
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ**



**НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

ГОСТ Р
*(проект,
первая редакция)*

**Строительство и капитальный ремонт объектов нефтяной и газовой
промышленности
БАЛЛАСТИРОВКА ТРУБОПРОВОДОВ**

Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его утверждения

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Газпром СтройТЭК Саловат»

2 ВНЕСЕН Подкомитетом ПК 10 «Строительство и капитальный ремонт объектов нефтяной и газовой промышленности» технического комитета по стандартизации ТК 23 «Нефтяная и газовая промышленность»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от _____ № ____

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок – в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (gost.ru)

Настоящий стандарт (проект) не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального органа исполнительной власти в сфере стандартизации

Содержание

1 Область применения	3
2 Нормативные ссылки	5
3 Термины, определения и сокращения	6
4 Конструкции средств балластировки трубопроводов	8
4.1 Общие положения	8
4.2 Утяжелители чугунные кольцевые	8
4.3 Утяжелители железобетонные кольцевые	9
4.4 Утяжелители железобетонные охватывающего типа	11
4.5 Каркасные полимерконтейнерные грунтозаполненные утяжелители охватывающего типа	13
4.6 Бескаркасные полимерконтейнерные грунтозаполненные утяжелители охватывающего типа	15
4.7 Утяжелители полимерконтейнерные грунтозаполненные седловидного типа	17
5 Выбор и область применения конструкций для балластировки	19
5.1 Основные положения	19
5.2 Области применения средств балластировки	21
5.3 Выбор средств балластировки	25
6 Основные расчетные положения	27
6.1 Общие положения	27
6.2 Расчет шага балластировки	28
7 Организация и технология производства работ по балластировке трубопроводов	33
7.1 Общие положения	33
7.2 Утяжелители кольцевого типа	33
7.3 Утяжелители железобетонные охватывающего типа	36
7.4 Полимерконтейнерные грунтозаполненные утяжелители	38

8 Контроль качества при производстве работ по балластировке трубопроводов	42
9 Требования безопасности, охраны труда	43

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Строительство и капитальный ремонт объектов нефтяной и газовой промышленности

БАЛЛАСТИРОВКА ТРУБОПРОВОДОВ

Construction and capital repair of objects of the oil and gas industry.

Pipeline ballasting

Дата введения _____

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт распространяется на балластировку стальных трубопроводов номинальным диаметром от 57 до 1420 мм включительно, в том числе и теплоизолированных, транспортирующих нефть, нефтепродукты, природный газ или газовый конденсат, прокладываемых в обводненной и заболоченной местности, на переходах через болота различных типов, на подводных переходах, а также в условиях распространения многолетнемерзлых и пучинистых грунтов.

1.2 Настоящий стандарт определяет требования к:

- конструкции средств балластировки трубопроводов;
- выбору и области применения конструкций для балластировки;
- основным расчетным положениям;
- способам, а также организации и технологии производства работ по балластировке трубопроводов;
- порядку проведения контроля качества производства работ по балластировке трубопроводов;
- требованиям безопасности и охране труда.

1.3 Настоящий стандарт не распространяется на устройства анкерного закрепления трубопровода и стальные трубы с наружным утяжеляющим, защитным бетонным покрытием.

2 Нормативные ссылки

В настоящем Стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения.

СП 34-116-97 Инструкция по проектированию, строительству и реконструкции промысловых нефтегазопроводов

СП 36.13330.2012 Магистральные трубопроводы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85*;

СП 45.13330.2017 Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87;

СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96;

СП 48.13330.2011 Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004 (с Изменением N 1);

СП 86.13330.2014 Магистральные трубопроводы (пересмотр актуализированного СНиП III-42-80* "Магистральные трубопроводы" (СП 86.13330.2012);

ВСН 39-1.9-003-98 Конструкции и способы балластировки и закрепления подземных газопроводов.

Примечание - При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов по соответствующим указателям, составленным на 1 января текущего года, и информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом, следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 балластировка трубопровода: Установка на трубопроводе устройств, обеспечивающих его проектное положение на обводненных и заболоченных участках трассы, переходах через водные преграды и болота.

3.1.2 балластирующая способность: Вес средства балластировки, необходимый для обеспечения проектного положения трубопровода с учетом плотности водной среды.

3.1.3 геосинтетические материалы: Материалы из синтетических или природных полимеров, контактирующие с грунтом или другими средами, применяемые в строительстве.

3.1.4 железобетонный утяжелитель охватывающего типа: Средство балластировки трубопровода, состоящее из двух железобетонных блоков, соединенных при помощи соединительных поясов.

3.1.5 полимерконтейнерный грунтозаполненный утяжелитель охватывающего типа: Средство балластировки трубопровода, состоящее из двух емкостей, заполненных грунтом и соединенных при помощи силовых элементов.

3.1.6 полимерконтейнерный грунтозаполненный утяжелитель седловидного типа: Средство балластировки трубопровода представляющее собой П-образный короб из полимерного материала, заполненный грунтом.

3.1.7 полугруз: Одна из двух частей чугунного или железобетонного утяжелителя кольцевого типа выполненная в форме полукольца.

3.1.8 средство балластировки трубопровода: Конструкция, обеспечивающая за счет балластирующей способности устойчивость подземного трубопровода.

3.1.9 средство футеровки трубопровода: Конструкция из негниющих материалов, предназначенная для частичной или полной защиты изоляционного

покрытия трубопровода от механических повреждений. В качестве средств футеровки в зависимости от конструкции средства балластировки применяется футеровочная рейка, футеровочные маты, защитные коврики и др.

3.1.10 трубопровод: Сооружение, предназначенное для транспортировки по трубам углеводородов под действием разности давлений (напора) в различных сечениях.

3.1.11 утяжелитель кольцевого типа: Средство балластировки трубопровода, состоящее из двух полугрузов, соединенных при помощи крепежных элементов.

3.1.12 футеровка: Способ защиты изоляционного покрытия трубопровода от механических повреждений.

3.1.13 шаг установки: Расстояние между центрами двух утяжелителей (или групп утяжелителей) установленных последовательно вдоль трубопровода.

3.2 В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ПКГУ – полимерконтейнерный грунтозаполненный утяжелитель;

ПТР – подводно-технические работы;

СБ – средство балластировки;

СФ – средство футеровки;

УБО – утяжелитель сборный железобетонный охватывающего типа;

УТК – утяжелитель железобетонный кольцевого типа;

УЧК – утяжелитель чугунный кольцевой.

4 Конструкции средств балластировки трубопроводов

4.1 Общие положения

4.1.1 Для балластировки трубопроводов применяются следующие конструкции СБ:

- кольцевые утяжелители (чугунные (УЧК), железобетонные (УТК));
- железобетонные утяжелители охватывающего типа (УБО);
- полимерконтейнерные грунтозаполненные утяжелители охватывающего типа (ПКГУ охватывающего типа) (каркасные и бескаркасные);
- полимерконтейнерные грунтозаполненные утяжелители седловидного типа (ПКГУ седловидного типа).

4.1.2 СБ должны соответствовать требованиям технических условий предприятия-изготовителя и действующей отраслевой нормативной документации.

4.1.3 Для предотвращения повреждения изоляционного покрытия трубопроводов, перед монтажом чугунных и железобетонных утяжелителей должны быть применены СФ.

4.1.4 СФ, устанавливаемые под УБО, должны изготавливаться из геосинтетических материалов.

4.1.5 При применении ПКГУ СФ не применяются.

4.2 Утяжелители чугунные кольцевые

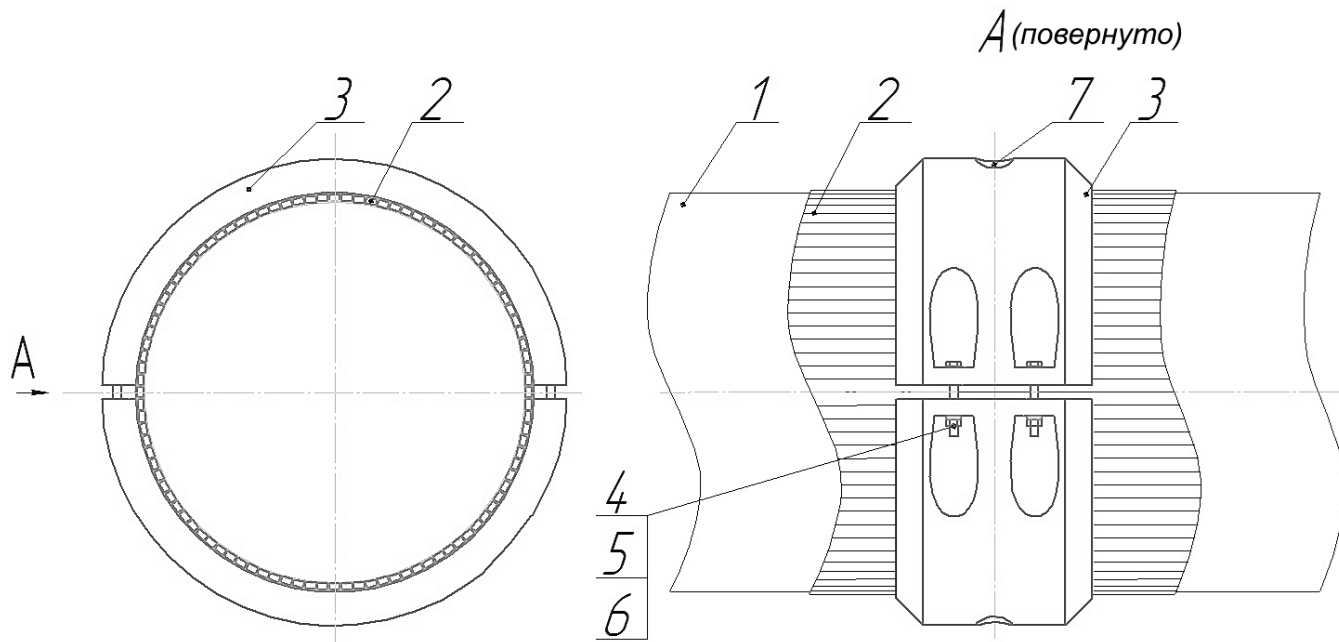
4.2.1 УЧК предназначены для балластировки трубопроводов диаметром от 108 до 1420 мм включительно.

4.2.2 УЧК состоит из двух чугунных литых полугрузов, соединенных между собой при помощи соединительных деталей (болты (шпильки), гайки, шайбы).

4.2.3 Модификации УЧК отличаются друг от друга габаритными размерами, массой, формой монтажного окна и отверстий под соединительные детали.

4.2.4 Климатическое исполнение – УХЛ, категория размещения - 1 по ГОСТ 15150.

4.2.5 Общий вид УЧК представлен на рисунке 1.



1- балластируемый трубопровод; 2 – средство футеровки; 3-полугруз; 4 – болт (шпилька); 5 – шайба; 6 – гайка 7 – монтажное окно с грузоподъемным элементом.

Рисунок 1 – Общий вид УЧК в сборе на трубопроводе

4.3 Утяжелители железобетонные кольцевые

4.3.1 УТК предназначены для балластировки трубопроводов диаметром от 325 до 1420 мм включительно.

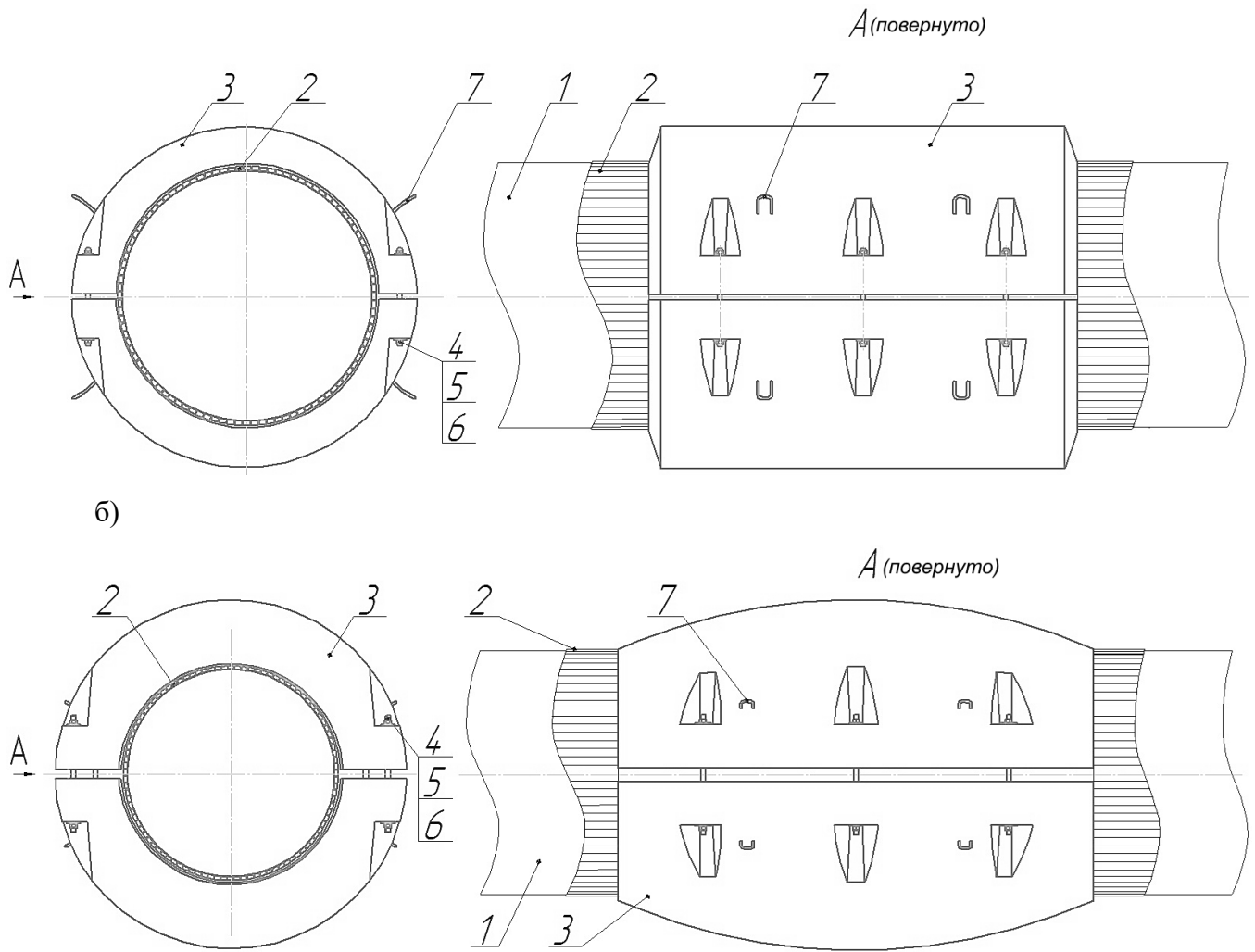
4.3.2 УТК различных модификаций состоят из двух охватывающих трубу полугрузов, соединяемых между собой посредством соединительных деталей (болты (шпильки), гайки, шайбы).

4.3.3 Модификации УТК отличаются друг от друга габаритными размерами, массой, формой, положением монтажных петель.

4.3.4 Климатическое исполнение и категория размещения – УХЛ 1 ГОСТ 15150.

4.3.5 Общий вид модификаций УТК представлен на рисунках 2 а, б.

а)



1 – балластируемый трубопровод; 2 – средство футеровки; 3 – полугруз; 4 – шпилька (болты);
5 – шайбы; 6 – гайки; 7 – монтажные петли.

Рисунок 2 – Общий вид УТК в сборе на трубопроводе

4.4 Утяжелители железобетонные охватывающего типа

4.4.1 УБО предназначены для балластировки трубопроводов диаметром от 530 до 1420 мм включительно.

4.4.2 УБО состоят из двух железобетонных блоков, расположенных по обеим сторонам трубопровода и соединенных между собой при помощи мягких силовых поясов.

4.4.3 Мягкие силовые пояса изготавливаются из технических тканей или тканых лент.

4.4.1 Основными отличиями модификаций УБО являются: расположение элементов крепления мягких соединительных поясов; форма элементов крепления соединительных поясов; заглубление элементов крепления соединительных поясов в тело железобетонных блоков; форма железобетонных блоков.

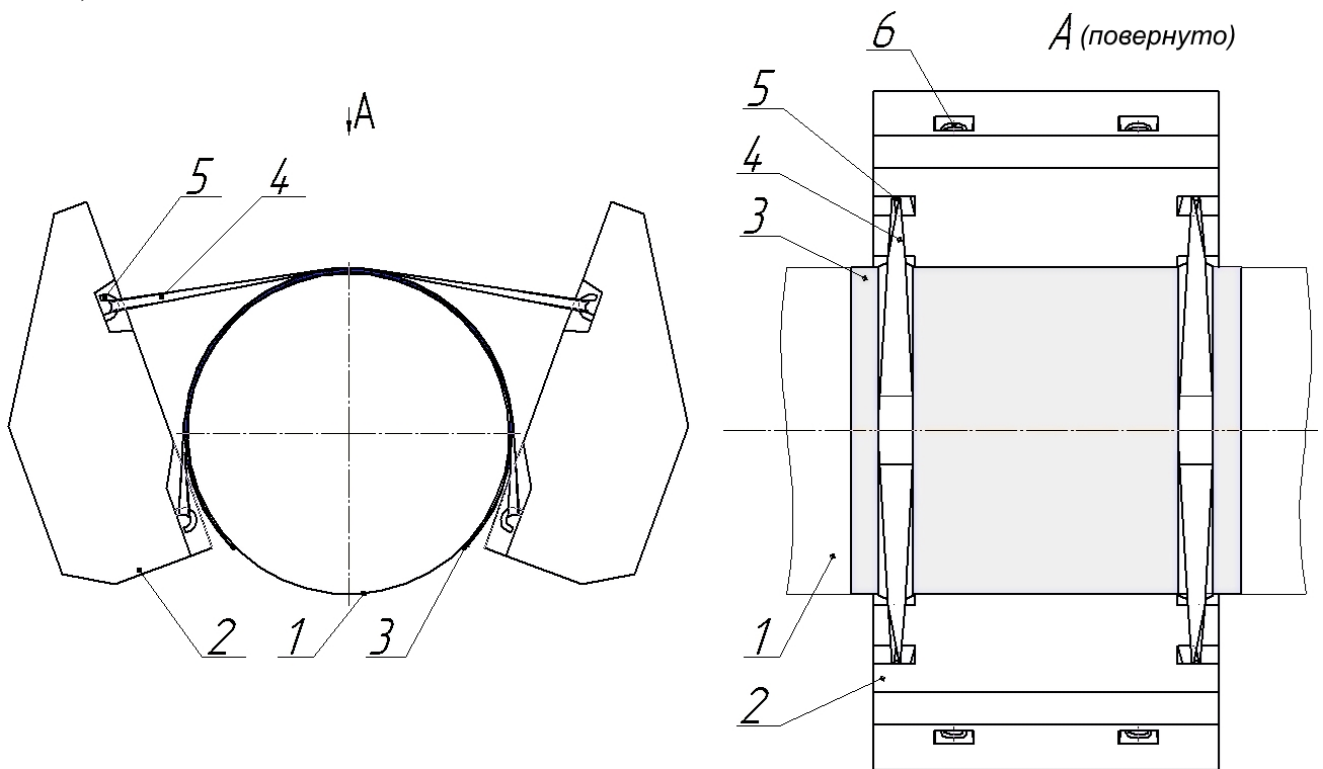
4.4.2 Для обеспечения устойчивого положения утяжелителей типа УБО на трубопроводе центр тяжести блоков утяжелителей должен быть расположен ниже или на уровне центра сечения трубопровода.

4.4.3 Для обеспечения работоспособности низ утяжелителей типа УБО не должен опираться на дно траншеи

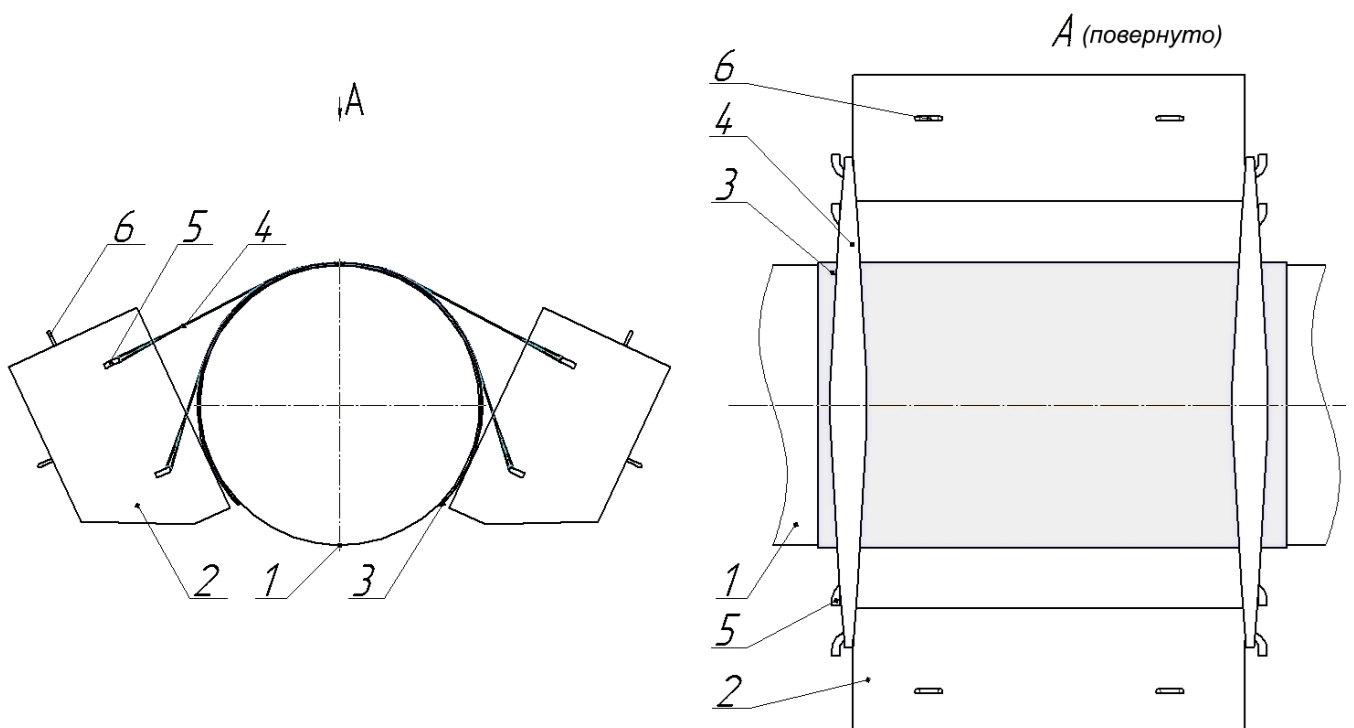
4.4.4 Климатическое исполнение – УХЛ, категория размещения - 1 по ГОСТ 15150.

4.4.5 Общий вид модификаций УБО представлен на рисунках 3 а, б.

а)



б)



1 – балластируемый трубопровод; 2 – железобетонный блок; 3 – средство футеровки; 4– мягкий соединительный пояс; 5 – монтажный крюк; 6 – монтажная петля.

Рисунок 3 – Общий вид модификаций УБО в сборе на трубопроводе

4.5 Каркасные полимерконтейнерные грунтозаполненные утяжелители охватывающего типа

4.5.1 Каркасные ПКГУ охватывающего типа, предназначены для балластировки трубопроводов диаметром от 530 до 1420 мм включительно.

4.5.2 Каркасные ПКГУ охватывающего типа состоят из двух открытых емкостей, выполненных из геосинтетических материалов и соединенных между собой силовыми поясами. В качестве распорного каркаса, обеспечивающего сохранение формы размещенного на трубопроводе утяжелителя, используются металлические рамки.

4.5.3 Основным отличием модификаций каркасных ПКГУ охватывающего типа является положение и размер элементов распорной рамки, габаритные размеры вдоль трубопровода (одинарная и сдвоенная конструкция).

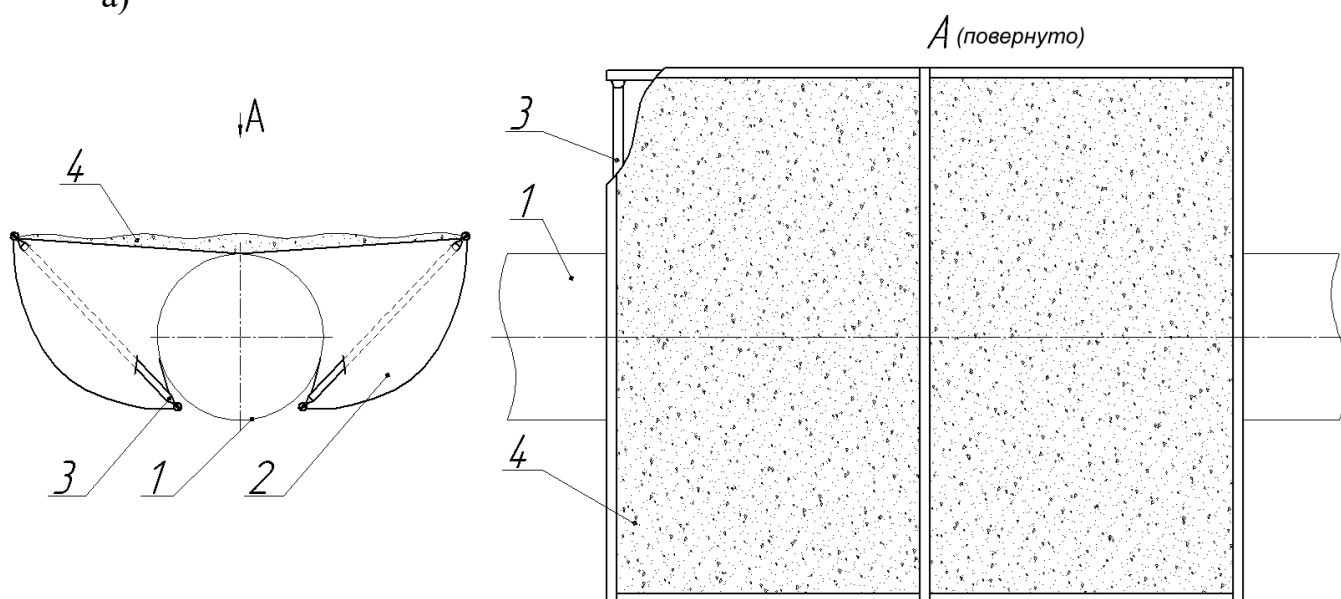
4.5.4 Для обеспечения работоспособности низ каркасных ПКГУ не должен опираться на дно траншеи.

4.5.5 Распорные рамки, в зависимости от модификации каркасных ПКГУ охватывающего типа, могут находиться как снаружи, так и внутри ёмкостей и не должны оказывать негативного воздействия на изоляционное покрытие трубопровода.

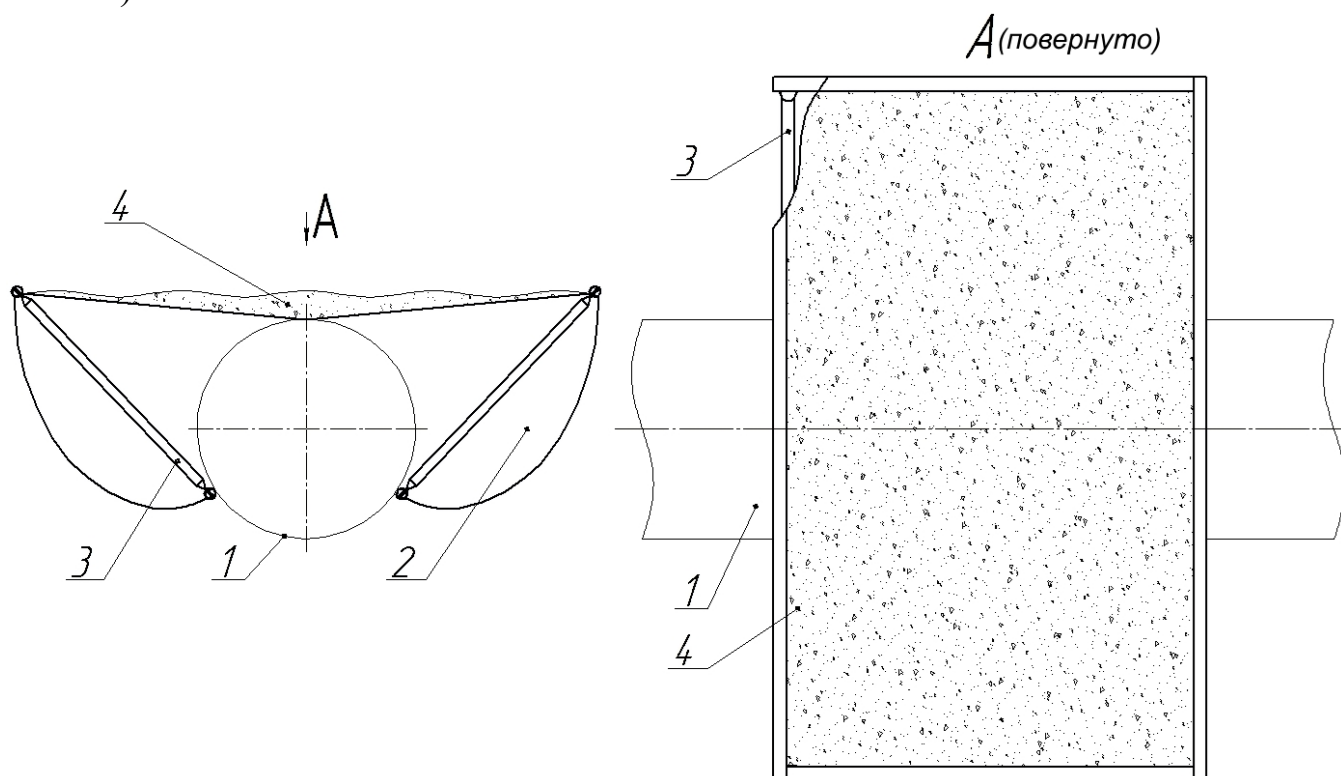
4.5.6 Климатическое исполнение и категория размещения – УХЛ 1 ГОСТ 15150.

4.5.7 Общий вид модификаций каркасного ПКГУ охватывающего типа представлен на рисунках 4 а, б, в.

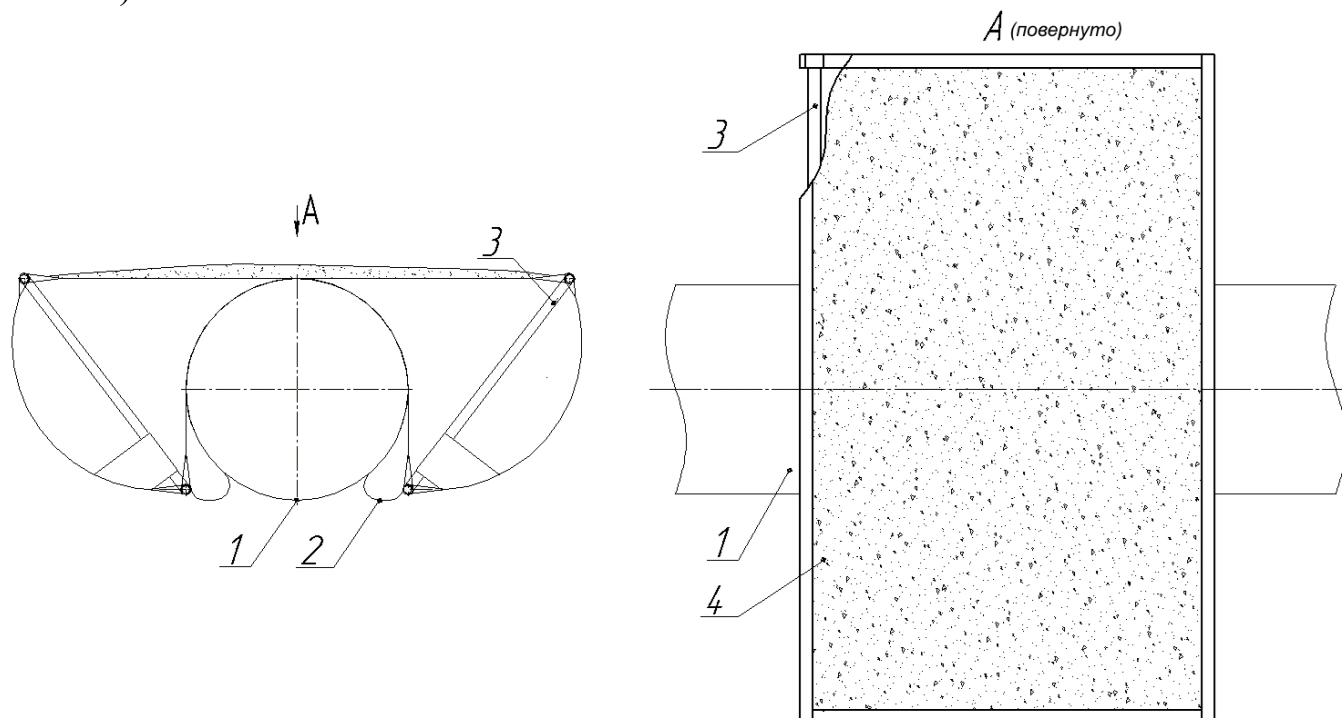
а)



б)



в)



1 – балластируемый трубопровод; 2 – ёмкости каркасного ПКГУ; 3 – элементы разборной распорной рамки; 4 – минеральный грунт.

Рисунок 4 – Общий вид модификаций каркасных ПКГУ охватывающего типа на трубопроводе

4.6 Бескаркасные полимерконтейнерные грунтозаполненные утяжелители охватывающего типа

4.6.1 Бескаркасные ПКГУ охватывающего типа предназначены для балластировки трубопроводов диаметром от 57 до 1420 мм включительно.

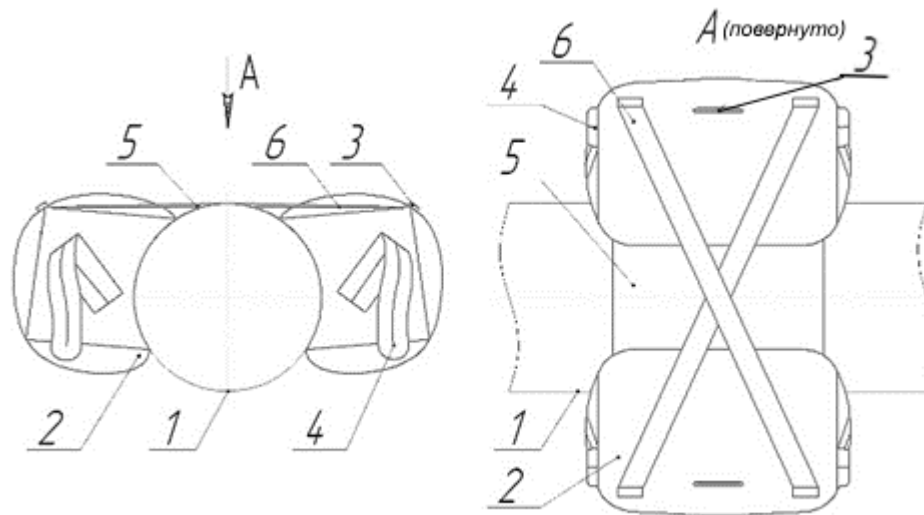
4.6.2 Бескаркасные ПКГУ охватывающего типа представляют собой закрытые емкости, выполненные из геосинтетического материала, имеющие специальные горловины для заполнения грунтом соединенные между собой соединительными поясами, выполненными из технической ткани.

4.6.3 Основным отличием модификаций бескаркасных ПКГУ охватывающего типа является: форма ёмкостей из геосинтетического материала; расположение загрузочных горловин; положение силовых поясов.

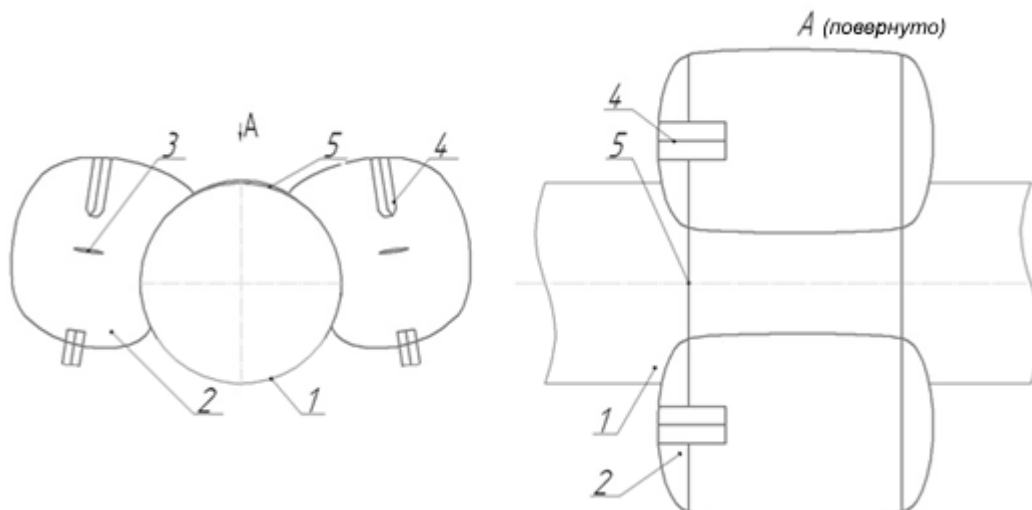
4.6.4 Климатическое исполнение и категория УХЛ 1 по ГОСТ 15150.

4.6.5 Общий вид бескаркасных ПКГУ охватывающего типа представлен на рисунках 5 а, б, в.

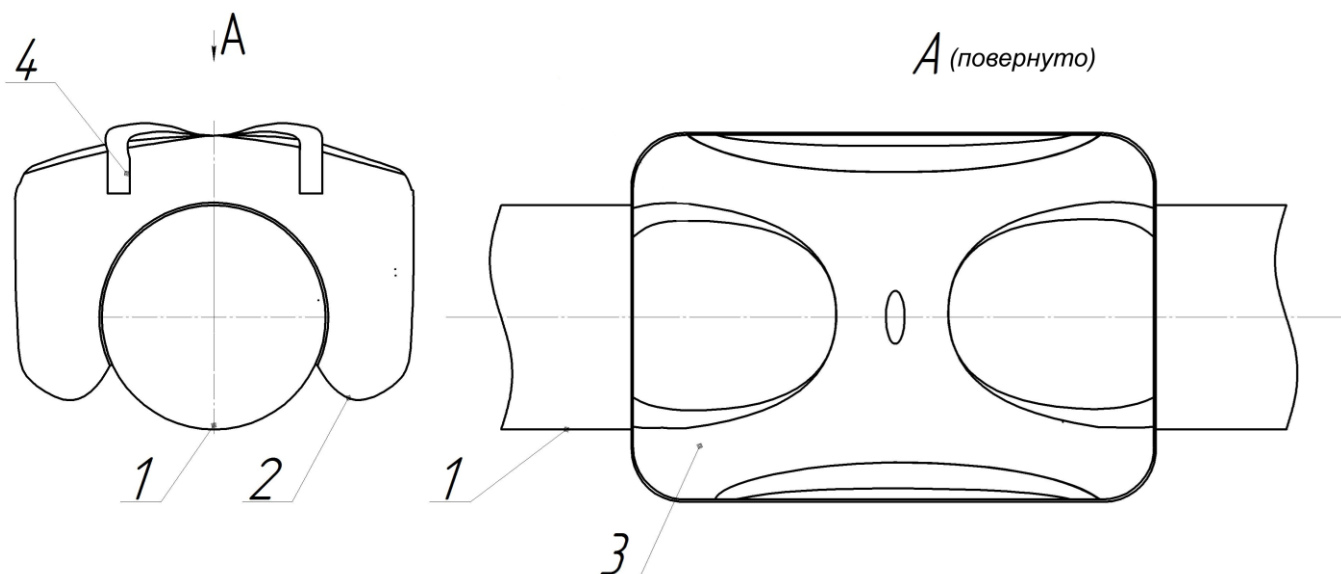
а)



б)



в)



1 – балластируемый трубопровод; 2 – емкость утяжелителя; 3 – горловина для загрузки грунта;
4 – грузоподъемные элементы; 5 – соединительный пояс; 6 – силовые ленты.

Рисунок 5 – Общий вид модификаций бескаркасных ПКГУ охватывающего типа
на трубопроводе

4.7 Утяжелители полимерконтейнерные грунтозаполненные седловидного типа

4.7.1 ПКГУ седловидного типа предназначены для балластировки трубопроводов диаметром от 325 до 1420 мм включительно.

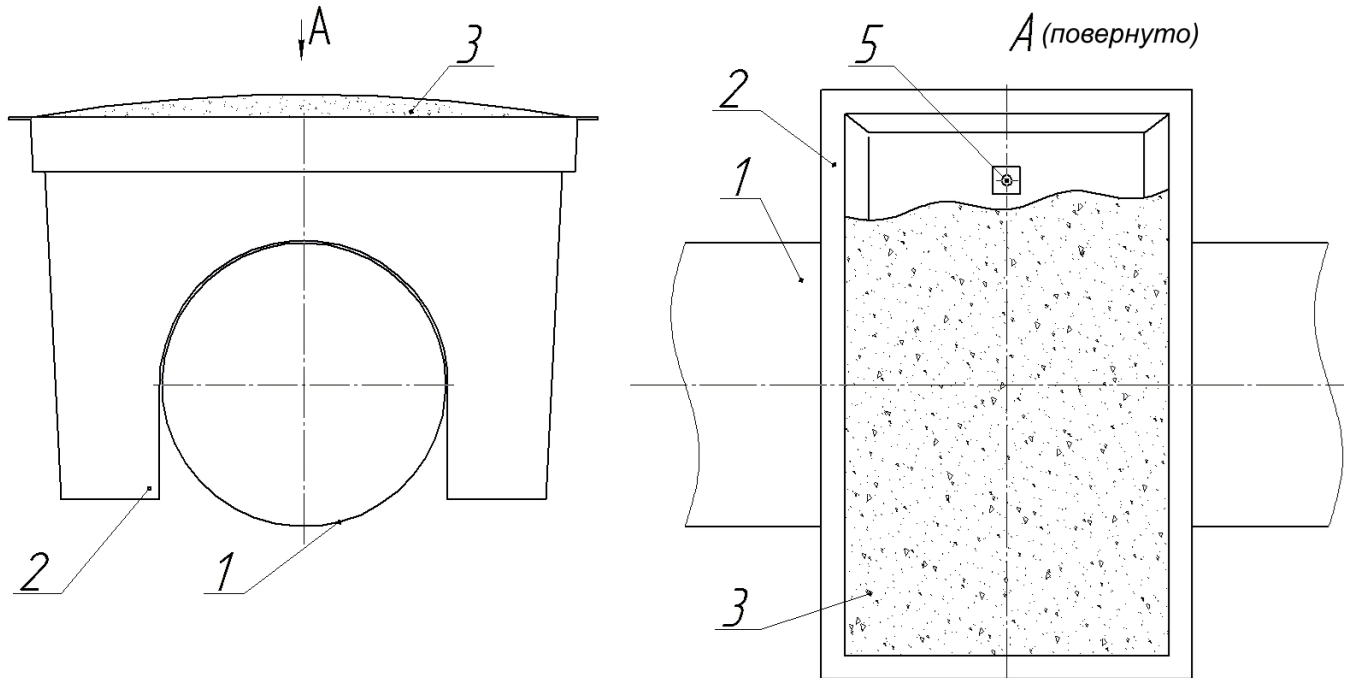
4.7.2 ПКГУ седловидного типа представляют собой утяжелитель с П – образной емкостью, выполняемой из технической ткани, ламината или комбинации материалов, усиленных силовыми элементами, предназначенными для сохранения формы емкости при ее засыпки грунтом.

4.7.3 Основным отличием модификаций ПКГУ седловидного типа является: материал изготовления емкости; наличие горловины для засыпки грунта; конструкцией и положением силовых элементов.

4.7.4 Для обеспечения возможности монтажа в частично обводненной траншеи нижняя часть ПКГУ, изготовленных из ламината, должна иметь дренажные отверстия с фильтрующими элементами.

4.7.5 Климатическое исполнение и категория УХЛ 1 по ГОСТ 15150.

4.7.6 Общий вид модификаций ПКГУ седловидного типа представлен на рисунке 6.



1 – балластируемый трубопровод; 2 – емкость утяжелителя; 3 – минеральный грунт; 4 –
горловина для загрузки грунта; 5 – дренажное отверстие.

Рисунок 6 – Общий вид модификаций ПКГУ седловидного на трубопроводе

5 Выбор и область применения конструкций для балластировки

5.1 Основные положения

5.1.1 Выбор способа и средств балластировки трубопровода осуществляется проектной организацией, исходя из конкретных условий строительства (реконструкции или ремонта), материалов инженерных изысканий района прокладки трубопровода, расчётных нагрузок, действующих на СБ трубопровода, а также технико-экономического обоснования каждого конкретного способа балластировки трубопровода, обеспечивающего проектное положение трубопровода, таких как:

- плана и профиля участка;
- категории местности;
- характера и типа грунтов, физико-механических свойств грунтов;
- уровня грунтовых вод;
- рельефа местности;
- схем прокладки, наличия углов поворотов, кривых искусственного гнутья;
- методов и сезонов производства строительно-монтажных работ;
- условий эксплуатации (действующих нагрузок, в том числе, давления транспортируемого продукта, температурных режимов);
- наличия минерального грунта, необходимого для заполнения емкостей утяжелителей (при использовании ПКГУ);
- технико-экономической целесообразности применения СБ.

5.1.2 Инженерные изыскания на обводненных и заболоченных участках должны содержать сведения, предусмотренные СП 47.13330.2016, а именно: о коррозионной активности грунтов, включая кислотный показатель pH агрессивности подземных вод; годовых колебаниях уровня грунтовых вод; о результатах термометрических наблюдений по периодам года и засоленности вечномерзлых грунтов до глубины распространения колебаний температуры. На

участках слабых или заторфованных грунтов, в районах иловатых почв, рыхлых отложений, плавунцов и т.д. должны быть приведены величины просадочности грунтов под нагрузкой, величины деформаций грунтов при их обводнении под нагрузкой и прогноз изменения сезонной плотности водонасыщенного грунта. Инженерные изыскания должны содержать материалы о расположении, мощности залегания коренных пород, заторфованных и слабых грунтов вдоль трассы трубопровода.

5.1.3 Размеры и профили разрабатываемых траншей должны устанавливаться проектом в зависимости от диаметра сооружаемого трубопровода с учетом конструкции его балластировки, характеристики грунтов, гидрологических, гидрогеологических и геоморфологических условий.

5.1.4 Ширина траншей по дну при балластировке трубопровода утяжеляющими пригрузами назначается из условия обеспечения расстояния между балластирующим устройством и стенкой траншеи не менее 0,2 м.

5.1.5 Производство земляных работ при сооружении балластируемых трубопроводов на обводненных и заболоченных участках должно регламентироваться требованиями СП 45.13330.2017 и СП 86.13330.2014.

5.1.6 Расчет забалластированных трубопроводов, прокладываемых в слабых грунтах, должен проводиться с учетом прогноза изменения проектного положения (осадка, просадка, пучение) в течение всего срока эксплуатации. При групповом способе установки СБ расстояния между соседними группами не должны превышать 25 м.

5.1.7 Применение СБ, укладываемых с бермы траншеи, возможно в случае проведения мероприятий по обеспечению несущей способности грунта для прохождения строительной техники, необходимой для проведения работ или в зимнее время.

5.1.8 Перечень технических данных, указываемых в проектной и/или рабочей документации, должен включать в себя:

- тип и марку СБ (согласно техническим условиям на изготовление СБ);

- шаг установки СБ, количество утяжелителей в группе (последнее при групповом способе установки для УБО, ПКГУ);
- пикетаж начала и конца участка с одинаковыми СБ и шагом установки;
- тип грунта заполнителя СБ: привозной, местный (для ПКГУ).

5.1.9 При необходимости изменения проектных решений по обеспечению устойчивости положения трубопровода в ходе его сооружения или подготовки к строительству, замена конструкций и способов балластировки трубопровода согласовывается с организацией-заказчиком и проектной организацией.

5.2 Области применения средств балластировки

5.2.1 В зависимости от условий строительства или ремонта трубопровода на отдельных участках трассы, строительного сезона, характеристик грунтов, уровня грунтовых вод и схем прокладки должны применяться СБ, приведённые в таблице 1.

Таблица 1 – Область применения балластирующих устройств

Наименование	Диаметр трубопровода	Область применения	Способ укладки	Уровень обводненности траншеи при балластировке
1	2	3	4	5
УЧК	108-1420 мм	Поймы рек, переходы через естественные и искусственные водные преграды, болота, заболоченная местность, обводненные участки.	Сплав, протаскивание, с бровки траншеи	При протаскивании и сплаве не регламентируется. При укладке с бровки траншеи допускается полное заполнение траншеи водой.
УТК	325-1420 мм	Поймы рек, переходы через естественные и искусственные водные преграды, болота, заболоченная местность, обводненные участки.	Сплав, протаскивание, с бровки траншеи	При протаскивании и сплаве не регламентируется. При укладке с бровки траншеи допускается полное заполнение траншеи водой.

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
УБО	530-1420 мм, в том числе, с теплоизоляцией	Поймы рек, болота, заболоченная местность, обводненные участки, в вечномерзлых грунтах переходы через малые реки.	С бровки траншеи	Не более 0,5 от диаметра трубы
Каркасные ПКГУ охватывающего типа	530-1420 мм, в том числе, с теплоизоляцией	Поймы рек, болота с мощностью торфяной залежи не более глубины траншеи, заболоченная местность, обводненные участки.	С бровки траншеи	Не более 0,5 от диаметра трубы.
Бескаркасные ПКГУ охватывающего типа	57-1420 мм, в том числе, с теплоизоляцией	Поймы рек, болота, заболоченная местность, обводненные участки, в вечномерзлых грунтах.	С бровки траншеи	До бровки траншеи при отсутствии операции по опрокидыванию на трубопровод при укладке, В иных случаях не более 0,5 от диаметра трубы.
ПКГУ седловидного типа	325-1420 мм	Болота с мощностью торфяной залежи не более глубины траншеи, заболоченная местность, обводненные участки.	С бровки траншеи	Не более 0,5 от диаметра трубы.

5.2.2 В зависимости от способов прокладки должны применяться следующие конструкции СБ:

- при укладке трубопроводов методами сплава или протаскивания – УЧК, УТК;
- при укладке трубопроводов с бермы траншеи – ПКГУ, УБО, также при наличии технико-экономического обоснования допускается применение УЧК, УТК.

5.2.3 В зависимости от участка прокладки трубопровода должны применяться следующие конструкции СБ:

- на пойменных участках подводных переходов, за границей зоны ПТР должны применяться ПКГУ, УБО, также при наличии технико-экономического обоснования допускается применение УЧК, УТК;
- на периодически обводняемых участках трассы, включая поймы рек, а также на обводненных и заболоченных участках, болотах всех типов глубиной 1,5-2,5 м, вечномерзлых грунтах и торфяниках при уровне обводненности траншеи в период строительства ниже верхней образующей трубопровода, должны применяться ПКГУ охватывающего типа (каркасные или бескаркасные), УБО;
- на болотах всех типов с глубиной торфяной залежи более 2,5 м должны использоваться бескаркасные ПКГУ охватывающего типа, УЧК, УТК;
- на русловых участках подводных переходов, выполняемых траншейным способом, и переходах через болота с положением опорного горизонта минерального грунта на глубинах, позволяющих осуществлять укладку и ремонт трубопровода, при прокладке способом протаскивания или сплава для баллаستировки трубопроводов должны использоваться УЧК, УТК;
- на русловых участках малых водных преград, выполненных траншейным способом, при укладке с бровке траншеи должны применяться УБО или бескаркасные ПКГУ охватывающего типа.

5.2.4 УБО должны применяться для трубопроводов диаметром от 530 до 1420 мм включительно и преимущественно на прямолинейных участках.

5.2.5 При прохождении участков трассы со слабыми грунтами, на которых встречаются островные плотные грунты, количество и тип СБ должны приниматься с учетом:

- допустимого радиуса кривизны трубопровода в проектном положении, который должен соответствовать требованиям действующих нормативных документов;
- допустимых напряжений в стенках трубопровода на провисающих участках в соответствии с требованиями действующих нормативных документов;
- возможности установки СБ с переменным шагом, который должен определяться расчетом с учетом прочностных характеристик трубопровода;
- возможности использования отводов. Радиус кривизны, точки опирания отводов и напряжения в трубопроводе должны определяться расчетом с учетом прогноза изменения принятой расчетной схемы. Расчетная схема и сами расчеты должны выполняться в соответствии с требованиями строительной механики.

5.3 Выбор средств балластировки

5.3.1 Если область применения СБ на конкретном участке строительства трубопровода позволяет использовать две или более различных конструкций балластировки трубопроводов, окончательный выбор осуществляется на основе экономического расчета стоимости применения той или иной конструкции. Расчет осуществляется по формуле (5.1).

$$C = n \cdot C_{бу} + C_{дост} + C_p + C_{\phi} + C_{дзр} + C_z, \quad (5.1)$$

где C – стоимость работ по балластировке участка трубопровода;

n – общее количество СБ на участке балластировки;

$C_{бу}$ – стоимость одного комплекта СБ трубопровода;

C_p – стоимость работ по балластировке на проектных отметках участка трубопровода включая монтаж СФ;

$C_{дост}$ – стоимость доставки СБ трубопроводов на объект строительства (при применении СФ трубопровода стоимость доставки СФ суммируется со стоимостью доставки СБ трубопровода);

C_{ϕ} – общая стоимость СФ;

$C_{дзр}$ – стоимость дополнительных земляных работ (дополнительное расширение траншеи при применении СБ трубопровода, габариты которых требуют увеличения размеров траншеи в зоне их установки);

C_z – общая стоимость доставки (подготовки) грунта засыпки для ПКГУ.

6 Основные расчетные положения

6.1 Общие положения

6.1.1 Условие устойчивости трубопровода против всплытия проверяется согласно формуле (6.1).

6.1.2 При наличии грунтов, которые могут перейти в жидкопластическое состояние, при определении выталкивающей силы вместо плотности воды должна быть принята плотность грунта в жидкопластическом состоянии. При расчетах учитывается вес трубопровода с изоляционным покрытием и СФ, а также вес СБ.

6.1.3 Используемые в расчетах физико-механические и теплофизические характеристики грунтов определяются на основании результатов изысканий и прогнозирования изменений свойств грунтов в процессе строительства и эксплуатации.

6.1.4 Устойчивость положения трубопроводов, прокладываемых на обводненных участках трассы, следует проверять для каждого отдельного участка в зависимости от конкретных условий строительства и эксплуатации, таких как, свойства грунтов, периоды обводнения, уровень грунтовых вод, вероятность продольных водотоков и др.

6.1.5 При расчете балластировки с применением ПКГУ необходимо учитывать фильтрационную способность геосинтетического материала в результате чего грунт внутри ПКГУ находится во взвешенном состоянии, а выталкивающая сила воды, действующая на ПКГУ уменьшается.

6.1.6 Расчет балластировки проводится для наиболее сложных условий, действующих на трубопровод – траншея заполнена водой при отсутствии в полости трубопровода транспортируемого продукта.

6.1.7 Устойчивость положения (против всплытия) трубопроводов, прокладываемых на обводненных участках трассы, следует проверять для отдельных (в зависимости от условий строительства) участков по условию

$$Q_{\text{акт}} \leq \frac{1}{k_{\text{н.в}}} \cdot Q_{\text{пас}}, \quad (6.1)$$

где: $Q_{\text{акт}}$ - суммарная расчетная нагрузка на трубопровод, действующая вверх, включая упругий отпор при прокладке свободным изгибом, Н;

$Q_{\text{пас}}$ - суммарная расчетная нагрузка, действующая вниз (включая массу - собственный вес), Н;

$k_{\text{н.в.}}$ - коэффициент надежности устойчивости положения трубопровода против всплытия, принимаемый равным для участков перехода согласно СП 36.13330.2012.

6.2 Расчет шага балластировки

6.2.1 Критерии при расчете:

- обеспечение устойчивости участка трубопровода против всплытия;
- обеспечение проектного положения трубопровода при прокладке через болота с мощностью торфяной залежи более глубины траншеи;
- обеспечение выполнения условия недопустимости возникновения пластических деформаций в стенке трубы (выполнение условий (29), (30) СП 36.13330.2012).

6.2.2 При равномерной установке чугунных, железобетонных и грунтозаполненных утяжелителей с фиксированным шагом на трубопроводе, укладываемом способом свободного изгиба, величина нормативной интенсивности балластировки – вес на воздухе (Н/м) определяется из условия:

$$q = \frac{1}{n_{\sigma}} \left(K_{\text{н.в}} \cdot q_{\text{в}} + q_{\text{изг}} - q_{\text{тр}} \right) \frac{\gamma_{\sigma}}{\gamma_{\sigma} - \gamma_{\text{в}} K_H}, \quad (6.2)$$

где n_{σ} - коэффициент надежности по нагрузке (для чугунных утяжелителей кольцевого типа равен 1, для железобетонных – 0.9, для грунтозаполненных – от 0,9 до 1,2 в зависимости от условий обводнения);

$q_{\text{в}}$ - расчетная погонная выталкивающая сила воды (Н/м);

$q_{изг}$ - расчетная интенсивность нагрузки от упругого отпора при свободном изгибе трубопровода (Н/м);

$q_{тр}$ - расчетный погонный собственный вес трубопровода (Н/м);

γ_{σ} - нормативная плотность материала утяжелителя (кг/м³);

$\gamma_{\text{в}}$ - плотность воды (кг/м³).

$q_{\text{в}}$ - расчетная погонная выталкивающая сила воды, Н/м;

$q_{изг}$ - расчетная интенсивность нагрузки от упругого отпора при свободном изгибе трубопровода, Н/м;

$q_{тр}$ - расчетный погонный собственный вес трубопровода, Н/м;

6.2.3 Выталкивающая сила воды определяется по формуле:

$$q_{\text{в}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} g \cdot \gamma_{\text{в}}, \quad (6.3)$$

где D - наружный диаметр трубопровода с учетом изоляционного покрытия и СФ (при наличии) (м);

g - ускорение свободного падения (м/с²);

$\gamma_{\text{в}}$ - плотность воды (кг/м³).

6.2.4 Расчетная интенсивность нагрузки от упругого отпора при свободном изгибе трубопровода определяется по формуле:

- для выпуклой оси трубопровода

$$q_{изг} = \frac{8EI \cdot}{9\pi^2 \beta^2 \rho^3}, \quad (6.4)$$

- для вогнутой оси трубопровода

$$q_{изг} = \frac{32EI}{9\pi^2 \beta^2 \rho^3}, \quad (6.5)$$

где D - наружный диаметр трубопровода с учетом изоляционного покрытия и СФ (при наличии) (м);

g - ускорение свободного падения (м/с²);

E – модуль упругости стали трубы (Па);

β – угол поворота оси трубопровода, град;

ρ – минимальный радиус упругого изгиба оси трубопровода (м);

I – геометрический момент инерции сечения трубы (м⁴).

6.2.5 Расчетный погонный собственный вес трубопровода определяется по формуле:

$$q_{тр} = \frac{\pi}{4} g \gamma_{ст} (D_n^2 - D_{вн}^2) + \frac{\pi}{4} g \gamma_{из} (D_{из}^2 - D_n^2) + \frac{\pi}{4} g \gamma_{ф} (D_{ф}^2 - D_{из}^2), \quad (6.6)$$

где $\gamma_{ст}$ – плотность стали трубы;

$\gamma_{из}$ – плотность изоляционного покрытия трубопровода (кг/м³);

$\gamma_{ф}$ – плотность материала СФ трубопровода (кг/м³);

$\gamma_{ст}$ – нормативная плотность стали трубы (кг/м³);

$D_n, D_{вн}, D_{из}, D_{ф}$ – наружный, внутренний, наружный изоляции, наружный СФ диаметры трубопровода.

6.2.6 Шаг установки СБ рассчитывается по формуле:

$$L = \frac{Mg}{q}, \quad (6.7)$$

где M – масса одного СБ в воздухе (кг).

6.2.7 При групповой установке железобетонных СБ охватывающего типа их устанавливают вплотную друг к другу, их общее количество на 1 км определяется исходя из величины нормативной интенсивности балластировки. Максимальная длина группы СБ определяется по формуле:

$$L = \sqrt[4]{\frac{768 E J y}{2 q_2 (K^4 + 4 K^3 + 6 K^2) + q_1 (6 K + 2)}}, \quad (6.8)$$

где y – прогиб трубопровода (максимальный прогиб принимается равным 10 см), см;

q_2 – распределенная пригрузка, Н/м;

q_1 – нагрузка от балласта, Н/м.

6.2.8 Распределенная нагрузка определяется по формуле:

$$q_2 = g \gamma_{\text{с}} V_{\text{тр}} - q_{\text{тр}} \quad (6.9)$$

6.2.9 Нагрузка от балласта определяется по формуле:

$$q_1 = \frac{P}{B} - q_2 \quad (6.10)$$

где: P – вес СБ и грунта засыпки, Н;

B – ширина СБ, м;

6.2.10 При балластировке трубопровода бескаркасными ПКГУ охватывающего типа шаг установки утяжелителей определяется по формуле:

$$L = \frac{g \cdot V_{\text{пкгу}} \cdot \gamma_{\text{сзв}}}{q} \quad (6.11)$$

где $V_{\text{пкгу}}$ – объем грунта в утяжелителе ПКГУ, м³;

q – нормативная интенсивность балластировки – вес на воздухе;

$\gamma_{\text{сзв}}$ – удельный вес грунта во взвешенном состоянии.

6.2.11 При балластировке трубопровода каркасными ПКГУ охватывающего типа шаг установки утяжелителей определяется по формуле:

$$L_{\text{пкгу}} = \frac{g \cdot (V_{\text{пкгу}} \cdot \gamma_{\text{сзв}}) \cdot n}{q} \quad (6.12)$$

где $V_{\text{пкгу}}$ – объем грунта в утяжелителе ПКГУ, м³;

q – нормативная интенсивность балластировки (вес в воздухе), определяемая по формуле (6.2); n – количество ПКГУ в группе. Для трубопроводов диаметром до 530 мм включительно, количество ПКГУ в группе равно 1. Для трубопроводов диаметром от 720 мм до 1220 мм количество ПКГУ в группе равно 2, от 1220 мм до 1420 мм количество ПКГУ в группе равно 4 (при использовании сдвоенных каркасных ПКГУ количество в группе сокращается вдвое).

$\gamma_{\text{взв}}$ - удельный вес грунта во взвешенном состоянии, определяемый по формуле, кг/м³:

$$\gamma_{\text{взв}} = \frac{\gamma_{\text{взв}} - \gamma_{\text{в}} \times K_{\text{н.в}}}{1 + e} \quad (6.13)$$

где $\gamma_{\text{с}}$ – удельный вес частиц грунта засыпки;

$\gamma_{\text{в}}$ – плотность воды с учетом растворенных в ней солей, кг/м³;

$K_{\text{н.в}}$ – коэффициент устойчивости положения трубопровода против всплытия;

e – коэффициент пористости грунта.

6.2.12 При балластировке трубопровода ПКГУ седловидного типа групповым способом шаг установки утяжелителей определяется по формуле 6.13.

7 Организация и технология производства работ по балластировке трубопроводов

7.1 Общие положения

7.1.1 Организация и технология производства работ по балластировке трубопроводов должны осуществляться в соответствии с требованиями СП 86.13330.2014*, СП 48.13330.2011, СП 107-34-96, проектов производства и работ технологических карт.

7.1.2 При хранении, транспортировке и монтаже СБ загиб монтажных петель и других технологических и монтажных элементов не допускается.

7.1.3 Перед монтажом СБ должны быть подвергнуты входному визуально-измерительному контролю, проверке соответствия комплекта поставки, упаковки и маркировки требованиям технической документации на продукцию.

7.1.4 Последовательность действий при подготовке к монтажу и при монтаже СБ должна производиться в соответствии эксплуатационными документами на СБ, с учетом положений, приведенных в настоящем разделе.

7.1.5 Размеры СФ, применяемых при монтаже СБ (при необходимости), должны обеспечивать отсутствие контакта частей СБ, способных повредить изоляционное покрытие, с трубопроводом.

7.1.6 При монтаже СБ должны быть исключены рывки и качания для предотвращения повреждений изоляционного покрытия трубопровода.

7.2 Утяжелители кольцевого типа

7.2.1 Полугрузы УТК или УЧК, рассортированные по маркам и комплектам, должны храниться в соответствии эксплуатационными документами на СБ.

При переворачивании полугрузов, не допускается их отрыв от земли.

При монтаже утяжелителей на нескольких плетях, расстояние между ними должно обеспечивать проезд строительной и автомобильной техники, а также выполнение строительно-монтажных и вспомогательных работ.

7.2.2 Типовая последовательность операций при монтаже УЧК или УТК представлена на рисунках 7а, б, в.

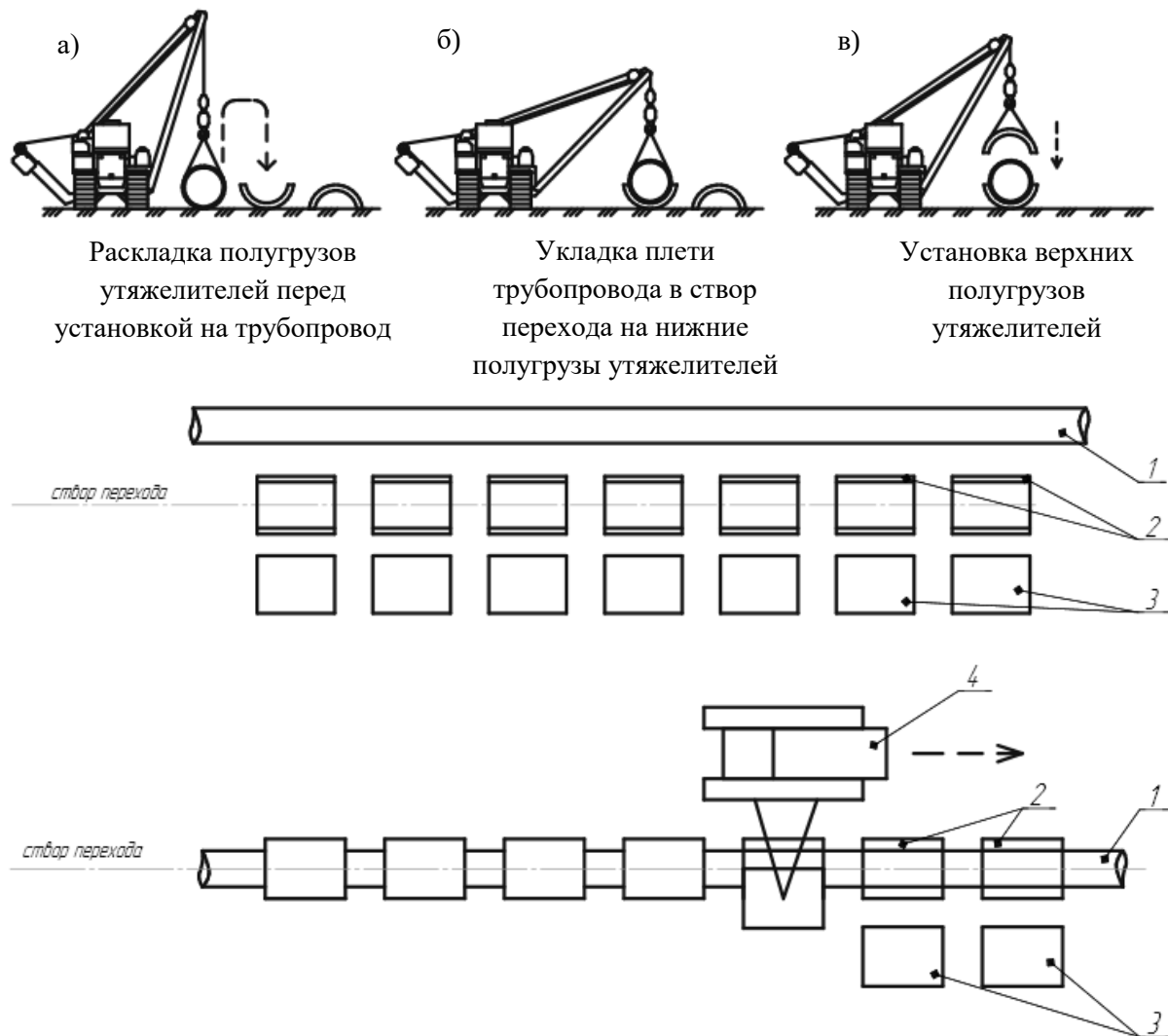


Рисунок 7 – Схема монтажа УЧК или УТК

7.2.3 Нижние и верхние полугрузы утяжелителей раскладывают параллельно подготовленной плети трубопровода (с установленными СФ) с

заданным проектом шагом. При этом нижние полугрузы укладывают в створ перехода.

7.2.4 Подготовленную плетью с помощью кранов-трубоукладчиков укладывают на нижние полугрузы, а затем устанавливают на трубопровод верхние полугрузы.

7.2.5 Производят установку и затяжку крепежных элементов.

Последовательность действий, если крепежный элемент включает в себя шпильку, гайки и шайбы:

- каждую шпильку с шайбой и гайкой, навинченной минимум на высоту гайки, вставляют сверху в крепежное отверстие утяжелителя;
- производят установку нижних шайб с нижними гайками и закручивание гаек вручную до отказа;
- доворачивают верхние гайки при помощи ручного или пневматического гайковерта до крутящего момента, обеспечивающего фиксацию утяжелителя на трубопроводе.

Последовательность действий, если крепежный элемент включает в себя болт, гайку и шайбы:

- каждый болт с шайбой вставляют снизу в крепежное отверстие утяжелителя;
- производят установку верхних шайб и гаек с последующим закручиванием вручную до отказа, затем доворачивают гайки при помощи ручного или пневматического гайковерта до крутящего момента, обеспечивающего фиксацию утяжелителя на трубопроводе.

Перед перемещением плети должна проводиться проверка момента затяжки гаек на соответствие указанному в эксплуатационной документации при помощи динамометрического ключа.

При монтаже утяжелителей контролируют:

- расположение (шаг) утяжелителей вдоль оси трубопровода;

- комплектность при установке (наличие всех крепежных элементов, предусмотренных ТУ);
- моменты затяжки резьбовых соединений.

По завершении работ по установке утяжелителей оформляют акт.

7.3 Утяжелители железобетонные охватывающего типа

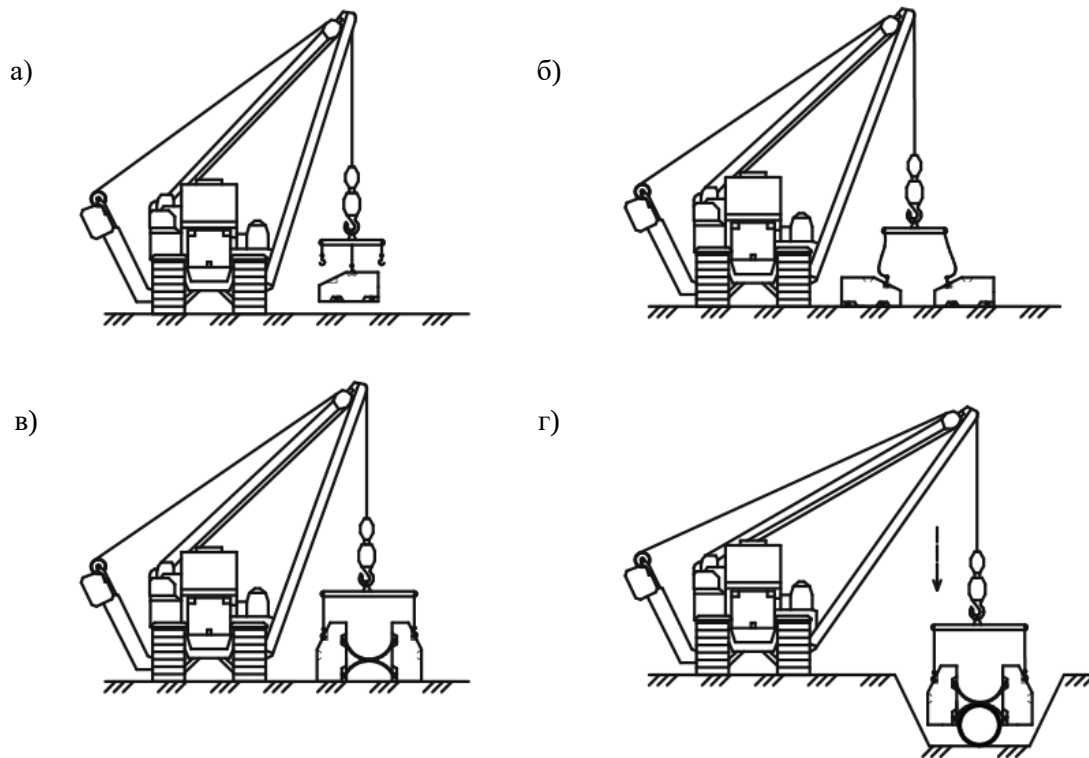
7.3.1 Блоки утяжелителей, рассортированные по маркам и комплектам, должны храниться в соответствии с эксплуатационной документацией на приобъектных складских площадках с выровненным плотным основанием. Допускается хранение в несколько ярусов. Нижний и последующий ярусы блоков необходимо укладывать на прокладки. Схема складирования должна исключать возможность повреждения или изгиба закладных деталей.

7.3.2 После монтажа утяжелителя его нижняя точка должна быть выше нижней образующей трубопровода.

Установка утяжелителей на плавающий трубопровод не допускается.

Возможна групповая установка утяжелителей согласно техническим условиям на изготовление утяжелителей.

7.3.3 Типовая последовательность операций при монтаже утяжелителей представлена на рисунках 8 а, б, в, г.



а - транспортировка утяжелителей к месту монтажа; б - подготовка утяжелителей к сборке; в - сборка утяжелителей в комплект; г - навеска утяжелителей на трубопровод

Рисунок 8 – Схема монтажа утяжелителей охватывающего типа

- разметка мест установки утяжелителей вдоль трассы трубопровода;
- раскладка комплектующих утяжелителей на размеченных местах;
- укладка (монтаж) СФ на трубопровод (в месте монтажа утяжелителя);
- расстановка блоков утяжелителя;
- укладка трубопровода в траншею;
- навешивание силовых соединительных поясов на монтажные стержни (крюки) блоков;
- строповка блоков утяжелителя;
- навешивание утяжелителя на трубопровод при помощи специальной траверсы, обеспечивающей гарантированный зазор между блоками утяжелителя и трубопроводом не менее 100 мм.

Допустимый угол поворота утяжелителя относительно оси трубопровода должен быть не более 5° от вертикали.

7.3.4 При монтаже утяжелителей контролируют:

- расположение (шаг) утяжелителей вдоль оси трубопровода;
- отсутствие перекоса установки утяжелителей;
- положение нижней точки утяжелителя относительно нижней образующей трубопровода;
- отсутствие повреждений изоляционного покрытия;
- комплектность при установке.

По завершении работ по установке утяжелителей оформляют акт.

7.4 Полимерконтейнерные грунтозаполненные утяжелители

7.4.1 Хранение утяжелителей осуществляется в соответствии с эксплуатационной документацией. Должны быть приняты меры по недопущению намокания и смерзания емкостей.

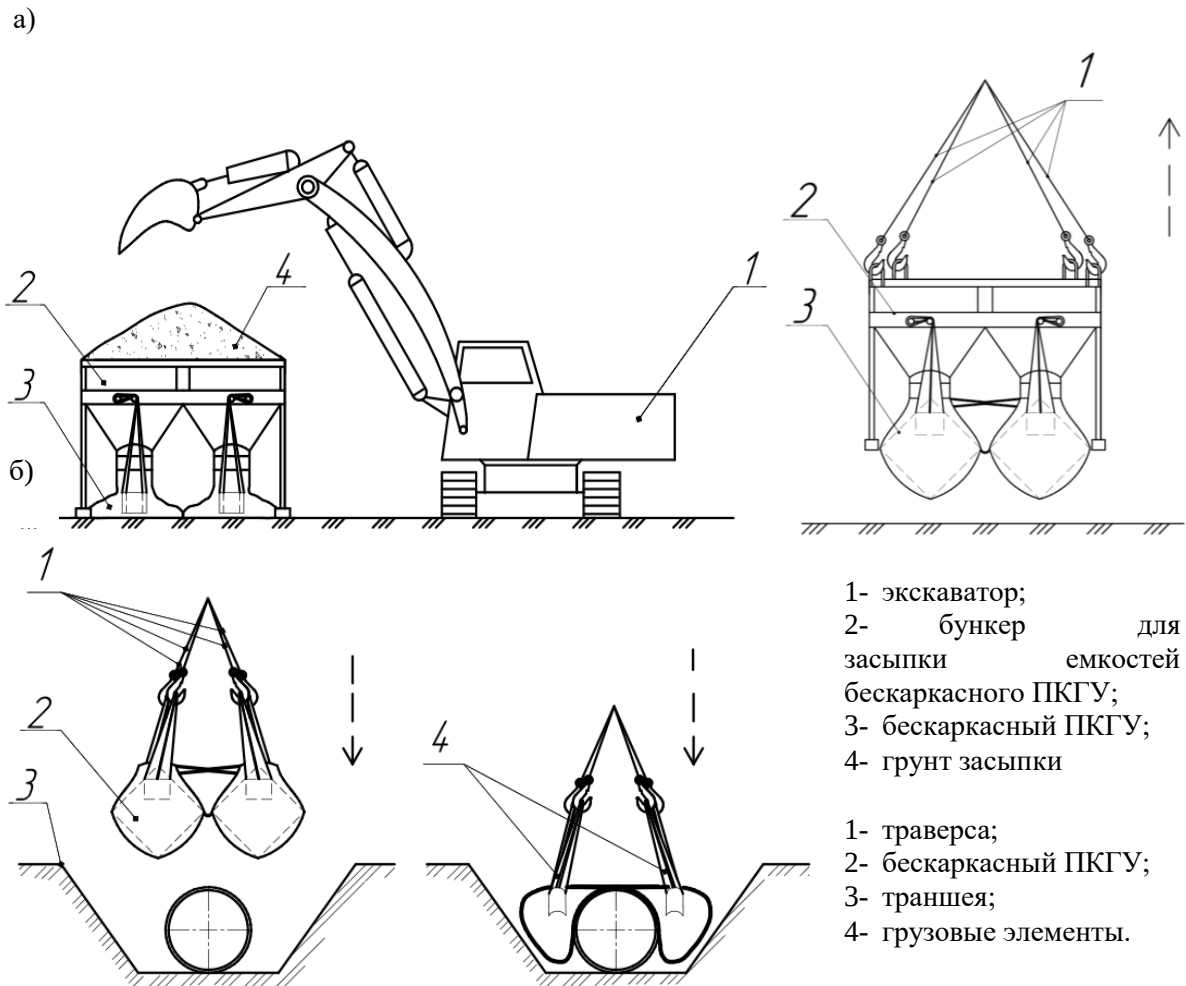
7.4.2 Засыпка ПКГУ должна производиться в емкости равномерно, при засыпке на емкостях не должно быть складок. При необходимости применяют распределение грунта в емкостях вручную. С целью предотвращения смерзания грунта в емкостях и (или) их примерзания к земле, заполнение бескаркасных ПКГУ грунтом должно производиться непосредственно перед их навешиванием на трубопровод.

7.4.3 ПКГУ седловидного и каркасного типа возможно навешивать на трубопровод ручным или механизированным способом.

7.4.4 Минеральный грунт, заполняющий емкости ПКГУ, должен иметь плотность не менее 1400 кг/м^3 с размерами фракции не более 50 мм в поперечнике. Попадание снега, льда и органических включений в емкости ПКГУ не допускается.

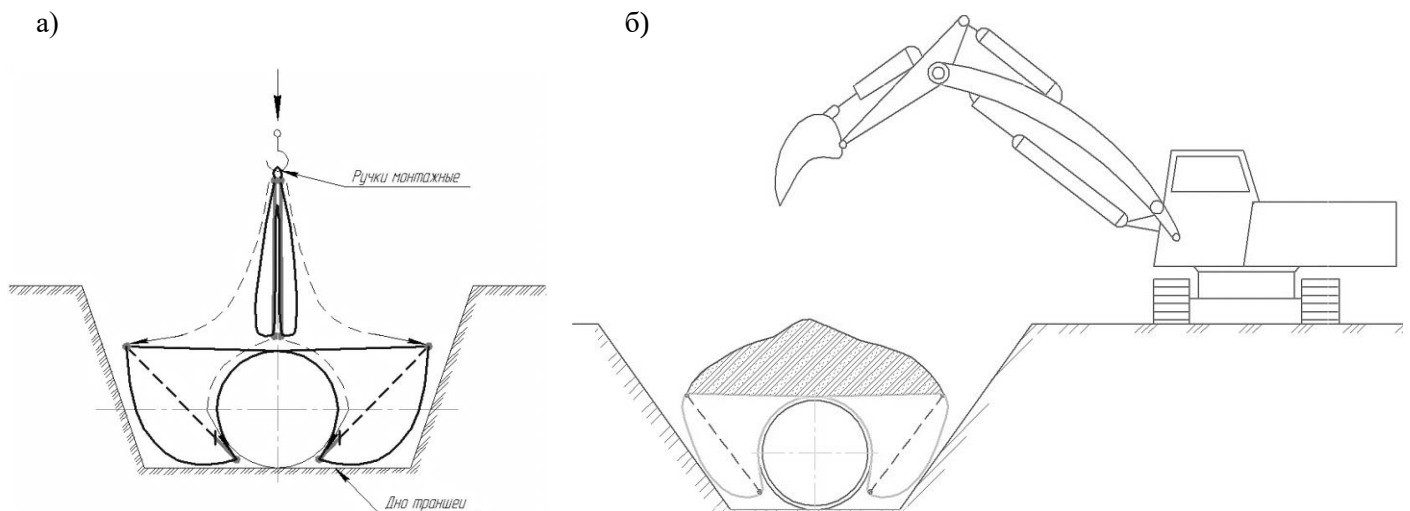
7.4.5 Возможна групповая установка утяжелителей согласно техническим условиям на изготовление утяжелителей.

7.4.6 Типовая последовательность операций при монтаже ПКГУ представлена на рисунках 9 а, б; 10 а, б; 11 а, б, в.



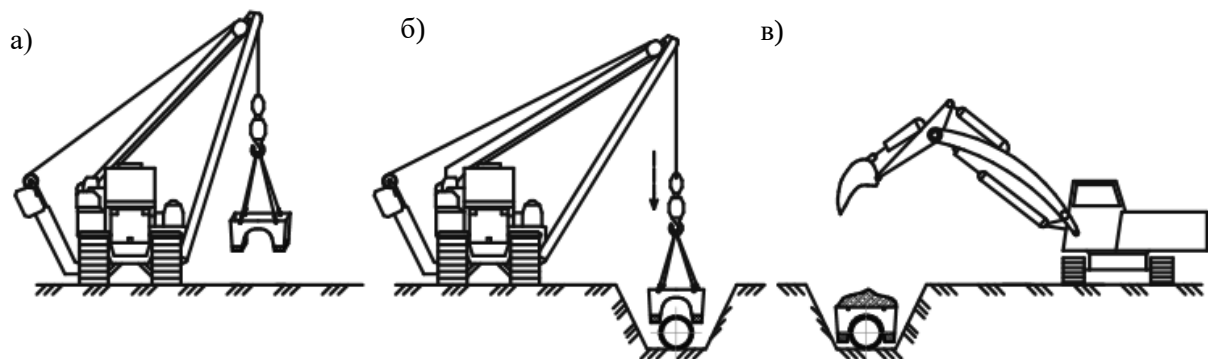
а) схема засыпки бескаркасного ПКГУ; б) Строповка и навешивание бескаркасного ПКГУ на трубопровод

Рисунок 9 – Схема заполнения, строповки и навешивания бескаркасного ПКГУ на трубопровод



а) Схема строповки и навешивания каркасного ПКГУ; б) Засыпка грунтом в траншее

Рисунок 10 – Схема строповки, навешивания и засыпки каркасного ПКГУ



а) Транспортировка утяжелителей к месту монтажа; б) Навешивание утяжелителей на трубопровод; в) Засыпка утяжелителей грунтом

Рисунок 11 – Схема монтажа ПКГУ седловидного типа

- раскладка комплектующих утяжелителей на размеченных местах;
- засыпка емкостей утяжелителя грунтом (при использовании бескаркасного ПКГУ необходимо использование бункерного устройства, для равномерной и полной засыпки);
- сборка утяжелителя (если предусматривается конструкцией утяжелителя) согласно руководству по монтажу утяжелителя;

- строповка утяжелителя. Навешивание утяжелителя на трубопровод при помощи специальной траверсы. В процессе навешивания должны быть приняты меры, исключающие повреждения изоляционного покрытия трубопровода. После навешивания устраняют перекосы утяжелителей (при необходимости), допустимый угол поворота утяжелителя относительно оси трубопровода должен быть не более 5° от вертикали;

- засыпка емкостей утяжелителя грунтом (при использовании каркасного ПКГУ, а также ПКГУ седловидного типа). Засыпка емкостей ПКГУ должна производиться одноковшовым экскаватором. В начале засыпку осуществляют по центру утяжелителя (между емкостями), объемами до $0,2 \text{ м}^3$, а затем, после обеспечения его устойчивого положения, поочередно на каждую сторону для обеспечения отсутствия поворота утяжелителя относительно оси трубопровода. Засыпку производят до начала осыпания грунта за пределы ПКГУ.

7.4.7 При монтаже утяжелителей контролируют:

- расположение (шаг) утяжелителей вдоль оси трубопровода;
- отсутствие перекоса установки утяжелителей;
- равномерность и полноту засыпки емкостей;
- соответствие засыпаемого грунта действующим требованиям (п. 7.4.4);
- отсутствие повреждений изоляционного покрытия;
- комплектность при установке.

После сборки утяжелителей, монтажа и заполнения грунтом их на трубопровод оформляются акты скрытых работ.

8 Контроль качества при производстве работ по балластировке трубопроводов

8.1 При производстве работ по балластировке трубопроводов должны выполняться требования проекта, СП 36.13330.2012, СП 86.13330.2014*, СП 107-34-96, осуществляться входной, операционный и приемочный контроль.

8.2 Входной контроль предусматривает проведение выборочного визуально-измерительного контроля СБ, поставленных на объект строительства или ремонта трубопровода, на соответствие требованиям технических условий по следующим показателям:

- внешний вид;
- основные размеры;
- комплектность поставки;
- маркировка;
- упаковка (при наличии).

Для контроля проводят выборку не менее трех средств на каждые 100 средств.

При выявлении несоответствия на средстве проводят дополнительную выборку еще двух средств.

В случае, если несоответствие возможно устранить на месте, проводят соответствующие мероприятия с занесением результатов в акт.

9 Требования безопасности, охраны труда

9.1 Основные и вспомогательные работы, связанные с балластировкой трубопроводов (далее – работы) должны выполняться с соблюдением требований безопасности согласно СП 86.13330.2014, ВСН 39-1.9-003-98 [1], [2], а также настоящего стандарта.

9.2 Работы запрещается выполнять без утвержденного в установленном порядке проекта производства работ, предусматривающего комплекс организационных и технических мероприятий, выполнение которых обеспечивает безопасность проведения работ.

9.3 К выполнению работ могут быть допущены рабочие:

- прошедшие предварительный и периодический медицинские осмотры в сроки, установленные Минздравом Российской Федерации;
- достигшие возраста 18 лет и обученные безопасным методам труда и приемам ведения работ, прошедшие экзаменационную проверку знаний (и инструктаж) методов и приемов ведения работы, обеспеченные спецодеждой, спецобувью и средствами индивидуальной защиты (при необходимости).

9.4 В процессе выполнения работ необходимо следить за надежностью стенок и бермы траншеи. При появлении трещин и сколов грунта, которые могут привести к обрушению бермы, следует немедленно прекратить работу и принять меры к устранению и предотвращению их появления.

9.5 При проведении работ в пределах призмы обрушения грунтов не допускается движение транспортных средств, а также складирование материалов.

9.6 Проведение работ, связанных с такелажными операциями, необходимо вести рабочим, имеющим квалификационное удостоверение и разрешение на проведение данного вида работ. Нахождение посторонних лиц в зоне ведения работ запрещается.

9.7 Производство работ в траншеях с откосами, подвергшимися увлажнению, разрешается только после тщательного осмотра производителем работ состояния грунта откосов и обрушения неустойчивого грунта в местах, где обнаружены «козырьки» или трещины (отслоения).

9.8 Охрана труда рабочих должна обеспечиваться необходимыми средствами индивидуальной защиты (специальной одежды, обуви и др.), выполнением мероприятий по коллективной защите рабочих (ограждения, освещение, защитные и предохранительные устройства и приспособления и т.д.), обеспечением санитарно-бытовыми помещениями и устройствами в соответствии с действующими нормами и характером выполняемых работ.

Библиография

- [1] О принятии строительных норм и правил Российской Федерации
«Безопасность труда в строительстве. Часть I. Общие требования»
- [2] О принятии строительных норм и правил Российской Федерации
«Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство»

УДК ОКС

Ключевые слова: трубопровод, средство балластировки, балластирующая способность, укладка трубопровода, траншея.
