и
автоматической системой
контроля подачи воды.*

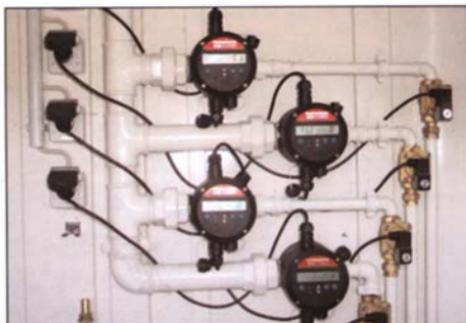
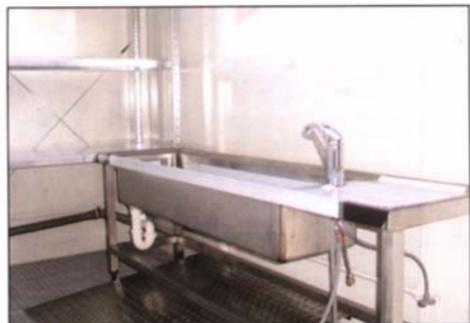




Рис. 8 – Смеситель Carry & Mix

Технология приготовления краски состоит из следующих этапов:

- Налить в контейнер приблизительно $1/3$ – $1/2$ часть от общего объема воды
- Запустить смеситель
- Постепенно подавать определенное количество пастообразного состава DYCOTE, для образования густой смеси без комков.
- Постепенно добавлять воду до получения состава немного более густого по плотности чем рекомендуется для применения
- Как только состав смеси станет равномерным, добавить воды до получения требуемой для применения плотности.

Смешанная краска должна храниться в закрытом контейнере. Крышка снижает испарение воды и предотвращает загрязнение краски. Следует регулярно, по крайней мере раз в месяц, очищать контейнер. Очистка контейнера в частности требуется для всех красок на водной основе, чтобы предотвратить нарастание биологической накипи.

Регулярная проверка и управление свойствами

Продукты DYCOTE проходят строгий контроль качества, который обеспечивает оптимальное состояние материала поставляемого Заказчику, тем не менее при применении красок требуется проведение дополнительного контроля свойств. Большинство из требуемых проверок легко вписываются в существующие на литейном производстве программы контроля качества.

| Контролируемый параметр | Метод | Примечание |
|----------------------------|-------------------------------|---|
| Плотность | Боме | Измерение плотности по ареометру Боме с эталонным весом с одного конца, который опускается в смесь; чем большую плотность имеет смесь, тем меньше погружение ареометра. |
| | Вес/Объем | Измерение веса при известном объеме материала. |
| Содержание твердой фракции | Сухой осадок | Предварительно взвешенное количество смеси выпаривается в сушиле и снова взвешивается. Сухой осадок рассчитывается как процентное соотношение между окончательным и исходным весом. |
| Плотность | Измерительный стаканчик Форда | Плотность исчисляется как сопротивление текучести. Измерение вязкости определяет свойства текучести и влияет на характеристики суспензии. Измерение, проводимое с помощью стаканчика Форда, заключается в определении времени за которое определенный объем смеси вытечет через отверстие определенного диаметра. Так как вязкость зависит от температуры, то для получения правильных результатов все образцы при измерении должны быть одинаковой температуры. Анализ вязкости по стаканчику Форда не может применяться для разбавленных красок Dycote, т.к. при значительном содержании воды в составе, результаты замеров различных образцов практически не различаются. |

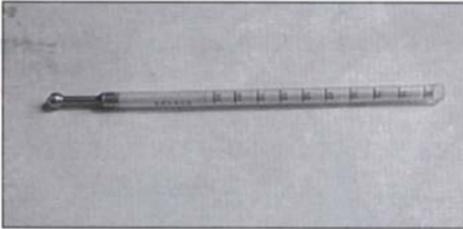


Рис. 9 – Ареометр Боме

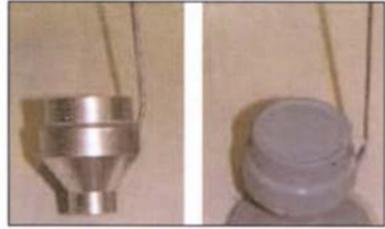


Рис. 10 – Анализ по стаканчику Форда



Рис. 11 – Измерение плотности по весу и объему

Прочие проверки:

- Степень разбавления краски DYCOTE следует поддерживать на постоянном уровне. При определенном соотношении краски DYCOTE к объему воды достигается постоянство свойств краски.
- Состав краски DYCOTE, должен сохраняться постоянным, т.е. краска всегда должна либо использоваться в исходном состоянии, либо смешиваться в определенной пропорции.
- Можно контролировать продукт на присутствие комков или инородных примесей.

Методы нанесения краски

Краска может наноситься различными методами:

- Кистью
- Пистолетом
- Погружением

Для кокильных форм наиболее быстрым способом, обеспечивающим хорошие результаты, является использование распылительного пистолета. Нанесение краски кистью используется на плоских частях формы (литники и прибыли), в которых требуется большая толщина слоя, также этот метод применяется на мелких деталях, которые должны окрашиваться иным способом чем остальные части кокиля.

Нанесение краски распылением

Существуют два основных типа распылительных устройств:

- Сифонные пистолеты (с подачей воздуха под высоким давлением), в которых используется сжатый воздух для создания частичного разрежения под действием которого краска выталкивается через форсунку, перемещая краску в мелких каплях.
- Безвоздушные системы, где краска закачивается в пистолет под высоким давлением и распыляется через узкое отверстие форсунки.



Рис. 12 – Распылительный пистолет фирмы Krautzberger

Операции которые должны выполняться для правильного нанесения краски:

- Пистолет должен полностью очищаться, в особенности форсунка
- Заполняйте раздаточную емкость только по мере необходимости. Излишки краски сливайте или возвращайте обратно в смесительное устройство.
- Пистолет следует использовать избегая длительных перерывов (> 10 минут).
- Давление в линии подачи должно поддерживаться в интервале 2-3 бар (в зависимости от степени разбавления краски). Слишком большое или слишком низкое давление может привести к образованию капель вместо тумана.
- Начинайте окраску с внешнего периметра кокиля, избегая прерывистое нанесение.
- Выполняйте короткие проходы и постоянно перемещайте пистолет.
- Оптимальное расстояние между пистолетом и формой 20-30 см.

- Наносите краску быстро, но аккуратно. Каждый проход немного охлаждает форму.
- Если расстояние нанесения сокращается, краска наносится более толстым слоем, замедляется высыхание, что может привести к образованию напряжений в отливке.
- Если расстояние нанесения увеличивается, часть воды испаряется до контакта с формой (сухое распыление), что приводит к образованию грубой поверхности отливок и плохой адгезии краски к форме.
- Рекомендуется наносить краску несколькими тонкими слоями, а не один – двумя толстыми.
- Между нанесением слоев следует оставлять небольшое время на высыхание.
- Оператор должен двигаться вокруг кокиля для того чтобы нанести краску с различных направлений и окрасить поверхности под различными углами, предотвращая эффект «затенения». Данная практика также позволяет избежать накапливания слишком большого слоя краски со стороны работы оператора и получения «сухого распыления» на удаленных от оператора частях кокиля.
- Не допускайте подтекания краски на поверхности формы.
- Всегда очищайте оборудование по окончании работы.

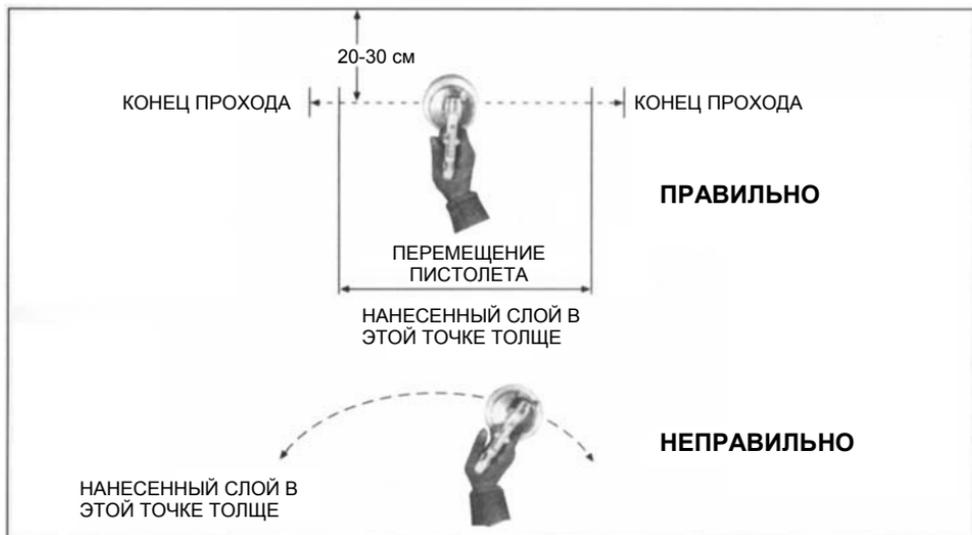


Рис. 13 – Методы нанесения краски DYCOTE – положение пистолета.



Рис. 14

Контроль толщины нанесения покрытия

Толщина покрытия является параметром, который трудно контролировать, так как сложно работать с сильно нагретыми поверхностями. Поэтому оператор всегда должен полагаться на собственный опыт, чтобы получить сравнительные результаты замеров на различных кокильных формах и на различных частях формы. В настоящее время существуют специальные измерительные устройства для контроля толщины покрытия во всех точках горячего кокиля. Это позволяет литейщику соотносить толщину покрытия с металлографической структурой литья, и при использовании современной системы нанесения краски, корректировать толщину, для соблюдения технических требований и предотвращения брака. Контроль толщины покрытия также позволяет лучше управлять направленной кристаллизацией, что особенно важно для получения герметичных отливок.



Рис. 15

Магнитная система
«Нажимной сенсор 157»
фирма Elcometer Instruments
Ltd., Манчестер



Рис. 16 – Ультразвуковой датчик
Sonacoat F

Контроль температуры кокиля

Температура кокиля – параметр, который часто контролируется, хотя в некоторых случаях, исключение обычного контроля перед нанесением краски, приводит к образованию покрытия с плохими связующими свойствами или обладающего меньшей стойкостью.

Для замера температуры применяются контактные термопары и термометрические карандаши. Это позволяет литейщику наносить различные составы красок при требуемой температуре формы.



Рис. 17 – Контактная термопара

Краски DYCOTE, выпускаемые фирмой Foseco

| Марка | Фракция, микрон | Степень разбавления вода : краска | Описание |
|---------------|-----------------|-----------------------------------|--|
| DYCOTE 11 | 10 | 12:1 до 15:1 | Графитовая краска на водной основе для облегчения извлечения отливок из кокиля. |
| DYCOTE 11 I | 10 | 6:1 до 10:1 | Краска на основе полу-коллоидального графита. Для быстрого охлаждения и облегчения извлечения. |
| DYCOTE 14ESS | | 3:1 до 4:1 | Средняя изоляция с добавками предотвращающими расслаивание. Разработана для литья колесных дисков под низким давлением. |
| DYCOTE 140 | 20 - 40 | 3:1 до 5:1 | Средняя изоляция и среднее качество поверхности, используется для традиционного машинного литья. |
| DYCOTE 140 CI | 20 - 40 | 1:1 до 4:1 | Высокая изоляция. В основном используется для прибылей и питателей. |
| DYCOTE 140ESS | 20 - 40 | 3:1 до 5:1 | Средняя изоляция и среднее качество поверхности, используется для традиционного машинного литья. С дополнительным связующим. |
| DYCOTE 1450 | 35 | 1:1 до 3:1 | Краска DYCOTE повышенной стойкости, обеспечивающая среднюю чистоту поверхности. Автомобильное литье. |
| DYCOTE 2013 | | 1:1 до 3:1 | Хорошая изоляция. В основном для защиты инструментов. |
| DYCOTE 2030 | 35 | 1:1 до 3:1 | Очень высокая изоляция. Краска DYCOTE повышенной стойкости с грубыми частицами наполнителя. Головки и блоки цилиндров. |
| DYCOTE 2040 | 35 | 1:1 до 3:1 | Изолирующая краска повышенной стойкости с грубыми частицами наполнителя для автомобильного литья. |
| DYCOTE 2050 | 35 | | Средняя изоляция. Краска DYCOTE повышенной стойкости для автомобильного литья с большой толщиной сечения. Лучшее качество поверхности чем при применении красок 2030 и 2040. |
| DYCOTE 32ESS | 20 - 40 | | Краска со средними изоляционными свойствами, содержащая известняк и оксид железа для легированных сплавов для производства колесных дисков. |
| DYCOTE 34ESS | 40 - 60 | 3:1 до 5:1 | Краска с очень высокими изоляционными свойствами для тонкостенного автомобильного литья. Текстурированная поверхность литья. |
| DYCOTE 36 | | 3:1 до 5:1 | Краска с изоляционными и смазочными наполнителями для кокилей с малыми литейными уклонами, т.е. при затрудненном извлечении литья. |

| Марка | Фракция, микрон | Степень разбавления вода : краска | Описание |
|--------------|-----------------|-----------------------------------|---|
| DYCOTE 36C | 35 | 3:1 до 5:1 | Средняя изоляция и хорошее отделение литья. Может применяться также для медных сплавов. |
| DYCOTE 370 | | | Аналог DYCOTE 140, но с улучшенными изоляционными свойствами. |
| DYCOTE 38 | 5 - 20 | | Графитовая краска на водной основе для облегчения извлечения отливок. Более мелкая фракция по сравнению с DYCOTE 11. |
| DYCOTE 39 | | 3:1 до 5:1 | Низкая изоляция, очень хорошая чистота поверхности, применяется для окраски частей формирующих переднюю плоскость колесного диска, где мехобработка не допускается. |
| DYCOTE 390 | | 3:1 до 5:1 | Краска разработанная по желанию заказчика, содержит перлит для повышения изоляционных свойств. Создана на основе DYCOTE 140. |
| DYCOTE 3950 | 35 | 1:1 до 3:1 | Краска повышенной стойкости. Хорошее качество поверхности. В частности применяется для литья колесных дисков. |
| DYCOTE 3975 | | | Краска повышенной стойкости. Обеспечивает очень гладкую поверхность и легкое извлечение литья. Содержит нитрид бора. |
| DYCOTE 40 | 1 | | Графитовая смазка для направляющих и движущихся частей. |
| DYCOTE 42 | | | Смазочная / теплопроводящая краска с силикатным связующим. |
| DYCOTE 6 | 40 - 60 | 3:1 до 4:1 | Краска с высокими изоляционными свойствами для традиционного машинного литья. |
| DYCOTE 61 | | 12:1 | Краска на водной основе содержащая стабилизатор для отливок из латуни. Используется для изоляции и для водоохлаждаемых кокилей. |
| DYCOTE 70 | | | Краска разработанная по желанию заказчика. Аналог DYCOTE 140 с песчаными включениями как в DYCOTE 34. Для автомобильного литья, в частности для коллекторов. |
| DYCOTE 8 | | 2:1 | Текстурная краска с высокими изоляционными свойствами для прибылей и литниковой системы. Может наноситься кистью. |
| DYCOTE 9770 | | | Аналог DYCOTE 140, но с улучшенными изоляционными свойствами. |
| DYCOTE D 140 | 35 | 3:1 до 5:1 | Краска общего назначения. Со средними изоляционными свойствами. |

| Марка | Фракция, микрон | Степень разбавления вода : краска | Описание |
|-----------------|-----------------|-----------------------------------|--|
| DYCOTE D 212 F | | | Графитовая краска на водной основе для облегчения извлечения отливок. Без связующего. Аналог DYCOTE 11. |
| DYCOTE D 34 | 80 | 3:1 до 5:1 | Краска с высокими изоляционными свойствами для головок блоков цилиндров. |
| DYCOTE D 34 ESS | 80 | 3:1 до 5:1 | С повышенным содержанием связующего. |
| DYCOTE D 38 | 1 – 5 | 10:1 | Смазочная краска на основе коллоидного графита, без связующего. |
| DYCOTE D 39 | 15 | 3:1 до 5:1 | Общего применения, обеспечивает гладкую поверхность литья. В особенности для литья колесных дисков. |
| DYCOTE D 39 ESS | 15 | 3:1 до 5:1 | С повышенным содержанием связующего. |
| DYCOTE D 5 | | 3:1 до 5:1 | Изолирующая краска, с хорошими разделительными свойствами (автомобильные части / детали тормозной системы). |
| DYCOTE D 6 ESS | 85 | 3:1 до 5:1 | Краска с высокими изоляционными свойствами для головок блоков цилиндров. |
| DYCOTE D 6 ESSB | 85 | 3:1 до 5:1 | С повышенным содержанием связующего. |
| DYCOTE D 7039 | 78 | 3:1 до 5:1 | Изолирующая краска для верхнего стержня колесного диска и ребер головки блока цилиндра. |
| DYCOTE D BN120 | 35 | 10:1 до 20:1 | Краска повышенной стойкости, обеспечивающая гладкую поверхность. Содержит нитрид бора. Колесные диски. |
| DYCOTE D BN7039 | 78 | 3:1 до 5:1 | Более грубая краска, обеспечивает хорошее качество поверхности. Содержит нитрид бора. |
| DYCOTE D R787 | 10 | 3:1 до 5:1 | Очень высокое качество поверхности литья. Специально разработана для кокилей нагретых до высокой температуры 450 – 500 °С. |
| DYCOTE D R87 | 18 | 1:1 до 3:1 | Грунтовочная краска, для нанесения при 180 °С. |
| DYCOTE E11 | | 10:1 до 2:1 | Аналогичное применение как DYCOTE 11. Содержит полукolloидный графит. |
| DYCOTE E36 | | | Краска средней изоляции, для сложной геометрии кокиля и большой поверхности. Аналогична 36С. |
| DYCOTE F140 | 20 - 40 | | Высокая изоляция. В основном используется для прибылей и литниковых ходов. |
| DYCOTE F34 | 40 - 60 | | Общего применения. Хорошие изоляционные свойства для тонкостенных и толстостенных отливок. |
| DYCOTE F36 | | | Краска со средними изоляционными и хорошими разделительными свойствами, обеспечивает хорошую чистоту поверхности. Применяется для небольших штырей с маленьким литейным уклоном. |
| DYCOTE F39 | | | Низкая изоляция и текучесть. Общего назначения, обеспечивает гладкую поверхность. В частности используется для колесных дисков. |
| DYCOTE HARDENER | | | Отвердитель DYCOTE. Для добавления к краскам DYCOTE, с целью повышения адгезии краски к кокильной форме. |

Выбор краски DYCOTE

- При выборе краски необходимо учитывать целый ряд факторов.
- Толщина стенки литья. Одним из основных свойств краски является способность помочь заполнению формы. Если изготавливаемая отливка имеет тонкие стенки, то следует выбирать краску имеющую более крупную фракцию, с более высокими изоляционными свойствами.
- Требования к чистоте поверхности литья очень важны, но краска обеспечивающая более качественную поверхность создает препятствия для заполнения формы, так как покрытие при этом имеет более гладкую поверхность и обладает меньшими изоляционными свойствами. Таким образом, баланс между качеством поверхности литья и изоляционными свойствами формы всегда остается компромиссом.
- Также критическим фактором для заполнения формы является геометрия литья. Если отливка имеет толстые сечения, то в этих местах требуется применять специальную краску для соблюдения направленной кристаллизации.
- Если отливка имеет места с малыми литейными уклонами, то применяющаяся краска должна обладать высокими разделительными свойствами.
- Технология литья также влияет на выбор краски DYCOTE, например для литья под низким давлением применяются краски обладающие совершенно отличными характеристиками по сравнению с красками для традиционного кокильного литья.

Причины некоторых проблем, связанных с применением кокильных красок

- Расслоение краски
- Быстрый износ покрытия
- Покрытие не держится на кокиле
- Слишком неровное покрытие
- Недолив / неспай.

| Расслоение краски | Быстрый износ покрытия | Покрытие не держится на кокиле | Слишком неровное покрытие | Недолив / неспай. |
|---|---|---|---|--|
| Слишком толстый слой | Слишком большое расстояние при нанесении краски | Краска была заморожена | Краска недостаточно разбавлена | Неправильный выбор краски |
| Краска недостаточно разбавлена | Слишком высокая температура кокиля | Недостаточная очистка поверхности формы | Слишком близкое расстояние при нанесении краски | Слишком тонкий слой изолирующей краски |
| Недостаточная очистка поверхности формы | Краска недостаточно разбавлена | Слишком низкая или высокая температура кокиля | Засор или износ распылительной форсунки пистолета | Покрытие имеет слишком гладкую поверхность |
| Слишком низкая температура кокиля | Краска была заморожена | | Низкое давление распыления | |
| | Краска загрязнена | | | |

Приложение 1 – Очистка кокиля сухим льдом

Технология известная как «криогенная» очистка заключается в выстреливании дробинок твердого диоксида углерода (сухого льда) по поверхности кокильной формы, вместо использования обычной пескоструйной или дробеметной зачистки. Применение неабразивного сухого льда позволяет снимать краску без повреждения или износа самой формы. Фактически очистка производится исключительно в результате кинетического и термического воздействия. Дробинки диоксида углерода, при соприкосновении с поверхностью кокильной формы, сублимируются (испаряются) без загрязнения или увлажнения кокиля. Тепловые потери кокиля достаточно малы и это позволяет быстро нанести новое покрытие. Данная система, завоевывающая все большую популярность в литейном производстве, позволяет применять краски меньшей стойкости, при повышении срока службы самой формы и избегая проблем связанных с пескоструйной или дробеметной очисткой.

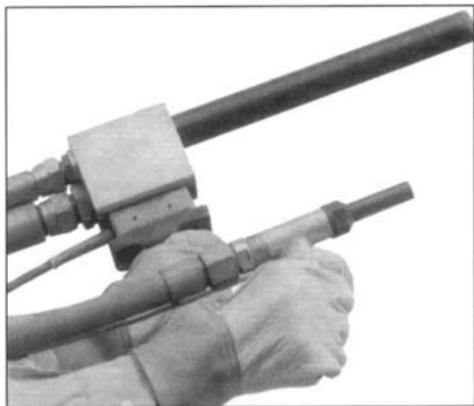
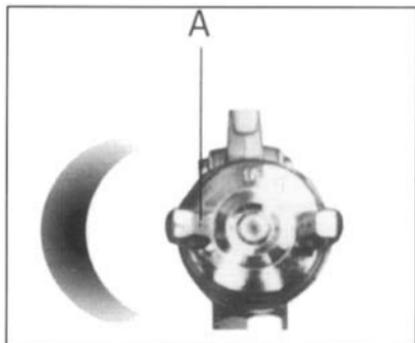


Рис. 18 – Система чистки сухим льдом



Рис. 19 - Детали устройства чистки сухим льдом.

Приложение 2 – Неисправности устройства нанесения краски



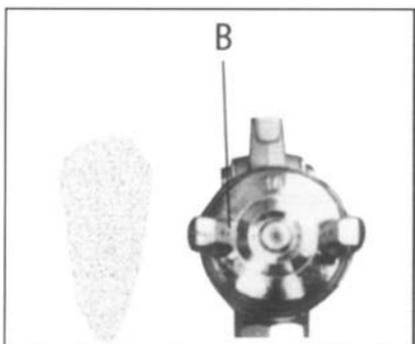
Причина

Застывшая краска заблокировала подачу воздуха через отверстие «А», при соответствующем повышении давления воздуха через противоположное отверстие, в результате конус распыления направлен в сторону засорившегося отверстия.

Устранение неисправности

Прочистите отверстие (растворителем) без использования металлических инструментов, которые могут повредить форсунку.

Рис. 20



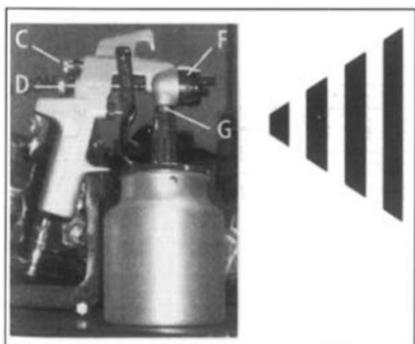
Причина

- 1) Застывшая краска вокруг форсунки со стороны «В» задерживает подачу сопутствующего распылению воздуха.
- 2) Негерметичность системы, или форсунка повернута или пробита, или погнута игла

Устранение неисправности

- 1) Прочистите отверстие (растворителем) без использования металлических инструментов, которые могут повредить форсунку.
- 2) Смените форсунку и/или иглу

Рис. 21



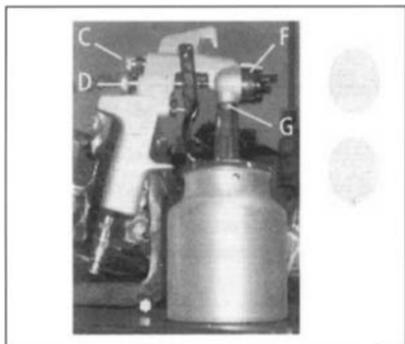
Причина

Захват воздуха в краску, обусловленный отсутствием или износом уплотнений, дефектом манжеты или разрывом в трубе подачи краски.

Устранение неисправности

Проверьте все уплотнения и все места где воздух может засасываться в краску.

Рис. 22



Причина

Распыление происходит двумя конусами:

- 1) Слишком высокое давление воздуха.
- 2) Открытие диффузора краски слишком большое для данной степени разбавления краски.
- 3) Раздаточный бак пустой.

Устранение неисправности

- 1) Понижьте давление воздуха.
- 2) Уменьшите открытие диффузора (регуляторы "С" и "D").

Рис. 23



Причина

Эффект распыления «Соль и перец» связан с недостаточным давлением или покрытие слишком толстое.

Устранение неисправности

Увеличьте давление распыления.

Рис. 24