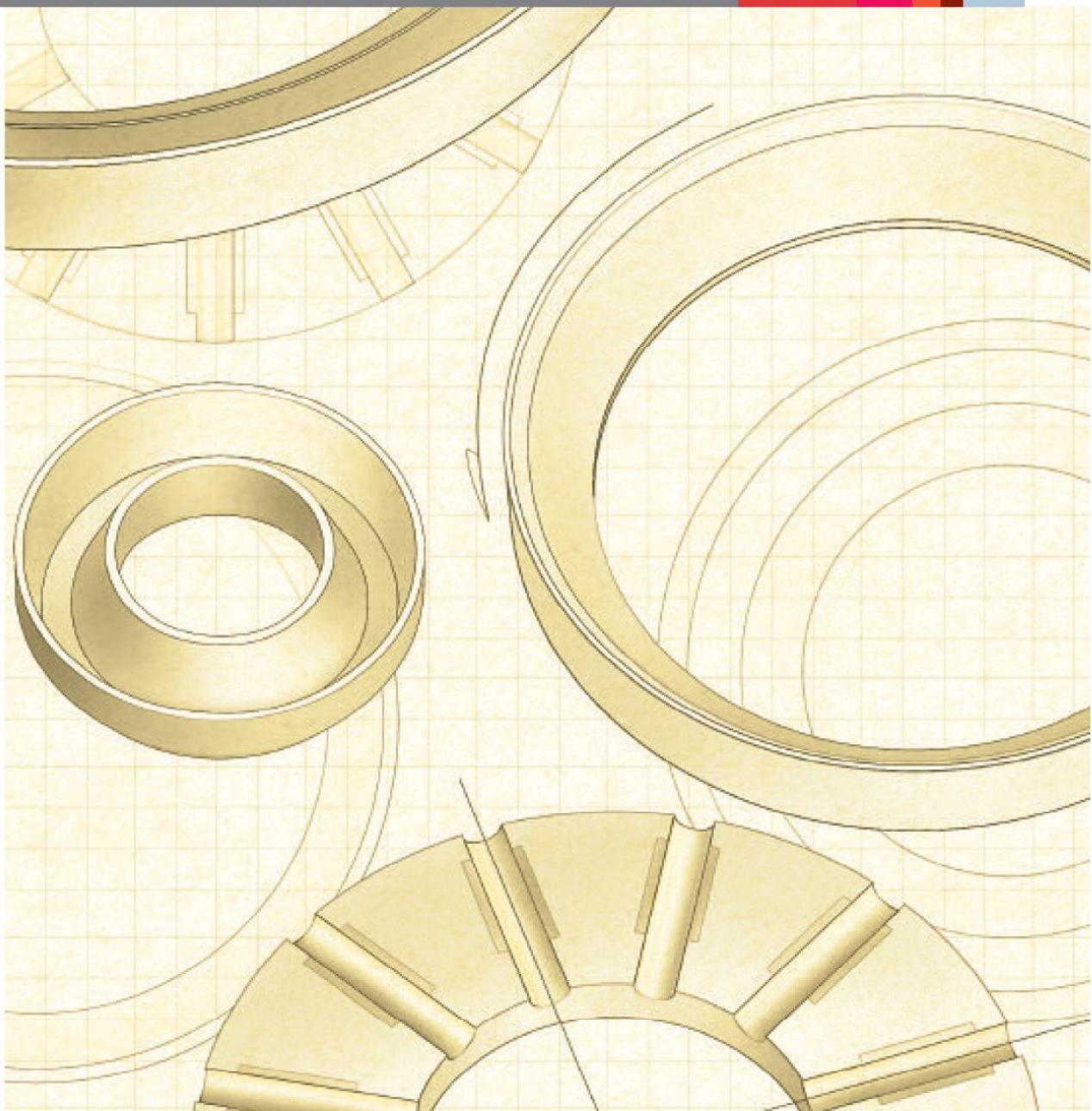


DuPont™ VESPEL® CR-6100:

РУКОВОДСТВО ПО УСТАНОВКЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
СТАЦИОНАРНЫХ РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ
ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ

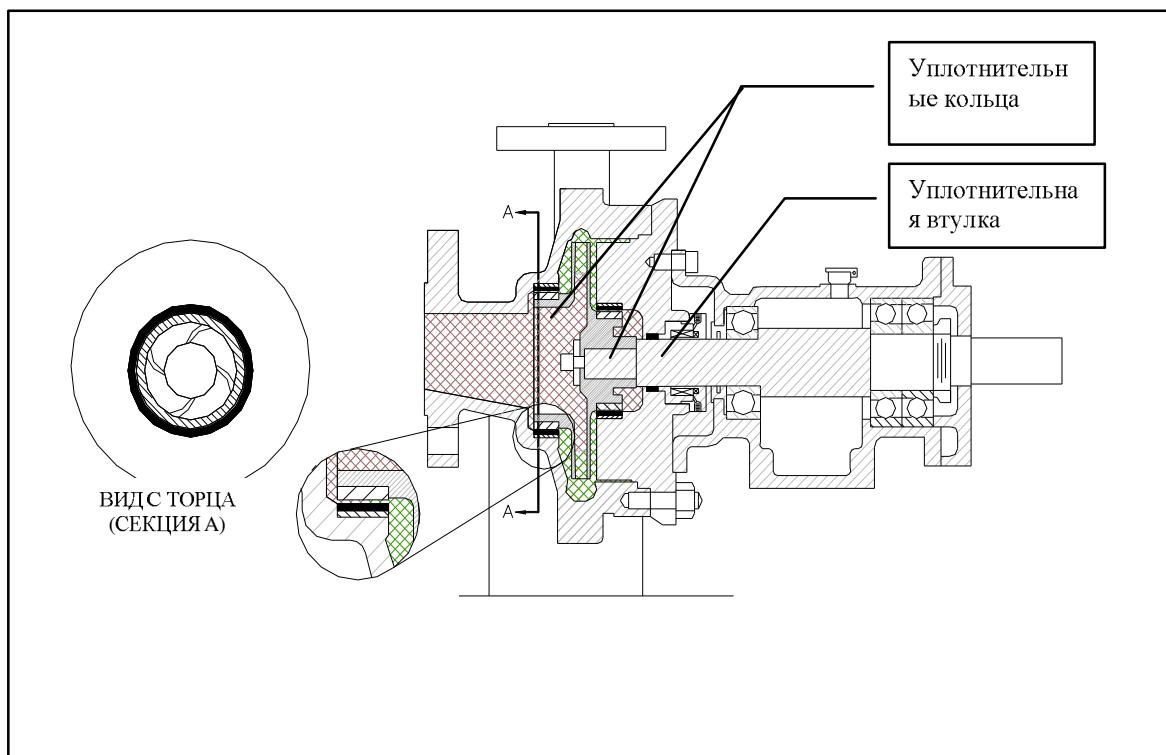


The miracles of science™

Общие сведения

Полиамид CR-6100 DuPont™ Vespel®, используемый для деталей и профилей - это композитный материал, состоящий из углеродных волокон, закрепленных в связующем веществе на основе фторуглеродных полимеров Teflon®. Vespel® CR-6100 используется с 1996 года в деталях насосов на нефтеперерабатывающих заводах, химических заводах, электростанциях и других предприятиях по обработке жидкостей. Он пришел на замену металлу и другим композитным материалам, использовавшимся в изготовлении уплотнительных колец на входе в колесо насоса, радиальных и осевых подшипников, следствием чего явилось улучшение эксплуатационных показателей. Vespel® CR-6100 обладает свойствами, уменьшающими риск заклинивания насосов и позволяющими сократить внутренние зазоры между вращающимися и неподвижными частями на 50% и более.

Композитные материалы стали активно применяться в промышленности для уменьшения вибрации в насосах, увеличения срока службы торцевых уплотнений и увеличения межремонтного пробега, снижения риска заклинивания насоса, увеличения эффективности насоса и снижения затрат на ремонт. В 9^{ом} издании API 610, последнем стандарте по центробежным насосам Американского института нефти, описывается использование композитных материалов для достижения этих целей.



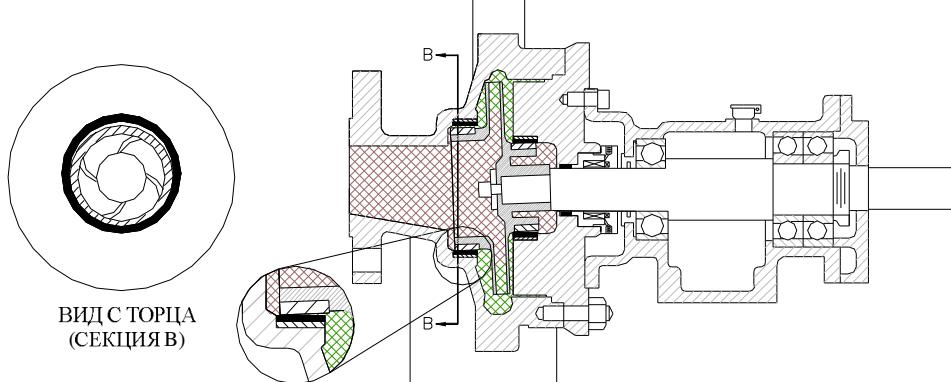
Функция уплотнительных колец

Уплотнительные кольца устанавливаются с малым радиальным зазором и используются для отделения вращающейся части насоса от неподвижной, а также секций высокого и низкого давлений. При отклонении вала в случае нерасчетного режима работы уплотнительные кольца соприкасаются. Традиционно уплотнительные кольца изготавливаются из металла, который подвержен истиранию и приводит к заеданию насоса при соприкосновении колец или работе всухую. Это является причиной резкой остановки насоса во время высокоэнергетического процесса. При использовании металлических уплотнительных колец увеличивают проектный зазор для предотвращения повреждения, что снижает производительность, негативно сказывается на условиях всасывания и приводит к увеличению общего уровня вибрации. Детали Vespel® CR-6100 могут устанавливаться с уменьшенными зазорами, не увеличивая риск заедания насоса и повышая его производительность.

Показатели эксплуатационной надежности и безопасности изнашивающихся частей Vespel® CR-6100

Vespel® CR-6100 снижает риск повреждения других деталей вследствие контакта с уплотнительным кольцом, который может возникать в результате механической неисправности, работы в нерасчетном режиме или всухую. При контакте металлических уплотнительных колец в результате чрезмерного трения выделяется тепло, материал истирается (приваривание от трения), в результате чего может произойти заклинивание насоса. Это может быть очень большая энергия, создающая опасную ситуацию, которая может привести к серьезному повреждению оборудования и, возможно, выбросу технологической жидкости в атмосферу. Уплотнительные кольца, в которых используется Vespel® CR-6100, снижают риск истирания материала и заклинивания насоса, сводят к минимуму последствия неисправности и риск повреждения дорогостоящих литых деталей, а также снижают затраты на ремонт.

Уплотнительные кольца, в которых используется Vespel® CR-6100, также снижают воздействие при работе всухую. Насосы защищены от заклинивания в случае потерь на всасывании, работы в нерасчетном режиме, на малой скорости и во время пуска. После устранения нештатного состояния насос часто может продолжать работу без снижения производительности и дальнейших повреждений. С другой стороны, насосы с металлическими уплотнительными кольцами в аналогичных условиях часто заклинивают, в них происходит истирание деталей, после чего требуется прекращать их эксплуатацию, разбирать и ремонтировать.



Последствия непредусмотренной работы

Непредусмотренная работа гидравлической системы и механические повреждения могут привести к отклонению вала и смещению врачающегося уплотнительного кольца от центра, в результате чего возникает соприкосновение стационарного и врачающегося уплотнительных колец. В этом случае металлические уплотнительные кольца могут заклинивать и приводить к неисправности насоса. При использовании Vespel® CR-6100 заклинивания не происходит и насос в этих условиях продолжает работу.

Преимущества в техническом обслуживании

При использовании Vespel® CR-6100 благодаря простоте их установки специалисты по ремонту насосов затрачивают на ремонт меньше времени. При этом увеличивается срок службы оборудования и уменьшаются рабочие издержки, связанные с длительным ремонтом оборудования. Время на ремонт снижается, поскольку детали можно быстро изготавливать и устанавливать. Vespel® CR-6100 можно механически запрессовывать в детали с тонкими радиальными стенками 1/8 дюйма (3.175 мм) и до 10 дюймов в диаметре (125.4 см), что позволяет использовать их практически во всех конфигурациях насосов. Свойства Vespel® CR-6100 позволяют обрабатывать его на высокой скорости и с большей скоростью подачи при использовании стандартного оборудования. При этом не требуется проводить термическую обработку или наварку твердым сплавом, в отличие от некоторых металлических материалов. Кроме того, в Vespel® CR-6100 используется более простой набор компонентов, что обеспечивает универсальную химическую совместимость и возможность взаимодействия с любым другим материалом, использующимся для изготовления уплотнительных колец.

Превосходные качества Vespel® CR-6100 для уплотнительных деталей центробежных насосов

Vespel® CR-6100 обладает отличным сочетанием свойств, которые позволяют производить стандартизацию материала для широкого спектра процессов обслуживания благодаря низкому коэффициенту теплового расширения, температуростойкости, практически универсальной химической совместимости, великолепным характеристикам для обработки, высокой ударопрочности, низкому коэффициенту трения и высокому PV (нагрузка-скорость) фактору. Низкий коэффициент теплового расширения, низкий коэффициент трения, износостойкость и высокий PV фактор обеспечивают отличную производительность при работе всухую. Vespel® CR-6100 легко обрабатывать, поскольку его высокая ударопрочность предотвращает повреждение во время установки и таких условий работы насоса, как чрезмерная кавитация, неисправность подшипника или высокий уровень вибраций.

Преимущества уменьшенных зазоров

Если вероятность заклинивания насоса мала, можно уменьшить зазоры между уплотнительными кольцами. При уменьшении зазоров уплотнительных колец увеличивается надежность насоса и его эксплуатационные качества. В таблице А приведены примерные зазоры для деталей, изготовленных из Vespel® CR-6100, по сравнению со стандартными зазорами API.

Уменьшенные зазоры повышают надежность насоса потому что уплотнительные кольца работают как гидродинамические подшипники в насосе (феномен известный как эффект Ломакина). Радиальная сила уплотнительных колец есть функция дифференциального давления, скорости, свойств технологической жидкости и обратно пропорциональная величине зазора. Следовательно, уменьшение зазоров увеличивает гидравлическую радиальную силу ротора. Во многих типах насосов эта дополнительная гидравлическая сила будет снижать общую вибрацию насоса, снижать отклонения вала и продлевать время эксплуатации насоса.

Уменьшение зазоров снижает рециркуляцию внутри насоса, что сохраняет эквивалентную производительность насоса при меньших затратах мощности, увеличивая таким образом эффективность насоса. При использовании деталей из Vespel® CR 6100 на больших насосах или

для большого парка оборудования потребление энергии сокращается, приводя к значительной экономии в течение года. С другой стороны, уменьшение зазоров может привести к увеличению мощности существующего оборудования.

Два насоса для откачки готового продукта ограничивали производительность алкиратора нефтеперерабатывающего завода. Первый насос недавно был реконструирован, однако требовалась большая производительность. Второй насос был реконструирован с использованием деталей из Vespel® CR-6100 с уменьшенными зазорами. После запуска второго насоса его производительность по сравнению с первым насосом возросла на 7%, что позволило достичь запланированных показателей.

При уменьшенном зазоре эффективный положительный напор, требуемый на всасывании для работы насоса (NPSHR) для каждого насоса также уменьшается на 60.96-91.44 см (2-3 фута), обеспечивая запас, необходимый для работы в жестких условиях.

Таблица А: Примерные зазоры для деталей, изготовленных из Vespel® CR-6100, по сравнению со стандартными зазорами API.

Диаметр отверстия (мм)	Vespel® CR-6100, зазор (мм)	Минимальный зазор по стандартам API (мм)
101.6-127.0	0,187	0,381
127.0-152.4	0,203	0,4381
152.4-177.8	0,2286	0,4572
177.8-203.2	0,254	0,4826
203.2-228.6	0,2794	0,508

Руководство по эксплуатации

Vespel® CR-6100 - отличный материал для уплотнительных колец насосов, уплотнительных втулок, осевых и радиальных подшипников.

Ограничения использования

Vespel® CR-6100 можно использовать при температурах до 288 °C (500 F). Низкий коэффициент теплового расширения деталей в плоскости X Y из Vespel® CR-6100 обеспечивает малые зазоры во всем диапазоне температур. (на рис. 1 изображена плоскость XY и направление Z) Обратите внимание, что прессовую посадку и осевой зазор необходимо рассчитывать, принимая во внимание температуру.

Лучшая производительность достигается при работе с неабразивными средами. Детали из Vespel® CR-6100 успешно использовались в процессах с низкой концентрацией твердых частиц, однако производительность может быть непостоянной вследствие многих переменных, которые могут вызвать преждевременный износ. Отложения на внутренних стенах трубопроводов и другой мусор в низких концентрациях обычно проблем не представляют. Пользователи должны полагаться на свой опыт и использовать продукт соответственно.



Таблица В: Детали насосов, которые можно изготавливать из Vespel® CR-6100.

Тип насосов	Детали Vespel® CR-6100
Свешивающиеся и вертикальные рядные (насосы API)	Стационарные* уплотнительные кольца и уплотнительные втулки.
Одноступенчатые	Стационарные уплотнительные кольца и уплотнительные втулки
Многоступенчатые горизонтальные	Стационарные уплотнительные кольца, уплотнительные втулки, уплотнительные втулки перетока между ступенями
Вертикальные	Стационарные уплотнительные кольца, уплотнительные втулки, уплотнительные втулки перетока между ступенями, радиальные и осевые подшипники

* Стационарные уплотнительные кольца Vespel® CR-6100 необходимо запрессовывать в наружное металлическое кольцо.

Уплотнительные кольца

Vespel® CR-6100 используется в стационарных уплотнительных кольцах во многих типах центробежных насосов (рис. 2). В насосах, работающих в

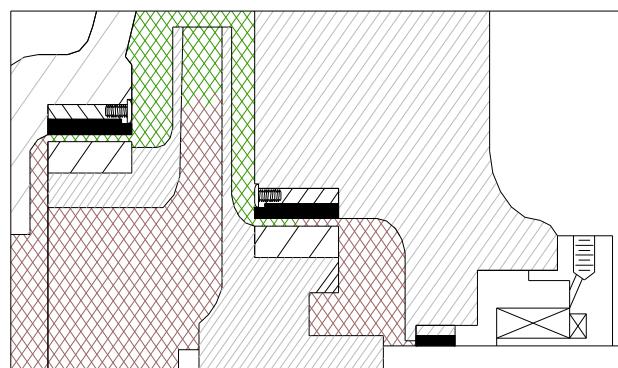


Рис. 2. Установка уплотнительных колец и осевых втулок Vespel® CR-6100 в обычном насосе консольного типа.

неабразивных средах при температурах до 288 °C (500 F), Vespel® CR-6100 может использоваться для уменьшения зазора между уплотнительными кольцами, обеспечивая повышенную надежность и увеличивать производительность насоса. Vespel® CR-6100 может также использоваться для процессов, связанных с работой в нерасчетном режиме, путем сведения к минимуму риска заеданий насосов по причине заклинивания металлических уплотнительных колец и продолжения эксплуатации насоса после кратковременной работы всухую.

Радиальные уплотнительные втулки

Для контроля состояния жидкости в месте торцевого уплотнения обычно требуется уплотнительная втулка с малым зазором, установленная заподлицо. Малый зазор создает барьер, изолирующий торцевое уплотнение от технологической жидкой среды. Уплотнительные втулки Vespel® CR-6100 могут использоваться вместо специально изготовленных подпружиненных втулок из углерода для применения в условиях малого зазора. Втулки Vespel® CR-6100 дешевле, проще в установке и более долговечны, чем специальные углеродные втулки. Устанавливаемая с малым зазором втулка Vespel® CR-6100 увеличивает производительность многих типов насосов, используемых в промышленности.

Детали для вертикальных насосов

Vespel® CR-6100 может использоваться в осевых подшипниках вертикальных насосов, уплотнительных колец и радиальных уплотнительных втулок (рис. 3). Обычно эти детали изготавливаются из резины, бронзы, углерода и других материалов, которые могут быть заменены на Vespel® CR-6100. При работе с легким углеводородом, конденсатом и во время других процессов с ограниченным количеством смазки Vespel® CR-6100 значительно увеличивает надежность насоса.

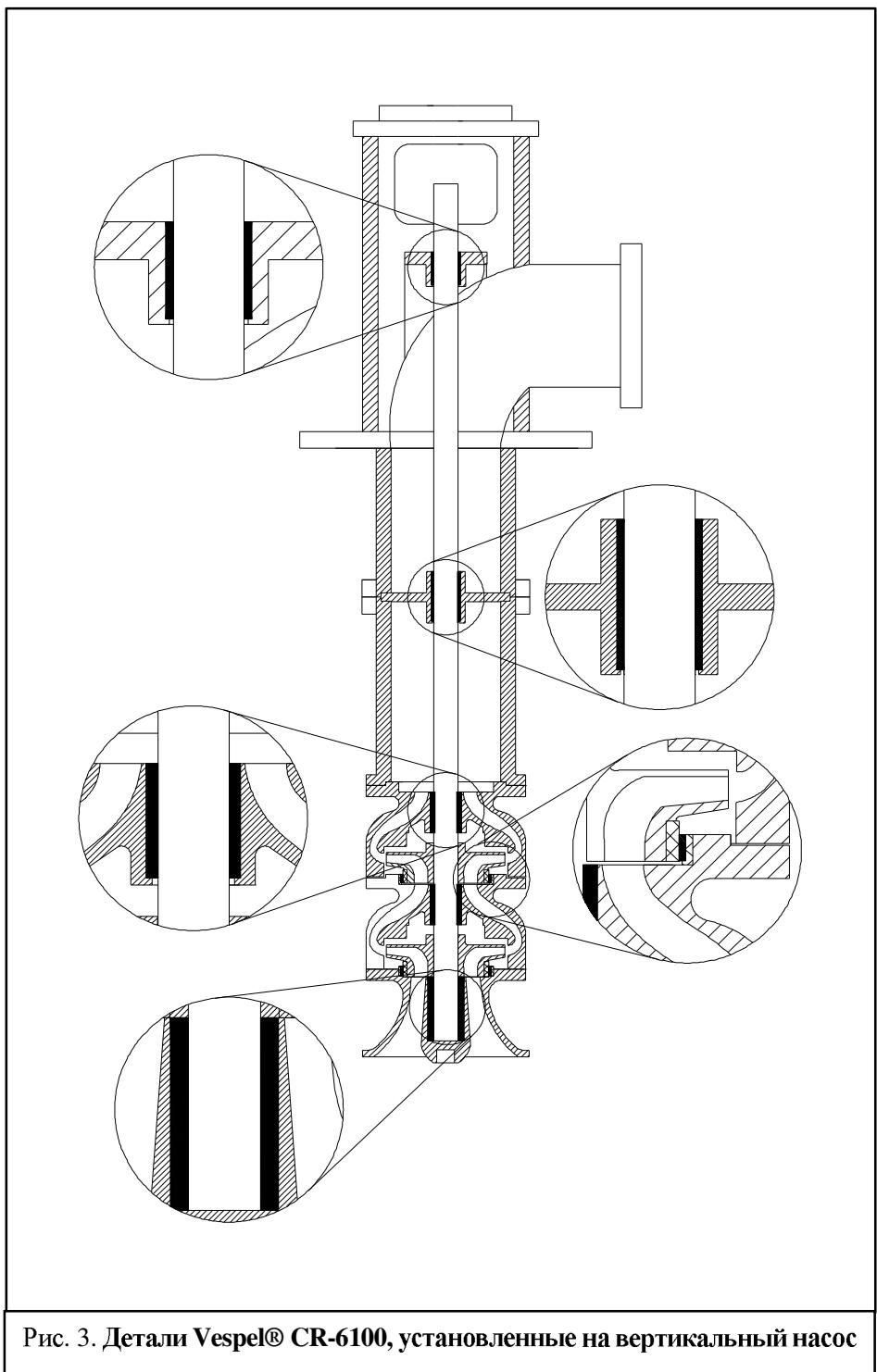


Рис. 3. Детали Vespel® CR-6100, установленные на вертикальный насос

Руководство по установке

Детали Vespel® CR-6100 для насосов легко обрабатывать и устанавливать. Детали устанавливаются в металлические кольца, выточенные на станке, или непосредственно в корпус насоса, в зависимости от того, какой способ является более простым и экономичным. Vespel® CR-6100 можно устанавливать в детали с тонкими радиальными стенками (Приложение А, таблица 5). Поэтому конечные пользователи часто понимают, что установка "вкладыша-кольца" из Vespel® CR-6100 внутрь металлического уплотнительного кольца является наиболее простым способом. Независимо от способа установки Vespel® CR-6100 (кольцо-вкладыш или цельная деталь) необходимо рассчитать правильную прессовую посадку (наружный диаметр кольца из Vespel® должен быть больше внутреннего диаметра металлического кольца в который кольцо Vespel® запрессовывается), рассчитать правильный зазор и учитывать осевой зазор для осевого увеличения.



Шаг 1. Из Таблицы 1 или Таблицы 2 выберите прессовую посадку

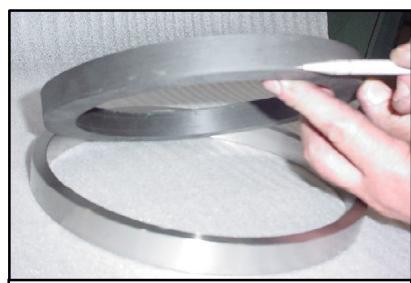
Поскольку коэффициент теплового расширения металлов в плоскости X Y (в плоскости от внешнего диаметра уплотнительного кольца к внутреннему) выше, чем у полиамида Vespel® CR-6100, значение прессовой посадки при комнатной температуре будет отличаться от значения прессовой посадки при рабочих температурах. Для расчета величины прессовой посадки необходимо использовать максимальную рабочую температуру жидкости и максимальный диаметр детали.

- Приложение А, Таблица 1 (углеродистая сталь): значения посадок для температурного диапазона при установке Vespel® CR-6100 в насосы из углеродистой стали (или из другого металла с аналогичным коэффициентом теплового расширения).
- Приложение А, Таблица 2 (нержавеющая сталь): значения посадок для температурного диапазона при установке Vespel® CR-6100 в детали из нержавеющей стали серии 300 (или из другого металла с аналогичным коэффициентом теплового расширения).

Примечание: Как правило, в деталях с поперечным сечением менее 0,250 дюйма (6.35 мм) внутренний диаметр кольца уменьшается в пропорции 1:1 к значению прессовой посадки (например, если прессовая посадка составляет 0,015 дюйма (0.381 мм), внутренний диаметр кольца уменьшится на 0,015 дюйма (0.381 мм) после запрессовки).

Шаг 2. Из Таблицы 3 выберите значение рабочего зазора

В Таблице 3 Приложения А приведены рекомендуемые значения рабочего зазора, рассчитанные на основе диаметра детали. В отличие от материалов с высокими коэффициентами теплового расширения зазор, использующийся при установке Vespel® CR-6100, остается постоянным при любой температуре внутри рабочего диапазона. Это объясняется тем, что при увеличении температуры нагрузка на Vespel® кольцо снижается, а внутренний диаметр увеличивается с таким же КТР, с каким расширяется материал отверстия, в которое запрессовывается кольцо. Поправку на температуру нужно делать только в том случае, если рабочее колесо и кожух насоса изготовлены из разных материалов (это учитывается всегда, вне зависимости от материала уплотнительного кольца). Необходимо просто определить внутренний диаметр детали Vespel® CR-6100 и выбрать из таблицы соответствующий зазор.



Направляющий штифт или фаска

Примечание. При возможности после запрессовки рекомендуется выполнить окончательную обработку внутреннего диаметра кольца Vespel® CR-6100 на станке для того, чтобы отшлифовать поверхность и сделать отверстие коцентрическим.

Шаг 3. Определите величину осевого зазора

Vespel® CR-6100 имеет в своей основе направляющие углеродные волокна, обеспечивающие низкий коэффициент расширения в плоскости X-Y. В направлении оси Z КРТ достаточно высок (схож с КРТ резины), поэтому рекомендуется устанавливать детали с соответствующим осевым зазором. В таблице 4 Приложения А приведены значения осевых зазоров на мм осевой длины детали для рабочих температур до 288 °C (500 °F).

Шаг 4. Запрессуйте деталь в отверстие

Установите деталь Vespel® CR-6100 с помощью гидравлического или оправочного пресса. Перед запрессовкой убедитесь, что отверстие в металле, в которое запрессовывается уплотнительное кольцо Vespel® CR-6100 имеет фаску и все острые края удалены.

Примечание 1: Детали Vespel® CR-6100 можно запрессовывать с помощью мягкого молотка с резиновым набалдашником (альтернативный способ или установка детали на месте).

Примечание 2: Запрещается запрессовывать короткие втулки Vespel® CR-6100 непосредственно в днище длинного прямого цилиндрического отверстия, например, уплотнительной камеры. Для этой цели рекомендуется использовать уравнительные или металлические держатели.

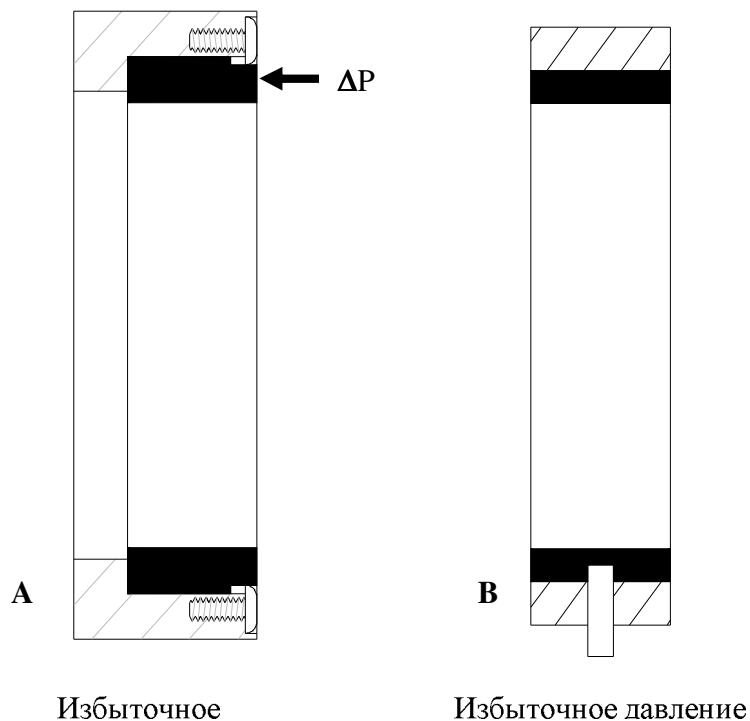
Шаг 5: Блокировка

Опыт установки на местах показывает, что при использовании рекомендуемой прессовой посадки дополнительные устройства для механической фиксации уплотнительных колец Vespel® CR-6100 не требуются. Однако в соответствии со стандартом API 610 рекомендуется закреплять уплотнительные кольца с помощью стопорных штифтов, шпонкой с резьбой, фланцевых и винтовых соединений.

Для соответствия стандартам API 610 по механической фиксации штифты, винты и фланцы можно устанавливать в металлические части, в которые запрессован Vespel® CR-6100. В соединениях с отбортовкой (насосы консольного типа) можно использовать крепежные винты, штифты и установочные винты с цилиндрическим концом. При использовании крепежных винтов с зубцами, отфрезерованных перед окончательной запрессовкой, обеспечивается расширение по оси z в одном направлении в головках винтов (рис. 7, A). Можно также использовать штифты короче длины просверленных отверстий. Другие методы можно использовать в том случае, если они обеспечивают расширение по оси z. Информацию о требуемых зазорах по оси z см. в Таблице 4 Приложения А.

Деталь Vespel® CR-6100 должна прижиматься к фланцу посредством избыточного давления (рис. 7, A). При отсутствии избыточного давления для фиксации можно использовать радиальные штифты (рис. 7, B).

Рис. 7. Блокировка



Обычно минимальная толщина фланца в 0,12 дюймов (3.048 мм) обеспечивается для предотвращения смещения неподвижного износного кольца по оси вследствие избыточного давления. Радиальная толщина стенки держателя, как правило, составляет минимум 0,125 дюйма (3.175 мм). Если насос обладает уникальными характеристиками и планируется эксплуатация при очень высоком избыточном давлении (> 1.73 Мпа на ступень), необходимо провести дополнительные расчеты. Обращайтесь к представителям компании Дюпон, Веспел® отдел для технической поддержки.

Приложение А: детали VESPEL® CR-6100 для насосов

Рекомендуемые для установки прессовые допуска

Таблица 1. Кожух/верхняя часть из углеродистой стали КРТ = $11,7 \times 10^{-6}$ мм/мм/°C

Диаметр отверстия (мм)	Рабочая температура насоса (°C)									
	Окружающая	40	65	90	120	150	175	200	230	260
	Рекомендуемая посадка при установке (мм)									
0,03–25,4	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13
25,5–50,8	0,13	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,20
50,9–76,2	0,18	0,19	0,20	0,22	0,23	0,25	0,26	0,28	0,29	0,31
76,3–101,6	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38
101,7–127,0	0,25	0,27	0,30	0,32	0,35	0,38	0,40	0,43	0,46	0,49
127,1–152,4	0,30	0,32	0,36	0,39	0,42	0,46	0,49	0,52	0,55	0,59
152,5–177,8	0,36	0,38	0,42	0,46	0,50	0,53	0,57	0,61	0,65	0,69
177,9–203,2	0,41	0,43	0,48	0,52	0,57	0,61	0,66	0,70	0,75	0,79
203,3–228,6	0,46	0,49	0,54	0,59	0,64	0,69	0,74	0,79	0,84	0,89
228,7–254,0	0,51	0,54	0,60	0,66	0,71	0,77	0,83	0,88	0,94	1,00
254,1–279,4	0,56	0,58	0,66	0,71	0,79	0,84	0,91	0,97	1,04	1,09
279,5–304,8	0,61	0,66	0,71	0,79	0,86	0,91	0,99	1,07	1,14	1,19

Таблица 2. Кожух/верхняя часть из нержавеющей стали серии 300 КРТ = $17,3 \times 10^{-6}$ мм/мм/°C

Диаметр отверстия (мм)	Рабочая температура насоса (°C)									
	Окружающая	40	65	90	120	150	175	200	230	260
	Рекомендуемая посадка при установке (мм)									
0,03–25,4	0,10	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14
25,5–50,8	0,13	0,14	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24	0,25
50,9–76,2	0,18	0,19	0,22	0,24	0,27	0,29	0,32	0,34	0,37	0,39
76,3–101,6	0,20	0,22	0,26	0,29	0,33	0,36	0,40	0,43	0,47	0,50
101,7–127,0	0,25	0,28	0,33	0,37	0,41	0,46	0,50	0,55	0,59	0,64
127,1–152,4	0,30	0,34	0,39	0,45	0,50	0,56	0,61	0,66	0,72	0,77
152,5–177,8	0,36	0,39	0,46	0,52	0,59	0,65	0,72	0,78	0,84	0,91
177,9–203,2	0,41	0,45	0,53	0,60	0,67	0,75	0,82	0,90	0,97	1,05
203,3–228,6	0,46	0,51	0,59	0,68	0,76	0,84	0,93	1,01	1,10	1,18
228,7–254,0	0,51	0,56	0,66	0,75	0,85	0,94	1,03	1,13	1,22	1,32
254,1–279,4	0,56	0,61	0,74	0,84	0,94	1,04	1,14	1,24	1,35	1,45
279,5–304,8	0,61	0,69	0,79	0,91	1,02	1,14	1,24	1,37	1,47	1,60

Таблица 3. Рекомендуемые значения рабочего зазора

Диаметр отверстия (мм)	Диаметральный зазор (мм)
0,03–25,4	0,10
25,5–50,8	0,10
50,9–76,2	0,13
76,3–101,6	0,15
101,7–127,0	0,18
127,1–152,4	0,20
152,5–177,8	0,23
177,9–203,2	0,25
203,3–228,6	0,28
228,7–254,0	0,30
254,1–279,4	0,33
279,5–304,8	0,36

Таблица 4. Осевой зазор

Температура процесса (°C)	Осьное увеличение при температуре на дюйм (при температуре процесса 20°C)
-50	-0,508
0	-0,3048
50	-0,0762
100	0,1524
150	0,381
200	0,6096
250	0,8382
300	1,0668
350	1,3716
400	1,7018
450	2,3368
500	2,9972

Таблица 5. Минимальная толщина стенки

Диаметр отверстия (мм)	Минимальная толщина стенки (мм)
00,0–50,8	1,57
50,9–101,6	2,21
101,7–254	3,18
254,1–304,8	3,18

Примечание. Толщину стенки в 1,6 мм можно обеспечить для всех размеров, если выточить отверстие по размеру после прессовой посадки в кожух насоса или сборки с металлической кольцевой прокладкой.

Ниже следующая информация предоставляется бесплатно и основана на технических данных, которые компания DuPont считает достоверными. Информация предназначена для использования лицами, обладающими техническими навыками, по их собственному усмотрению и под личной ответственностью. Данная информация соответствует накопленным на настоящий момент знаниям в данной области. Она предлагается исключительно для предоставления возможных предложений для экспериментирования. Тем не менее, использование настоящей информации не исключает проведение проверки, которая может потребоваться для определения пригодности изделий для определенных целей. Ниже перечисленные данные соответствуют стандартным свойствам продукта, тем не менее, их не следует использовать для установки допустимых пределов или в качестве исходных данных для проектирования. Эта информация подлежит изменению, поскольку становятся доступны новые знания и опыт. Поскольку невозможно предугадать все отклонения в реальных условиях эксплуатации, компания DuPont не гарантирует и не несет никакой ответственности в связи с использованием этой информации. Никакая информация, содержащаяся в данной публикации, не должна рассматриваться как лицензия на работу или рекомендация по нарушению патентного права.

Предупреждение. Не используйте изделие в медицинских целях, включая постоянную имплантацию в человеческое тело. Для получения информации о других медицинских применениях см. Предупреждение о медицинском применении DuPont - H-50102-2.

DuPont Oval Logo, DuPont™, The Miracles of Science™, Vespel ® и Teflon® являются торговыми знаками или зарегистрированными торговыми знаками компании DuPont или ее отделений.

© E.I. du Pont de Nemours and Company, 2004. Все права защищены.