

Общество с ограниченной ответственностью  
**НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ИЗОТОР»**  
**ООО НПФ «ИЗОТОР»**

**РУКОВОДСТВО**  
**ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ТРУБОПРОВОДОВ**  
**БЕСТРАНШЕЙНЫМ СПОСОБОМ**  
**метод «СибНИИГиМ»**

**Красноярск - 2014**

Руководство по восстановлению трубопроводов бестраншейным способом рукавными покрытиями без ламинирующего слоя, разработано Научно-производственной фирмой «ИЗОТОР» (ООО НПФ «ИЗОТОР») с участием Сибирского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации (ОАО «СибНИИГиМ»), и Сибирского федерального университета (СФУ).

Эффективность разработанных отечественных технологий и оборудования обоснована их внедрением в производство при бестраншейном ремонте трубопроводов на:

- Есаульской оросительной системе Березовского района Красноярского края (640 пог. м  $\phi$  300 мм) и 2256 пог. м  $\phi$  700 мм)
- водопроводе в г. Дивногорске (400 пог. м  $\phi$  219 мм и 200 пог. м  $\phi$  159 мм);
- водопроводе в аэропорту Домодедово Московской области (60 пог. м  $\phi$  273 мм под взлетной полосой без прекращения полетов самолетов);
- водопроводе в г. Канске (160 пог. м  $\phi$  800 мм);
- водопроводе в г. Саяногорске (70 пог. м  $\phi$  325 мм под автомобильной дорогой без перекрытия дорожного движения автомобильного транспорта);
- водопроводе на станции Красноярск-Восточный (1500 пог. м  $\phi$  159 мм без остановки движения поездов);
- водопроводе на станции Ачинск-1 (100 пог. м  $\phi$  219 мм, под ж/д, без остановки движения поездов).

Разработчики: к.т.н. В.Н.Белобородов, к.т.н. А.Н.Ли, к.т.н. профессор В.И.Емелин

Руководство рассмотрено и одобрено секцией ученого совета ОАО «СибНИИГиМ».

Видеоинформацию можно посмотреть на сайте: [WWW.vikbeloborodov.narod.ru](http://WWW.vikbeloborodov.narod.ru)

Все замечания по содержанию РУКОВОДСТВА, а также данные о практическом использовании и полученные при этом результаты просьба направлять по адресу: 660041, г.Красноярск, пр. Свободный, 68, оф. 205, ООО НПФ «ИЗОТОР». Тел./факс 8 (391) 246-25-36, e-mail: [izotor24@yandex.ru](mailto:izotor24@yandex.ru)

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ .....	4
I. ОПИСАНИЕ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.....	6
II. ПОДГОТОВКА ВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ ТРУБОПРОВОДОВ.....	7
III. ВВОД РУКАВА С ВЫВОРОТОМ ПОД ДАВЛЕНИЕМ ВОЗДУХА... ..	11
IV. ВВОД РУКАВА С ВЫВОРОТОМ ПОД ВАКУУМОМ .....	15
V. ВВОД РУКАВА С ВЫВОРОТОМ ПОД СТОЛБОМ ВОДЫ.....	15
VI. ВВОД РУКАВА В ТРУБОПРОВОД БЕЗ ВЫВОРОТА.....	16
VII. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ С УГЛАМИ ПОВОРОТА..	20
VIII. УСТАНОВКА БАНДАЖЕЙ.....	22
IX. СТЫКОВКА ВОССТАНОВЛЕННЫХ УЧАСТКОВ.....	22
X. УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ .....	24
XI. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РАБОТ.....	25
XII. ПЕРЕЧЕНЬ ОБОРУДОВАНИЯ И ОСНАСТКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ.....	26
XIII. ГРАФИК ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ.....	28

## **ВВЕДЕНИЕ**

В перспективе при реконструкции трубопроводов старые металлические трубы будут заменены на полимерные или трубы с внутренней изоляцией, обеспечивающей качество воды и повышенный срок службы трубопроводов.

В крупных городах невозможно провести полную замену труб открытым способом, это связано со стесненными городскими условиями и большой насыщенностью городских территорий различными коммуникациями. Применение открытых способов ремонта и перекладки трубопроводов в этих случаях стало почти невозможным или требует больших капиталовложений. Поэтому для ремонта старых трубопроводов будут применяться бестраншейные технологии.

Большинство известных способов восстановления трубопроводов разработаны за рубежом. Основным фактором, сдерживающим их широкое применение в России, является высокая стоимость оборудования и материалов.

В руководстве представлены новые и усовершенствованные технологии, оборудование и оснастка для бестраншейного ремонта трубопроводов водоснабжения и канализации, с использованием перспективных полимерных материалов, входящих в “Перечень материалов и реагентов, разрешенных ГКСЭН РФ для применения в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения” утв. 23.10.92г. № 01-19/32-11.

Ввиду новизны технологических процессов, оборудования и материалов, рассматриваемых в настоящем руководстве, по мере накопления опыта его применения, возможна корректировка отдельных положений.

Руководство предназначено для специалистов проектных, строительных и эксплуатационных организаций, занимающихся вопросами строительства, ремонта и эксплуатации трубопроводов.

Стоимость ремонта трубопроводов, выполняемых бестраншейным методом с использованием разработанных отечественных технологий и оборудования, в 2–4 раз ниже существующих аналогов. Сравнение сметной стоимости восстановления трубопроводов по методам «ФЕНИКС» и «СибНИИГиМ» представлено на диаграмме, (Рисунок 1.).

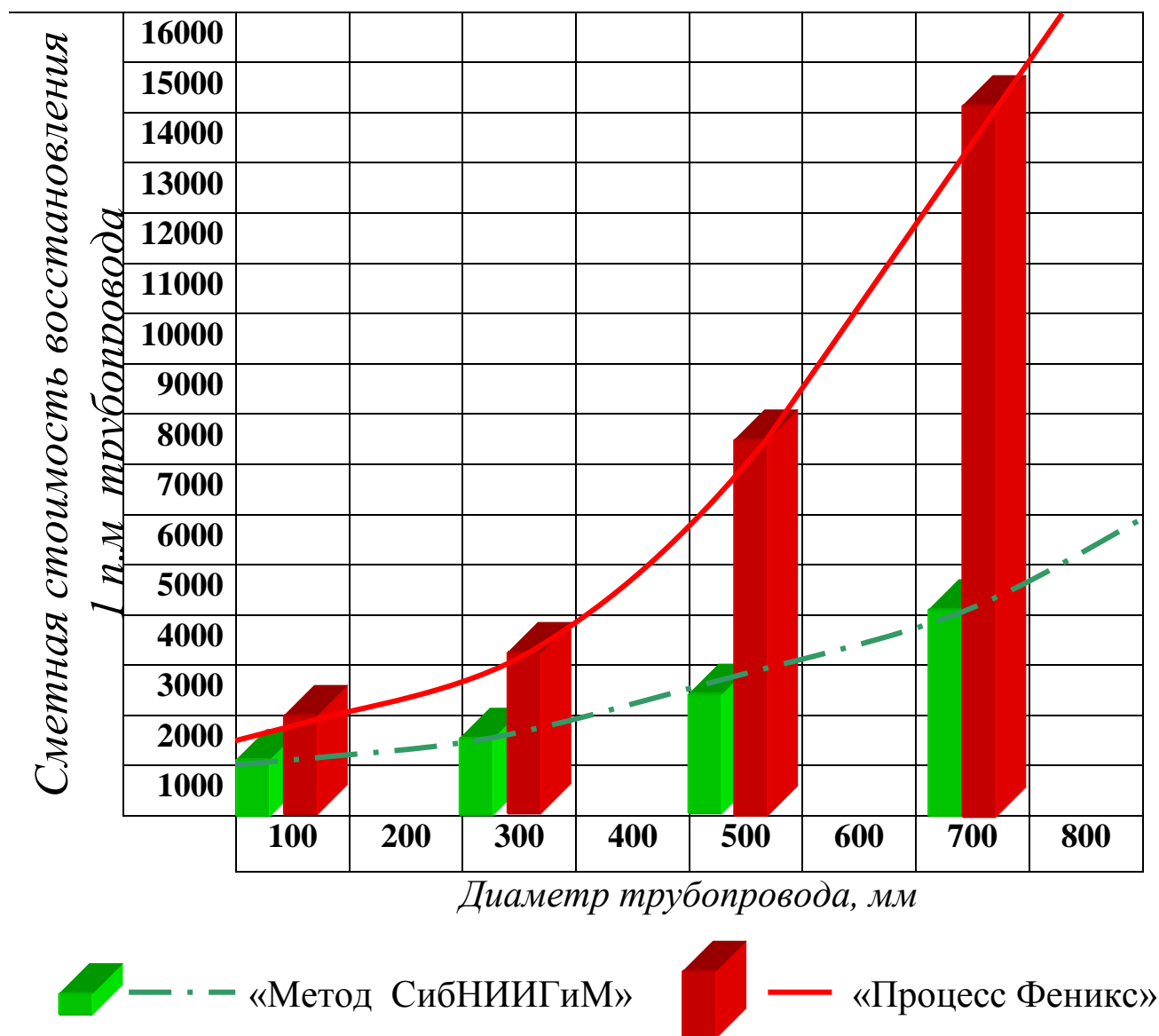


Рисунок 1. Сравнение сметной стоимости восстановления трубопроводов по ФЕРр в ценах 2001 года.

### Физико-механические свойства рукавного покрытия СибНИИГиМ

**1слой полиамидной ткани арт.56035 набитой синтепоном – до 400 г/м<sup>2</sup>**  
(толщина покрытия 3-4мм)

Разрушающие напряжения при сжатии, МПа – 86-95

Разрушающие напряжения при изгибе, МПа – 25-28

Разрушающие напряжения при растяжении, МПа – 26

**2слоя полиамидной ткани арт.56035 набитой синтепоном – до 400 г/м<sup>2</sup>**  
(толщина покрытия 7-8мм)

Разрушающие напряжения при сжатии, МПа – 86-95

Разрушающие напряжения при изгибе, МПа – 90-110

Разрушающие напряжения при растяжении, МПа – 29

## **I. ОПИСАНИЕ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

До начала восстановительных работ, для обеспечения входа и выхода в восстанавливаемый участок трубопровода, необходимо произвести демонтаж запорной арматуры в колодцах или отрывку котлованов для вырезки катушек через каждые 100 метров по трассе восстанавливаемого трубопровода и врезки колец из новых труб. (Рисунок 2.)



**Рисунок 2. Вырезка катушек и врезка колец по трассе восстанавливаемого трубопровода**

К началу производства работ на объект доставляются оборудование, полимерные материалы и оклеечные рукава без ламинирующего слоя, из прочной не гниющей ткани, например капрона (Артикул 56035) с набивкой синтепона до 400 г/м<sup>2</sup>.

В качестве клеящего пропиточного состава используются полимерные композиции на основе эпоксидных смол, отличающиеся высокими физико-механическими свойствами.

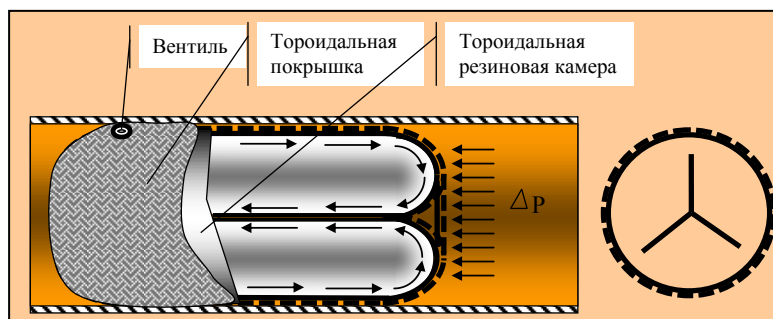
Все работы проводятся с применением стандартного отечественного оборудования и комплекта специальных устройств, разработанных в СибНИИГиМ и ООО НПФ «ИЗОТОР».

Технология восстановления трубопроводов, включает следующие операции:

1. Опорожнение трубопровода от воды;
2. Очистку внутренней поверхности трубопроводов;
3. Телеинспекцию очищенного трубопровода;
4. Протяжку в трубопровод каната и замер длины участка;
5. Пропитку и ввод рукава в трубопровод;
6. Выдержку приклеиваемого рукава под давлением до полимеризации клея;
7. Удаление полиэтиленового рукава;
8. Телеинспекцию восстановленного трубопровода;
9. Установку бандажей по концам восстановленных участков трубопроводов;
10. Стыковку восстановленных участков трубопроводов.

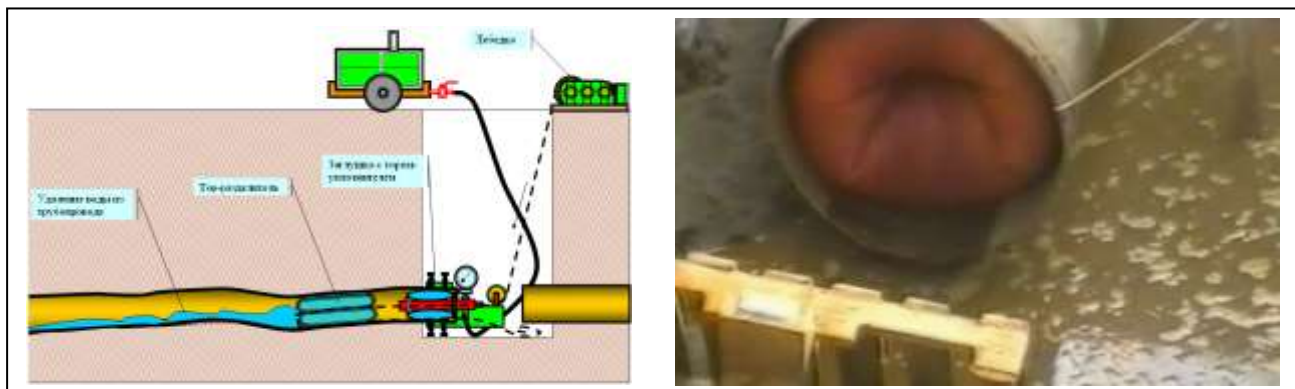
## II. ПОДГОТОВКА ВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

После сброса воды из трубопроводов, при недостаточных уклонах, остаются отдельные участки с водой в местах прогибов. Для удаления остатков воды из трубопровода и протаскивания каната с последующей протяжкой троса от лебедки используются торы-разделители, включающие: тороидальную резиновую камеру с вентилем и крышку из прочной ткани (Рисунок 3).



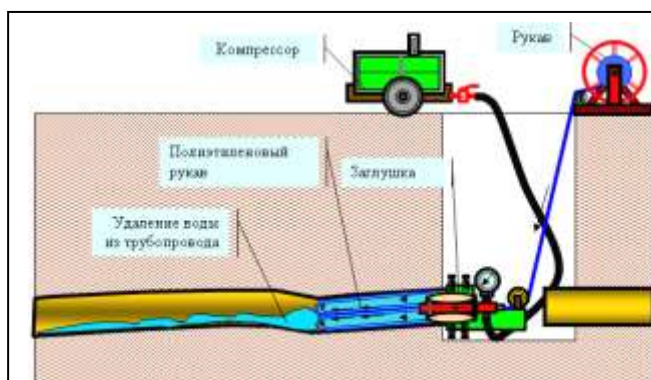
**Рисунок 3. Конструкция тора-разделителя: – схема движения в трубопроводе**

За счет создания разности давлений воздуха в трубопроводе тор-разделитель перекачивается внутри трубопровода, протягивая через себя канат технологической лебедки, одновременно выталкивая остатки воды из участков прогиба труб. (Рисунок 4).



**Рисунок 4. Схема опорожнения трубопровода от воды и протаскивание каната с использованием тора-разделителя**

При отсутствии торов-разделителей опорожнение трубопроводов от остатков воды и протяжку каната можно выполнять с помощью воздухонепроницаемого рукава. (Рисунок 5).

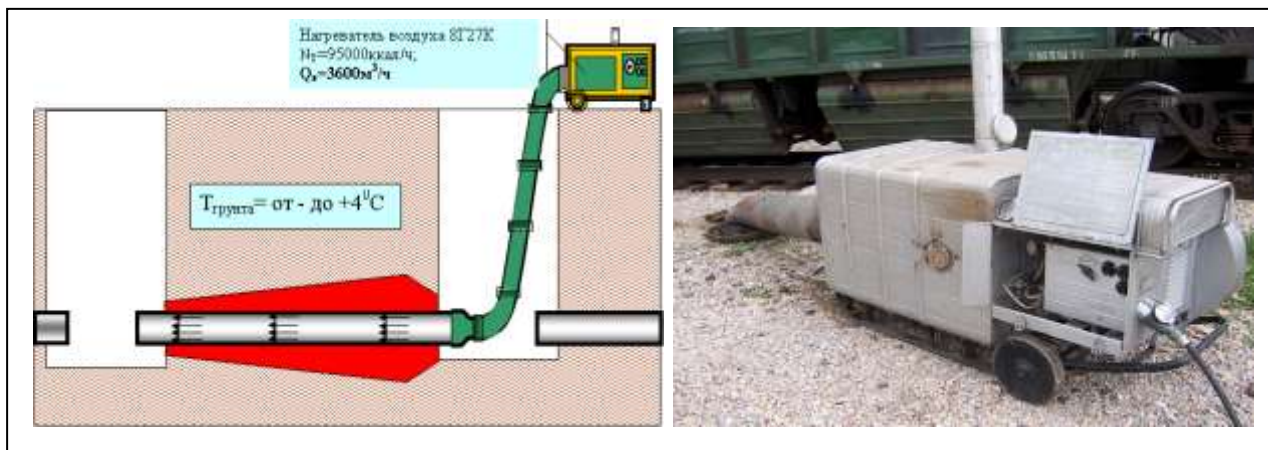


**Рисунок 5. Схема вытеснения остатков воды из трубопровода и протяжка первичного троса с использованием рукава**

Твердость отложений в мокрых трубопроводах очень велика. Такие отложения тяжело поддаются очистке даже с помощью зубила и молотка. Однако после продувки трубопровода горячим воздухом до полного осушения твердость отложений резко снижается, что позволяет с успехом применять механическую очистку скребками и поршнями с последующим обеспыливанием способами: продувки воздухом или промывкой трубопровода водой. Для просушки внутренней поверхности трубопровода используются высокопроизводительные калориферы, например подогреватель воздуха 8Г27К (Рисунок 6).

Другой положительный эффект от продувки трубопроводов горячим воздухом заключается в том, что данная операция не только исключит конденсат в трубопроводе, но и обеспечит ускорение процесса полимеризации эпоксидного состава за счет аккумуляции тепла стенками трубопровода и облегающего грунта.





**Рисунок 6. Схема прогрева трубопровода горячим воздухом**

Механическая очистка внутренней поверхности трубопровода производится скребками «Доркомтехника» (Рисунок 7).



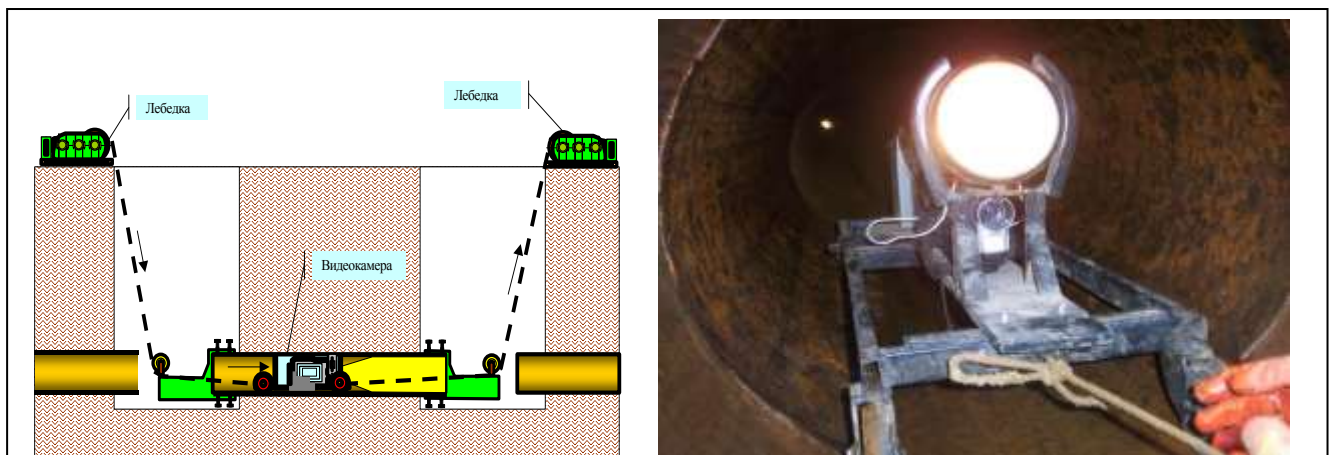
**Механическая очистка скребком «Доркомтехника»**  
**Рисунок 7. Очистка внутренней поверхности трубопровода скребками**

Обеспыливание внутренней поверхности трубопровода выполняют, одновременно с продувкой и протаскиванием металлической щетки или промывкой водой под высоким давлением машиной КО-514 (Рисунок 8).



**Рисунок 8. Обеспыливание внутренней поверхности трубопровода**

Перед началом восстановительных работ необходимо произвести телеинспекцию подготовленного участка трубопровода для обнаружения дефектов, врезок, инородных предметов и оценки его готовности к вводу рукава. (Рисунок 9, 10).



**Рисунок 9. Схема телеинспекции трубопровода**



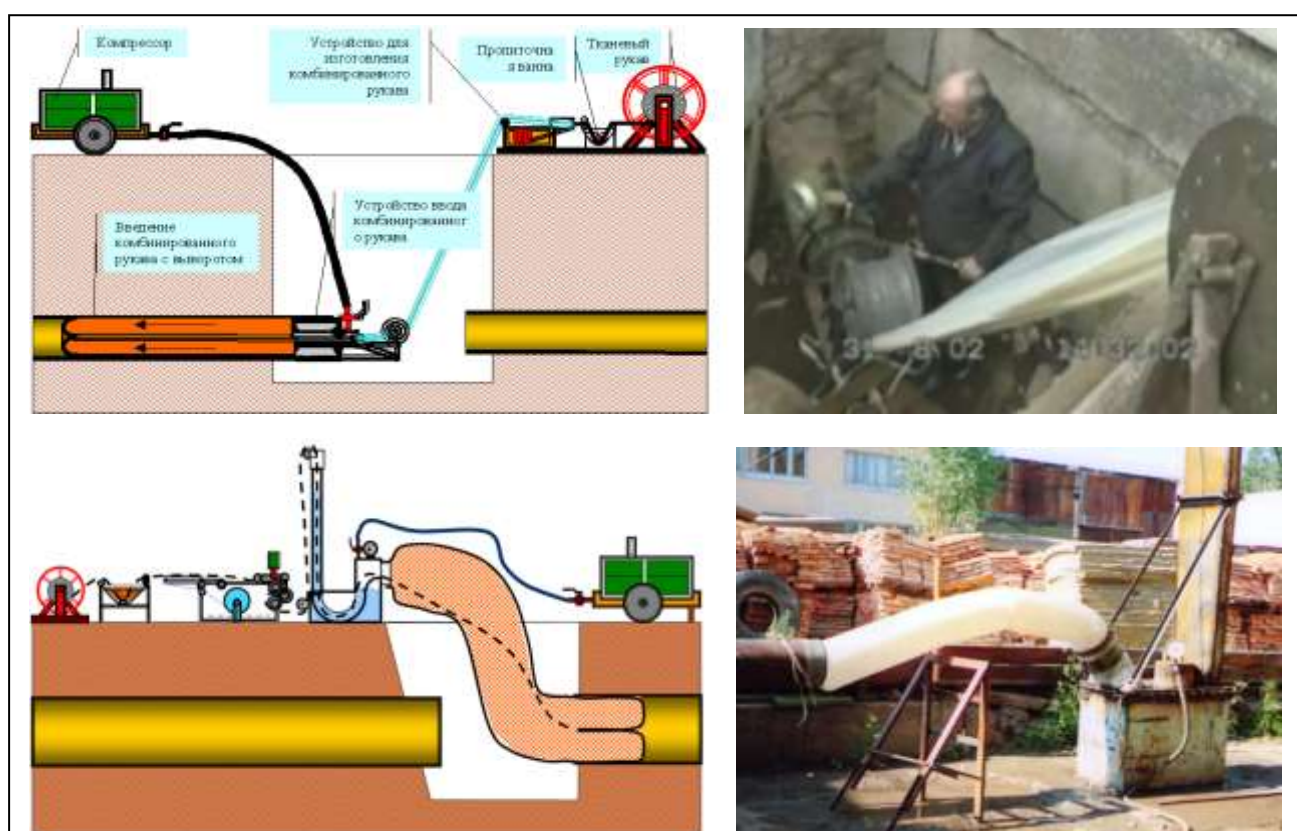
**Рисунок 10. Состояние внутренней поверхности трубопровода до и после очистки**



### III. ВВОД РУКАВА С ВЫВОРОТОМ ПОД ДАВЛЕНИЕМ ВОЗДУХА

Схемы технологических процессов подготовки восстанавливаемых участков трубопроводов показаны на рисунках 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10. Схемы и фрагменты восстановления трубопроводов рукавными полимерными материалами представлены на рисунках 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20. Работы выполняет бригада из 6 чел.

На (Рисунке 11.) представлены схемы пропитки тканевого рукава, совмещения с полиэтиленовым рукавом и ввод комбинированного рукава в трубопровод с выворотом через пневмозатвор или гидрозамок конструкции СибНИИГиМ.



**Рисунок 11. Схемы ввода рукава в трубопровод с выворотом под давлением воздуха с применением устройства изготовления комбинированного рукава**

Ввод рукава в трубопровод может осуществляться: с выворотом, за счет разности давления воздуха (под вакуумом или давлением) или столба воды, или без выворота, путем протяжки тросом силовой лебедки.

Учитывая, что тканевый рукав является воздухопроницаемым, то на момент ввода рукава и прижатия его к внутренней поверхности трубопровода используется дополнительная оболочка из эластичного воздухонепроницаемого материала

(например, полиэтилена), которую после приклейки ткани к внутренней поверхности трубы удаляют.

Величина разности давлений воздуха ( $p$ ), требуемая для введения рукава в трубопровод с выворотом, рассчитывается по формуле:

$$p = \frac{\pi D \cdot (G_1 + G_2 + G_3) \cdot 0,5 l_{\text{вд}} \cdot k \cdot 13}{S} = \frac{0,5 F}{S} . \quad (1)$$

где  $G_1$  – вес тканевой оболочки, кг/м<sup>2</sup>;  $G_2$  – вес пропиточного состава, кг/м<sup>2</sup>;  $G_3$  – вес полиэтиленового рукава, кг/м<sup>2</sup>;  $l_{\text{кр}}$  – длина комбинированного рукава, м;  $k$  – коэффициент трения скольжения полиэтилена по полиэтилену;  $F$  – сопротивление вводу рукава в трубу (при пропитке + при совмещении рукавов + сопротивление в затворе + сопротивление при вывороте рукавов).

В результате лабораторных и опытно-производственных испытаний было установлено, что сумма сопротивлений в 13 раз превышает сопротивление, создаваемое массой вводимого рукава в трубопровод.

Величина  $0,5 l_{\text{кр}}$ , введенная в формулу, соответствует половине длины рукава, так как рукав вводится в трубопровод с выворотом. При этом максимальное значение сопротивления ввода рукава будет на середине длины трубопровода.

Данные по определению величины разности давлений воздуха для различных диаметров труб при введении комбинированного рукава в 100 метровый участок восстанавливаемого трубопровода представлены в табл. 2.

Таблица 2.

Расчет величины разности давлений воздуха

$D$ , мм	$S$ , см <sup>2</sup>	Масса, кг			$L_{\text{кр}}$ , п. м.	$k$	$F$ , кг	$p$ , кг/см <sup>2</sup>
		$G_1$	$G_2$	$G_3$				
100	78.5	0,157	0,157	0,047	100	0.2	93,86	0,6
200	314	0,314	0,314	0,094	100	0.2	187,2	0,3
300	706.5	0,471	0,471	0,141	100	0.2	281,6	0,2
400	1256	0,628	0,628	0,188	100	0.2	288,8	0,15
500	1962.5	0,785	0,785	0,235	100	0.2	469,3	0,12
600	2826	0,942	0,942	0,282	100	0.2	563,16	0,1
700	3846,5	1,099	1,099	0,329	100	0.2	657	0,08

Эмпирическая формула:  $P = 6/d_{\text{тр.}}$ , где  $d_{\text{тр.}}$  – диаметр трубопровода в см.

Восстановление трубопровода выполняется в следующей последовательности: тканевый рукав, соответствующий диаметру и длине восстанавливаемой трубы, пропускают через ванну с клеем, затем через устройство для изготовления комбинированного рукава (Рисунок 12.). При этом тканевый пропитанный клеем рукав, оказывается внутри полиэтиленового рукава.



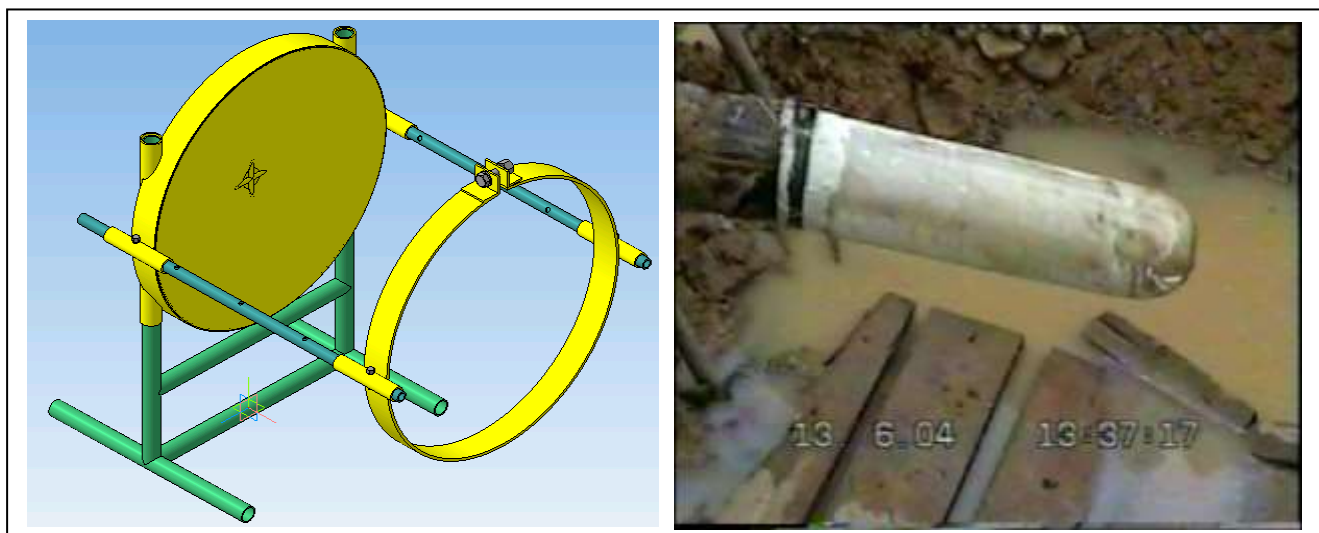
**Рисунок 12. Устройство для изготовления комбинированного рукава**

Далее конец комбинированного рукава пропускают через гидрозамок или пневмозатвор, выворачивают наизнанку и расправляют по периметру на внешней стороне вводного устройства (Рисунок 13). Затем вводное устройство устанавливают в начале трубопровода и раскачивают тор-уплотнитель сжатым воздухом до 0,1 - 0,15 МПа, для прижатия концов рукава к внутренней стенке трубы и герметизации входа в трубопровод. При подаче воздуха от компрессора внутрь комбинированного рукава он раздувается и с выворотом перемещается в трубопроводе (Рисунок 12.). Ввод рукава регламентируется скоростью, достаточной для пропитки тканевого рукава и составляет - 5-10 см/сек.



**Рисунок 13. Ввод комбинированного рукава в трубопровод с выворотом**

При вводе комбинированного рукава с выворотом его расправление и прижатие к внутренней стенке восстанавливаемого трубопровода происходит в процессе ввода в трубопровод. Перед вводом комбинированного рукава с выворотом под давлением на противоположном конце трубопровода закрепляют упор (Рисунок 14.) или мешок из прочной воздухопроницаемой ткани, для остановки дальнейшего продвижения оклеечного рукава и последующей выдержки его под давлением до полимеризации клея.



**Рисунок 14. Упоры для остановки перемещения рукава в трубопроводе**

После отверждения полимерного клеящего состава и приклеивания тканевого рукава к внутренней поверхности восстанавливаемого трубопровода, с помощью каната, полиэтиленовый рукав с выворотом вытягивают в начало трубопровода, сматывают в рулон и хранят до следующего использования, либо утилизируют.



#### IV. ВВОД РУКАВА С ВЫВОРОТОМ ПОД ВАКУУМОМ

При вводе комбинированного рукава под вакуумом концы тканевого пропитанного затем полиэтиленового рукавов натягивают на начало трубопровода и герметизируют скотчем. За тем с противоположного конца трубопровода через присоску подключают вакуумный насос и создают вакуум достаточный для протяжки комбинированного рукава с выворотом в трубопровод (Рисунок 15.).

Выдержку введенного рукава до полимеризации клея производят под давлением воздуха создаваемого внутри полиэтиленового рукава.

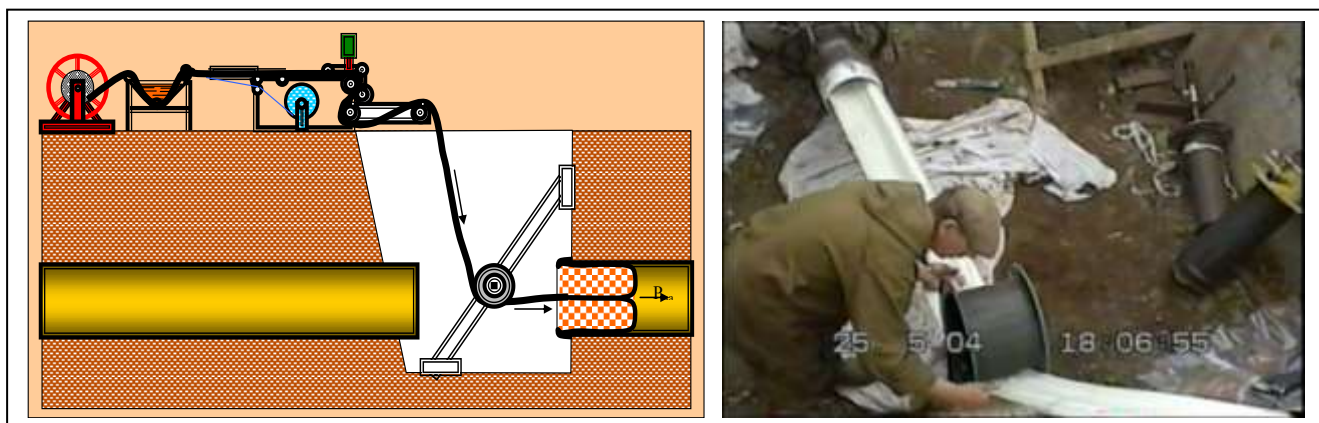


Рисунок 15. Схема ввода комбинированного рукава с выворотом под вакуумом

#### V. ВВОД РУКАВА С ВЫВОРОТОМ ПОД СТОЛБОМ ВОДЫ

Ввод рукава с выворотом под столбом воды производят с применением специальной стойки (Рисунок 16.), которую устанавливают над началом восстанавливаемого трубопровода, на высоте не менее 3-5 метров.

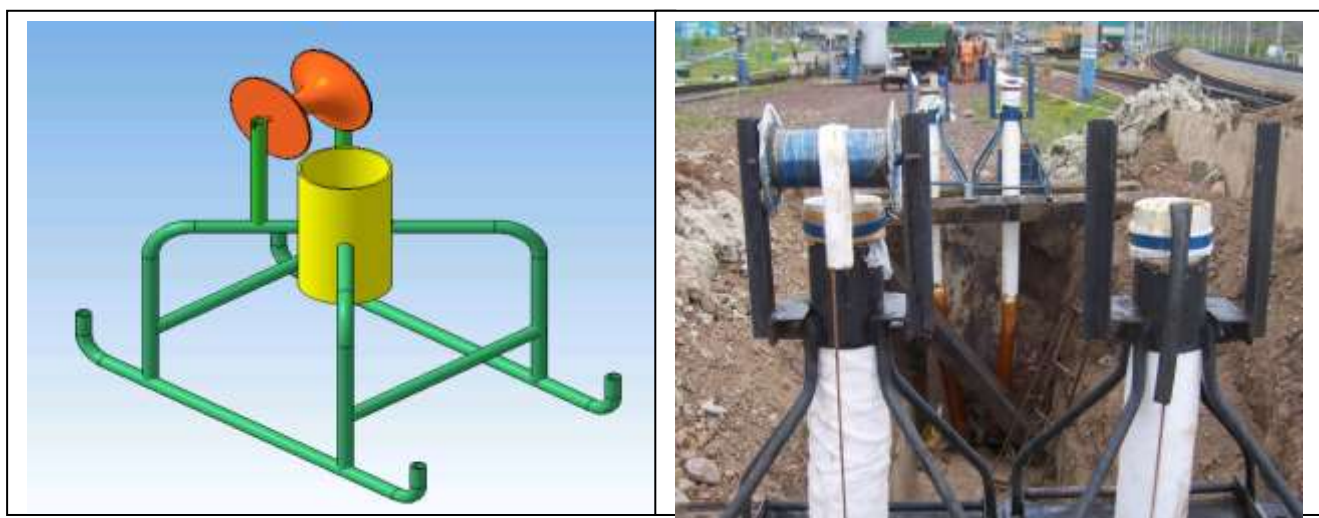


Рисунок 16. Стойка для ввода комбинированного рукава в трубопровод с выворотом под столбом воды

Начало комбинированного рукава закрепляют сверху на трубе стойки, выворачивают наизнанку и пропускают через трубу стойки. Затем вывернутый рукав вставляют в начало восстанавливаемого трубопровода.

При подаче воды в полость полиэтиленового рукава, (Табл. 3.) тканевый рукав одновременно с пропиткой и совмещением с полиэтиленовым рукавом начинает перемещаться с выворотом в трубопровод, оклеивая его внутреннюю поверхность аналогично разделу I.

Таблица 3.

**Технологическая таблица по вводу рукава в трубопровод под столбом воды**

Диаметр трубопровода мм	Площадь поперечного сечения, см <sup>2</sup>	Объем воды		Расход воды (литр/сек), при скорости ввода рукава в трубопровод			
		На 1 пог.м Литр.	На 100 пог.м. м <sup>3</sup>	5 см/сек	10 см/сек	15 см/сек	20 см/сек
150	177	17,7	1,77	<b>0,88</b>	<b>1,77</b>	<b>2,65</b>	<b>3,54</b>
200	314	31,4	3,14	<b>1,57</b>	<b>3,14</b>	<b>4,71</b>	<b>6,28</b>
250	490,6	49,6	4,96	<b>2,45</b>	<b>4,9</b>	<b>7,36</b>	<b>9,8</b>
300	706,5	70,6	7,06	<b>3,53</b>	<b>7,06</b>	<b>10,6</b>	<b>14,12</b>
400	1256	125,6	12,56	<b>6,28</b>	<b>12,56</b>	<b>18,84</b>	<b>25,12</b>
500	1962	196,2	19,62	<b>9,81</b>	<b>19,62</b>	<b>29,43</b>	<b>39,24</b>
600	2826	282,6	28,26	<b>14,13</b>	<b>28,26</b>	<b>42,39</b>	<b>56,52</b>
700	3846,5	384,6	38,5	<b>19,23</b>	<b>38,46</b>	<b>57,69</b>	<b>76,92</b>
800	5024	502,4	50,24	<b>25,12</b>	<b>50,24</b>	<b>75,36</b>	<b>100,48</b>

## VI. ВВОД РУКАВА В ТРУБОПРОВОД БЕЗ ВЫВОРОТА

Ввод рукава в трубопровод без выворота, путем протяжки тросом силовой лебедки, установленной с противоположного конца восстанавливаемого участка трубопровода, можно выполнять двумя способами. Полиэтиленовый рукав может быть введен внутрь тканевого рукава с выворотом до его пропитки клеем и ввода в трубопровод, либо после пропитки и ввода тканевого рукава в трубопровод.

**Способ 1.** При вводе комбинированного рукава без выворота полиэтиленовый рукав должен находиться внутри тканевой оболочки до пропитки.

-Полиэтиленовый рукав может быть заложен внутрь тканевого рукава при его изготовлении.

-Совмещение рукавов можно производить с помощью челнока. Для этого к челноку закрепляют конец полиэтиленового рукава. Затем на челнок нанизывают тканевую оболочку, после чего берутся за начало челнока и тянут его вперед до



расправления нанизанных складок ткани. При этом полиэтиленовый рукав втягивается внутрь тканевого рукава. Операции повторяются до протяжки полиэтиленового рукава на всю длину тканевой оболочки.

-Ввод полиэтиленового рукава с выворотом внутрь тканевой оболочки под давлением воздуха представлен на (Рисунок 17.).

Совмещенные рукава наматываются на барабан и доставляются к месту ввода.



**Рисунок 17. Фрагменты ввода полиэтиленового рукава внутрь тканевой оболочки путем выворота под давлением воздуха и намотка комбинированного рукава на барабан**

За тем конец совмещенных рукавов пропускают через пропиточную ванну с полимерным клеящим составом, цепляют за трос силовой лебедки и одновременно с пропиткой втягивают в трубопровод (Рисунок 18.).

При этом ввод комбинированного рукава в трубопровод регламентируется скоростью, достаточной для пропитки тканевого рукава. После ввода комбинированного рукава в трубопровод производят его раздув и выдержку приклеиваемого рукава до полимеризации клея.

**Способ 2.** Тканевый рукав без совмещения с полиэтиленовым рукавом цепляют за трос силовой лебедки, пропускают через пропиточную ванну с полимерным клеящим составом и одновременно с пропиткой втягивают в трубопровод.



**Р** *Пропитка рукава полимерным составом в процессе ввода в трубопровод  
одновременной пропиткой рукава полимерным составом*

Далее осуществляют замену оборудования, при этом барабан для тканевого рукава и пропиточную ванну убирают, а на их место размещают оборудование для ввода полиэтиленового рукава. Через специальное устройство (Рисунок 19.) внутрь тканевого пропитанного клеем рукава с выворотом под давлением воздуха вводят полиэтиленовый рукав.





Полиэтиленовый рукав расправляет и прижимает тканевый рукав к внутренней стенке восстанавливаемого трубопровода.

Через, время достаточное для полимеризации клея, давление сбрасывают, и полиэтиленовый рукав с выворотом удаляют из восстановленного участка трубопровода. (Рисунок 20.).



*Регулировка давления*



**Рисунок 20. Фрагменты выдержки рукава под давлением и удаление полиэтиленового рукава после полимеризации клея.**

## VII. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ С УГЛАМИ ПОВОРОТА

При вводе рукава в восстанавливаемый трубопровод с выворотом под давлением воздуха, в местах сужения или углах поворотов возникают большие сопротивления, многократно превышающие сопротивление вывороту рукава на прямолинейных участках трубопровода. Для преодоления этих сопротивлений необходимо внутрь санирующего рукава вставить ленту из прочной ткани, которая при вытяжке с другого конца трубопровода создает дополнительное усилие вывороту рукава.

Последовательность выполнения работ включает следующие операции:

Сначала готовят комбинированный рукав, соответствующий внутреннему диаметру и длине восстанавливаемого участка трубопровода, состоящий из тканевой оболочки с ворсом наружу, внутрь которой помещают воздухонепроницаемый пленочный рукав с тканевой лентой внутри. Комбинированный рукав наматывают на барабан и доставляют к месту ввода.

Для определения длины рукава, измеряют длину натянутой веревки пропущенной через трубопровод и расстояние от начала и конца трубопровода до угла поворота.

Если на восстанавливаемом участке один угол поворота, то длина веревки будет соответствовать сумме расстояний замеренных от начала и от конца трубопровода до угла поворота. (Рисунок 21.)

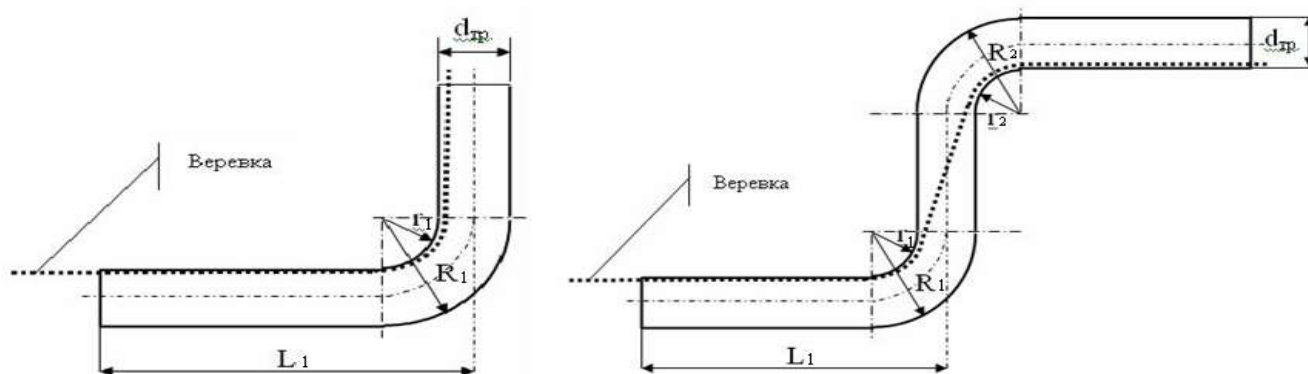
Если два угла, то разность длины веревки и суммы расстояний, замеренных от начала и от конца трубопровода до углов поворота, даст расстояние между углами поворотов.

Длину рукава с одним углом поворота определяют по формуле:

$$L = L_{\text{веревки}} + (1/2\pi R_1 - 1/2\pi r_1) = L_{\text{веревки}} + 1/2\pi (R_1 - r_1) = L_{\text{веревки}} + 1/2\pi d_{\text{тр}}. \quad (1)$$

Длину рукава с двойным углом поворота определяют по формуле:

$$L = L_{\text{веревки}} + (1/2\pi R_1 - 1/2\pi r_1 + 1/2\pi R_2 - 1/2\pi r_2) = L_{\text{веревки}} + \pi d_{\text{тр}}. \quad (2)$$



**Рисунок 21. Схема углов поворота трубопровода**

Где,  $L$ - длина комбинированного рукава;  $L_{\text{веревки}}$ - длина натянутой веревки пропущенной через трубопровод;  $R_1$  и  $R_2$ - большой радиус угла поворота;  $r_1$  и  $r_2$  малый радиус угла поворота;  $d_{\text{тр.}}$ - диаметр трубопровода.  $d_{\text{тр.}} = (R_1 - r_1) = (R_2 - r_2)$

Со стороны наибольшего расстояния от конца трубопровода до угла поворота, комбинированный рукав пропускают через пропиточную ванну с полимерным клеящим составом, конец пропитанного комбинированного рукава герметизируют, цепляют за трос, включают лебедку и пропитанный комбинированный рукав затягивают в трубопровод. По завершению затяжки трос отцепляют. К концу комбинированного рукава цепляют ленту с малой катушки.

С другого конца трубопровода тканевую ленту пропускают через вводное устройство и связывают с лентой, намотанной на большой барабан. Комбинированный рукав закрепляют на вводном устройстве.

Рукав раздувают воздухом. При этом в углах поворотов из-за натяжки, прилегание рукава к стенке трубопровода не происходит. Для исключения натяжки давление снижают и комбинированный рукав с выворотом, втягивают в трубопровод, с помощью ленты наматываемой на большой барабан, на расстояние, чтобы вывернутый рукав вышел за углы поворота. За тем давление воздуха увеличивают и сдерживая ленту с большого барабана, регулируют скорость ввода рукава в трубопровод с выворотом. При этом с другого конца трубопровода тканевую ленту в натянутом состоянии наматывают на малую бобину, создавая дополнительное усилие вывороту рукава для преодоления сопротивлений в углах поворотов.

Величина разности давления воздуха для перемещения рукава в трубопроводе, для разных диаметров, представлена главе III.

Выдержка введенного рукава, до полимеризации клеящего состава, до 2 суток, при давлении до 0,4 кг/см<sup>2</sup>.

### **VIII. УСТАНОВКА БАНДАЖЕЙ**

Для усиления концов оклеечных рукавов устанавливают дополнительные внутренние бандажи, состоящие из полосы ткани шириной 30 – 40 см и длиной, соответствующей трем периметрам восстанавливаемой трубы. Ткань пропитывают полимерным составом и наматывают в виде спирали на торовую заглушку, предварительно обернутую полиэтиленовой пленкой, вставляют заглушку в трубу с нахлестом бандаж на рукав и раскачивают воздухом до давления 0,1–0,2 МПа. При этом спираль из ткани раскручивается за счет сдвижки ее слоев и плотно прижимается к поверхности по периметру трубы. После полимеризации клея торовую заглушку удаляют.

Заключительным этапом работ является стыковка восстановленных участков трубопроводов.

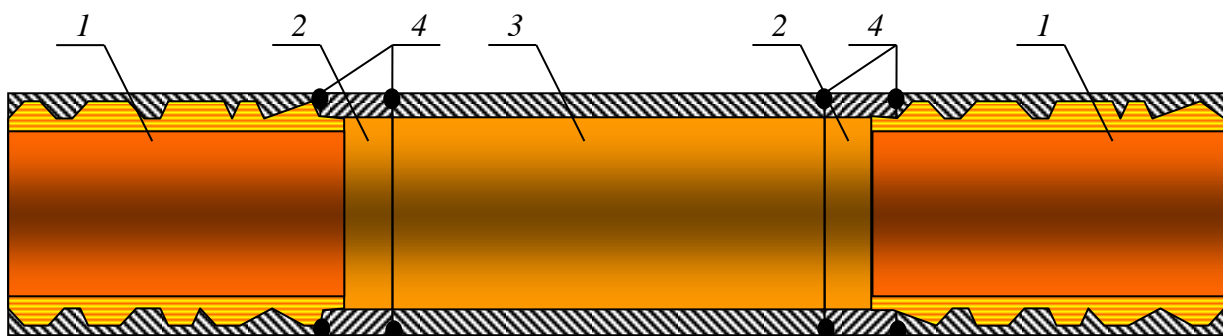
### **IX. СТЫКОВКА ВОССТАНОВЛЕННЫХ УЧАСТКОВ**

Для стальных трубопроводов применяется сварочный способ стыковки труб, а для чугунных, керамических, бетонных, и др. бессварочный метод.

#### **1. СВАРОЧНЫЙ СПОСОБ СТЫКОВКИ**

Сварочный способ стыковки труб представлен на (Рисунок 22.). В данном случае, перед восстановлением трубопровода, на концы стыкуемых труб (1) приваривают кольца (2) из новой трубы по 0,25 метра (Рисунок 2.), которые вместе со сварным швом (4) оклеивается в процессе восстановительных работ.

Перед стыковкой катушки из новой трубы, с восстановленными участками трубопроводов, необходимо очистить полость концов труб от покрытия на глубину до 0,15 м. После чего произвести стыковку и сварку труб.



**Рисунок 22. Сварочный способ соединения труб :**

*1* – восстановленные участки трубопровода; *2* – кольца из новой трубы; *3* – катушка из новой трубы; *4* – сварные швы.

## 2. БЕССВАРОЧНЫЙ СОСОБ СТЫКОВКИ

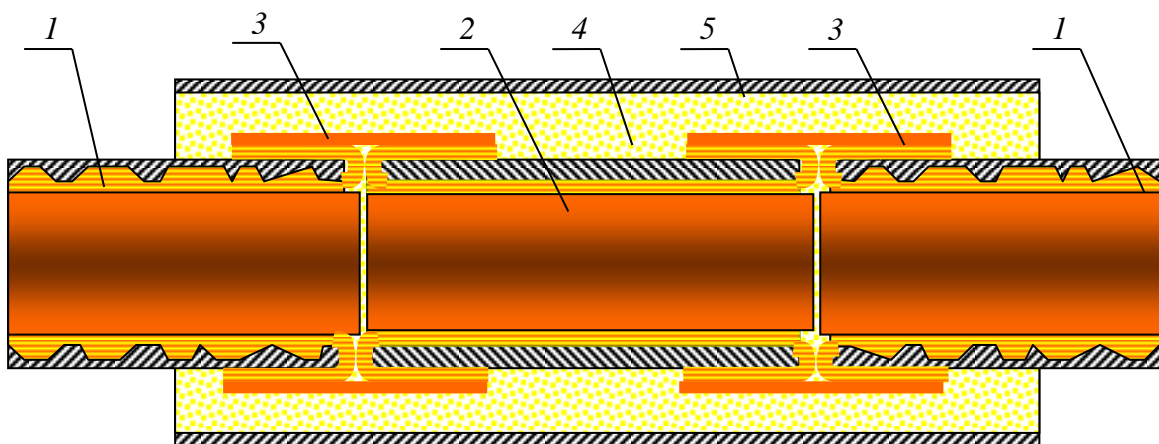
Бессварочный метод соединения труб (Рисунок 23.) состоит в том, что на очищенные концы восстановленных трубопроводов и оклеенной катушки из старой трубы наматываются многослойные бандажи из полиамидной ткани, пропитанной полимерным клеящим составом.

При этом половина ширины бандажа с выворотом наизнанку вводится внутрь трубы и прижимается к внутренней оклеенной стенке с помощью торауплотнителя.

После полимеризации пропиточного состава, торы уплотнители извлекаются, катушка вставляется между концами восстановленных участков трубопровода и стыкуется наружными бандажами из капроновой ткани (не менее трех слоев), пропитанными полимерным составом.

Поверх сделанных бандажей устанавливается дополнительная обойма из трубы большего диаметра с люком для заливки полимерного состава. Данная схема стыковки обладает повышенной прочностью и может выдерживать нагрузки, как изнутри, так и снаружи от воздействия грунта.

Бессварочный способ соединения труб решает одновременно проблему внутренней изоляции стыков, повышает надежность работы защитного полимерного покрытия, исключая возможность отрыва рукава и проникновения транспортируемой среды под покрытие к контакту с трубой.



**Рисунок 23. Бесшовный способ стыковки восстановленных трубопроводов:**

*1* – восстановленный участок трубопровода; *2* – катушка; *3* – бандаж; *4* – опалубка;  
*5* – полимерцементный состав.

При бесшовном методе стыковки можно использовать, как новую, так и старую вырезанную катушку.

## **Х. УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ**

К работам по восстановлению трубопроводов с применением полимерных материалов допускаются рабочие, прошедшие медицинский осмотр и инструктаж по технике безопасности, в возрасте не моложе 18 лет.

Рабочие, занятые на работах по восстановлению трубопроводов с применением полимерных материалов, должны, быть обеспечены соответствующей спецодеждой и индивидуальными средствами защиты (спецобувью и защитными перчатками или рукавицами).

Выполнение работ с использованием эпоксидных композиций (растворителей, эпоксидных смол, отвердителей, и т. д.) требует соблюдения правил техники безопасности, промсанитарии и пожарной безопасности, СНиП 12–4–2002, СНиП 12–05–2002, ГОСТ 12.3.016–87.

Инструктаж на рабочем месте проводится производителями работ или мастером не реже одного раза в квартал.



## **XI. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РАБОТ**

При выполнении восстановительных работ необходимо соблюдать правильность и последовательность проведения технологических операций.

Производственный контроль качества работ должен осуществляться на всех этапах подготовки и выполнения восстановительных работ.

При входном контроле проверяют наличие и комплектность рабочей документации, соответствие материалов государственным стандартам и техническим условиям.

В специальном журнале пооперационного контроля должны регистрироваться:

дата проведения работ;

состояние внутренней поверхности трубопровода перед нанесением покрытий;

продолжительность восстановительных работ;

Контроль качества работ включает:

определение качества подготовки внутренней поверхности трубопровода (телеинспекцию);

контроль соответствия применяемых материалов ТУ и ГОСТам.

Применяемые материалы должны иметь санитарногигиенический сертификат на их безопасное применение в зависимости от назначения ремонтируемых трубопроводов или входить в «Перечень материалов и реагентов, разрешенных ГК СЭН РФ к применению в практике хозяйственно–питьевого водоснабжения» (утв. 23.10.1992 г. № 01-19/32-11 и допущенных к применению письмом ЦГ СЭН Красноярского края № 52 от 02.03.1992 г.);

контроль последовательности технологических операций;

контроль качества нанесенного покрытия на внутреннюю поверхность трубопровода (телеинспекцию).

Выполнение работ по всем технологическим процессам фиксируется в актах на скрытые работы, которые предъявляются при сдаче объекта приемочной комиссии.

При операционном контроле проверяют подготовку внутренней поверхности трубопроводов (качество очистки), вязкость полимерного состава и качество пропитки тканевого рукава.

## XII. ПЕРЕЧЕНЬ ОБОРУДОВАНИЯ И ОСНАСТКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

Комплекс оборудования включает отечественное (покупное) оборудование, представленное в таблице 4, и вновь изготавливаемое (Рисунок 24.).

Таблица 4.

### Перечень оборудования и оснастки для производства работ

№ п/п	Наименование	Тип, ГОСТ, мар- ка	Кол во	Техническая характеристика
1	Автомобиль грузопасса- жирский	"ГАЗЕЛЬ"	1	Для перевозки людей и груза
2	Автомобиль с гидромани- пулятором	"ГАЗЕЛЬ"	1	Для перевозки материалов
3	Автомобиль бортовой с лебедкой	ЗИЛ	1	Для перевозки груза и лебедки
4	Бытовка на автомобиле	ГАЗ-53	1	Для дежурства на объекте
5	Автоприцеп (фургон)	2ПТС-4	1	Для размещения оборудования
6	Электростанция	АБ-16	2	$N = 16$ кВт, 380 В, 50 Гц
7	Сварочный агрегат	«Вепрь»	1	Сварка и генератор 380/220в, 4квт
8	Компрессор	ПКС-5-25	1	$Q = 300$ м <sup>3</sup> /ч
10	Воздуходувка и вакуум	МТ07-М1С-4,0	1	$Q = 420$ м <sup>3</sup> /ч, $P=0,03$ МПА
11	Лебедка силовая	2,5 т	1	Электрическая, 380 В, 50 Гц.
12	Лебедка электрическая	0,5 т	1	Электрическая, 380 В, 50 Гц.
13	Устройство для протяж- ки первичного троса	УЗК	1	Из стеклопластикового прутка диаметром 10 мм – 150 м.
14*	Снаряд для очистки труб	«Доркомтехника»	4	Скребки и поршни
15	Подогреватель воздуха	8Г27К	2	Воздуходувка для сушки труб
16*	Консоль	СибНИИГиМ	2	Для совмещения рукавов
17*	Барабан	СибНИИГиМ	3	Для намотки рукава
18*	Пропиточная ванна	СибНИИГиМ	2	Для пропитки тканевого рукава
19*	Устройство для телеин- спекции	СибНИИГиМ	1	Тележка, видеокамера с подсвет- кой
20*	Устройство для ввода п/э рукава	СибНИИГиМ	2	Специальное устройство
21	Сварочный инвертор	Мастер 202	1	
22	Электронасос	«Гном»	2	Для откачки воды
23*	Торы-уплотнители	ТУ38.304-09-27-92	1	Для уплотнения начала трубо- провода
24*	Торы-разделители	ТУ38.304-09-27-92	2	Для удаления остатков воды и протаскивания каната
25	Шланг напорный	Ду = 25	2	Длина рукава 10 м
26	Манометры 0,2 МПа		4	Для контроля давления
27	Электроинструмент			Разный

\* Для конкретного диаметра трубы.

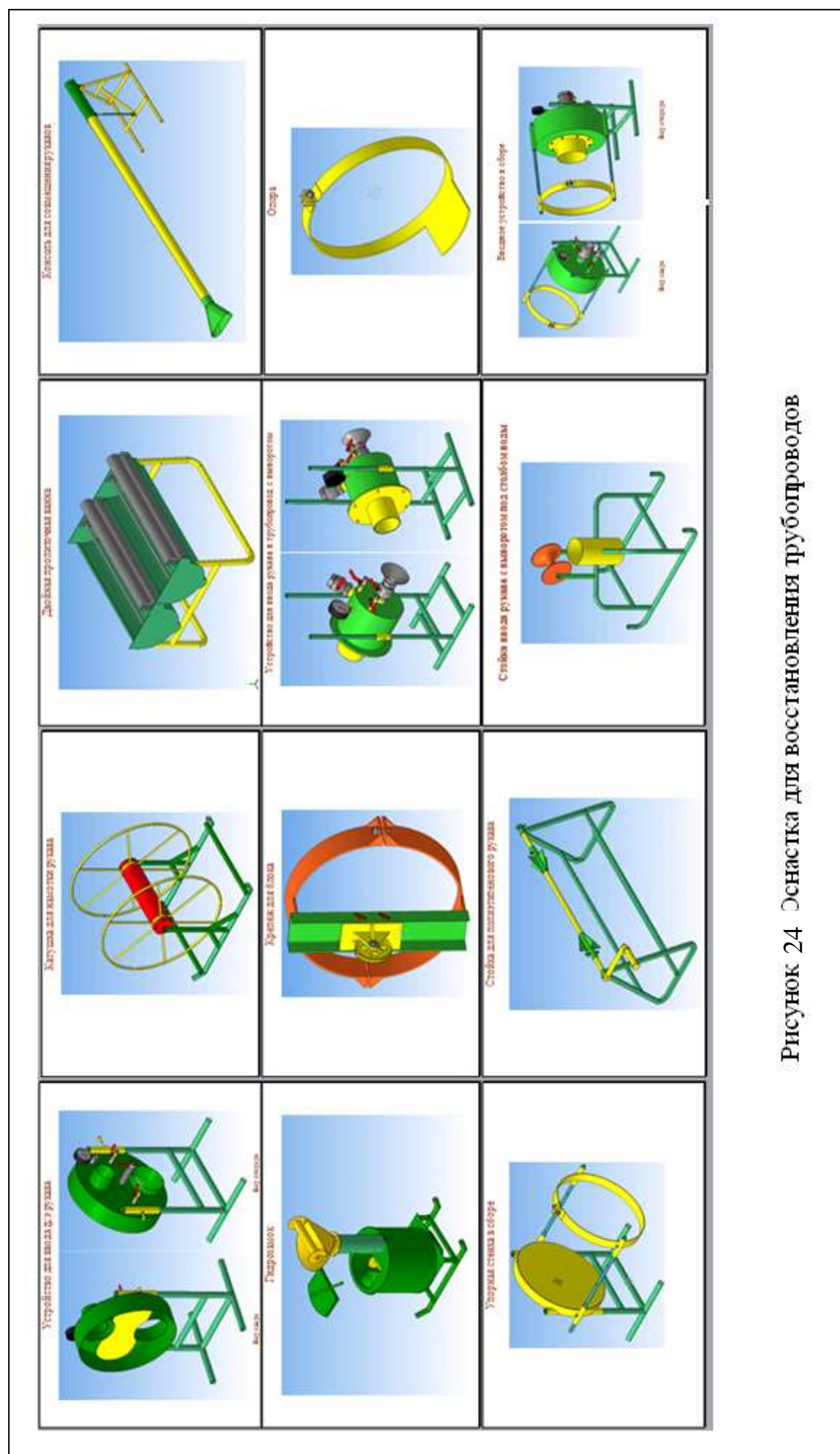


Рисунок 24 Оснастка для восстановления трубопроводов

### ХIII ГРАФИК ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

№ п/п	Наименование работ	Трудо- емкость чел.час	Про- должи- тельность час.	Со- став звена Чел.	Время на восстановление 100 пог.м. трубопровода, час																	
					1 сутки			2 сутки			3 сутки			4 сутки			5 сутки			6 сутки		
					8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96	104	112	120	128	136	144
1.	Опорожнение трубопро- вода от воды и протас- кивание каната с помо- щью тора-разделителя	12	2	6																		
2.	Сушка внутренней по- верхности трубопровода подогревателем воздуха 8Г27К	22	22	1																		
3.	Очистка внутренней поверхности трубопро- вода	132	22	6																		
4.	Телеинспекция	12	2	6																		
5.	Пропитка и ввод рукава в трубопровод	60	10	6																		
6.	Выдержка введенного рукава под давлением	84	42	2																		
7.	Удаление полиэтилено- вого рукава	4	1	4																		
8.	Телеинспекция	8	2	4																		
9.	Установка бандажей	96	32	3																		
		430	135	6																		