

**ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ,
ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ БЕСТРАНШЕЙНОМ РЕМОНТЕ ТРУБОПРОВОДОВ**

Глазков А.А.

Научный руководитель – профессор Емелин В.И.

Политехнический институт сибирского федерального университета

Актуальность работы обусловлена большой протяженностью трубопроводов в России (~2,4 млн. км наружных сетей), их износом (50-70%) и значительными объемами ремонтных работ. Из всех видов трубопроводов отдельному исследованию подлежат трубопроводы холодного водоснабжения и водоотведения, характеризуемыми совокупностью факторов, упрощающих (невысокие давление и температура транспортируемой среды) и усложняющих (большое количество отводов, переходов и смотровых колодцев, пролегание по территории плотной городской застройки, наличие среды с повышенной коррозионной активностью, высокие санитарно-гигиенические требования к внутренней поверхности) прокладку, эксплуатацию и ремонт. По назначению эти трубопроводы могут быть коммунальными, технологическими и гидромелиоративными. В настоящее время в России преимущественно применяются траншейные (открытые) способы ремонта, недостатками которых является большие сроки, стоимость и объемы работ по устройству траншей, удалению и восстановлению асфальтовых покрытий, создание помех для движения транспортных средств. Кроме этого, в случае ведения работ в стесненных городских условиях, дополнительно требуется вывоз грунта с последующим его завозом. Эти недостатки частично или полностью могут быть устранены использованием бестраншейных способов ремонта трубопроводов. Все они разработаны за рубежом. Из известных технологий одним из наиболее эффективных, является способ пневмовыворота комбинированного рукава (КР). В отличие от других методов он позволяет использовать остаточный ресурс изношенной сети, либо даже им пренебречь путем создания дополнительной композиционной трубы за счет нанесения многослойного покрытия. Эта технология имеет значительные резервы ее совершенствования, путем выбора наиболее стойких в различных полимерных средах технологических материалов и применения более дешевых материалов российского производства. Однако для этого необходимы дополнительные исследования.

Цель работы – изучить влияние различных сред на прочностные свойства различных технических материалов.

Задачи работы:

1. Исследовать прочностные свойства материалов до замачивания в среде.
2. Исследовать прочностные свойства материалов после замачивания в среде.
3. Определить коэффициенты трения материалов по сухой поверхности.
4. Определить коэффициенты трения материалов по смоченной эпоксидной смолой поверхности.

Используемые ткани и пленки:

1. Брезент водоотталкивающий;
2. Полиамидная ткань;
3. Полипропиленовый шнур;
4. Полиэтиленовая пленка 1 (толщина 100 микрон);

5. Полиэтиленовая пленка 2 (толщина 140 микрон);
6. Полихлорвиниловая пленка (толщина 150 микрон);
7. Стеклоткань;
8. Углеткань.

При этом в качестве сред для замачивания использовались:

1. Эпоксидная смола ЭД-20;
2. Отвердитель смолы Этал-45М;
3. Отвердитель смолы ПЭПа;
4. Ацетон.

Результаты испытания фиксируются в таблице 1 и составляется гистограмма 1.

Таблица 1 – Результаты испытания технологических материалов на разрыв при воздействии на них различных компонентов полимерных составов, Н

Тканевые и пленочные материалы	Вне скобок – усилие разрыва материала, замоченного в указанной ниже среде, по отношению к прочности сухого материала, %. В скобках усилие разрыва замоченного материала, Н				Усилие разрыва сухого материала, Н
	Эпоксидная смола ЭД-20	Отвердитель смолы Этал-45М	Отвердитель смолы ПЭПа	Ацетон	
Брезент водоотталкивающий	116 (70)	100 (60)	83 (50)	83 (50)	100 (60)
Полиамидная ткань	112 (140)	128 (160)	120 (150)	96 (121)	100 (125)
Полипропиленовый шнур	105 (2000)	107 (2050)	110 (2100)	89 (1700)	100 (1900)
Полиэтиленовая пленка 1	106 (40)	75 (30)	125 (5)	62 (25)	100 (40)
Полиэтиленовая пленка 2	83 (50)	83 (50)	116 (70)	70 (42)	100 (60)
Стеклоткань	125 (10)	125 (10)	112 (9)	100 (8)	100 (8)
Полихлорвиниловая пленка	100 (100)	115 (115)	100 (100)	28 (28)	100 (100)

Углеткань	108 (50)	87 (40)	87 (40)	100 (46)	100 (46)
-----------	----------	---------	---------	----------	----------

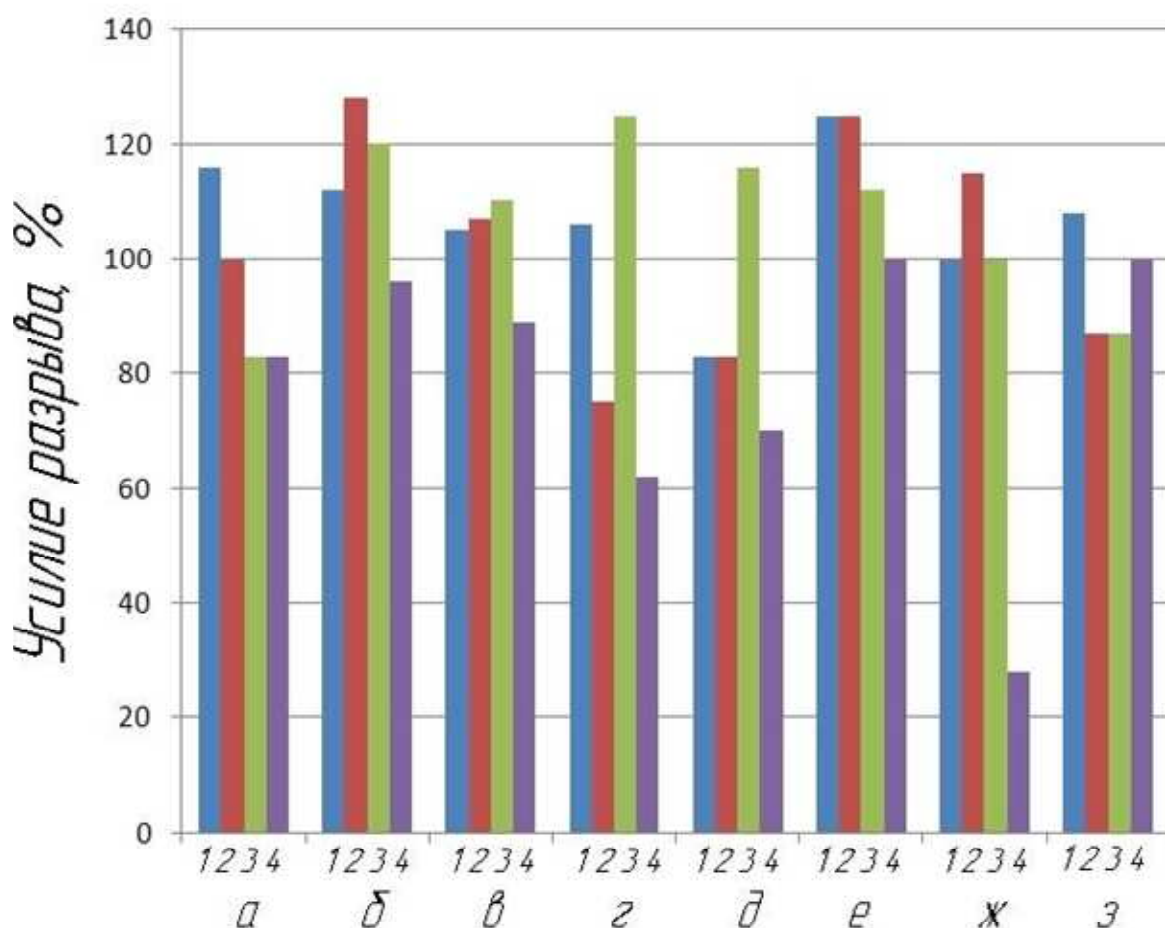


Рисунок 1 - Гистограмма усилий разрыва технологических материалов, замоченных в средах (композиционных полимерных составов) по отношению к усилиям разрыва этих материалов в сухом состоянии: а – брезент; б – полиамидная ткань; в – полипропиленовый шнур; г – полиэтиленовая пленка толщиной 100 мкм; д – полиэтиленовая пленка толщиной 140 мкм; е – стеклоткань; ж – полихлорвиниловая пленка; з – углеткань. Среда: 1 – эпоксидная смола ЭД-20; 2 – отвердитель смолы ЭТАЛ-45М; 3 – отвердитель смолы ПЭПА; 4 – ацетон.

Для решения 3-й и 4-й задач использовались следующие материалы:

1. Полиамидная ткань;
2. Полиэтиленовая пленка 1 (толщина 100 микрон);
3. Полиэтиленовая пленка 2 (толщина 140 микрон);
4. Полихлорвиниловая пленка (толщина 150 микрон).

Среда для замачивания:

1. Эпоксидная смола ЭД-20.

Результаты эксперимента представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты испытания технологических материалов на трение

Тканевый и пленочные материалы	Коэффициенты трения по сухой поверхности			Коэффициенты трения по поверхности в Эпоксидной смоле ЭД-20		
	0,01 м/с	0,02 м/с	0,05 м/с	0,01 м/с	0,02 м/с	0,05 м/с
Полиэтиленовая пленка по полиэтиленовой пленке (100 мкм)	0,5	0,5	0,6	0,1	0,2	0,3
Полиэтиленовая пленка по полиэтиленовой пленке (137 мкм)	0,5	0,5	0,6	0,2	0,3	0,4
Полиэтиленовая пленка (100 мкм) по стали	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,6
Полиэтиленовая пленка (137 мкм) по стали	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6
Полихлорвиниловая пленка (150 мкм) по стали	0,3	0,3	0,35	0,3	0,3	0,35
Полиамидная ткань по стали	0,35	0,35	0,4	0,3	0,4	0,5
Углеткань по стали	0,35	0,4	0,4	0,35	0,4	0,45
Стеклоткань по стали	0,3	0,3	0,3	0,4	0,45	0,8

Выводы:

1. На каждый материал среда замачивания влияют по-разному. На большинство материалов ацетон влияет худшим образом, так как материал начинает растворяться и его прочностные свойства уменьшаются. Прочность материалов пропитанных в смоле ЭД-20, отвердителях ПЭПА и ЭТАЛ-45М увеличиваются.

2. При ремонте трубопроводов способом протягивания рукава целесообразно использовать следующие технические ткани: полипропиленовую и полиамидную ткани, так как образцы показали наилучшие результаты. Не рекомендуется использовать брезент и стеклоткань, так как образцы этих материалов показали худшие результаты.

3. При ремонте трубопровода способом протягивания рукава целесообразно использовать полиэтиленовую пленку, толщиной 140 микрон и более. Не рекомендуется использовать полихлорвиниловую пленку и более тонкий полиэтилен, так как их прочность в различных средах значительно колеблется.

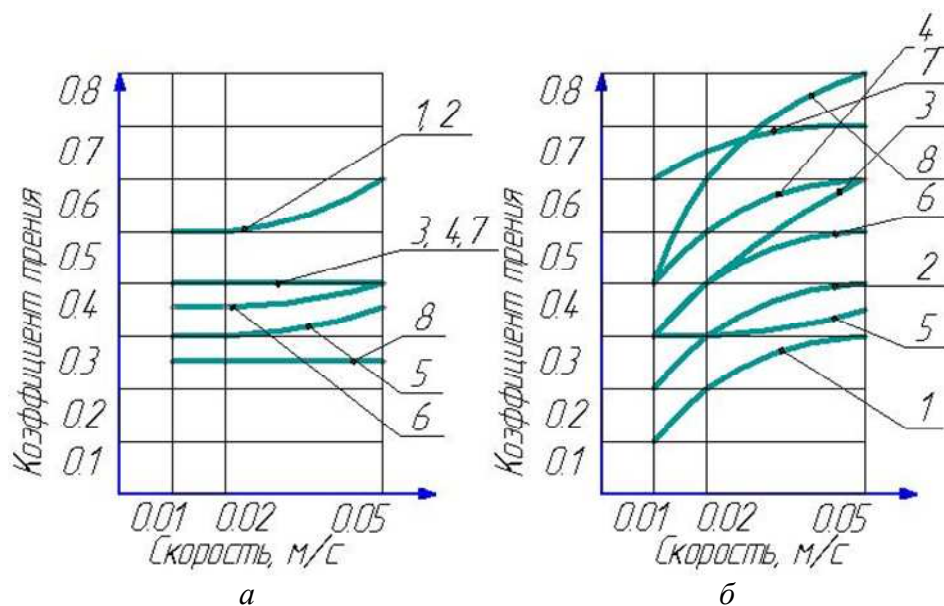


Рисунок 2 - Графики изменения коэффициента трения от увеличения скорости: *а* – график изменения коэффициента трения по сухой поверхности, *б* – в смоле: 1 - полиэтиленовая пленка по полиэтиленовой пленки (100 мкм); 2 - полиэтиленовая пленка по полиэтиленовой пленки (137 мкм); 3 - полиэтиленовая пленка (100 мкм) по стали; 4 - полиэтиленовая пленка (137 мкм) по стали; 5 - полихлорвиниловая пленка (150 мкм) по стали; 6 - Полиамидная ткань по стали; 7 - углеткань по стали; 8 – стеклоткань по стали.

Выводы:

1. При увеличении скорости перемещения материала по сухой поверхности, коэффициенты трения практически не увеличиваются.
2. При увеличении скорости перемещения материала по смоченной в смоле поверхности (от 0,01 до 0,05 м/с), коэффициенты трения увеличиваются в 1,5 – 3 раза. При ремонте трубопровода целесообразно использовать полихлорвиниловую пленку при движении по стали, так как данный образец показал наименьшее сопротивление при движении по стали.