

Об эффективности применения полиэтиленовых труб с соэкструзионными слоями в системах распределения природного газа

On the effectiveness of the use of polyethylene pipes with coextrusion layers in natural gas distribution systems

Д.А. КОРОБЧЕНКО, В.В. ЗАХАРОВ, М.С. ДОРОНИН

D.A. KOROBCHENKO, V.V. ZAKHAROV, M.S. DORONIN

АО «Гипрониигаз», г. Саратов, Россия

Giproniigaz JSC, Saratov, Russia

Liegg@niigaz.ru

В статье выполнен анализ факторов эффективности применения полиэтиленовых труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC на внешней и/или внутренней поверхности трубы в системах распределения природного газа. Отмечается, что факторы эффективности проявляются на стадии строительства и позволяют снизить капитальные вложения в сооружение сетей газораспределения. Сформулированы предложения по внесению изменений в действующую нормативную документацию, регламентирующую требования к конструкции, техническим характеристикам, особенностям применения, проектирования и монтажа полиэтиленовых труб на сетях газораспределения, представлены особенности применения полиэтиленовых труб из ПЭ100-RC. Выполнена оценка показателей экономической эффективности применения полиэтиленовых труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC на внешней и/или внутренней поверхности трубы на сетях газораспределения.

Ключевые слова: полиэтиленовые трубы, соэкструзионные слои, особенности применения, нормативные документы, эффективность инвестиций

The article analyzes the efficiency factors of the use of polyethylene pipes with coextrusion layers of PE100-RC on the outer and / or inner surface of the pipe in the natural gas distribution systems. It is noted that efficiency factors are manifested at the construction stage and allow reducing capital investments in the construction of gas distribution networks. The proposals for amendments to the current regulatory documentation specifying the requirements to the design, technical characteristics, application, design and installation of polyethylene pipes in gas distribution networks are formulated, the features of the application of PE100-RC polyethylene pipes are presented. An assessment of the economic efficiency of the use of polyethylene pipes with PE100-RC co-extruded layers on the outer and/or inner surface of the pipe in gas distribution networks was carried out.

Keywords: polyethylene pipes, coextrusion layers, application features, regulatory documents, investment efficiency

DOI: 10.35164/0554-2901-2022-1-2-47-51

Факторы эффективности применения полиэтиленовых труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC на внешней и/или внутренней поверхности трубы

Применение полиэтиленовых труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC на внешней и/или внутренней поверхности трубы – одно из перспективных направлений в отечественных системах распределения природного газа.

Факторами эффективности применения полиэтиленовых труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC являются:

- укладка их непосредственно на выровненное без использования песка дно траншеи, в том числе в районах с многолетнемерзлыми грунтами и резко отличающимися между собой свойствами грунта вдоль трассы;
- уменьшение ширины траншеи вплоть до диаметра укладываемой трубы;
- использование для засыпки траншеи грунта, извлеченного при ее прокладке (обратная засыпка);
- использование методов бестраншейной прокладки без применения футляров в техногенных несвязных и гравийных грунтах, в скальных и полускальных грунтах, а также при их протяжке внутри изношенных стальных газопроводов.

При этом следует отметить следующее:

- не во всех случаях имеется возможность выравнивания дна траншеи, например, если выравнивание дна возможно только путем проведения взрывных работ в условиях, при которых проведение данных работ недопустимо;

- использование методов бестраншейной прокладки без применения футляров не всегда возможно, т.к. в соответствии с пунктом 5.5.2* СП 62.13330.2011 [1]: «Подземные газопроводы всех давлений в местах пересечений с железнодорожными и трамвайными путями, линиями и сооружениями метрополитена, автомобильными дорогами категорий I–IV, а также с магистральными улицами и дорогами следует прокладывать в футлярах...», независимо от материала труб.

Анализ факторов эффективности показывает, что они проявляются на стадии строительства объектов систем газораспределения и выражаются в следующем:

- исключается использование песка для выравнивания дна траншеи и ее засыпки;
- уменьшается объем земляных работ (включая вывоз грунта) в результате уменьшения ширины траншеи;
- снижается стоимость бестраншейной прокладки вследствие ее выполнения без использования футляров.

Таким образом, применение полиэтиленовых труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC на внешней и/или внутренней поверхности трубы может снизить капитальные вложения в строительство сетей газораспределения.

Следует отметить, что применение полиэтиленовых труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC на внешней и/или внутренней поверхности трубы не оказывает влияния на трудоемкость последующей эксплуатации газопроводов, сооруженных с использованием указанных труб.

*Результаты анализа нормативных документов,
устанавливающих требования к проектированию и
строительству газопроводов в системах распределения
природного газа*

Анализ нормативных документов Российской Федерации, регламентирующих требования к конструктивным особенностям и техническим характеристикам, особенностям проектирования, способам и технологиям монтажа, допустимым условиям эксплуатации полиэтиленовых труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC? не выявил существенных нормативных ограничений для их практического применения.

Исключением является отсутствие в нормативной документации четких указаний о том, в каких случаях при применении полиэтиленовых труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC возможно исключение футляра при прокладке газопроводов на переходах через естественные и искусственные преграды. Как было указано выше, пунктом 5.5.2* СП 62.13330.2011 [1] предусмотрены случаи, при которых прокладка газопроводов без футляра не допускается. Аналогичные требования предусмотрены в ГОСТ 34715.0-2021 [4].

С целью исключения нормативных препятствий для использования полиэтиленовых труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC в действующую нормативную документацию, регламентирующую требования к конструкции, техническим характеристикам, особенностям применения, проектирования и монтажа полиэти-

леновых труб на сетях газораспределения, целесообразно внести следующие изменения.

В ряде пунктов СП 62.13330.2011 [1] (например, 5.4.3; 5.5.5*; 5.6.6, 5.7.1) рекомендуется разъяснить условия предпочтительного применения труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC или труб из ПЭ100 с удаляемым слоем, а также исключить возможность применения труб из ПЭ80.

В ГОСТ Р 58121.1-2018 [2] рекомендуется предусмотреть дополнительные методы испытаний сырья для полиэтиленовых труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC (по аналогии с PAS 1075:2009-04 [5]), обосновывающие преимущества их применения при альтернативных способах прокладки и в особых природных и грунтовых условиях.

Оценка показателей экономической эффективности применения полиэтиленовых труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC на внешней и/или внутренней поверхности трубы

Эффективность инвестиций характеризуется системой показателей [6], отражающих соотношение денежных поступлений и платежей, осуществляемых в ходе реализации инвестиционного проекта, применительно к интересам его участников.

При оценке эффективности инвестиций в полиэтиленовые трубы с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC используются следующие основные принципы [6]:

- проект рассматривается на протяжении инвестиционного периода;

Таблица 1. Сметная стоимость прокладки газопровода длиной 300 м в ценах на январь 2021 г. без учета НДС, тыс. руб.

Диаметр газопровода, мм	Однослойная труба из полиэтилена ПЭ100						Труба с соэкструзионным слоем ПЭ100-RC					
	Способ прокладки						Способ прокладки					
	траншейный с песчаным основанием			ГНБ, ННБ в футляре			траншейный без песчаного основания			ГНБ, ННБ без футляра		
	СМР и расходные материалы	Труба	Итого	СМР и расходные материалы	Труба и ПЭ футляр	Итого	СМР и расходные материалы	Труба	Итого	СМР и расходные материалы	Труба	Итого
160	234,6	396,0	630,6	7112,7	2781,7	9894,3	114,2	450,4	564,6	2657,6	450,4	3107,9
250	262,6	961,8	1224,4	7573,0	4034,3	11607,3	126,1	1093,9	1220,1	2686,3	1093,9	3780,2
400	396,5	2458,0	2854,5	11963,5	8393,3	20356,8	240,7	2795,5	3036,2	7151,7	2795,5	9947,2

Примечания:

1. Индекс перевода цен на СМР на 1 кв. 2021 г. для Московской области Инд = 9,66.

2. Для траншейного метода расчеты сделаны при одинаковой ширине траншеи (1,0 м) для применения труб ПЭ100 и ПЭ100-RC, т.к. на практике уменьшение ширины траншеи при использовании труб ПЭ100-RC, как правило, не применяется. Это обусловлено тем, что:

- уменьшение ширины траншеи затрудняет процесс выравнивания ее дна, необходимость которого предусмотрена нормативными документами;
- при уменьшении ширины траншеи сварочные работы, а также приемочный контроль качества сварных соединений труб должны выполняться на бровке траншеи, что не всегда возможно;
- ширина траншеи не может быть меньше ширины ковша экскаватора, которая, как правило, более 0,8 м.

Таблица 2. Сметная стоимость прокладки газопроводов на примере реальных проектов в ценах 2001 года, тыс. руб.

Объект	Однослойная труба из полиэтилена ПЭ100			Труба с соэкструзионным слоем ПЭ100-RC			Труба с удаляемым слоем (реальный объект)		
	СМР и расходные материалы	Труба	Итого	СМР и расходные материалы	Труба	Итого	СМР и расходные материалы	Труба	Итого
Распределительные газопроводы в Северо-Западном федеральном округе (внутрипоселковый газопровод, DN 63 – 110 общая протяженность 1100 м, ННБ отсутствуют)	263,41	67,86	331,265	242,28	80,86	323,14	263,41	132,54	395,95
Газопровод в Дальневосточном федеральном округе (межпоселковый газопровод, DN 225, общая протяженность 3246 м (из них 280 м методом ННБ))	1823,99	1019,70	2843,7	1623,10	1206,80	2829,90	1823,99	2492,56	4316,55

Примечания:

1. Стоимость труб из ПЭ100-RC определялась усреднено по прайс-листам трёх поставщиков с переводом в цены 2001 года.

2. Стоимость труб с удаляемым слоем определена по прайс-листам одного поставщика на 2021 год с переводом в цены 2001 года.

3. В реальных проектах при применении труб с удаляемым слоем предусмотрено песчаное основание и присыпка газопровода песком.

- при расчете денежных потоков учитываются только капитальные вложения в новое строительство;

- расчет эффекта (результатирующего сальдо денежного потока) в результате применения полиэтиленовых труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC выполняется сопоставлением ситуаций «без проекта» и «с проектом».

В соответствии с [6] при сравнении двух альтернативных вариантов сооружения газопровода из труб разных типов определение эффективности инвестиций рекомендуется выполнять путем сопоставления следующих сценариев:

- «без проекта» – когда строительство газопровода выполняется без применения полиэтиленовых труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC на внешней и/или внутренней поверхности трубы (применяются трубы из ПЭ100);

- «с проектом» – когда строительство выполняется с применением полиэтиленовых труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC на внешней и/или внутренней поверхности трубы.

В ситуации «без проекта» определяется денежный поток в виде инвестиций в строительство газопроводов без применения полиэтиленовых труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC на внешней и/или внутренней поверхности трубы (применяются трубы из ПЭ100).

В ситуации «с проектом» определяется денежный поток в виде инвестиций в строительство газопроводов с применением полиэтиленовых труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC на внешней и/или внутренней поверхности трубы.

Эффект в результате применения полиэтиленовых труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC на внешней и/или внутренней поверхности трубы определяется путем вычитания из денежного потока в ситуации «без проекта» денежного потока в ситуации «с проектом».

Продолжительность расчетного периода (период строительства) в настоящей работе принята равной 1 году.

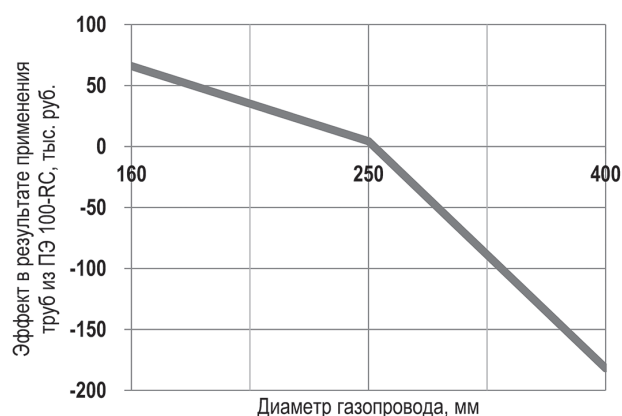


Рис. 1. Зависимость эффекта в результате применения полиэтиленовых труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC на внешней и/или внутренней поверхности трубы по сравнению с трубами ПЭ100 от диаметра газопровода при прокладке траншейным методом в тыс.руб.

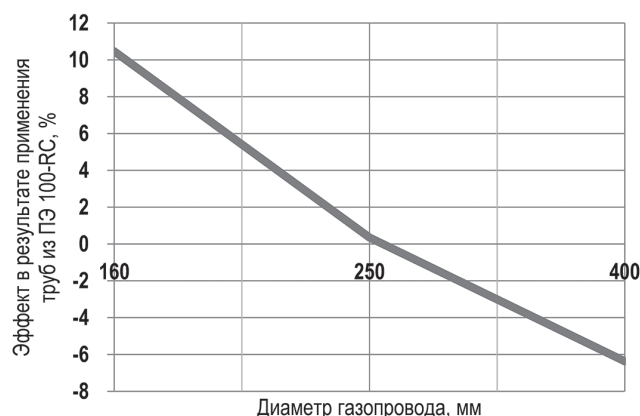


Рис. 2. Зависимость эффекта в результате применения полиэтиленовых труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC на внешней и/или внутренней поверхности трубы по сравнению с трубами ПЭ100 от диаметра газопровода при прокладке траншейным методом в процентах.

Для иллюстрации эффективности применения полиэтиленовых труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC на внешней и/или внутренней поверхности трубы выполнено определение сметной стоимости прокладки газопроводов для следующих вариантов использования труб разных типов:

- проекты условных газопроводов длиной 300 м и DN 160, 250 и 400, проложенных траншейным методом с песчаным основанием (без песчаного основания) и методом ГНБ, ННБ в футляре (без футляра) трубами ПЭ100 и ПЭ100-RC соответственно;

- реальный проект внутрипоселкового распределительного газопровода в Северо-Западном федеральном округе (DN 63–110 SDR 11 общая протяженность 1100 м, ННБ отсутствуют), прокладка трубами ПЭ100, ПЭ100-RC и трубами с удаляемым слоем;

- реальный проект межпоселкового газопровода (лупинга) в Дальневосточном федеральном округе (DN 225 SDR 11, общая протяженность 3246 м, из них 280 м методом ННБ), прокладка трубами ПЭ100, ПЭ100-RC и трубами с удаляемым слоем.

Сведения о величине общей сметной стоимости прокладки газопроводов по каждому варианту и при использовании труб разных типов представлены в таблицах 1 и 2.

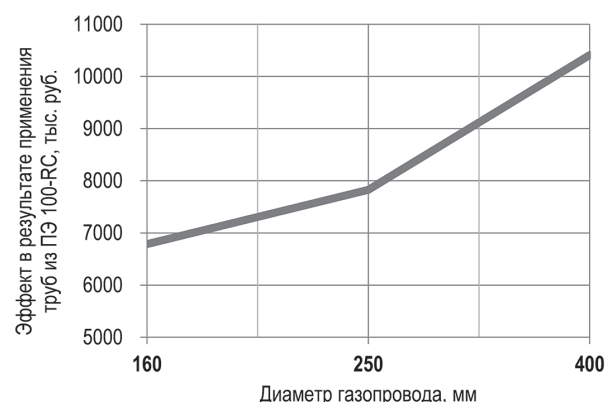


Рис. 3. Зависимость эффекта в результате применения полиэтиленовых труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC на внешней и/или внутренней поверхности трубы по сравнению с трубами ПЭ100 от диаметра газопровода при прокладке методами ГНБ и ННБ в тыс.руб.

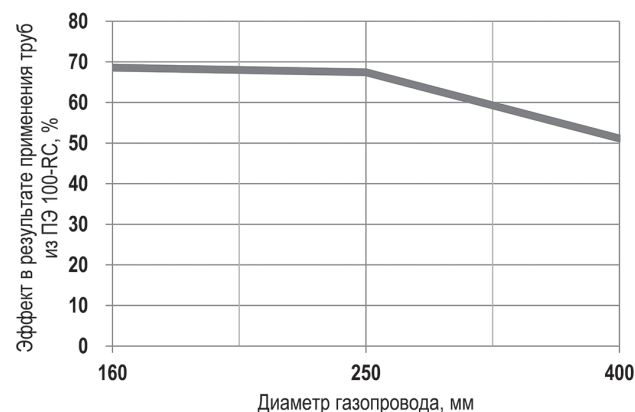


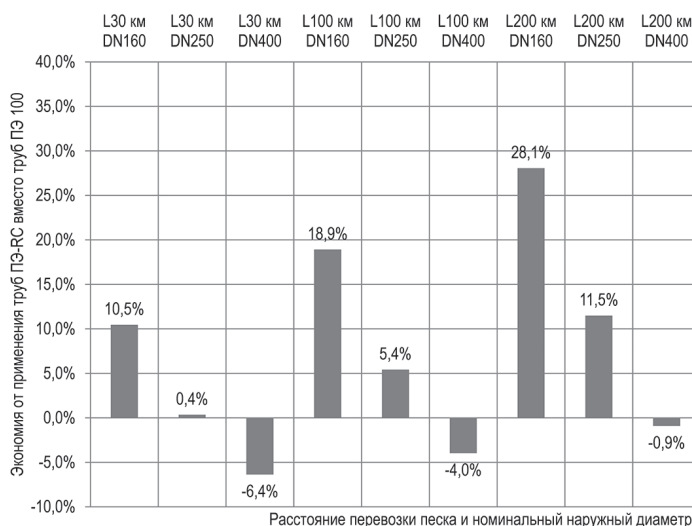
Рис. 4. Зависимость эффекта в результате применения полиэтиленовых труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC на внешней и/или внутренней поверхности трубы по сравнению с трубами ПЭ100 от диаметра газопровода при прокладке методами ГНБ и ННБ в процентах.

Результаты расчета эффекта в результате применения полиэтиленовых труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC на внешней и/или внутренней поверхности трубы по сравнению с трубами ПЭ100 и трубами с удаляемым слоем представлены в таблицах 3 и 4. На рис. 1–4 показана зависимость эффекта в результате применения полиэтиленовых труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC на внешней и/или внутренней поверхности трубы по сравнению с трубами ПЭ100 от диаметра газопровода для различных способов прокладки.

На рис. 5 показано увеличение эффекта в результате применения полиэтиленовых труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC вместо труб из ПЭ100 при траншейном способе прокладки при увеличении расстояния перевозки песка для устройства песчаного основания в случае применения труб из ПЭ100.

Таблица 3. Эффект в результате применения полиэтиленовых труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC при прокладке условного газопровода длиной 300 м, тыс. руб.

Диаметр газопровода, мм	Способ прокладки			
	траншейный		ГНБ, ННБ	
	тыс. руб.	в % от варианта с ПЭ100	тыс. руб.	в % от варианта с ПЭ100
160	66,0	10,5	6786,4	68,6
250	4,3	0,4	7827,1	67,4
400	-181,8	-6,4	10409,6	51,1

**Рис. 5. Увеличение эффекта в результате применения полиэтиленовых труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC вместо труб из ПЭ100 при траншейном способе прокладки при увеличении расстояния перевозки песка для устройства песчаного основания в случае применения труб из ПЭ100.**

Результаты анализа сведений об эффекте в результате применения полиэтиленовых труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC на внешней и/или внутренней поверхности трубы (таблицы 3 и 4) показывают следующее.

1. Прокладка условного газопровода длиной 300 м диаметрами 160, 250 и 400 мм, способы прокладки: траншейный метод с песчаным основанием (без песчаного основания) и метод ГНБ и ННБ в футляре (без футляра) – таблица 3.

Траншейный метод прокладки. Применение полиэтиленовых труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC на внешней и/или внутренней поверхности трубы по сравнению с трубами ПЭ100 эффективно при использовании труб диаметрами 250 мм и менее. В стоимостном выражении эффект составляет от 4,3 до 66,0 тыс. руб. По отношению к стоимости газопровода с использованием труб ПЭ100 эффект составляет от 0,4 до 10,5%. Использование труб диаметрами более 250 мм не эффективно в связи с более высокой стоимостью таких труб по сравнению с трубами ПЭ100 без покрытия.

Увеличение стоимостного эффекта от применения труб из ПЭ100-RC вместо труб из ПЭ100 возможно в случае увеличения

расстояния перевозки песка при траншейном способе прокладки труб из ПЭ100. Так, для труб с диаметром более 250 мм положительный эффект может быть получен при расстоянии перевозки более или равном 300 км (см. рис. 5).

Следует отметить, что нормативными документами не предъявляются специальные требования к марке (составу, размеру фракций и т.д.) песка, за исключением того, что для устройства постели газопровода при прокладке в скальных и полускальных грунтах применяется крупно- или среднезернистый песок (см. пункт 9.3.17 ГОСТ 34715.0-2021 [3]). В связи с этим в расчетах применяется расценка на песок в соответствии со сметными нормативами ФССЦ-02.3.01.02-0016 (утв. Приказом Минстроя России от 26.12.2019 №876/пр) «Песок природный для строительных работ средний с крупностью зерен размером свыше 5 мм – до 5% по массе».

Метод прокладки с использованием ГНБ и ННБ. Применение полиэтиленовых труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC на внешней и/или внутренней поверхности трубы по сравнению с трубами ПЭ100 эффективно при использовании труб всех рассмотренных диаметров. При увеличении диаметра эффект в результате применения таких труб нарастает, так как увеличивается стоимость материалов (в том числе футляров) при прокладке газопровода с трубами ПЭ100 без покрытия. В стоимостном выражении эффект составляет от 6786,4 до 10409,6 тыс. руб. По отношению к стоимости газопровода с использованием труб ПЭ100 эффект составляет от 51,1% до 68,6%.

2. Реальный проект внутрипоселкового распределительного газопровода в Северо-Западном федеральном округе (DN 63–110 SDR 11, общая протяженность 1100 м, ННБ отсутствуют), прокладка трубами ПЭ100, ПЭ100-RC и трубами с удаляемым слоем – таблица 4.

Сопоставление сметной стоимости сооружения газопроводов при использовании труб из ПЭ100, ПЭ100-RC и труб с удаляемым слоем показывает положительный эффект от 8,12 до 72,8 тыс. руб. в результате использования труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC на внешней и/или внутренней поверхности трубы по сравнению с трубами из ПЭ100 и трубами с удаляемым слоем. По отношению к стоимости газопровода с использованием труб ПЭ100 эффект составляет 2,45%. По отношению к стоимости газопровода с использованием труб с удаляемым слоем эффект составляет 18,4%.

3. Реальный проект межпоселкового газопровода в Дальневосточном федеральном округе (DN 225, общая протяженность 3246 м, из них 280 м методом ННБ) – таблица 4.

Сопоставление сметной стоимости сооружения газопроводов при использовании труб из ПЭ100, ПЭ100-RC и трубы с удаляемым слоем показывает положительный эффект от 13,8 до 1486,7 тыс. руб. в результате использования труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC на внешней и/или внутренней поверхности трубы по сравнению с трубами из ПЭ100 и трубами с удаляемым слоем. По отношению к стоимости газопровода с использованием труб ПЭ100 эффект составляет 0,49%. По отношению к стоимости газопровода с использованием труб с удаляемым слоем эффект составляет 34,4%.

Таким образом, результатами технико-экономических расчетов обоснованы факторы эффективности применения полиэтиленовых труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC.

Таблица 4. Эффект в результате применения полиэтиленовых труб с соэкструзионными слоями из ПЭ100-RC для реальных проектов, тыс. руб.

Объект	Сопоставление ПЭ100 и ПЭ100-RC		Сопоставление с трубами с удаляемым слоем и ПЭ100-RC	
	тыс. руб.	в % от варианта с ПЭ100	тыс. руб.	в % от варианта с трубами с удаляемым слоем
Распределительные газопроводы в Северо-Западном федеральном округе (внутрипоселковый газопровод, DN 63–110 общая протяженность 1100 м, ННБ отсутствуют)	8,12	2,45	72,8	18,4
Газопровод в Дальневосточном федеральном округе (межпоселковый газопровод, DN 225, общая протяженность 3246 м (из них 280 м методом ННБ))	13,80	0,49	1486,7	34,4

Литература

1. СП 62.13330.2011*. Свод правил. Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002 (утв. Приказом Минрегиона России от 27.12.2010 N 780) (ред. от 20.11.2019) // М.: Минрегион России, 2011.
 2. ГОСТ Р 58121.1-2018 (ИСО 4437-1:2014). Национальный стандарт Российской Федерации. Пластмассовые трубопроводы для транспортирования газообразного топлива. Полиэтилен (ПЭ). Часть 1. Общие положения (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 31.05.2018 N 296-ст) // М.: Стандартинформ, 2018.
 3. ГОСТ 34715.0-2021. Межгосударственный стандарт. Системы газораспределительные. Проектирование, строительство и ликвидация сетей газораспределения природного газа. Часть 0. Общие требования (введен в действие Приказом Росстандарта от 16.03.2021 N 142-ст) // М.: Стандартинформ, 2021.
 4. ГОСТ 34715.1-2021. Межгосударственный стандарт. Системы газораспределительные. Проектирование, строительство и ликвидация сетей газораспределения природного газа. Часть 1. Полиэтиленовые газопроводы (введен в действие Приказом Росстандарта от 16.03.2021 N 143-ст) // М.: Стандартинформ, 2021.
 5. PAS 1075:2009-04 Pipes made from Polyethylene for alternative installation Techniques – Dimensions, technical requirements and testing (DIN Немецкий Институт Стандартизации Инновации и Стандартизация 6 апреля 2009 г.). URL: <https://egeplast.ie/wp-content/uploads/2019/10/PAS-1075.pdf>.
 6. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (утв. Минэкономки РФ, Минфином РФ, Госстроем РФ 21.06.1999 N ВК 477). М.: изд «Экономика», 2000.
-