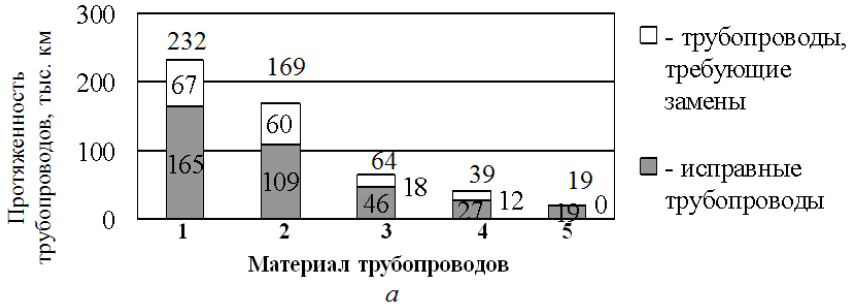
БЕСТРАНШЕЙНЫЙ РЕМОНТ ТРУБОПРОВОДОВ СПОСОБОМ НАНЕСЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ

ХАРАКТЕРИСТИКА ТРУБОПРОВОДОВ И ИХ ДЕФЕКТОВ

Распределение трубопроводов водоснабжения по материалу

а) в России



а

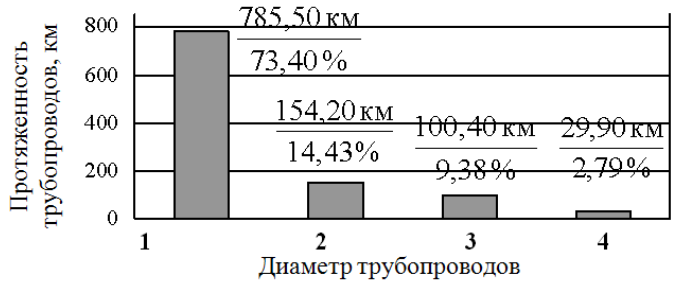
б) в Красноярске



б

а – в России; б – в Красноярске; 1 – стальные; 2 – чугунные; 3 – асбестоцементные; 4 – железобетонные; 5 – пластмассовые.

Распределение трубопроводов водоснабжения по диаметру для Красноярска



1 – D_y = 32–300 мм; 2 – D_y = 300-600 мм;

3 – D_y = 600–900 мм; 4 – D_y = 900–1200 мм;

Основной вид повреждений – свищи (67 % от общего количества повреждений)

Классификация способов бестраншейного ремонта трубопроводов



СОСТАВ ПРОЦЕССА РЕМОНТА ТРУБОПРОВОДОВ

Процессы подготовительного периода: телеинспекция трубопровода, разработка проекта производства работ, отрывка приямков, вырезка катушек

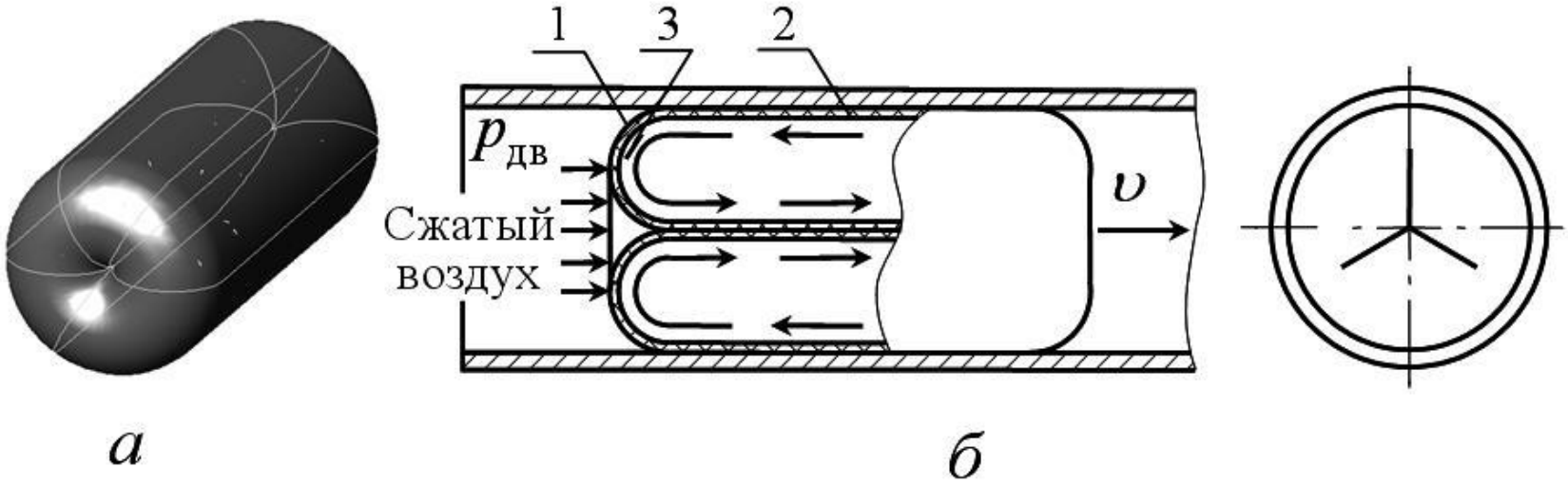
→

Процессы главного периода: прогрев и очистка трубопровода, нанесение и отверждение покрытия, контроль качества

→

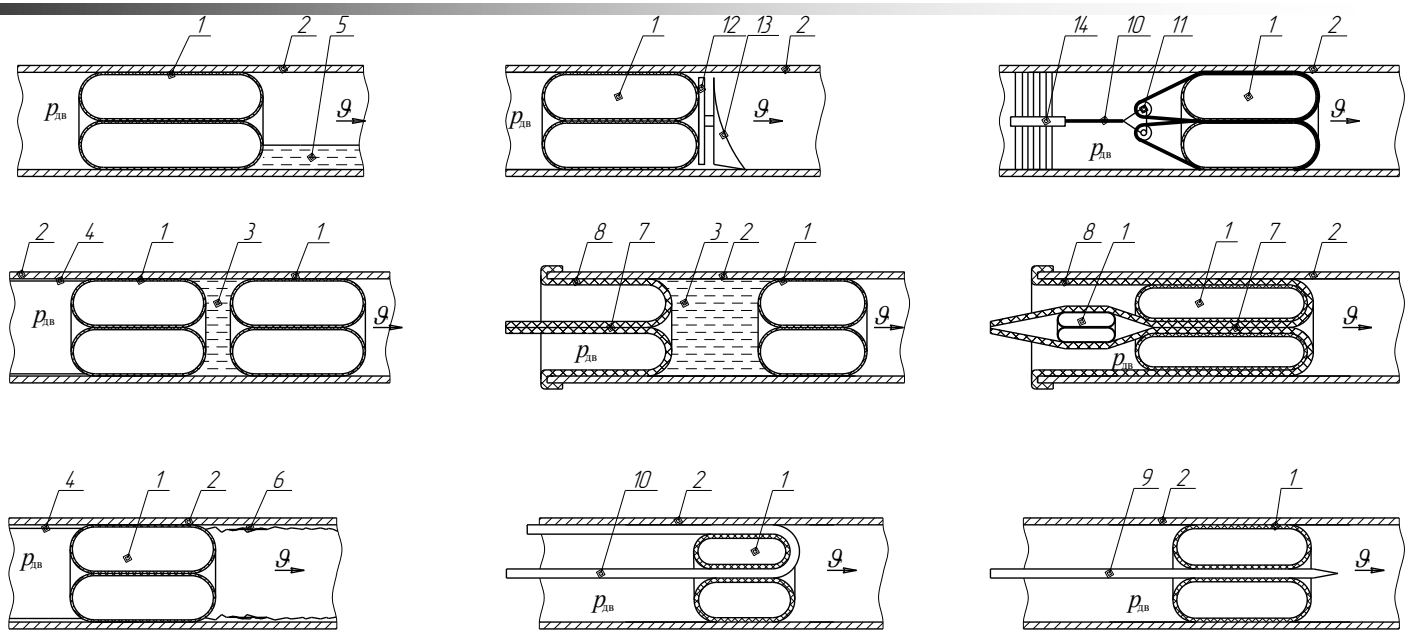
Процессы заключительного периода: испытание трубопровода, его промывка, приемка, засыпка приямков, восстановление асфальта и насаждений

ВНУТРИТРУБНЫЙ ТОРООБРАЗНЫЙ ПРИВОД



***а* – общий вид; *б* – схема движения в трубопроводе:** *1* – тканевая оболочка; *2* – резиновая камера; *3* – ниппель.

ОСНОВНЫЕ СХЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТОРООБРАЗНОГО ПРИВОДА



а **– удаление из трубопровода воды или другой жидкости;**

б **– очистка трубопровода или выполнение транспортных операций тором-толкачом;**

в **– то же, что и *б*, но тором-тягачом;**

г **– нанесение материала покрытия в жидком виде на внутреннюю поверхность трубопровода с использованием двух торов;**

д **– то же, что и *г*, но с использованием тора и тканевого рукава;**

е **– то же, что и *г*, но с использованием ткане-клеевого покрытия;**

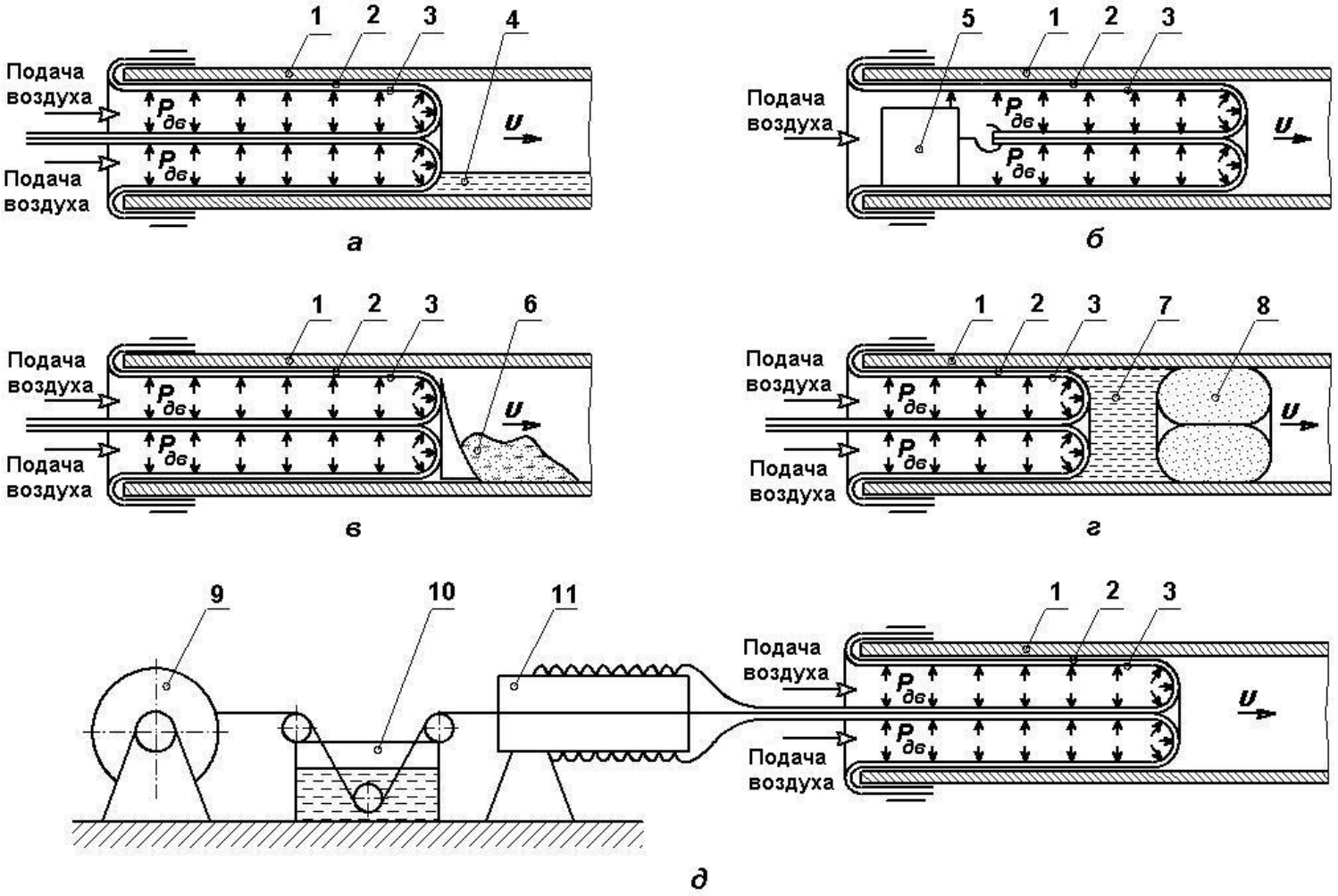
ж **– разглаживание, прикатывание и уплотнение покрытия (формирование покрытия);**

з **– перемещение в трубопроводе троса, фала и т. п.;**

и **– перемещение трубы, штока, выполнение функции гидроцилиндра**

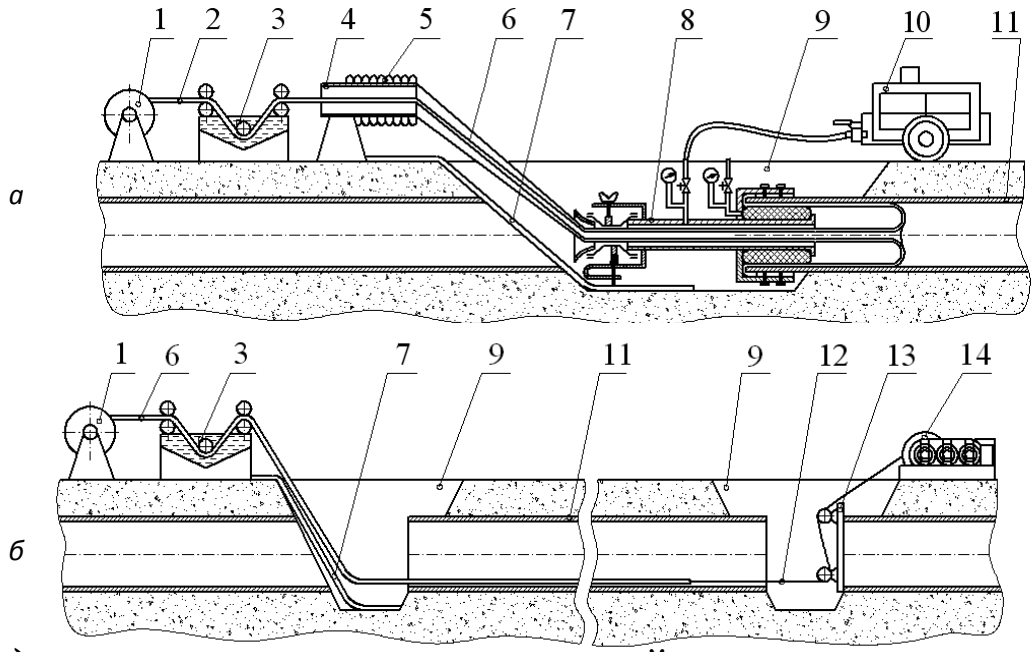
1 – тор; 2 – трубопровод; 3 – покрытие в жидком виде; 4 – сформированное защитное покрытие; 5 – удаляемая из трубопровода жидкость; 6 – несформированное покрытие; 7 – свернутый рукав; 8 – рукав вывернутый и приклеенный к внутренней поверхности трубопровода; 9 – труба, шток и т. п.; 10 – трос, фал, кабель и т. п.; 11 – прицепное устройство; 12 – толкающее устройство; 13 – скребок или др. рабочий орган; 14 – щётка или по п. 13

СХЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛУТОРОВ



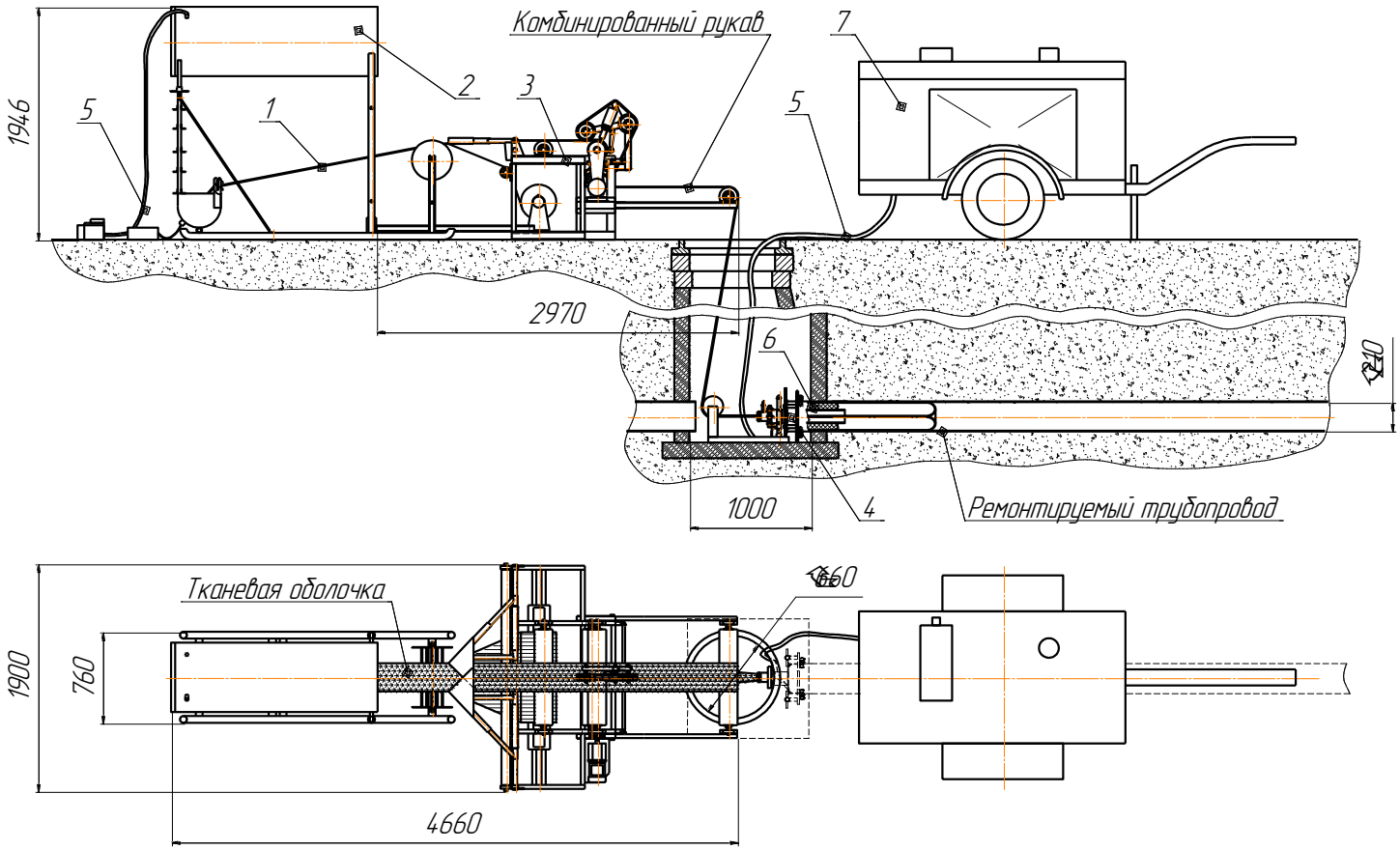
а **– осушение трубопровода;** ***б, в*** **– транспортирование твердых и сыпучих тел;** ***г, д*** **– нанесение на внутренние стенки трубопровода полимерного и тканеклеевого покрытий способами окрашивания (*г*) и склеивания (*д*): 1 – трубопровод; 2 – тканевая оболочка; 3 – пленочный рукав; 4 – вода; 5 – твердое тело; 6 – сыпучее тело; 7 – жидкий полимерный состав; 8 – торообразный механизм; 9 – барабан с тканевой оболочкой; 10 – ванна с клеем; 11 – патрубок с плёночным рукавом (устройство для герметичного ввода рукавноторообразного механизма в трубопровод на рисунке не показано).**

БЕСТРАНШЕЙНЫЙ РЕМОНТ ТРУБОПРОВОДОВ СПОСОБОМ НАНЕСЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМБИНИРОВАННОГО РУКАВА



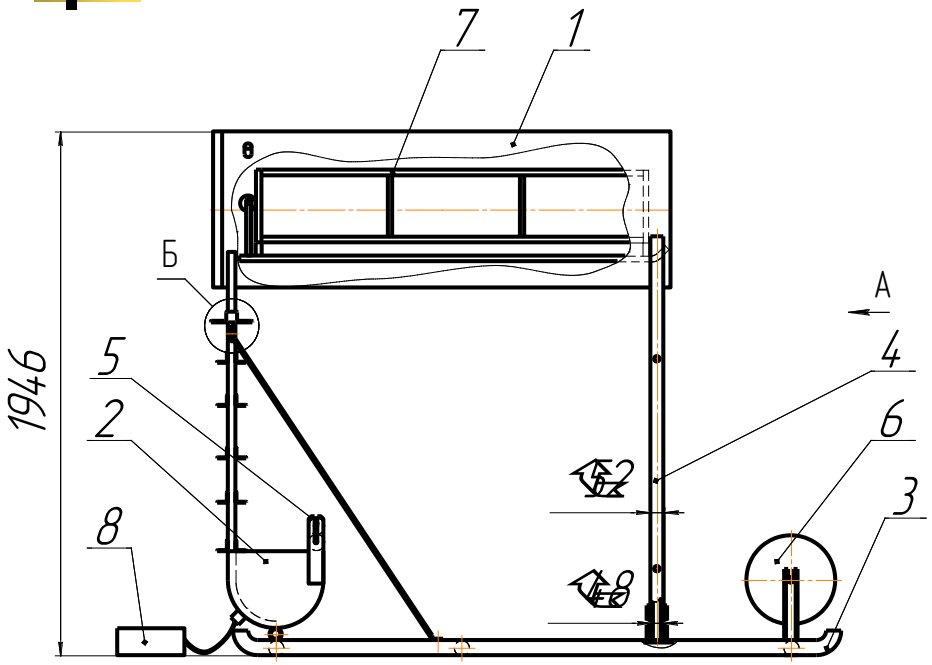
***а*) с выворотом рукава под воздействием давления воздуха; *б*) без выворота протаскиванием лебедкой:** *1* – барабан; *2* – тканевая оболочка; *3* – ванна с полимерным составом; *4* – устройство для изготовления комбинированного рукава; *5* – плёночный рукав; *6* – комбинированный рукав; *7* – подкладка; *8* – устройство для герметичного ввода комбинированного рукава в трубопровод; *9* – приямок; *10* – компрессор; *11* – трубопровод; *12* – канат; *13* – обводные блоки; *14* – тяговая лебедка.

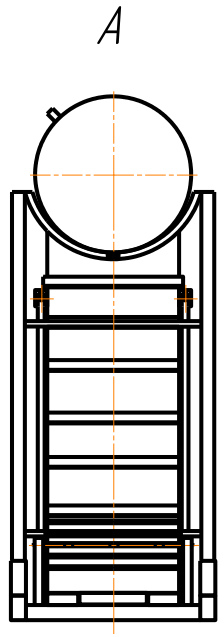
ОБЩИЙ ВИД КОМПЛЕКСА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ БЕСТРАНШЕЙНОГО РЕМОНТА ТРУБОПРОВОДОВ

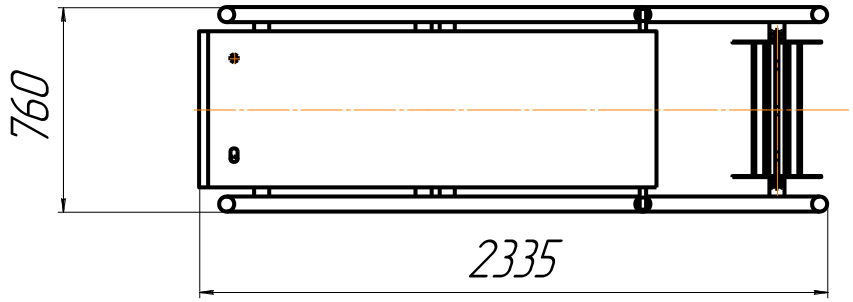


1 –тканевая оболочка; 2 – установка для ускоренной пропитки тканевых оболочек полимерным составом; 3 – установка для изготовления комбинированных рукавов; 4 – устройство для герметичного ввода комбинированного рукава в трубопровод; 5 – шланги; 6 – пневмоманжета; 7 – компрессор

УСТАНОВКА ДЛЯ УСКОРЕННОЙ ПРОПИТКИ ТКАНЕВЫХ ОБОЛОЧЕК ПОЛИМЕРНЫМ СОСТАВОМ

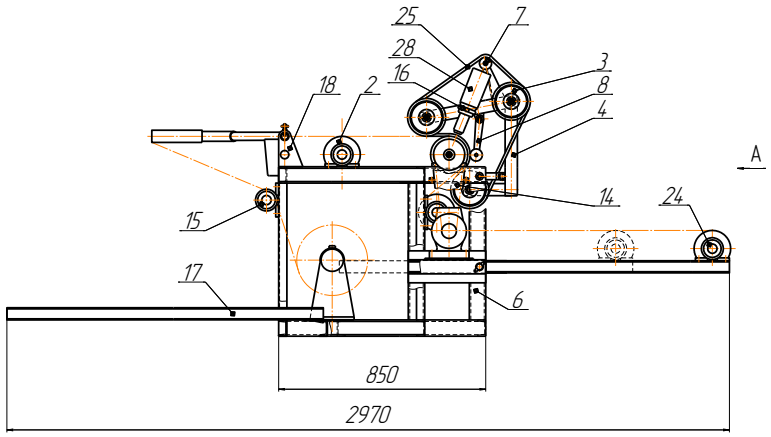


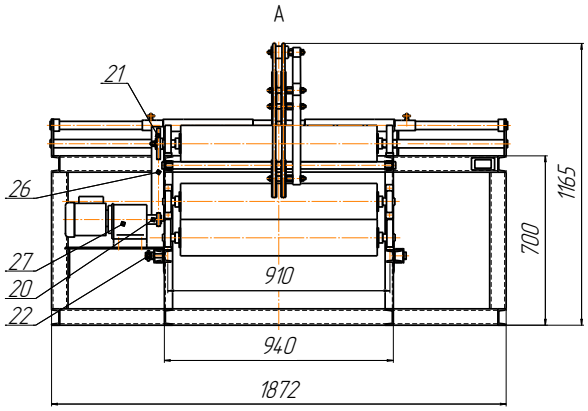


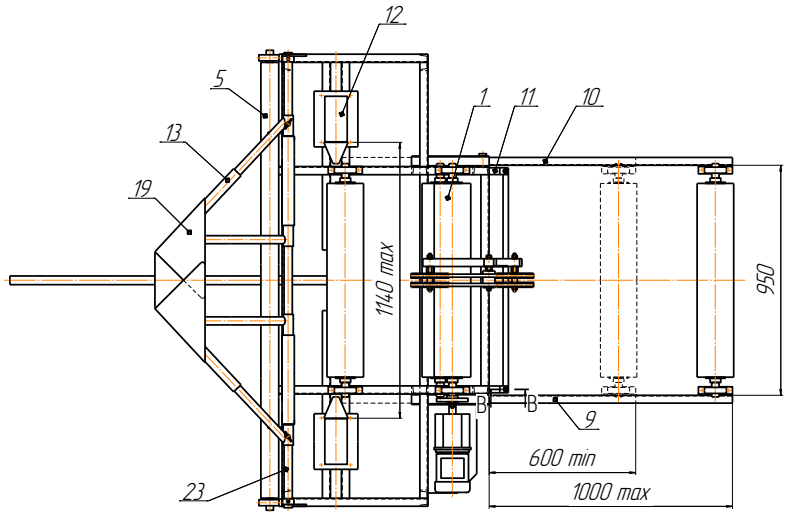


1 – камера вакуума; 2 – пропиточная ёмкость; 3 – основание; 4 – стойка; 5 – валок; 6 – катушка; 7 – кассета; 8 - ультразвуковой генератор

УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ РУКАВОВ

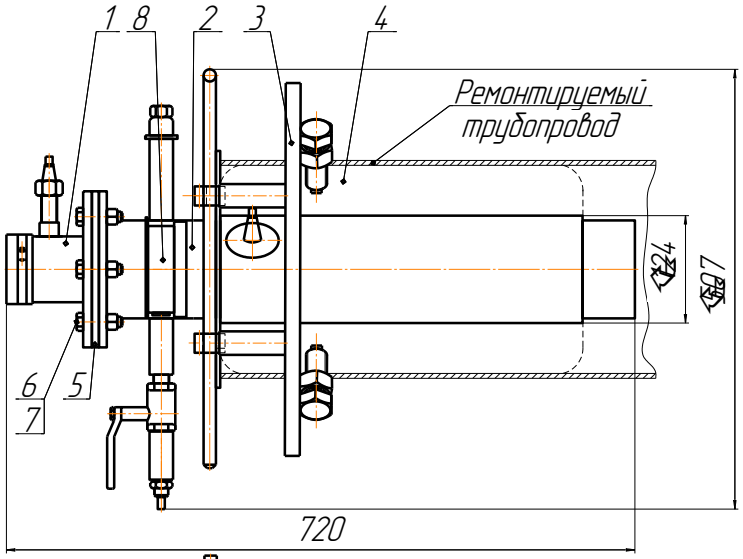


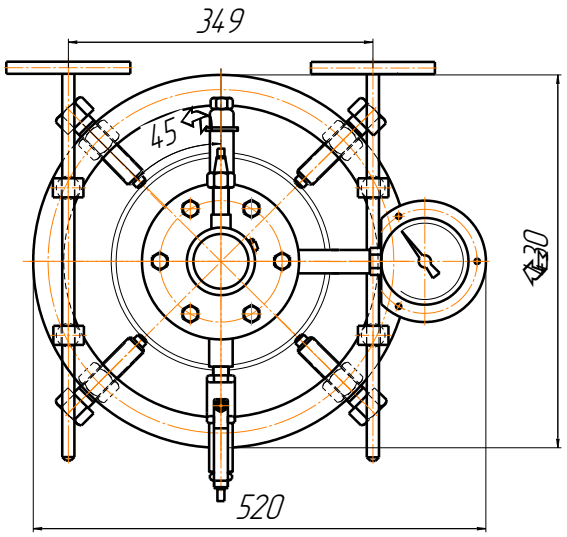


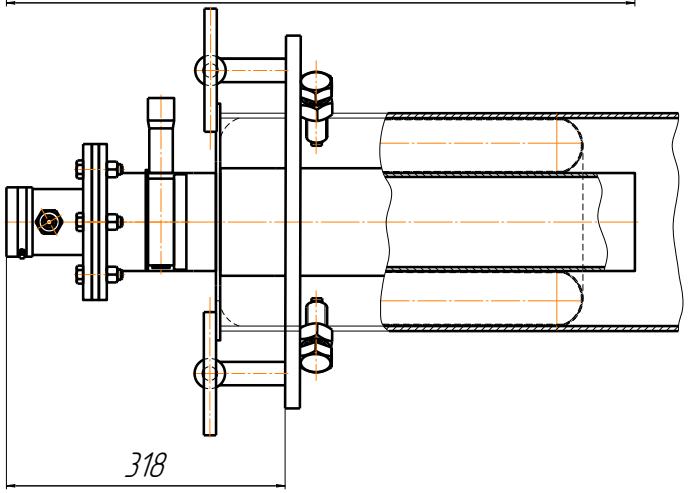


1 – валок ведущий; 2 – валок ведомый; 3 – блок шкивов; 4 – кронштейн; 5 – вал; 6 – рама; 7 – ролик; 8 – ролик приглаживающий; 9–10 – штанги; 12 – центр; 13 – держатель воротника; 14 – кожух цепи; 15 – корпус подшипника; 16 – держатель фена; 17 – штанга предохранительная; 18 – кронштейн; 19 – воротник; 20 – звездочка ведущая; 21 – звездочка ведомая; 22 – винт прижимной; 23 – труба; 24 – подшипник; 25 – ремень; 26 – цепь; 27 – мотор-редуктор; 28 – фен воздушный.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ГЕРМЕТИЧНОГО ВВОДА КОМБИНИРОВАННОГО РУКАВА В ТРУБОПРОВОД

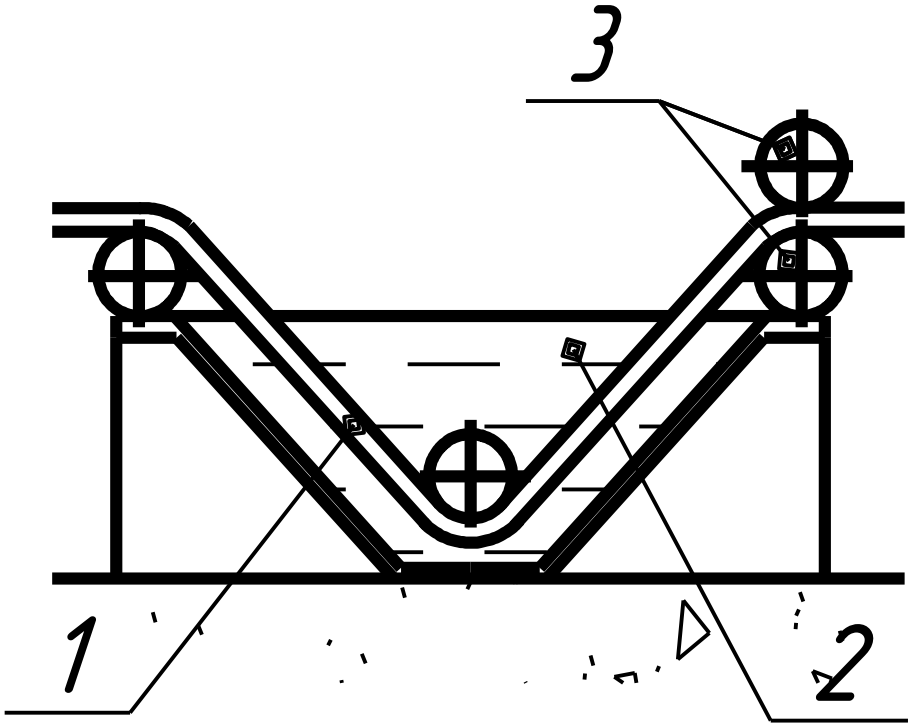






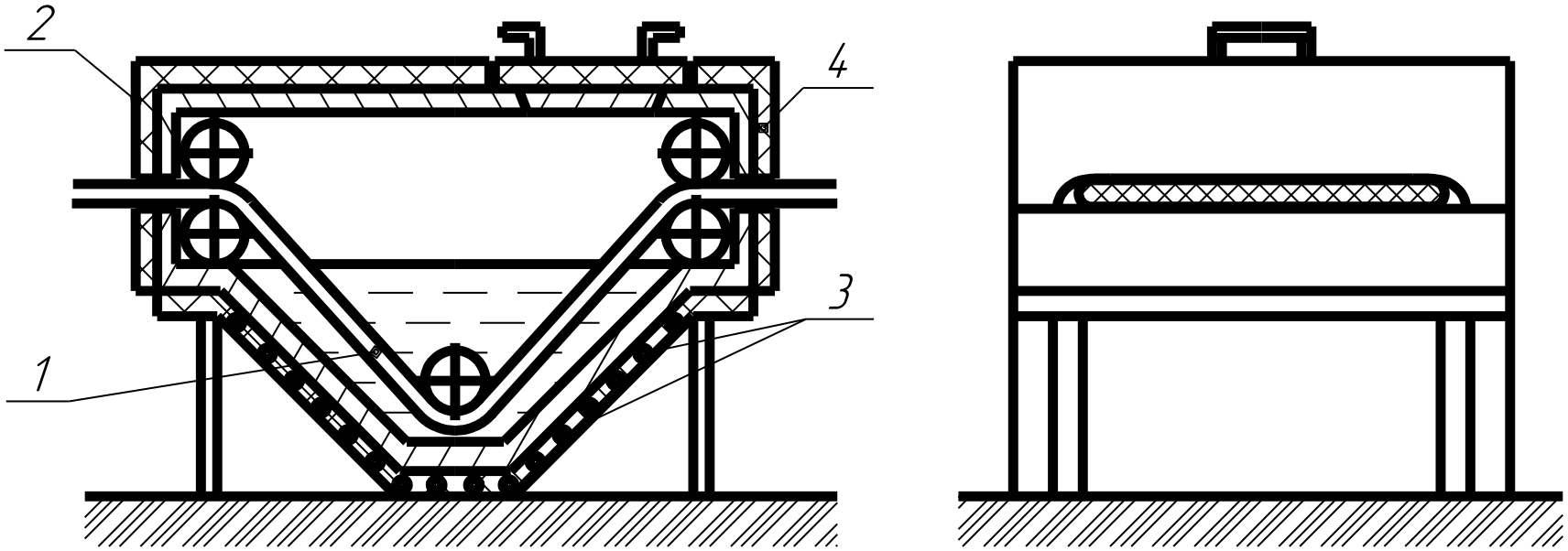
1 – входной фланец; 2 – корпус; 3 – замок; 4 – тор; 5 – прокладка; 6 – болт; 7 – гайка; 8 – манометр.

СУЩЕСТВУЮЩАЯ КОНСТРУКЦИЯ ВАННЫ ДЛЯ ПРОПИТКИ ТКАНЕВОГО РУКАВА



1 – тканевый рукав, 2 – существующая ванна для пропитки, 3 – валки.

ПРЕДЛОЖЕННАЯ КОНСТРУКЦИЯ ВАННЫ ДЛЯ ПРОПИТКИ ТКАНЕВОГО РУКАВА ПОЛИМЕРНЫМ СОСТАВОМ



***1* – тканевый рукав, *2* – ванна для пропитки рукава,**

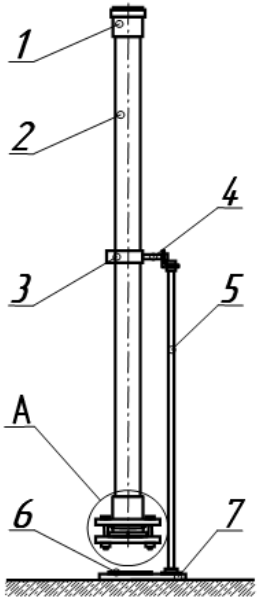
***3* – термоэлектронагреватели, *4* – теплоизоляционное покрытие.**

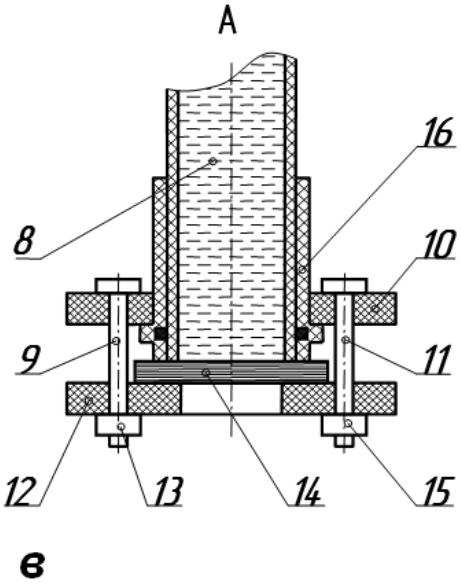
МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СКОРОСТИ ПРОПИТКИ РУКАВА





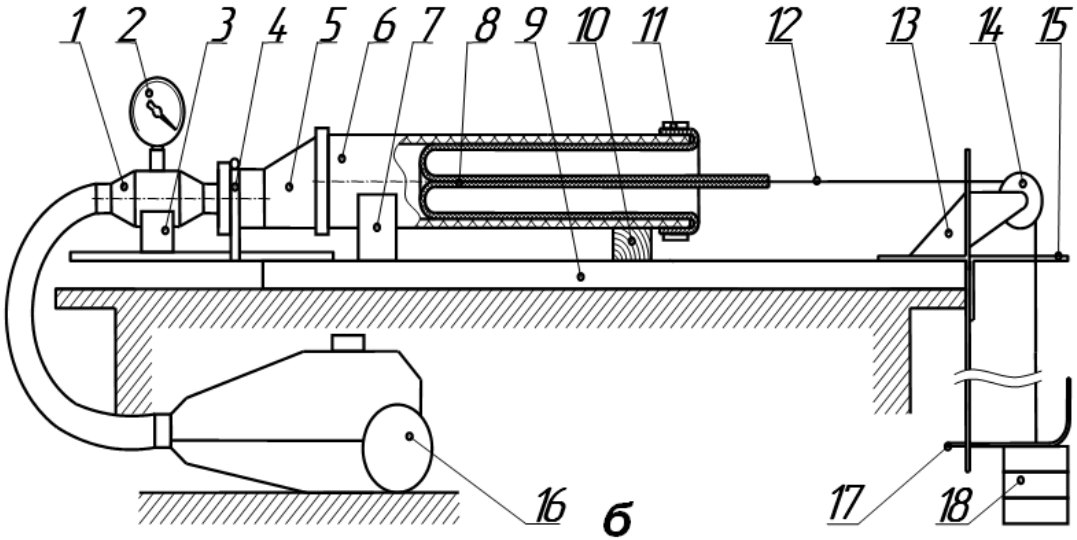




а – общий вид стенда в нейтральном положении; *б* – тоже, что и *а*, но в рабочем положении; *в* – схема стенда; 1 – заглушка; 2 – труба; 3 – зажим; 4 – ось; 5 – штатив; 6 – зеркало; 7 – основание; 8 – эпоксидная композиция; 9, 11 – болты; 10 – упорное кольцо; 12 – прижимное кольцо; 13, 15 – гайки; 14 – исследуемый образец

СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЯГОВЫХ СВОЙСТВ РУКАВА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ДАВЛЕНИЯ ВОЗДУХА

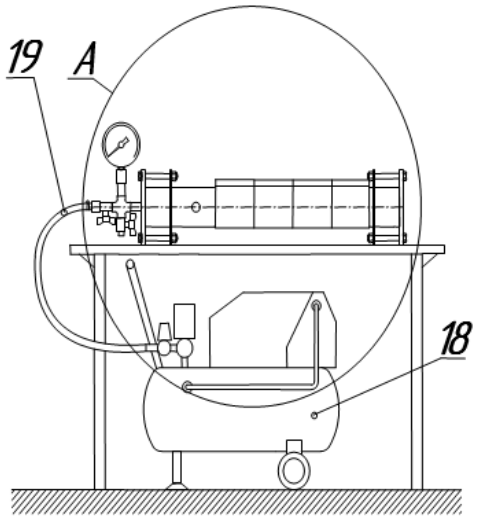




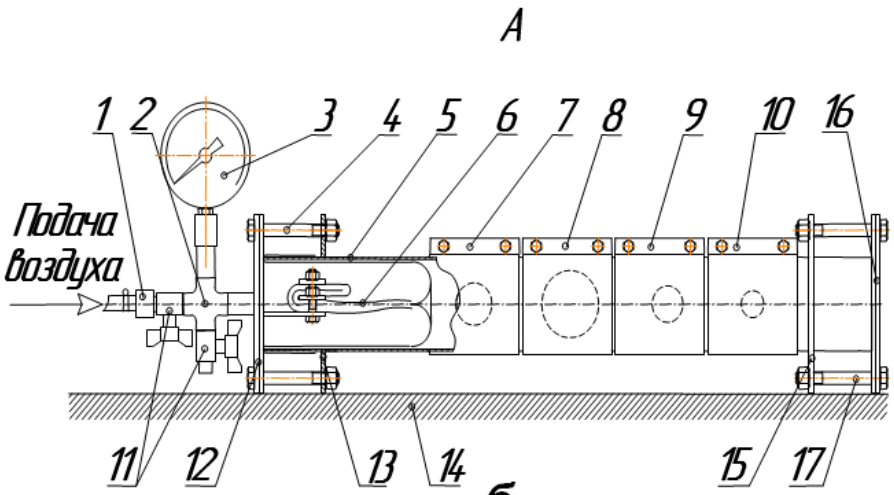
а – общий вид; *б* – схема; *1* – приспособление для поддержания вакуума; *2* – вакуумметр; *3* – переходник; *4* – стеклянная модель трубопровода; *5* – плёночный рукав; *6* – приспособление для измерения усилия прижатия рукава; *7* – тканевое полотнище; *8* – хомут; *9* – крепление; *10* – канат; *11* – стойка с блоком; *12, 14–16* – опоры; *13* основание; *17* – груз, имитирующий нагрузку.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАВИСИМОСТИ ПРОЧНОСТИ РУКАВА ОТ РАЗМЕРА ДЕФЕКТОВ ТРУБЫ



а



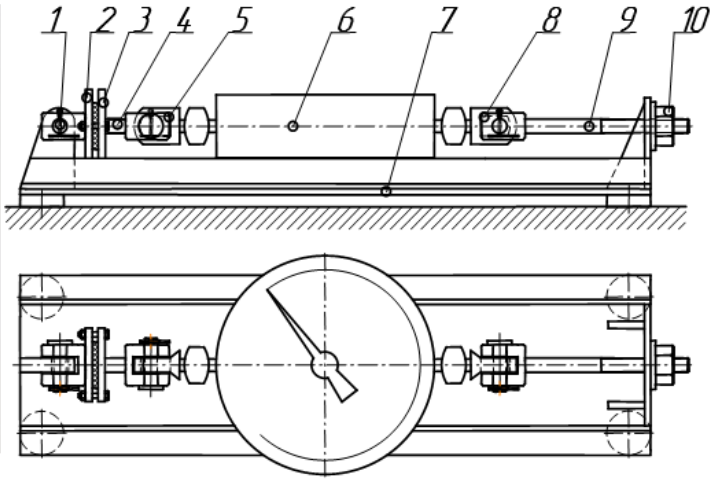
б

а – общий вид; *б* – схема стенда; *1* – штуцер; *2* – тройник; *3* – манометр; *4*, *17* – болты; *5* – модель трубопровода с отверстиями; *6* – рукав; *7*, *8*, *9*, *10* – хомуты; *11* – вентили; *12* – передняя крышка; *13*, *15* – фланцы; *14* – основание (стол); *16* – задняя крышка; *18* – компрессор; *19* – шланг.

СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ НА АДГЕЗИЮ К МЕТАЛЛУ



а



б

а – общий вид; *б* – схема стенда; *1* – вилка держателя; *2* – пластина; *3* – съемное кольцо; *4* – образец в виде цилиндра с нанесённым покрытием; *5*, *8* – вилки динамометра; *6* – динамометр; *7* – рама; *9* – штанга; *10* – гайка.

Стандартное оборудование для исследования прочности композиционного покрытия

Виды проведённых исследований:

- Изгиб покрытия согласно ГОСТ 25.604-82 на машинах AS-102 и УММ-20
- Растяжение покрытия согласно ГОСТ 25.601-80 и армирующей ткани, в соответствии с ГОСТ 6943.10-79 на машине Р-05



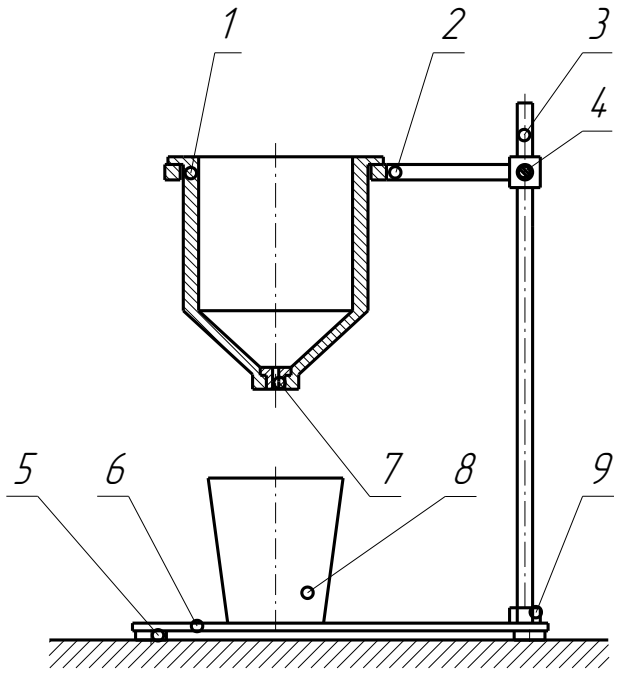
Машина AS-102


Машина УММ-20


Разрывная машина Р-05

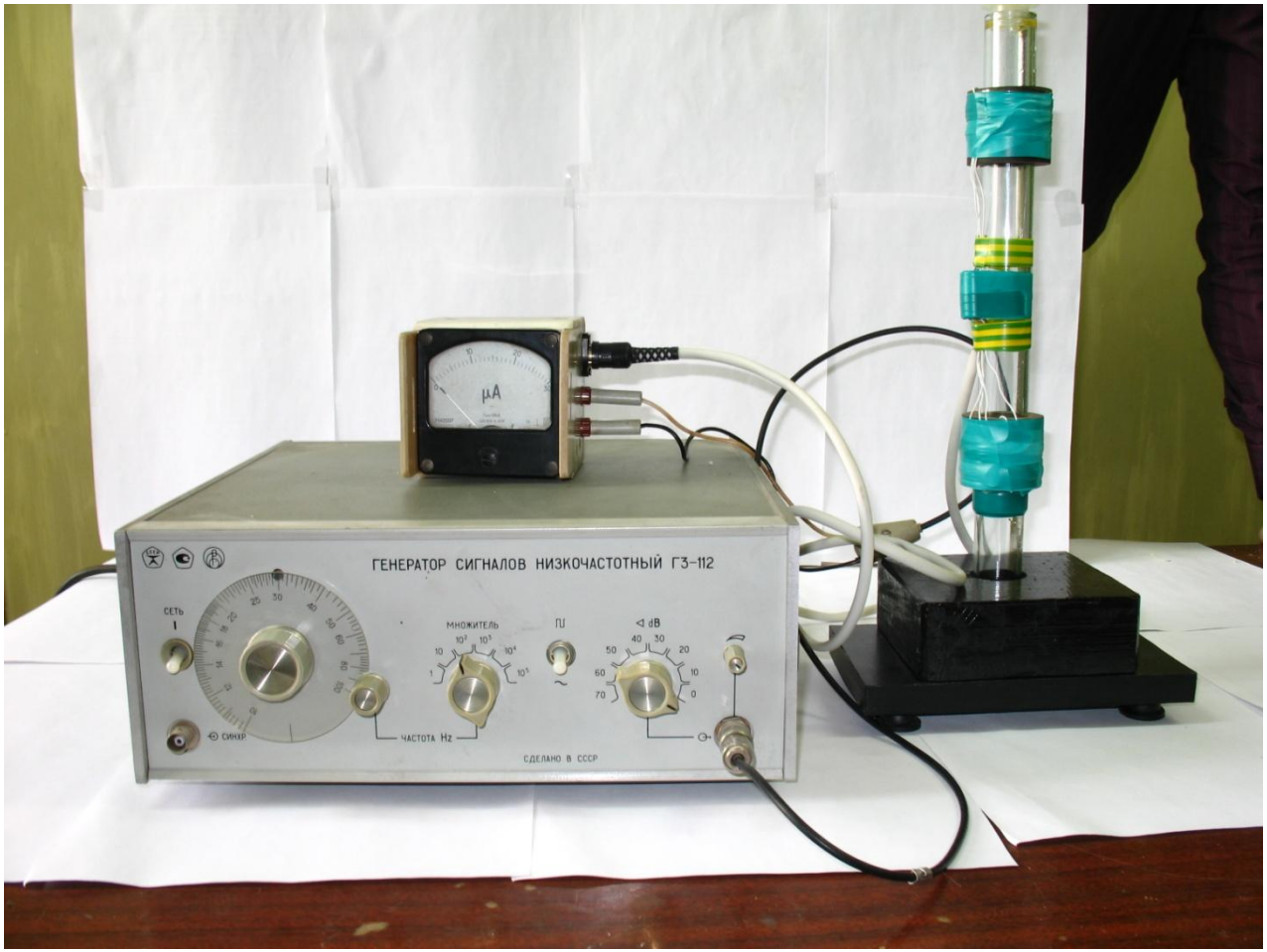
ПРИБОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЯЗКОСТИ ПОЛИМЕРНОГО СОСТАВА



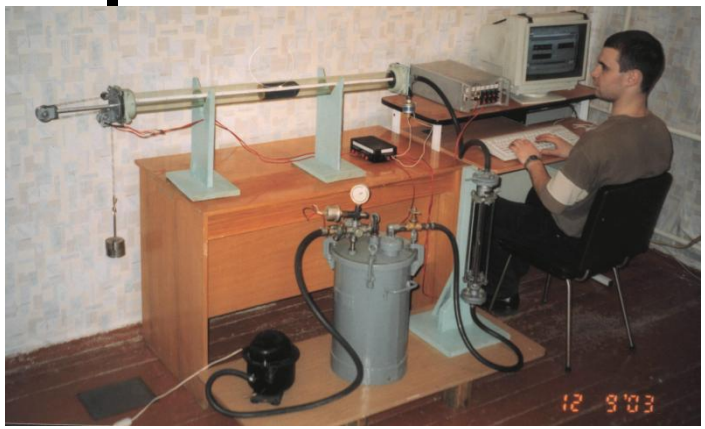


а **– общий вид;** ***б*** **– схема; 1 – стакан объемом 100 см^3; 2 – подвес; 3 – стойка; 4 – фиксатор; 5 – опоры; 6 – основание; 7 – вставка с калиброванным отверстием; 8 – стакан.**

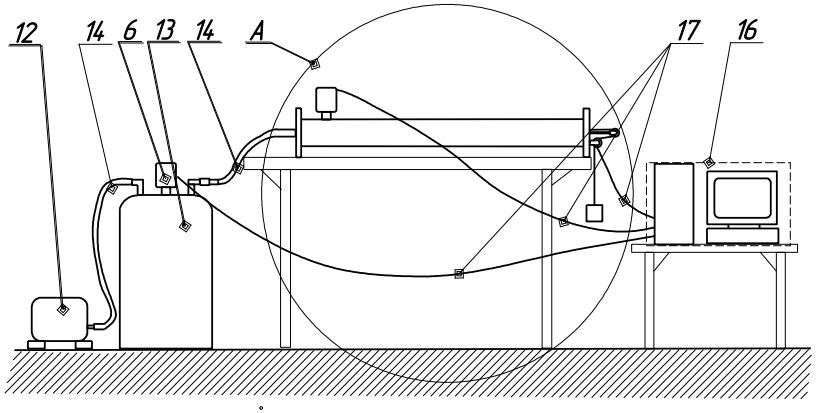
ПРИБОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЯЗКОСТИ ГУСТЫХ НЕПРОЗРАЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ СОСТАВОВ



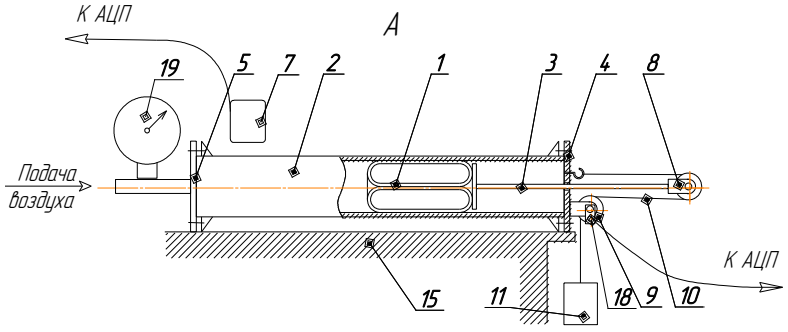
СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛАСТИЧНОГО ТОРООБРАЗНОГО ПРИВОДА (ЭТП)



а



б



в

а, б **– общий вид;** ***в*** **– исполнение узла А для исследования тяговых свойств ЭТП:** ***1*** **– ЭТП;** ***2*** **– модель трубопровода;** ***3*** **– шток;** ***4*** **– негерметичный фланец;**
5 **– негерметичный фланец;** ***6,7*** **– датчики давления;** ***8,9*** **– блоки;** ***10*** **– шнур;** ***11*** **– груз переменного веса;**
12 **– компрессор;** ***13*** **– ресивер;** ***14*** **– шланг;**
15 **– основание;** ***16*** **– измерительно-обрабатывающий комплекс;** ***17*** **– провода;**
18 **– фоторезистор;** ***19*** **– манометр**

Отработка технологии устройства приямков для бестраншейного ремонта трубопроводов





а **б**

а – разрушение асфальтового покрытия с использованием гидромолота;
б – отрывка приямков

Отработка технологии сушки и прогрева трубопровода на станции Зыково Красноярской железной дороги



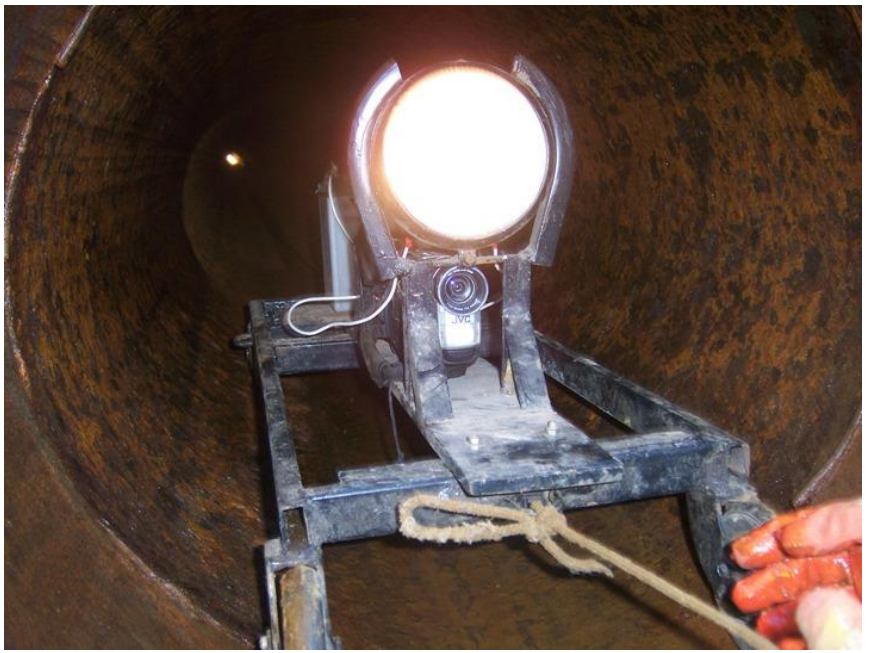
ОБЕСПЫЛИВАНИЕ ИЛИ ПРОМЫВКА ТРУБОПРОВОДА





КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ОЧИСТКИ ТРУБОПРОВОДА





СОВМЕЩЕНИЕ РУКАВОВ (ДЛЯ СЛУЧАЯ, ЕСЛИ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ ВЫБРАН СПОСОБ ПРОТЯЖКИ РУКАВОВ ЛЕБЕДКОЙ)









ПРИГОТОВЛЕНИЕ ПОЛИМЕРНОГО СОСТАВА, ПРОПИТКА ИМ ТКАНЕВЫХ ОБОЛОЧЕК, ВВОД РУКАВА В ТРУБОПРОВОД, ВЫДЕРЖКА РУКАВА ПОД ДАВЛЕНИЕМ В ТЕЧЕНИЕ ВРЕМЕНИ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ КЛЕЯ







УДАЛЕНИЕ ПЛЕНОЧНОГО РУКАВА, УСТРОЙСТВО БАНДАЖЕЙ





ВВАРКА КАТУШЕК, ИСПЫТАНИЕ ТРУБОПРОВОДА, ЗАСЫПКА ГРУНТОМ ПРИЯМКОВ, УКЛАДКА АСФАЛЬТА, ОЗЕЛЕНЕНИЕ

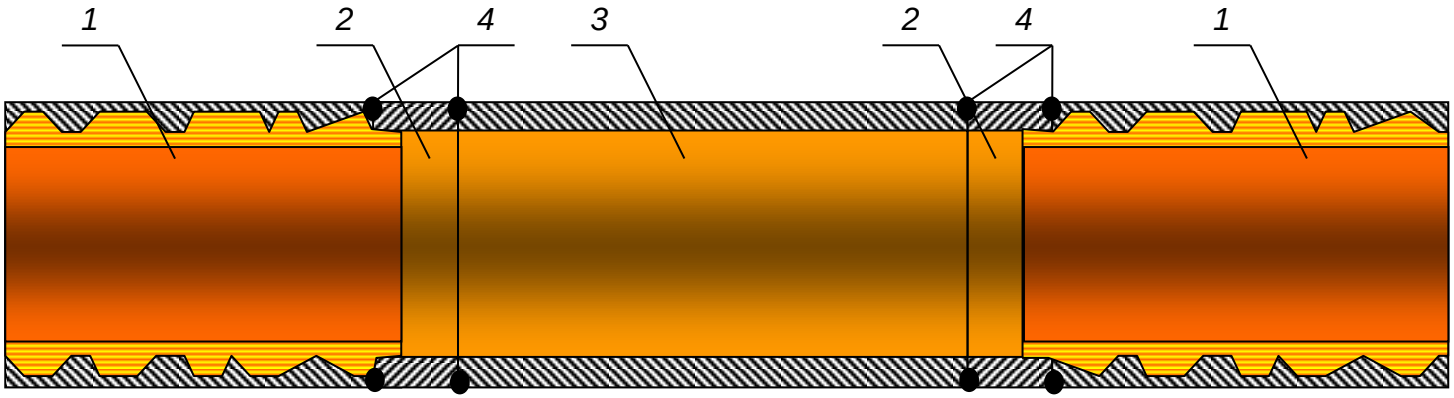


Рис. 4.37. Сварочный способ соединения труб : *1* – восстановленные участки трубопровода; *2* – кольца из новой трубы; *3* – катушка из новой трубы; *4* – сварные стыки.

ФРАГМЕНТЫ ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ

На станции Зыково Красноярской железной дороги



а



б



в



г

На Есаульской оросительной системе Красноярского края



д



е



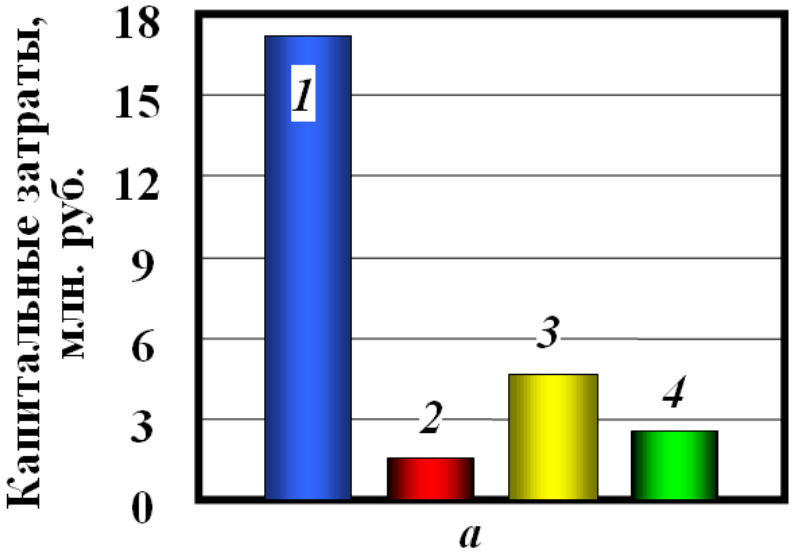
ж



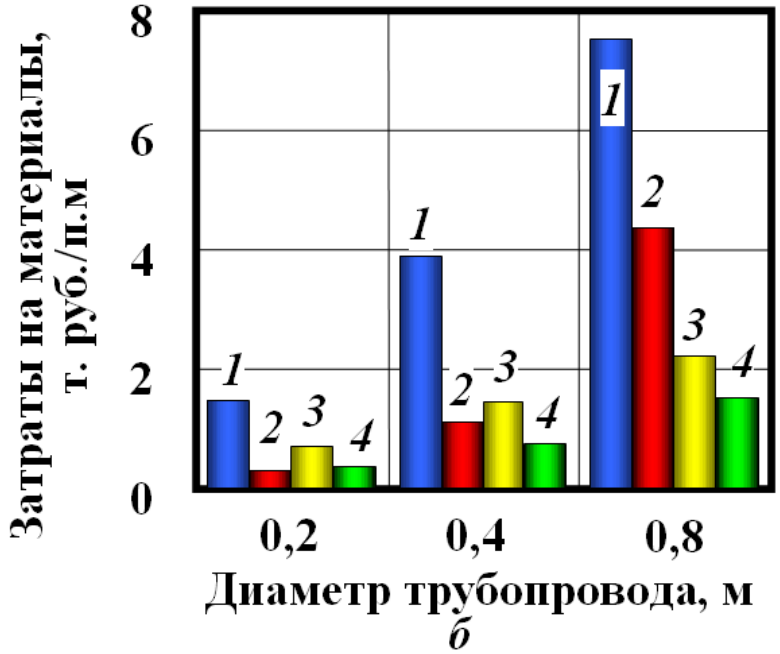
з

а – телеинспекция; *б* – обеспыливание трубопровода; *в* – пропитка и совмещение тканевой оболочки с пленочным рукавом; *г* – ввод рукава в трубопровод; *д*, *з* – поверхность трубы до и после очистки; *е*, *ж* – пропитка тканевой оболочки

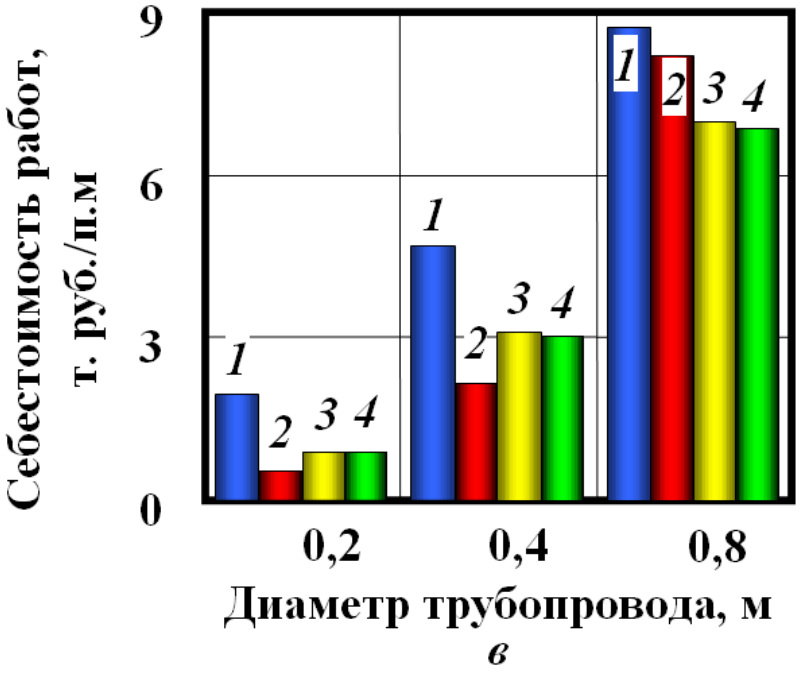
ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ ПО ЗАТРАТАМ НА ОБОРУДОВАНИЕ (*а*), МАТЕРИАЛЫ (*б*) И ПО СЕБЕСТОИМОСТИ РЕМОНТА (*в*) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



а



б



в

1 – ремонт открытым способом с использованием стальных труб; *2* – бестраншейный ремонт с использованием полиэтиленовых труб; *3* – то же, что и *2*, но рукавным способом «Феникс» с использованием зарубежных материалов и оборудования; *4* – то же, что и *3*, но с использованием предлагаемых оборудования, технологии и конструкции рукава.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Исследованы и усовершенствованы три основных способа бестраншейного ремонта трубопроводов: а) с разрушением старой коммуникации, ее расширением и протаскиванием плети новых пластмассовых труб; б) нанесением на внутреннюю поверхность трубопровода полимерных покрытий путем применения эластичных торообразных механизмов; в) нанесением на внутреннюю поверхность трубопровода композиционных покрытий с использованием комбинированного рукава, компрессора или вакуумнасоса. Разработаны для каждого из этих процессов математические модели, учитывающих основные факторы системы «трубопровод – оборудование – технология – условия работ», позволяющие рассчитывать управляемые параметры этой системы и определять область применения каждого из способов.

2. Разработан, изготовлен и применен комплекс из 6 исследовательских стендов, позволяющий устанавливать влияние основных факторов технологи, оборудования и объекта на кинематические, прочностные и тяговые свойства агрегатов для ремонта трубопроводов. Назначение комплекса выходит за рамки этой работы, т. к. он может быть применен магистрами, аспирантами и докторантами для решения самых различных задач в этой области.

3. По каждому из трех исследованных способов разработана методика проектирования оборудования и производства работ по бестраншейному ремонту трубопроводов, позволяющая вести кинематический, прочностной и технологический расчеты процесса и агрегатов с учетом комплекса основных факторов. При этом разработано 7 единиц основного оборудования, изготовлены модели и опытно-промышленные образцы, защищенные 22 патентами на изобретения и полезные модели.

4. Исследованы режимы работы и параметры ремонтного оборудования, определены закономерности изменения показателей его прочностных, тяговых, кинематических и технологических свойств.

5. Выявлены области применения исследованных способов и предлагаемых комплексов оборудования для бестраншейного ремонта трубопроводов в зависимости от их износа, необходимости увеличения диаметра; времени года, стесненных условий, стоимости материалов и пр.

6. Разработанные методики проектирования оборудования и рекомендации по совершенствованию технологии ремонта внедрены (по акту) институтом СибНИИГМ и объединением «Краском» «Водоканал – Красноярск» на объектах Красноярского края при ремонте водопроводных и гидромелиоративных сетей. Созданные и изготовленные исследовательские стенды использованы в учебном процессе Сибирского федерального университета, а учебно-методические разработки переданы для использования в Московский государственный строительный университет, Братский технический университет и другие вузы.

ДОКЛАД ОКОНЧЕН

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!