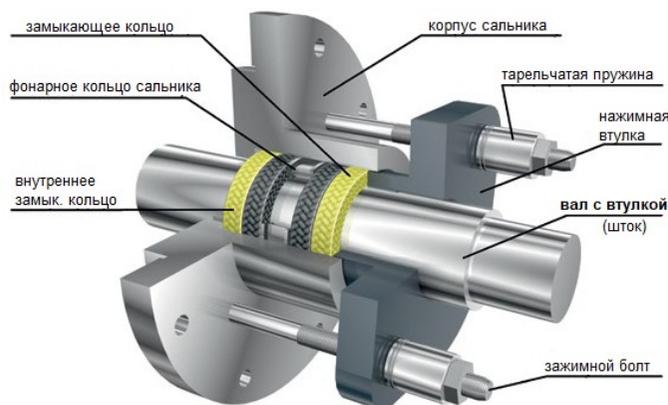


# ИНСТРУКЦИЯ ПО МОНТАЖУ НАБИВКИ

(Польская версия и English version on [www.sinograf.com](http://www.sinograf.com))

Сальниковые устройства с мягкой набивкой являются традиционным и основным способом уплотнения промышленных установок с вращательными движениями. Они характеризуются простотой строения, низкой стоимостью исполнения, лёгкостью сборки и разборки, а также минимальным риском аварии. Пользователи могут самостоятельно подбирать соответствующий уплотнительный материал в зависимости от давления, температуры и характера рабочих показателей. Несмотря на кажущуюся устарелость идеи, шнуровые уплотнения имеют значительные преимущества, т.к. устройства с протекающим сальником могут продолжать работу и в большинстве случаев использование такого уплотнения позволяет вовремя определить необходимость замены набивки, а сам процесс замены не занимает много времени. Набивка для замены либо находится в запасе на собственном складе, либо ее можно быстро найти и приобрести. Кроме того, благодаря использованию высокопрочных материалов на основе эластичного графита, ПТФЭ и арамида, значительно повысилась прочность набивок. Она сопоставима с прочностью механических уплотнений, но превосходит их в рентабельности. Прочность шнуровых уплотнений становится выше, так как в современных сальниках используются фонарные кольца, через которые в сальник подаётся промывочная жидкость, что снимает нагрузку с сальника и предотвращает абразивное воздействие твердых частиц. Еще более современные технологические решения предусматривают отвод потока жидкости со шламом, автономные системы жидкостных колец, смазывания, прополаскивания, охлаждения а иногда и подогрева сальника.



## 1. Вопросы безопасности

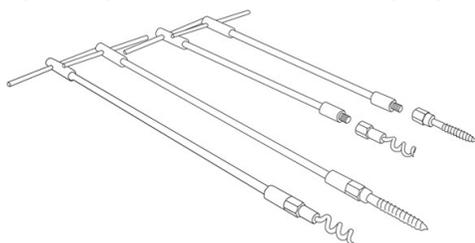
Набивки не имеют в своём составе компонентов, которые могли бы сказаться на здоровье человека или окружающей среде при правильном их использовании. Но при их установке всегда следует соблюдать правила безопасности. Перед началом установки следует выключить механизм, отключить от сети, закрыть клапаны, убедиться, что давление стравлено и задвижка остыла, убедиться, что все движущие механизмы остановлены. Если же установка работает с опасными компонентами, то система должна быть предварительно промыта, а оператор должен использовать соответствующие средства индивидуальной защиты.

При утилизации отходов и использованных элементов мягких уплотнений, нужно учесть, что полимерные материалы, такие как ПТФЭ, арамид, силиконы и большая часть эластомеров устойчивы к биодegradации и могут долго находиться в окружающей среде. Поэтому с отходами такого типа нужно поступать осторожно, после разборки их следует

утилизировать или отдать на переработку поставщику набивок. Ни в коем случае нельзя сжигать такие отходы (нагревать свыше 300 °С). Под воздействием высокой температуры могут выделять диоксины, фураны, соединения фтора и другие вредные газы. То же самое касается большинства, на первый взгляд, безопасных материалов на основе растительных волокон или расширенного графита, которые несмотря на то, что выполнены из безопасных, натуральных материалов обычно пропитаны различными импрегнатами, кроме того могут содержать опасные соединения из рабочей среды.

## 2. Извлечение использованной набивки

В процессе извлечения использованной набивки следует проявить осторожность, чтобы поцарапать и не повредить поверхность сальниковой камеры. Если замена производится в чистой и безопасной рабочей среде, то набивка с лёгкостью должна удалиться после отвинчивания болтов нажимной втулки при помощи давления внутри сальникового устройства. В противном случае, следует использовать специальные экстракторы -



приспособления для извлечения обработанной набивки из сальниковых камер с наконечником в виде штопора. Экстрактор вкручивают как минимум в двух противоположных местах старой набивки, чтобы избежать застревания, и равномерно вытягивают старые кольца набивки. При демонтаже, а также при установке нового комплекта колец рекомендуется использовать специальные наборы инструментов для замены набивки, что облегчает работу, минимизирует риск повреждения, экономит время и затраты. Следует проверить состояние штока и стенок сальниковой камеры на отсутствие износа, накипи или коррозии. На штоке также не должно быть зазубрин, царапин, их присутствие может привести к ускоренному износу набивки. В крайнем случае можно наварить и отшлифовать вал или поменять втулку. Современные сальниковые устройства содержат защитную втулку штока, которую можно заменить или неоднократно отшлифовать.

## 3. Проверка состояния сальника

Качество и состояние поверхности, работающей с набивкой, влияет на скорость изнашивания уплотнения. Сейчас редко встречается вал (шток) без втулки, поэтому под понятием «вал» понимается как вал, так и вал с втулкой. Требования к валу подобны требованиям к скользящим подшипникам — допускается незначительная шероховатость на уровне точной шлифовки Ra≤0,63. Шероховатость остальных элементов сопряжения с набивкой не имеет большого значения, допустима шероховатость поверхности на уровне точной обработки резанием Ra≤5. Чтобы избежать чрезмерного истирания вала, следует обеспечить подходящую твердость поверхности на уровне 60 HRC. Для набивок с низким коэффициентом трения, таких как на основе ПТФЭ, требования ниже, а для эластичного графита минимальная твердость вовсе не требуется, в то время как вал покрывается графитовой плёнкой, а трение с поверхности вала переходит на трение внутри графита подобно как в смазках. Однако, каждый тип набивки может впитывать абразивные частицы из потока жидкости и, таким образом, изнашивать вал.

Ширина зазора между валом и корпусом не должна превышать предполагаемых стандартов, или по крайней мере 0,5 мм. В особых устройствах, где этот показатель может быть превышен, можно использовать замыкающие кольца из набивки с высокой механической прочностью или набивки, усиленной по углам углеродными или арамидными волокнами. Биение вала должно быть стандартным и не может превышать 0,1 мм или 1/100 ширины набивки.

## 4. Основные принципы выбора набивки

Вопросы, связанные с выбором набивки для определённых условий работы можно разделить на две группы:

Первую составляют такие параметры, как: тип среды и уровень pH, температурный диапазон и соответствующий размер. Следует взять во внимание, что некоторые среды могут реагировать, а также частично растворять компоненты набивки. Эти критерии необходимо соблюдать, в противном случае уплотнение может разрушиться или быстро изнашиваться. Подбирая набивку относительно рабочей температуры, следует учесть, что допустимая рабочая температура не соответствует температуре среды. Сальник за счёт трения работает в более высокой температуре, в связи с чем стоит учесть запас на уровне 50 °С. При высоком давлении или высокой скорости оборотов учитываемая разница температур должна быть ещё большей.

Вторую группу составляют относительные параметры, такие как давление, линейная скорость и способ использования. Эта группа параметров классифицирует набивки, в первую очередь, по стойкости. Структура материала шнуровых уплотнений не разрушается под воздействием только одного из этих факторов,

т.к. лишь их комплексное воздействие приводит к износу. Поэтому, при оценке пригодности материала для уплотнения сальника, стоит воспользоваться коэффициентом динамической нагрузки —  $rV$ , являющегося произведением скорости и давления, которая может возникнуть в установке, не вызывая слишком быстрого износа. Высокий уровень  $rV$  является результатом высокой механической прочности набивки, хорошей теплопроводности и низкого коэффициента трения и указывает на скорость износа различных набивок в аналогичных эксплуатационных условиях.

Следующим критерием, который определяет выбор набивки, является способ её использования. В этом случае нужно принять во внимание условия работы устройства: высокая скорость вала в центробежных насосах, большая поверхность трения поршневых насосов, высокое давление в поршнях или большое радиальное напряжение в смесителях. Для большинства набивок определяются граничные эксплуатационные параметры для определённых условий работы, например, максимальное давление в центробежных насосах, при возвратно-поступательных движениях в клапанах и в статических условиях.



С условиями использования связаны санитарные требования. В пищевой, фармацевтической и косметической промышленности большинство установок должно соответствовать высоким требованиям к качеству, предъявляемому стандартами и директивами, в том числе Европейской Комиссии (ЕС) № 10/2011. Это касается санитарных норм для материалов, предназначенных для контакта с пищевыми продуктами. В таких случаях следует использовать материалы, которые были исследованы и получили Сертификат качества здоровья 10/2011. Можно руководствоваться свидетельствами PZH, FDA для американского рынка, однако эти критерии не до конца соответствуют нормам, установленным законодательством, действующим на территории ЕС.

## 5. Подготовка колец

Размер набивки должен быть подобран таким образом, чтобы после формирования кольца его можно было свободно ввести в зазор рабочего сальника и при этом не оставить слишком большой щели. Обычно производители оборудования указывают размер набивки и нужное её количество для производства замены. Также необходимый размер набивки легко определить, измерив зазор в сальнике либо измерив диаметр вала и диаметр внутренней части корпуса сальника. Половина разницы этих величин является размером зазора. Окончательный размер набивки должен предусматривать запасы на изгибы, 10-20% толщины, но эта величина во многом зависит от типа набивки и опыта монтера. Большинство набивок производится в размерах от 4x4 мм до 30x30 мм с добавлением 20%, что даёт значительные возможности подгонки размера, учитывая хорошую эластичность. Если возникают сомнения, следует выбрать меньший размер, т.к. значительно проще ликвидировать щели затягиванием сальника, нежели исправить монтажные повреждения плохо подобранных колец.

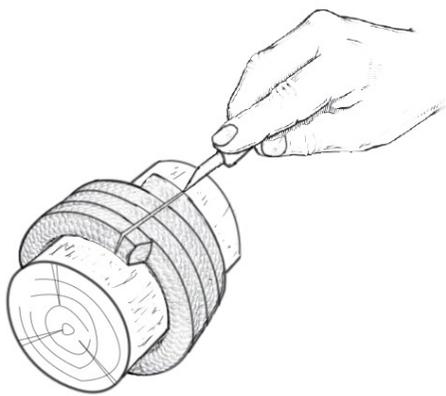
Для более точного подбора профиля кольца, набивку можно слегка раскатать (развальцевать) цилиндрическим инструментом, не повреждая его свойства, даже если профиль принимает слегка прямоугольную форму. Набивке на основе арамидных и углеродных волокон хорошо придать трапециевидную форму, это облегчает монтаж, а при помещении кольца в зазор профиль выравнивается. Это вызовет большее сжатие по окружности и устранит свободное пространство между уплотнительными кольцами из набивки и внутренней стороной

корпуса сальника и, что самое главное, снимет нагрузку с поверхности вала. Такая сборка снижает износ втулки, облегчает удерживание смазочной пленки на валу и, следовательно, продлевает срок службы уплотнения. Нарезку колец набивки можно произвести несколькими способами:

- путём обертывания набивки вокруг вала такого же диаметра, как рабочий
- используя устройство с ползунком и со шкалой
- путём нарезки отрезков на основе теоретических вычислений.

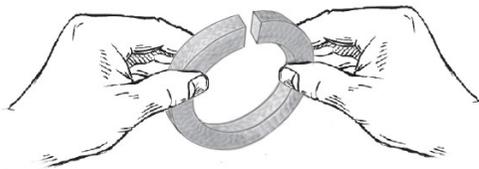
Последний метод наиболее трудный и ненадёжный, так как длина отрезка не обусловлена простой формулой, также следует учитывать коэффициент, связанный со сжатием набивки при сворачивании, который зависит от материала и структуры набивки.

Наиболее надёжный метод - это плотная, спиральная укладка набивки на трубу или вал, диаметр которого легко подобрать оборачивая его слоями картона либо другого эластичного материала. Вал для нарезки должен быть немного больше рабочего вала, так, чтобы кольца были немного больше рабочего вала, так, чтобы кольца были наискосок. Резка под углом 45° к оси вала увеличит герметичность соединения, что особенно важно в запорной арматуре. Нарезка колец под прямым углом после сворачивания не приводит к плотному соприкосновению краев. Чтобы этого избежать, в зависимости от структуры набивки и величины вала, края с двух сторон необходимо срезать под углом от 10° до 20° градусов по отношению к прямому углу.



Наиболее быстрым и эффективным методом подготовки отрезков является использование специального устройства с ползунком и шкалой. Устройство определяет длину отрезков, учитывает размер вала и размер набивки, показывает точное место нарезки с учетом скоса для получения герметичной стыковки. Нарезку колец необходимо производить острым ножом с безопасной рукояткой одним решительным движением. Чтобы обеспечить ровную резку и поддерживать эффективность лезвия, его следует периодически заточивать. Многие набивки состоят из твёрдых волокон или армированы металлической проволокой, некоторые из них выполнены из арамидных волокон, используемых также в баллистической ткани. Поэтому их резка достаточно трудная, а обычные инструменты быстро затупляются. В такой

ситуации идеальным решением является использование гильотины для резки набивки, которая позволяет с лёгкостью резать любой тип набивок, а одновременно отмерить нужную длину и соответствующий угол среза.



## 6. Установка колец

Из отрезка набивки следует сформировать кольцо, так, чтобы оба его конца состыковались и образовали плотный замок. В первую очередь необходимо ввести в камеру сальника соединение кольца, а затем осторожно поместить остальную часть. Нужно убедиться, что кольцо правильно осажено с помощью нажимной втулки или специального приспособления в виде рулона из мягкого материала. Появившееся устойчивое сопротивление подтверждает правильность посадки кольца. Замки (соприкосновения) отдельных колец всегда должны быть смещены на валу на определенный угол, чтобы распределить их равномерно по всему пространству и компенсировать слабые места набивки. Кольца должны быть расположены так, чтобы как можно плотнее прилегали к сальнику, оставляя небольшой зазор при контакте с валом. Таким образом происходит разгрузка вала на этапе запуска, что облегчает создание жидкой пленки и уменьшает трение на валу, предотвращая риск проворачивания комплекта колец вместе с валом. Окончательно набивка зажимается после запуска сальника.



## 7. Запуск и регулировка сальника

После установки колец в камере сальника следует поместить на место нажимную втулку и слегка затянуть болты. После наполнения сальника рабочей средой необходимо запустить насос. На первом этапе после ввода в эксплуатацию набивка должна допускать постоянную протечку перекачиваемой среды. В это время объем набивки увеличивается за счет её пропитывания рабочей жидкостью. В результате происходит самоуплотнение путем пропитки набивки средой, набивка постепенно заполняет зазор вокруг вала. Для правильной работы уплотнения на

начальном этапе монтажа протечка необходима, если она остановилась, следует ослабить сальник, чтобы протечка возобновилась. Спустя час необходимо постепенно и равномерно зажимать сальник. Каждые несколько минут необходимо затягивать болты сальника, постоянно поддерживая капание. Повторять операцию до тех пор, пока не будет достигнута утечка не менее 60 капель в минуту, при этом следует учитывать вид среды, давление, температуру, биение вала и вид используемой набивки. Температура сальника не может при этом ненатурально увеличиться (максимальное увеличение до 50 °C выше температуры среды), в противном случае следует остановить насос, отпустить нажимную втулку и повторить процесс запуска сальника заново.

Если сальник снабжен жидкостным кольцом (системой гидравлического затвора), системой охлаждения или смазки, что является все более распространенной практикой в насосах, работающих в загрязненной и опасной среде либо в режиме всасывания, нужно удалить все загрязнения в подводящем трубопроводе и проверить их проходимость. Комплект уплотнений должен содержать специальное фонарное кольцо, как правило, между 2 и 3 кольцами набивки, необходимое для того, чтобы обеспечить свободный поток из загрузочного отверстия в корпусе сальника. Давление затворной жидкости лишь немного превышает давление рабочей среды, и любая грязь может легко привести к закупорке каналов. Промывочное кольцо должно выдерживать определенное расстояние и проход канала между двумя частями уплотнительного комплекта, если оно не выполняет свою функцию или чрезмерно изношено, его необходимо заменить.

В течение всего срока эксплуатации набивки следует контролировать протечку среды - капание - и делать текущую регулировку. Особое внимание нужно обращать на изменения рабочих параметров насоса. Если давление упадет, капание может прекратиться, и температура набивки резко возрастет, что приведет к спеканию и повреждению набивки. Общий износ набивки за один жизненный цикл не должен превышать 50% её первоначальной высоты. Если износ больше, в таком случае использованная набивка должна быть заменена. Не рекомендуется добавлять новые кольца, чтобы продлить срок службы. Набивка, по сути наносит наибольший ущерб в последнем периоде эксплуатации, когда его структура разрушена и содержит много твёрдых частиц и шлама, уловленного из среды.

## 8. Установка набивки в клапане

В уплотнениях, используемых в промышленной арматуре, требования к герметичности сальника выше. В этом случае требуется практически полное устранение протечки, в то время как в насосах допускается контролируемая утечка. Подвижный элемент уплотнительного узла выполняет относительно медленное движение относительно оси и, учитывая небольшую силу трения, можно сильнее зажать сальник, что обеспечит максимальную герметичность. В то же время повышенное давление между штоком и корпусом сальника может привести к экструзии (выдавливанию) набивки через зазор. Поэтому, уплотнения, используемые в клапанах, должны иметь более компактную структуру или специальное металлическое армирование.

В энергетических установках давление пара может достигать 300 бар при температуре 650 °C. Настолько высокие рабочие параметры ограничивают диапазон используемых материалов до графито-металлических уплотнений, монтаж которых требует немного другой процедуры. Для того, чтобы правильно установить уплотнения нужно подготовить и разместить в сальниковой камере правильно обрезанное кольцо, как и в случае насосов, но надрезы под углом обеспечивают лучшую герметичность замков на кольцах. Зажать сальник до момента

появления ощущения заметного сопротивления, в то же время нужно одновременно открутить шток клапана так, чтобы определить возможность регуляции клапана. Графитовая набивка с начальной плотностью 1,1 г/см<sup>3</sup>, должно быть зажата до получения плотности 1,4 г/см<sup>3</sup>, для этого после заполнения камеры следует дожать сальник и сжать набивку до 70% от её начального объёма, возможно добавление 1 или 2 сальниковых колец и повторение процесса сжатия.

Статическое давление до 70% от первоначальной высоты уплотнения учитывает монтажный зазор 10%, возникающий за счёт разницы между размером набивки и фактическим размером зазора рабочего сальника, если зазор больше, статическое давление должно быть больше, например, при монтажном зазоре 20%, требуемое статическое давление увеличивается до 60%. Если сальник клапана оснащён тарельчатыми пружинами, нужное давление сальника достигается зажатием пружин. В качестве замыкающих колец стоит использовать композитную набивку, оплетённую металлической сеткой HTR или же набивку из углеродного волокна. После завершения установки набивки в клапане на технологической линии следует контролировать протечку, а по истечению суток эксплуатации дожать сальник даже в случае, когда протечка не возникает.

Часто используются готовые комплекты из сформированных колец на основе эластичного графита плотностью 1,4 - 1,6 г/см<sup>3</sup>. При этом нет необходимости предварительного сжатия уплотнения, а нужно лишь после установки комплекта колец дожать сальник с силой, указанной производителем клапана либо силой тарельчатых пружин. Графитовое уплотнение в клапане требует нажатия 60 - 120 Н/мм<sup>2</sup> и с лёгкостью можно рассчитать натяжение болтов, разделив это значение на площадь поперечного сечения горизонтального уплотнительного кольца.

Кольца из эластичного графита можно получить самостоятельно из графитовой ленты (лучше всего, если лента будет гофрированной), которую после накручивания на шток нужно сжать при помощи сальника до получения плотности 1,4 г/см<sup>3</sup>. Количество используемой ленты для одного кольца нужно подобрать так, чтобы кольцо получило квадратное поперечное сечение.

В случае уплотнения клапанов низкого давления, водогазовой арматуры, другого типа клапанов и санитарно-технического оборудования, везде, где выступают сложные условия эксплуатации, как энергетическая арматура, можно использовать несколько типов уплотнительных материалов. Многие производители набивки классифицируют набивки на насосные и арматурные, но следует отметить, что каждая насосная набивка может работать в напорной арматуре. Критерием подбора набивки является давление, температура и стойкость к определённым условиям среды. Уплотнения арматур низкого давления также работают без протечек, при этом уплотнительный комплект не требует предварительного сжатия, так как при использовании эластичного графита. Сальник нужно дожать так, чтобы полностью исключить протечку и по истечении некоторого времени повторно затянуть болты.

В арматуре всегда следует использовать гораздо большее давление на сальник, нежели в насосах, приблизительно 2-х, а то и 3-х кратное давление среды. Известно, что большая сила давления даёт лучшую герметичность без необходимости регулирования, но уплотнение в таких условиях быстрее изнашивается. Эти аспекты зависят от типа набивки и квалификации специалиста, производящего обслуживание. Опыт специалиста и знание специфики оборудования играют решающее значение в практике замены набивки и не сможет этого изменить даже самая подробная инструкция.