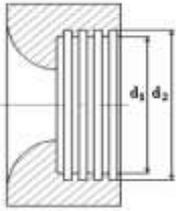
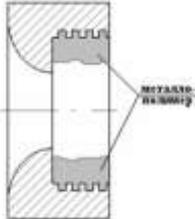


**Восстановление внутренних цилиндрических поверхностей**  
(уплотняющие кольца рабочих колес насосов)



Посадочный диаметр  $d$  о стал больше требуемого номинального диаметра  $d_{ном}$ , при износе образовалась эллипсность поверхности.

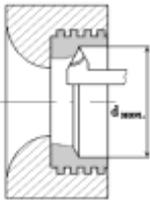


Подготовка поверхности перед нанесением металлополимера:

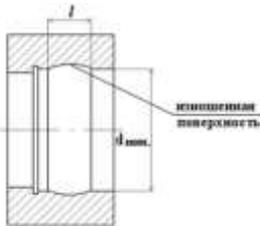
- проточка изношенной поверхности до диаметра:  $d_1 = d_0 + (1,5 \dots 2,0)$  мм
- проточка канавок или резьбы:  $d_2 = d_1 + (1,0 \dots 1,5)$  мм

Нанесение металлополимера

Проточка посадочной поверхности до номинального диаметра  $d_{ном}$ .

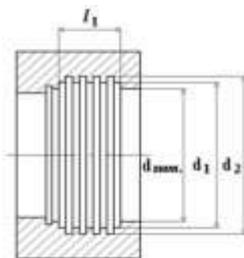


**Восстановление внутренней цилиндрической поверхности с сохранением прилегающих участков номинального размера**



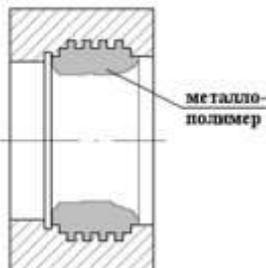
Корпус подшипника

Износ посадочного места под подшипник: по ширине подшипника  $l$ .  
Прилегающая поверхность сохранила номинальный размер  $d_{ном}$

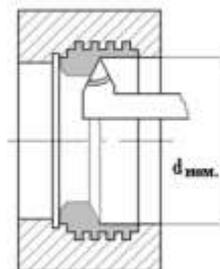


Подготовка поверхности:

- проточка изношенной поверхности до диаметра  $d_1 = d_{ном} + (1,5 \dots 2,0)$  мм на ширину  $l_1 = l + (10 \dots 15)$  мм
- проточка канавок или резьбы:  $d_2 = d_1 + (1,0 \dots 1,5)$  мм

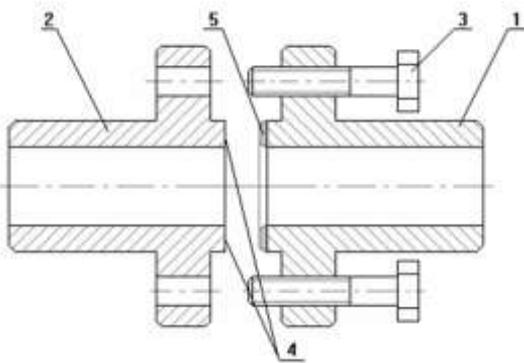


Нанесенный слой  
металлополимера



Проточка посадочного места до номинального диаметра  $d_{ном}$

### Восстановление герметичности фланцевого соединения Восстановление одного из фланцев стыка

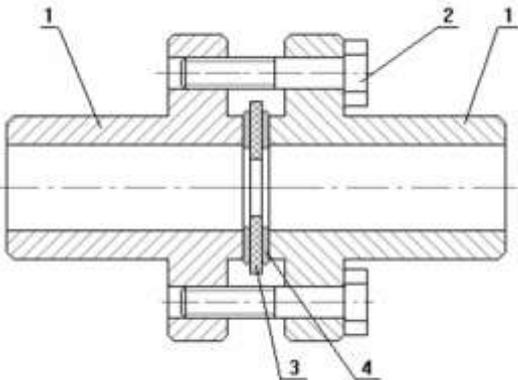


1 - восстанавливаемый фланец; 2 - фланец, не подлежащий ремонту; 3 - болты; 4 - разделительный состав; 5 - металлополимер

- Подготовить поверхность ремонтируемого фланца в соответствии с общими рекомендациями.
- Поверхность неповрежденного фланца смазать разделительным составом (ЦИАТИМ, солидол, масло и т.п.).
- На поверхность восстанавливаемого фланца нанести металлополимер.
- Соединить оба фланца и затянуть болты.
- Удалить излишки выдавленного металлополимера.
- После отверждения металлополимера фланцы разъединить,

убрать и зачистить потеки.

### Восстановление обеих сопрягаемых поверхностей фланцевого соединения



1 - восстанавливаемые фланцы; 2 - болты; 3 - разделительная плита; 4 - металлополимер.

Восстановление - ремонт производится аналогично описанной выше схеме, при этом для нанесения металлополимера подготавливают поверхности обоих фланцев. Сопрягают фланцы через дополнительную плиту, смазанную разделительным составом.

При восстановлении фланцевого соединения с помощью металлополимера устраняются не только механические повреждения сопрягаемых поверхностей, но и несоосность

стыка.

### Восстановление с помощью металлополимеров посадочных мест под подшипники методом вклейки

Сущность этого метода заключается в том, что процесс восстановления посадочного места совмещается со сборочной операцией узла подшипника. В результате чего образуется неподвижное соединение подшипника и вала (корпуса подшипника), во много раз превосходящее по своим прочностным характеристикам рекомендуемые в таких случаях посадки с натягом, что более надежно предохраняет кольца подшипника от проворота, исключая появление износа и обеспечивая более надежную работу узла. При этом вклейка, в отличие от посадки с натягом, не приводит к появлению напряжений и деформаций колец подшипника, что также способствует более комфортной его работе.

Для разборки восстановленного таким способом подшипникового узла необходимо нагреть образовавшийся в месте вклейки слой металлополимера до температуры свыше 300°C или выжечь его, например, с помощью газовой горелки.

Основные этапы процесса восстановления посадочных мест с помощью вклейки.

#### 1. Восстановление посадочных мест с незначительным (до 0,25-0,3 мм по диаметру), равномерным износом (без предварительной механической обработки восстанавливаемой поверхности).

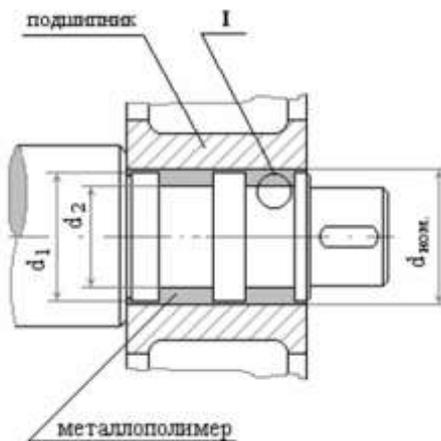
1. Подготовить восстанавливаемую поверхность в соответствии с общими рекомендациями (очистить от грязи, масла и т.п., придать шероховатость наждачно бумагой, обезжирить).
2. Протереть и обезжирить посадочную поверхность подшипника.
3. Провести контрольную сборку: подшипник должен устанавливаться на посадочное место достаточно легко, без значительных усилий.

4. Защитить сепаратор подшипника липкой лентой или изоляцией от возможного попадания в него металлополимера при вклейке.
5. Подготовить необходимую дозу металлополимера.
6. Нанести на посадочное место вала (корпуса) необходимый слой или слои металлополимера, тщательно смачивая восстанавливаемую поверхность.
7. Промазать, буквально смачивая, тонким слоем металлополимера посадочное место подшипника.
8. Установить подшипник на вал (в корпус), тщательно поджимая его к ограничительным буртам, втулкам, стопорным кольцам.
9. Удалить выдавленные излишки металлополимера, очистить ацетоном незащищенные места на валу (в корпусе) при случайном попадании на них металлополимера, снять защиту с сепаратора.
10. После полимеризации металлополимера узел готов к дальнейшей эксплуатации.

**Примечание:**

При указанных величинах износа центрирование подшипника относительно вала (корпуса) в процессе вклейки обеспечивается как частицами наполнителя металлополимера, попадающими в зазор, так и дополнительными способами, например: предварительным кернением восстанавливаемой поверхности (обычно достаточно накернить поверхность являющуюся опорной при вклейке), центрированием относительно других деталей и т.д.

**2. Восстановление посадочных мест с незначительным (до 0,1- 0,15 мм по диаметру) износом.**



При восстановлении вклейкой посадочных мест валов (корпусов) с величиной износа меньше 0,1-0,15 мм по диаметру (величина зазора соизмерима с размером частиц наполнителя) необходимо произвести предварительную расточку посадочного места на величину 0,5-1,0 мм, с нарезанием «рваной резьбы» или канавок. Для обеспечения при вклейке центрирования подшипника расточку ведут с оставлением поясков по краям посадочного места и по его длине (общая ширина поясков не должна превышать 50 % всей поверхности склейки) – смотри рисунок 1.

Рис. 1. Восстановление с помощью металлополимеров посадочного места на валу методом вклейки подшипника:  $d_{\text{ном.}} - d_1 = 0,1 - 0,15 \text{ мм}$ ;  $d_1 - d_2 = 0,5 - 1,0 \text{ мм}$ ; I – места нарезания «рваной резьбы» или кольцевых канавок.

Остальные этапы восстановления аналогичны операциям по пункту I .

**3. Восстановление посадочных мест со значительным (свыше 0,5-1,0 мм по диаметру) и неравномерным износом.**

При восстановлении методом вклейки посадочных мест со значительным и неравномерным износом особое значение имеют вопросы центрирования и обеспечения соосности подшипника и вала (корпуса подшипника). Эти проблемы могут быть решены следующими способами.

1. На изношенной поверхности вдоль образующих линий устанавливаются металлические прокладки различной толщины (примерно на 0,05-0,08 мм тоньше износа в этом месте) в виде узких металлических полосок, превосходящих по длине место износа. Свободные концы этих полос закрепляются липкой лентой, нитью и т.п. рядом с местом вклейки (желательно на участке вала с меньшим диаметром). Производится контрольная установка подшипника (подшипник должен устанавливаться на посадочное место достаточно легко, без значительных усилий). После этого на место износа наносится металлополимер (места под прокладками также промазываются). Устанавливается подшипник. После полимеризации металлополимера вступающие концы прокладок срезаются.
2. На места износа по диаметру с помощью сварки наносятся небольшие точечные (для избежания перегрева вала) напльвы в виде колец. После этого производится их проточка до номинального посадочного диаметра подшипника. Производится контрольная установка подшипника. После этого вклейка производится по описанным выше схемам.
3. На изношенных поверхностях производится проточка для установки двух или более

центрирующих колец. Кольца (разрезные) закрепляются в подготовленных канавках сваркой или клеем с помощью металлополимера. Установленные кольца протачиваются до посадочного номинального диаметра подшипника. Далее клеевая работа производится по описанным выше схемам.

Могут быть использованы и другие способы центрирования подшипника в процессе восстановления посадочного места методом клеевой работы с помощью металлополимеров

**Внимание!** При восстановлении клеевой работой посадочных мест под подшипники перед нанесением металлополимера необходимо защитить имеющиеся масляные каналы липкой лентой, скотчем.

Восстановление с помощью металлополимеров посадочных мест со шпоночными пазами на валах (под полумуфты, рабочие колеса насосов, зубчатые колеса и т.п.)

Восстановление изношенных посадочных мест со шпоночными пазами на валах производится по следующей схеме (смотри также схему ремонта валов).

*1. Проточка посадочного места до диаметра  $d_1$ :*

$$d_1 = d_{\text{ном.}} - (1,5-2,0) \text{ мм,}$$

где  $d_{\text{ном.}}$  – номинальный диаметр, до которого восстанавливается участок вала.

Проточка производится с нарезанием «рваной резьбы» или кольцевых канавок. Кроме того, по краям посадочного места оставляются центрирующие пояски с диаметром близким к номиналу (в этих местах обработка не производится) – для удобства нанесения металлополимера и защиты слоя металлополимера от ударов при дальнейшем монтаже узла.

*2. Нанесение на ремонтируемый участок металлополимера.*

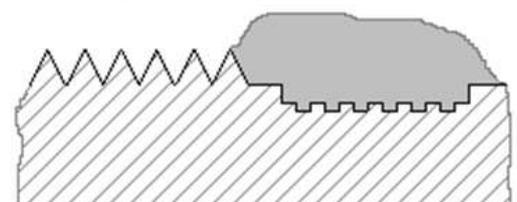
*1-ый способ.* В шпоночный паз вставляется шпонка для защиты от попадания в него металлополимера. Сразу после нанесения металлополимера, не дожидаясь его полимеризации, шпонка удаляется. (Шпонку можно не вставлять в паз, но после нанесения металлополимера его необходимо прочистить.) После отверждения металлополимера производится токарная обработка посадочного места до номинального диаметра. Для окончательного восстановления шпоночного паза и устранения возможных сколов металлополимера, возникающих при ударах резца во время обработки паза, а также для повышения надежности работы шпоночного соединения производится клеевая работа шпонки в шпоночный паз с помощью металлополимера. После этого необходимо тщательно удалить выдавленные при склейке излишки металлополимера.

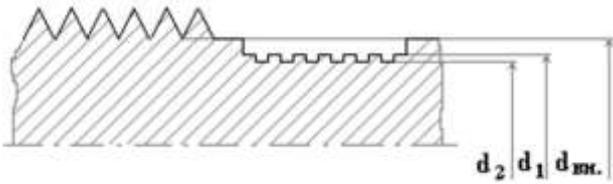
*2-ой способ.* Металлополимер наносится не только на подготовленную проточенную поверхность, но и полностью заделывается шпоночный паз. После отверждения металлополимера и проточки посадочного места до номинального диаметра фрезеруется новый шпоночный паз, смещенный на  $90^\circ$  или  $180^\circ$  относительно старого паза.

**Восстановление участка резьбы на валу**



**Вал с участком разрушенной резьбы**





Подготовка поверхности:

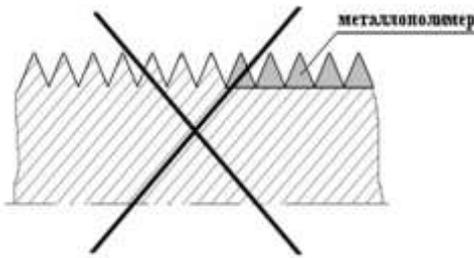
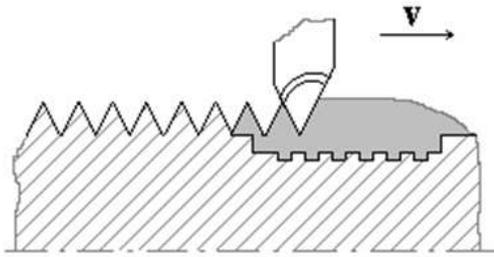
- проточка участка с разрушенной резьбой до диаметра:

$$d_1 = d_{\text{вн.}} - (1,5 \dots 2,0) \text{ мм}$$

- проточка канавок или резьбы до диаметра:  
 $d_2 = d_1 - (1,0 \dots 1,5) \text{ мм}$

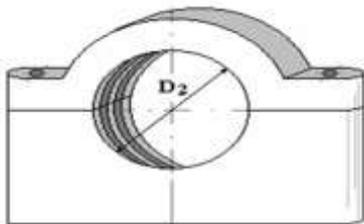
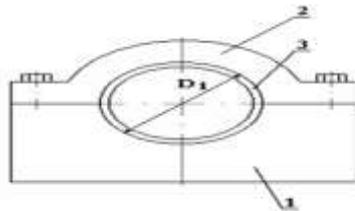
Нанесенный металлополимер

Нарезание резьбы: резец ведется, начиная с участка с сохранившейся резьбой.



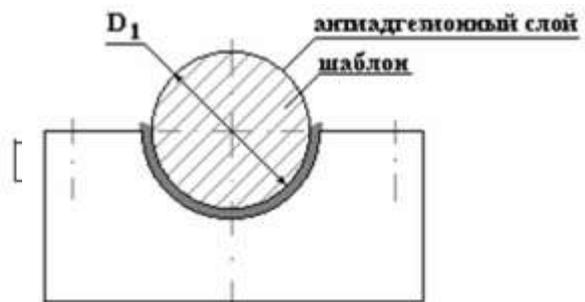
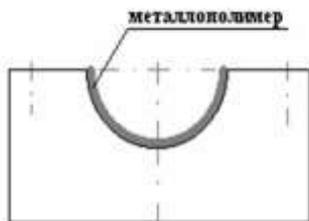
Не рекомендуемая схема восстановления: зубья резьбы из металлополимера удерживаются на валу только основанием и не составляют между собой единого целого, как в вышеописанной схеме.

**Схема восстановления деталей с помощью шаблона (ремонт опор под коренные подшипники блока цилиндров)**



а) Опора под коренные подшипники: 1 - «постель»; 2 - крышка; 3 - вкладыши. Недопустимый износ номинального посадочного диаметра  $D_1$ , под вкладыши.

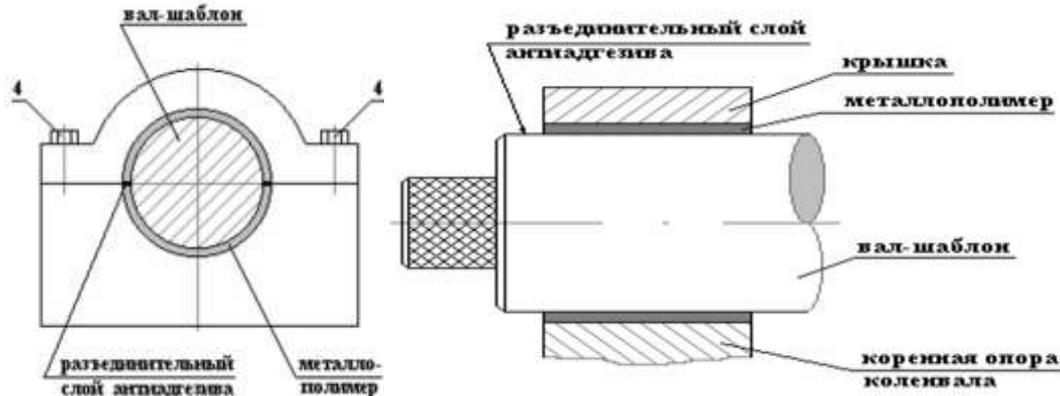
б) Расточка опор (в сборе) до диаметра  $D_2 = D_1 + (1,5 \dots 2,0) \text{ мм}$  и нарезание резьбы или канавок  $D_3 = D_2 + (1,0 \dots 1,5) \text{ мм}$



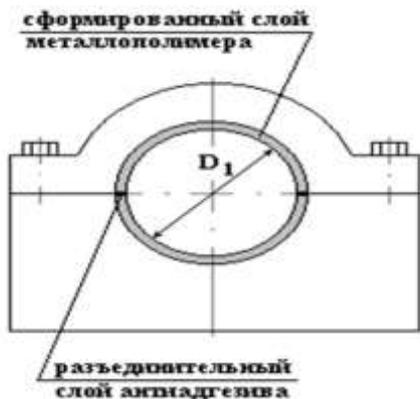
в) Подготовленные поверхности крышки и «постели» обезжириваются и на них наносится слой металлополимера (с гарантированным запасом по толщине  $d$  не менее, чем  $D_2 - D_1$ )

г) Предварительная формовка неотвержденного слоя металлополимера на «постелях» (обычно 5 или 7 штук) блока цилиндров с помощью вала-шаблона с номинальным диаметром  $D_1$ , предварительно покрытым тонким слоем антиадгезива (солидол, масло, ЦИАТИМ и т.п.).

**Внимание:** Поверхность вала-шаблона должна быть как можно более гладкой, отшлифованной. Кроме того, необходимо следить за тем, чтобы выдавленные излишки металлополимера не попадали на сопрягаемые поверхности «постели» и крышки. Сопрягаемые поверхности и края слоев металлополимера на крышке и «постели» защитить от слипания антиадгезивом (пластилин, ЦИАТИМ и т.п.)



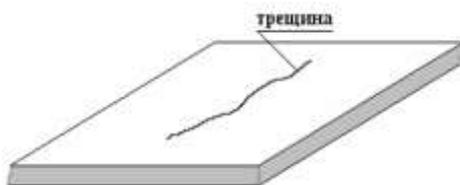
д) Окончательная формовка неотвержденного слоя металлополимера на «постелях» и крышках опор. Болты (4) затягиваются максимально сильно, обеспечивая плотное прилегание крышек и «постелей». Вал-шаблон центрируется либо по крайним, неизношенным сальниковым «постелям», либо иным способом



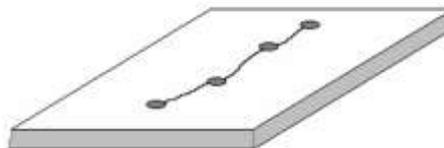
е) Разборка (после отверждения металлополимера - 24 часа):

- болты (4) ослабляются;
- вал-шаблон слегка сдвигается с места резким ударом в торцевую часть;
- снимаются крышки опор;
- убирается вал-шаблон;
- убирается напильником облой и очищаются масляные каналы;
- производится сборка и контрольный замер полученного диаметра  $D_1$ .

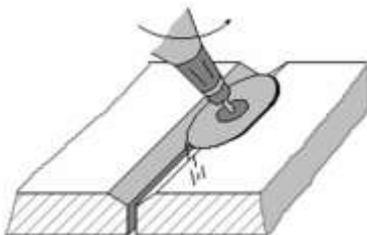
### Заделка трещин, протечек сварных и клёпанных швов в резервуарах, баках и т.п. с помощью металлополимеров

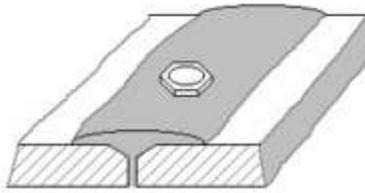


а) Исходная трещина (дефектный шов)



б) Сверление отверстий на концах трещины и по ее длине (через 30 ...40 мм), нарезание в них резьбы для вклейки укрепляющих чопов. При заделке швов сверление отверстий можно не производить





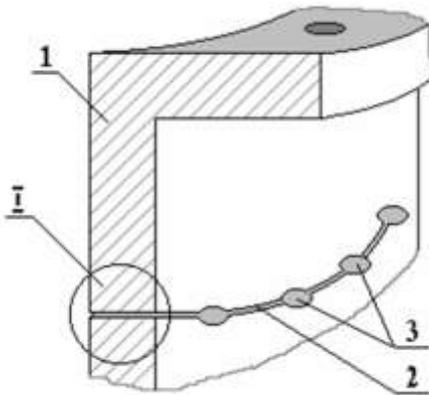
в) Разделка краев трещины и зачистка прилегающей поверхности (40 ... 50 мм по периметру). При заделке швов зачищается только прилегающая поверхность.



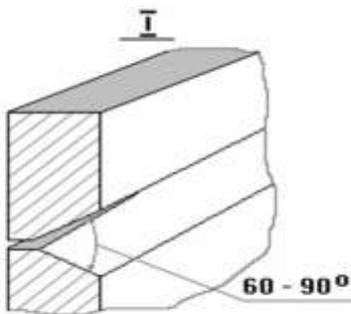
г) Вклейка с помощью металлополимера резьбовых чопов и заделка подготовленной трещины (шва) металлополимером.

д) Нанесение поверх трещины (шва) и на прилегающую поверхность слоя металлополимера, армированного стеклотканью

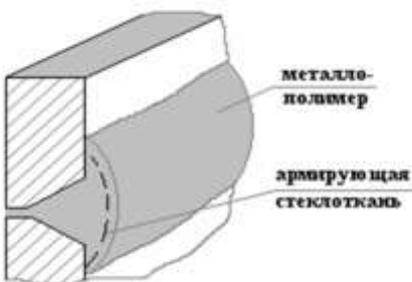
### Заделка трещин в корпусных деталях



а) 1 - корпус детали; 2 - сквозная трещина; 3 - просверленные по длине (через 30 - 40 мм) и на концах трещины отверстия с нарезанной в них резьбой.

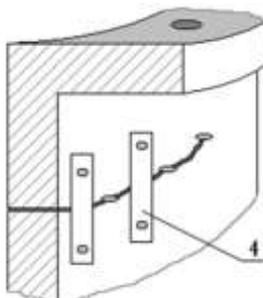


б) трещина, разделанная для нанесения металлополимера; прилегающая поверхность (30 ... 40 мм) зачищена до металлического блеска и обезжирена.



в) заделка трещины:  
- в отверстия вклеены с применением металлополимера резьбовые чопы;

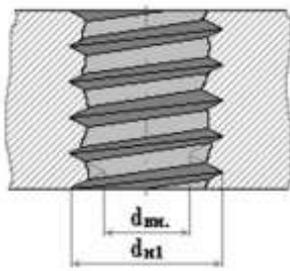
- поверх трещины и на прилегающую поверхность наносится слой металлополимера, упрочненный стеклотканью, предохраняющей от растрескивания при вибрации.



г) при больших нагрузках рекомендуется дополнительно устанавливать металлические скобки (4), препятствующие раскрытию трещины.

## Схема восстановления резьбовых соединений

### I. Способ. Получение разъемного соединения.

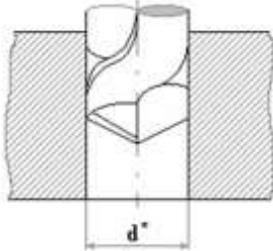


#### а) Сорванная резьба

Профиль резьбы неполный или вообще отсутствует:

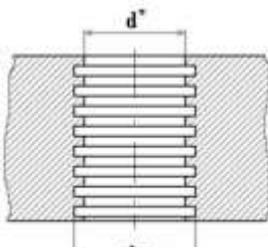
$d_{вн.}$  - внутренний диаметр при полной резьбе;

$d_{н1}$  - наружный диаметр при полной резьбе.



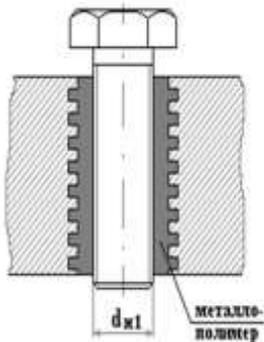
#### б) Рассверливание резьбы до диаметра:

$d^* = d_{н1} + (1,5 \dots 2,0) \text{ мм.}$



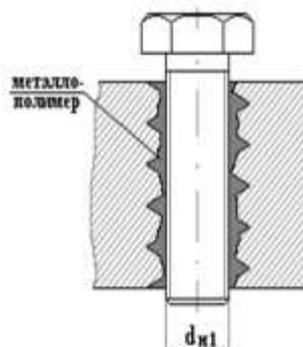
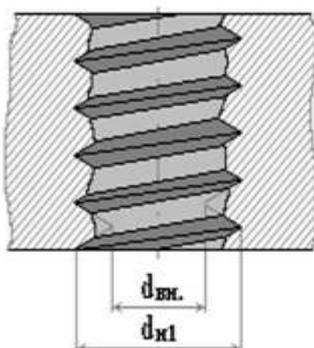
#### в) Нарезание резьбы или канавок:

$d_{н2} = d^* + (1,0 \dots 1,5) \text{ мм}$

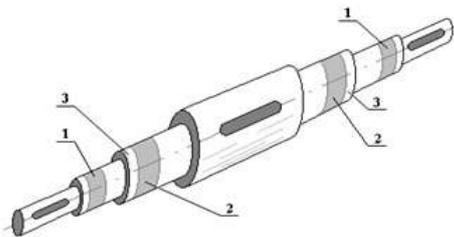


г) Формирование резьбы болтом, смазанным тонким слоем антиадгезива (солидол, ЦИАТИМ, масло и т.п.)

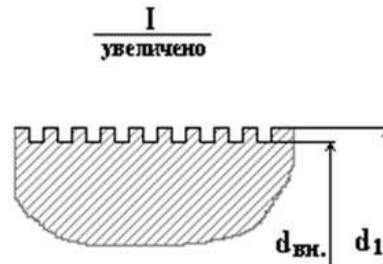
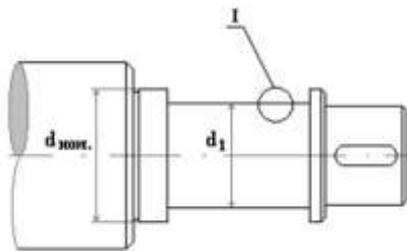
### II. Способ. Применяется при получении неразъемного соединения и герметизации резьбового соединения (устранение протечек из-за трещин в корпусе, выходящих к резьбовому соединению)



## Схема ремонта валов Восстанавливаемые участки на валах



- 1 - Изношенные посадочные места под подшипники;
- 2 - Участки с поврежденной резьбой;
- 3 - Незащищенные участки, подверженные коррозионному износу.



а) Проточка ремонтируемых поверхностей до диаметра  $d_1$  :

$$d_1 = d_{\text{ном.}} - (1,5 \dots 2,0) \text{ мм,}$$

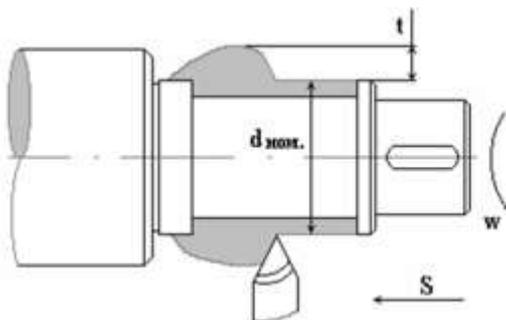
где  $d_{\text{ном.}}$  - номинальный диаметр, до которого восстанавливается участок вала.

На участке вала с диаметром  $d_1$  нарезается резьба или протачиваются канавки:

$$d_{\text{вн.}} = d_1 - (1,0 \dots 1,5) \text{ мм.}$$



б) Нанесение металлополимера на ремонтируемые участки.

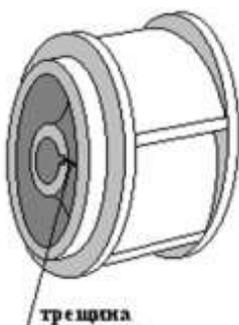


в) Проточка восстанавливаемого участка до номинального диаметра  $d_{\text{ном}}$

Рекомендуемые режимы при механической обработке:

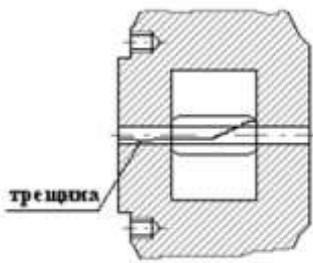
- скорость резания  $V_p = 60 \dots 120$  м/мин;
- глубина резания  $t$ , не более  $0,5 \dots 1,0$  мм;
- подача  $S$ , не более  $0,1 \dots 0,2$  мм/об

## Схема ремонта рабочего колеса насоса (трещина в ступице) при помощи вклейки бандажного кольца



а) Рабочее колесо насоса (материал колеса - чугун).

Сквозная трещина, проходящая через шпоночный паз и замыкающаяся на  $2/3$  длины ступицы.

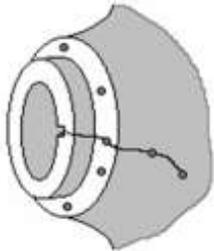


б) Ступица рабочего колеса с проточкой для вклейки бандажного кольца и резьбовыми отверстиями дополнительного крепления бандажного кольца болтами (для повышения надежности конструкции).

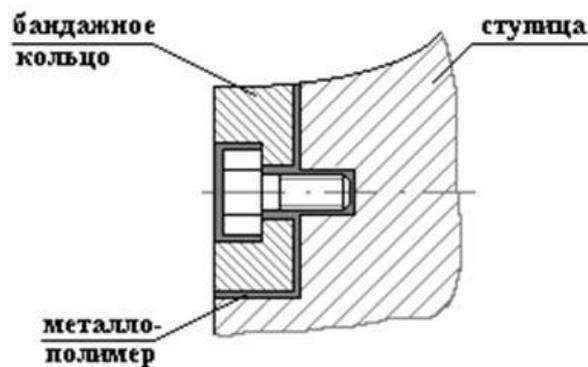
При традиционной схеме ремонта (запрессовка бандажного кольца) возникают проблемы:

- по обеспечению точности расточки ступицы (для получения натяга) из-за больших габаритов колеса и его неравномерного износа;
- внесение дополнительных напряжений, что может негативно сказаться на

развитии трещин



в) По длине трещины и на ее концах в ступице рассверлены отверстия и в них нарезана резьба для вклейки с помощью металлополимера резьбовых чопов, предотвращающих дальнейшее развитие трещины.

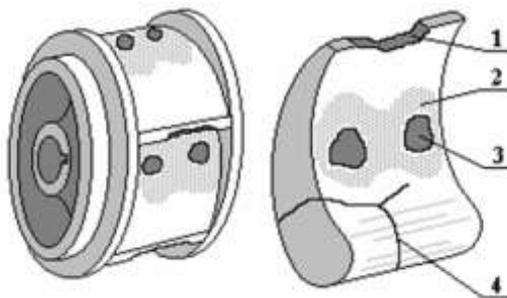


г) Вклейка резьбовых чопов (болтов) в подготовленные отверстия, заделка трещины металлополимером, зачистка головок чопов и шва после отверждения металлополимера.

Вклейка бандажного кольца и установка-вклейка болтов с помощью металлополимера. Достаточно большие зазоры между бандажным кольцом и ступицей позволяют установить кольцо, не нарушая профиля ступицы, а сами зазоры заполняются металлополимером.

**Схема восстановления поверхности и формы детали с использованием армирующих штифтов и стеклоткани (лопасть рабочего колеса насоса)**

**Лопасть рабочего колеса насоса**



**Дефекты:** 1 - небольшие разрушения кромок лопасти; 2 - кавитационные и коррозионные раковины и свищи, эрозионные размывы. 3 - сквозные отверстия значительного размера, образовавшиеся в результате износа; 4 - сквозная трещина

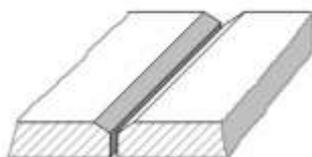
**Технологическая схема ремонта**

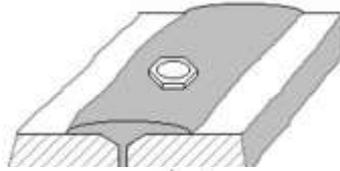
**1. Заделка трещин.**



а) Сверление отверстий по всей длине трещины (через 30 ...40 мм) и на ее концах. Нарезание в просверленных отверстиях резьбы.

б) Разделка краев трещины.

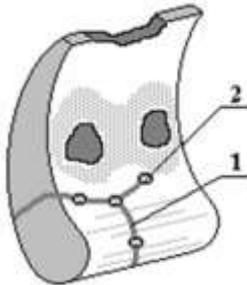




в) Вклейка резьбовых штифтов (болтов), смазанных металлополимером, в подготовленные отверстия. Заделка трещины металлополимером

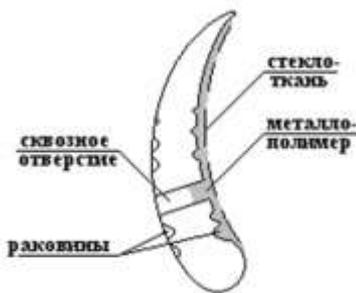


Срезание головок штифтов, выравнивание шва металлополимера (после отверждения) по длине трещины



д) Трещина на лопастях заделана металлополимером (1) и укреплена армирующими резьбовыми штифтами (2), вклеенными с помощью металлополимера

## 2. Восстановление поверхности и формы лопастей



а) Восстановление внутренней поверхности лопасти:

- заделка несквозных раковин металлополимером;
- нанесение металлополимера на внутреннюю по верхность лопасти;
- нанесение стеклоткани, пропитанной металлополимером со стороны прилегания к лопасти.



б) Восстановление всей поверхности лопасти:

- заделка металлополимером раковин на наружной поверхности и сквозных отверстий значительного размера (после отверждения слоя на внутренней поверхности);
- нанесение слоя металлополимера на наружную поверхность лопасти;
- нанесение стеклоткани, пропитанной со стороны прилегания металлополимером, оборачивая края лопасти - для восстановления их формы и предохранения от сколов на острых кромках, внахлест на стеклоткань внутренней поверхности.

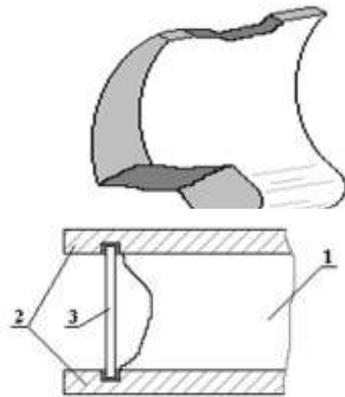


в) Нанесение защитного антикавитационно-эрозионного и антикоррозионного покрытия на всю поверхность лопасти поверх стеклоткани.

## Схема восстановления поверхности и формы детали с использованием армирующих штифтов и стеклоткани

(лопасть рабочего колеса насоса)

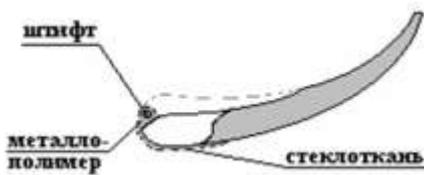
### Технологическая схема ремонта



а) Лопасть рабочего колеса насоса с изношенными и разрушенными кромками

б) Вклейка с помощью металлополимера армирующих металлических штифтов в подготовленные отверстия в боковых поверхностях рабочего колеса или самой лопасти:

1 - лопасть с разрушенной кромкой; 2 - боковые поверхности; 3 - армирующий штифт.



в) Формирование наружной поверхности лопасти стеклотканью, пропитанной металлополимером. Один конец стеклоткани оборачивается вокруг штифта, второй приклеивается на лопасть, промазанную металлополимером, перекрывая площадь дефекта. Отверждение армирующего слоя стеклоткани.

г) Заполнение полости дефекта металлополимером.



д) Формирование внутренней поверхности лопасти стеклотканью, пропитанной металлополимером (перекрывая площадь дефекта)



е) Нанесение на поверхность лопасти и поверх стеклоткани антикавитационно-эрозионного и антикоррозионного покрытия

**Примечание:** Аналогичным образом восстанавливаются и передние кромки лопасти.

При покрытии антикавитационно-эрозионным и антикоррозионным слоем лопастей рабочих колес насосов или подобных деталей, не требующих восстановления формы и геометрических размеров, рекомендуется защищать их кромки стеклотканью, предохраняющей покрытие из металлополимера от расслоения при ударах камнями, палками и др. предметами.

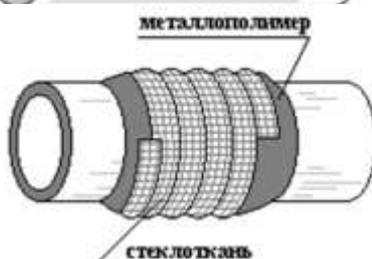


## Схема ремонта трубопроводов

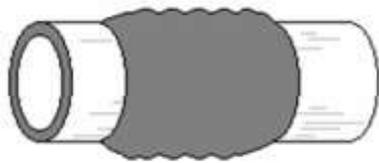
### Ремонт трубопроводов низкого давления и небольших сечений



а) - трубопровод со сквозным свищем;



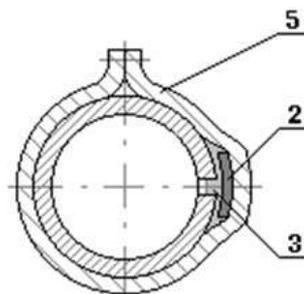
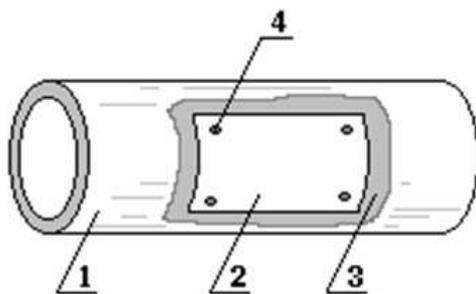
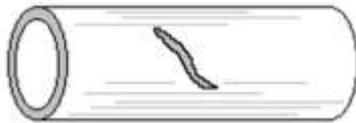
б) - поверхность около протечки высушивается, зачищается, обезжиривается и промазывается металлополимером. Поверх трубопровода наносится бандаж из стеклоткани, пропитанной металлополимером.



в) - поверх бандаж наносится слой металлополимера

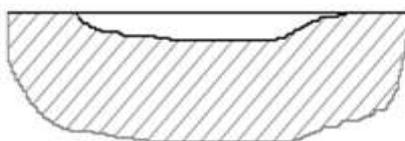
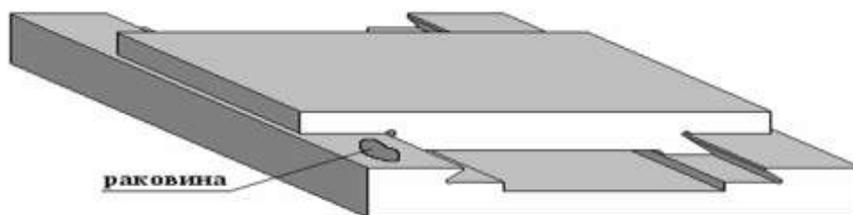
### Ремонт трубопроводов высокого давления и большого диаметра

а) - трубопровод со сквозным свищем



б), в) - поверхность около протечки высушивается, зачищается, обезжиривается и промазывается металлополимером (3). На слой металлополимера, закрывая протечку, ставится металлическая заплатка (2), поверхность которой соответственно подготовлена и промазана металлополимером (3). Для укрепления конструкции заплатка притягивается к трубопроводу (1) болтами (4), вклеенными с помощью металлополимера, или бандаж (5).

### Восстановление направляющих поверхностей



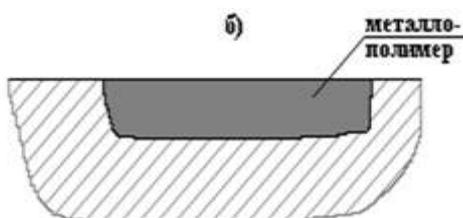
а)

а) Раковина в исходном состоянии.



б)

б) Разделанная раковина



в)

#### Рекомендуется:

Избегать плавных («на нет») переходов между восстанавливаемой поверхностью и плоскостью направляющих (из-за возможности задигов и сколов тонких слоев металлополимера)

в) Восстановленная поверхность