

## Ремонт соединителей и радиаторов кондиционеров

В радиаторах кондиционеров используются тонкостенные алюминиевые трубки, ремонт которых сваркой затруднен.

Использование оборудования ДИМЕТ позволяет в значительной степени упростить процедуру ремонта.

Подходы к герметизации течей в соединителях и радиаторах кондиционеров могут быть перенесены на процедуры герметизации течей и на других металлических объектах.

### Основные принципы и подходы.

Для герметизации отверстий оборудованием ДИМЕТ применяется порошковый материал марки А-20-11, в состав которого входят алюминий, цинк и корунд. Этот материал обеспечивает гарантированную герметичность в системах с давлением не менее 25 атмосфер.

Устранение микротечей и отверстий размером менее 0,5 мм производится путем нанесения металлического покрытия непосредственно на область дефекта. Довольно быстро и с малой затратой порошкового материала отверстие устраняется при напылении перпендикулярно к поверхности, в которой имеется отверстие.



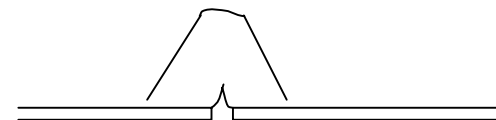
Естественно, частицы осаждаются только на имеющуюся поверхность, при этом покрытие растет по толщине вокруг отверстия. Какая-то доля частиц уходит в отверстие. По мере роста толщины образуется кратер.



Некоторые частицы осаждаются на склонах кратера и происходит постепенное перекрытие отверстия.



После перекрытия над отверстием быстро образуется конус осажденного металла.

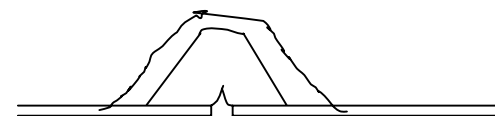


В принципе герметизация закончена, но есть две причины, по которым стоит продолжить работу.

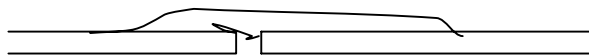
Первая причина – никогда точно не известно где заканчивается узкая каверна, которая тянется от отверстия до места перекрытия. Если она заканчивается очень близко к вершине конуса, то, в принципе, возможно просачивание газа через очень тонкий шероховатый слой покрытия.

Вторая причина – для более быстрого перекрытия отверстия удобно использовать режим с большим нагревом (режим 4 для ДИМЕТ-403, режим «повышенная мощность» для ДИМЕТ-412). В таком режиме возможно появление в покрытии микропор, которые могут привести к просачиванию газа.

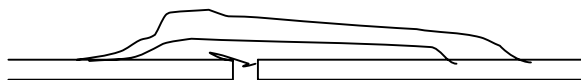
Конечно, можно просто добавить для надежности толщину слоя, причем выполнить это в режиме пониженной мощности. Увеличение толщины на 0,5 – 1 мм обеспечит надежную герметизацию, но при этом придется увеличить размер металлического нароста.



Более надежный и аккуратный результат получится, если срезать образовавшийся нарост. Лучше всего это сделать шарошкой, абразивным камнем или просто напильником. При срезании достаточно мягкого металла покрытия произойдет сдавливание внутренней каверны. Чтобы убедиться в полном закрытии отверстия лучше всего срезать нарост почти до основания.



После удаления нароста, как правило, отверстие закрыто, если, конечно, не перестараться и не сделать дыру при срезании. После срезания легко напылить покрытие толщиной 0,5 – 1 мм на ровный участок, где раньше было отверстие.



Естественно, необходимо наносить последний слой в режиме пониженной мощности (режим 3 или даже 2 для ДИМЕТ-403, режим «пониженная мощность» для ДИМЕТ-412).

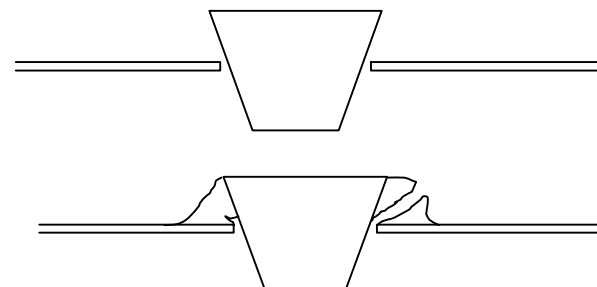
При герметизации тонких алюминиевых трубок стоит заранее убедиться, что коррозия не захватила большой площади на большую глубину. При нанесении покрытия на полностью изъеденный коррозией металл вместо покрытия можно получить значительно увеличившуюся дыру.

В случае герметизации течей и отверстий размером от 0,5 мм и более описанным способом придется наращивать слишком большие объемы металла, что, в принципе, возможно, но трудоемко, требует большого расхода материала и ненадежно.

Вообще-то, отверстия размером более 1 мм при ремонте кондиционеров встречаются не часто, но возможны, а при ремонте разнообразных баков, трубопроводов, радиаторов вполне вероятны.

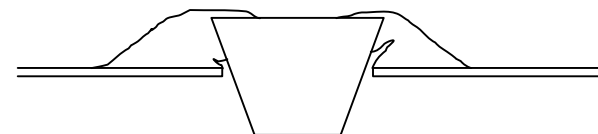
Самое удобное при герметизации течей и отверстий размером более 0,5 мм применять металлические затычки, закрывающие отверстие не герметично, но обеспечивающие

уменьшение размеров отверстия (щели) до размера менее 0,5 мм. Лучше для затычки использовать мягкий металл, например алюминиевую или медную проволоку.



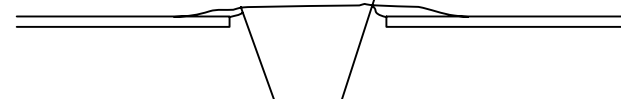
После затыкания напыляем металл на получившуюся щель так же, как на отверстие размером менее 0,5 мм.

Так же, как и при заделке маленького отверстия, образуется кратер, так же смыкается щель. В результате получается бугорок с затычкой в середине.

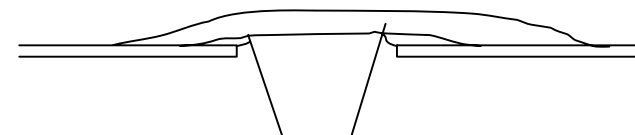


В принципе, как и в предыдущем случае, можно считать работу завершенной. Но при заделке щели возможность получить в результате просачивание газа заметно возрастает.

В случае с затычкой следует сделать то же самое, что и без нее. Надо срезать весь бугорок вместе с частью затычки.



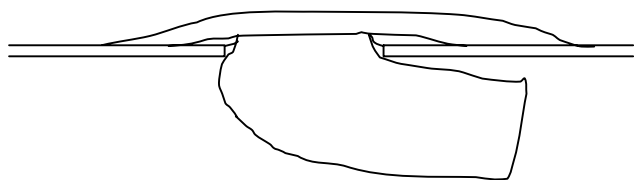
После этого следует нанести в режиме пониженной мощности на ровную поверхность слой толщиной 0,5 – 1 мм.



Следует учесть несколько особенностей.

Слабо закрепленную затычку может при начале напыления просто выдуть мощной струей воздуха, поэтому лучше подобрать размер, плотно входящий в отверстие. Можно просто придерживать затычку первое время каким-либо предметом до тех пор, пока материал покрытия не перекроет щель и не закрепит затычку. Не спешите срезать лишний материал если затычка только слегка прихвачена. Материал покрытия имеет низкую прочность на разрыв ( не более 10 кг/мм<sup>2</sup> ) и малое относительное удлинение ( хрупкий ), поэтому надо сначала обеспечить большую площадь контакта, а только после этого резать, кусать или пилить.

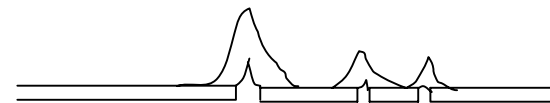
Сила давления на затычку пропорционально ее площади. Прочность ее крепления обеспечивается покрытием, нанесенным по периметру затычки. Величина адгезии на алюминии и его сплавах составляет около 5 – 6 кг/мм<sup>2</sup>. Оценив площадь напыления по периметру затычки, можно оценить и давление, которое она может выдержать. При больших давлениях или больших площадях заделываемых отверстий стоит поискать возможность закрепить затычку так, чтобы снять механические нагрузки с покрытия. Это может быть резьба, двусторонняя заклепка или просто прочно вбитая загнутая толстая проволока.



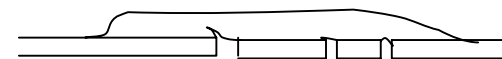
### Множественные отверстия.

Нередко при визуальном осмотре отчетливо видно только одно отверстие течи. Если это отверстие – результат коррозии, то, скорее всего, вблизи может быть еще несколько более мелких отверстий. В начале работы нанесите тонкий слой покрытия вокруг отмеченной течи. Если в обработанной зоне есть микротечи и

дефекты, то они отчетливо проявятся на фоне материала покрытия. В этом случае нанесите бугорок покрытия на каждый дефект,

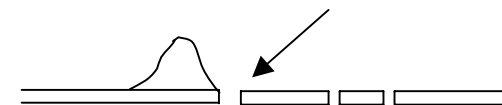


а после этого срежьте все бугорки совместно за одну обработку и нанесите гарантирующий слой покрытия разом на весь обработанный участок.



Довольно экономичным для множественных отверстий, а возможно и для одиночных, является способ заделки под углом около 45 градусов.

Сначала бугорок покрытия наносится с одной стороны от отверстия.



Затем напыление производится на основании бугорка под углом примерно 45 градусов к основной поверхности и при этом сопло непрерывно смещается от нарастающего покрытия в сторону отверстия. Происходит перекрывание отверстия без образования высоких стенок кратера.



И в этом случае, если получилось толстое покрытие его лучше срезать почти до основания, а потом нанести слой толщиной 0,5 – 1 мм в режиме пониженной мощности.

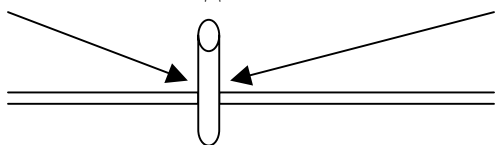
## Особенности и сложности.

Изложенное выше легко выполнимо если к месту дефекта есть легкий доступ и нанесение покрытия производится перпендикулярно поверхности. Однако нередко дефект находится в таком месте, что сопло напылителя ДИМЕТ можно расположить только под углом к поверхности с дефектом.

Эффективность осаждения материала при напылении под углом значительно снижается. При малых углах к поверхности скорость эрозии поверхности становится соизмерима со скоростью роста покрытия.

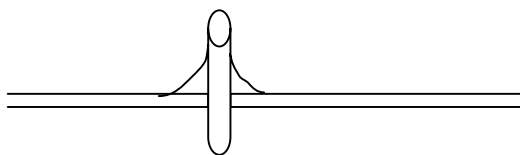
Если угол очень мал, то частицы абразива, входящие в состав порошкового материала, срезают больше металла, чем осаждаются в процессе напыления, и при длительном воздействии на один и тот же участок поверхности очень тонкой алюминиевой пластинки можно вместо металлического покрытия получить новое отверстие.

Пожалуй, наиболее удобным и надежным при любом размере течи в этом случае будет подобрать металлическую затычку подходящего размера и вставить ее в отверстие перед началом напыления. Это может быть кусочек тонкой проволоки, обломок иголки или что-либо подобное.



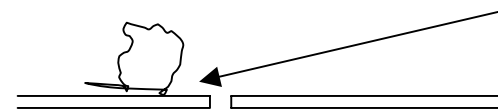
Напыление следует производить непосредственно на основание затычки.

Начинать лучше с наименее доступных сторон, чтобы нарастающий бугорок покрытия не перекрыл доступ к зоне напыления.



Герметизация будет обеспечена, если покрытие нанесено по всему периметру отверстия.

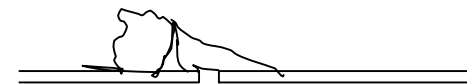
Если обеспечить доступ со всех сторон невозможно, то придется создавать специальную преграду. Надо разместить какой-либо предмет (маленький кусочек металла, фольги, стекла) за отверстием, создав преграду потоку.



При напылении в область основания преграды можно сформировать бугорок, который послужит основой для дальнейшего роста покрытия.



Продолжая напыление, и медленно смещая сопло в сторону дефекта, можно перекрыть отверстие.



После завершения временную преграду можно удалить (оторвать фольгу, отколоть стекло).



Как правило, такие действия обеспечивают герметичность заделки.

Однако, если угол был очень мал и нанесение покрытия производилось на повышенном температурном режиме, то возможно образование мельчайших каналов под покрытием и появление течи на периферии нанесенного покрытия.

Продолжение наращивания площади покрытия под тем же углом обычно не изменяет ситуации. В таком случае лучше остановиться и оценить величину течи. Обычно размер канала под покрытием не превышает нескольких микрон. Течь такого размера легко герметизируется обычной краской. В конце концов, можно завершить работу, просто покрасив участок с нанесенным покрытием масляной краской. Но при этом не будет уверенности в надежности и долговечности результата. Пожалуй, более надежным будет нанесение покрытия свинца на неудобный участок с такой микротечью. Для этого используется состав Р1-00-11. Свинцовое покрытие очень мягкое, легко обрабатывается даже ногтем, поэтому использовать только его для герметизации, по-видимому, не следует. А вот для финишной заделки микроскопической течи тонким слоем оно вполне подходит.

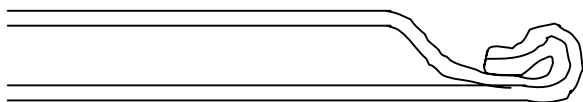
Если же потом участок с покрытием еще и покрасить, то надежность ремонта гарантирована.

В самых сложных ситуациях, когда и место течи труднодоступно и размер дефекта велик, возможным выходом будет заузить или просто исключить канал с дефектом из системы параллельных каналов.

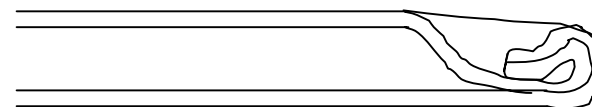
Чтобы заузить канал надо просто сжать его стенки так, чтобы края отверстия вплотную приблизились к противоположной стенке. После этого заполнить созданное углубление, напыляя покрытие на его дно.



При исключении канала необходимо обеспечить герметизацию торцов разрезанной трубки. Для этого проще всего торец трубки сжать и завернуть.

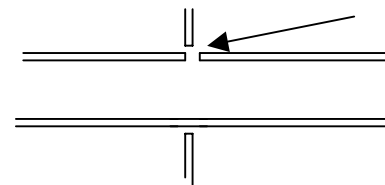


После этого надо нанести покрытие на сжатый торец и, срезая лишние наросты, придать ему аккуратный вид без видимых дефектов.

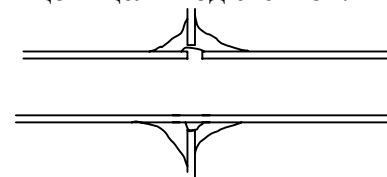


При такой заделке торца все механические нагрузки переносятся на материал трубки, а покрытие обеспечивает полную герметичность.

Самой неудобной и, подчас, бесплодной является попытка герметизации течи, возникшей на участке прохождения трубки внутри стенки.



Возможность герметизации такого дефекта, конечно, зависит от его величины. Как правило, напыление в область дефекта с одной стороны приводит к смещению течи на другую сторону стенки. Если нанести покрытие с противоположной стороны стенки, то течь может сместиться по периметру трубки, так как непосредственно под стенкой остается канал. Приходится наносить покрытие по всему периметру трубки с обеих сторон стенки, что не всегда доступно. Пожалуй, в такой ситуации надо сразу пробовать герметизировать свинцовым покрытием. По крайней мере, его легче срезать при необходимости и существует возможность заполнения свинцом щели под стенкой.



Но при возможности лучше, все-таки, вырезать мешающий участок стенки и обеспечить доступ непосредственно к дефекту.

### Соединение трубок.

Прочность покрытий, наносимых оборудованием ДИМЕТ, на разрыв составляет не более 10 кг/мм<sup>2</sup>. Вдобавок, величина относительного удлинения материала не превышает 2 %, то есть он довольно хрупкий и совсем не гнется. В то же время прочность материала покрытия на сжатие всегда выше, чем у аналогичного литого материала.

Такие свойства материала покрытий не позволяют использовать порошковое напыление вместо сварки. Только в некоторых случаях, для небольших ненагруженных деталей можно применить соединение напылением. А вот если прочность соединения обеспечена, то процесс напыления легко обеспечивает надежную герметизацию.

Случаи заделки течей в сварных соединениях ничем не отличаются от описанных выше.

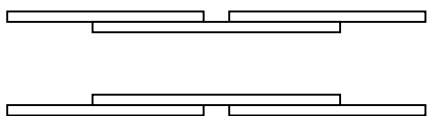
Что можно сделать, если сварка невозможна, например, при соединении медной и алюминиевой трубок ?

Сначала всегда надо обеспечить прочное механическое соединение. По крайней мере, стык не должен испытывать нагрузок на изгиб.

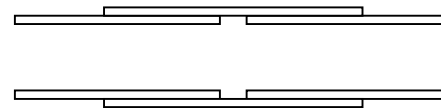
В зависимости от ситуации есть варианты прочно закрепить одну трубку внутри другой,



вставить соединяющую трубку внутрь,

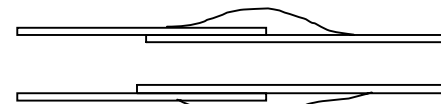


или надеть ее снаружи.

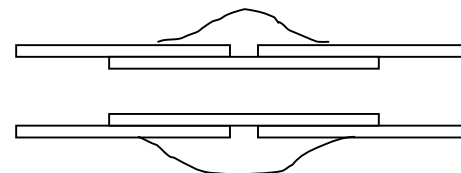


Если диаметры трубок недостаточно хорошо подходят для создания прочного соединения, то можно подогнать их размеры, нанеся покрытие нужной толщины на трубку меньшего диаметра. Только делать это желательно на достаточной длине трубки, чтобы достичь хорошей механической прочности соединения.

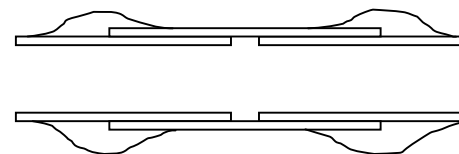
После соединения надо нанести покрытие на место стыка по всему периметру, срезать образовавшиеся наросты и напылить завершающий герметизирующий слой на пониженном температурном режиме.



В зависимости от способа соединения придется герметизировать одно место соединения



или два.

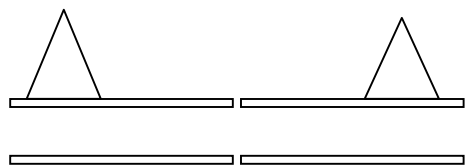


Естественно, по возможности лучше выбирать варианты с меньшим количеством обрабатываемых стыков. Но во всех случаях покрытие надо наносить на длине не менее 1 – 2 диаметров трубки в обе стороны от места стыка. Толщину покрытия желательно оставлять не менее 0,2 – 0,3

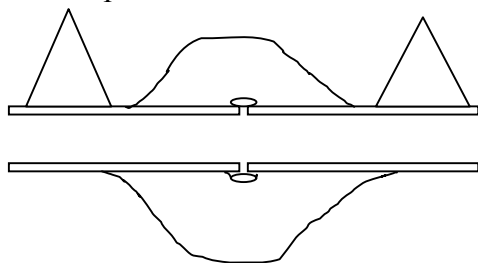
диаметра трубки. Такое покрытие обеспечит высокую прочность на сдвиг при приложении давления внутри трубки.

Всегда лучше обеспечить прочность соединения заранее и использовать покрытие только для герметизации.

Если нет возможности соединить трубки описанным выше способом, но можно обеспечить неподвижность места стыка, жестко закрепив концы трубок, то можно попробовать соединить их встык. То же относится к случаям, когда неподвижность места стыка уже обеспечена креплением трубок.



Следует сначала перекрыть зазор витком толстой проволоки и затем нанести покрытие на место стыка.



Срезание лишних наростов и нанесение финишного покрытия выполняется так же, как и в остальных случаях. Для надежности лучше не пожалеть времени и порошка и нанести покрытие потолще и на большую длину в обе стороны от места стыка, что добавит прочности соединению.

### Применение покрытий под пайку.

Не стоит и пытаться герметизировать отверстие, нанося медное покрытие составом С-01-01. Медь практически не осаждается под острыми углами, которые образуются в кратере, нарастающем вокруг отверстия.

Однако, если нанести тонкий слой медного покрытия вокруг отверстия, то с помощью прутка олова и мощного паяльника можно просто запаять течь. Герметизация обеспечивается надежно. Желательно только закрыть оловом всю поверхность нанесенной меди, так как коррозия алюминия на линии контакта с медью протекает очень интенсивно.

Пайкой можно иногда заделать течь в трубках, сильно изъеденных коррозией. За время нанесения тонкого слоя меди такая трубка не успевает разрушиться, но покрытие на ней получится не сплошное, и придется основательно повозиться с паяльником. Правда, для таких трубок герметичность все равно будет обеспечена только на короткое время, пока не появится течь в другом месте.

### Процедуры после ремонта.

При использовании напыления оборудованием ДИМЕТ для заделки отверстий и течей следует помнить, что большое количество порошка во время напыления влетает в заделываемое отверстие. Поэтому после окончания герметизации надо промыть или хотя бы продуть воздухом внутренний объем отремонтированного узла.

Если нет необходимости выставлять на обозрение нанесенное покрытие, то почему бы и не покрасить его под цвет всего отремонтированного узла? Это полезно, как для защиты покрытия от коррозионных процессов, так и для эстетического восприятия.