

## **nanoCAD GeoSeries**

# **Проектирование магистральных и промысловых нефтегазопроводов «Трубопроводы»**

## **Руководство пользователя**



Материал подготовлен компанией «Нанософт»

2025

---

## Оглавление

|                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Глава 1. Общие сведения .....</b>                                     | <b>8</b>  |
| 1.1. Назначение приложения.....                                          | 8         |
| 1.2. Установка программы .....                                           | 12        |
| 1.3. Термины и определения.....                                          | 16        |
| 1.4. Нормативные документы .....                                         | 22        |
| <b>Глава 2. Параметры .....</b>                                          | <b>26</b> |
| 2.1. Прототипы проектирования .....                                      | 26        |
| 2.1.1. Создание прототипа проектирования трубопровода .....              | 27        |
| 2.1.2. Условия прокладки трубопровода .....                              | 30        |
| 2.1.3. Расчет категорий для трубопровода .....                           | 40        |
| 2.1.4. Параметры гнутых отводов .....                                    | 47        |
| 2.1.5. Параметры полосы строительства, планировки рельефа и траншеи..... | 53        |
| 2.2. Редактирование прототипа.....                                       | 57        |
| 2.3. Копирование прототипа .....                                         | 58        |
| 2.4. Удаление прототипа .....                                            | 59        |
| 2.5. Обновление прототипа .....                                          | 59        |
| 2.6. Считывание прототипов из чертежа .....                              | 59        |
| 2.7. Стили трубопровода на плане .....                                   | 60        |
| 2.7.1. Общие параметры стиля .....                                       | 61        |
| 2.7.2. Отображение стиля .....                                           | 62        |
| 2.8. Стили трубопровода на профиле .....                                 | 64        |
| 2.8.1. Общие параметры стиля .....                                       | 64        |
| 2.8.2. Надписи/выноски .....                                             | 67        |
| 2.8.3. Отображение стиля .....                                           | 72        |
| 2.9. Стили спецификации трубопровода .....                               | 76        |
| <b>Глава 3. Трассы трубопровода.....</b>                                 | <b>78</b> |
| 3.1. Добавить трассу .....                                               | 78        |
| 3.1.1. Параметры трассы .....                                            | 79        |
| 3.1.2. Редактировать стиль трассы .....                                  | 80        |
| 3.1.3. Удалить трассу.....                                               | 80        |
| 3.1.4. Установить текущий вид (трасса) .....                             | 80        |

|                                                  |           |
|--------------------------------------------------|-----------|
| 3.1.5. Показать трассу .....                     | 80        |
| 3.1.6. Разобрать трассу .....                    | 81        |
| 3.1.7. Обновить трассу .....                     | 81        |
| 3.2. Обновить все трассы .....                   | 81        |
| 3.3. Удалить все трассы .....                    | 81        |
| <b>Глава 4. Профили трубопровода .....</b>       | <b>82</b> |
| 4.1. Добавить профиль .....                      | 82        |
| 4.2. Удалить все профили .....                   | 82        |
| 4.3. Параметры профиля .....                     | 82        |
| 4.4. Редактировать стиль профиля .....           | 83        |
| 4.5. Удалить профиль .....                       | 84        |
| 4.6. Установить текущий вид (профиль) .....      | 84        |
| 4.7. Показать профиль .....                      | 85        |
| 4.8. Обновить профиль .....                      | 85        |
| 4.9. Разобрать профиль .....                     | 85        |
| <b>Глава 5. Трубопроводы .....</b>               | <b>86</b> |
| 5.1. Добавить трубопровод .....                  | 86        |
| 5.2. Удалить все трубопроводы .....              | 88        |
| 5.3. Параметры трубопровода .....                | 88        |
| 5.4. Редактировать прототип проектирования ..... | 89        |
| 5.5. Удалить трубопровод .....                   | 89        |
| 5.6. Показать трубопровод .....                  | 89        |
| 5.7. Генерация спецификации .....                | 89        |
| 5.8. Участки прокладки по категориям .....       | 98        |
| 5.8.1. Изменить категорию участка .....          | 99        |
| 5.8.2. Удалить участок категории .....           | 99        |
| 5.8.3. Показать участок категории .....          | 99        |
| 5.9. Участки планировки рельефа .....            | 100       |
| 5.9.1. Добавить участок срезки/засыпки .....     | 101       |
| 5.9.2. Добавить участок другой ширины .....      | 105       |
| 5.9.3. Удалить все участки планировки .....      | 106       |
| 5.9.4. Параметры участка .....                   | 107       |

|           |                                                         |     |
|-----------|---------------------------------------------------------|-----|
| 5.9.5.    | Удалить участок планировки .....                        | 109 |
| 5.9.6.    | Показать участок планировки.....                        | 109 |
| 5.9.7.    | Параметры точки участка.....                            | 109 |
| 5.9.8.    | Удалить точку участка.....                              | 110 |
| 5.9.9.    | Показать точку участка .....                            | 110 |
| 5.9.10.   | Косогорные участки .....                                | 110 |
| 5.9.10.1. | Определить косогорные участки.....                      | 110 |
| 5.9.10.2. | Удалить все косогорные участки .....                    | 111 |
| 5.9.11.   | Типы полок на косогорных участках .....                 | 111 |
| 5.10.     | Участки по глубине заложения.....                       | 114 |
| 5.10.1.   | Добавить участок .....                                  | 115 |
| 5.10.2.   | Пересчитать участки .....                               | 116 |
| 5.10.3.   | Параметры участка .....                                 | 116 |
| 5.10.4.   | Удалить участок.....                                    | 116 |
| 5.10.5.   | Показать участок .....                                  | 117 |
| 5.10.6.   | Участки по глубине заложения для нефтегазопроводов..... | 117 |
| 5.10.7.   | Участки по глубине заложения для водоводов .....        | 118 |
| 5.11.     | Участки переходов через препятствия .....               | 118 |
| 5.11.1.   | Переходы через подземные препятствия .....              | 119 |
| 5.11.2.   | Переходы через водные объекты .....                     | 121 |
| 5.11.3.   | Переходы через болота.....                              | 125 |
| 5.11.4.   | Переходы через железные и автомобильные дороги.....     | 126 |
| 5.11.5.   | Добавить переход в произвольном месте .....             | 131 |
| 5.11.6.   | Удалить все переходы .....                              | 131 |
| 5.11.7.   | Обновить.....                                           | 131 |
| 5.11.8.   | Редактирование параметров переходов.....                | 131 |
| 5.11.9.   | Удалить переход .....                                   | 132 |
| 5.11.10.  | Показать переход.....                                   | 132 |
| 5.11.11.  | Объединить переход со следующим .....                   | 132 |
| 5.11.12.  | Разделить переход .....                                 | 132 |
| 5.12.     | Участки балластировки/футеровки .....                   | 132 |
| 5.12.1.   | Автоматическое создание участков балластировки .....    | 132 |

|                                                                   |                                                           |            |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------|
| 5.12.2.                                                           | Добавить участок балластировки в произвольном месте ..... | 133        |
| 5.12.3.                                                           | Удалить все участки балластировки .....                   | 133        |
| 5.12.4.                                                           | Обновить.....                                             | 133        |
| 5.12.5.                                                           | Параметры участка балластировки/футеровки .....           | 133        |
| 5.12.6.                                                           | Показать участок балластировки.....                       | 147        |
| 5.12.7.                                                           | Удалить участок балластировки .....                       | 148        |
| 5.12.8.                                                           | Объединить участок балластировки со следующим.....        | 148        |
| 5.12.9.                                                           | Разделить на выпуклые/вогнутые участки .....              | 148        |
| 5.13.                                                             | Участки теплогидроизоляции .....                          | 148        |
| 5.13.1.                                                           | Автоматическое создание участков в зоне ММГ .....         | 149        |
| 5.13.2.                                                           | Добавить участок в произвольном месте.....                | 149        |
| 5.13.3.                                                           | Удалить все участки .....                                 | 150        |
| 5.13.4.                                                           | Обновить.....                                             | 150        |
| 5.13.5.                                                           | Параметры участка теплогидроизоляции .....                | 150        |
| 5.13.6.                                                           | Удалить участок теплогидроизоляции .....                  | 154        |
| 5.13.7.                                                           | Показать участок теплогидроизоляции .....                 | 154        |
| 5.13.8.                                                           | Объединить со следующим .....                             | 154        |
| 5.13.9.                                                           | Разделить участок теплогидроизоляции .....                | 154        |
| 5.14.                                                             | Участки траншеи .....                                     | 154        |
| 5.14.1.                                                           | Параметры участка траншеи.....                            | 156        |
| 5.14.2.                                                           | Показать участок траншеи .....                            | 162        |
| 5.14.3.                                                           | Объединить участок со следующим .....                     | 162        |
| 5.14.4.                                                           | Разделить участок траншеи .....                           | 162        |
| 5.14.5.                                                           | Удалить все участки траншеи .....                         | 162        |
| 5.14.6.                                                           | Обновить.....                                             | 163        |
| 5.14.7.                                                           | Генерация ведомостей.....                                 | 163        |
| 5.14.8.                                                           | Просмотр поперечного сечения траншеи .....                | 163        |
| <b>Глава 6. Проектирование трубопровода на плане трассы .....</b> |                                                           | <b>165</b> |
| 6.1.                                                              | Автоматическое размещение вставок на плане .....          | 166        |
| 6.2.                                                              | Удалить все плановые вставки .....                        | 170        |
| 6.3.                                                              | Удалить проектное решение .....                           | 170        |
| 6.4.                                                              | Добавить таблицу углов поворота .....                     | 170        |

|                                                                      |                                                                                                       |            |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 6.5.                                                                 | Интерактивное размещение вставок на плане .....                                                       | 170        |
| 6.5.1.                                                               | Упругий изгиб .....                                                                                   | 170        |
| 6.5.2.                                                               | Вставка из гнутых отводов .....                                                                       | 171        |
| 6.5.3.                                                               | Показать вставку .....                                                                                | 174        |
| 6.5.4.                                                               | Удалить вставку .....                                                                                 | 174        |
| <b>Глава 7. Проектирование трубопровода на профиле .....</b>         |                                                                                                       | <b>175</b> |
| 7.1.                                                                 | Добавить проектное решение .....                                                                      | 176        |
| 7.1.1                                                                | Добавить вершину .....                                                                                | 176        |
| 7.1.2                                                                | Удалить вершину .....                                                                                 | 176        |
| 7.1.3                                                                | Переместить вершину .....                                                                             | 177        |
| 7.1.4                                                                | Изменить параметры вставки .....                                                                      | 177        |
| 7.1.4.1                                                              | Упругий изгиб .....                                                                                   | 177        |
| 7.1.4.2                                                              | Вставка из гнутых отводов .....                                                                       | 179        |
| 7.1.4.3                                                              | Размещение совмещенных вставок .....                                                                  | 180        |
| 7.1.5                                                                | Контроль верхней границы .....                                                                        | 181        |
| 7.1.6.                                                               | Переместить выноску .....                                                                             | 181        |
| 7.1.7.                                                               | Проверка вершин трубопровода на устойчивость .....                                                    | 182        |
| 7.1.7.1                                                              | Расчет устойчивости вершины с кривой упругого изгиба .....                                            | 185        |
| 7.1.7.2.                                                             | Расчет устойчивости вершины из отвода холодного гнутья .....                                          | 186        |
| 7.1.7.3.                                                             | Расчет устойчивости вершины из 2-х отвода холодного гнутья с разными углами гибки .....               | 188        |
| 7.1.7.4.                                                             | Расчет устойчивости вершины из отвода горячего гнутья .....                                           | 190        |
| 7.1.7.5.                                                             | Расчет устойчивости вершины из 2-х отводов горячего гнутья с разными углами гибки .....               | 192        |
| 7.1.7.6.                                                             | Расчет устойчивости вершины со вставкой из N отводов горячего гнутья с одинаковыми углами гибки ..... | 194        |
| 7.1.7.7.                                                             | Автоматический расчет устойчивости трубопровода .....                                                 | 195        |
| 7.1.7.8.                                                             | Автоматическое проектирование трубопровода на профиле .....                                           | 198        |
| <b>Глава 8. Экспорт в nanoCAD .....</b>                              |                                                                                                       | <b>200</b> |
| 8.1.                                                                 | Разобрать модель в другой чертеж .....                                                                | 200        |
| <b>Глава 9. Изыскательские функции, доступные в приложении .....</b> |                                                                                                       | <b>201</b> |
| 9.1.                                                                 | Добавить таблицу углов поворота .....                                                                 | 201        |

|                                                                                                                                                                        |                                               |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------|
| 9.2.                                                                                                                                                                   | Рельефные точки .....                         | 202        |
| 9.3.                                                                                                                                                                   | Профили.....                                  | 202        |
| 9.4.                                                                                                                                                                   | Считать ситуацию из БД проекта.....           | 202        |
| 9.5.                                                                                                                                                                   | Обновить геологическую модель.....            | 203        |
| 9.6.                                                                                                                                                                   | Стили оформления геологических объектов ..... | 203        |
| <b>Глава 10. Подпрофильные таблицы и спецификации .....</b>                                                                                                            |                                               | <b>204</b> |
| 10.1.                                                                                                                                                                  | Подпрофильная таблица.....                    | 204        |
| 10.2.                                                                                                                                                                  | Спецификация по трубопроводу.....             | 216        |
| <b>Приложения .....</b>                                                                                                                                                |                                               | <b>220</b> |
| Приложение А. Методика учета геологических условий при проектировании<br>трубопроводов на участках распространения многолетнемерзлых грунтов .....                     |                                               | 220        |
| Приложение Б. Математическая модель и алгоритм расчета температурного режима<br>многолетнемерзлых грунтов вокруг трубопроводов, транспортирующих нефть и газ.<br>..... |                                               | 225        |
| Приложение В. Перечень ТУ на изготовление отводов.....                                                                                                                 |                                               | 228        |
| Приложение Г. Трубы стальные теплогидроизолированные пенополиуретаном для<br>нефтегазопроводов по ТУ 5768-002-1297858-02 .....                                         |                                               | 231        |
| Приложение Д Теплоизоляционное покрытие из пенополиуретана с защитной<br>оболочкой для соединительных деталей нефтепроводов по ТУ 5768-018-86695843-<br>1012 .....     |                                               | 232        |
| Приложение Е. Размеры скального листа по ТУ 8397-008-78959293-2006, ТУ 2246-004-<br>56755147-2006, ТУ 2246-014-75957906-2008, ТУ 2246-001-96017324-2010.....           |                                               | 233        |

## Глава 1. Общие сведения

---

### 1.1. Назначение приложения

Приложение Трубопроводы входит в состав программы nanoCAD GeoSeries и предназначено для проектирования подземных магистральных и промысловых нефтегазопроводов и нефтепродуктопроводов согласно требованиям нормативных документов Российской Федерации, перечисленных в разделе 1.4.

Версия приложения: 24.1.21.5

Версия платформы nanoCAD: 24.1

Аппаратные требования: соответствуют требованиям платформы nanoCAD 24.1

Системные требования:

- ОС Windows 8.1, 10 или 11
- PostgreSQL: 14, 15, 16
- MS Excel: 2010, 2012, 2016 или 2019

Приложение Трубопроводы предоставляет пользователю следующие возможности:

- **Расчет трубопровода** на допустимые кольцевые и продольные напряжения от растягивающих и сжимающих нагрузок с определением расчетных значений толщины стенки  $\delta$  и радиуса упругого изгиба трубопровода  $\rho$  с учетом допустимых температурных перепадов  $\Delta T(+)/\Delta T(-)$ .
- **Создание прототипов проектирования** магистральных и промысловых нефтегазопроводов по заданным в ТЗ диаметру, рабочему давлению и прочностным характеристикам металла трубы в соответствии с требованиями нормативных документов. В прототип включаются: границы коридора прокладки, значения толщины стенки трубы  $\delta$ , радиуса упругого изгиба  $\rho$ , рассчитанные с учетом прочностных и деформационных характеристик для каждой категории трубопровода; параметры и типы отводов горячего и холодного гнутья; параметры прокладки трубопровода на переходах через различные препятствия с учетом запретных зон; параметры полосы строительства и траншеи, способов ее разработки и засыпки для расчетов объема земляных работ
- **Назначение категории** для всего проектируемого трубопровода или для его отдельных участков с определением параметров прокладки (минимальной глубины заложения до верха трубы, проектной и максимальной глубины заложения трубопровода). Эти параметры назначаются путем выбора для проектируемого

трубопровода прототипа проектирования, сформированного согласно нормативным документам на проектирование.

- **Построение проектного профиля** путем создания насыпей, засыпок и срезок крутых склонов продольного профиля, на которых превышен максимально-допустимый продольный и поперечный уклоны рельефа и путем устройства полок на косогорных участках.
- **Автоматическое формирование переходов через железные и автомобильные дороги** с учетом категории дорог, способа прокладки трубопровода (открытым методом (в траншее) или закрытым методом (проколом, продавливанием, микротоннелированием и методом горизонтально-направленного бурения), длины прямых участков трубопровода за защитным футляром и других условий согласно нормативным документам на проектирование.
- **Автоматическое формирование переходов через подземные препятствия:** нефтегазопроводы, нефтепродуктопроводы, трубопроводы различного назначения, а также через подземные кабельные кабели (силовые электрокабели, кабели связи, сигнализации, электрохимзащиты и др.) с учетом способа прокладки трубопровода (открытым методом (в траншее) или закрытым методом (проколом, продавливанием, микротоннелированием и методом горизонтально-направленного бурения), длины прямых участков трубопровода за футляром и других условий согласно нормативным документам на проектирование.
- **Автоматическое формирование переходов через водные препятствия:** реки, ручьи и протоки с учетом способа прокладки (по дну, в подводной траншее или методом горизонтально-направленного бурения), способа балластировки трубопровода и типа утяжелителей, а также с учетом данных по гидрологическим изысканиям – глубине размыва дна, горизонту воды на дату измерения (ГВ), среднему меженному горизонту воды (СМГВ), а также горизонтов высоких вод (ГВВ) 1%, 2%, 5% и 10%-ной обеспеченности, способа балластировки трубопровода и типа утяжелителей.
- **Автоматическое формирование переходов через болота** I, II и III типа по СП 86.13330.2022 «Магистральные трубопроводы с учетом способа прокладки (наземный в насыпи с выстилкой и подземный путем создания траншеи в слое торфа/грунта), способа балластировки трубопровода и типа утяжелителей.

- **Автоматическое или интерактивное размещение на плане трассы** в вершинах поворота магистральных и промысловых трубопроводов вставок из кривых упругого изгиба, холодногнутых/горячегнутых отводов, а также крутоизогнутых штампованных и штампосварных отводов (ОКШ/ОКШС) в пределах коридора прокладки. Параметры кривых упругого изгиба рассчитываются из условий прочности и устойчивости трубопровода. Параметры геометрии гнутых отводов рассчитываются в зависимости от используемых труб и характеристик трубогибочных устройств и приведены в Приложении В.
- **Автоматическое или интерактивное размещение на профиле** в вершинах поворота магистральных и промысловых трубопроводов вставок из кривых упругого изгиба, холодногнутых/горячегнутых отводов, а также крутоизогнутых штампованных или штампосварных отводов (ОКШ/ОКШС) в границах коридора прокладки. Параметры кривых упругого изгиба рассчитываются из условий прочности и устойчивости трубопровода. Параметры геометрии гнутых отводов рассчитываются в зависимости от используемых труб и характеристик трубогибочных устройств и приведены в Приложении В.
- **Интерактивное редактирование** трубопровода на профиле в границах коридора прокладки с созданием или удалением в вершинах трубопровода, кривых упругого изгиба или гнутых отводов, перемещение вершин с автоматическим пересчетом радиуса кривых упругого изгиба и состава вставок из отводов холодного и горячего гнутья.
- **Расчет балластировки трубопровода на обводненных участках** с выбором типа утяжелителей и с учетом интенсивности нагрузки от упругого отпора на выпуклых и вогнутых кривых на профиле.
- **Автоматическое формирование участков с теплогидроизоляцией** при прокладке трубопровода в зоне многолетнемерзлых грунтов с расчетом температуры грунта на глубине заложения трубопровода и размеров верхней и нижней зон оттаивания многолетнемерзлых грунтов сливающегося и несливающегося типов в основании подземных трубопроводов. По результатам расчетов выполняется отрисовка на чертеже продольного профиля толщины теплоизоляции, а также верхней и нижней зон ореола оттаивания для многолетнемерзлых грунтов

- **Автоматическое формирование спецификации** с подсчетом общей длины проектируемого трубопровода или по отдельным участкам с учетом категории трубопровода, количества и типов горизонтальных и вертикальных гнутых отводов, количества и длины защитных кожухов, используемых при переходах через препятствия, а также количества и типов утяжелителей, используемых для баллаستировки трубопровода на обводненных участках.
- **Автоматическая генерация ведомостей по объемам земляных работ**, связанных с планировкой рельефа путем срезов, засыпок, насыпей и созданием полков, а также по объемам земляных работ, связанных с созданием траншеи для прокладки трубопроводов.

Проектирование магистральных и промысловых нефтегазопроводов и нефтепродуктопроводов может выполняться как на общем продольном профиле трассы, построенном в масштабах от 1:5000 до 1:1000, так и на укрупненных продольных профилях, создаваемых на переходах через искусственные и естественные препятствия в масштабах 1:200, 1:500 и 1:1000. При этом на каждом профиле перехода через препятствие и на всех участках общего продольного профиля, не вошедших в профили переходов через препятствия, проектировщиком могут задаваться участки прокладки трубопровода, для каждого из которых определяются следующие параметры:

- категория участка трубопровода;
- минимальная глубина заложения трубопровода до верха трубы;
- проектная глубина заложения оси трубопровода,
- минимальная глубина траншеи по дну;
- максимально-допустимый продольный уклон рельефа в градусах.

Далее проектировщиком с использованием специального набора функций на профилях переходов или на общем профиле создается проектный профиль путем: срезки склоновых участков рельефа, имеющих продольный уклон более 18° градусов, создания насыпей, засыпки низинных мест и углублений, устройства на косогорных участках полков I, II и III типа.

На полученном таким образом проектном профиле автоматически строится трубопровод и коридор его возможных перемещений по значениям минимальной и максимальной глубины заложения. Дальнейшее проектирование оси трубопровода может вестись как на общем профиле трассы, так и на любом из профилей переходов через препятствия.

## 1.2. Установка программы

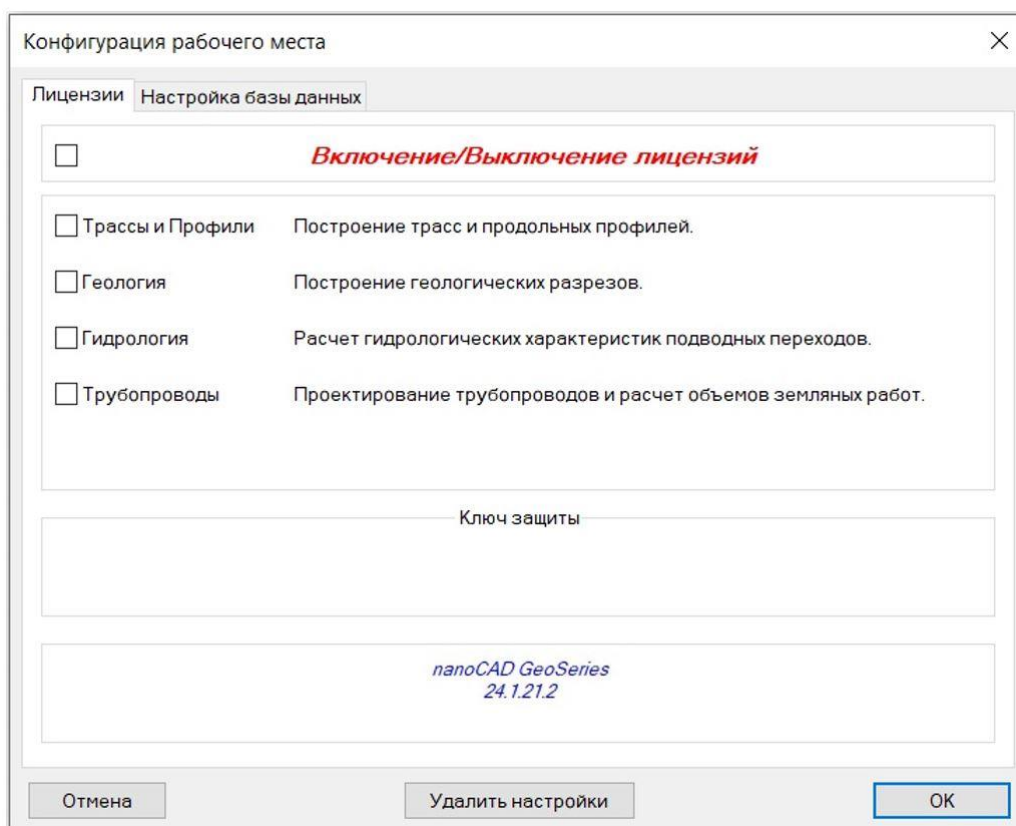
Программа **nanoCAD GeoSeries** может поставляться как локальная так сетевая версия, при этом контроль количества вызываемых приложений осуществляется интегрированной системой лицензирования платформы nanoCAD. В интегрированной системе лицензирования содержится информация о составе и количестве приложений, входящих в сетевую версию.

Установка приложения **Трубопроводы** осуществляется в соответствии с указаниями **«nanoCAD GeoSeries 24.1. Инструкция по установке»**.

Приложение запускается через ярлык, который после установки появляется на рабочем столе и в меню Windows **Пуск** → **Nanosoft**:



При первом запуске nanoCAD GeoSeries 24.1 открывается диалог **Конфигурация рабочего места**:

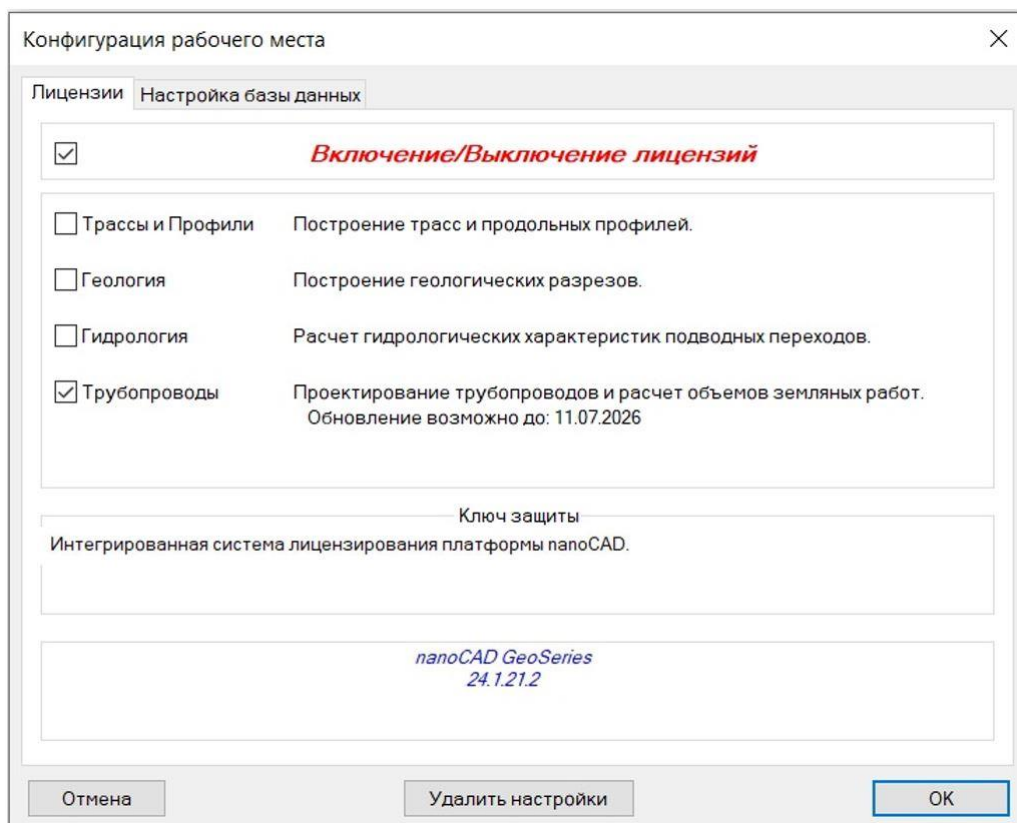


### Примечание

Данный диалог в дальнейшем открывается кнопкой **Общие GS** ленты инструментов.

### Конфигурация рабочего места. Лицензии.

Во вкладке **Лицензии** необходимо установить флажок рядом с названием **Трубопроводы**, лицензия которого будет использоваться на рабочем месте пользователя nanoCAD GeoSeries 24.1.



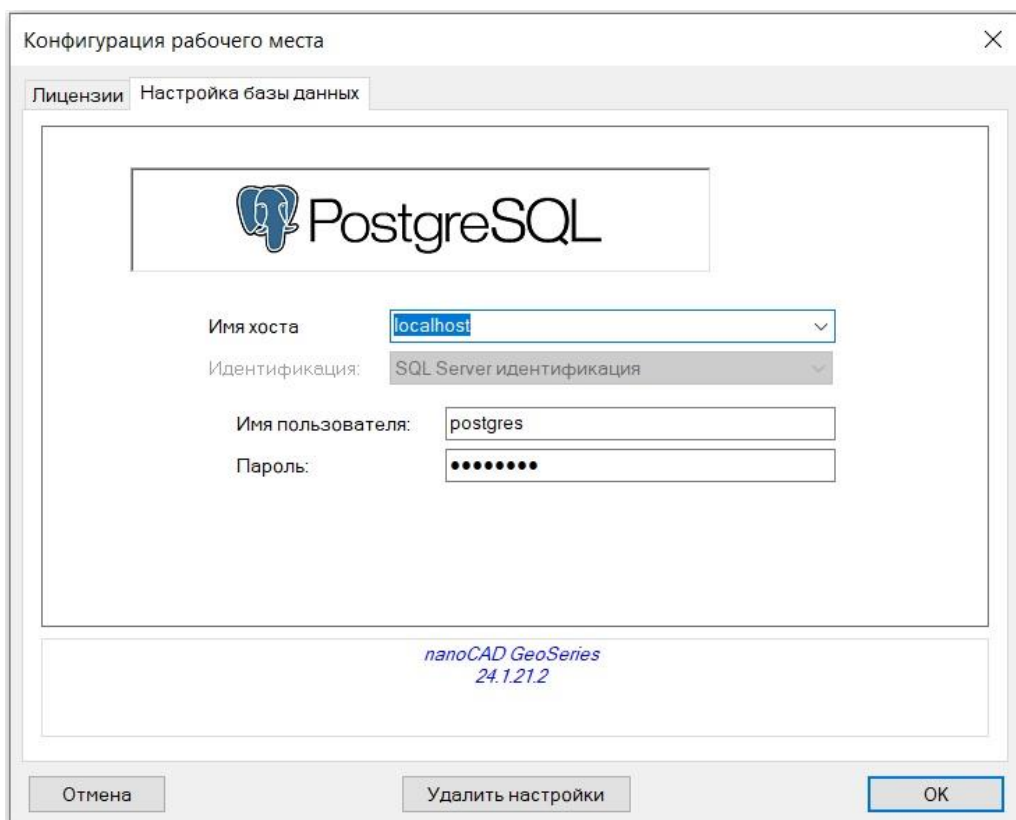
При установке флажка заимствуется выбранная лицензия и открывается доступ к функционалу выбранной лицензии **Трубопроводы**.

В поле **Ключ защиты** выводится информация о доступной лицензии. Для сетевой версии дополнительно может выводиться IP-адрес компьютера, на котором установлена интегрированная система лицензирования платформы nanoCAD.

Далее перейдите на вкладку **Настройка Базы данных**.

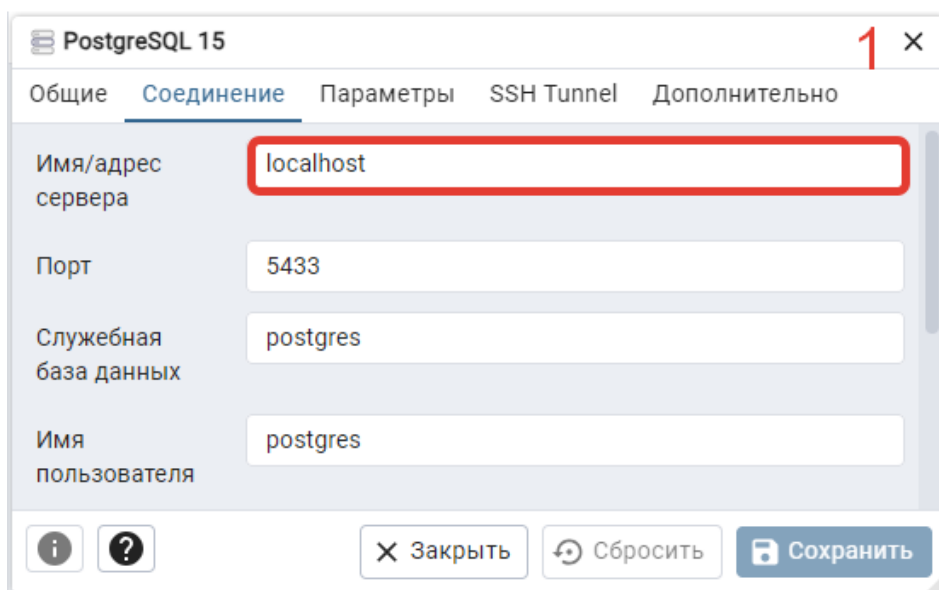
### Конфигурация рабочего места. Настройка БД.

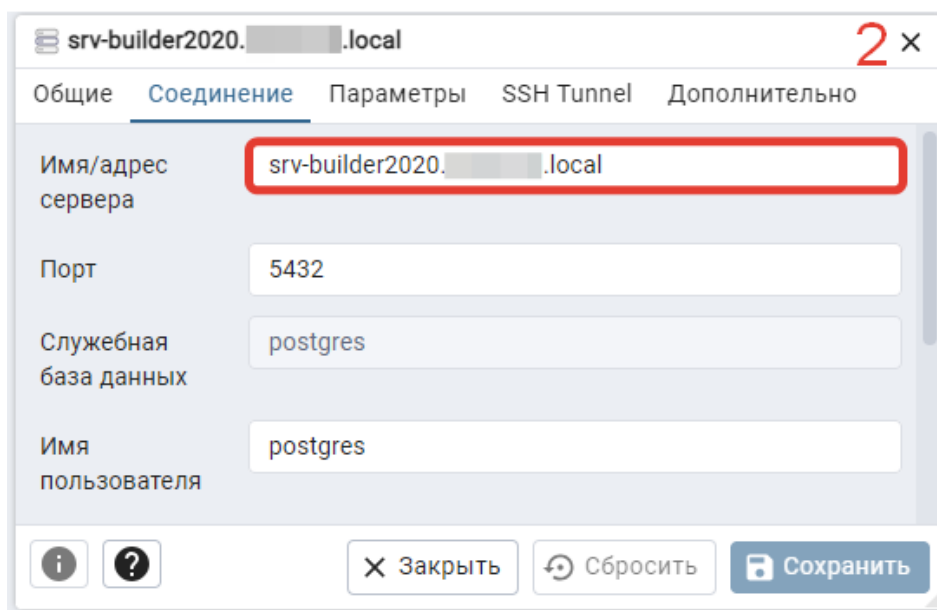
Во вкладке **Настройка базы** данных задаются параметры подключения к серверу PostgreSQL:



### Имя хоста

В данное поле необходимо ввести имя или адрес, которые указаны в свойствах локального (1) или сетевого (2) сервера при подключении к нему через приложение [pgAdmin 4](#) с рабочего места пользователя:





### Примечание

Для организации многопользовательской работы на платформе СУБД PostgreSQL необходимо:

1. Установить и настроить СУБД PostgreSQL на сетевом рабочем месте: открыть используемый TCP-порт; добавить в конфигурационный файл `pg_hba.conf` пул IP-адресов пользователей.
2. Настроить с помощью pgAdmin 4 список ролей пользователей сервера.
3. Выполнить первое подключение приложения nanoCAD GeoSeries 24.1 к серверу под пользователем postgres или пользователем с правами администратора.
4. Проверить доступность сетевого сервера на рабочих местах пользователей.
5. Настроить на рабочих местах пользователей nanoCAD GeoSeries 24.1 подключение к сетевому серверу под ролями, соответствующими задачам пользователей – администратор или пользователь БД nanoCAD GeoSeries

Если вы **работаете впервые** с приложением nanoCAD GeoSeries 24.1, при самом первом подключении приложения к выбранному серверу на нем автоматически создадутся программные и пользовательские БД на основе \*файлов формата pgs для PostgreSQL:

| Имя БД  | Тип БД      | Назначение БД                           |
|---------|-------------|-----------------------------------------|
| GeoProj | Программная | Прототип базы проекта                   |
| VP2008  | Программная | База номенклатуры деталей трубопроводов |

|        |                  |                                                                               |
|--------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| GeoDW+ | Пользовательская | Исходная база геологических скважин                                           |
| Band   | Пользовательская | База форм подпрофильных таблиц, геолого-литологических колонок и спецификаций |

Табл. 1 Программные и пользовательские БД

\* Файлы формата pgs после установки nanoCAD GeoSeries 24.1 находятся в основной папке приложения.

### 1.3. Термины и определения

В настоящем документе применены следующие термины с соответствующими определениями:

**Балластировка:** дополнительные пригрузки, утяжелители, обеспечивающие устойчивость трубопроводов против всплытия

**Балластное покрытие:** балластирующий армированный или неармированный бетон, нанесенный на трубу с наружным антикоррозионным полимерным покрытием

**Бровка траншеи (кювета, выемки):** линия пересечения стенки траншеи (кювета, выемки) с поверхностью земли.

**Биссектриса угла:** расстояние между вершиной угла и кривой

**Вертикальный угол:** угол поворота трубопровода на профиле.

**Верификация:** проверка, способ подтверждения каких-либо положений, расчетных алгоритмов, программ и процедур путем их сопоставления с опытными (эталонными или эмпирическими) данными, алгоритмами и результатами.

**Воздействие:** явление, вызывающее внутренние силы в элементе трубопровода (изменение температуры стенки трубы, деформация основания, усадка и ползучесть материала, сейсмические и др. явления).

**Внутритрубная диагностика** (обследование): комплекс работ, обеспечивающий получение информации о дефектах трубопровода с использованием внутритрубных диагностических устройств (дефектоскопов).

**Внутритрубный дефектоскоп; ВДС:** устройство, перемещаемое внутри нефтепровода потоком перекачиваемого продукта, снабженное средствами контроля и регистрации данных о дефектах стенки трубопровода и сварных швов.

**Газопровод:** трубопровод, предназначенный для транспорта газа.

**Геотехническая категория:** категория сложности объекта строительства, определяемая в зависимости от его уровня ответственности и сложности инженерно-геологических условий площадки.

**Геотехнический мониторинг:** комплекс работ, основанный на натурных наблюдениях за поведением конструкций вновь возводимого или реконструируемого трубопровода, его основания, в том числе грунтового массива, окружающего трубопровод, и конструкций сооружений окружающей застройки. Геотехнический мониторинг осуществляется в период строительства и на начальном этапе эксплуатации вновь возводимых или реконструируемых объектов.

**Геотехнический прогноз:** комплекс работ аналитического и расчетного характера, цель которых - качественная и количественная оценка поведения конструкций проектируемого трубопровода и грунтового основания в процессе строительства и в начальный период эксплуатации.

**Гидрогеологический прогноз:** комплекс работ расчетного характера для качественной и количественной оценки изменений гидрогеологических условий, вызванных строительством.

**Гибкость отвода:** Способность отвода изменять центральный угол при изгибе (величина, обратная изгибной жесткости отвода).

**Горизонтальный угол:** угол поворота трассы трубопровода на плане.

**Горизонтальное направленное бурение (ГНБ):** многоэтапная технология бестраншейной прокладки подземных инженерных коммуникаций при помощи специализированных мобильных буровых установок, позволяющая вести управляемую проходку по криволинейной траектории, расширять скважину, протягивать трубопровод.

**Грунт мерзлый:** грунт, имеющий отрицательную или нулевую температуру, содержащий в своем составе видимые ледяные включения и (или) лед-цемент и характеризующийся криогенными структурными связями.

**Грунт многолетнемерзлый:** грунт, находящийся в мерзлом состоянии постоянно в течение трех и более лет

**Грунт сезонномерзлый:** грунт, находящийся в мерзлом или талом состоянии периодически в течение холодного или теплого периодов года.

**Грунт твердомерзлый:** дисперсный грунт, прочно сцементированный льдом, характеризуемый относительно хрупким разрушением и практически несжимаемый под внешней нагрузкой.

**Грунт пластично-мерзлый:** дисперсный грунт, сцементированный льдом, но обладающий вязкими свойствами и сжимаемостью под внешней нагрузкой.

**Грунт пучинистый:** дисперстный грунт, который при переходе из талого в мерзлое состояние увеличивается в объеме вследствие образования кристаллов льда и имеет относительную деформацию морозного пучения  $\epsilon_{fh} \Rightarrow 0,01$ .

**Давление рабочее:** наибольшее избыточное давление участка трубопровода на всех предусмотренных в проектной документации стационарных режимах перекачки продукта.

**Давление испытательное:** максимальное избыточное давление, которому подвергается участок трубопровода при предпусковых испытаниях на прочность в течение требуемого времени.

**Домер кривой:** разность между суммой тангенсов и длиной кривой.

**Диаметр условный DN:** установленный ряд чисел, каждому из которых соответствует фактический наружный диаметр трубы

**Допускаемое напряжение:** максимальное безопасное напряжение при эксплуатации рассматриваемой конструкции.

**Естественные и искусственные препятствия:** реки, водохранилища, каналы, озера, пруды, ручьи, протоки и болота, овраги, балки, железные и автомобильные дороги, пересекаемые трубопроводом.

**Заглубление трубопровода:** расстояние от верха трубопровода до поверхности земли; при наличии балластирующих устройств – расстояние от поверхности земли до верха балластирующей конструкции.

**Изгиб трубопровода упругий:** изменение направления оси трубопровода (в вертикальной или горизонтальной плоскостях) без использования гнутых отводов.

**Инженерная цифровая модель местности; ИЦММ:** форма представления инженерно-топографического плана в цифровом векторно-топологическом виде для обработки (моделирования) на ЭВМ и автоматизированного решения инженерных задач. ИЦММ состоит из цифровой модели рельефа (ЦМР) и цифровой модели ситуации (ЦМС).

**Инженерно-геотехнические изыскания:** комплекс геотехнических работ и исследований с целью получения исходных расчетных значений для проектирования фундаментов, опор

и др. на участках размещения объектов капитального строительства и индивидуального проектирования, необходимых и достаточных для построения расчетной геомеханической модели взаимодействия зданий и сооружений с основанием.

**Индивидуальный угол:** угол поворота трубопровода на плане или профиле

**Изоляция трубопровода противокоррозионная:** наружное покрытие трубы, предназначенное для защиты от почвенной и атмосферной коррозии.

**Категория участка магистрального/промыслового трубопровода:** характеристика опасности участка трубопровода, классифицируемая в зависимости от показателей опасности транспортируемого продукта, технических характеристик трубопровода и учитывает возможность внешнего повреждения трубопровода и последствия возможных аварий.

**Компенсатор:** участок трубопровода специальной конструкции, предназначенный для восприятия температурных деформаций трубопровода за счет своей податливости.

**Магистральный газопровод; МГ:** комплекс производственных объектов, обеспечивающих транспорт природного или попутного нефтяного газа, в состав которого входят односторонний газопровод, компрессорные станции, установки дополнительной подготовки газа (например, перед морским участком), участки с лупингами, переходы через водные преграды, запорная арматура, камеры приема и запуска очистных устройств, газораспределительные станции, газоизмерительные станции, станции охлаждения газа.

**Магнитно-ультразвуковой дефектоскоп** – устройство снабженное средствами контроля и регистрации данных о дефектах стенки трубопровода и сварных швов (питтинговой коррозии, гофр, расслоений, трещиноподобных дефектов в поперечных сварных швах, риск, продольных трещин, потери металла и др.)

**Металлополимерная защитная оболочка:** спирально замковая металлическая конструкция с полимерным покрытием для гидроизоляции обетонированных труб и труб с тепловой изоляцией.

**Морозное пучение грунтов:** внутри объёмное деформирование промерзающих влажных дисперсных грунтов, приводящее к увеличению их объема вследствие кристаллизации поровой и мигрирующей воды с образованием кристаллов и линз льда.

**Нагрузка:** силовое воздействие, вызывающее изменение напряженно-деформированного состояния трубопровода.

**Овальность:** нарушение формы поперечного сечения трубы, характеризующееся ее отклонением от идеально кольцевой (численно овальность сечения определяется в зависимости от значений наибольшего и наименьшего наружных диаметров в рассматриваемом сечении трубы).

**Обетонированная труба:** трубы стальные электросварные прямошовные с наружным антикоррозионным покрытием с дополнительно нанесенным балластным покрытием из армированного/неармированного бетона

**Унифицированный угол:** индивидуальный угол поворота трубопровода на профиле, который позволит получить унифицированный угол для гнутого отвода.

**Пилотная скважина:** направляющая скважина, бурение которой осуществляется в первую очередь.

**Полимерно-контейнерное балластирующее устройство (ПКБУ):** устройство для закрепления трубопровода на проектных отметках, представляющее собой контейнер из полимерного материала, в который засыпают грунт при монтаже.

**Подводный переход:** закрытый подземный переход, пересекающий водную преграду и ограниченный запорной арматурой или, при ее отсутствии, горизонтом высоких вод с вероятностью превышения не более 10%.

**Полка:** строительная полоса на косогорах, устраиваемая путем срезки или подсыпки грунта.

**Предел прочности материала труб (временное сопротивление):** Нормативное минимальное значение напряжения, при котором происходит разрушение материала труб при растяжении.

**Предел текучести материала труб:** нормативное минимальное значение напряжения, при котором начинается интенсивный рост пластических деформаций (при незначительном увеличении нагрузки) при растяжении материала труб.

**Предельное состояние:** состояние трубопровода, за пределами которого он перестает удовлетворять заданным эксплуатационным требованиям.

**Противокоррозионное покрытие:** изоляционное покрытие – органическое (полимерное) покрытие, защищающее металлические поверхности трубопровода от различных видов коррозии.

**Покрытие защитное (футеровка):** материал и/или конструкция, изолирующая наружную поверхность трубопровода от внешних воздействий.

**Просадочный грунт:** грунт, который под действием внешней нагрузки и (или) собственного веса при замачивании водой претерпевает вертикальную деформацию (просадку) и имеет относительную деформацию просадочности  $\epsilon_{sl} \geq 0,01$ .

**Пучинистый грунт:** дисперсный грунт, который при переходе из талого состояния в мерзлое увеличивается в объеме вследствие образования льда.

**Рабочее давление:** наибольшее внутреннее давление, при котором обеспечивается заданный режим эксплуатации трубопровода (нормальное протекание рабочего процесса).

**Расчетная схема:** упрощенное изображение конструкции трубопровода, принимаемое для выполнения расчетов на прочность и устойчивость.

**Расчетное давление:** максимальное избыточное внутреннее давление, на которое рассчитан трубопровод или его часть на прочность.

**Расчетный коэффициент:** число (меньше единицы), равное отношению допускаемого напряжения в трубопроводе к пределу текучести или к пределу прочности материала труб.

**Радиус кривой упругого изгиба:** максимальное значение радиуса, рассчитанного из условия упругости (с учетом работы металла в упругой зоне) по формулам (1)-(3), и радиуса, рассчитанного из условия деформации по формулам (4)-(7).

**Радиус гибки холодного отвода:** радиус гибки по ГОСТ 24950-2019

**Радиус гибки горячего отвода:** радиус гибки от 1.5DN до 10DN по специальным ТУ, приведенным в Приложении А.

**Рубленный пикет:** пикет, длина которого не равна 100 м.

**Соединительные детали трубопроводов:** элементы трубопровода, предназначенные для изменения направления его оси, ответвления от него, изменения его диаметра и др. (гнутые отводы, тройники, переходники и др.).

**Совмещенный угол:** вертикальный угол, вершина которого совпадает с вершиной горизонтального угла.

**Солифлюкция:** смещение (течение, оползание, соскальзывание) оттаивающего переувлажненного тонкодисперсного грунта на склонах в теплое время суток года, обусловленное сезонным промерзанием и оттаиванием

**Скоростные характеристики грунта:** скорость распространения сейсмических (продольных  $C_p$  и поперечных  $C_s$ ) волн в грунтах основания, измеряемые в м/с.

**Тангенс кривой:** расстояние от вершины угла до точки начала или конца кривой.

**Трасса трубопровода:** положение оси трубопровода, определяемое на местности ее проекцией на горизонтальную и вертикальную плоскости.

**Термореактивное покрытие:** покрытие на основе синтетических материалов, которое в результате отверждения переходит в неплавкие и нерастворимые структуры.

**Технический коридор:** система параллельно прокладываемых по одной трассе магистральных газопроводов.

**Термокарст:** образование просадочных и провальных форм рельефа и подземных пустот вследствие вытаивания подземного льда или оттаивания мерзлого грунта.

**Толщина стенки номинальная:** толщина стенки трубы или соединительной детали, указанная в стандартах или технических условиях.

**Точка входа/выхода ГНБ:** планово-высотное положение начала/завершения бурения пилотной скважины.

**Угол входа/выхода скважины:** Угол между осью пилотной скважины в точке входа/выхода и линией горизонта.

**Устойчивость трубопровода:** свойство конструкции трубопровода поддерживать первоначальную форму оси или форму его поперечного сечения.

**Футеровка:** защитное покрытие от механических повреждений изоляции трубопровода на участках протаскивания и в подводной траншее.

#### **1.4. Нормативные документы**

В настоящем руководстве использованы нормативные ссылки на следующие стандарты РФ:

[1] ГОСТ 35070-2024 Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов.

Линейная часть. Проектирование

[2] ГОСТ Р 55989-2014 Магистральные газопроводы. Нормы проектирования на давление свыше 10 МПа.

[3] ГОСТ Р 55990-2014 Месторождения нефтяные и газонефтяные. Промысловые трубопроводы. Нормы проектирования

[4] СП 36.13330.2012 Магистральные трубопроводы»

[5] СП 284.1325800.2016 Трубопроводы промысловые для нефти и газа. Правила проектирования и производства работ

[6] СП 42-102-2004 Проектирование и строительство газопроводов из металлических труб;

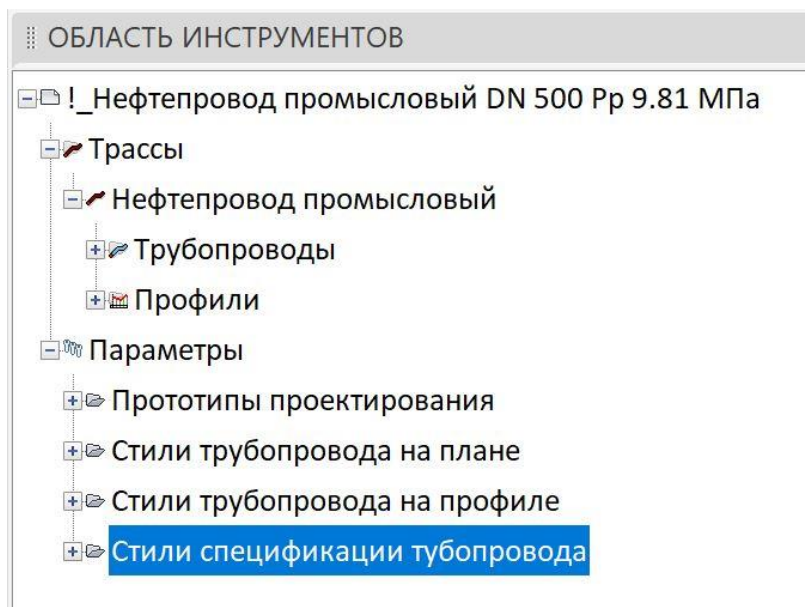
- [7] СП 125.13330.2012 Нефтепродуктопроводы, прокладываемые на территории городов и других населенных пунктов
- [8] СП 86.13330.2022 «Магистральные трубопроводы»
- [9] СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений
- [10] СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства.
- [11] ГЭСН 81-02-01-2020 Земляные работы
- [12] СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия
- [13] СП 341.1325800.2017 Подземные инженерные коммуникации. Прокладка горизонтальным направленным бурением.
- [14] РД-23.040.00-КТН-110-07 Магистральные нефтепроводы. Нормы проектирования
- [15] СП 61.13330.2012 «СНиП 41-03-2003 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»
- [16] СТО Газпром 2-2.2-577-2011 Средства балластировки и закрепления газопроводов в проектном положении. Технические требования
- [17] СП 42.1325800.2018 Трубопроводы магистральные и промысловые для нефти и газа. Строительство подводных переходов и контроль выполнения работ.
- [18] СП 109-34-96 Сооружение переходов под шоссейными и железными дорогами
- [19] СП 110-34-96 Сооружение участков газопроводов в особо сложных геологических и других условиях
- [20] ВСН 156-83. Инструкция по проектированию унифицированных углов поворота и разбивке кривых из гнутых отводов
- [21] СП 14.13330.2011 «СНиП II-7-81\*» Строительство в сейсмических районах»
- [22] СП 25.13330.2012 «СНиП 2.02.04-88» Основания и фундаменты вечномерзлых грунтах»
- [23] СП 119.13330.2012 «СНиП 32-01-95 Железные дороги колеи 1520мм»
- [24] ГОСТ Р 21.1101-2009 СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации
- [25] ГОСТ Р 51164-98 Трубопроводы стальные магистральные. Общие сведения к защите от коррозии.
- [26] ГОСТ Р 52568-2006 Трубы стальные с защитными наружными покрытиями для магистральных газонефтепроводов. Технические условия.
- [27] Справочник по проектированию магистральных трубопроводов под.ред. А.К Дерцакяна, СПб, Недра, 1977г

- [28] Расчеты магистральных трубопроводов на прочность и устойчивость А.Б.Айнбиндер, А.Г.Камерштейн, Москва, Недра, 1982г
- [29] Расчеты магистральных трубопроводов на прочность и устойчивость А.Б.Айнбиндер Москва, Недра, 1991г
- [30] Типовые расчеты при сооружении и ремонте газонефтепроводов Быков Л.И., Мустафин Ф.М., Рафиков С.К. и др., СПб, Недра, 2006г
- [31] Строительство подводных переходов способом горизонтально-направленного бурения. Спектор Ю.И., Мустафин Ф.М., Лаврентьев А.Е. Уфа, 2001г
- [32] Расчет на прочность и выбор рациональных конструктивных решений прокладки подземных нефтепроводов на пересеченном рельефе местности. А.Г.Гумеров, Р.С.Гаспарянц, Трубопроводный транспорт, 2007, № 4(10) - С26-27.
- [33] СТО Газпром 2-2.2-334-2013 Строительство и ремонт магистральных газопроводов на подводных переходах, в обводненной и заболоченной местности с применением обетонированных труб
- [34] СТО Газпром 2-2.1-459-2010 Нормы проектирования переходов трубопроводов через водные преграды, в том числе в условиях Крайнего Севера М, 2010г
- [35] Ведомственные нормы ОАО «Газпром» Строительство подводных переходов газопроводов способом направленного бурения – М, ИРЦ Газпром, 1998г
- [36] СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах.
- [37] Земенков Ю.Д., Моисеев Б.В. и др. Математическая модель температурного режима трубопроводов в вечномёрзлых грунтах. «Известия вузов. Нефть и газ» - Тюмень, 2012, №4 – С.96-99
- [38] Моисеев Б.В., Земенков Ю.Д. и др. Методы теплового расчета трубопроводов различного назначения. Тюмень, ТИУ, 2016
- [39] Велли Ю.Я., Докучаева В.В., Федорова Н.Ф. Справочник по строительству на вечномёрзлых грунтах. Ленинград, Стройиздат, 1977г
- [40] Проектирование оснований фундаментов на пучинистых грунтах. Методическое пособие, Москва, 2019
- [41] ГОСТ 30732-2006 Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой
- [42] ГОСТ Р 57385-2017 Строительство магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов

- [43] ГОСТ 24950-2019 Отводы гнутые и вставки кривые на поворотах линейной части стальных трубопроводов. Технические условия.
- [44] Р 50.2.076-2010 ГСИ Плотность нефти и нефтепродуктов. Методы расчета.
- [45] СП 131.13330.2012 Строительная климатология
- [46] СТО Газпром 2-3.5-695-2013 Линейная часть магистральных газопроводов. Общие технические требования к проектной документации для капитального ремонта.
- [47] СТО Газпром 1-3.7-050-2006 Подводные трубопроводные системы (Морской стандарт DNV-OS-F101)
- [48] СТО Газпром 1-3.5-051-2006 Нормы технологического проектирования магистральных газопроводов.
- [49] ГОСТ Р 57992-2017 Устройства балластирующие чугунные
- [50] ГОСТ Р 57993-2017 Устройства балластирующие железобетонные
- [51] ГОСТ Р 58257-2018 Устройства балластирующие тканевые

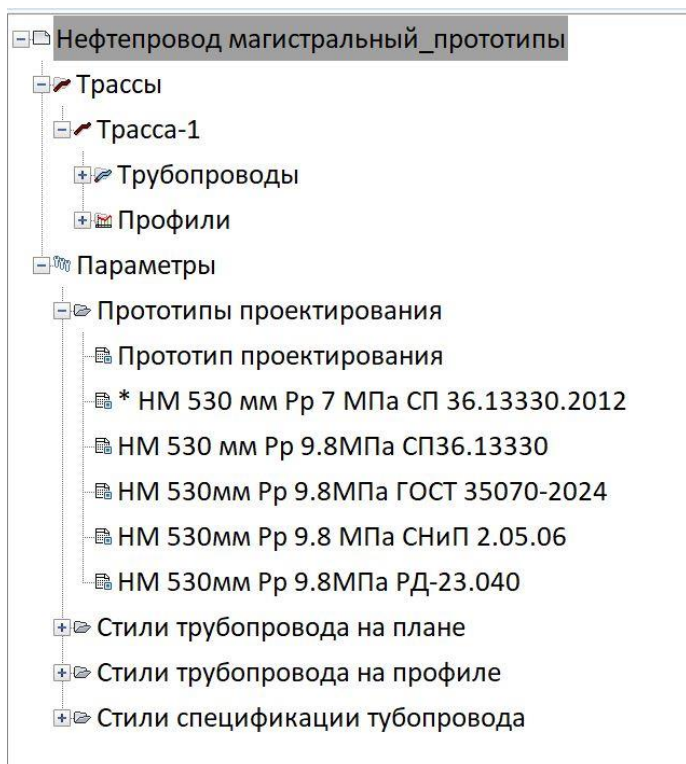
## Глава 2. Параметры

В структуре в разделе **Параметры** определяются **Прототипы проектирования**, **Стили трубопровода на плане**, **Стили трубопровода на профиле** и **Стили спецификации трубопровода**.



### 2.1. Прототипы проектирования

В этом разделе определяются основные конструктивные параметры проектируемого трубопровода в соответствии с нормативными документами на проектирование:



- магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов с номинальным диаметром до *DN 1200* включительно и давлением до *14 МПа* по ГОСТ 35070-2024,
- магистральных газопроводов с номинальным диаметром до *DN 1400* включительно и давлением свыше *10 МПа* по ГОСТ Р 55989-2014,
- промысловых нефтегазопроводов с номинальным диаметром до *DN 1400* включительно и давлением до *32 МПа* по ГОСТ Р 55990-2014,
- магистральных нефтегазопроводов с номинальным диаметром до *DN 1400* включительно и давлением до *10 МПа* по СП 36.13330.2012,
- магистральных нефтепроводов с номинальным диаметром с *DN 200* до *DN1200* включительно и давлением до *10 МПа* по РД 23-040.00-КТН-110-07,
- промысловых нефтегазопроводов с номинальным диаметром до *DN 1400* включительно и давлением до *32 МПа* по СП 284.1325800.2016,
- нефтепродуктопроводов с номинальным диаметром до *DN 500* включительно и давлением до *2,5 МПа* по СП 125.13330.2012,
- газопроводов сетей газоснабжения по СП 42-102-2004 и СП 62.13330.2011

#### **2.1.1. Создание прототипа проектирования трубопровода**

Для создания прототипа проектирования трубопровода в структуре в разделе **«Параметры»** выберите пункт **«Прототипы проектирования»**, нажмите правую кнопку мыши и в контекстном меню выберите пункт **«Создать»**. Предлагается диалог **Параметры проектирования металлических трубопроводов**.

Параметры проектирования металлических трубопроводов

Имя:

Тип трубопровода:  Диаметр трубопровода:

Нормативный документ:  Рабочее давление:

Трубопровод **Условия прокладки** Расчет категорий для трубопровода Отводы Полоса/траншея Прямоугольник

Толщина заводской изоляции, мм:  ТУ:

Данные для расчета нормативных нагрузок

Максимальная температура транспортируемого продукта, °C:  Температурный перепад положительный (ΔT1), °C:

Минимальная температура воздуха для сварочных работ, °C:

Минимальная температура транспортируемого продукта, °C:  Температурный перепад отрицательный (ΔT2), °C:

Максимальная температура воздуха для сварочных работ, °C:

Проверка прочности по продольным и эквивалентным напряжениям для стадии:

Плотность продукта при t=15°C, кг/м³:  Зона строительства:

Плотность воды с учетом растворенных солей, кг/м³:

Зоны по СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия.

Зона по скоростному напору ветра:  Нормативный скоростной напор ветра, н/м²:

Зона по снеговой нагрузке:  Нормативная снеговая нагрузка, н/м:

Зона по обледенению трубопровода:  Нормативная толщина слоя льда, мм:

Данные для расчета промышленных трубопроводов

Срок службы по проекту, лет:  Добавка к толщине стенки на коррозию, мм:

Содержание сероводорода:

Нормативные параметры по СП

В этот диалог задаются все параметры и характеристики проектируемого трубопровода, а именно: данные для расчета нормативных нагрузок и зоны воздействия по скоростному напору, по снеговой нагрузке и обледенению трубопровода (закладка **Трубопровод**), условия и границы прокладки, наличие сейсмических воздействий на трубопровод (закладка **Условия прокладки**), геометрические параметры холодно и горячегнутых отводов (закладка **Отводы**), а также задаются размеры полосы строительства и параметры траншеи (закладка **Полоса/траншея**).

В закладке **Расчет категорий для трубопровода** по заданным прочностным характеристикам металла трубопровода и коэффициентам надежности для каждой

категории участка трубопровода выполняется расчет на прочность и недопустимость пластических деформаций.

В верхней части диалога **Трубопровод** в поле **Имя** задается наименование создаваемого прототипа для проектирования трубопровода, например, «Нефтепровод магистральный 530мм, Рр 9.81 МПа».

В поле «**Нормативный документ**» из падающего меню выбирается стандарт для расчета и проектирования трубопровода, например, «ГОСТ 35070-2024».

В поле «**Диаметр трубопровода**» из падающего меню выбирается диаметр проектируемого трубопровода и единицы измерения – **мм** или **дюйм**.

В поле «**Рабочее давление (Р<sub>раб</sub>)**» задается рабочее давление в трубопроводе и единицы измерения: **МПа** или **кг/см<sup>2</sup>**

В закладке «**Трубопровод**» задаются:

- толщина наружного антикоррозионного изоляционного покрытия, наносимого на трубопровод по данным заводов-изготовителей в мм и ТУ на ее изготовление.

Данные для расчета нормативных нагрузок, а именно

- максимальная и минимальная температура транспортируемого продукта
- максимальная и минимальная температура воздуха, при которой фиксируется расчетная схема трубопровода (свариваются захлесты, привариваются компенсаторы и др.);
- температурный перепад положительный принимается равным разнице между максимальной температурой транспортируемого продукта в процессе эксплуатации и минимальной температурой воздуха, при которой фиксируется расчетная схема трубопровода;
- температурный перепад отрицательный принимается равным разнице между минимальной температурой транспортируемого продукта в процессе эксплуатации и максимальной температурой воздуха, при которой фиксируется расчетная схема трубопровода;
- строительно-климатическая зона (умеренная или северная) в **град С**;
- расчетная плотность транспортируемой нефти или газа в **кг/м<sup>3</sup>**;
- расчетная плотность воды, используемая при расчете балластировки трубопровода на обводненных участках, **кг/м<sup>3</sup>**

Зоны по нагрузкам и воздействиям согласно СП 20.13330.2016, а именно:

- зона по скоростному напору ветра (Ia, I, II, III, IV, V, VI, VII) и соответствующий зоне нормативный скоростной напор ветра в **н/м2**;
- зона по снеговой нагрузке (I, II, III, IV, V, VI, VII) и соответствующая зоне нормативная снеговая нагрузка в **н/п.м**;
- зона по обледенению трубопровода (I, II, III, IV, V) и соответствующая зоне нормативная толщина нарастающего льда в **мм**

Данные для расчета промысловых трубопроводов и трубопроводов для транспортировки пластовых вод

- срок службы трубопровода по проекту, лет
- содержание сероводорода (*отсутствует, низкое, среднее*)
- минимальная добавка к толщине стенки на коррозию, в мм

### **2.1.2. Условия прокладки трубопровода**

В закладке «**Условия прокладки**» вводом или посредством выбора из падающих списков задаются параметры и условия прокладки трубопровода:

Параметры проектирования металлических трубопроводов

Имя:

Тип трубопровода:  Диаметр трубопровода:

Нормативный документ:  Рабочее давление:

Трубопровод    Условия прокладки    Расчет категорий для трубопровода    Отводы    Полоса/траншея    Прямоугольник

Способ прокладки:  Футляр

Режим прокладки:

Границы прокладки на профиле

Минимальная глубина до верха трубы, м:  Диаметр футляра, мм:

Минимальная глубина траншеи, м:  Толщина стенки футляра, мм:

Максимальная глубина до низа трубы, м:  Высота спейсера, мм:

Материал футляра:

ТУ:

Прямая вставка

за футляром, м:  за отводом, м:  ☐ Упругий изгиб по условию плотного примыкания трубопровода ко дну траншеи

Переходы через дороги/коммуникации

Способ прокладки:  Способ разработки:

Расстояние от препятствия до левого края футляра, м:  до правого края футляра, м:

Сейсмические воздействия

Сила землетрясения, баллы:  Повторяемость землетрясений, лет:

Сейсмическое ускорение (ас), м/с²:  Коэф. повторяемости землетрясений (Кп):

Период сейсмических колебаний (То), сек:  Степень ответственности трубопровода (Ко):

Тип грунтов:

Скорость распространения продольной сейсмической волны (Ср), м/с:

Коэф. защемления трубопровода в грунте (то):

Нормативные параметры по СП           

Способ прокладки трубопровода: ***подземный/наземный в обваловке/ наземный на опорах;***

Режим прокладки трубопровода: ***интерактивный/автоматический.***

При выборе интерактивного режима проектирование трубопровода на профиле выполняется курсором в режиме «резиновой нити». При выборе автоматического режима проектирования трубопровода на профиле в каждой рельефной точке создаются вершины трубопровода, которые обрабатываются по следующему алгоритму: сначала в вершинах трубопровода размещаются, кривые упругого изгиба. Если этого не удастся сделать, тогда в оставшихся вершинах автоматически размещаются отводы холодного гнутья (по ГОСТ 24950-2019) или горячего гнутья по ТУ, заданным в прототипе проектирования трубопровода (см. п.7.1.8)

При проектировании трубопроводов должны выполняться требования раздела 9 «Подземная прокладка трубопроводов» и подразделов 9.2 «Прокладка трубопроводов в горных условиях», 9.4. «Прокладка трубопроводов в сейсмических условиях» [1].

Нормативную интенсивность сейсмического воздействия в баллах для района строительства трубопровода следует принимать на основе комплекта карт ОСР-2015 РФ и согласно таблице 4.1 Расчетная сейсмичность площадки строительства СП 14.13330.2018.

#### **Прокладка на оползневых участках.**

Прокладка трубопроводов на оползневых участках должна предусматриваться:

- подземной при малой толщине сползающего слоя грунта (1.5-2.0 м) с заглублением трубопровода на 0.5м (считая от верха трубы или баллаستировки) ниже плоскости скольжения;
- надземная на опорах, заглубленных ниже плоскости скольжения на глубину, исключающую возможность смещения опор.

Оползневые участки большой протяженности и мощности должны обходиться выше оползневого склона.

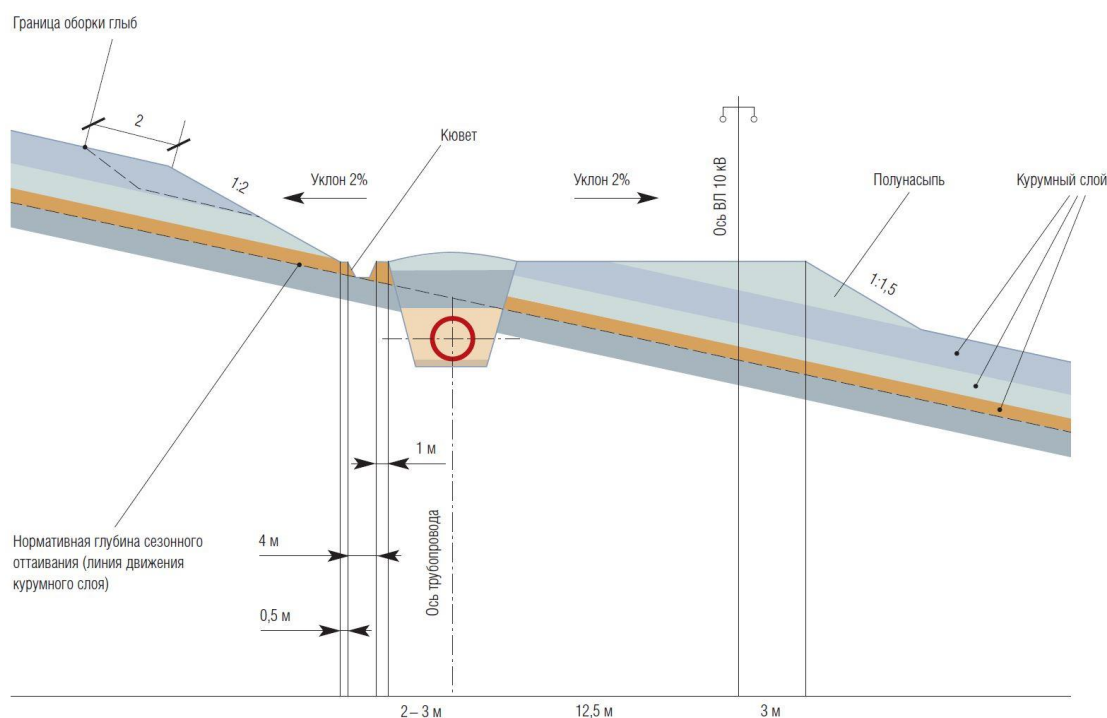
#### **Прокладка на селевых участках.**

Пересечение селевых участков трубопроводом при *подземной прокладке* должно осуществляться в транзитной области перемещения наносов. При подземной прокладке участков трубопровода, прилегающих к селевому потоку, пересечение селя должно быть подземным. Прокладка трубопровода должна предусматриваться на 0,5м (считая от верха трубы или балластировки) ниже возможного уровня размыва русла потока при 5% обеспеченности. При *надземной прокладке* участков трубопровода, прилегающих к селевому потоку, пересечение селя должно быть надземным, при этом низ трубопровода должен располагаться на 0,5м выше максимально возможного уровня волны селевого потока. Опоры под трубопровод должны устанавливаться по берегам селевого потока. В случае превышения шириной потока максимально допустимого пролета трубопровод в этом пролете должен усиливаться (например, прокладка трубопровода в футляре с использованием его несущей способности).

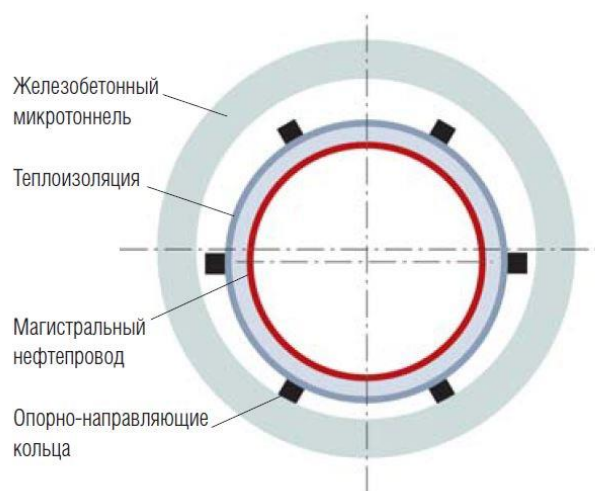
#### **Прокладка на участках курума.**

Каменистые курумы обычно залегают в виде плаща («каменного моря») или движущихся вниз по склону полос («каменные реки»). Мощность (толщина слоя) курумов может составлять 1,5-3 м, а под глыбами и валунами залегают скальные и полускальные, щебенистые, дресвяные и галечниковые грунты. В курумах с глыбовидными грунтами имеются гольцовые льды, которые в результате сезонного таяния приводят к

значительным смещениям курумного слоя. Скорость смещения курумов зависит от крутизны склона и в большинстве случаев не превышает 1-2 см в год на уклонах свыше  $4^\circ$ . На уклонах до  $4^\circ$  курумы находятся в неподвижном состоянии. На участках трассы с курумами во избежание поперечного перемещения трубопровода он прокладывается подземно ниже курумного слоя и на 0,5 м ниже нормативной глубины сезонного оттаивания. На косогорных участках с поперечными уклонами  $8^\circ$ – $30^\circ$  трубопровод прокладывается на полках. Полки выполняются в виде полувыемки-полунасыпи.



На косогорных участках с поперечными уклонами  $30^\circ$ – $45^\circ$  в условиях наличия неустойчивых грунтов (трещиноватые скальные грунты) и высокой сейсмичности района строительства трубопровод прокладывается в тоннелях.



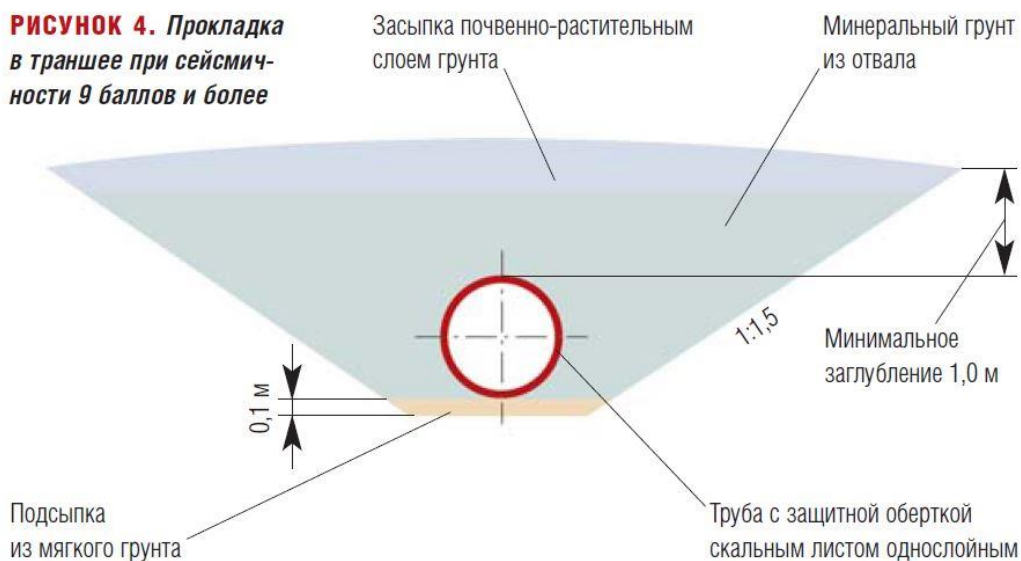
На просадочных грунтах также принята подземная прокладка без теплоизоляции трубопровода. При этом, в зависимости от структуры грунтов и мощности просадочного слоя, реализуются следующие технические решения:

- заглубление трубопровода до непросадочных пород (при малой мощности просадочного слоя грунта);
- замена просадочного грунта на непросадочный (при малой протяженности участка);
- увеличение прочностных показателей трубопровода и гибкости (увеличение толщины стенки, радиуса упругого изгиба, угла поворота);
- применение подземных опор с термостабилизаторами (СОУ-сезонно охлаждающие установки)

#### **Прокладка в сейсмических районах**

При прокладке трубопровода через зоны активных тектонических разломов должен сохраняться способ прокладки трубопровода, принятый на прилегающих к разлому участках трубопровода.

**РИСУНОК 4. Прокладка в траншее при сейсмичности 9 баллов и более**



При подземной прокладке в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов при пересечении трубопроводом участков трассы с грунтами, резко отличающимися по сейсмическим характеристикам (скорости распространения продольной сейсмической волны отличаются более чем в 5 раз) необходимо выполнение следующих требований:

- траншея должна иметь пологие откосы (уклон не более 1:1.5);
- заглубление трубопровода на этих участках должно приниматься минимально допустимым при обеспечении продольной устойчивости [1];

- подсыпка и присыпка трубопровода в местах активных тектонических разломов и прилегающих участках должна быть не менее 20см и осуществляться крупнозернистым песком или мелким гравием;
- в случае обводнения в зонах активных тектонических разломов должна применяться балластировка «мягкими» пригрузами типа КТ и ПКБУ.

Перечисленные решения должны осуществляться в зоне активного тектонического разлома на расстояниях 50-70м по обе стороны от границ тектонического разлома. При надземном пересечении зоны тектонического разлома подземный трубопровод у границ зоны разлома должен быть выведен на поверхность земли путем установки двух наклонных Z-образных компенсаторов, а надземный участок должен прокладываться на подвижных опорах.

### **Прокладка в районах распространения многолетнемерзлых грунтов**

При подземной прокладке на многолетнемерзлых грунтах необходимо избегать участков с подземными льдами и буграми пучения, проявлениями термокарста, косогоров с льдонасыщенными, глинистыми и переувлажненными пылеватými грунтами. При прокладке трубопровода на многолетнемерзлых грунтах на участках с льдистостью менее 0,1 допускается их оттаивание в процессе строительства или эксплуатации, а на участках с таликами грунты должны использоваться в талом состоянии.

Подземная прокладка трубопроводов на многолетнемерзлых грунтах должна предусматриваться в скальных грунтах и непросадочных и малопросадочных (с относительной осадкой при оттаивании не более 0,1 в грунтах, не теряющих при оттаивании своей несущей способности).

Подземная прокладка трубопроводов должна применяться в следующих случаях:

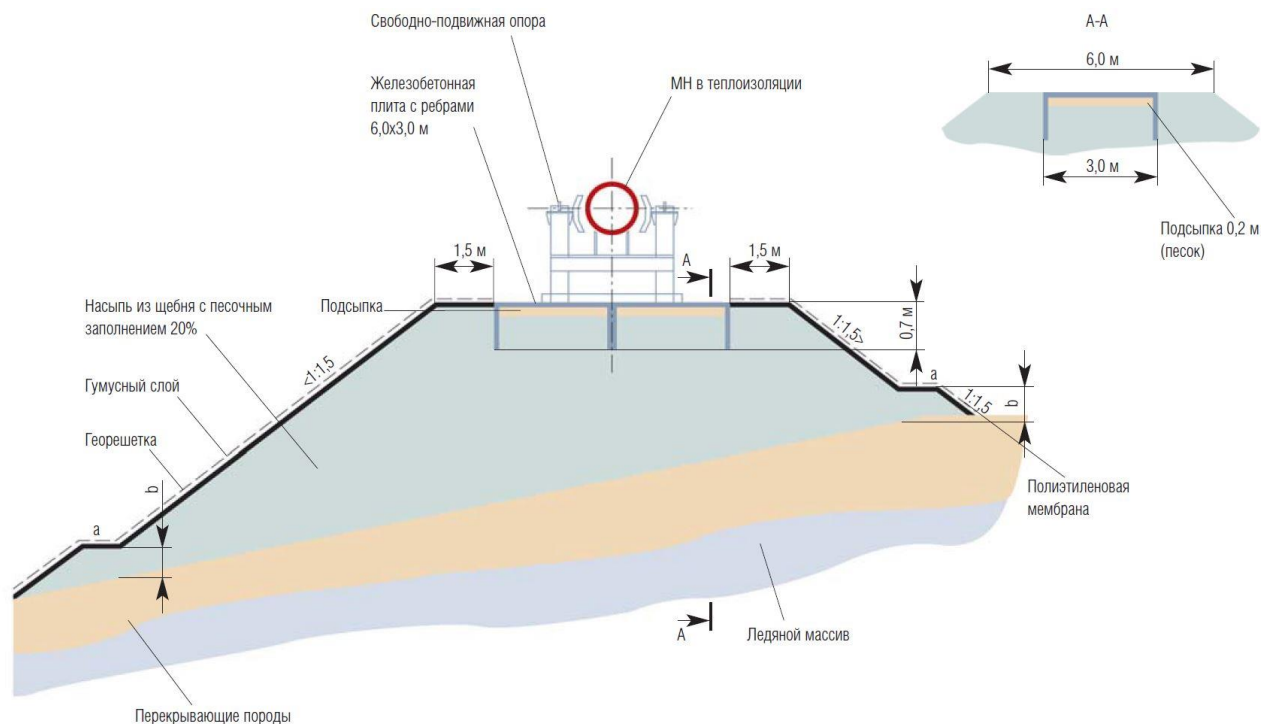
- в сыпучемерзлых грунтах, а также на скальных основаниях;
- на многолетнемерзлых грунтах, подстилаемых с глубины 3-4 м коренными породами;
- при глубоком расположении верхней границы многолетнемерзлых грунтов, когда верхняя граница грунтов ниже глубины заложения трубопровода;
- при условиях, когда оттаивание грунта в пределах ореола растепления вызывает допустимые осадки и напряжения в трубопроводе;
- на искусственно-подготовленных основаниях;
- на переходах через реки, железные и автомобильные дороги при невозможности надземной прокладки; при этом следует предусматривать мероприятия для предохранения полотна дороги от просадок и пучения.

Подземная прокладка трубопровода при очаговом распространении многолетнемерзлых грунтов должна определяться в зависимости от ореола оттаивания, величины возникающей вследствие этого просадки и дополнительных напряжений в трубопроводе. Для стабилизации проектного положения трубопровода должна применяться надземная прокладка на свайных опорах.

При укладке трубопровода на многолетнемерзлых грунтах с поперечным уклоном более  $8^{\circ}$  срезка грунтов допускается только на непросадочных или малопросадочных участках (относительная осадка при оттаивании не более 0,1) при отсутствии мерзлотных процессов. На участках с многолетнемерзлыми грунтами, где возможно развитие мерзлотных процессов, необходимо предусматривать устройство полок только путем подсыпки грунта с проведением мероприятий по повышению устойчивости полок.

При подземной прокладке трубопровода в талых и многолетнемерзлых дресвяно-щебенистых грунтах с суглинистым заполнителем следует предусматривать подсыпку на дно траншеи 0.2 м мягкого грунта (песка с размерами фракций до 2 мм, удельный объем которых превышает 50%) с обертыванием трубопровода скальным листом, а также присыпку трубопровода песком толщиной не менее 0.8 м.

При прокладке трубопроводов на участках с погребенными льдами, залегающими на косогорных склонах в виде массивных пластов при положительной температуре трубопровода происходит оттаивание льдов, что ведет к образованию пустот, провалов и как следствие к просадке трубопровода. На участках с погребенными льдами рекомендована надземная прокладка трубопровода, которая позволяет избежать оттаивания подземных льдов и обеспечить пропуск поверхностных вод на косогор.



### **Прокладка при пересечении участков с разными грунтами**

При подземной прокладке трубопровода на участках «твердый грунт-болото» и «многолетнемерзлый-талый грунт» должны быть выполнены расчеты напряженно-деформированного состояния трубопровода для учета напряжений изгиба от воздействия различных осадок трубопровода на границах участков «твердый грунт-болото» и «многолетнемерзлый грунт-талый грунт».

При переходе от подземной прокладки к надземной в местах выхода трубопровода из грунта для уменьшения величины продольных перемещений следует предусматривать установку подземного компенсатора-упора для восприятия продольных перемещений трубопровода на участке, примыкающем к надземной прокладке.

**Границы прокладки на профиле**, а именно:

- минимальная глубина заложения до верха трубы, в **м**.

Глубину заложения до верха трубопровода следует принимать, не менее:

- при DN менее 1000 мм – **0,8м**
- при DN 1000-1400 мм – **1,0м**
- на болотах и торфяных грунтах, подлежащих осушению – **1,1м**
- в песчаных барханах, считая от нижних отметок межбарханных оснований – **1,0м**
- в скальных грунтах, болотистой местности при отсутствии проезда автотранспорта и сельскохозяйственных машин – **0,6м**
- на пахотных и орошаемых землях – **1,0м**
- при пересечении оросительных и осушительных (мелиоративных) каналов – **1,1м**

- минимальная глубина траншеи для укладки трубопровода, в **м**;
- максимальная глубина до низа трубопровода, в **м**

**Футляр**, а именно;

- диаметр футляра, в **мм**;
- толщина стенки футляра, в **мм**
- высота опоры-спейсера, в **мм**
- материал футляра выбирается из падающего списка или вводится интерактивно;
- ТУ на футляр выбирается из падающего списка или вводится интерактивно

**Прямая вставка**, а именно:

- длина прямого участка (вправо/влево) за футляром, в **м**
- длина прямого участка (вправо/влево) за отводом холодного или горячего гнуща

**Переходы через дороги/коммуникации**, а именно:

- способ прокладки трубопровода: ***траншейный/прокол/продавливание/микротоннелирование/горизонтальное направленное бурение (ГНБ)***
- способ разработки (вручную или специальной техникой)
- расстояние от *подземного препятствия* (нефтепровода, газопровода, водовода, кабеля) до левого края футляра (принимается по умолчанию)
- расстояние от *подземного препятствия* (нефтепровода, газопровода, водовода, кабеля) до правого края футляра (принимается по умолчанию)

**Сейсмические воздействия**, согласно [36], а именно:

- сила землетрясения (***<7, 7, 8, 9, 10***), в баллах;
- сейсмическое ускорение ( ***$\alpha_c$*** ) грунтового массива в ***м/с<sup>2</sup>***
- период сейсмических колебаний ( ***$T_0$*** ) грунтового массива в секундах, определяемый по данным изысканий;
- повторяемость землетрясений, лет (выбирается из списка 100,500,1000)
- коэффициент повторяемости землетрясений ( ***$K_{\Pi}$*** );
- степень ответственности трубопровода ( ***$K_0$*** );
- тип грунтов, в котором распространяется продольная сейсмическая волна вдоль оси трубопровода (выбирается из падающего списка);
- скорость распространения продольной сейсмической волны ( ***$C_p$*** ), в ***м/с*** определяется по типу грунта;
- коэффициент защемления трубопровода в грунте ( ***$m_0$*** ) определяется по типу грунта

Если перед полем **Упругий изгиб по условию плотного прилегания трубопровода ко дну траншеи** будет установлен «флажок», то при укладке на профиле трубопровода за счет его изгиба под действием собственного веса изогнутая ось трубопровода рассчитывается по уравнениям (1) или (3) а тангенсы кривой рассчитываются по формулам (2) или (4).

В противном случае, если «флажок» не будет установлен, то при размещении на профиле кривых изгиба они будут строиться по круговым кривым.

**Уравнения для изогнутой упругой оси трубопровода по условию плотного прилегания ко дну траншеи.**

При прокладке трубопровода на профиле углы поворота трубопровода часто выполняются упругим изгибом трубопровода под действием собственного веса трубопровода. Для обеспечения условия плотного прилегания трубопровода ко дну траншеи профиль дна траншеи следует принимать в соответствии с упругой линией трубопровода, обусловленной граничными условиями, поперечной нагрузкой и ее распределением.

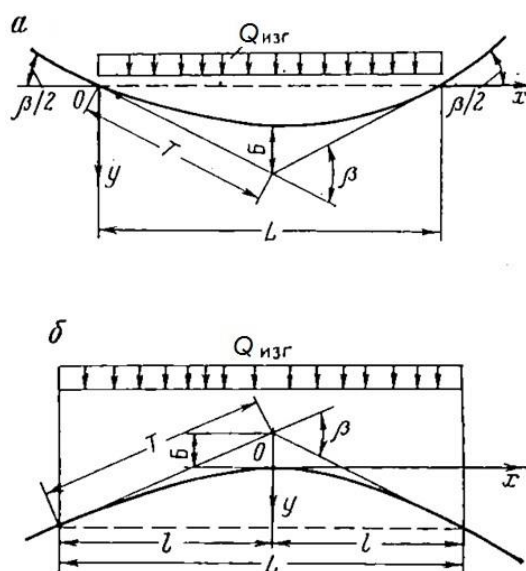


Рис.1. Расчетная схема поворота трубопровода на профиле упругим изгибом под действием собственного веса

Уравнение изогнутой (выпуклой вниз) упругой оси трубопровода в системе координат, приведенной на рис.1а, по формуле 9.34 [28] имеет следующий вид:

$$\gamma(x) = \beta L \left( \frac{\xi}{2} - \xi^3 + \frac{\xi^4}{2} \right) \quad (1)$$

- где  $L$  - длина волны изгиба, определяемая по формуле  $L = \frac{3}{2} \beta \rho$  ;

- $\rho$  - радиус упругого изгиба,
- $\xi = x / L$  – безразмерная абсцисса,
- $\beta$  - угол поворота в радианах.

Тангенсы выпуклой вниз кривой упругого изгиба вычисляются по формуле 9.32 [28]

$$T = \frac{3}{4} \cdot \frac{\beta \rho}{\cos \beta / 2}. \quad (2)$$

Поперечная распределенная нагрузка рассчитывается по формуле

$$Q_{\text{изг}} = (32/9) * (EI / (\beta^2 * \rho^3))$$

Уравнение изогнутой (выпуклой вверх) упругой оси трубопровода в системе координат, приведенной на рис.16, по формуле 9.43 [28] имеет следующий вид:

$$v(x) = \beta l \left( \frac{3}{4} \xi^2 - \frac{1}{2} \xi^3 + \frac{1}{8} \xi^4 \right) \quad (3)$$

- где  $\beta$  - угол поворота в радианах;
- $l = L / 2$  - половина длины волны изгиба, определяемой по формуле  $L = 3\beta\rho$
- $\xi = x / l$  – безразмерная абсцисса

Тангенсы выпуклой вверх кривой упругого изгиба вычисляются по формуле 9.41 [28]

$$T = \frac{3}{2} \cdot \frac{\beta \rho}{\cos \beta / 2}. \quad (4)$$

Поперечная распределенная нагрузка рассчитывается по формуле

$$Q_{\text{изг}} = (8/9) * (EI / (\beta^2 * \rho^3))$$

### 2.1.3. Расчет категорий для трубопровода

В закладке «**Расчет категорий для трубопровода**» вводом или посредством выбора из падающих списков задаются основные параметры проектируемого трубопровода.

В диалоге для выбранного нормативного документа имеется ряд закладок по используемым категориям, например, для ГОСТ 35070-2024 формируются закладки для категорий **B, I, II, III**, для СП 36.13330.2012 формируются закладки для категорий **B, I, II, III, IV**, для ГОСТ Р 55989-2014 и ГОСТ 55990-2014 формируются закладки для категорий **B, C, H**, для СП 284.1325800.2016 формируются закладки для категорий **I, II, III**, для РД-23.040.00-КТН-110-07 формируются закладки для категорий **B, I, II, III, IV**.

В каждой закладке по категории из падающих списков выбирается ГОСТ или ТУ на трубу.

**Внимание!** В поля **Описание на профиле** и **Описание в спецификации** выводится шаблон описания трубопровода в полях подвала и полях спецификации соответственно. Шаблон

опирается на требования нормативного документа на трубопровод. Данные в полях доступны для редактирования.

Переменные, которые используются в создании шаблона описания трубопровода:

\$D – внешний диаметр трубопровода, мм

\$dt – толщина стенки трубопровода, согласно указанной категории, мм

\$Tut – наименование нормативного документа

\$P – рабочее давление, МПа

\$Lt – длина трубопровода, м

\$M – марка материала

\$M1 – класс прочности

\$K1 – коэффициент надежности по материалу

На данной закладке указывается марка стали, коэффициент надежности по материалу **K1** при расчете по прочности и коэффициент надежности по материалу **K2** при расчете по текучести ([1] табл.Д2,Д3), нормативные значения временного сопротивления **R1н** и предела текучести стали **R2н** (в МПа или кгс/мм<sup>2</sup>) и другие параметры, а именно:

#### Материал трубопровода

- марка материала;
- класс прочности;
- ТУ на трубопровод и ТУ на материал трубопровода
- нормативное временное сопротивление металла трубы **R1н ( $\sigma_u$ )**, в МПа;
- нормативный предел текучести металла трубы **R2н ( $\sigma_y$ )**, в МПа;
- коэффициент надежности по нагрузке от внутреннего давления **n<sub>p</sub>**;
- коэффициент надежности по материалу **K1 ( $\gamma_{mu}$ )** при расчете по прочности;
- коэффициент надежности по материалу **K2 ( $\gamma_{my}$ )** при расчете по текучести;
- коэффициент надежности по назначению **Kн ( $\gamma_n$ )**

После задания параметров материала трубопровода для одной из категорий, нажатием кнопки **Применить для всех категорий** эти параметры будут автоматически применены при расчетах для всех остальных категорий участков трубопровода.

В поле **Коэффициент условий работы (m)** для выбранной категории автоматически выводится нужное значение.

В зависимости от категории прокладываемого трубопровода автоматически в поле **Давление испытаний** устанавливается значение для давления испытаний участка трубопровода: для категории **B – 1.5P<sub>раб</sub>**, для категории **I-II (C) – 1.25P<sub>раб</sub>** и для категории

**III-IV (H) – 1.1P<sub>раб.</sub>** Для расчета промышленных трубопроводов и трубопроводов для транспортировки пластовых вод дополнительно задается содержание сероводорода в транспортируемой среде (*среднее/низкое*) и добавка к толщине стенки на коррозию.

Параметры проектирования металлических трубопроводов

Имя: Нефтепровод магистральный 530 мм Рр 9,8 МПа

Тип трубопровода: Нефтепровод магистральный Диаметр трубопровода: мм 530

Нормативный документ: ГОСТ 35070-2024 Рабочее давление: 9.8 МПа

Трубопровод Условия прокладки Расчет категорий для трубопровода Отводы Полоса/траншея

Категория III Категория II Категория I Категория B Сформировать отчет

Материал трубопровода ☐ Категория по умолчанию

Класс прочности: 60 ТУ на трубопровод: ГОСТ Р 52079-2003

Марка материала: K60 ТУ на материал:

Описание на профиле: Труба 1- $D \times t$ -М-ЛТО по  $T_{ut}$ , L =  $L_t$  м

Описание в спецификации: Труба 1- $D \times t$ -М-ЛТО

Норм. временное сопротивление (R1н), МПа: 590 Коэфф. надежности по материалу (K1): 1.34

Норм. предел текучести (R2н), МПа: 485 Коэфф. надежности по материалу (K2): 1.2

Коэфф. надежности по нагрузке (пр): 1.1 Коэфф. надежности по назначению (Kn): 1.1

Применить для всех категорий

Коэффициент условий работы (m): 0.99 Давление испытаний: 1.1 x P раб.

Данные расчета

Заданная толщина стенки, мм: 5

Радиус упругого изгиба, м: 500

Расчетный положительный температурный перепад, °C: 65

Расчетный отрицательный температурный перепад, °C: -35

Расчет ОКП трубопровода

Нормативные параметры по СП OK Отмена Применить

**Внимание!** После задания содержание сероводорода в транспортируемом продукте (*среднее/низкое*) автоматически изменяется значение коэффициента условий работы трубопровода **m** (согласно табл. Д1 ГОСТ 35070-2024, табл. 14 ГОСТ Р 55990-2014, табл.12 СП 284.1325800.2016, табл. 13 ГОСТ Р 55989-2014).

Данные расчета, а именно:

- заданная толщина стенки  **$\delta$** , в мм;
- радиус упругого изгиба  **$\rho$** , в м

- расчетный положительный температурный перепад принимается равным разнице между максимальной температурой транспортируемого продукта в процессе эксплуатации и наименьшей температурой воздуха, при которой фиксируется расчетная схема трубопровода;
- расчетный отрицательный температурный перепад принимается равным разнице между минимальной температурой транспортируемого продукта в процессе эксплуатации и наибольшей температурой воздуха, при которой фиксируется расчетная схема трубопровода.

**Внимание!** Если трасса проектируемого трубопровода имеет несколько участков с различными категориями, например с категориями В, I, II и III (по ГОСТ 35070-2024) или категориями В,С,Н (по ГОСТ Р 55989-2014 или ГОСТ Р 55990-2014) то сначала для всей трассы трубопровода с помощью кнопки «**Категория по умолчанию**» задается **низшая категория** III, а затем уже создаются участки с повышенными категориями В, I и II по ГОСТ 35070-2024 или СП 36.13330.2012 или категориями В,С (по ГОСТ Р 55989-2014 или ГОСТ Р 55990-2014).

Кнопка «**Расчет ОКП трубопровода**» позволяет рассчитать общие конструктивные параметры для каждой категории:

- для магистральных газопроводов, проектируемых по *ГОСТ Р 55989-2014* рассчитываются кольцевые и продольные напряжения от расчетных растягивающих и сжимающих нагрузок с определением расчетных толщины стенки трубы  $\delta$ , допустимые нормативные температурные перепады  $\Delta T(+)/\Delta T(-)$  и радиус упругого изгиба оси трубопровода  $\rho$ .
- для магистральных нефтегазопроводов, проектируемых по *ГОСТ 35070-2024* или *СП 36.13330.2012* рассчитываются кольцевые и продольные напряжения от расчетных растягивающих и сжимающих нагрузок с определением расчетных толщины стенки трубы  $\delta$ , допустимые нормативные температурные перепады  $\Delta T(+)/\Delta T(-)$  и радиус упругого изгиба оси трубопровода  $\rho$ .
- для магистральных нефтепроводов, проектируемых по *РД-23.040.00-КТН-110-07* рассчитываются кольцевые и продольные напряжения от расчетных растягивающих и сжимающих нагрузок с определением расчетных толщины стенки трубы  $\delta$ , допустимые нормативные температурные перепады  $\Delta T(+)/\Delta T(-)$  и радиус упругого изгиба оси трубопровода  $\rho$  согласно *разделу 6*
- для промысловых нефтегазопроводов, проектируемых по *ГОСТ Р 55990-2014*, рассчитываются кольцевые и продольные напряжения от расчетных растягивающих и сжимающих нагрузок с определением расчетных толщины стенки трубы  $\delta$ ,

допустимые нормативные температурные перепады  $\Delta T(+)/\Delta T(-)$  и радиус упругого изгиба оси трубопровода  $\rho$  согласно *разделу 12*.

- для промысловых нефтегазопроводов, проектируемых по *СП284.1325800.2016*, рассчитываются кольцевые и продольные напряжения от расчетных растягивающих и сжимающих нагрузок с определением расчетных толщины стенки трубы  $\delta$ , допустимые нормативные температурные перепады  $\Delta T(+)/\Delta T(-)$  и радиус упругого изгиба оси трубопровода  $\rho$  согласно *разделу 12*.

| Расчет ОКП                                                                                                      |          |              |                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------|-----------------------------|
| Нормативный документ: ГОСТ 35070-2024                                                                           |          |              |                             |
| Категория III                                                                                                   |          |              |                             |
| Название расчетного параметра                                                                                   | Значение | Допустимо... | Комментарий                 |
| <b>Результаты проверки расчетов</b>                                                                             |          |              |                             |
| Допустимость заданной толщины стенки к расчетной                                                                | 9.8      | 9.8          |                             |
| Допустимость заданного положительного температурного перепада к расчетному $\Delta T(+)$                        | 65       | 126.6        |                             |
| Допустимость заданного отрицательного температурного перепада к расчетному $\Delta T(-)$                        | -35      | -103.5       |                             |
| Допустимость продольных осевых напряжений $ \sigma_{прН}  < \psi_1 \cdot R_1$                                   | 170.74   | 172.57       | формула 9 ГОСТ 35070-2024   |
| Допустимость кольцевых напряжений $ \sigma_{кцН}  < m \cdot R_{2Н} / (0,9 \cdot K_n)$                           | 255.2    | 485          | формула 13 ГОСТ 35070-2024  |
| Допустимость продольных напряжений от нагрузок $ \sigma_{прН}  < \psi_2 \cdot m \cdot R_{2Н} / (0,9 \cdot K_n)$ | 272.26   | 304.12       | формула 12 ГОСТ 35070-2024  |
| Допустимость радиуса упругого изгиба к расчетному                                                               | 500      | 500          |                             |
| Допустимость продольных напряжений с учетом сейсмических воздействий $ \sigma_{сейсм}  < R_{2Н}$                | 0        |              |                             |
| <b>Исходные данные</b>                                                                                          |          |              |                             |
| Предел прочности металла трубопровода $R_{1Н}$ , [МПа]                                                          | 590      |              |                             |
| Предел текучести металла трубопровода $R_{2Н}$ , [МПа]                                                          | 485      |              |                             |
| Рабочее давление транспортируемого продукта $P_p$ , [МПа]                                                       | 9.8      |              |                             |
| Наружный диаметр трубопровода $D$ , [мм]                                                                        | 530      |              |                             |
| Внутренний диаметр трубопровода $D_{in}$ , [мм]                                                                 | 510      |              |                             |
| Наружный диаметр трубопровода с изоляцией $D_{ins}$ , [мм]                                                      | 536      |              |                             |
| Коэффициент условий работы $m$                                                                                  | 0.99     |              | Табл. Д1 ГОСТ 35070-2024    |
| Коэффициент надежности по нагрузке от внутреннего давления $\eta_p$                                             | 1.1      |              | Табл.12.1 ГОСТ 35070-2024   |
| Коэффициент надежности по нагрузке от собственного веса трубы $\eta_{wgt}$                                      | 0.95     |              | Табл.12.1 ГОСТ 35070-2024   |
| Коэффициент надежности по нагрузке от веса грунта $\eta_g$                                                      | 0.8      |              | Табл.12.1 ГОСТ 35070-2024   |
| Коэффициент надежности по материалу $k_1$ при расчете по прочности                                              | 1.34     |              | Табл.Д2 ГОСТ 35070-2024     |
| Коэффициент надежности по материалу $k_2$ при расчете по текучести                                              | 1.2      |              | Табл.Д3 ГОСТ 35070-2024     |
| Коэффициент надежности по ответственности трубопровода $k_p$                                                    | 1.1      |              | Табл.Д4 ГОСТ 35070-2024     |
| Коэффициент линейного расширения металла трубопровода $\alpha_t$ , [1/град]                                     | 0.000012 |              | Табл.Д5 ГОСТ 35070-2024     |
| Модуль упругости металла трубопровода $E$ , [МПа]                                                               | 206000   |              | Табл.Д5 ГОСТ 35070-2024     |
| Коэффициент поперечной деформации металла в упругой зоне $\mu$                                                  | 0.3      |              | Табл.Д5 ГОСТ 35070-2024     |
| Максимальная температура транспортируемого продукта $T_{пр\ max}$ , °C                                          | 40       |              |                             |
| Минимальная температура транспортируемого продукта $T_{пр\ min}$ , °C                                           | 5        |              |                             |
| Минимальная температура воздуха для сварочных работ $T_s\ min$ , °C                                             | -25      | 0            |                             |
| Максимальная температура воздуха для сварочных работ $T_s\ max$ , °C                                            | 40       | 126.6        |                             |
| Принятый минимальный радиус упругого изгиба $\rho$ , [м]                                                        | 500      | 500          |                             |
| <b>Результаты расчетов на прочность и недопустимость пластических деформаций</b>                                |          |              |                             |
| Нормативная нагрузка от веса транспортируемой нефти $q_{neft}$ , [н/м]                                          | 1639.8   |              | формула 4 ГОСТ 35070-2024   |
| Нормативная нагрузка от веса металла трубы $q_{wgt}$ , [н/м]                                                    | 1215.2   |              |                             |
| Нормативная нагрузка от обледенения трубы $q_i$ , [н/м]                                                         | 35.1     |              | формула 5 ГОСТ 35070-2024   |
| Нормативная выталкивающая сила воды $q_w$ , [н/м]                                                               | 2268.9   |              | формула 6 ГОСТ 35070-2024   |
| Нормативная ветровая нагрузка $q_{sta}$ , [н/м]                                                                 | 122.5    |              | формула 7 ГОСТ 35070-2024   |
| Нормативная снеговая нагрузка $q_s$ , [н/м]                                                                     | 150.1    |              |                             |
| Расчетный положительный температурный перепад $\Delta T(+)$ , °C                                                | 126.6    |              | формула 2.32 А.Б.Айнбиндер  |
| Расчетный отрицательный температурный перепад $\Delta T(-)$ , °C                                                | -103.5   |              | формула 2.33 А.Б.Айнбиндер  |
| Расчетное сопротивление от предела прочности $R_1$ , [МПа]                                                      | 396.27   |              | формула 2 ГОСТ 35070-2024   |
| Расчетное сопротивление от предела текучести $R_2$ , [МПа]                                                      | 363.75   |              | формула 3 ГОСТ 35070-2024   |
| Расчетная толщина стенки трубопровода $\delta$ , [мм]                                                           | 9.8      |              | формула 8 ГОСТ 35070-2024   |
| Расчетный радиус упругого изгиба $\rho$ , [м]                                                                   | 500      |              | формула 2.30-31 А.Б.Айнбинд |

В колонке «**Значение**» выводятся числовые результаты расчета, а в колонке «**Допустимое значение**» выводится допустимое значение для конкретного параметра.

**Внимание!** Если какое-либо условие при расчете трубопровода не выполняется, то перед характеристикой устанавливается **красный восклицательный знак**

На основе анализа полученных результатов можно изменить значения параметров трубопровода и повторить расчет. Процесс может быть продолжен до получения нужных данных и корректного выполнения всех условий.

При нажатии на кнопку **Нормативные параметры по СП** на экран выводится диалоговое окно, в котором приведены параметры, значения которых определяются действующими в РФ нормативными документами на проектирование – СП, ГОСТ, РД и др

| Название параметра                                                                                                     | Значение |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Заглубление верха трубопровода или балластного груза от дна реки, м                                                    | 1        |
| Заглубление верха трубопровода или балластного груза от линии размыва дна реки, м                                      | 0.5      |
| Заглубление верха трубопровода от линии размыва дна при горизонтально-направленном бурении, м                          | 3        |
| Заглубление верха газопровода от линии дна при горизонтально-направленном бурении, м                                   | 7        |
| Запретная зона вокруг существующего трубопровода, м                                                                    | 0.35     |
| Запретная зона вокруг водоводов, м                                                                                     | 0.2      |
| Запретная зона вокруг силового кабеля до 35 кВ и кабеля связи без кожуха, м                                            | 0.5      |
| Запретная зона вокруг силового кабеля до 35 кВ в кожухе, м                                                             | 0.25     |
| Запретная зона вокруг кабеля связи в асбестоцементных трубах, м                                                        | 0.15     |
| Запретная зона вокруг силового кабеля 110-220 кВ, м                                                                    | 1        |
| Заглубление верха трубопровода/защитного футляра от верха покрытия автодороги, м                                       | 1.4      |
| Заглубление верха трубопровода/защитного футляра от дна кювета автодороги, м                                           | 0.4      |
| Длина защитного футляра нефтепровода от бровки насыпи а/д III-V категории влево/вправо, м                              | 5        |
| Длина защитного футляра газопроводов от подошвы насыпи а/д I-V категории влево/вправо, м                               | 25       |
| Длина защитного футляра нефтепроводов от обровки насыпи а/д I-II категории влево/вправо, м                             | 25       |
| Длина защитного футляра от подошвы откоса насыпи а/д без категории влево/вправо, м                                     | 2        |
| Заглубление верха трубопровода/защитного футляра от подошвы рельса ж/д при открытой прокладке, м                       | 2        |
| Заглубление верха трубопровода/защитного футляра от подошвы рельса ж/д при закрытых способах прокладки, м              | 3        |
| Заглубление верха трубопровода/защитного футляра от дна кювета ж/д, м                                                  | 1.5      |
| Заглубление верха трубопровода/защитного футляра от подошвы насыпи ж/д, м                                              | 1.5      |
| Длина защитного футляра от оси ж/д влево/вправо, м                                                                     | 50       |
| Длина защитного футляра от бровки кювета ж/д влево/вправо, м                                                           | 50       |
| Длина защитного футляра от подошвы откоса насыпи ж/д влево/вправо, м                                                   | 50       |
| Коэффициент надежности по нагрузке от грунта (таблица 14 СП 36.1330.2012)                                              | 0.8      |
| Коэффициент надежности по нагрузке от внутреннего давления в газопроводе (табл.14 СП 36.1330.2012)                     | 1.1      |
| Коэффициент надежности по нагрузке от внутреннего давления в нефтепроводе диаметром 700-1200 (табл.14 СП 36.1330.2012) | 1.15     |
| Коэффициент надежности по нагрузке от массы трубы, продукта или воды (табл.14 СП 36.1330.2012)                         | 0.95     |
| Коэффициент надежности по снеговой нагрузке (табл.14 СП 36.1330.2012)                                                  | 1.4      |
| Коэффициент надежности по ветровой нагрузке (табл.14 СП 36.1330.2012)                                                  | 1.2      |
| Коэффициент надежности по гололедной нагрузке (табл.14 СП 36.1330.2012)                                                | 1.3      |
| Коэффициент лобового сопротивления трубопровода                                                                        | 0.7      |
| Коэффициент устойчивости трубопровода при переходе через водные преграды свыше 200м                                    | 1.15     |
| Коэффициент устойчивости трубопровода при переходе через водные преграды до 200м                                       | 1.1      |
| Коэффициент устойчивости трубопровода при переходе через болота                                                        | 1.05     |
| Модуль упругости металла трубы $E_0$ , МПа                                                                             | 206000   |
| Коэффициент линейного расширения металла трубы $\alpha$ , град-1                                                       | 1.2e-05  |
| Коэффициент Пуассона $m$ в упругой зоне работы металла                                                                 | 0.3      |
| Коэффициент Пуассона $m$ при пластических деформациях металла                                                          | 0.5      |
| Плотность материала трубы, кг/м <sup>3</sup>                                                                           | 7850     |
| Плотность материала защитного футляра, кг/м <sup>3</sup>                                                               | 7850     |
| Плотность заводской антикоррозионной изоляции, кг/м <sup>3</sup>                                                       | 930      |
| Плотность металлической оболочки для теплоизоляции, кг/м <sup>3</sup>                                                  | 7850     |
| Плотность полиэтиленовой оболочки для теплоизоляции, кг/м <sup>3</sup>                                                 | 940      |
| Плотность газового конденсата, кг/м <sup>3</sup>                                                                       | 760      |
| Плотность теплоизоляции из пенополиуретана, кг/м <sup>3</sup>                                                          | 90       |
| Плотность теплоизоляции из скорлуп пеноплекса, кг/м <sup>3</sup>                                                       | 40       |
| Радиус кривизны для прямолинейных участков (п.12.4.4 СП 36.1330.2012)                                                  | 5000     |
| Точность округления угла при размещении набора отводов, град (30')                                                     | 0.5      |

Считать из БД OK Отмена

При необходимости значения нормативных параметров для проектируемого трубопровода могут быть изменены. Для изменения значений достаточно левой клавишей

мыши дважды щелкнуть на значение параметра и ввести новое значение. Отредактированное значение параметра будет актуально для проектируемого трубопровода после нажатия кнопки **ОК**.

Кнопка **Сформировать отчет** позволяет создать файл в формате *MS Excel* с результатами расчета на прочность и устойчивость по всем категориям участков трубопровода и вывести на экран для редактирования.

### **Расчет радиуса упругого изгиба**

Для упругоизогнутых участков трубопроводов при заданных внутреннем давлении, толщине стенки трубы и температурном перепаде радиус кривой упругого изгиба (с учетом работы металла в упругой зоне) определяется по формуле (5), полученной из расчета максимальных суммарных продольных напряжений от нормативных нагрузок и воздействий (формула 2.30 [28]):

$$\rho = \frac{ED_n}{2 \left[ \psi^3 \frac{c}{k_n} R_2'' + \left( 0,15 \frac{pD_{вн}}{\delta} - \alpha \Delta t E \right) \right]} \quad (5)$$

Значение, полученное по формуле (5), должно быть не менее значений, определенных из условий жесткости (деформации) по следующим формулам [27]

в вертикальной плоскости на вогнутых кривых при укладке трубопровода непрерывной ниткой

$$\rho_{\cup} \geq \sqrt[3]{\frac{384EI[1 - \cos(\beta / 2)]}{3q_{mp}\beta^4}} \quad (6)$$

в вертикальной плоскости на вогнутых кривых при укладке трубопроводов отдельными плетями (на переходах через водные преграды, балки, овраги и пр.)

$$\rho_{\cup} \geq \sqrt[3]{\frac{384EI[1 - \cos(\beta / 2)]}{5q_{mp}\beta^4}} \quad (7)$$

в вертикальной плоскости на выпуклых кривых

$$\rho_{\cap} \geq \sqrt[3]{\frac{8EI}{q_{mp}\beta^2}} \quad (8)$$

где  $I$  – момент инерции сечения трубы,  $\text{см}^4$ ;  $q_{mp}$  – вес трубопровода,  $\text{кгс/см}$ ;

$\beta$  – угол поворота трубопровода в вертикальной плоскости в радианах).

Из условия  $\sigma_{npN} \leq \psi_2 R_1$  (формула 11 СП 36.13330.2012 определяется предельно допустимый температурный перепад, не вызывающий увеличения толщины стенки трубы: положительный температурный перепад  $\Delta T(+)$

$$\Delta t = \frac{\psi_2 R_1 + 0,25 \frac{npD_{\text{вн}}}{\delta}}{\alpha E} \quad (9)$$

и отрицательный температурный перепад  $\Delta T(-)$

$$\Delta t = \frac{0,25 \frac{npD_{\text{вн}}}{\delta} - R_1}{\alpha E} \quad (10)$$

#### 2.1.4. Параметры гнутых отводов

В закладке **Отводы** задаются геометрические параметры для гнутых отводов, изготавливаемых способом поперечной гибки труб в холодном состоянии по *ГОСТ 24950-2019* с радиусом гибки **40DN** и горячегнутых отводов с радиусами гибки от **3DN** до **10DN**, изготавливаемых по ТУ способом гибки с индукционным нагревом, а также для отводов крутоизогнутых штампованных и штампосварных (типа ОКШ/ОКШС) с радиусом гибки **1-1.5DN**.

В поле **Длина трубы** задается длина труб, используемых для изготовления гнутых отводов.

При установке «флажка» перед полем **Применить параметры для всех участков прокладки** все введенные параметры для отводов холодного и горячего гнутья будут актуальны для всего проектируемого трубопровода.

##### Отводы холодного гнутья (40DN)

В этом блоке задаются параметры для холодногнутых отводов (**ГО**), изготавливаемых по *ГОСТ 24950-2019*, а именно:

- длина прямого участка отвода (L1) со стороны гибочных цилиндров, м
- максимальный угол гибки отвода по *ГОСТ 24950-2019*,
- радиус гибки (R), м
- нормативный документ на изготовление отводов (ГОСТ или ТУ)

**Внимание!** В зависимости от требований ТУ на изготовление холодногнутых отводов можно изменять длину прямого участка

Параметры проектирования металлических трубопроводов

Имя:

Тип трубопровода:  Диаметр трубопровода:

Нормативный документ:  Рабочее давление:

Трубопровод Условия прокладки Расчет категорий для трубопровода Отводы Полоса/траншея Прямоугольник

Длина трубы, м:  ☒ Применить параметры для всех участков прокладки Категория III

Отводы холодного гнущя (40DN)

Длина прямого участка (L1), м:

Радиус гибки отвода (R) м:  Максимальный угол гибки отвода:

Отводы горячегнутые

Радиус, DN:  Радиус гибки, м:  Максимальный угол гибки отвода:

Радиус, DN:  Радиус гибки, м:  Максимальный угол гибки отвода:

Длина прямого участка (L1) 5DN, м:  Длина укороченного прямого участка (L1) 5DN, м:

Длина прямого участка (L1) 10DN, м:  Длина укороченного прямого участка (L1) 10DN, м:

Отводы крутоизогнутые ОКШ/ОКШС

Превышение стенки отвода, мм:

Радиус, DN:  Радиус гибки, м:

Углы гибки, °:  Длина прямого участка (L1), м:

Параметры размещения вставок на профиле

Кратность угла отводов:  Минимальный угол гибки отвода:

Параметры автоматического расчета кривых

Нормативные параметры по СП

### Отводы горячегнутые

В этом блоке задаются параметры для 2-х типов горячегнутых отводов (ОГ) с радиусами гибки 5DN и 10DN, изготавливаемых по ТУ, а именно:

- превышение толщины стенки отвода горячего гнущя по отношению к стенке трубы, к которой приваривается отвод, мм
- нормативный документ на изготовление отводов, выбирается из падающего списка и может быть отредактирован проектировщиком
- радиус, DN - кратность гибки отвода, например 5DN
- радиус гибки, м – радиус гибки отвода в метрах с кратностью 5DN
- радиус DN -кратность гибки отвода, например 10DN,

- радиус гибки, м - радиус гибки отвода в метрах с кратностью 10DN
- длина прямого участка (L1) для отводов с радиусом гибки 5DN, м
- длина прямого участка (L1) для отводов с радиусом гибки 10DN, м
- длина укороченного прямого участка (L1) с радиусом гибки 5DN, м
- длина укороченного прямого участка (L1) с радиусом гибки 10DN, м
- максимальный угол гибки отвода 5DN по нормативному документу.
- максимальный угол гибки отвода 10DN по нормативному документу

**Внимание!** Кратность гибки горячегнутых отводов может быть изменена проектировщиком, например вместо кратности гибки 5DN, может быть задана кратность гибки 7DN с автоматическим пересчетом значения радиуса гибки отвода в метрах.

### **Отводы штамповарные ОКШ/ОКШС**

В этом блоке задаются параметры для отводов крутоизогнутых штампованных или штамповарных (ОКШ/ОКШС) с радиусом гибки  $1DN \div 2.5DN$ , изготавливаемых для углов 15°, 30°, 45°, 60° и 90° по ТУ.

В поле **Радиус DN**, м вводится кратность гибки штамповарного отвода (1.0DN/1.5DN/2DN), в поле **Радиус ОКШ/ОКШС** выводится радиус гибки в метрах, а в правом поле из падающего меню выбирается нормативный документ на изготовление отводов. В поле **Углы гибки, град** выводятся значения углов гибки отводов ОКШ/ОКШС в соответствии с выбранным ТУ на изготовление отводов.

В поле **Длина прямого участка (L1), м** вводится значение прямого участка для отводов, изготавливаемых по ТУ 51-515-91.

**Внимание!** Кратность гибки горячегнутых штамповарных отводов может быть изменена проектировщиком, например вместо кратности гибки 1DN, может быть задана кратность гибки 2,5DN с автоматическим пересчетом значения радиуса гибки отвода в метрах в поле **Радиус ОКШ/ОКШС**.

### **Параметры размещения вставок на профиле**

В поле **Кратность угла отводов** задается кратность угла для гнутых отводов (**1 градус или 3 градуса**), которая устанавливается в качестве общего параметра для всего проектируемого трубопровода. В дальнейшем при размещении гнутых отводов в отдельных вершинах кратность угла может быть изменена.

В поле **Минимальный угол гибки отвода, град** задается минимальное значение угла для гибки холодногнутых отводов.

## Параметры автоматического расчета кривых

При нажатии на кнопку **Параметры автоматического расчета кривых** на экран выводится диалог, который позволяет задать параметры алгоритма для автоматического размещения на плане трассы сначала кривых упругого изгиба, а затем отводов холодного или горячего гнутья

Автоматический расчет кривых

☒ Упругий изгиб

Минимальный угол для размещения на плане: 0°05'

Максимальный угол для размещения на плане: 18°00'

Максимальный угол для размещения на профиле: 9°00'

Минимальный угол для размещения отводов: 2°30'

☒ Отводы холодного гнутья

Максимальный угол для размещения: 18°00'

☒ Отводы горячего гнутья

Максимальный угол для размещения: 90°00'

☐ Укороченные отводы

☐ Отводы крутоизогнутые ОКШ/ОКШС

OK Отмена

### Упругий изгиб

Флажок перед полем **Упругий изгиб** определяет, будет ли использоваться данный тип вставки при автоматической обработке углов поворота трассы. Если флажок снят, то кривые упругого изгиба в вершинах трассы размещаться не будут.

В поле **Минимальный угол для размещения на плане** вводится значение углов, начиная с которых возможно автоматическое размещение в вершинах трассы кривых упругого изгиба с радиусом, рассчитанным для категорий участков трубопроводов.

В поле **Максимальный угол для размещения на плане** вводится значение углов, при которых возможно автоматическое размещение в вершинах трассы кривых упругого изгиба с радиусом, рассчитанным для категорий участков трубопроводов.

В поле **Максимальный угол для размещения на профиле** вводится значение углов, при которых возможно автоматическое размещение в вершинах трассы кривых упругого изгиба с радиусом, рассчитанным для категорий участков трубопроводов.

### **Отводы холодного гнущя**

**Флажок** перед полем **Отводы холодного гнущя** определяет, будет ли использоваться данный тип вставки при автоматической обработке углов поворота трассы. Если **флажок** снят, то холодные отводы в углах поворота трассы размещаться не будут.

В поле **Минимальный угол для размещения** вводится значение углов, начиная с которых возможно автоматическое размещение в вершинах трассы отводов холодного гнущя. В поле **Максимальный угол для размещения** вводится значение углов, при которых возможно автоматическое размещение в вершинах трассы отводов холодного гнущя

### **Отводы горячего гнущя**

**Флажок** перед полем **Отводы горячего гнущя** определяет, будет ли использоваться данный тип вставки при автоматической обработке углов поворота трассы. Если **флажок** снят, то вставки из отводов горячего гнущя по трассе размещаться не будут.

В поле **Максимальный угол для размещения** вводится значение углов, при которых возможно автоматическое размещение в вершинах трассы отводов горячего гнущя

Для автоматического размещения в вершинах трассы укороченных горячих отводов необходимо установить флажок в поле **Укороченные отводы**.

### **Отводы крутоизогнутые ОКШ/ОКШС**

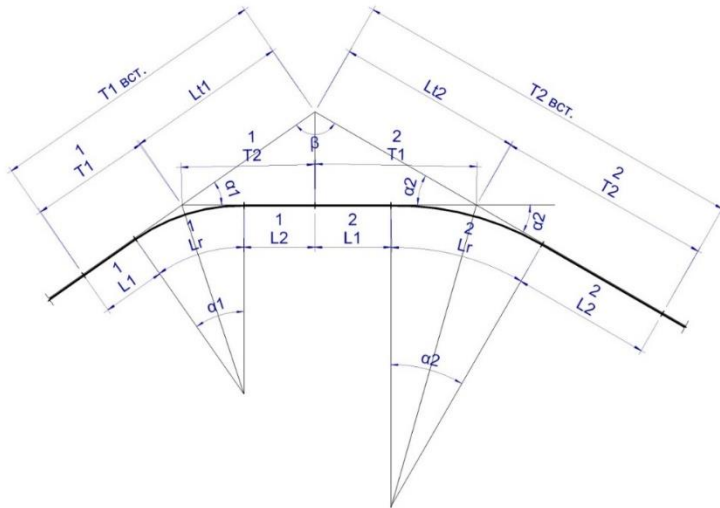
**Флажок** перед полем **Отводы крутоизогнутые ОКШ/ОКШС** определяет, будет ли использоваться данный тип вставки при автоматической обработке углов поворота трассы. Если **флажок** снят, то вставки из крутоизогнутых отводов по трассе размещаться не будут.

После назначения и проверки параметров для автоматического размещения на плане трассы кривых упругого изгиба, а также отводов холодного или горячего гнущя нажмите кнопку **ОК**.

Рекомендуемые углы поворота магистральных трубопроводов на плане и профиле в зависимости от диаметра трубопровода приведены в [27].

| Наружный диаметр<br>трубопровода Dн, мм | Угол поворота трубопровода, град. |            |
|-----------------------------------------|-----------------------------------|------------|
|                                         | на плане трассы                   | на профиле |
| 1420 ÷ 1220                             | 3                                 | 3          |
| 1020 ÷ 720                              | 6                                 | 4,5        |
| 530 ÷ 426                               | 9                                 | 6          |
| 377 ÷ 219                               | 12                                | 9          |

## Расчет тангенсов для составных вставок из гнутых отводов (холодного и горячего гнутья)



На схеме для расчета тангенсов составных вставок –  $T1_{вст}$  и  $T2_{вст}$ . приняты следующие условные обозначения:

$L_1^1$  – длина прямого участка 1-го отвода горячего/холодного гнутья;

$L_r^1$  – длина гнутого участка 1-го отвода горячего/холодного гнутья;

$L_1^2$  – длина прямого участка 1-го отвода горячего/холодного гнутья;

$L_2^1$  – длина прямого участка 2-го отвода горячего/холодного гнутья;

$L_r^2$  – длина гнутого участка 2-го отвода горячего/холодного гнутья;

$L_2^2$  – длина прямого участка 2-го отвода горячего/холодного гнутья;

$T_1^1$  – первый тангенс 1-го отвода горячего/холодного гнутья;

$L_t^1$  – второй тангенс 1-го отвода горячего/холодного гнутья;

$L_t^2$  – первый тангенс 2-го отвода горячего/холодного гнутья;

$T_2^2$  – второй тангенс 2-го отвода горячего/холодного гнутья;

$\alpha_1$  – угол гибки 1-го отвода горячего/холодного гнутья;

$\alpha_2$  – угол гибки 2-го отвода горячего/холодного гнутья

$L_{тр}$  – длина трубы;

$R_{гн}$  – радиус гибки отвода

Значения длины трубы  $L_{тр}$ , радиус гибки отвода  $R_{гн}$ , углов гибки отводов  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ , а также длины прямых участков отводов  $L_1^1$  и  $L_1^2$  - задаются.

Угол  $\beta$  вычисляется по формуле:  $\beta = 180^\circ - \alpha_1 - \alpha_2$ ;

Для первого гнутого отвода рассчитываются тангенсы  $T_1^1$  и  $T_2^1$  по следующим формулам:

$$T_1^1 = L_1^1 + R_{гн} * \tan (\alpha_1/2);$$

$$L_2^1 = L_{тр} - L_1^1 - 2 * R_{гн} * \tan (\alpha_1/2);$$

$$T_2^1 = L_2^1 + R_{гн} * \tan (\alpha_1/2);$$

Для второго гнутого отвода рассчитываются тангенсы  $T_1^2$  и  $T_2^2$  по следующим формулам:

$$T_1^2 = L_1^2 + R_{гн} * \tan (\alpha_2/2);$$

$$L_2^2 = L_{тр} - L_1^2 - 2 * R_{гн} * \tan (\alpha_2/2);$$

$$T_2^2 = L_2^2 + R_{\text{ГН}} * \tan (\alpha_2/2);$$

Из теоремы синусов определяются:

$$L_t^1 = (T_2^1 + T_1^2) * \sin (\alpha_2) / \sin (\alpha_1 + \alpha_2) \text{ и}$$

$$L_t^2 = (T_2^1 + T_1^2) * \sin (\alpha_1) / \sin (\alpha_1 + \alpha_2);$$

Тангенсы составной вставки определяются следующим образом:

$$T_{\text{вст}}^1 = T_1^1 + L_t^1, \text{ и } T_{\text{вст}}^2 = T_2^2 + L_t^2$$

### 2.1.5. Параметры полосы строительства, планировки рельефа и траншеи

В закладке **Полоса/траншея** рассчитываются размеры полосы строительства, задаются геометрические параметры участков планировки рельефа и параметры формирования траншеи для прокладки трубопроводов.

#### Полоса строительства

В этом блоке в полях **Слева от оси траншеи/Справа от оси траншеи** задаются значения полуширины для полосы строительства слева и справа от оси трубопровода. Полоса для строительства трубопроводов складывается из следующих зон, показанных на схеме:

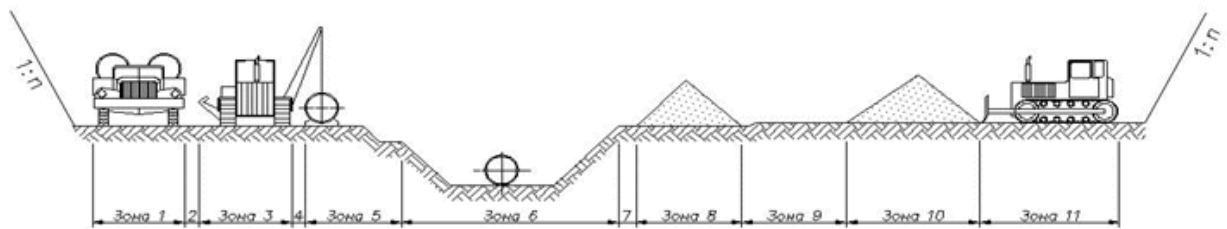


Схема формирования полосы строительства трубопроводов

**Зона 1** - предназначена для размещения временной вдоль трассовой дороги, по которой обеспечивается движение транспортных средств (трубовозов). При определении размеров этой зоны учитывается габаритная ширина транспортных средств, применяемых при строительстве.

**Зона 2** – технологический зазор, необходимый для безопасного проезда транспортных средств, принимается равным 1 м.

**Зона 3** – предназначена для размещения трубоукладчиков. Ширина зоны определяется по размерам трубоукладчиков, работающих с откинутым контргрузом.

**Зона 4** – технологический зазор между стрелой трубоукладчика и боковой образующей трубопровода, равный 0.5 м.

**Зона 5** – предназначена для размещения сваренного в нитку трубопровода и складывается из диаметра трубопровода и расстояния от бровки траншеи до боковой образующей трубопровода.

**Зона 6** – предназначена для размещения траншеи.

При расчете глубина траншеи принимается равной толщине слоя грунта до верхней образующей трубопровода + диаметр трубопровода + толщина слоя подсыпки мягким грунтом под трубопроводом, обеспечивающей защиту трубопровода от механических повреждений. При определении ширины зоны раскрытия траншеи учитывается **уклон откоса траншеи** (отношение высоты откоса к его заложению) и ширина дна траншеи:

- для трубопроводов диаметром до DN700 ширина дна равна  **$DN+0.3м$** ,
- для трубопроводов диаметром более DN700 ширина дна равна  **$1.5*DN$** ,
- для участков, выполненных вставками из отводов холодного или горячего гнущья ширина траншеи по дну должна быть не менее  **$2.2*DN$**
- для участков баллаستировки трубопроводов железобетонными и чугунными утяжелителями расстояние между грузом и стенкой траншеи должна быть не менее 0.2 м и составлять не менее  **$2.2*DN$** , где  **$DN$**  – условный диаметр трубопровода.

**Зона 7** – предназначена для предотвращения сползания грунта в траншею и принимается равной 1 м.

**Зона 8** – предназначена для размещения отвала минерального грунта.

**Зона 9** – предназначена для размещения бульдозеров, выполняющих засыпку траншеи минеральным грунтом из отвала.

**Зона 10** – предназначена для размещения отвала гумусового слоя, рекультивируемого после окончания строительства.

**Зона 11** – предназначена для размещения бульдозеров, разравнивающих отвал гумусового слоя и принимается равной ширине зоны 9.

В полях **Уклон % слева** и **Уклон % справа** задаются в % (процентах) соответственно уклоны левой и правой полуширины полосы строительства, принимаемые по умолчанию.

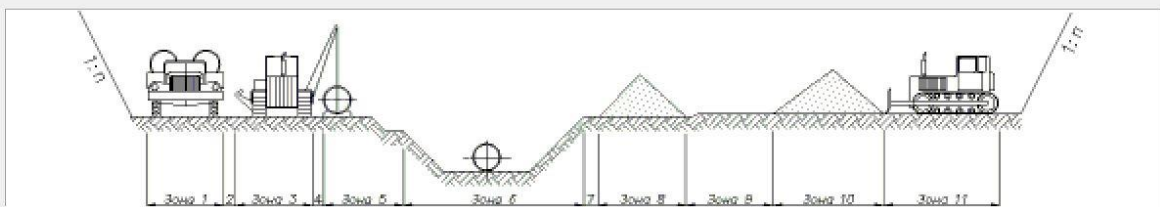
Параметры проектирования металлических трубопроводов

Имя:

Тип трубопровода:  Диаметр трубопровода:

Нормативный документ:  Рабочее давление:

Трубопровод  **Расчет категорий для трубопровода**



**Полоса строительства**

Слева от оси траншеи, м:  Уклон, %:  Справа от оси траншеи, м:  Уклон, %:

Способ разработки:  Способ засыпки:

| Траншея                                                       | Рабочий котлован                                   | Приемный котлован                                   |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Толщина рекультивации, м: <input type="text" value="0.4"/>    | Длина, м: <input type="text" value="20"/>          | Длина, м: <input type="text" value="20"/>           |
| Толщина присыпки, м: <input type="text" value="0.4"/>         | Смещение, м: <input type="text" value="0"/>        | Смещение, м: <input type="text" value="0"/>         |
| Толщина подсыпки, м: <input type="text" value="0.2"/>         | Ширина по дну, м: <input type="text" value="3"/>   | Ширина по дну, м: <input type="text" value="0"/>    |
| Мин. ширина траншеи по дну, м: <input type="text" value="1"/> | Планировка (поперечные откосы)                     |                                                     |
|                                                               | Откос срезки: 1: <input type="text" value="1.25"/> | Откос засыпки: 1: <input type="text" value="1.25"/> |

**Надземные препятствия**

Способ разработки:  Способ засыпки:  Расстояние, м:

**Подземные препятствия**

Способ разработки:  Способ засыпки:  Расстояние, м:

Нормативные параметры по СП

В полях **Способ разработки** и **Способ засыпки** посредством выбора из падающих списков задаются типы землеройной техники, используемой при создании полосы строительства, и принимаемые по умолчанию при разработке траншеи для укладки трубопровода.

Расчетная ширина полосы строительства по зонам приведена в следующей таблице:

| Диаметр<br>трубопровода, мм | Размеры полосы по зонам, м |            |           |
|-----------------------------|----------------------------|------------|-----------|
|                             | Зоны 1-9                   | Зоны 10-11 | Зоны 1-11 |
| 325                         | 21.51                      | 8.53       | 30.04     |
| 377                         | 21.77                      | 8.62       | 30.39     |
| 426                         | 22.84                      | 8.67       | 31.51     |
| 530                         | 24.28                      | 9.62       | 33.90     |

|      |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|
| 720  | 25.70 | 9.92  | 35.62 |
| 820  | 27.43 | 11.11 | 38.54 |
| 1020 | 29.21 | 11.95 | 41.16 |
| 1220 | 31.1  | 12.37 | 43.47 |
| 1420 | 32.54 | 12.70 | 45.24 |

### **Траншея**

В этом блоке в поле **Толщина подсыпки** задается, принимаемая по умолчанию, величина подсыпки дна траншеи мягким грунтом, например песком, для защиты изоляционного покрытия трубопровода.

В поле **Толщина присыпки** задается, принимаемая по умолчанию, величина присыпки трубопровода песком или мягким грунтом.

В поле **Толщина рекультивации** задается средняя для полосы строительства толщина слоя почвенно-растительного слоя, который должен быть восстановлен по окончании строительства трубопровода.

В поле **Мин. ширина траншеи по дну** задается значение ширины, определяемое параметрами техники, используемой для рытья траншеи.

### **Рабочий котлован**

В этом блоке поле **Длина, м** задается длина рабочего котлована, в поле **Ширина по дну, м** задается ширина по дну рабочего котлована. В поле **Смещение** задается расстояние начала рабочего котлована относительно левого конца футляра (например, если задано смещение 1 м, то начало рабочего котлована будет смещено вправо во внутрь футляра на 1 м). Откос стенок рабочего котлована, предназначенного для прокладки трубопровода методом прокола, продавливания или микротоннелирования, принимается равным откосу траншеи на участке.

### **Приемный котлован**

В этом блоке в поле **Длина, м** задается длина приемного котлована, в поле **Ширина по дну, м** задается ширина по дну приемного котлована. В поле **Смещение** задается расстояние начала приемного котлована относительно правого конца футляра (например, если задано смещение 1 м, то начало приемного котлована будет смещено влево во внутрь футляра на 1 м). Откос стенок приемного котлована, предназначенного для прокладки трубопровода методом прокола, продавливания или микротоннелирования, принимается равным откосу траншеи на участке.

### **Планировка (поперечные откосы)**

В этом блоке в полях **Откос срезки 1:** и **Откос засыпки 1:** задаются величины откосов для участков срезки и засыпки, принимаемые по умолчанию при создании полосы строительства трубопровода.

### **Надземные препятствия**

В этом блоке в полях **Способ разработки** и **Способ засыпки** посредством выбора из падающих списков задаются типы землеройной техники, используемой при разработке и засыпке на переходах через надземные препятствия. В поле **Расстояние,м** задается длина разработки на переходах через надземные препятствия

### **Подземные препятствия**

В этом блоке в полях **Способ разработки** и **Способ засыпки** из падающих списков выбираются соответственно способ разработки и способ засыпки траншеи при переходах через подземные препятствия. В поле **Расстояние,м** задается длина разработки при переходах через подземные препятствия.

После назначения и проверки параметров для участков планировки рельефа и параметров траншеи для прокладки трубопровода нажмите кнопку **ОК**

## **2.2. Редактирование прототипа**

Для редактирования прототипа проектирования трубопровода в меню «**Параметры**» выберите пункт «**Прототипы проектирования**», нажмите кнопку **+**, выберите имеющийся Прототип проектирования, нажмите правую кнопку мыши и в контекстном меню выберите пункт «**Редактировать**». Предлагается диалог **Параметры проектирования металлических трубопроводов**.

В этом диалоге вы можете выбрать другой нормативный документ, изменить параметры в любых закладках: **Трубопровод**, **Условия прокладки**, **Расчет категорий для трубопровода**, **Отводы или Полоса/Траншея**. После внесения всех изменений по закладкам в поле **Имя** введите новое имя для отредактированного прототипа проектирования и сохраните его нажатием кнопки **ОК**.

Параметры проектирования металлических трубопроводов

Имя:

Тип трубопровода:  Диаметр трубопровода:

Нормативный документ:  Рабочее давление:

Трубопровод  Расчет категорий для трубопровода  Полоса/траншея

Толщина заводской изоляции, мм:  ТУ:

Данные для расчета нормативных нагрузок

Максимальная температура транспортируемого продукта, °C:  Температурный перепад положительный (ΔT1), °C:

Минимальная температура воздуха для сварочных работ, °C:

Минимальная температура транспортируемого продукта, °C:  Температурный перепад отрицательный (ΔT2), °C:

Максимальная температура воздуха для сварочных работ, °C:

Проверка прочности по продольным и эквивалентным напряжениям для стадии:

Плотность продукта при t=15°C, кг/м³:  Зона строительства:

Плотность воды с учетом растворенных солей, кг/м³:

Зоны по СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия.

Зона по скоростному напору ветра:  Нормативный скоростной напор ветра, н/м²:

Зона по снеговой нагрузке:  Нормативная снеговая нагрузка, н/м:

Зона по обледенению трубопровода:  Нормативная толщина слоя льда, мм:

Данные для расчета промышленных трубопроводов

Срок службы по проекту, лет:  Добавка к толщине стенки на коррозию, мм:

Содержание сероводорода:

Нормативные параметры по СП

**Внимание!** Если прототип присоединен к проектной трассе, то на редактирование прототипа накладываются ограничения. Нельзя изменять следующие параметры:

- тип проектируемой трассы;
- нормативный документ для расчета;
- диаметр трубопровода;
- радиус упругого изгиба, рассчитанный для категории трубопровода.

### 2.3. Копирование прототипа

Для копирования прототипа проектирования трубопровода в меню «**Параметры**» выберите пункт «**Прототипы проектирования**», нажмите кнопку **+**, выберите имеющийся Прототип проектирования, нажмите правую кнопку мыши и в контекстном

меню выберите пункт **«Копировать»**. Предлагается диалог **Параметры проектирования металлических трубопроводов**.

В этом диалоге вы можете выбрать другой нормативный документ, изменить диаметр и рабочее давление для трубопровода и любые параметры в любых закладках: **Трубопровод, Условия прокладки, Расчет категорий для трубопровода, Отводы или Полоса/Траншея**. После внесения всех изменений по закладкам в поле **Имя** введите новое имя для отредактированного прототипа проектирования и сохраните его нажатием кнопки **ОК**.

**Внимание!** После внесения изменений в закладках **Трубопровод, Условия прокладки** или **Расчет категорий для трубопровода** **обязательно выполните Расчет ОКП трубопровода**.

#### 2.4. Удаление прототипа

Для удаления прототипа проектирования трубопровода в меню **«Параметры»** выберите пункт **«Прототипы проектирования»**, нажмите кнопку **+**, выберите имеющийся Прототип проектирования, нажмите правую кнопку мыши и в контекстном меню выберите пункт **«Удалить»**. Выбранный прототип будет удален.

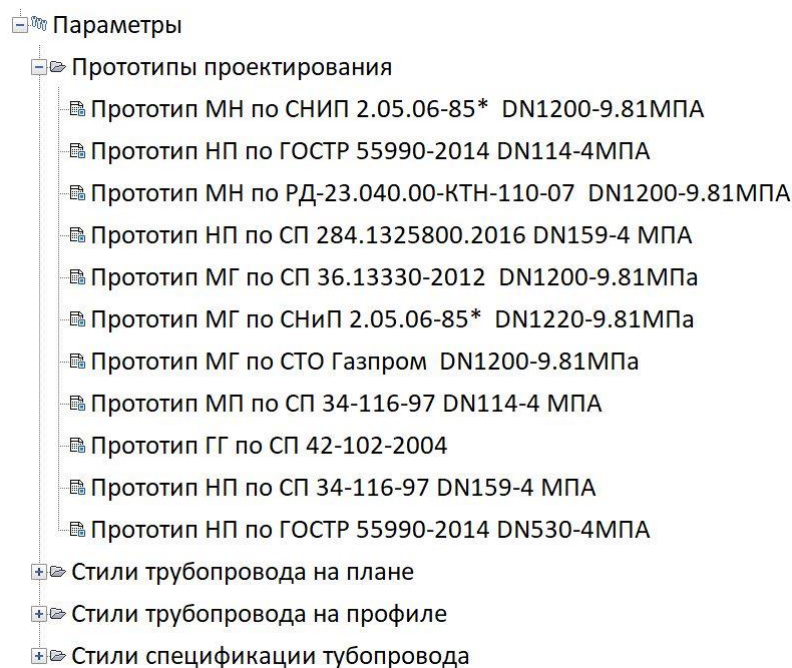
#### 2.5. Обновление прототипа

Для обновления прототипа проектирования трубопровода в меню **«Параметры»** выберите пункт **«Прототипы проектирования»**, нажмите кнопку **+**, выберите имеющийся Прототип проектирования, нажмите правую кнопку мыши и в контекстном меню выберите пункт **«Обновить»**. Выбранный прототип будет обновлен.

#### 2.6. Считывание прототипов из чертежа

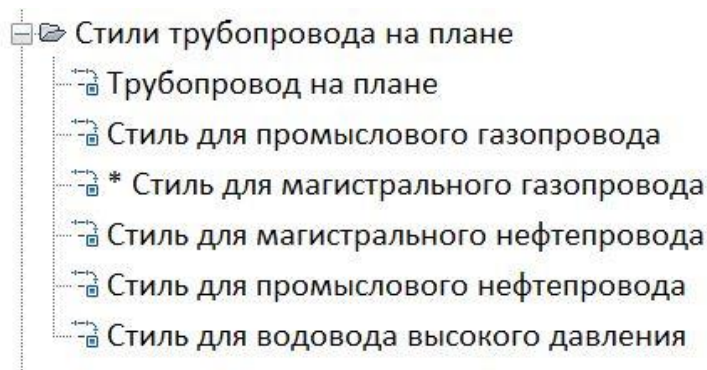
Для считывания прототипов проектирования из ранее созданного чертежа трубопровода в меню **«Параметры»** нажмите правую кнопку мыши и выберите пункт **«Считать из чертежа»**. На экран будет выведен диалог **Выбор файла**, с помощью которого необходимо выбрать файл ранее созданного чертежа трубопровода и выйти из диалога по кнопке **ОК**.

Все прототипы проектирования из выбранного чертежа будут добавления в текущий чертеж.



## 2.7. Стили трубопровода на плане

В приложении **Трубопроводы** стили созданы по принципу стилей *nanoCAD*. Их редактирование, копирование, смена стиля объекта происходят точно так же, как в *nanoCAD*.



Единственное отличие в том, что при создании объектов стили не запрашиваются, а назначаются автоматически. Для этого используются базовые стили. Эти стили появляются в разделе **Параметры** структуры чертежа после загрузки приложения.

Для создания стиля изображения трубопровода на плане в меню «**Параметры**» выберите пункт «**Стили трубопровода на плане**», нажмите правую кнопку мыши и в контекстном меню выберите пункт «**Создать**». На экран будет выведен диалог **Стиль трубопровода на плане**, в котором имеются две закладки: **Общие параметры** и **Отображение**.

В поле **Имя**: вводится имя стиля для проектируемого трубопровода на плане, например «Стиль для магистрального газопровода на плане».

Стиль трубопровода на плане

Имя: Трубопровод на плане

Общие параметры    Отображение

| Выноска футляра                                                | Блоки                  |
|----------------------------------------------------------------|------------------------|
| Название: Защитный футляр                                      | Кран/задвижка: ..      |
| <input checked="" type="checkbox"/> Пикет начала/конца участка | Надзем. опора Тип1: .. |
| <input checked="" type="checkbox"/> Длина футляра              | Надзем. опора Тип2: .. |
| Стиль мультивыноски: mgeo                                      | Надзем. опора Тип3: .. |
| Отступ от оси трассы: 10                                       | Опорный знак: ..       |
| Угол, °: 45                                                    |                        |

OK    Отмена    Применить

### 2.7.1. Общие параметры стиля

#### Выноска футляра

В этом блоке закладки **Общие параметры** в поле **Название:** выводится наименование защитного футляра, которое может быть изменено пользователем, например *Защитный футляр*.

Если перед полем **Пикет начала/конца участка** будет установлен флажок, то на выноске футляра автоматически будет выводиться пикет начала и конца участка с защитным футляром.

Если перед полем **Длина футляра** будет установлен флажок, то на выноске для футляра автоматически будет выводиться длина футляра.

#### Блоки

В нижеследующих полях можно выбрать из списка блок, который будет использоваться в качестве условного обозначения соответствующего элемента оформления плана. В списках выбора находятся все блоки текущего чертежа.

Пиктограмма  справа от каждого поля открывает диалог для выбора блока, сохраненного в отдельный файл.

**Кран/задвижка:** блок – условное обозначение на плане трассы крана/задвижки с электроприводом.

**Надзем. опора Тип1:** блок – условное обозначение на плане трассы надземной опоры типа 1 для прокладки трубопровода

**Надзем. опора Тип2:** блок – условное обозначение на плане трассы надземной опоры типа 1 для прокладки трубопровода

**Надзем. опора Тип3:** блок – условное обозначение на плане трассы надземной опоры типа 1 для прокладки трубопровода

**Опорный знак:** блок – условное обозначение на плане трассы опорного знака

## 2.7.2. Отображение стиля

Стиль трубопровода на плане

Имя: Трубопровод на плане

Общие параметры    Отображение

| Тип компонента                     | Вид... | Слой      | Цвет         | Тип линии | Надпись  | Т... | Мас... | Вес ли... |
|------------------------------------|--------|-----------|--------------|-----------|----------|------|--------|-----------|
| Проектная трасса                   | 💡      | GCPT_Plan | ■ По слою    | По слою   | Standard | 2    | 1.000  | По слою   |
| Участок прокладки по категориям    | 💡      | GCPT_Plan | ■ По слою    | По слою   | Standard | 2    | 1.000  | По слою   |
| Выноска угла поворота трубопровода | 💡      | GCPT_Plan | ■ По слою    | По слою   | Standard | 2    | 1.000  | По слою   |
| Участок планировки (засыпка)       | 💡      | GCPT_Plan | ■ По слою    | По слою   | Standard | 2    | 1.000  | По слою   |
| Участок планировки (срезка)        | 💡      | GCPT_Plan | ■ По слою    | По слою   | Standard | 2    | 1.000  | По слою   |
| Выноска участка планировки         | 💡      | GCPT_Plan | ■ По слою    | По слою   | Standard | 2    | 1.000  | По слою   |
| <b>Футляр/кожух</b>                | 💡      | GCPT_Plan | ■ фиолетовый | По слою   | Standard | 2    | 1.000  | По слою   |
| Выноска футляра                    | 💡      | GCPT_Plan | ■ По слою    | По слою   | Standard | 2    | 1.000  | По слою   |
| Кран/задвижка                      | 💡      | GCPT_Plan | ■ По слою    | По слою   | Standard | 2    | 1.000  | По слою   |
| Надземная опора Тип1               | 💡      | GCPT_Plan | ■ По слою    | По слою   | Standard | 2    | 1.000  | По слою   |
| Надземная опора Тип2               | 💡      | GCPT_Plan | ■ По слою    | По слою   | Standard | 2    | 1.000  | По слою   |

OK    Отмена    Применить

### Тип компонента

В этом столбце приводятся компоненты, которые составляют изображение трубопровода на плане. Ниже приводятся параметры изображения каждой компоненты.

**Проектная трасса:** условное обозначение проектируемого трубопровода на плане;

**Участок прокладки по категориям:** условное обозначение участков прокладки по категориям;

**Выноска угла поворота трубопровода:** условное обозначение выноски угла поворота трубопровода на плане;

**Участок планировки (засыпка):** условное обозначение участка засыпки на плане;

**Участок планировки (срезка):** условное обозначение участка срезки грунта на плане;

**Выноска участка планировки:** условное обозначение выноски участка планировки на плане;

**Футляр/кожух:** условное обозначение защитного футляра/кожуха на плане;

**Выноска футляра:** условное обозначение выноски для защитного футляра на плане;

**Кран/задвижка:** условное обозначение крана/задвижки на плане;

**Надземная опора Тип1:** условное обозначение надземной опоры трубопровода на плане;

**Надземная опора Тип2:** условное обозначение надземной опоры трубопровода на плане;

**Надземная опора Тип3:** условное обозначение надземной опоры трубопровода на плане;

**Опорный знак:** условное обозначение опорного знака на плане;

**Камера ПЗОУ:** условное обозначение камеры приема-запуска очистного устройства;

**Дно траншеи:** условное обозначение дна траншеи;

**Бровка траншеи:** условное обозначение бровки траншеи;

**Полоса строительства:** условное обозначение полосы строительства;

**Полоса временного отвода:** условное обозначение полосы временного отвода;

**Полоса постоянного отвода:** условное обозначение полосы постоянного отвода

### **Видимость**

В этом столбце нажатием на пиктограмму можно отключить/включить видимость соответствующей компоненты.

### **Слой**

В этом столбце показано имя слоя, на котором будет размещена соответствующая компонента. Двойным щелчком левой кнопки мыши открывается диалог для выбора другого слоя или создания нового.

### **Цвет**

В этом столбце показан цвет для отображения соответствующей компоненты. Двойным щелчком левой кнопки мыши открывается список для выбора цветов.

### **Тип линии**

В этом столбце показано имя типа линии для соответствующей компоненты. Двойным щелчком левой кнопки мыши открывается список загруженных в чертеж типов линий. Для загрузки других типов линий используйте пункт **Другой**, который открывает диалог *napoCAD Выбор типов линий (только для компонент линейного типа)*.

### **Надпись**

В этом столбце показано имя текстового стиля *napoCAD*, который будет использован для изображения соответствующей компоненты. Двойным щелчком левой кнопки мыши открывается список имеющихся в чертеже текстовых стилей (*только для компонент текстового типа*).

### **Точность**

В этом столбце показано количество десятичных знаков в надписи соответствующей компоненты. Двойным щелчком левой кнопки мыши каждое поле этого столбца становится доступно для ввода данных (*только для компонент числового типа*).

### **Масштаб линий**

В этом столбце показан масштаб типа линии соответствующей компоненты. Двойным щелчком левой кнопки мыши каждое поле этого столбца становится доступно для ввода данных (*только для компонент линейного типа*).

### **Вес линий**

В этом столбце показан вес линии соответствующей компоненты. Двойным щелчком левой кнопки мыши открывается список возможных весов линий *napoCAD* (*только для компонент линейного типа*).

## **2.8. Стили трубопровода на профиле**

Для создания стиля изображения трубопровода на профиле в меню «**Параметры**» выберите пункт «**Стили трубопровода на профиле**», нажмите правую кнопку мыши и в контекстном меню выберите пункт «**Создать**». На экран будет выведен диалог **Стиль трубопровода на профиле**, в котором имеются три закладки: **Общие параметры**, **Надписи/выноски** и **Отображение**.

В поле **Имя**: вводится имя стиля для проектируемого трубопровода на профиле, например *Стиль магистрального газопровода DN1200, Pp 9,81МПа на профиле*.

### **2.8.1. Общие параметры стиля**

Если перед полем **Скрывать изображение на переходах** будет установлен флажок, то на общем продольном профиле *GS* на участках переходов через естественные/искусственные препятствия геологическая информация не отображается.

**Внимание!** Если перед полем **Скрывать изображение под трубой** будет установлен флажок, то на продольном профиле в теле трубопровода будет создана маскировка. Цвет маскировки по умолчанию соответствует цвету экрана. Рекомендуется создавать маскировку перед выводом модели на печать или расчленением модели на объекты *napoCAD*.

### **Отметки/Расстояния**

Если перед полем **Отметки с учетом балластного груза** будет установлен флажок, то в подпрофильной таблице в строках, связанных с отметками трубопровода, данные по отметкам будут выводиться с учетом конструкции балластного груза.

Если перед полем **Двойные отметки с учетом футляра** будет установлен флажок, то в подпрофильной таблице в строках, связанных с отметками трубопровода, на участках переходов через препятствия, будут выводиться двойные отметки: по образующей трубопровода и образующей футляра.

**Внимание!** Если перед полем **Проектные отметки земли только по участкам планировки** будет установлен флажок, то в подпрофильной таблице в строках, связанных с планировочными отметками земли, данные будут выводиться только по участками планировки. В противном случае, строка будет заполняться полностью.

**Внимание!** Если перед полем **Вывод глубины** прокладки будет установлен флажок, то над линией профиля будет выводиться информация о глубине прокладки трубопровода в каждой характерной точке.

Стиль трубопровода на профиле

Имя: Трубопровод на профиле

Общие параметры | Надписи/выноски | Отображение

☒ Скрывать изображение на переходах

☒ Скрывать изображение под трубой

Отметки/Расстояния

☒ Отметки с учетом балластного груза

☒ Двойные отметки с учетом футляра

☒ Проектные отметки земли только по участкам планировки

☒ Вывод глубины прокладки по низу трубы

Редактирование

Размер точки: 0.2 ☒ ... по виду ...

Блоки

Кран/задвижка: ..

Вытяжная свеча: ..

Надзем. опора Тип1: ..

Надзем. опора Тип2: ..

Надзем. опора Тип3: ..

Опорный знак: ..

Выноска трубопровода: ..

Начало/конец кривой: GCPP\_NK\_KK ..

Границы балластировки: ..

Штриховки

Участок срезки: ANSI31

Угол: 0 Масштаб: 1

Участок засыпки: ANSI37

Угол: 0 Масштаб: 1

OK Отмена Применить

## Блоки

В нижеследующих полях можно выбрать из списка блок, который будет использоваться в качестве условного обозначения соответствующего элемента оформления профиля. В списках выбора находятся все блоки текущего чертежа.

Пиктограмма  справа от каждого поля открывает диалог для выбора блока, сохраненного в отдельный файл.

**Кран/задвижка:** блок – условное обозначение на продольном профиле трассы крана/задвижки с электроприводом.

**Вытяжная свеча:** блок – условное обозначение на продольном профиле трассы вытяжной свечи, устанавливаемой на защитных футлярах

**Надзем. опора Тип1:** блок – условное обозначение на продольном профиле трассы надземной опоры типа 1 для прокладки трубопровода

**Надзем. опора Тип2:** блок – условное обозначение на продольном профиле трассы надземной опоры типа 2 для прокладки трубопровода

**Надзем. опора Тип3:** блок – условное обозначение на продольном профиле трассы надземной опоры типа 3 для прокладки трубопровода

**Опорный знак:** блок – условное обозначение на профиле трассы опорного знака

**Выноска трубопровода:** блок – условное обозначение для выноски кривых, размещенных в вершинах трассы трубопровода на продольном профиле.

**Начало/конец кривой:** блок – условное обозначение на продольном профиле начала и конца кривой, размещенной в углах поворота трубопровода.

**Границы балластировки:** блок – условное обозначение на продольном профиле начала и конца участка балластировки трубопровода

### **Штриховки**

**Участок срезки** - выбирается тип линии, используемой для штриховки на изыскательском профиле участков срезки грунта, при этом в поле **Угол** задается угол наклона штриховки, а в поле **Масштаб** задается масштаб изображения штриховки.

**Участок засыпки** - выбирается тип линии, используемой для штриховки на изыскательском профиле участков засыпки грунтом, при этом в поле **Угол** задается угол наклона штриховки, а в поле **Масштаб** задается масштаб изображения штриховки.

### **Редактирование**

В поле **Размер точки** задается абсолютный размер узла редактирования на профиле. Узел редактирования будет изображаться в виде квадрата с указанной в этом поле длиной стороны (аналогично «ручкам», которые появляются при выборе объектов napoCAD). При зумировании размеры точки масштабируются вместе с чертежом.

Если перед полем **по виду** будет установлен флажок, то размер узлов редактирования при зумировании остается постоянным.

**Примечание.** Этот режим несколько замедляет работу системы. Рекомендуется использовать этот режим на небольших участках профиля.

## **2.8.2. Надписи/выноски**

### **Отступ от линии рельефа**

**Надпись участков категории:**

В этом поле задается расстояние, на котором от наивысшей точки профиля будет выводиться название участков категорий трубопровода

**Надпись объектов ситуации:**

В этом поле задается расстояние, на котором от наивысшей точки профиля будет выводиться название объектов ситуации (например, автодорог, рек, болот и др.)

**Надпись участков балластировки:**

В этом поле задается расстояние, на котором от наивысшей точки профиля будет выводиться название участков балластировки трубопровода

**Надпись участков планировки/траншеи:**

В этом поле задается расстояние, на котором от наивысшей точки профиля будет выводиться название участков планировки/траншеи для прокладки трубопровода.

**Стиль мультивыноски:**

В этом поле задается стиль мультивыноски папоCAD, которая будет использоваться для вывода информации по футлярам, участкам балластировки, участкам планировки.

**Выноска для трубопровода:**

В этом поле задается расстояние, на котором от наивысшей точки профиля будет выводиться выноска для трубопровода.

**Выноска для участка планировки:**

В этом поле задается расстояние, на котором от наивысшей точки профиля будет выводиться выноска для участка планировки рельефа.

**Выноска для футляра:**

В этом поле задается расстояние, на котором от наивысшей точки профиля будет выводиться выноска для защитного футляра.

**Выноска для участка балластировки:**

В этом поле задается расстояние, на котором от наивысшей точки профиля будет выводиться выноска участков балластировки трубопровода.

**Выноска трубопровода**

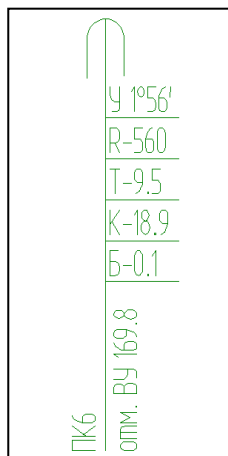
В полях **Горизонтальный угол:**, **Вертикальный угол:**, **Совмещенный угол:** и **Угол:** устанавливаются префиксы для вывода в выносках на плане и профиле соответственно горизонтального, вертикального и совмещенного углов.

В поле **Мин.угол для вывода, мин.** задается минимальное значение угла, при котором для угла формируется и выводится на чертеж выноска.

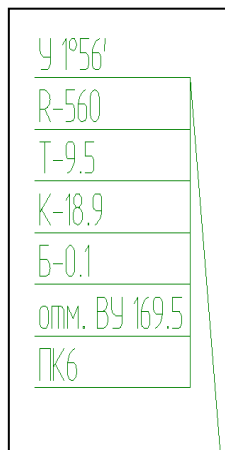
В поле **Мин.биссек. для вывода, м.** задается минимальное значение биссектрисы угла, при котором для кривых упругого изгиба будет создаваться и выводится на чертеж выноска.

В поле **Тип выноски** из списка выбирается блок, используемый для формирования надписей выноски.

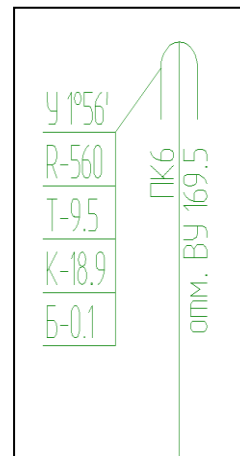
### Тип выноски 1



### Тип выноски 2



### Тип выноски 3



Если перед полем **Выноска сверху/снизу от оси трубопровода** будет установлен флажок, то выноска будет выводиться только сверху от оси, а если флажок отсутствует – то снизу от оси трубопровода.

Если перед полем **Выноски от вершины угла** будет установлен флажок, то выноски для гнутых отводов или кривых упругого изгиба на профиле могут размещаться в произвольном месте чертежа по указанию проектировщика. При выключенном параметре – выноски размещаются вертикально.

Если перед полем **Отметка верха трубы на выноске** будет установлен флажок, то в выноске будет выводиться отметка верха трубы (стандартно для газопроводов), а если флажок отсутствует – то отметка низа трубы (стандартно для нефтепроводов).

Стиль трубопровода на профиле

Имя: Трубопровод на профиле

Общие параметры    Надписи/выноски    Отображение

Отступ от линии рельефа

|                                      |    |                                    |    |
|--------------------------------------|----|------------------------------------|----|
| Надпись участков категории:          | 30 | Выноска для трубопровода:          | 30 |
| Надпись объектов ситуации:           | 30 | Выноска для участка планировки:    | 30 |
| Надпись участков балластировки:      | 30 | Выноска для футляра:               | 30 |
| Надпись участков планировки/траншеи: | 30 | Выноска для участка балластировки: | 30 |

Стиль мультивыноски: mgeo

Выноска трубопровода

Горизонтальный угол: Уг    Тип выноски: Тип 2

Вертикальный угол: Ув    ☐ Выноски снизу от оси трубопровода

Совмещенный угол: Ус    ☒ Выноска от вершины угла

Угол: У    ☒ Отметка верха трубы на выноске

Мин. угол для вывода, мин: 30    ☒ Вывод строительного радиуса

Мин. биссек. для вывода, м: 0.01

|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Выноска участка планировки</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Макс. отметка планировки</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Объем грунта</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Пикет начала/конца участка</p> | <p>Выноска участка футляра</p> <p>Название: Защитный футляр</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Длина футляра</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Пикет начала/конца участка</p> | <p>Выноска участка балластировки</p> <p>Название: Балластировка</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Тип груза, количество, шаг</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Длина участка</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Пикет начала/конца участка</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Стиль мультивыноски в области данных: mgeo

OK    Отмена    Применить

Если перед полем **Вывод строительного радиуса** будет установлен *флажок*, то на выноске будет дополнительно выводиться значение строительного радиуса, а если флажок отсутствует – то значение строительного радиуса в выноске выводиться не будет.

#### Выноска участка планировка

Если перед полем **Макс.отметка планировки** будет установлен *флажок*, то на выноске для участка планировки (срезки, засыпки, насыпи) будет выводиться максимальная отметка планировки.

Если перед полем **Пикет начала/конца участка** будет установлен *флажок*, то на выноске для участка планировки (срезки, засыпки, насыпи) будет выводиться пикет начала/конца участка планировки

Если перед полем **Объем грунта** будет установлен *флажок*, то на выноске для участка планировки (срезки, засыпки, насыпи) будет выводиться значение объема грунта в куб.м.

#### Выноска участка футляра

В поле **Название:** задается наименование защитного футляра, например, Футляр.

Если перед полем **Пикет начала/конца участка** будет установлен флажок, то на выноске для защитного футляра будет выводиться пикет начала и конца футляра.

Если перед полем **Длина футляра** будет установлен флажок, то на выноске для защитного футляра будет выводиться длина футляра.

#### **Выноска участка балластировки**

В поле **Название**: задается наименование участка, например *Балластировка перехода через реку*.

Если перед полем **Пикет начала/конца участка** будет установлен флажок, то на выноске для участка балластировки трубопровода утяжелителями будет выводиться пикет начала/конца участка.

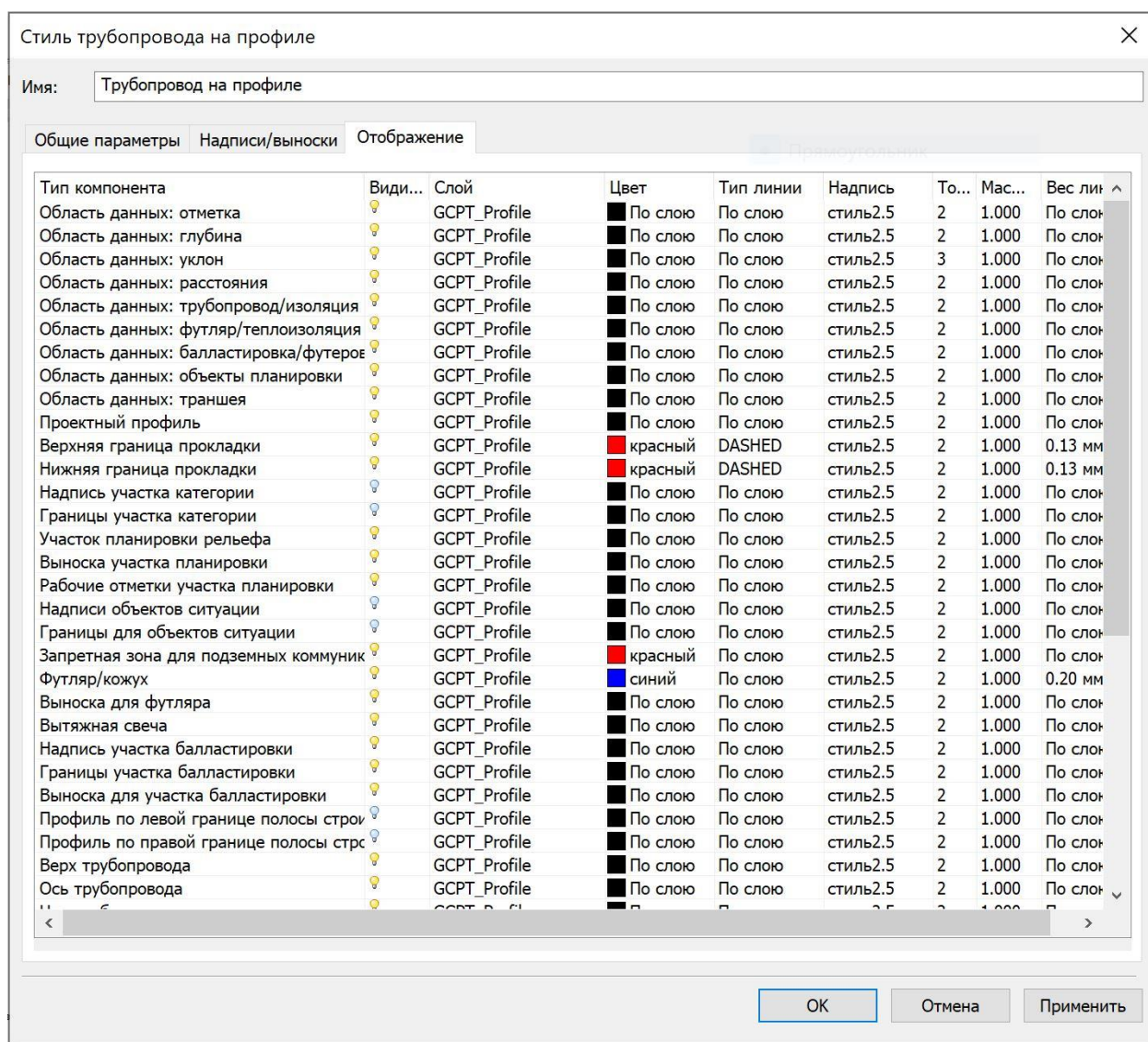
Если перед полем **Длина участка** будет установлен флажок, то на выноске для участка балластировки трубопровода утяжелителями будет выводиться длина участка

Если перед полем **Тип груза, количество, шаг** будет установлен флажок, то на выноске для участка балластировки трубопровода утяжелителями будет выводиться тип утяжелителей, их количество, шаг размещения на трубопроводе.

#### **Область данных/Стиль мультивыноски**

В этом поле выбирается стиль мультивыноски nanoCAD, которая будет использоваться в строках подпрофильной таблице.

### 2.8.3. Отображение стиля



#### Тип компонента

В этом столбце приводятся компоненты, которые составляют изображение трубопровода на профиле. Ниже приводятся параметры отображения каждой компоненты.

**Область данных: отметка:** текстовая компонента для надписей отметок вершин трубопровода на профиле, выводимых в подпрофильных таблицах GS.

**Область данных: глубина** текстовая компонента для надписей глубины заложения вершин трубопровода на профиле, выводимых в подпрофильных таблицах GS.

**Область данных: уклон** текстовая компонента для надписей уклонов трубопровода на профиле, выводимых в подпрофильных таблицах GS.

**Область данных: расстояния:** текстовая компонента для надписей расстояний между вершинами трубопровода на профиле, выводимых в подпрофильных таблицах GS.

**Проектный профиль:** условное обозначение на профиле линии проектного профиля, полученного с учетом срезок, засыпок и насыпей

**Верхняя граница прокладки:** условное обозначение на профиле верхней границы прокладки трубопровода

**Нижняя граница прокладки:** условное обозначение на профиле нижней границы прокладки трубопровода

**Надпись участка категории:** текстовая компонента для надписей участков категорий.

**Границы участка категории:** блок – условное обозначение на профиле границ участка категорий.

**Участок планировки рельефа:** блок – условное обозначение на профиле участка планировки рельефа (срезок, насыпок и насыпей).

**Выноска участка планировки:** блок – условное обозначение мультивыноски с параметрами планировки рельефа: максимальной отметкой планировки, пикетом начала и конца участка и объемом грунта.

**Рабочие отметки участка планировки:** текстовая компонента для надписей рабочих отметок участка планировки рельефа.

**Надписи объектов ситуации:** текстовая компонента для надписей объектов ситуации на профиле.

**Границы для объектов ситуации:** блок – условное обозначение на профиле объектов ситуации.

**Запретная зона для подземных коммуникаций:** условное обозначение на профиле запретных зон для подземных коммуникаций (нефте и газопроводов, водоводов, кабелей связи и др.).

**Футляр/кожух:** блок – условное обозначение на профиле для защитного футляра/кожуха.

**Выноска для футляра:** блок – условное обозначение мультивыноски для футляра с параметрами: пикетом начала и конца участка и длиной футляра.

**Вытяжная свеча:** блок – условное обозначение на профиле вытяжной свечи футляра.

**Надпись участка балластировки:** текстовая компонента для надписей участков балластировки.

**Границы участка балластировки:** блок – условное обозначение на профиле границ участков балластировки.

**Выноска для участка балластировки:** блок – условное обозначение мультивыноски для участка балластировки с параметрами: пикетом начала и конца участка, длиной участка, типом груза, количеством грузов и шагом размещения грузов.

**Профиль по левой границе полосы строительства:** условное обозначение профиля, построенного по левой границе полосы строительства.

**Эскиз оси трубопровода:** условное обозначение на профиле эскиза оси трубопровода.

**Профиль по правой границе полосы строительства:** условное обозначение профиля, построенного по правой границе полосы строительства.

**Верх трубопровода:** условное обозначение на профиле верхней образующей проектируемого трубопровода.

**Ось трубопровода:** условное обозначение на профиле оси проектируемого трубопровода.

**Низ трубопровода:** условное обозначение на профиле нижней образующей проектируемого трубопровода.

**Начало/конец кривой на оси трубопровода:** блок – условное обозначение на профиле начала и конца кривой, размещаемой в вершине трубопровода.

**Угол на верхней образующей трубопровода:** условное обозначение на профиле угла на верхней образующей трубопровода, от вершины которого размещается выноска.

**Угол на нижней образующей трубопровода:** условное обозначение на профиле угла на нижней образующей трубопровода, от вершины которого размещается выноска.

**Вершина трубопровода свободная:** блок – условное обозначение на профиле вершины угла, в которой отсутствует вставка.

**Вершина трубопровода с размещенной вставкой:** блок – условное обозначение на профиле вершины угла, в которой размещена вставка.

**Элементы вставки:** условное обозначение на профиле элементов составной вставки

**Надпись участка траншеи:** текстовая компонента для надписей участков траншеи

**Границы участка траншеи:** блок – условное обозначение на профиле границ участка траншеи

**Гидротеплоизоляция:** условное обозначение на профиле границ участка с гидротеплоизоляцией.

**Кран/задвижка:** блок – условное обозначение на плане трассы крана/задвижки с электроприводом.

**Надземная опора Тип1:** блок – условное обозначение на плане трассы надземной опоры типа 1 для прокладки трубопровода

**Надземная опора Тип2:** блок – условное обозначение на плане трассы надземной опоры типа 2 для прокладки трубопровода

**Надземная опора Тип3:** блок – условное обозначение на плане трассы надземной опоры типа 3 для прокладки трубопровода

**Опорный знак:** блок – условное обозначение на плане трассы опорного знака

**Нарушение норматива проектирования** – условное обозначение нарушения нормативной глубины заложения до верхней образующей трубопровода.

#### **Видимость**

В этом столбце нажатием на пиктограмму можно отключить/включить видимость соответствующей компоненты.

#### **Слой**

В этом столбце показано имя слоя, на котором будет размещена соответствующая компонента. Двойным щелчком левой кнопки мыши открывается диалог для выбора другого слоя или создания нового.

#### **Цвет**

В этом столбце показан цвет для отображения соответствующей компоненты. Двойным щелчком левой кнопки мыши открывается список для выбора цветов.

#### **Тип линии**

В этом столбце показано имя типа линии для соответствующей компоненты. Двойным щелчком левой кнопки мыши открывается список загруженных в чертеж типов линий. Для загрузки других типов линий используйте пункт **Другой**, который открывает диалог *naoCAD Выбор типов линий (только для компонент линейного типа)*.

#### **Надпись**

В этом столбце показано имя текстового стиля *naoCAD*, который будет использован для изображения соответствующей компоненты. Двойным щелчком левой кнопки мыши открывается список имеющихся в чертеже текстовых стилей (*только для компонент текстового типа*).

#### **Точность**

В этом столбце показано количество десятичных знаков в надписи соответствующей компоненты. Двойным щелчком левой кнопки мыши каждое поле этого столбца становится доступно для ввода данных (*только для компонент числового типа*).

#### **Масштаб линий**

В этом столбце показан масштаб типа линии соответствующей компоненты. Двойным щелчком левой кнопки мыши каждое поле этого столбца становится доступно для ввода данных (*только для компонент линейного типа*).

## **Вес линий**

В этом столбце показан вес линии соответствующей компоненты. Двойным щелчком левой кнопки мыши открывается список возможных весов линий *napoCAD* (только для компонент линейного типа).

## **2.9. Стили спецификации трубопровода**

Для создания стиля спецификации трубопровода в меню «**Параметры**» выберите пункт «**Стили спецификации трубопровода**», нажмите правую кнопку мыши и в контекстном меню выберите пункт «**Создать**». На экран будет выведен диалог

В поле **Имя:** вводится наименование стиля спецификации трубопровода, например, *Спецификация нефтепровода 530 мм*

### **Структура спецификации:**

В этом поле из падающего списка выбирается тип структуры спецификации

### **Шаблон листа**

В этом поле указывается путь к файлу чертежа или шаблона, в котором содержатся шаблоны листов, и непосредственно шаблон листа, который будет использоваться при выполнении функции **Создать листы** по спецификации трубопровода.

Если перед полем **Длина трубопровода с учетом отводов холодного гнущего** будет установлен флажок, то при формировании в спецификации общего количества труб будут учитываться длины отводов холодного гнущего

Если перед полем **Длина трубопровода с учетом отводов горячего гнущего** будет установлен флажок, то при формировании в спецификации общего количества труб будут учитываться длины отводов горячего гнущего

## **Тип компонента**

В этом столбце приводятся компоненты, которые составляют изображение трубопровода на профиле. Ниже приводятся параметры изображения каждой компоненты.

**Общие:** линейная компонента, отвечающая за стиль отображения линий таблицы – границы столбцов и строк, а также блока заголовка таблицы.

**Заголовки:** графическая компонента для формирования шапки таблицы спецификации.

**Заголовки для столбцов:** текстовая компонента для надписей заголовков столбцов таблицы спецификации

**Заполнение таблицы:** текстовая компонента для надписей заполнения таблицы спецификации.

### **Видимость**

В этом столбце нажатием на пиктограмму можно отключить/включить видимость соответствующей компоненты.

### **Слой**

В этом столбце показано имя слоя, на котором будет размещена соответствующая компонента. Двойным щелчком левой кнопки мыши открывается диалог для выбора другого слоя или создания нового.

### **Цвет**

В этом столбце показан цвет для отображения соответствующей компоненты. Двойным щелчком левой кнопки мыши открывается список для выбора цветов.

### **Тип линии**

В этом столбце показано имя типа линии для соответствующей компоненты. Двойным щелчком левой кнопки мыши открывается список загруженных в чертеж типов линий. Для загрузки других типов линий используйте пункт **Другой**, который открывает диалог *naoCAD Выбор типов линий (только для компонент линейного типа)*.

### **Надпись**

В этом столбце показано имя текстового стиля *naoCAD*, который будет использован для изображения соответствующей компоненты. Двойным щелчком левой кнопки мыши открывается список имеющихся в чертеже текстовых стилей (*только для компонент текстового типа*).

### **Точность**

В этом столбце показано количество десятичных знаков в надписи соответствующей компоненты. Двойным щелчком левой кнопки мыши каждое поле этого столбца становится доступно для ввода данных (*только для компонент числового типа*).

### **Масштаб линий**

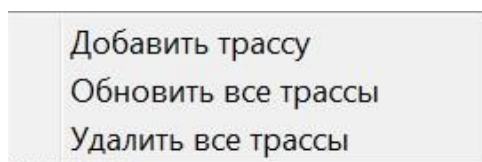
В этом столбце показан масштаб типа линии соответствующей компоненты. Двойным щелчком левой кнопки мыши каждое поле этого столбца становится доступно для ввода данных (*только для компонент линейного типа*).

### **Вес линий**

В этом столбце показан вес линии соответствующей компоненты. Двойным щелчком левой кнопки мыши открывается список возможных весов линий *naoCAD (только для компонент линейного типа)*

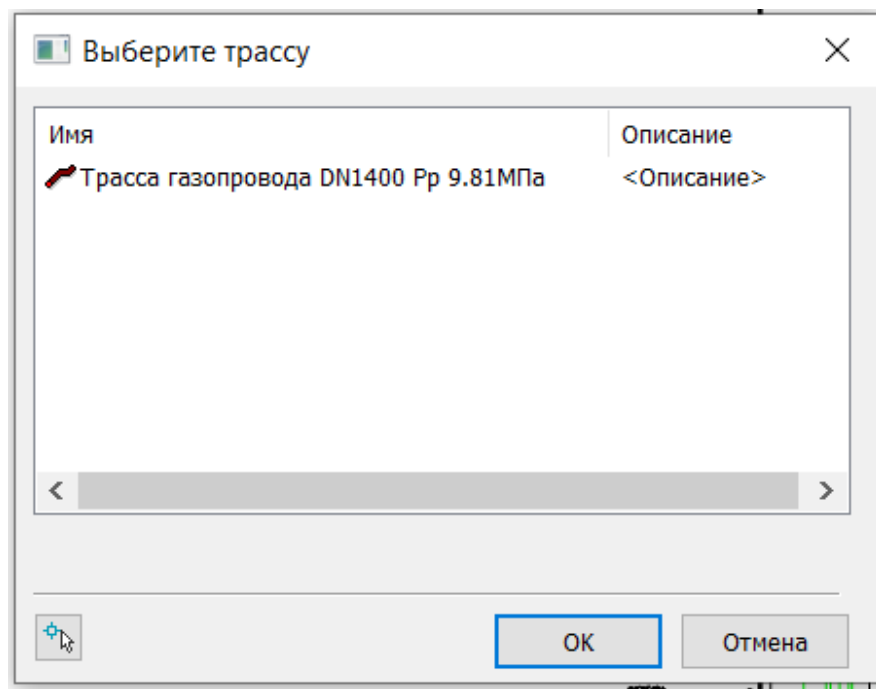
## Глава 3. Трассы трубопровода

В этой главе описываются способы создания трассы для проектирования трубопровода. В разделе **Трассы** при нажатии правой клавиши мыши на экран выводится контекстное меню с пунктами: **Добавить трассу**, **Обновить все трассы** и **Удалить все трассы**.

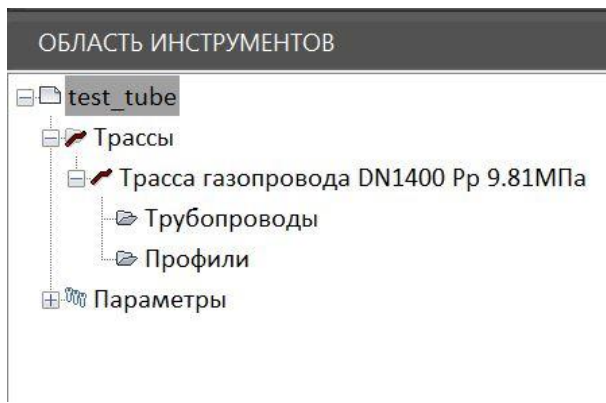


### 3.1. Добавить трассу

На чертеже могут быть размещены трассы для проектирования различных линейных объектов, например, трассы для проектирования автодорог, воздушных линий электропередачи и другие. При выборе пункта **Добавить трассу** нажмите клавишу **Enter** – на экран будет выведен диалог для выбора из существующих трасс на чертеже трассы для проектирования трубопровода, например *Трасса газопровода DN1400 Рр 9.81МПа*

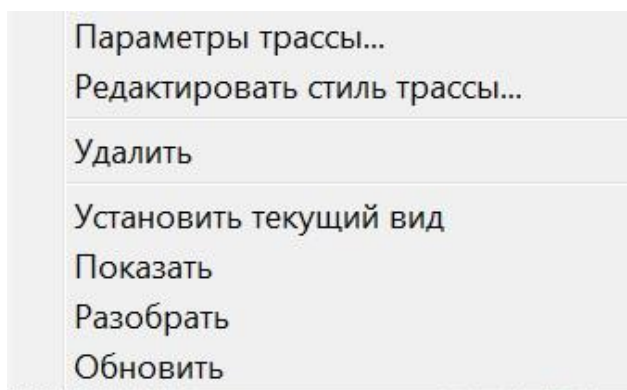


В разделе **Трассы** будет создан подраздел *Трасса газопровода DN1400 Рр 9.81МПа* с пунктами **Трубопроводы** и **Профили**.



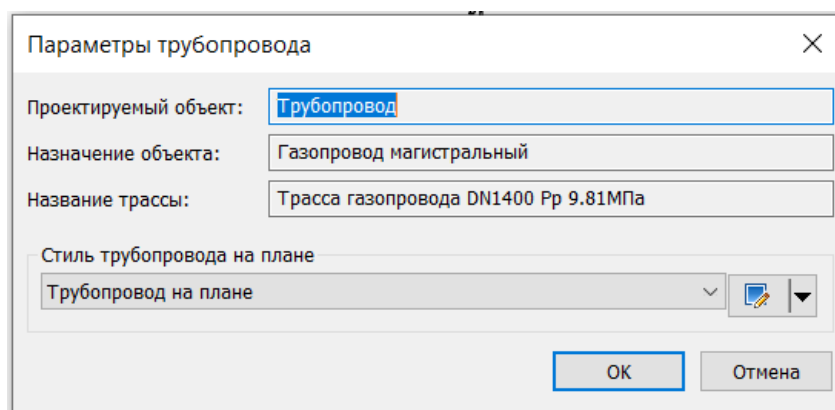
Выбор трассы для проектирования трубопровода также доступен путем выбора пиктограммы  из основной панели программы.

Установите курсор на трассе проектируемого трубопровода, например **Трасса газопровода DN1400 Pp 9.81МПа** и нажатием правой клавиши мыши выведите на экран контекстное меню, которое содержит пункты: **Параметры трассы, Редактировать стиль трассы, Удалить, Установить текущий вид, Показать, Разобрать и Обновить.**



### 3.1.1. Параметры трассы

При выборе пункта меню **Параметры трассы** на экран выводится диалог для выбора стиля изображения проектируемого трубопровода (см. п.2.7), например **Стиль для магистрального газопровода**



### 3.1.2. Редактировать стиль трассы

При выборе пункта меню **Редактировать стиль трассы** на экран выводится диалог для редактирования стиля изображения трубопровода на плане

Стиль трубопровода на плане

Имя:

Общие параметры    Отображение

| Выноска футляра                                                | Блоки                                       |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Название: <input type="text" value="Защитный футляр"/>         | Кран/задвижка: <input type="text"/> ..      |
| <input checked="" type="checkbox"/> Пикет начала/конца участка | Надзем. опора Тип1: <input type="text"/> .. |
| <input checked="" type="checkbox"/> Длина футляра              | Надзем. опора Тип2: <input type="text"/> .. |
| Стиль мультивыноски: <input type="text" value="Standard"/>     | Надзем. опора Тип3: <input type="text"/> .. |
| Отступ от оси трассы: <input type="text" value="10"/>          | Опорный знак: <input type="text"/> ..       |
| Угол, °: <input type="text" value="45"/>                       |                                             |

OK    Отмена    Применить

### 3.1.3. Удалить трассу

При выборе пункта меню **Удалить** на экран выводится запрос на удаление информации по проектируемому трубопроводу, связанному с трассой. При выходе из запроса по кнопке **ОК**, вся связанная с трассой информация по проектируемому трубопроводу будет удалена.

### 3.1.4. Установить текущий вид (трасса)

Используйте эту команду для выбора трассы в плане как текущего вида для выполнения функций. Вызов команды осуществляется через структуру трассы: в разделе **Трассы**, <имя трассы> правой кнопкой мыши открыть контекстное меню и выбрать функцию **Установить текущий вид**.

**Примечание.** Для выбора текущего вида после вызова какой-либо функции используйте горячие клавиши (**о** – ось или **п** – общий профиль трассы).

### 3.1.5. Показать трассу

При выборе пункта меню **Показать** на экран будет выведено укрупненное изображение трассы, выбранной для проектирования трубопровода.

### 3.1.6. Разобрать трассу

При выборе пункта меню **Разобрать** на экран выводится запрос на преобразование объектов трассы текущего чертежа, созданных в приложении **Трубопроводы**, в элементы чертежа *nanocAD*.

### 3.1.7. Обновить трассу

При выборе пункта меню **Обновить** информация по трассе, выбранной для проектирования трубопровода, будет обновлена

### 3.2. Обновить все трассы

При выборе пункта **Обновить все трассы** автоматически будут обновлены все трассы, предназначенные для проектирования трубопроводов.

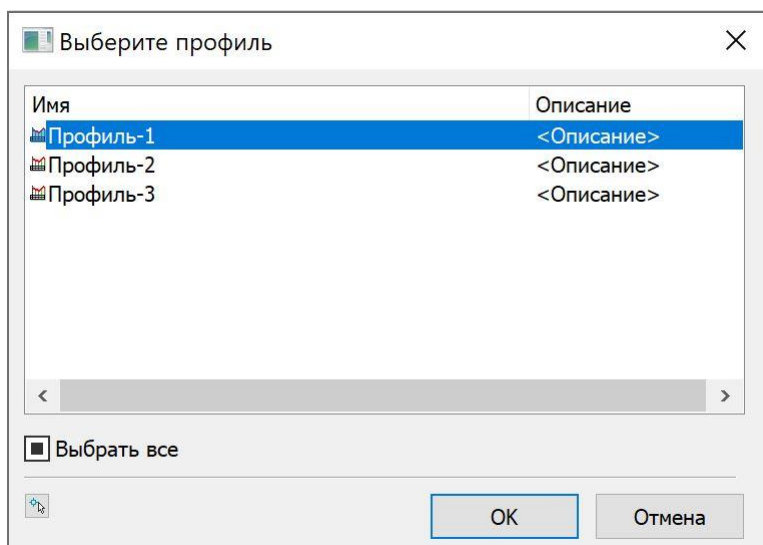
### 3.3. Удалить все трассы

При выборе пункта **Удалить все трассы** автоматически будут удалены все трассы, предназначенные для проектирования трубопроводов.

## Глава 4. Профили трубопровода

### 4.1. Добавить профиль

Функция предназначена для добавления к трассе профилей, на которых будет выполняться проектирование трубопровода. Вызов функции осуществляется через структуру трассы: в разделе **Профили** правой клавишей мыши открыть контекстное меню и выбрать функцию **Добавить профиль**. При нажатии клавиши Enter на экран выводится диалоговое окно для выбора профилей трассы:



Курсором выделите добавляемый общий продольный профиль и выйдете из диалога по кнопке ОК.

Если перед полем **Выбрать все** будет установлен флажок, то к трассе трубопровода будут добавлены все созданные ранее профили.

Для добавления к трассе выбранного на чертеже профиля необходимо воспользоваться пиктограммой  и курсором указать профиль.

### 4.2. Удалить все профили

С помощью данной функции можно удалить все профили текущей трассы. Вызов функции осуществляется через структуру трассы: в разделе **Профили** правой кнопкой мыши открыть контекстное меню и выбрать функцию **Удалить все профили**.

### 4.3. Параметры профиля

Вызов диалога **Параметры профиля** осуществляется через структуру трассы: в разделе **Профили**, <имя профиля> правой кнопкой мыши открыть контекстное меню и выбрать пункт **Параметры**, открывающий следующий диалог:

Параметры профиля

Имя:

Горизонтальный масштаб:  Начало:  Конец:

Вертикальный масштаб:  Мин.высота:  Макс.высота:

Геологический масштаб:

Стиль трубопровода на профиле:

В поле **Имя**: выводится наименование выбранного профиля.

В поле **Горизонтальный масштаб**: выводится значение горизонтального масштаба профиля.

В поле **Вертикальный масштаб**: выводится значение вертикального масштаба профиля.

В поле **Геологический масштаб**: выводится значение геологического масштаба профиля.

В поле **Начало**: выводится значение начала профиля в м. В поле **Конец**: выводится значение конца профиля в м. В поле **Мин.высота**: выводится значение минимальной высотной отметки профиля. В поле **Макс.высота**: выводится значение максимальной высотной отметки профиля.

В блоке **Стиль трубопровода на профиле**: из падающего меню выбирается стиль изображения трубопровода на профиле (см. п.2.8 Стили трубопровода на профиле).

#### 4.4. Редактировать стиль профиля

Вызов диалога **Редактировать стиль профиля** осуществляется через структуру трассы: в разделе **Профили**, <имя профиля> правой кнопкой мыши открыть контекстное меню и выбрать пункт **Редактировать стиль профиля**, открывающий следующий диалог:

Стиль трубопровода на профиле

Имя:

Общие параметры | Надписи/выноски | Отображение

☒ Скрывать изображение на переходах  
☒ Скрывать изображение под трубой  

Отметки/Расстояния

☒ Отметки с учетом балластного груза  
☒ Двойные отметки с учетом футляра  
☒ Проектные отметки земли только по участкам планировки  
☒ Вывод глубины прокладки 

Редактирование

Размер точки:  ☒ ... по виду ...

Блоки

Кран/задвижка:  ..

Вытяжная свеча:  ..

Надзем. опора Тип1:  ..

Надзем. опора Тип2:  ..

Надзем. опора Тип3:  ..

Опорный знак:  ..

Выноска трубопровода:  ..

Начало/конец кривой:  ..

Границы балластировки:  ..

Штриховки

Участок срезки:   
Угол:  Масштаб:

Участок засыпки:   
Угол:  Масштаб:

OK Отмена Применить

В этом диалоге можно редактировать стиль трубопровода на профиле (см. п.2.8. Стили трубопровода на профиле).

#### 4.5. Удалить профиль

С помощью данной функции можно удалить из структуры трассы выбранный профиль. Вызов функции осуществляется через структуру трассы: в разделе **Профили**, <имя профиля> правой кнопкой мыши открыть контекстное меню и выбрать функцию **Удалить профиль**.

**Примечание.** Функция недоступна для общего профиля, если в структуре трассы есть другие профили.

#### 4.6. Установить текущий вид (профиль)

Используйте эту команду для выбора профиля как текущего вида для выполнения функций. Вызов команды осуществляется через структуру трассы: в разделе **Профили**, <имя

**профиля>** правой кнопкой мыши открыть контекстное меню и выбрать функцию **Установить текущий вид**.

**Примечание.** Для выбора текущего вида после вызова какой-либо функции используйте горячие клавиши (**o** – ось или **n** – общий профиль трассы).

#### **4.7. Показать профиль**

При выборе пункта меню **Показать** на экран будет выведено укрупненное изображение выбранного профиля для проектирования трубопровода.

#### **4.8. Обновить профиль**

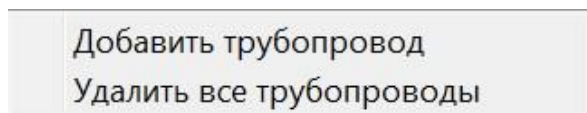
При выборе пункта меню **Обновить** информация по профилю, выбранному для проектирования трубопровода, будет обновлена

#### **4.9. Разобрать профиль**

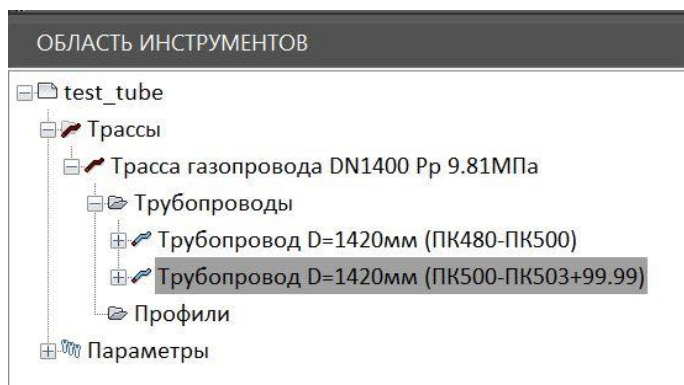
При выборе пункта меню **Разобрать** на экран выводиться запрос на преобразование объектов профиля текущего чертежа, созданных в приложении **Трубопроводы**, в элементы чертежа *nanocAD*.

## Глава 5. Трубопроводы

Функция предназначена для добавления проектируемого трубопровода к выбранной трассе или удаления трубопроводов. Вызов функции осуществляется через структуру трассы: в разделе **Трубопроводы** правой клавишей мыши открыть контекстное меню и выбрать функцию **Добавить трубопровод** или **Удалить все трубопроводы**



В общем случае на трассе проектируемого трубопровода могут быть выделены несколько участков и для каждого из участков могут быть назначены разные прототипы проектирования, например, для участков с подземным и надземным способами прокладки.



### 5.1. Добавить трубопровод

Добавление трубопровода возможно как на плане трассы, так и на общем продольном профиле трассы. Вызов диалога для добавления трубопровода осуществляется через структуру трассы: в разделе **Трубопроводы** при нажатии правой клавиши мыши и выборе пункта **Добавить трубопровод**.

На экране открывается диалог **Параметры участка трубопровода**, в котором задаются пикетные значения начала и конца участка трубопровода, вычисляется протяженность каждого участка трубопровода и выбирается прототип проектирования для участка (см.п.2.1).

**Внимание!** Для задания начального и конечного пикетных значений участков трубопровода на плане трассы необходимо согласно указаниям п.3.1.4 установить для плана текущий вид. Для задания начального и конечного пикетных значений участков трубопровода на общем продольном профиле трассы необходимо согласно указаниям п.4.6 установить текущий вид для продольного профиля.

В диалоге в поле **Название:** вводится наименование участка проектируемого трубопровода и при выходе из диалога по кнопке ОК в структуре к введенному наименованию участка автоматически добавляется диаметр трубопровода в мм и в скобках пикетное значение начала и конца участка (*D=530 мм (ПК480-ПК503+99,86)*).

Задание начального и конечного пикетных значений для участков трубопровода может осуществляться курсором либо **на плане трассы** с помощью пиктограммы  либо и **на продольном профиле** с помощью пиктограммы .

В поле **Протяженность:** выводится длина создаваемого участка трубопровода.

В поле **Прототип проектирования** из падающего списка выбирается прототип проектирования для участка трубопровода (см. п.2.1).

Если для проектируемого трубопровода в падающем списке отсутствует необходимый прототип проектирования, то с помощью кнопки  прототип проектирования можно **Создать, Копировать, Редактировать** или **Выбрать из чертежа**.

Выбрав пункт **Создать**, можно создать новый прототип проектирования, руководствуясь указаниями п.2.1.1.

Выбрав пункт **Копировать**, можно создать новый прототип проектирования путем его копирования из ранее созданного прототипа, руководствуясь указаниями п.2.3.

Выбрав пункт **Редактировать** можно создать новый прототип проектирования путем редактирования ранее созданного прототипа, руководствуясь указаниями п.2.2.

Выбрав пункт **Выбрать из чертежа**, можно создать новый прототип проектирования путем выбора из ранее созданного чертежа нужного прототипа, руководствуясь указаниями п.2.6.

**Внимание!** При выборе прототипа для проектируемого трубопровода отслеживаются возможные коллизии:

- несовпадение диаметра в прототипе трубопровода и параметров отводов, размещенных в плановых вершинах трассы. При несовпадении значений появляется соответствующее предупреждение и отводы удаляются.
- несовпадение значений радиуса кривой упругого изгиба, рассчитанного для категорий проектируемого трубопровода и радиусов кривых упругого изгиба, размещенных в плановых вершинах трассы. При несовпадении значений появляется соответствующее предупреждение и кривые удаляются.

## 5.2. Удалить все трубопроводы

С помощью этой функции можно удалить все трубопроводы из чертежа.

## 5.3. Параметры трубопровода

В разделе **Трубопроводы** выбрать трубопровод (например Газопровод DN1400, Рр 9.81МПа), нажатием правой клавишей мыши открыть контекстное меню и выбрать функцию **Параметры трубопровода**. На экран выводится следующий диалог:

Параметры участка трубопровода

Название: Газопровод ПК0-ПК95

Начало: ПК0 + 0.00

Конец: ПК95+96.53 + 0.00

Протяженность: 9596.53 м

Прототип проектирования: Прототип МН по СНиП 2.05.06-85\* DN1200-9.81 МПа

OK Отмена

В этом диалоге можно изменить пикетаж начала и конца проектируемого трубопровода и выбрать другой прототип проектирования.

**Внимание!** При изменении пикетажа начала и конца участка проектируемого трубопровода отслеживаются возможные коллизии:

- несовпадение диаметра проектируемого трубопровода и параметров отводов, размещенных в плановых вершинах трассы. При несовпадении значений появляется соответствующее предупреждение и отводы удаляются.

- несовпадение значений радиуса кривой упругого изгиба, рассчитанного для категорий проектируемого трубопровода и радиусов кривых упругого изгиба, размещенных в плановых вершинах трассы. При несовпадении значений появляется соответствующее предупреждение и кривые удаляются.

#### **5.4. Редактировать прототип проектирования**

В разделе **Трубопроводы** выбрать проектируемый трубопровод, нажатием правой клавишей мыши открыть контекстное меню и выбрать функцию **Редактировать прототип проектирования**. На экран выводится диалог **Параметры проектирования металлических трубопроводов**, в котором можно изменить параметры проектирования, руководствуясь указаниями раздела 2.1. настоящего руководства.

**Внимание!** Если прототип присоединен к участку **Трубопровод**, то на редактирование прототипа накладываются ограничения. Нельзя изменять следующие параметры:

- тип проектируемой трассы;
- нормативный документ для расчета;
- диаметр трубопровода;
- радиус упругого изгиба, рассчитанный для категории трубопровода.

#### **5.5. Удалить трубопровод**

В разделе **Трубопроводы** выбрать проектируемый трубопровод, нажатием правой клавишей мыши открыть контекстное меню и выбрать функцию **Удалить**. Трубопровод будет удален в структуре из раздела **Трубопроводы**.

#### **5.6. Показать трубопровод**

В разделе **Трубопроводы** выбрать проектируемый трубопровод, нажатием правой клавишей мыши открыть контекстное меню и выбрать функцию **Показать**. Трубопровод будет показан на плане или профиле в увеличенном масштабе.

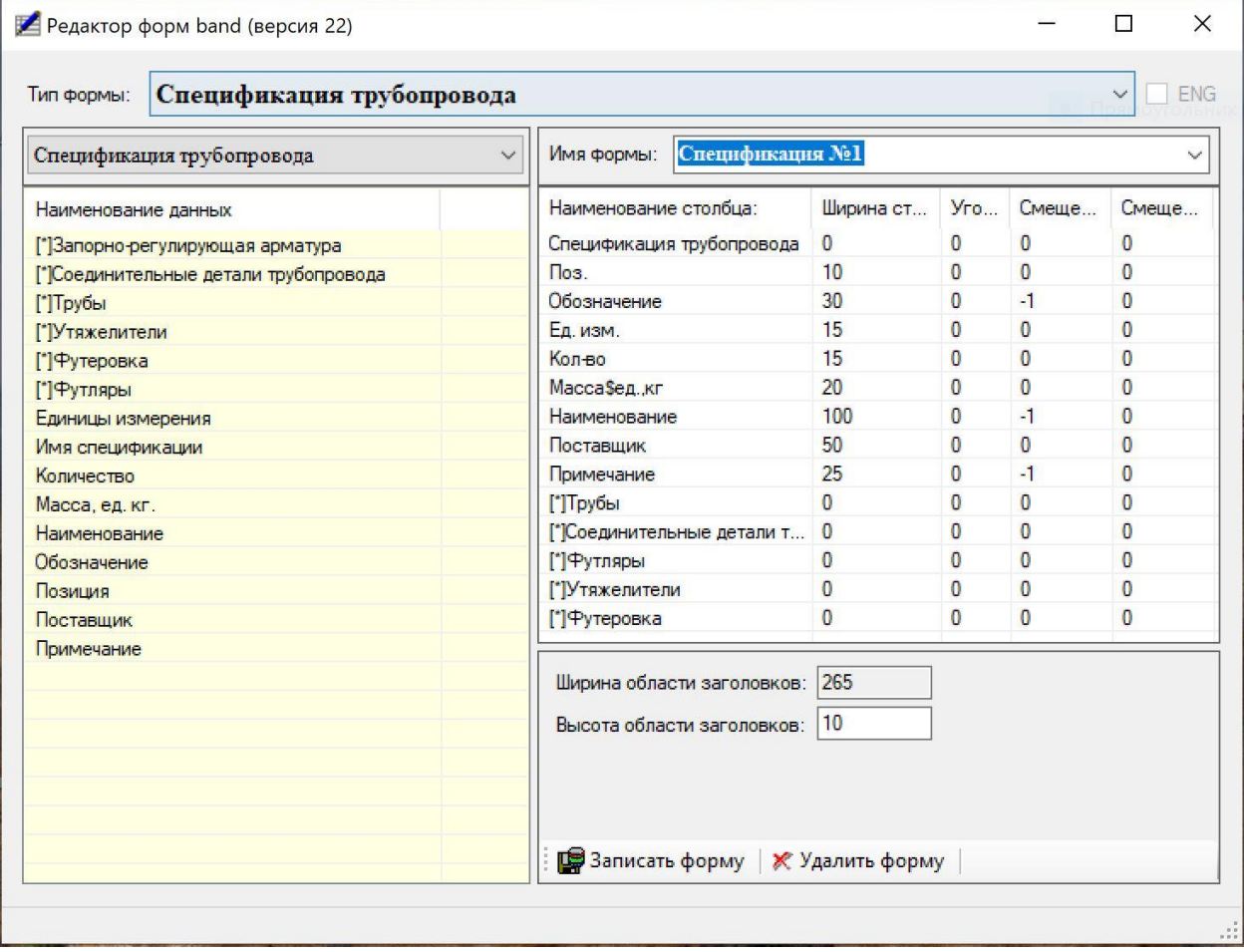
#### **5.7. Генерация спецификации**

В разделе **Профили** выбрать профиль, на котором спроектирован трубопровод, например Профиль-1, нажатием правой клавиши мыши открыть контекстное меню и выбрать функцию **Добавить спецификацию**. Для выбранного профиля автоматически будет сгенерирована спецификация по спроектированному трубопроводу, включающая в себя: трубы, футляры, утяжелители, соединительные детали трубопроводов (отводы холодного гнутья с углами гибки, отводы горячего гнутья с углами гибки) и выведена на чертеж профиля.

**Внимание!** При внесении каких-либо изменений в спроектированный трубопровод на профиле необходимо удалить ранее созданную спецификацию и снова сгенерировать на чертеже профиля новую спецификацию используя функцию **Добавить спецификацию**.

Тип формы для вывода спецификаций на чертеж продольного профиля трассы и чертежи профилей переходов через препятствия создаются пользователем с помощью **Редактора**

**форм**, вызываемого пиктограммой  Редактор форм



Редактор форм band (версия 22)

Тип формы: **Спецификация трубопровода** ENG

| Наименование данных                   | Имя формы: Спецификация №1                                  |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| [*]Запорно-регулирующая арматура      | Наименование столбца: Ширина ст... Уго... Смеще... Смеще... |
| [*]Соединительные детали трубопровода | Спецификация трубопровода 0 0 0 0                           |
| [*]Трубы                              | Поз. 10 0 0 0                                               |
| [*]Утяжелители                        | Обозначение 30 0 -1 0                                       |
| [*]Футовка                            | Ед. изм. 15 0 0 0                                           |
| [*]Фуляры                             | Кол-во 15 0 0 0                                             |
| Единицы измерения                     | Масса\$ед.кг 20 0 0 0                                       |
| Имя спецификации                      | Наименование 100 0 -1 0                                     |
| Количество                            | Поставщик 50 0 0 0                                          |
| Масса, ед. кг.                        | Примечание 25 0 -1 0                                        |
| Наименование                          | 0 0 0 0                                                     |
| Обозначение                           | [*]Трубы 0 0 0 0                                            |
| Позиция                               | [*]Соединительные детали т... 0 0 0 0                       |
| Поставщик                             | [*]Фуляры 0 0 0 0                                           |
| Примечание                            | [*]Утяжелители 0 0 0 0                                      |
|                                       | [*]Футовка 0 0 0 0                                          |

Ширина области заголовков: 265  
Высота области заголовков: 10

 Записать форму |  Удалить форму

В верхней части диалога указана версия базы данных.

**Тип формы** Спецификация трубопровода.

### Наименование данных

Здесь приводится список параметров, значения которых можно вывести в таблицу спецификации. Для переноса выбранной записи в правую часть диалога, где формируется форма таблицы, используется стандартная технология *Windows*: удерживая левую кнопку мыши переместить выбор в нужное поле. Для выбора нескольких записей этого списка используйте клавиши **Shift** и **Ctrl**.

### Имя формы

В поле **Имя формы** находится список имеющихся спецификаций трубопровода. Ниже этого поля приводится список строк текущей формы. Чтобы создать новую форму, измените имя формы и нажмите кнопку **Записать форму**.

#### **Наименование столбца**

Здесь находятся столбцы, формирующие текущую спецификацию трубопровода. В эту область данные попадают путем перетаскивания из списка, расположенного в левой части диалога. Названия столбцов выводятся в заголовки столбцов таблицы.

Чтобы **изменить** название столбца, щелкните по нему левой кнопкой мыши – поле становится доступным для редактирования.

Чтобы **переместить** столбец влево или вправо, выделите его и, удерживая левую кнопку мыши, переместите на нужную позицию списка.

Чтобы **удалить** столбец, нажмите клавишу **Delete**.

В столбце **Ширина столбца** вводится ширина каждого столбца таблицы углов поворота. Для элемента **Имя трассы** значение должно быть **0**.

В столбце **Угол надписи** можно выбрать угол вывода надписей в заголовках столбцов. Возможные значения **0°** или **90°**.

#### **Смещение по X и Смещение по Y не используются**

В поле **Ширина области заголовков** показана общая ширина таблицы по сумме всех столбцов.

В поле **Высота области заголовков** указывается общая высота области, предназначенной для заголовков столбцов.

При нажатии на кнопку **Записать форму** происходит запись изменений в базу данных **Band**.

При нажатии на кнопку **Удалить форму** происходит удаление формы, указанной в поле **Имя формы** из базы **Band**

#### **\*[Трубы]**

При включении в спецификацию раздела **\*[Трубы]** автоматически формируется описание труб, используемых в проектируемом трубопроводе. Описание состоит из названия: *Труба* [диаметр трубы]\*[толщина стенки] и ТУ на изготовление. Трубы сортируются по толщине стенки (по возрастанию).

#### **\*[Соединительные детали]**

При включении в спецификацию раздела **\*[Соединительные детали]** автоматически формируется описание отводов холодного и горячего гнущего, используемых в проектируемом трубопроводе. Описание состоит из названия: *Отвод*, типа отвода

(ГО/ОГ/ОКШ/ОКШС), угла гибки в градусах, [диаметр трубы]\*[толщина стенки], марка стали или класс прочности, рабочее давление, категория трубопровода, радиус гибки отвода, строительные длины, климатическое исполнение и ТУ на изготовление.

#### \*[Футляры]

При включении в спецификацию раздела \*[Футляры] автоматически формируется описание футляров, используемых в проектируемом трубопроводе. Описание состоит из названия: *Футляр* [диаметр трубы]\*[толщина стенки] и ТУ на изготовление. Футляры сортируются по толщине стенки (по возрастанию) и по длинам (по возрастанию).

#### \*[Утяжелители]

При включении в спецификацию раздела \*[Утяжелители] автоматически формируется описание утяжелителей, используемых в проектируемом трубопроводе. Описание состоит из названия *Утяжелитель* (кольцевой, клиновидный поясной, охватывающий), типа материала (железобетонный, чугунный), грунтозаполняемый (тестильный, полимерконтейнерный), диаметр трубы и ТУ на изготовление.

Данный **Редактор форм** позволяет редактировать имеющиеся и создавать новые формы подпрофильных таблиц и таблицы углов поворота, прямых и кривых.

Редактор форм band (версия 22)

Тип формы: **Подпрофильная таблица** Прямой ☐ ENG

Тип трассы: **Нефтепровод магистральный** Имя формы: **Профиль общий нефтепровода**

| Наименование данных                          | Наименование графы:                         | Высота графы: | Угол надписи |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------|--------------|
| Отметки земли натурные, м                    | Пикетаж                                     | 5             | 0            |
| Отметки земли по оси трубопровода, м         | Расстояния между отметками, м               | 10            | 0            |
| Отметки русловой деформации, м               | Отметки земли натурные, м                   | 15            | 90           |
| Переходы, выноски                            | Проектные отметки низа трубы, м             | 15            | 90           |
| Пикетаж изысканий                            | Расстояние, м\Уклон %                       | 10            | 0            |
| Пикетаж трубопровода                         | Траншея\Способ разработки                   | 10            | 0            |
| Пикеты\План линии\Километры                  | Траншея\Способ засыпки                      | 10            | 0            |
| План линии                                   | Траншея\Ширина по дну, м                    | 10            | 0            |
| Проектные данные\уклон, %\расстояние по ...  | Траншея\Крутизна откосов                    | 10            | 0            |
| Проектные отметки верха трубы, м             | Траншея\Глубина, м                          | 10            | 90           |
| Проектные отметки земли, м                   | #Категория участка#Диаметр x толщина...     | 10            | 0            |
| Проектные отметки низа трубы, м              | Контроль сварных стыков                     | 5             | 0            |
| Проектные отметки низа футляра               | Изоляция трубопровода и ее длина            | 10            | 0            |
| Проектные отметки оси\пилотной скважины      | Защита изоляции от\$механических повр...    | 10            | 0            |
| Проектные\$данные\Отметки земли, м           | Балластировка\$(тип устройства, кол-во, ... | 10            | 0            |
| Проектные\$данные\Расстояние, м\Уклон %      | Защитный кожух.#Дтр. x S, мм#длина,м        | 10            | 0            |
| Радиус трассировки                           |                                             |               |              |
| Расстояние в плане от границ\$перехода       |                                             |               |              |
| Расстояние между скважинами                  |                                             |               |              |
| Расстояние от точки входа скважины\$Глуби... |                                             |               |              |
| Расстояние, м\Уклон %                        |                                             |               |              |
| Расстояния между отметками, м                |                                             |               |              |

Ширина боковика:

Общая высота формы:

Записать форму Удалить форму

### Тип формы: Подпрофильная таблица.

В верхней части диалога указана версия базы данных.

#### Тип трассы

В этом списке выбирается тип трассы, для которого будет настраиваться форма подпрофильной таблицы, например, *Газопровод магистральный, Нефтепровод промысловый* и пр.

#### Наименование данных

Здесь приводится список параметров, значения которых можно вывести в подпрофильную таблицу соответствующего типа трассы. Для переноса выбранной записи в правую часть диалога используется стандартная технология *Windows*: удерживая левую кнопку мыши переместить выбор в нужное поле. Для выбора нескольких записей этого списка используйте клавиши **Shift** и **Ctrl**.

Если в списке отсутствуют какие-либо данные, пожалуйста, используйте данные **Резерв**. Графы с данными **Резерв** пользователь заполняет вручную.

В поле **Имя формы** находится список имеющихся в базе форм для указанного в поле **Тип трассы** типа трассы. Ниже этого поля приводятся графы текущей формы. Чтобы создать новую форму, измените имя формы и нажмите кнопку **Записать форму**.

#### Наименование графы

В этом столбце находятся графы, формирующие текущую подпрофильную таблицу. Графы попадают в этот столбец путем перетаскивания данных из списка, расположенного в левой части диалога. Название графы выводится в боковик подпрофильной таблицы.

Чтобы **изменить** название графы, щелкните по ней левой кнопкой мыши – поле становится доступным для редактирования.

Чтобы переместить графу вверх или вниз, выделите ее и, удерживая левую кнопку мыши, переместите на нужную позицию списка.

Чтобы **удалить** графу, нажмите клавишу **Delete**.

Для создания сложного боковика можно использовать следующие специальные символы:

|                                                |
|------------------------------------------------|
| Изоляция трубопровода и ее длина               |
| Защита изоляции от<br>механических повреждений |
| Балластировка<br>(тип устройства, кол-во, шаг) |

- \$ – перевод строки внутри ячейки, например ;

- \ или / – ячейка будет разделена по диагонали, например

|               |                   |  |
|---------------|-------------------|--|
|               |                   |  |
|               | Уклон %           |  |
| Расстояние, м |                   |  |
|               | Способ разработки |  |

- | – несколько граф с общим заголовком, например

|         |                   |
|---------|-------------------|
| Траншея | Способ разработки |
|         | Способ засыпки    |
|         | Ширина по дну, м  |
|         | Крутизна откосов  |
|         | Глубина, м        |

- # – надписи в боковике и графе в дробном виде (надпись, стоящая перед символом # будет размещена в числителе), например

|  |                             |
|--|-----------------------------|
|  | Категория участка           |
|  | Диаметр x толщина трубы, мм |
|  | Контроль сварных стыков     |

В столбце **Высота графы** вводится высота каждой графы подпрофильной таблицы.

В столбце **Угол надписи** можно выбрать угол вывода надписей 0° или 90°.

В поле **Ширина боковика** указывается общая ширина боковика.

В поле **Общая высота формы** показана общая высота подпрофильной таблицы по сумме всех ее граф.

При нажатии на кнопку **Записать форму** происходит запись изменений в базу данных **Band**.

При нажатии на кнопку **Удалить форму** происходит удаление формы, указанной в поле **Имя формы** из базы **Band**.

#### Порядок действий при создании формы подпрофильной таблицы

Чтобы создать новую форму:

1. В поле **Тип трассы** выбираем тип трасс, для которых будет использоваться новая форма.
2. В поле **Имя формы** вводим имя новой формы.

3. Перетаскиваем необходимые строки из списка слева в правый список. При необходимости переименовываем и перемещаем графы, лишние удаляем с помощью **Delete**.

4. Устанавливаем значение в поле **Ширина боковика**.

5. Нажимаем кнопку **Записать форму**. Созданная форма записана в базу **Band** на рабочий *SQL Server* и доступна в диалоге **Параметры профиля** для соответствующего типа трассы.

#### **Порядок действий при изменении формы подпрофильной таблицы**

Чтобы изменить форму:

1. В поле **Тип трассы** выбираем тип трасс, к которому относится изменяемая форма.

2. В поле **Имя формы** выбираем имя изменяемой формы.

3. Перетаскиваем необходимые строки из списка слева в правый список. При необходимости переименовываем и перемещаем строки, лишние удаляем с помощью **Delete**.

4. При необходимости изменяем значение поля **Ширина боковика**.

5. Нажимаем кнопку **Записать форму**. Измененная форма записана в базу **Band** на рабочий *SQL Server*. В чертеже одноименные подпрофильные таблицы обновляются автоматически.

#### **Тип формы: Таблица углов поворота, прямых и кривых**

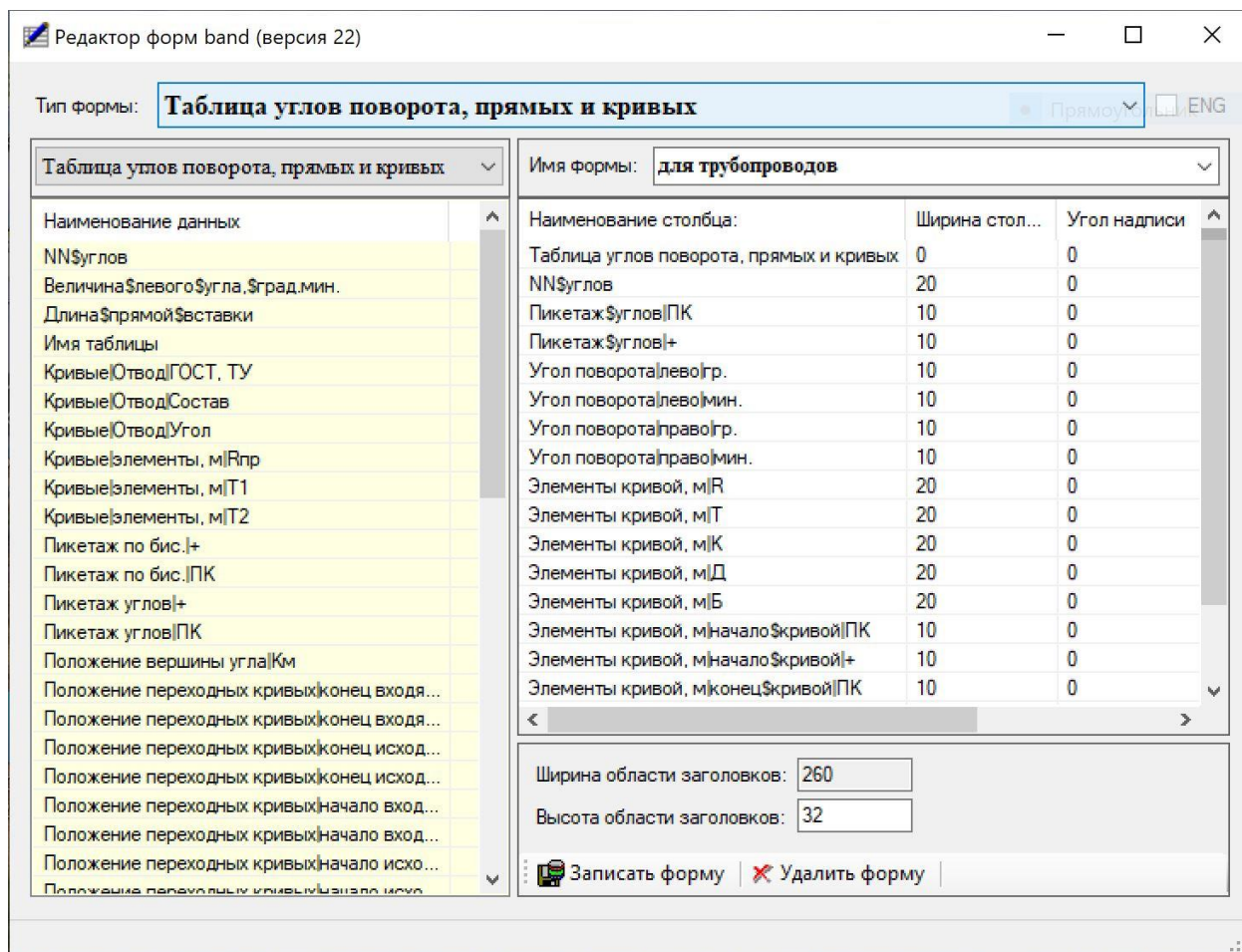
**Тип формы** Таблица углов поворота, прямых и кривых.

##### **Наименование данных**

Здесь приводится список параметров, значения которых можно вывести в таблицу углов поворота. Для переноса выбранной записи в правую часть диалога, где формируется форма таблицы, используется стандартная технология *Windows*: удерживая левую кнопку мыши переместить выбор в нужное поле. Для выбора нескольких записей этого списка используйте клавиши **Shift** и **Ctrl**.

В этом списке находится элемент **Имя таблицы**. Он используется для создания названия таблицы, например **Таблица углов поворота, прямых и кривых**.

В поле **Имя формы** находится список форм для таблиц углов поворота. Ниже этого поля приводится список строк текущей формы. Чтобы создать новую форму, измените имя формы и нажмите кнопку **Записать форму**.



### Наименование столбца

Здесь находятся столбцы, формирующие текущую таблицу углов поворота. В эту область данные попадают путем перетаскивания из списка, расположенного в правой части диалога. Названия столбцов выводятся в заголовки столбцов таблицы.

Чтобы **изменить** название столбца, щелкните по нему левой кнопкой мыши – поле становится доступным для редактирования.

Чтобы **переместить** столбец влево или вправо, выделите его и, удерживая левую кнопку мыши, переместите на нужную позицию списка.

Чтобы **удалить** столбец, нажмите клавишу **Delete**.

Для создания сложного заголовка столбца можно использовать следующие специальные символы:

- \$ – перевод строки в ячейке, например

|                            |                               |
|----------------------------|-------------------------------|
| Длина<br>прямой<br>вставки | Расстояние<br>между<br>углами |
| 1223,5                     | 1223,5                        |
| 730,4                      | 730,4                         |
| 1014,2                     | 1014,2                        |
| 455,2                      | 455,2                         |

;

- | – один столбец будет разделен на два и более с общим заголовком, например

| Пикетаж углов |   | Угол поворота |      |       |      |
|---------------|---|---------------|------|-------|------|
| ПК            | + | лево          |      | право |      |
|               |   | гр.           | мин. | гр.   | мин. |

|    |      |  |  |    |    |
|----|------|--|--|----|----|
| 0  | 0,0  |  |  |    |    |
| 12 | 23,5 |  |  | 37 | 57 |
| 19 | 53,9 |  |  | 11 | 52 |
| 29 | 68,1 |  |  | 9  | 43 |
| 34 | 23,3 |  |  |    |    |

**Примечание.** Высота объединенной ячейки рассчитывается из размера высоты текста, поэтому для увеличения ее высоты используйте управляющий символ перевода строки '\$'.

В столбце **Ширина столбца** вводится ширина каждого столбца таблицы углов поворота.

Для элемента **Имя трассы** значение должно быть **0**.

В столбце **Угол надписи** можно выбрать угол вывода надписей в заголовках столбцов.

Возможные значения **0°** или **90°**.

**Смещение по X** и **Смещение по Y** не используется.

В поле **Ширина области заголовков** показана общая ширина таблицы по сумме всех столбцов.

В поле **Высота области заголовков** указывается общая высота области, предназначенной для заголовков столбцов.

### Записать форму

При нажатии на кнопку **Записать форму** происходит запись изменений в базу данных **Band**.

При нажатии на кнопку **Удалить форму** происходит удаление формы, указанной в поле **Имя формы** из базы **Band**.

Созданные формы хранятся на текущем *SQL Server* – хранилище программных баз данных GeoSeries – в базе данных **Band**. При необходимости эту базу можно экспортировать в файл формата **sgs** для передачи на другой сервер. Для этого предназначена утилита **Менеджер баз данных**. Подробнее см **Инструкцию по установке nanoCAD GeoSeries**, раздел **Менеджер баз данных, Экспорт БД**.

Подпрофильные таблицы подключается профилю, созданному с помощью приложения **Трассы и профили** через диалог **Параметры профиля**. В этом диалоге в поле **Сетка профиля** находится список всех имеющихся в базе **Band** подпрофильных таблиц, доступных для данного типа трассы.

### 5.8. Участки прокладки по категориям

В разделе **Участки прокладки по категориям** задаются границы участков с разными категориями. Для прототипа проектирования магистральных газопроводов по ГОСТ Р 55989-2014 категории участков в зависимости от их назначения и способа прокладки задаются согласно таблице 1., а для прототипа проектирования магистральных трубопроводов по СП 36.13330.2012 категории участков в зависимости от их назначения и способа прокладки задаются согласно таблице 3.

Параметры участка по категории

Категория: II

Начало: ПК480 + 0.00

Конец: ПК481 + 99.89

Протяженность: 199.89 м

OK Отмена

В приложении **Трубопроводы** для созданных участков трубопровода по категориям по умолчанию устанавливается минимальная категория согласно прототипу проектирования, например в прототипе проектирования по *ГОСТ Р 55989-2014, ГОСТ 35070-2024* и по *ГОСТ Р 55990-2014* по умолчанию устанавливается категория **Н**, в прототипе проектирования, в прототипе проектирования по *СП 36.13330.2012* по умолчанию устанавливается категория **IV**, а в прототипе проектирования по *ГОСТ 35070-2024* и *СП 284.1325800.2016* по умолчанию устанавливается категория **III**.

Для задания повышенных категорий необходимо выбрать пункт **Участки прокладки по категориям**, нажать правую клавишу мыши и в диалоге **Параметры участка по категории** в зависимости от условий работы трубопровода в поле **Категория:** из падающего списка выбрать повышенную категорию, а затем указать **на плане трассы** с помощью пиктограммы  или **на профиле** с помощью пиктограммы  начало и конец каждого участка повышенной категории.

**Внимание!** При создании участка повышенной категории или изменении его границ отслеживается совпадение значений радиуса кривой упругого изгиба, рассчитанного для данной категории и радиусов кривых упругого изгиба, размещенных в плановых вершинах трассы. При несовпадении значений появляется соответствующее предупреждение и плановые кривые удаляются.

#### 5.8.1. Изменить категорию участка

Для изменения категории участка необходимо курсором в структуре выделить участок, нажать правую клавишу мыши и выбрать пункт **Параметры участка**. В открывшемся диалоге в поле **Категория:** из падающего списка выбрать нужную категорию участка и выйти из диалога по кнопке **ОК**. Категория участка будет изменена.

#### 5.8.2. Удалить участок категории

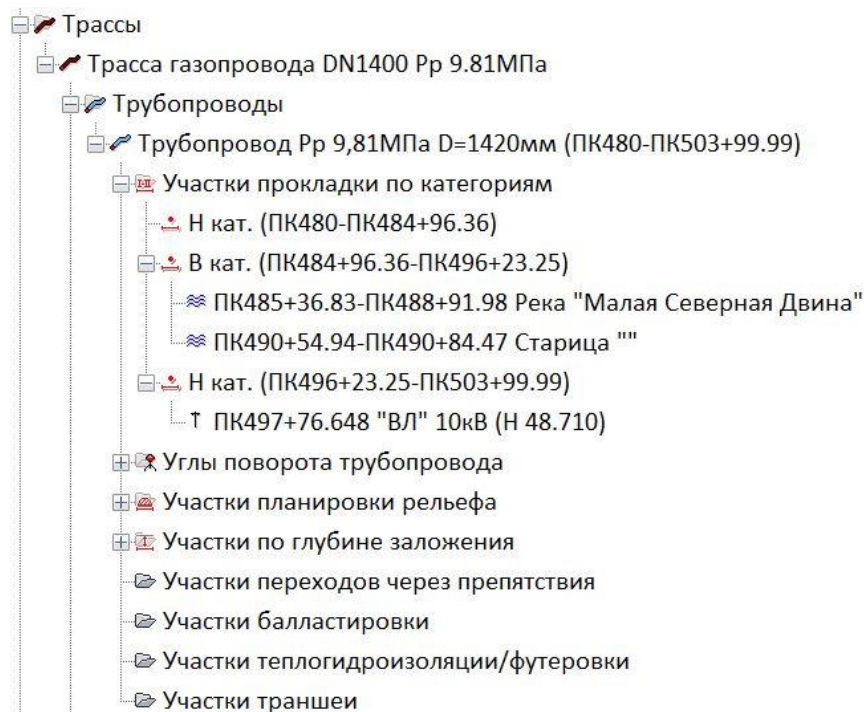
Для удаления участка с категорией необходимо в структуре курсором выделить участок, нажать правую клавишу мыши и выбрать пункт **Удалить**. В открывшемся диалоге подтвердите удаление участка нажатием кнопки **Да** и участок будет удален.

#### 5.8.3. Показать участок категории

Для показа на чертеже участка с категорией необходимо в структуре курсором выделить участок, нажать правую клавишу мыши и выбрать пункт **Показать**. На чертеже будет показан выбранный участок.

В результате, например, в структуре трассы для проектирования газопровода диаметром DN1400 с рабочим давлением Рр 9.81МПа создаются два участка категории Н и один участок перехода через реку категории В.

В структуре для каждого участка категории автоматически выводятся все препятствия на участке с названиями препятствий и с указанием их пикетажа



### 5.9. Участки планировки рельефа

При проектировании трубопроводов в зависимости от рельефа местности должна предусматриваться предварительная планировка строительной полосы путем срезки продольных и поперечных уклонов и подсыпки грунта в низинных местах.

В разделе **Участки планировки рельефа** выводится список создаваемых участков срезок/засыпок/полок и насыпей, формирующих проектный профиль по ширине полосы строительства.

Прокладку трубопроводов в горных условиях и в районах с сильно пересеченным рельефом местности следует предусматривать по водораздельным участкам, избегая неустойчивые и крутые склоны, а также районы селевых потоков. На косогорах с крутизной склонов 8°-11° предусматривается срезку и подсыпку грунта с целью устройства рабочей полосы (полки) с поперечным уклоном не более 6°-7°, по которой должен обеспечиваться проход строительной техники и проезд автотранспорта в процессе эксплуатации трубопроводов со съездами и въездами. Полки на косогорах следует проектировать двух типов: полувыемки-полунасыпи на косогорах с уклонами 12°-18°, когда насыпной грунт используется для прохода техники (рис. 2), и полки, располагаемые в выемке, на

материковом грунте (рис. 3) на косогорах с уклонами, превышающими  $18^\circ$ . Для отвода поверхностных вод полке откоса придают уклон 2% в обе стороны от оси траншеи.

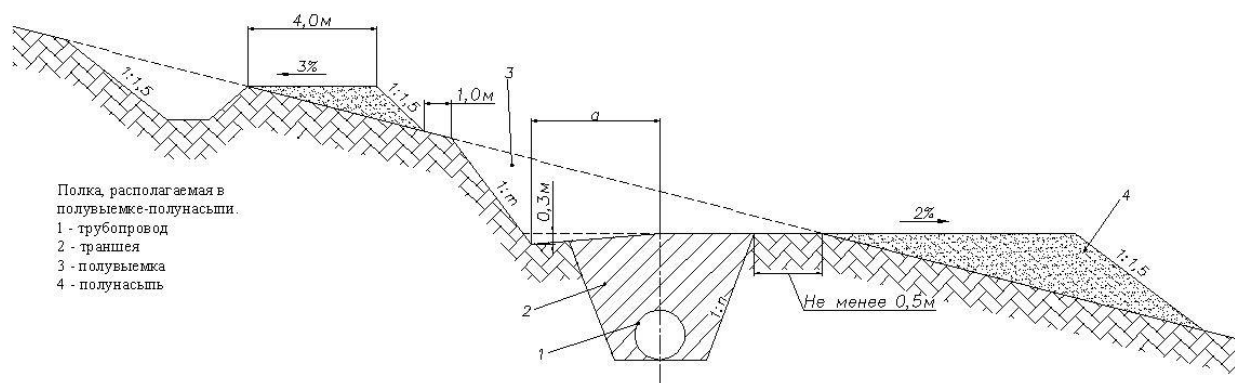


рис.2

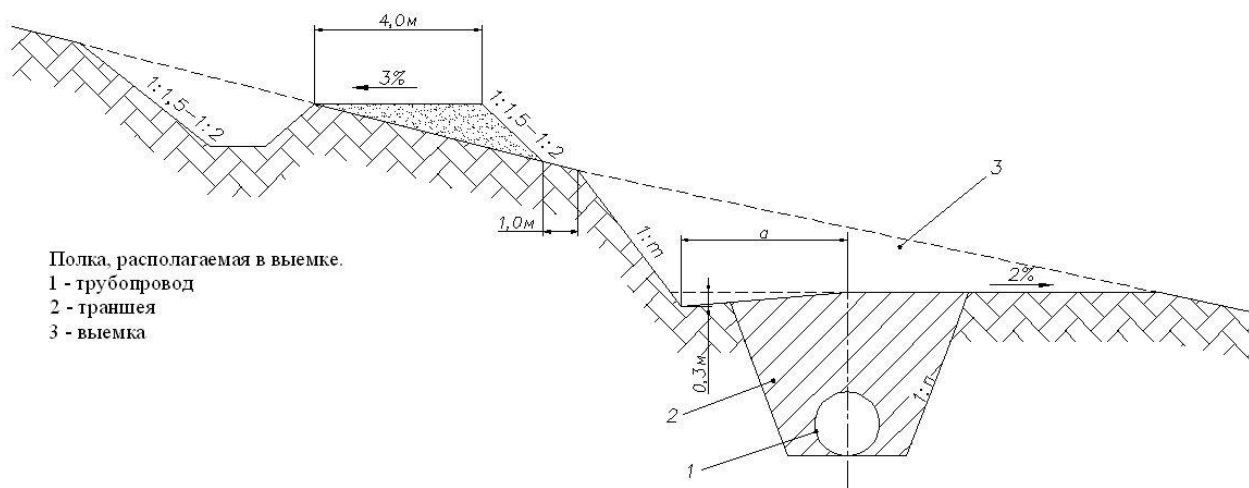


рис.3

### 5.9.1. Добавить участок срезки/засыпки

Для создания участков планировки строительной полосы: выравнивания микрорельефа, срезки продольных и поперечных уклонов, засыпки низинных мест, курсором в структуре в разделе **Участки планировки рельефа** нажмите правую клавишу мыши и выберите пункт **Добавить срезку/засыпку**. На экран будет выведен курсор для задания границы срезки/засыпки по имеющимся на профиле рельефным точкам или по произвольным точкам, а также специальное окно **«Просмотр поперечного сечения»**. В этом окне динамически при перемещении курсора вдоль продольного профиля будет выводиться полоса строительства вместе с поперечными профилями.



При создании участков срезки/засыпки/насыпи важно знать текущий уклон линии рельефа на любом участке продольного профиля. Это значение (в градусах и минутах) автоматически выводится при перемещении курсора вдоль линии рельефа на продольном профиле. Граница участка срезки/засыпки может быть представлена в виде ломаной линии, вершины которой могут быть отредактированы.

#### 5.9.1.1. Параметры участка

После создания участка срезки/засыпки в структуре в разделе **Участки планировки рельефа** выберите **Срезка (ПК начало-ПК конец)** или **Засыпка (ПК начало-ПК конец)**, нажмите правую клавишу мыши и выберите пункт **Параметры участка**. На экран будет выведен диалог с параметрами участка.

В поле **Название** выводится название участка планировки рельефа (срезка или засыпка).

В поле **Начало участка** выводится пикетное значение точки начала участка планировки рельефа.

В поле **Конец участка** выводится пикетное значение точки конца участка планировки рельефа.

В поле **Протяженность, м** выводится длина участка планировки рельефа.

В поле **Максимальная глубина/превышение** выводится значение максимальной глубины срезки или максимального превышения засыпки относительно отметок рельефа.

Параметры участка планировки

Название:

| Начало |         | Конец |         |
|--------|---------|-------|---------|
| ПК7    | + 57.14 | ПК8   | + 62.85 |

Протяженность:  Максимальная глубина/превышение, м:

Полоса строительства

|                           |                                |           |                                |
|---------------------------|--------------------------------|-----------|--------------------------------|
| Слева от оси траншеи, м:  | <input type="text" value="8"/> | Уклон, %: | <input type="text" value="0"/> |
| Справа от оси траншеи, м: | <input type="text" value="9"/> | Уклон, %: | <input type="text" value="0"/> |

Способ разработки:

Способ засыпки:

| Поперечные откосы |                                | Объемы земляных работ |                                    |
|-------------------|--------------------------------|-----------------------|------------------------------------|
| Откос срезки: 1:  | <input type="text" value="1"/> | Объем срезки, м³:     | <input type="text" value="846.5"/> |
| Откос засыпки: 1: | <input type="text" value="1"/> | Объем засыпки, м³:    | <input type="text" value="0.0"/>   |

☐ Не учитывать для границ прокладки

OK Отмена Применить

### Полоса строительства.

В поле **Слева от оси траншеи** выводится значение полуширины полосы строительства слева от оси траншеи, а в поле **Уклон %** выводится значение уклона для левой полуширины строительства в процентах (по умолчанию, значения берутся из прототипа проектирования из вкладки Полоса/траншея).

В поле **Справа от оси траншеи** выводится значение полуширины полосы строительства справа от оси траншеи, а в поле **Уклон %** выводится значение уклона для правой полуширины строительства в процентах (по умолчанию, значения берутся из прототипа проектирования из вкладки Полоса/траншея).

В полях **Способ разработки** и **Способ засыпки** посредством выбора из падающих списков задаются типы землеройной техники, используемой при создании полосы строительства, и принимаемые по умолчанию при разработке траншеи для укладки трубопровода.

### Поперечные откосы

В поле **Откос срезки 1:** задается крутизна откоса при создании срезки грунта. В поле **Откос засыпки 1:** задается крутизна откоса при создании засыпки грунтом.

### Объемы земляных работ

В поле **Объем срезки, м3** выводится значение объема срезки грунта, рассчитанное по цифровой модели рельефа. В поле **Объем засыпки, м3** выводится значение объема засыпки грунтом, рассчитанное по цифровой модели рельефа.

**Внимание!** Если перед полем **Не учитывать для границ прокладки** будет установлен «флажок», то созданная срезка/засыпка не будут влиять на верхнюю границу прокладки трубопровода. В противном случае верхняя граница прокладки трубопровода будет изменена с учетом созданной срезки/засыпки.

#### **5.9.1.2. Удалить срезку/засыпку.**

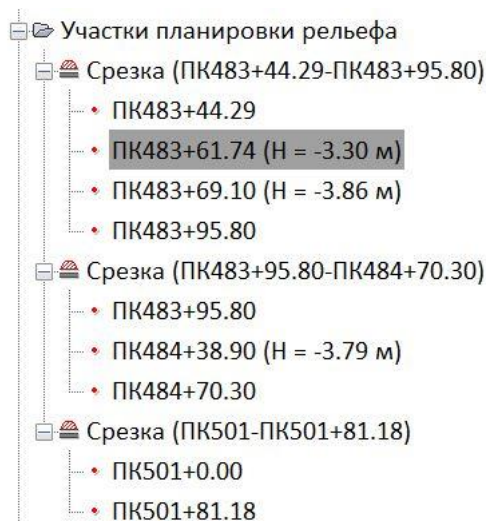
Для удаления созданного участка срезки/засыпки в структуре выберите выберите **Срезка (ПК начало-ПК конец)** или **Засыпка (ПК начало-ПК конец)**, нажмите правую клавишу мыши и выберите пункт **Удалить**. Участок срезки/засыпки будет удален.

#### **5.9.1.3. Показать срезку/засыпку.**

Для показа на продольном профиле созданных участков планировки рельефа курсором в структуре в разделе **Участки планировки рельефа** выберите **Срезка (ПК начало-ПК конец)** или **Засыпка (ПК начало-ПК конец)**, нажмите правую клавишу мыши и в падающем меню выберите пункт **Показать**. На экран будет выведено увеличенное изображение участка планировки.

#### **5.9.1.4. Добавить точку.**

Для изменения границы участка срезки/засыпки курсором в структуре в разделе **Участки планировки рельефа** выберите **Срезка (ПК начало-ПК конец)** или **Засыпка (ПК начало-ПК конец)**, нажмите правую клавишу мыши и в падающем меню выберите пункт **Добавить точку**. На продольном профиле добавьте курсором в нижнюю границу срезки/засыпки нужные точки.



### 5.9.2. Добавить участок другой ширины

Для обеспечения беспрепятственного продвижения строительной, землеройной и транспортной техники и для возможности разъезда встречных машин на полосе строительства должны предусматриваться уширения полосы строительства протяженностью не менее 15 м.

Для создания уширения полосы строительства в структуре в разделе **Участки планировки рельефа** нажмите правую клавишу мыши и выберите пункт **Добавить участок другой ширины**. На экран будет выведен диалог для создания участка уширения строительной полосы:

Диалог "Параметры участка планировки" для создания участка уширения.

Название: Участок уширения

Начало: ПК486 + 0.00      Конец: ПК488 + 0.00

Протяженность: 200.00 м

Полоса строительства

|                           |    |           |   |
|---------------------------|----|-----------|---|
| Слева от оси траншеи, м:  | 12 | Уклон, %: | 2 |
| Справа от оси траншеи, м: | 12 | Уклон, %: | 2 |

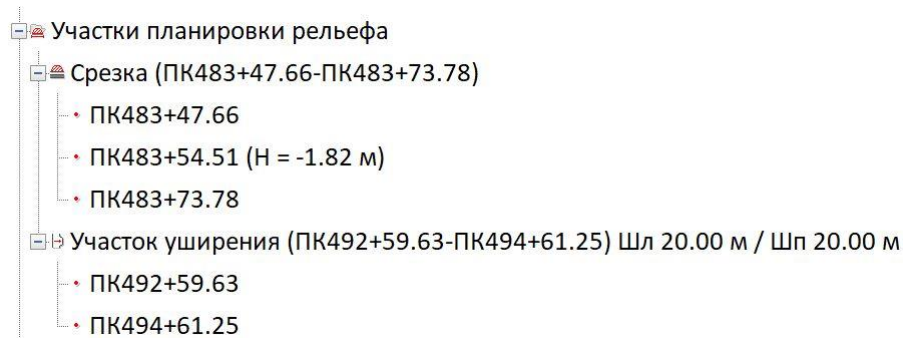
Способ разработки: Экскаватор одноковшовый

Способ засыпки: Бульдозер

|                   |      |                       |        |
|-------------------|------|-----------------------|--------|
| Поперечные откосы |      | Объемы земляных работ |        |
| Откос срезки: 1:  | 1.25 | Объем срезки, м³:     | 153.5  |
| Откос засыпки: 1: | 1.25 | Объем засыпки, м³:    | 2676.6 |

Кнопки: OK, Отмена, Применить

В поле **Название** вводится название участка уширения полосы строительства, например, *Участок уширения ПК486+0.00 – ПК488+0.00*.



Задание начального и конечного пикетных значений для участков уширения полосы строительства может осуществляться курсором либо **на плане трассы** с помощью пиктограммы  либо и **на продольном профиле** с помощью пиктограммы .

В поле **Начало** задается пикетное значение точки начала участка уширения полосы строительства.

В поле **Конец** задается пикетное значение точки конца участка уширения полосы строительства.

В поле **Протяженность**: выводится длина создаваемого участка уширения полосы строительства.

В блоке **Полоса строительства** выводятся параметры полосы строительства, взятые из прототипа проектирования (см. п.2.1.): полуширина полосы *слева* от оси траншеи для укладки трубопровода, полуширина полосы строительства *справа* от оси траншеи для укладки трубопровода и уклоны полосы строительства в процентах (по умолчанию уклон 2% в обе стороны от оси траншеи). Задайте новые значения полуширины слева и справа от оси траншеи и значения уклонов.

В блоке **Поперечные откосы** задаются значения крутизны откосов (отношение его высоты к заложению) при срезке грунта для создания полувыемок и засыпке грунта при создании полунасыпей на полках.

В блоке **Объемы земляных работ** выводятся объемы срезки и засыпки грунта на участке уширения полосы строительства, рассчитанные по цифровой модели рельефа.

После задания значений параметров участка выйдите из диалога нажатием кнопки **ОК**.

### 5.9.3. Удалить все участки планировки

Для удаления всех созданных на продольном профиле участков планировки рельефа в структуре в разделе **Участки планировки рельефа** нажмите правую клавишу мыши и

выберите пункт **Удалить все участки**. Все участки планировки рельефа, созданные на продольном профиле, будут удалены.

#### 5.9.4. Параметры участка

Для просмотра параметров созданных участков планировки рельефа в структуре в разделе **Участки планировки рельефа**, выберите **Срезка (ПК начало-ПК конец)** или **Засыпка (ПК начало-ПК конец)**, нажмите правую клавишу мыши и выберите пункт **Параметры участка**.

На экран будет выведен диалог для редактирования параметров участка планировки рельефа. Измените параметры участка планировки, например откосы срезки и засыпки, уклоны полосы строительства справа и слева и выйдите из диалога по кнопке **ОК**.

В поле **Название** выводится тип созданного участка планировки рельефа: *Срезка/Засыпка/Насыпь*

В поле **Начало** выводится пикетное значение точки начала участка планировки рельефа.

В поле **Конец участка** выводится пикетное значение точки конца участка планировки рельефа.

В поле **Протяженность** выводится длина участка планировки рельефа в метрах.

В поле **Максимальная глубина/превышение, м** выводится глубина срезки грунта или превышение относительно рельефа на участке засыпки.

Параметры участка планировки

Название: Срезка

Начало: ПК481 + 44.93

Конец: ПК482 + 2.93

Протяженность: 58.00 м

Максимальная глубина/превышение, м: 1.07

Полоса строительства

Слева от оси траншеи, м: 12

Уклон, %: 2

Справа от оси траншеи, м: 12

Уклон, %: 2

Способ разработки: Экскаватор одноковшовый

Способ засыпки: Бульдозер

Поперечные откосы

Откос срезки: 1: 1.25

Откос засыпки: 1: 1.25

Объемы земляных работ

Объем срезки, м³: 400.3

Объем засыпки, м³: 0.0

☐ Не учитывать для границ прокладки

OK Отмена Применить

В блоке **Полоса строительства** выводятся параметры полосы строительства, взятые из прототипа проектирования (см. п.2.1.): полуширина полосы *слева* от оси траншеи для укладки трубопровода, полуширина полосы строительства *справа* от оси траншеи для укладки трубопровода справа и уклоны полосы строительства в процентах (по умолчанию уклон 2% в обе стороны от оси траншеи).

В поле **Способ разработки** выводится механизм, используемый для разработки траншеи и взятый из прототипа проектирования (см. п.2.1.) либо механизм может быть выбран из падающего списка.

В поле **Способ засыпки** выводится механизм, используемый для засыпки траншеи и взятый из прототипа проектирования (см. п.2.1.) либо механизм может быть выбран из падающего списка.

В блоке **Поперечные откосы** задаются значения крутизны откосов (отношение его высоты к заложению) при срезке грунта для создания полувыемок и засыпке грунта при создании полунасыпей на полках.

В поле **Откос срезки** задается крутизна откоса в *поперечном направлении* на участке выемки грунта при создании полков, а в поле **Откос засыпки** – задается крутизна откоса в *поперечном направлении* на участке засыпки грунта при создании полунасыпи на полках.

В блоке **Объемы земляных работ** выводятся результаты расчета объемов земляных работ для участков срезки и засыпки грунта по цифровой модели рельефа. В поле **Срезка, м3** выводится объем грунта, срезаемого при планировке рельефа. В поле **Засыпка, м3** выводится объем грунта, засыпаемого при планировке рельефа.

Если перед полем **Не учитывать для границ прокладки** будет установлен флажок, то участок не будет учитываться при определении границ проектирования (глубины заложения) трубопровода. Благодаря этому параметру на профиле дополнительно могут быть созданы участки срезки/засыпки, но при этом положение границ проектирования и трубопровода относительно линии рельефа не изменится.

После редактирования текущих параметров и выхода по кнопке **OK** изменения будут сохранены в текущем участке планировки рельефа.

**Внимание!** При обработке участка срезки, засыпки и насыпи (создании, изменении или удалении) автоматически выполняется перерисовка границ (минимальной и максимальной глубины заложения проектируемого трубопровода). Объем срезки/засыпки автоматически выводится в строку подвала «Объем насыпи, выемки, засыпки, м»

#### 5.9.5. Удалить участок планировки

Для удаления участка планировки рельефа курсором в структуре в разделе **Участки планировки** выберите **Срезка (ПК начало-ПК конец)** или **Засыпка (ПК начало-ПК конец)** или **Насыпь (ПК начало-ПК конец)**, нажмите правую клавишу мыши и в падающем меню выберите пункт **Удалить**. Участок планировки рельефа будет удален.

#### 5.9.6. Показать участок планировки

Для показа на продольном профиле созданных участков планировки рельефа курсором в структуре в разделе **Участки планировки рельефа**, выберите **Срезка (ПК начало-ПК конец)** или **Засыпка (ПК начало-ПК конец)** или **Насыпь (ПК начало-ПК конец)**, нажмите правую клавишу мыши и в падающем меню выберите пункт **Показать**. На экран будет выведено увеличенное изображение участка планировки.

#### 5.9.7. Параметры точки участка

Для редактирования отдельных точек в созданном участке планировки рельефа курсором в структуре в разделе **Участки планировки рельефа** выберите **Срезка (ПК начало-ПК конец)** или **Засыпка (ПК начало-ПК конец)** или **Насыпь (ПК начало-ПК конец)**, выберите точку **ПК..+ ... (Н= ...)**, нажмите правую клавишу мыши и в падающем меню выберите пункт **Параметры**. На экран будет выведен диалог для редактирования или создания отдельных точек границы участка планировки рельефа:

Параметры точки участка

ПК481 + 66.92

Отметка земли, м: 75.18

Отметка, м: 72.45

Глубина/превышение, м: 2.73

ОК Отмена

В поле ПК из падающего меню выберите нужный пикет создаваемой точки границы, а в поле + введите плюсовку создаваемой точки

В поле **Отметка земли, м** выводится значение отметки по рельефу

В поле **Отметка, м** введите отметку точки границы срезки/засыпки

В поле **Глубина/превышение, м** выводится глубина срезки или превышение засыпки относительно рельефа местности.

**Внимание!** Создать новую точку границы срезки/засыпки возможно с помощью пиктограммы  **Указать на чертеже**. Нажмите на пиктограмму и на чертеже продольного профиля курсором укажите точку. Затем параметры созданной точки могут быть отредактированы.

#### 5.9.8. Удалить точку участка

Для удаления отдельных точек участка планировки рельефа курсором в структуре в разделе **Участки планировки рельефа** выберите **Срезка (ПК начало-ПК конец)** или **Засыпка (ПК начало-ПК конец)** или **Насыпь (ПК начало-ПК конец)**, выберите точку **ПК..+ ... (Н= ...)**, нажмите правую клавишу мыши и в падающем меню выберите пункт **Удалить**. Точка участка планировки будет удалена.

#### 5.9.9. Показать точку участка

Для показа на продольном профиле точек границы участка планировки рельефа курсором в структуре в разделе **Участки планировки рельефа** выберите **Срезка (ПК начало-ПК конец)** или **Засыпка (ПК начало-ПК конец)** или **Насыпь (ПК начало-ПК конец)**, выберите точку **ПК..+ ... (Н= ...)**, нажмите правую клавишу мыши и в падающем меню выберите пункт **Показать**.

#### 5.9.10. Косогорные участки

Согласно нормативным документам на проектирование трубопроводов, указанным в разделе 1.4, на участках трассы с поперечным уклоном  $8^{\circ}$ - $12^{\circ}$ ,  $12^{\circ}$ - $18^{\circ}$  и  $>18^{\circ}$  устраиваются полки определенных конструкций. Чтобы выявить такие участки трассы, программа анализирует поперечные профили по трассе с указанным шагом. Длина поперечного профиля соответствует ширине полосы строительства для выбранного диаметра трубопровода.

##### 5.9.10.1. Определить косогорные участки

Перейдите на вкладку **«Трассы и профили»**. Вызов функции осуществляется через структуру трассы: в разделе **Косогорные участки** правой клавишей мыши открыть контекстное меню и выбрать функцию **Определить косогорные участки**. На экране появляется диалог с инструментарием определения границ и параметров для расчета косогорных участков.

В этом диалоге в блоке **Трубопровод** из падающего меню выбирается диаметр проектируемого трубопровода.

В блоке **Полоса строительства** в полях **Левая/Правая граница** выводятся значения ширины полосы строительства слева и справа от оси трубопровода (по умолчанию значения берутся из базы). Значения левой и правой границ при необходимости могут быть изменены.

В блоке **Поперечные профили** в поле **Шаг построения** необходимо ввести шаг построения поперечных профилей, по которым будут анализироваться поперечные уклоны рельефа. В поле **Мин. протяженность** необходимо ввести значение минимальной протяженности участка.

Программа выполняет построение поперечных профилей с заданным шагом и их анализ, по результатам формирует списки участков продольного профиля, поперечный уклон которых составляет **8°-12°**, **12°-18°** и **>18°**. Начало и конец каждого участка имеет пикетажное значение по трассе.

#### 5.9.10.2. Удалить все косогорные участки

С помощью данной функции можно удалить все найденные косогорные участки.

#### 5.9.11. Типы полок на косогорных участках

При проектировании полок на косогорах необходимо назначать заложение верхового и низового откосов с таким расчетом, чтобы в процессе строительства и последующей эксплуатации обеспечивалась устойчивость откосов. Максимальная крутизна откосов насыпей и выемок с учетом обеспечения устойчивости откосов может быть принята по ниже приведенным таблицам.

##### Максимальная крутизна откосов насыпей при обеспечении устойчивости

| Наименование и характеристика грунта                                                                                                                                                                                                                                                 | Крутизна откосов |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Скальные слабовыветривающиеся породы                                                                                                                                                                                                                                                 | 1:1 – 1:1.3      |
| Каменистые (валунные), щебенистые (галечниковые), дресвяные (гравийные); пески гравелистые, крупные и средней крупности; пески мелкие и пылеватые (кроме мелких однородных и пылеватых в районах избыточного увлажнения); глинистые грунты, в том числе лессы и лессовидные суглинки | 1:1.5            |
| Пылеватые грунты в районах избыточного увлажнения и однородные мелкие пески                                                                                                                                                                                                          | 1:1.75           |

### Максимальная крутизна откосов выемок при обеспечении устойчивости

| Наименование и характеристика грунта                                               | Высота откосов выемок, м | Наибольшая крутизна откосов |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Скальные слабовыветривающиеся породы                                               | 16                       | 1:0 – 1:0.2                 |
| Скальные легковыветривающиеся породы, неразмягчаемые                               | 16                       | 1:0.5 – 1:1.5               |
| Скальные легковыветривающиеся породы, размягчаемые                                 | 6-12                     | 1:1.5                       |
| Скальные легковыветривающиеся породы, размягчаемые                                 | 6                        | 1:1                         |
| Крупнообломочные породы                                                            | 12                       | 1:1 – 1:1.5                 |
| Песчаные, глинистые, однородные твердой, полутвердой и тугопластичной консистенции | 12                       | 1:1.5                       |
| Лессовые породы                                                                    | 12                       | 1:0.5 – 1:1.5               |

При проектировании полков на косогорных участках при прокладке трубопроводов могут использоваться конструкции полков I, II и III типов с горизонтальной планировкой для проезда строительной и эксплуатационной техники (рис. 4-6), а также полки I, II и III типов с наклонной планировкой участков для проезда техники (рис. 7-9).

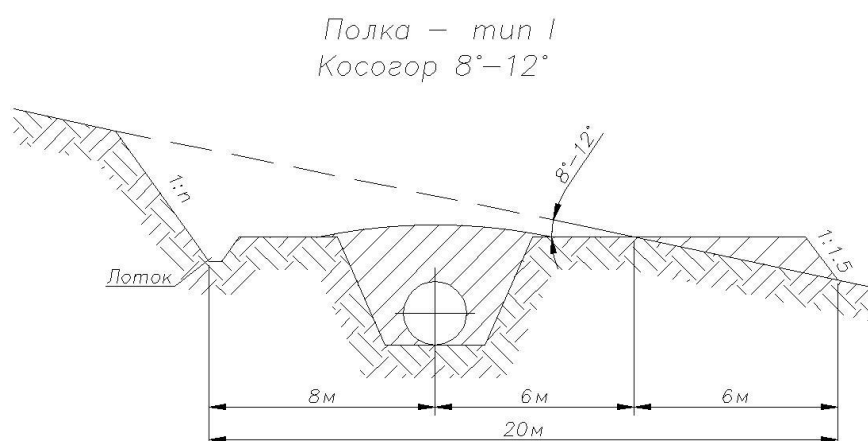


рис.4. Полка типа I для косогорного участка  $8^{\circ}$ – $12^{\circ}$  с горизонтальной планировкой для проезда строительной и эксплуатационной техники

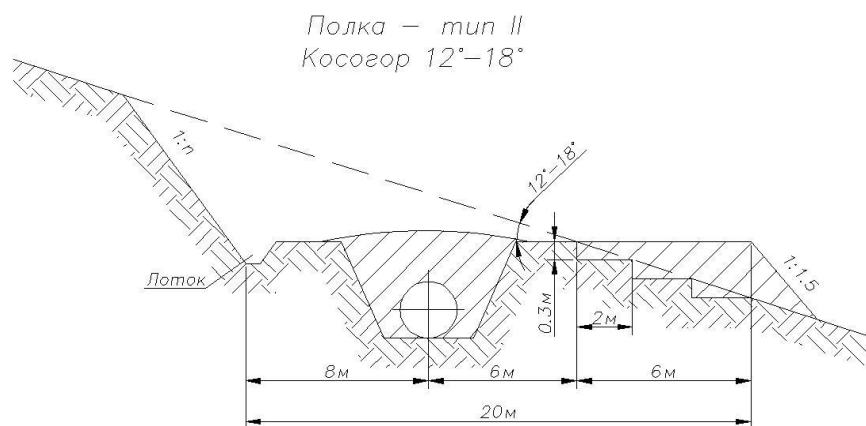


рис.5. Полка типа II для косогорного участка  $12^{\circ}-18^{\circ}$  с горизонтальной планировкой для проезда строительной и эксплуатационной техники

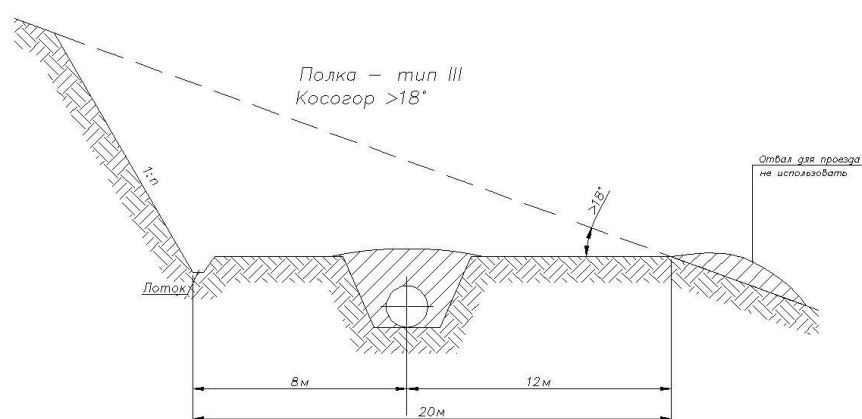


рис.6. Полка для косогорного участка  $>18^{\circ}$  с горизонтальной планировкой для проезда строительной и эксплуатационной техники

Полки с наклонной планировкой для проезда строительной и эксплуатационной техники

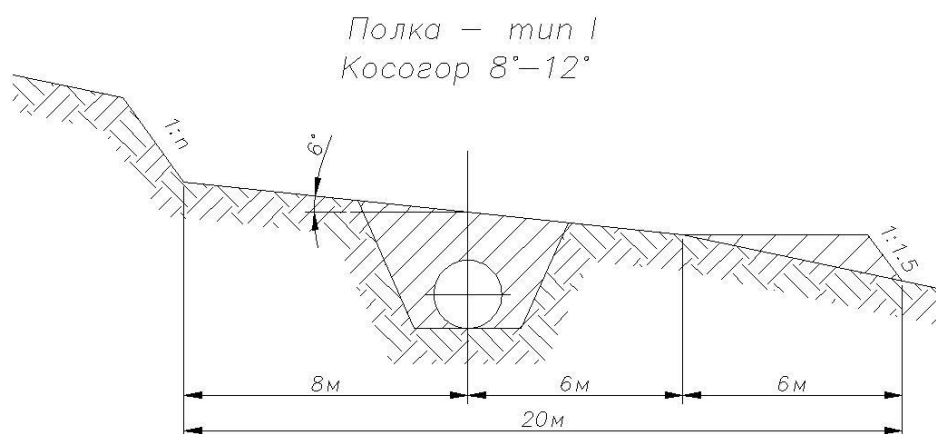


рис.7. Полка типа I для косогорного участка  $8^{\circ}-12^{\circ}$  с наклонной ( $6^{\circ}-7^{\circ}$ ) планировкой для проезда строительной и эксплуатационной техники

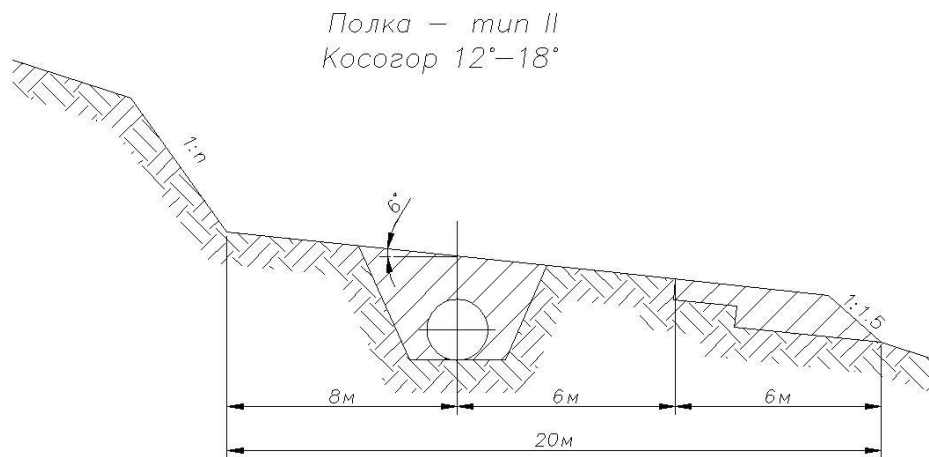


рис.8. Полка типа II для косогорного участка  $12^{\circ}-18^{\circ}$  с наклонной ( $6^{\circ}-7^{\circ}$ ) планировкой для проезда строительной и эксплуатационной техники

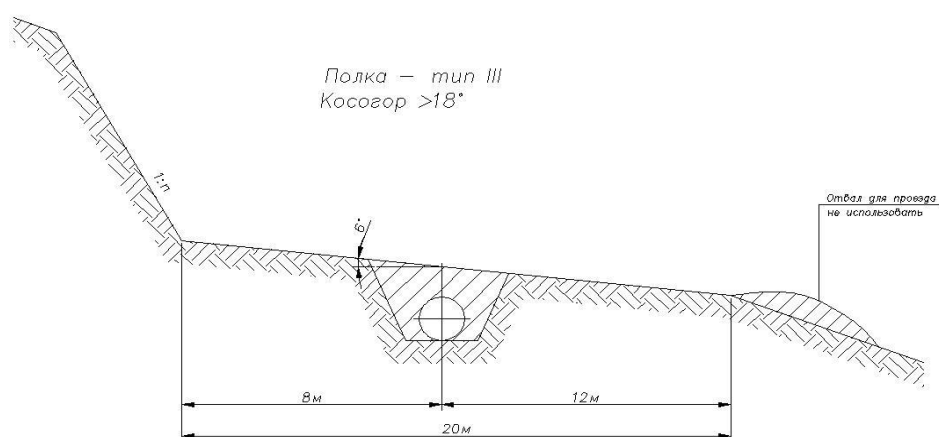


рис.9. Полка типа III для косогорного участка  $>18^{\circ}$  с наклонной ( $6^{\circ}-7^{\circ}$ ) планировкой для проезда строительной и эксплуатационной техники

**Крутизна откоса в зависимости от группы грунта по трудности разработки может приниматься в соответствии с приведенной таблицей.**

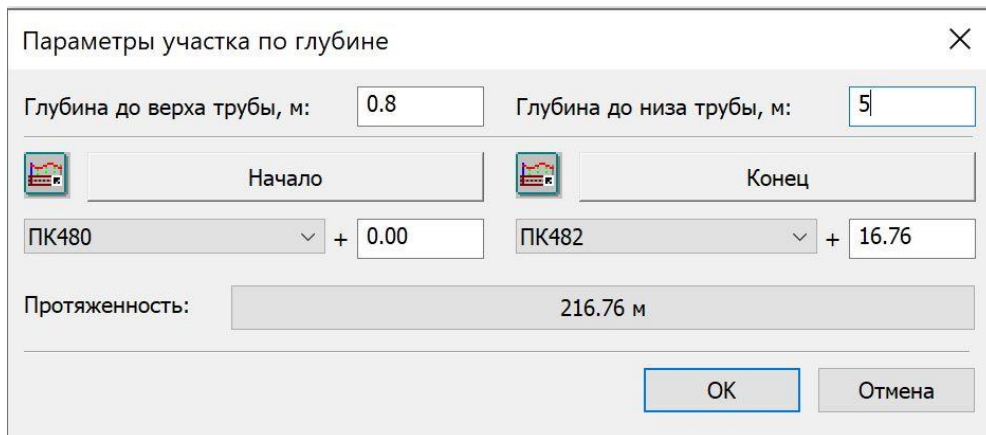
| Группа грунта | II     | III-IV | V      | VI    | VII   | VIII-X |
|---------------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|
| 1:n           | 1:1.25 | 1:1    | 1:0.75 | 1:0.5 | 1:0.3 | 1:0.2  |

#### 5.10. Участки по глубине заложения

При прокладке трубопроводов на переходах через различные препятствия в зависимости от способа прокладки (в траншеи, прокол, продавливание или ГНБ) необходимо задавать глубину заложения до верхней образующей трубопровода согласно требованиям нормативных документов.

### 5.10.1. Добавить участок

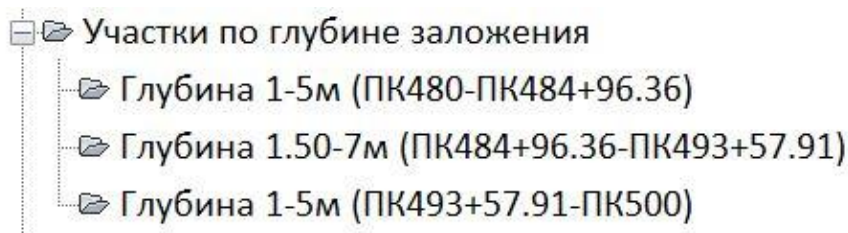
Для создания на профиле участков прокладки по глубине заложения до верхней образующей трубопровода в меню «**Трубопроводы**» выберите раздел «**Участки по глубине заложения**», нажмите правую кнопку мыши и в контекстном меню выберите пункт «**Добавить участок**». На экран будет выведен диалог:



В этом диалоге выполняется задание верхней и нижней границ коридора для прокладки проектируемого трубопровода на профиле, а также пикетные значения начала и конца участка прокладки.

В качестве параметров для всего трубопровода или отдельного участка трубопровода используются:

- минимальная глубина заложения до верха трубы (метры),
- максимальная глубина заложения низа трубы (метры)



Задание начального и конечного пикетных значений для участков прокладки трубопровода по глубине может осуществляться курсором **на продольном профиле** с помощью пиктограммы .

**Внимание!** Для задания начального и конечного пикетных значений на *продольном профиле трассы* необходимо согласно указаниям п.4.6 установить текущий вид для продольного профиля.

В поле **Глубина до верха трубы, м** задается значение глубины заложения до верхней образующей проектируемого трубопровода (см. п.5.6.6).

В поле **Глубина до низа трубы, м** задается значение глубины заложения до низа проектируемого трубопровода (определяется возможностями землеройной техники для прокладки траншеи).

В поле **Протяженность, м** выводится длина создаваемого участка прокладки. После задания участков с условиями прокладки трубопровода на чертеже профиля показываются границы проектирования трубопровода, параллельные линии рельефа.

#### 5.10.2. Пересчитать участки

Для пересчета на профиле всех участков прокладки по глубине заложения в соответствии с глубинами, заданными в закладке **Полоса/траншея** прототипа проектирования в меню **«Трубопроводы»** выберите раздел **«Участки по глубине заложения»**, нажмите правую кнопку мыши и в контекстном меню выберите пункт **«Пересчитать участки»**.

#### 5.10.3. Параметры участка

Для изменения параметров участка прокладки по глубине заложения в меню **«Трубопроводы»** в разделе **«Участки по глубине заложения»** выберите **<Глубина...(ПК...-ПК...)>**, нажмите правую кнопку мыши и в контекстном меню выберите пункт **«Параметры участка»**. На экран будет выведен диалог:

Параметры участка по глубине

Глубина до верха трубы, м: 1.2      Глубина до низа трубы, м: 5

Начало      Конец

ПК0 + 0.00      ПК6 + 0.00

Протяженность: 600.00 м

ОК      Отмена

В этом диалоге можно изменить значения глубины до верха/низа трубы, а также пикет начала/конца участка и выйти из диалога по кнопке ОК. Участок будет изменен.

#### 5.10.4. Удалить участок

Для удаления участка прокладки по глубине заложения в меню **«Трубопроводы»** в разделе **«Участки по глубине заложения»** выберите **<Глубина...(ПК...-ПК...)>**, нажмите правую кнопку мыши и в контекстном меню выберите пункт **«Удалить»**. Участок прокладки на профиле будет удален.

#### 5.10.5. Показать участок

Для показа участка прокладки по глубине заложения в меню «**Трубопроводы**» в разделе «**Участки по глубине заложения**» выберите < **Глубина...(ПК...-ПК...)>**», нажмите правую кнопку мыши и в контекстном меню выберите пункт «**Показать**». Участок прокладки будет показан на профиле.

#### 5.10.6. Участки по глубине заложения для нефтегазопроводов

Глубина заложения для магистральных нефтепроводов принимается согласно п.9.1. ГОСТ 35070-2024 и п.9.1. СП 36.13330.2012, для магистральных газопроводов принимается согласно п.9.1. ГОСТ Р 55989-2014, для промысловых нефтегазопроводов принимается согласно п.9.3 СП 284.1325800.2016 или п.9.3 ГОСТ Р 55990-2014 а именно:

- на непахотных землях при номинальном диаметре менее **DN 1000 – 0,8м**
- на непахотных землях при номинальном диаметре **DN 1000 – DN1400 – 1,0м**
- на пахотных и орошаемых землях – **1,0м**
- на болотах и торфяных грунтах, подлежащих осушению – **1,1м**
- в песчаных барханах, считая от нижних отметок межбарханных оснований – **1,0м**
- в скальных грунтах, болотистой местности при отсутствии проезда автотранспорта и сельхозмашин – **0,6м**
- при пересечении оросительных и осушительных (мелиоративных) каналов (от дна канала) – **1,1м**

Участки трубопроводов, прокладываемых на переходах через железные и автомобильные дороги всех категорий, предусматриваются в защитном футляре (кожухе) из стальных труб.

**На переходах через железные дороги** общей сети глубина заложения нефтегазопровода должна быть не менее **2м** от подошвы рельса до верхней образующей защитного футляра, а при устройстве методом прокола – **3м**, при этом верхняя образующая защитного футляра должна располагаться не менее **1,5м** ниже от дна водоотводного сооружения или подошвы насыпи. Длина участка с каждой стороны должна определяться от осей крайних путей на **50м**, но не менее **5м** от подошвы откоса насыпи и **3м** от бровки откоса выемки и не менее **3м** от крайнего водоотводного сооружения земляного полотна (кювета, нагорной канавы, резерва).

**На переходах через автомобильные дороги** глубина заложения нефтегазопровода должна быть не менее **1.4м** от верха покрытия дороги до верхней образующей защитного футляра и не менее **0,4м** от дна кювета, водоотводной канавы или дренажа. Длина участка

с каждой стороны должна определяться для дорог I и II категории на **25м** от бровки земляного полотна, но не менее **2м** от подошвы насыпи, а для дорог III, III-п, IV-п и V категории – на **5м** от бровки земляного полотна.

**На переходах через водные объекты** проектная отметка верха забалластированного трубопровода должна назначаться на **0.5м** ниже прогнозируемого предельного профиля размыва русла реки, но не менее **1м** от естественных отметок дна. Длина участка должна определяться по горизонту высоких вод (ГВВ) не ниже отметок **10%**-ной обеспеченности.

#### 5.10.7. Участки по глубине заложения для водоводов

Глубина заложения трубопроводов, транспортирующих пластовые воды высокого и среднего давления, приведена в таблице:

| Плотность воды при температуре 20°C, г/см <sup>3</sup> | Температура замерзания, °C | Глубина укладки водовода до верха трубы, м |             |          |          |
|--------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------|-------------|----------|----------|
|                                                        |                            | почвенно-растительный слой                 |             | песчаник | суглинок |
|                                                        |                            | черноземный                                | подзолистый |          |          |
| 1.01                                                   | -0.9                       | 1.8                                        | 1.8         | 1.8      | 1.8      |
| 1.02                                                   | -1.7                       | 1.4                                        | 1.8         | 1.4      | 1.8      |
| 1.03                                                   | -2.6                       | 1.0                                        | 1.4         | 1.4      | 1.4      |
| 1.04                                                   | -3.5                       | 0.8                                        | 1.0         | 1.0      | 1.4      |
| 1.05                                                   | -4.5                       | 0.7                                        | 0.8         | 0.8      | 1.0      |
| 1.06                                                   | -5.5                       | 0.7                                        | 0.7         | 0.7      | 1.0      |
| 1.07                                                   | -6.5                       | 0.7                                        | 0.7         | 0.7      | 0.8      |
| 1.08 и более                                           | -7.5 и более               | 0.7                                        | 0.7         | 0.7      | 0.8      |

#### 5.11. Участки переходов через препятствия

Для создания участков перехода через препятствия в меню «**Трубопроводы**» выберите пункт «**Участки переходов через препятствия**», нажмите правую кнопку мыши и в контекстном меню выберите пункт «**Автоматическое создание переходов**». Для всех препятствий на трассе проектируемого трубопровода (автомобильных и железных дорог, подземных нефтегазопроводов, нефтепродуктопроводов, водоводов и кабелей), автоматически будут созданы защитные футляры согласно параметрам, установленным в прототипе проектирования. Кроме того, предлагаются дополнительные функции для интерактивного изменения результатов автоматического проектирования переходов.

Участки переходов через препятствия автоматически будут добавлены в структуру трубопровода.

- [-]  Участки переходов через препятствия
  - [-]  Участок перехода автодорога I кат. (ПК4+25.00-ПК5+23.31)
    - [-]  ПК4+50.00-ПК4+98.31 Автомобильная дорога (кат.I-a) "Автодорога"
  - [-]  Участок перехода ж/дорога (ПК5+62.75-ПК7+5.79)
    - [-]  ПК6+10.11-ПК6+58.42 Железная дорога "Железная дорога"
  - [-]  Участок перехода газопровод 530мм (ПК11+70.00-ПК11+80.00)
    - [-]  ПК11+76.48 "газопровод 530мм" 530мм (Н 10.00)
  - [-]  Участок перехода нефтепровод 250мм (ПК13+46.40-ПК13+50.40)
    - [-]  ПК13+48.40 "нефтепровод 250мм" 250мм (Н 10.04)
  - [-]  Участок перехода газопровод 530мм (ПК14+21.93-ПК14+25.93)
    - [-]  ПК14+23.93 "газопровод 530мм" 530мм (Н 9.94)

#### 5.11.1. Переходы через подземные препятствия

##### Переходы через подземные трубопроводы

Для переходов через подземные нефтегазопроводы, нефтепродуктопроводы, водоводы и различные кабели глубина заложения до верха футляров определяется запретными зонами в соответствии с параметрами, установленными в прототипе проектирования в закладке **Нормативные параметры по СП.**

| Нормативные параметры СП                                                                                               |          | ×         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|
| Название параметра                                                                                                     | Значение | ^         |
| Заглубление верха трубопровода или балластного груза от дна реки, м                                                    | 1        |           |
| Заглубление верха трубопровода или балластного груза от линии размыва дна реки, м                                      | 0.5      |           |
| Заглубление верха трубопровода от линии размыва дна при горизонтально-направленном бурении, м                          | 3        |           |
| Заглубление верха газопровода от линии дна при горизонтально-направленном бурении, м                                   | 7        |           |
| Запретная зона вокруг существующего трубопровода, м                                                                    | 0.35     |           |
| Запретная зона вокруг водоводов, м                                                                                     | 0.2      |           |
| Запретная зона вокруг силового кабеля до 35 кВ и кабеля связи без кожуха, м                                            | 0.5      |           |
| Запретная зона вокруг силового кабеля до 35 кВ в кожухе, м                                                             | 0.25     |           |
| Запретная зона вокруг кабеля связи в асбестоцементных трубах, м                                                        | 0.15     |           |
| Запретная зона вокруг силового кабеля 110-220 кВ, м                                                                    | 1        |           |
| Заглубление верха трубопровода/защитного футляра от верха покрытия автодороги, м                                       | 1.4      |           |
| Заглубление верха трубопровода/защитного футляра от дна кювета автодороги, м                                           | 0.4      |           |
| Длина защитного футляра нефтепровода от бровки насыпи а/д III-V категории влево/вправо, м                              | 5        |           |
| Длина защитного футляра газопроводов от подошвы насыпи а/д I-V категории влево/вправо, м                               | 25       |           |
| Длина защитного футляра нефтепроводов от обровки насыпи а/д I-II категории влево/вправо, м                             | 25       |           |
| Длина защитного футляра от подошвы откоса насыпи а/д без категории влево/вправо, м                                     | 2        |           |
| Заглубление верха трубопровода/защитного футляра от подошвы рельса ж/д при открытой прокладке, м                       | 2        |           |
| Заглубление верха трубопровода/защитного футляра от подошвы рельса ж/д при закрытых способах прокладки, м              | 3        |           |
| Заглубление верха трубопровода/защитного футляра от дна кювета ж/д, м                                                  | 1.5      |           |
| Заглубление верха трубопровода/защитного футляра от подошвы насыпи ж/д, м                                              | 1.5      |           |
| Длина защитного футляра от оси ж/д влево/вправо, м                                                                     | 50       |           |
| Длина защитного футляра от бровки кювета ж/д влево/вправо, м                                                           | 50       |           |
| Длина защитного футляра от подошвы откоса насыпи ж/д влево/вправо, м                                                   | 50       |           |
| Коэффициент надежности по нагрузке от грунта (таблица 14 СП 36.1330.2012)                                              | 0.8      |           |
| Коэффициент надежности по нагрузке от внутреннего давления в газопроводе (табл.14 СП 36.1330.2012)                     | 1.1      |           |
| Коэффициент надежности по нагрузке от внутреннего давления в нефтепроводе диаметром 700-1200 (табл.14 СП 36.1330.2012) | 1.15     |           |
| Коэффициент надежности по нагрузке от массы трубы, продукта или воды (табл.14 СП 36.1330.2012)                         | 0.95     |           |
| Коэффициент надежности по снеговой нагрузке (табл.14 СП 36.1330.2012)                                                  | 1.4      |           |
| Коэффициент надежности по ветровой нагрузке (табл.14 СП 36.1330.2012)                                                  | 1.2      |           |
| Коэффициент надежности по гололедной нагрузке (табл.14 СП 36.1330.2012)                                                | 1.3      |           |
| Коэффициент лобового сопротивлений трубопровода                                                                        | 0.7      |           |
| Коэффициент устойчивости трубопровода при переходе через водные преграды свыше 200м                                    | 1.15     |           |
| Коэффициент устойчивости трубопровода при переходе через водные преграды до 200м                                       | 1.1      |           |
| Коэффициент устойчивости трубопровода при переходе через болота                                                        | 1.05     |           |
| Модуль упругости металла трубы E <sub>0</sub> , МПа                                                                    | 206000   |           |
| Коэффициент линейного расширения металла трубы α, град-1                                                               | 1.2e-05  |           |
| Коэффициент Пуассона m в упругой зоне работы металла                                                                   | 0.3      |           |
| Коэффициент Пуассона m при пластических деформациях металла                                                            | 0.5      |           |
| Плотность материала трубы, кг/м <sup>3</sup>                                                                           | 7850     |           |
| Плотность материала защитного футляра, кг/м <sup>3</sup>                                                               | 7850     |           |
| Плотность заводской антикоррозионной изоляции, кг/м <sup>3</sup>                                                       | 930      |           |
| Плотность металлической оболочки для теплоизоляции, кг/м <sup>3</sup>                                                  | 7850     |           |
| Плотность полиэтиленовой оболочки для теплоизоляции, кг/м <sup>3</sup>                                                 | 940      |           |
| Плотность газового конденсата, кг/м <sup>3</sup>                                                                       | 760      |           |
| Плотность теплоизоляции из пенополиуретана, кг/м <sup>3</sup>                                                          | 90       |           |
| < >                                                                                                                    |          |           |
| Считать из БД                                                                                                          |          | OK Отмена |

Например, при создании переходов проектируемого трубопровода через подземные нефтегазопроводы и нефтепродуктопроводы запретная зона (расстояние в свету) должна быть не менее **0,35м** (например, см. п.9.1.4. СП 36.13330.2012).

При взаимном пересечении проектируемого трубопровода с силовыми кабелями до 220 кВ запретная зона должна быть не менее **0,5м** (см. ПУЭ, изд.7, п.2.3.95). Допускается уменьшение запретной зоны до **0,25м** при условии размещения кабелей на участке пересечения в защитном кожухе из безнапорных хризотилцементных труб марки БНТ/БНТТ-100-3950 по ГОСТ 31416-2009 с внутренним диаметром 100мм и длиной не менее чем по 2м в каждую сторону.

В случае пересечения проектируемого трубопровода с кабелем связи (см. *ОСТН-600-93, раздел 3, п.3.4*) запретная зона должна быть не менее **0,15м** при условии, если кабель связи размещается в защитном кожухе из безнапорных хризотилцементных труб марки БНТ/БНТТ-100-3950 по ГОСТ 31416-2009 с внутренним диаметром 100мм.

**Внимание!** Если переход проектируемого трубопровода через подземные препятствия должен быть выполнен без защитного футляра, то создание перехода через это препятствие не требуется и участок перехода необходимо удалить. При этом выполнение всех требований по прохождению препятствия должно обеспечиваться непосредственно проектировщиком.

#### **5.11.2. Переходы через водные объекты**

При переходах через водные объекты возможно применение следующих конструктивных схем укладки подводных трубопроводов на профиле:

1. по кривым упругого изгиба в русловой части и на береговых участках;
2. прямолинейно в русловой части и с гнутыми отводами на береговых участках (без упругого изгиба);
3. по кривым упругого изгиба в русловой части и с гнутыми отводами на береговых участках.

Способ трассировки подводных трубопроводов на профиле *при переходах через реки* выбирается с учетом допустимых радиусов упругого изгиба, рельефа и деформаций русла реки и берегов, геологического строения дна и берегов, заглубления трубопровода, его балластировки, объемов земляных работ и способа укладки трубопровода. При проектировании подводных трубопроводов диаметром до 530 мм включительно трассировку на профиле следует выполнять, как правило, по 1-ому методу, а трубопроводов диаметром 720 мм и более – по 2-му и 3-ему методам.

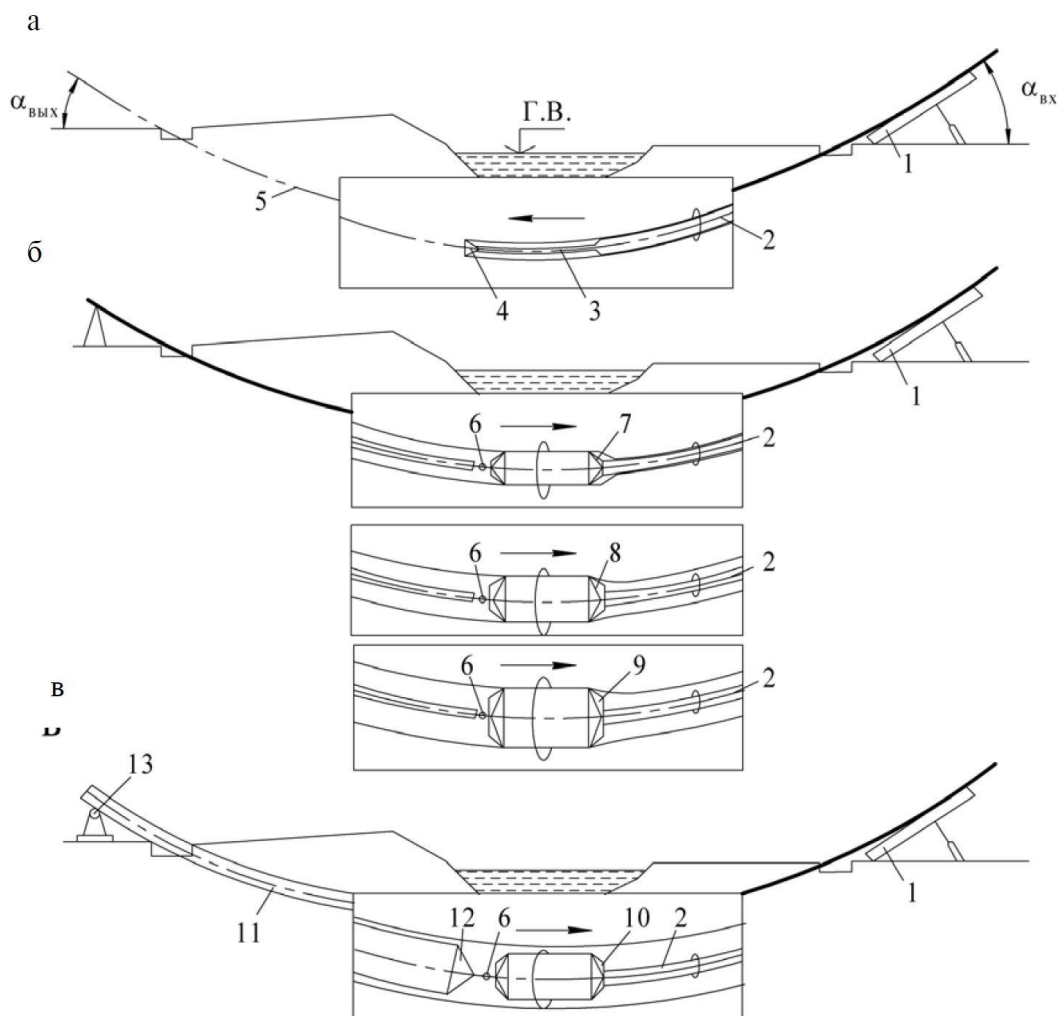
Проектная отметка верха забалластированного трубопровода при проектировании подводных переходов должна назначаться на 0.5м ниже прогнозируемого предельного профиля размыва русла реки, но не менее 1м от естественных отметок дна.

#### **Горизонтальное направленное бурение**

Прокладка инженерных коммуникаций *методом ГНБ*, согласно [13], [17], осуществляется в три этапа:

- а) направленное бурение пилотной скважины по заданной проектом трассе;

- б) однократное или последовательно-многоразовое расширение скважины до образования бурового канала, позволяющего протягивать трубопровод проектного диаметра, при необходимости, калибровка бурового канала;
- в) протягивание трубопровода (защитного футляра) через буровой канал, как правило, по направлению от точки выхода бура на поверхность к буровой установке.



1 – буровая установка; 2 – буровая колонка из промывочных штанг; 3 – пилотные штанги; 4 – буровая головка; 5 – траектория пилотной скважины; 6 – вертлюг; 7, 8, 9, 10 – расширители разных диаметров; 11 – трубопровод; 12 – оголовок для протаскивания; 13 – роликовая опора;  $\alpha_{ВХ}$  – угол забуривания;  $\alpha_{ВЫХ}$  – угол выхода

Для построения на продольном профиле трассы пилотной скважины ГНБ инженерно-геологические изыскания следует выполнять в соответствии с СП 47.13330.2016 и СП 249.1325800.2016.

**Внимание!** Для задания участка перехода через препятствие методом ГНБ необходимо согласно указаниям п.4.6 установить текущий вид для продольного профиля.

Для создания участка перехода через препятствие методом ГНБ щелкните по закладке **Горизонтально-направленное бурение**. На экран будет выведен следующий диалог:

Параметры участка перехода

Название:

Начало:  +       Конец:  +

Протяженность:

Открытый/Закрытый: ☐ Открытый ☒ Закрытый      Горизонтально-направленное бурение

Точка входа:  +       Точка выхода:  +

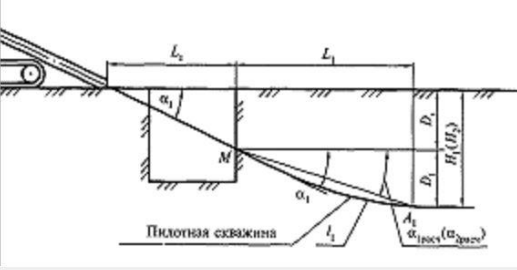
Угол входа, °:       Угол выхода, °:

Длина прямого участка влево от оси перехода, м:

Длина прямого участка вправо от оси перехода, м:

Радиус изгиба (1200DN-1600DN), м:

Глубина от минимальной отметки перехода, м:



Отступ от начала перехода до начала футляра, м:

Способ разработки:

Способ засыпки:

Глубина заложения, м:

☒ Футляр

Диаметр футляра, мм:

Толщина стенки футляра, мм:

Высота спейсера, мм:

Материал футляра:

ТУ:

Прямая вставка, м:

В поле **Начало** выводится пикетное значение начала перехода через препятствие, а в поле **Конец** выводится пикетное значение конца перехода через препятствие (например, пикетные значения начала и конца перехода через реку определяются по урезу ГВВ 10% обеспеченности).

В поле **Протяженность** выводится значение протяженности препятствия в метрах.

В поле **Точка входа** выводится расчетное пикетное значение точки входа пилотной скважины. В поле **Точка выхода** выводится расчетное пикетное значение точки выхода пилотной скважины.

В поле **Угол входа** (угол, образованный направлением геометрической оси скважины и линией горизонта) интерактивно задается значение угла, под которым бурится входной прямолинейно-наклонный участок скважины (обычно 6°-18°).

В поле **Угол выхода** (угол, образованный направлением геометрической оси скважины и линией горизонта) интерактивно задается значение угла, под которым бурится выходной прямолинейно-наклонный участок скважины (обычно 6°-20°).

В поле **Длина прямого участка влево от оси перехода** интерактивно задается расстояние от оси перехода влево до тангенса кривой упругого изгиба.

В поле **Длина прямого участка вправо от оси перехода** интерактивно задается расстояние от оси перехода вправо до тангенса кривой упругого изгиба.

Значения, введенные в полях **Длина прямого участка влево/вправо от оси перехода** задают длину горизонтального участка стабилизации, соединяющего входной и выходной криволинейные участки скважины. Длина горизонтального участка стабилизации должна приниматься не менее **30 DN**.

Для участков набора зенитного угла в поле **Радиус изгиба** выводится значение радиуса кривой упругого изгиба трубопровода, рассчитанное для категории участка трубопровода из прототипа, но не менее значения **(1200–1600) DN**.

В поле **Глубина от минимальной отметки перехода** выводится значение глубины заложения до верха трубопровода, а при наличии защитного футляра – глубина до верха футляра. При проектировании *методом ГНБ* перехода через водные объекты минимальная глубина заложения верха трубопровода (футляра) от линии предельного размыва дна с 10%-ной обеспеченностью должна быть не менее **3-6** метров (см. Нормативные параметры по СП). При необходимости значение глубины заложения может быть отредактировано проектировщиком.

В поле **Отступ от начала перехода до начала футляра** вводится значение отступа от начала перехода до начала футляра на входном и выходном прямолинейно-наклонном участке скважины.

Если проектируемый трубопровод должен быть проложен в защитном футляре, то у поля **Футляр** должен быть установлен флажок. Параметры футляра (диаметр, толщина стенки, материал) берутся из прототипа проектирования трубопровода.

В поле **Глубина заложения, м** выводится глубина заложения пилотной скважины для прокладки трубопровода на переходе через реку *методом ГНБ*.

**Внимание!** После задания параметров (углов входа и выхода, длины прямых участков и радиуса изгиба) необходимо нажать на кнопку **Применить** для формирования перехода

методом ГНБ. Если параметры заданы корректно, то будет построена прокладка трубопровода. В противном случае измените значения параметров и повторно нажмите на кнопку **Применить**. После построения перехода выйдите из диалога по кнопке **ОК**.

### 5.11.3. Переходы через болота

При переходах через болота возможно применение следующих конструктивных схем укладки:

- 1) подземная укладка на минеральное дно, торфяное основание с бермы траншеи методом сплава или протаскивания;
- 2) наземная прокладка непосредственно по поверхности болота с созданием выстилки из бревен и обвалованием торфяным грунтом;
- 3) в насыпи из минерального грунта.

Болота (согласно СП 86.13330.2022 «Магистральные трубопроводы») по возможности использования торфа в качестве основания для прокладки трубопровода подразделяются на I-й, II-ой и III-й тип.

К болотам I типа относятся болота, целиком заполненные торфом, допускающие работу и передвижение болотной техники с удельным давлением 0,02-0,03 МПа или работу обычной техники с помощью щитов, сланей, лежневых или временных дорог, обеспечивающий удельное давление на поверхность залежи до 0,02 МПа.

К болотам II типа относятся целиком заполненные торфом, допускающие работу и передвижение специальной техники только с помощью щитов, сланей, лежневых или временных дорог, обеспечивающий удельное давление на поверхность залежи до 0,01 МПа.

К болотам III типа относятся болота, заполненные растекающимся торфом и водой с плавающей торфяной коркой, допускающие работу только специальной болотной техники на понтонах или обычной техники с плавучих средств.

Подземная укладка осуществляется на болотах I и II типов на минеральное или торфяное основание, на болотах III типа – на минеральное дно. Укладка с бермы траншеи возможна на болотах I и II типов любой протяженности, мощности, в любое время года; на болотах III типа – только в зимний период при мощности торфяной залежи до 2-2,5 м.

Глубина заложения трубопровода в болото согласно СП 36.13330.2012 должна быть не менее 0,8м до верха трубы при диаметре до 1000мм и 1м при диаметре 1000мм и более. В незаселенной местности глубина заложения трубопровода может быть уменьшена до 0,6м. В северных районах глубина заложения трубопровода должна определяться с учетом

глубины промерзания болот с учетом режима перекачки и свойств перекачиваемого продукта.

Прокладка газопроводов по болотам и заболоченным участкам согласно *СП 42-102-2004* предусматривается:

- на болотах I типа, при мощности торфяного слоя:
  - более 0,8 глубины промерзания – в торфяном слое;
  - менее 0,8 глубины промерзания – в траншее минерального основания, но не менее 1 м от верха трубы;
- на болотах II и III типов независимо мощности торфяного слоя - в траншее минерального основания, но не менее требований *СНиП 42-01*.

#### **Наземная (в насыпи) прокладка трубопровода через болота**

Прокладка трубопровода в насыпи с выстилкой из мелкозернистого песка на переходах через болота осуществляется в следующих случаях:

- 1) трубопровод пересекает болота III типа;
  - 2) трубопровод пересекает болота любого типа, на которых наблюдается продолжительное стояние вод на глубине более 0,3 м;
  - 3) для эксплуатации требуется сплошной проезд, а трубопровод пересекает болото III типа
- На болотах I и II типа глубиной до 3 м, а также на болотах III типа любой мощности торфяной залежи насыпь возводится на минеральное основание. На болотах I и II типа глубиной более 3 м насыпь может быть уложена на торфяное основание без выторфовывания либо с частичным выторфовыванием верхнего слоя торфяной залежи, замедляющим осадку насыпи. Засыпка трубопровода должна быть не менее 0,8-1,0 м до верха трубы (в зависимости от диаметра).

#### **5.11.4. Переходы через железные и автомобильные дороги**

Участки трубопроводов, прокладываемых на переходах через железные и автомобильные дороги всех категорий, предусматриваются в защитном футляре из стальных труб.

##### **Переход через железные дороги**

При подземной прокладке трубопровода через железные дороги согласно требованиям п.9.12 СП 119.13330.2012 «Железные дороги колеи 1520мм» концы защитного футляра с каждой стороны должны выводиться не менее чем в **50м** от подошвы откоса насыпи или бровки откоса выемки, а при наличии водоотводных сооружений – от крайнего водоотводного сооружения. Расстояние по вертикали от верха защитного футляра до

подошвы рельса согласно требованиям п.9.13 СП 119.13330.2012 «Железные дороги колеи 1520мм» принимается не менее **2м**, а при устройстве перехода методом прокола или горизонтально-направленного бурения – **3м**. Верх защитного футляра располагается на **1,5м** ниже дна водоотводного сооружения или подошвы насыпи.

При подземной прокладке трубопровода через железные дороги согласно требованиям п.10.3.2. СП 36.13330.2012 концы защитного футляра с каждой стороны должны выводиться от осей крайних путей на **50м**, но не менее **5м** от подошвы откоса насыпи и **3м** от бровки откоса выемки и не менее **3м** от крайнего водоотводного сооружения земляного полотна (кювета, нагорной канавы, резерва). Заглубление участков трубопроводов, прокладываемых под железными дорогами общей сети, должно быть не менее **2м** от подошвы рельса до верхней образующей защитного футляра и не менее **1,5 м** от дна кювета, лотка или дренажа.

При подземной прокладке трубопровода через железные дороги согласно требованиям ГОСТ Р 55989-2014 концы защитного футляра с каждой стороны должны выводиться от подошвы откоса насыпи или бровки откоса выемки или от крайнего водоотводного сооружения (кювета, нагорной канавы, резерва) на **50м**.

Параметры участка перехода

Название: Участок перехода через железную дорогу

Начало: ПК485 + 26.72      Конец: ПК489 + 1.88

Протяженность: 375.16 м

Открытый/Закрытый: Горизонтально-направленное бурение

Способ прокладки: продавливание

Расстояние до левого края футляра, м: 10      Расстояние до правого края футляра, м: 10

Крайняя точка препятствия

Рабочий котлован: Глубина, м: 3      Ширина по дну, м: 4      Длина, м: 30      Смещение, м: 0

Приемный котлован: Глубина, м: 3      Ширина по дну, м: 4      Длина, м: 30      Смещение, м: 0

Способ разработки: Экскаватор с предв.рыхлением грунта      Способ засыпки: Вручную      Глубина заложения, м: 1.77 - 2.39

☒ Футляр

Диаметр футляра, мм: 720      Толщина стенки футляра, мм: 10      Высота спейсера, мм: 85

Материал футляра: 17Г1С      ТУ: ТУ 14-3-1977-2000      Прямая вставка, м: 1

OK      Отмена      Применить

Заглубление участков трубопроводов, прокладываемых под железными дорогами общей сети, должно быть не менее **2м** от подошвы рельса до верхней образующей защитного футляра, при устройстве методом прокола – **3м**, при этом верхняя образующая защитного футляра должна располагаться не менее **1,5 м** ниже от дна водоотводного сооружения или подошвы насыпи.

### Переход через автомобильные дороги

При прокладке трубопровода через автомобильные дороги согласно нормативным требованиям концы защитного футляра должны выводиться: для дорог I и II категории на **25м** от бровки земляного полотна, но не менее **2м** от подошвы насыпи, а для дорог III, III-п, IV-п и V категории – на **5м** от бровки земляного полотна. Заглубление участков трубопроводов должно быть не менее **1.4м** от верха покрытия дороги до верхней образующей защитного футляра и не менее **0,4м** от дна кювета, водоотводной канавы или дренажа.

Переходы через дороги сооружаются открытым (траншейным) и закрытым (бестраншейным) способами. Прокладка защитного футляра открытым (траншейным) способом возможна при пересечении автодорог категории IV-V.

Параметры участка перехода

Название:

Начало

ПК485 + 26.72

Конец

ПК489 + 1.88

Протяженность: 375.16 м

Открытый/Закрытый

Горизонтально-направленное бурение

Способ прокладки: продавливание

Расстояние до левого края футляра, м: 10

Расстояние до правого края футляра, м: 10

Крайняя точка препятствия

Крайняя точка препятствия

Рабочий котлован

Приемный котлован

Глубина, м: 3

Ширина по дну, м: 4

Длина, м: 30

Смещение, м: 0

Глубина, м: 3

Ширина по дну, м: 4

Длина, м: 30

Смещение, м: 0

Способ разработки: Экскаватор с предв.рыхлением грунта

Способ засыпки: Вручную

Глубина заложения, м: 1.77 - 2.39

☒ Футляр

Диаметр футляра, мм: 720

Толщина стенки футляра, мм: 10

Высота спейсера, мм: 85

Материал футляра: 17Г1С

ТУ: ТУ 14-3-1977-2000

Прямая вставка, м: 1

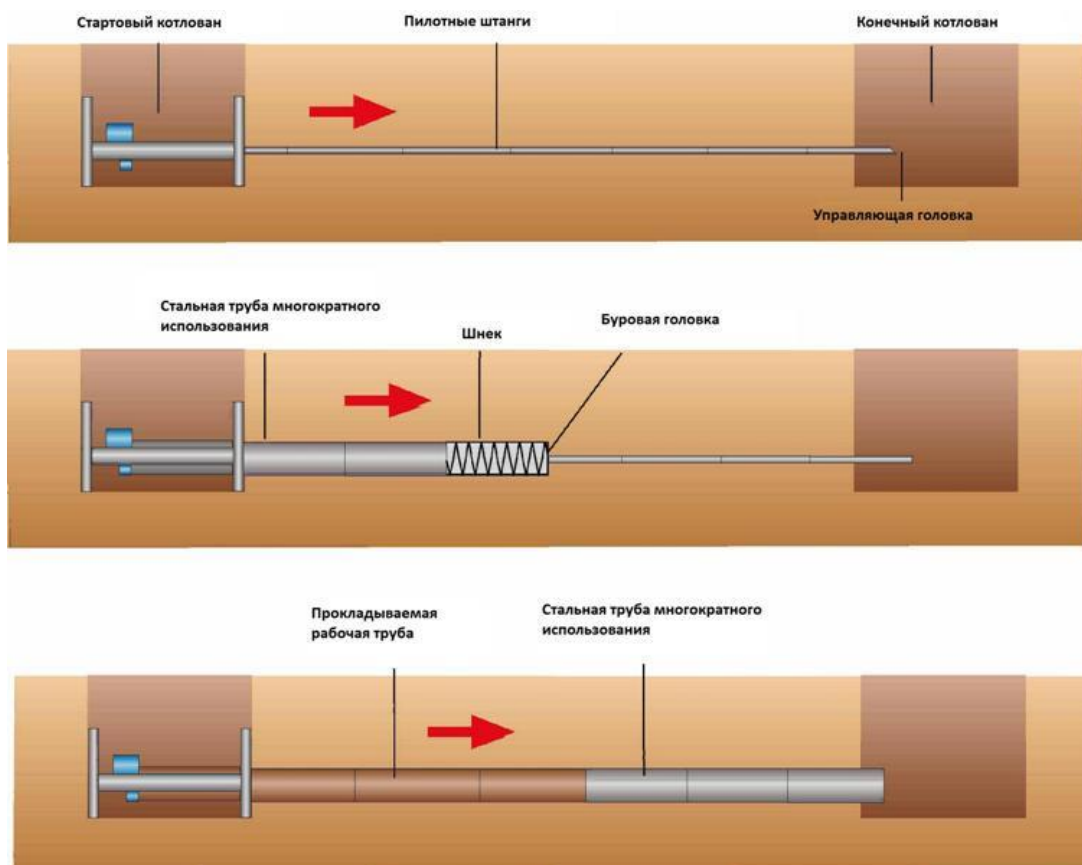
OK

Отмена

Применить

Закрытый способ бестраншейной прокладки футляров при строительстве переходов магистральных трубопроводов под железными и автомобильными дорогами класса федеральных и скоростных является обязательным и должен осуществляться:

- проколом - для трубопроводов диаметром до **530мм** в мягких суглинистых и глинистых грунтах нормальной влажности, не содержащих твердых включений; стальной металлический футляр вдавливается в грунт открытым концом с помощью гидравлических домкратов;
- продавливанием - для трубопроводов диаметром от **426мм** до **1420мм** в грунтах категорий I-V; максимальная длина продавливания - 80 метров; стальной металлический футляр продавливается с выборкой грунта с помощью шнека посредством прессошнековой/бурошнековой установки;
- микротоннелированием - для трубопроводов диаметром от **426мм** до **1420мм** в грунтах категорий I-V; максимальная длина тоннеля – 80-100 метров с помощью проходческого щита
- горизонтально направленным бурением - для трубопроводов диаметром от **219мм** до **1420мм** в грунтах I-V категорий, за исключением плавунув и водонасыщенных песков и супесей; с помощью установки ГНБ.



### **Способ прокладки**

В этом поле из падающего меню выбирается способ прокладки: *траншейный, прокол, продавливание или микротоннелирование* в закладке **Открытый/Закрытый**.

### **Способ разработки**

В этом поле из падающего меню выбирается способ разработки: *вручную или специальной техникой (экскаватор, бульдозер, установка бурошнековая, установка прессошнековая и др.)*.

### **Способ засыпки**

В этом поле из падающего меню выбирается способ засыпки: *вручную или специальной техникой (экскаватор, бульдозер и др.)*.

### **Глубина заложения, м**

В этом поле выводится глубина заложения до верхней образующей футляра

### **Рабочий котлован**

В этом блоке поле **Длина, м** задается длина рабочего котлована, в поле **Ширина по дну, м** задается ширина по дну рабочего котлована, в поле **Глубина, м** задается глубина рабочего котлована. В поле **Смещение** задается расстояние начала рабочего котлована относительно левого конца футляра (например, если задано смещение 1 м, то начало рабочего котлована будет смещено вправо во внутрь футляра на 1 м). Откос стенок рабочего котлована, предназначенного для прокладки трубопровода методом прокола, продавливания или микротоннелирования, принимается равным откосу траншеи на участке.

### **Приемный котлован**

В этом блоке в поле **Длина, м** задается длина приемного котлована, в поле **Ширина по дну, м** задается ширина по дну приемного котлована, в поле **Глубина, м** задается глубина приемного котлована. В поле **Смещение** задается расстояние начала приемного котлована относительно правого конца футляра (например, если задано смещение 1 м, то начало приемного котлована будет смещено влево во внутрь футляра на 1 м). Откос стенок приемного котлована, предназначенного для прокладки трубопровода методом прокола, продавливания или микротоннелирования, принимается равным откосу траншеи на участке.

### **Футляр**

В этом блоке в поле **Диаметр футляра, мм** задается диаметр защитного футляра, в поле **Толщина стенки футляра, мм** задается толщина стенки защитного футляра, в поле

**Высота спейсера, мм** задается высота спейсера для центрирования трубопровода относительно футляра, в поле **Материал футляра** из падающего списка выбирается материал защитного футляра, а в поле **ТУ** из падающего списка – технические условия на изготовление защитного футляра. В поле **Прямая вставка** задается длина прямого участка за футляром.

#### 5.11.5. Добавить переход в произвольном месте

Для создания участков перехода через препятствия в произвольном месте, например, при прокладке трубопровода в защитном футляре рядом с ВЛ, в меню **Трубопроводы** выберите пункт **Участки переходов через препятствия**, нажмите правую кнопку мыши и в контекстном меню выберите пункт **Добавить переход в произв. месте**. Далее необходимо курсором на профиле указать местоположение центра защитного футляра, в полях *Расстояние до левого края футляра* и *Расстояние до правого края футляра* ввести нужные значения и нажать на кнопку **Применить**.

#### 5.11.6. Удалить все переходы

Для удаления всех участков переходов через препятствия в меню **Трубопроводы** выберите пункт **Участки переходов через препятствия**, нажмите правую кнопку мыши и в контекстном меню выберите пункт **Удалить все переходы**.

#### 5.11.7. Обновить

Для обновления информации по всем участкам переходов через препятствия в меню **Трубопроводы** выберите пункт **Участки переходов через препятствия**, нажмите правую кнопку мыши и в контекстном меню выберите пункт **Обновить**. Информация по всем участкам переходов через препятствия будет обновлена.

#### 5.11.8. Редактирование параметров переходов

После автоматического создания участков переходов через препятствия можно для каждого перехода изменить набор параметров. Вызов функции осуществляется через структуру трассы: в разделе **Участки переходов через препятствия** выберите **Участок перехода**, правой клавишей мыши открыть контекстное меню и выбрать пункт **Параметры участка**. На экран выводится диалог для изменения параметров участка перехода.

#### 5.11.9. Удалить переход

Вызов функции осуществляется через структуру трассы: в разделе **Участки переходов через препятствия** выберите **Участок перехода**, правой клавишей мыши откройте контекстное меню и выберите пункт **Удалить переход**.

#### 5.11.10. Показать переход

Вызов функции осуществляется через структуру трассы: в разделе **Участки переходов через препятствия** выберите **Участок перехода**, правой клавишей мыши откройте контекстное меню и выберите пункт **Показать переход**.

#### 5.11.11. Объединить переход со следующим

Вызов функции осуществляется через структуру трассы: в разделе **Участки переходов через препятствия** выберите **Участок перехода**, правой клавишей мыши откройте контекстное меню и выберите пункт **Объединить со следующим**. Функция объединяет соседние участки переходов одного типа. Нельзя объединить участок перехода через железную дорогу с участком перехода через водный объект.

#### 5.11.12. Разделить переход

Вызов функции осуществляется через структуру трассы: в разделе **Участки переходов через препятствия** выберите **Участок перехода**, правой клавишей мыши откройте контекстное меню и выберите пункт **Разделить**. С помощью функции можно разделить любой участок перехода на два участка для дальнейшего редактирования.

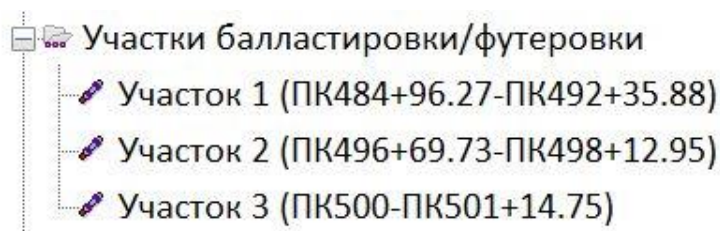
### 5.12. Участки балластировки/футеровки

Трубопроводы, прокладываемые в подводных траншеях на переходах через водные преграды, заливаемые поймы рек и ручьев, болота, заболоченные и обводненные участки, орошаемые территории и участки, сложенные слабыми грунтами с высоким уровнем стояния грунтовых вод, должны быть рассчитаны на устойчивость против всплытия. Устойчивость трубопровода на таких участках обеспечивается его пригрузкой (балластировкой) специальными утяжелителями, минеральным грунтом или комбинированным способом.

#### 5.12.1. Автоматическое создание участков балластировки

Для создания участков балластировки в меню **Трубопроводы** выберите раздел **Участки балластировки/футеровки**, нажмите правую кнопку мыши и в контекстном меню

выберите пункт **Автоматическое создание участков балластировки**. Для всех водных объектов на трассе проектируемого трубопровода (река, ручей, протока, старица, пойма, озеро, водохранилище и др.), а также на всех обводненных участках, на которых уровень грунтовых вод (УГВ) выше нижней образующей трубопровода, автоматически будут созданы участки балластировки согласно параметрам, установленным в прототипе проектирования. Участки балластировки автоматически будут добавлены в структуру трубопровода.



**Внимание!** Создание участков балластировки трубопроводов, проложенных на обводненных болотах всех категорий, осуществляется интерактивно с помощью пункта **Добавить участок в произвольном месте**.

#### 5.12.2. Добавить участок балластировки в произвольном месте

С помощью функции **Добавить участок в произвольном месте** раздела **Участки балластировки/футеровки** можно создавать на профиле участки балластировки трубопровода, например на болотах. На экран выводится диалог **Параметры участка балластировки/футеровки**, в котором необходимо задать параметры балластирующих устройств и средств футеровки трубопровода, руководствуясь указаниями раздела 5.12.5.

#### 5.12.3. Удалить все участки балластировки

С помощью этой функции можно удалить все ранее созданные участки балластировки. Активизируйте функцию. Участки балластировки будут удалены из профиля и из структуры трубопровода.

#### 5.12.4. Обновить

С помощью этой функции можно обновить в модели трубопровода параметры всех участков балластировки.

#### 5.12.5. Параметры участка балластировки/футеровки

Для вызова на экран параметров участков балластировки/футеровки следует в разделе **Участки балластировки/футеровки** подвести курсор к участку балластировки, нажать

правую клавишу мыши и выбрать пункт **Параметры участка**. На экран будет выведен диалог **Параметры участка балластировки/футеровки**, в котором необходимо во вкладке **Балластировка** задать параметры балластирующих устройств и во вкладке **Футеровка** задать параметры средств футеровки трубопровода.

Параметры участка балластировки/футеровки

Название:

+ 
 +

Протяженность:

Диаметр трубопровода, мм: 
 Диаметр футляра, мм:

Балластировка ☒ Футеровка ☐

Тип пригруза: 
 Марка пригруза: 
 Обозначение:

Необходимое увеличение глубины до верха пригруза, м:

Параметры пригруза

|                                                  |                                    |                             |                                   |
|--------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| Высота от оси трубопровода до верха пригруза, м: | <input type="text" value="0.425"/> | Плотность материала, кг/м³: | <input type="text" value="2400"/> |
| Ширина пригруза, м:                              | <input type="text" value="0.88"/>  | Объем пригруза, м³:         | <input type="text" value="0.32"/> |
| Длина пригруза, м:                               | <input type="text" value="1.20"/>  | Масса пригруза, кг:         | <input type="text" value="768"/>  |

Результат расчета

|                                           |                                      |                              |                                   |
|-------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| Расчетный шаг по осям пригрузов, м:       | <input type="text" value="3.49"/>    | Количество пригрузов, шт:    | <input type="text" value="58"/>   |
| Нормативная балластировка в воздухе, Н/м: | <input type="text" value="2159.36"/> | Шаг размещения пригрузов, м: | <input type="text" value="3.49"/> |

**Внимание!** Для редактирования начального и конечного пикетных значений участков балластировки трубопровода на общем продольном профиле трассы с помощью пиктограммы  необходимо согласно указаниям п.4.6 установить текущий вид для продольного профиля.

В поле **Наименование** вводится название участка балластировки.

В поле **Протяженность** выводится длина участка балластировки в метрах.

В поле **Диаметр трубопровода, мм** выводится (справочно) значение диаметра балластируемого трубопровода, а в поле **Диаметр футляра, мм** выводится (справочно) значение диаметра футляра.

### **Балластировка**

В этой вкладке вводом или посредством выбора из падающих списков задаются основные параметры балластирующего устройства.

В поле **Тип пригруза** из падающего списка выбирается тип используемого балластирующего устройства, а в поле **Марка пригруза** выбирается его марка:

- утяжелители железобетонные кольцевые сборные типа **КБУ** для балластировки магистральных трубопроводов диаметром 325мм÷1420мм выбираются по ГОСТ Р 57993-2017.
- утяжелители чугунные кольцевые типа **ЧБУ** для балластировки трубопроводов диаметром 219мм÷1420мм выбираются по ГОСТ Р 57992-2017.
- утяжелители железобетонные охватывающие типа **БУОТ** для балластировки трубопроводов диаметром 530мм÷1420мм выбираются по ГОСТ Р 57993-2017.
- утяжелители полимерно-контейнерные текстильные типа **ПКБУ** для балластировки трубопроводов диаметром 325мм÷1620мм выбираются по ГОСТ Р 58257-2018.
- утяжелители полимерно-контейнерные текстильные типа **КТ** для балластировки трубопроводов диаметром 325мм÷1620мм выбираются по ГОСТ Р 58257-2018.
- утяжелители железобетонные кольцевые сборные типа **2-УТК** для балластировки магистральных трубопроводов диаметром 325мм÷1420мм выбираются по ТУ 5857-002-24503912-2014.
- утяжелители кольцевые бетонозаполняемые **УКБЗ** для балластировки трубопроводов диаметром 325мм÷1620мм выбираются по ТУ 4834-007-93629877-2015.
- утяжелители железобетонные клиновидные типа **1-УБКМ** для балластировки трубопроводов диаметром 325мм÷1420мм выбираются по ТУ 102-421-86.
- утяжелители чугунные кольцевые типа **УЧК** для балластировки трубопроводов диаметром 219мм÷1420мм выбираются по ТУ 4834-004-89632342-2012.
- утяжелители железобетонные охватывающие типа **УБО** для балластировки трубопроводов диаметром 530мм÷1420мм выбираются по ТУ 102-300-81,
- утяжелители железобетонные охватывающие типа **УБО-М** для балластировки трубопроводов диаметром 530мм÷1420мм выбираются по ТУ 51-04-97,

- утяжелители железобетонные охватывающие типа **УБО-УМ** для балластировки трубопроводов диаметром 530мм÷1420мм выбираются по ТУ 5853-003-89632342-2009,
- утяжелители железобетонные типа **УтО** для балластировки трубопроводов диаметром 720мм÷1420мм выбираются по ТУ 4834-001-67319596-2012.
- утяжелители полимерно-контейнерные текстильные бескаркасные типа **ПТБК** для балластировки трубопроводов диаметром 219мм÷1620мм выбираются по ТУ 4834-004-89632342-2010,
- утяжелители полимерно-контейнерные текстильные типа **ПКТУ** для балластировки трубопроводов диаметром 325мм÷1620мм выбираются по ТУ 4834-035-89632342-2013,
- утяжелители полимерно-контейнерные типа **ПКБУ-МК** для балластировки трубопроводов диаметром 530мм÷1420мм выбираются по ТУ 4834-1002-17179339-2005,
- утяжелители полимерно-контейнерные типа **ПКБУ-МКС** для балластировки трубопроводов диаметром 530мм÷1420мм выбираются по ТУ 4834-001-89632342-2009.
- утяжелители контейнерные грунтозаполняемые типа **КТ** и **КТ-М** для балластировки трубопроводов диаметром 159мм÷1420мм выбираются по ТУ 102-589-91
- утяжелители контейнерные грунтозаполняемые типа **УБГЗ** для балластировки трубопроводов диаметром 530мм÷1420мм выбираются по ТУ 4834-007-58183933-2007.
- утяжелители железобетонные поясные типа **УБП** для балластировки трубопроводов диаметром 219мм÷1020мм выбираются по ТУ 102-162-78

**Внимание!** Для обеспечения заданной в прототипе глубины заложения трубопровода в поле **Необходимое увеличение глубины заложения до верха пригруза, м** выводится значение, на которое необходимо дополнительно заглубить балластируемый трубопровод из-за превышения верха пригруза над верхом трубопровода.

#### **Параметры пригруза.**

В поле **Высота от оси трубопровода до верха пригруза, м** выводится значение от оси трубопровода до верха пригруза.

В поле **Ширина пригруза, м** выводится значение ширины пригруза, которое используется при расчете ширины траншеи по дну.

В поле **Длина пригруза, м** выводится значение длины пригруза вдоль трубопровода.

В поле **Плотность материала, кг/м<sup>3</sup>** выводится плотность материала, из которого изготовлен утяжелитель. Значение плотности материала пригруза может редактировать согласно ТУ на его изготовление:

- для железобетонных утяжелителей марки КБУ, БУОТ, УТК, УБКМ, УБО, УБО-М, УтО, УБП плотность материала пригруза, по умолчанию, принимается равной 2400 кг/м<sup>3</sup> (бетон марки В22,5) и может быть отредактирована пользователем, например 2300 кг/м<sup>3</sup> (бетон марки В12,5);
- для чугунных утяжелителей марки УЧК плотность материала, по умолчанию, принимается равной 7000 кг/м<sup>3</sup> и может быть отредактирована пользователем;
- для грунтозаполняемых утяжелителей марки КТ, ПКБУ, ПКБУ-С, ПТБК, ПКТУ, УБГЗ плотность грунта засыпки, по умолчанию, принимается равной 1600кг/м<sup>3</sup> и может быть отредактирована пользователем.

В поле **Объем пригруза, м<sup>3</sup>** выводится значение объема пригруза согласно ТУ на его изготовление. В поле **Масса пригруза, кг** выводится значение массы пригруза.

#### Параметры грунта засыпки

В этой вкладке назначается тип грунта, используемого для засыпки:

- трубопровода после его укладки в траншею.
- в грунтозаполняемые утяжелители

Параметры грунта засыпки

Грунт по СП 22.13330.2016:  
Пески средней крупности

|                                                  |       |
|--------------------------------------------------|-------|
| Удельное сцепление, Па:                          | 1500  |
| Угол трения, °:                                  | 30    |
| Удельный вес грунта, кг/м <sup>3</sup> :         | 1600  |
| Удельный вес скелета грунта, кг/м <sup>3</sup> : | 2700  |
| Коэффициент пористости:                          | 0.5   |
| Коэффициент Пуассона:                            | 0.2   |
| Модуль деформации, МПа:                          | 16    |
| Коэффициент касательного сопротивления, МПа/см:  | 0.027 |
| Коэффициент снижения модуля деформации:          | 0.6   |
| Несущая способность, МПа:                        | 0.55  |
| Коэффициент трения о сухой грунт:                | 0.72  |
| Коэффициент трения о влагонасыщенный грунт:      | 0.6   |

OK Отмена

Тип грунта выбирается из падающего списка. Физико-механические характеристики грунта, необходимые для расчета балластировки трубопровода, выбираются из базы данных. При необходимости, значения физико-механических характеристик грунта могут быть отредактированы пользователем (например, по данным лабораторных испытаний грунта из карьера, который будет использоваться для засыпки траншеи). Для изменения значений любой из характеристик щелкните курсором по числовому полю, удалите выведенное значение и введите нужное значение. После редактирования и выхода по кнопке **OK** изменения будут сохранены.

### Параметры расчета.

В этой вкладке задаются параметры для расчета балластировки участка трубопровода.

В поле **Расчет балластировки для стадии:** из падающего списка выбирается стадия – *строительство* или *эксплуатация*. На стадии *строительства* пустой трубопровод может укладываться в полностью обводненную траншею и поэтому нагрузка от веса транспортируемого продукта при расчете балластировки не учитывается. На стадии *эксплуатации* при расчете балластировки может учитываться нагрузка от веса транспортируемого продукта.

Параметры расчета балластировки

Расчет балластировки для стадии:

строительство

Способ прокладки трубопровода:

в траншее

Коэфф. устойчивости положения трубопровода,  $K_{nw}$ :

1.05

Коэфф. запаса по нагрузке для пригрузов,  $K_{bal}$ :

0.9

Шаг расчета устойчивого положения трубопровода, м:

1

☐ Учитывать наличие продукта в трубопроводе

☐ Учитывать сопротивление грунта вертикальным перемещениям

Гидродинамическое воздействие потока воды на трубопровод

Скорость течения на уровне уложенного трубопровода, м/с:

0

Плотность воды с учетом растворенных солей,  $кг/м^3$ :

1025

Гидродинамический коэфф. обтекания трубопровода,  $S_x$ :

1.2

Гидродинамический коэфф. подъемной силы,  $S_z$ :

0.8

Коэфф. трения о донный грунт при сдвиге трубопровода,  $K_{fr}$ :

0.45

пески мелкие и супеси

OK

Отмена

### **Способ прокладки трубопровода**

В поле **Способ прокладки трубопровода** из падающего списка выбирается тип прокладки: *в траншее* или *по дну реки*.

Если для участка выбран способ прокладки *в траншее*, то этот участок будет учитываться при расчете объемов земляных работ.

Если выбран способ прокладки *по дну реки*, то этот участок не будет учитываться при расчете объемов земляных работ

### **Коэффициент устойчивости положения трубопровода, knw**

В этом поле из падающего списка выбирается коэффициент надежности по устойчивости положения трубопровода против всплытия, значение которого принимается равным:

- **1,03** – для участков нефтепроводов и нефтепродуктопроводов, для которых возможно их опорожнение и замещение продукта воздухом;
- **1.05** – для участков перехода через болота, поймы, водоемы при отсутствии течения, обводненные и заливаемые участки в пределах ГВВ 1% обеспеченности;
- **1.1** - для русловых участков перехода через реки шириной по среднему меженному уровню до 200м, включая прибрежные участки в границах производства подводно-технических работ,
- **1.15** - для участков перехода через реки и водохранилища шириной свыше 200м, а также горные реки.

### **Коэффициент запаса по нагрузке для пригрузов, kba1**

В этом поле выводится коэффициент запаса для пригрузов:

- **0,8** - для грунтозаполняемых утяжелителей,
- **0,9** – для железобетонных утяжелителей
- **1,0** – для чугунных утяжелителей.

### **Шаг расчета устойчивого положения трубопровода**

В этом поле вводится значение шага (например 5 или 10 метров), используемого для расчета нормативной интенсивности балластировки на прямых, выпуклых и вогнутых участках с учетом степени обводнения грунтов.

### **Учитывать сопротивление грунта поперечным перемещениям**

При балластировке газопроводов на обводненных участках, а также на переходах трубопроводов через водные препятствия параметр *Учитывать сопротивление грунта поперечным перемещениям* должен быть **отключен** (п.12.4.7 СП 36.13330.2012), а при

расчете балластировки нефтепроводов и нефтепродуктопроводов в обводненных минеральных грунтах – **включен**.

#### **Учитывать наличие продукта в трубопроводе**

Если в процессе эксплуатации нефтепроводов и нефтепродуктопроводов невозможно их опорожнение и замещение продукта воздухом, то согласно п.12.4.6 СП 36.13330.2012 в расчете балластировки необходимо учитывать нагрузку от веса продукта и параметр

**Учитывать наличие продукта в трубопроводе** должны быть **включен**.

#### **Гидродинамическое воздействие потока воды на трубопровод.**

При расчете устойчивости против всплытия подводного трубопровода, пересекающего реки, необходимо учитывать вертикальную и горизонтальную составляющие силового гидродинамического воздействия потока воды в процессе укладки трубопровода на дно траншеи.

В поле **Скорость течения на уровне уложенного трубопровода, м/с** задается значение донной скорости воды (по умолчанию значение равно 0).

**Внимание!** Для учета при расчете балластировки трубопровода гидродинамического воздействия потока воды на трубопровод, размещаемый непосредственно по дну реки или в подводной траншее, необходимо задать значение скорости воды у дна реки отличное от 0.

В поле **Плотность воды с учетом растворенных солей, кг/м<sup>3</sup>** задается значение плотности воды.

В поле **Гидродинамический коэфф. обтекания трубопровода,  $C_x$**  задается значение коэффициента для расчета горизонтальной составляющей силового гидродинамического воздействия потока воды (для гладких труб  $C_x=0.7-0.8$ , для обетонированных или офутерованных труб  $C_x=1-1.2$ ).

В поле **Гидродинамический коэфф. подъемной силы,  $C_z$**  задается значение коэффициента для расчета вертикальной составляющей силового гидродинамического воздействия потока воды ( $C_z=0.6-0.8$ )

В поле **Коэфф. трения о донный грунт при сдвиге трубопровода,  $K_{fr}$**  из падающего списка выбирается значение коэффициента трения о грунт при поперечных перемещениях трубопровода на участках, где достигается наибольшее силовое воздействие потока воды на трубопровод.

### **Результат расчета**

В этом блоке выводятся результаты расчета балластировки трубопровода.

В поле **Расчетный шаг по осям пригрузов, м** выводится значение шага по осям пригрузов, рассчитанного по нормативной интенсивности балластировки в воздухе.

В поле **Нормативная интенсивность балластировки в воздухе, н/м** выводится расчетное значение нормативной интенсивности балластировки трубопровода выбранными пригрузами в воздухе.

В поле **Количество пригрузов, шт** выводится округленное в большую сторону количество пригрузов.

В поле **Шаг размещения пригрузов м** выводится шаг размещения по осям пригрузов.

После расчета участка балластировки на чертеже профиля показываются границы прокладки забалластированного трубопровода, параллельные линии рельефа.

### **Вкладка Футеровка**

В этой вкладке вводом или посредством выбора из падающих списков задаются основные параметры средства футеровки трубопровода.

В поле **Тип футеровки** из падающего списка выбирается тип футеровки трубопровода для защиты заводской антикоррозионной изоляции от механических повреждений: *пластина резиновая, пластина полимерная (скальный лист), профиль деревянный, профиль полимерный*.

Футеровка профилями деревянными и пластинами резиновыми используется для защиты наружной поверхности трубопроводов диаметром от 159 мм до 426 мм включительно при монтаже чугунных, железобетонных пригрузов во всех климатических районах страны при температуре эксплуатации от минус 40°C до плюс 60°C

Параметры участка балластировки/футеровки

Название:





+ 
 +

Протяженность:

Диаметр трубопровода, мм:  Диаметр футляра, мм:

☒ Балластировка
 ☐ Футеровка

Тип футеровки:

Марка футеровки:

ТУ на футеровку:

Длина вдоль трубопровода, мм: 
 Количество, шт:

Ширина, мм: 
 Плотность материала, кг/м³:

Высота/толщина, мм:

Обозначение:

☒ Футеровка только под балластными грузами

Футеровка пластинами полимерными (скальный лист СЛП) используется для защиты изолированной поверхности трубопроводов от 219 мм до 1420 мм включительно или трубных секций (Приложение Е):

- от механических повреждений при их прокладке в скальных многолетнемерзлых грунтах, включая, когда грунт обратной засыпки содержит включения дресвы, гальки, гравия, щебня и более крупных твердых включений, а также в период эксплуатации от воздействия скального грунта при продольных (и поперечных) перемещениях подземного трубопровода;
- на переходах через автомобильные и железные дороги, коммуникации, трубопроводы различного назначения, прокладываемых в защитном кожухе, на воздушных переходах (через ручьи, овраги и др.), прокладываемых в защитном кожухе, на подводных переходах на участках, укладываемых методами сплава или

протаскивания, а также на участках, балластируемых кольцевыми утяжелителями и чугунными грузами во всех макроклиматических районах категории УХЛ1 по ГОСТ 15150-69 при температуре окружающего воздуха от минус 60°C до плюс 50°C.

Футеровка профилями полимерными используется для защиты наружной поверхности трубопроводов диаметром от 159 мм до 1420 мм включительно при монтаже чугунных, железобетонных пригрузов во всех климатических районах страны при температуре эксплуатации от минус 40°C до плюс 70°C.

В поле **Марка футеровки** выводится марка футеровки согласно техническим условиям. В поле **ТУ на футеровку** выводятся технические условия на изготовление средства футеровки.

В поле **Длина вдоль трубопровода, м** выводится длина средства футеровки.

В поле **Ширина, мм** выводится ширина средства футеровки.

В поле **Высота/толщина, мм** выводится высота/толщина средства футеровки.

В поле **Количество, шт** выводится расчетное количество средств футеровки (поле доступно для редактирования).

В поле **Плотность материала футеровки кг/м<sup>3</sup>** выводится плотность материала, из которого изготавливаются средства футеровки согласно ТУ на изготовление (поле доступно для редактирования).

В поле **Обозначение:** выводится наименование средства футеровки согласно техническим условиям на изготовление.

**Внимание!** Данные из поля **Обозначение** выводятся в спецификацию трубопровода и в подпрофильную таблицу.

**Внимание!** По умолчанию выполняется футеровка всего участка балластировки для защиты заводской антикоррозионной изоляции от механических повреждений при укладке или протаскивании трубопровода. Если у параметра **Футеровка только под балластными грузами** будет установлен **флажок**, то футеровка будет выполнена только по длине балластных грузов, выбранных в закладке **Балластировка**. После задания параметров футеровки необходимо выйти из диалога нажатием кнопки **Применить**.

Расчет балластировки участка выполняется при нажатии на кнопку **Расчет балластировки участка**. На экран выводятся *исходные данные* по выбранному типу утяжелителей (марка, масса, объем и плотность материала пригруза), данные по трубопроводу, антикоррозионной изоляции, футеровке, принятым в расчете коэффициентам надежности и *результаты расчета* нормативной интенсивности балластировки трубопровода на прямых участках, а также на выпуклых и вогнутых участках с учетом упругого отпора при

свободном изгибе трубопровода, шаг по осям пригрузов при размещении на прямых, выпуклых и вогнутых участках и их количества для обеспечения устойчивого положения трубопровода против всплытия.

Расчет балластировки участка

Нормативный документ: ГОСТ 35070-2024

Участок 1

| Название расчетного параметра                                                               | Значение  | Допустимое... | Комментарий                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------|--------------------------------|
| Результаты проверки расчетов                                                                |           |               |                                |
| Допустимость шага размещения пригрузов                                                      | 3.49      | 1.2           | формула 16 ГОСТ Р 35070-2024   |
| Исходные данные                                                                             |           |               |                                |
| Марка пригруза                                                                              |           |               |                                |
| Масса пригруза M, [кг]                                                                      | 768       |               |                                |
| Плотность материала пригруза $\gamma$ , [кг/м <sup>3</sup> ]                                | 2400      |               |                                |
| Объем пригруза V, [м <sup>3</sup> ]                                                         | 0.3       |               |                                |
| Длина пригруза L, [м]                                                                       | 1.2       |               |                                |
| Наружный диаметр трубопровода D, [мм]                                                       | 530       |               |                                |
| Расчетная толщина стенки трубопровода $\delta$ , [мм]                                       | 11.7      |               |                                |
| Внутренний диаметр трубопровода Din, [мм]                                                   | 507       |               |                                |
| Расчетная толщина антикоррозионной изоляции $\delta_{ins}$ , [мм]                           | 3         |               |                                |
| Наружный диаметр трубопровода с изоляцией Dins, [мм]                                        | 536       |               |                                |
| Расчетная толщина футеровочной рейки/пластины $\delta_{lin}$ , [мм]                         |           |               |                                |
| Наружный диаметр трубопровода с футеровкой Dlin, [мм]                                       | 536       |               |                                |
| Наружный диаметр футляра трубопровода Df, [мм]                                              |           |               |                                |
| Расчетная толщина стенки футляра $\delta_f$ , [мм]                                          |           |               |                                |
| Коэффициент запаса устойчивости положения трубопровода на всплытие, knw                     | 1.03      |               | табл.12.2 ГОСТ Р 35070-2024    |
| Коэффициент надежности по нагрузке от собственного веса трубы pnwgt                         | 0.95      |               | табл.12.1 ГОСТ Р 35070-2024    |
| Коэффициент надежности по нагрузке от веса грунта pg                                        | 0.8       |               | табл.12.1 ГОСТ Р 35070-2024    |
| Коэффициент запаса по нагрузке от пригрузов kbal                                            | 0.9       |               | формула Д4.1 ГОСТ Р 35070-2024 |
| Модуль упругости металла трубопровода и футляра E, [МПа]                                    | 206000    |               | табл. Д5 ГОСТ Р 35070-2024     |
| Плотность материала трубопровода $\gamma_r$ , [кг/м <sup>3</sup> ]                          | 7850      |               | табл. Д5 ГОСТ Р 35070-2024     |
| Плотность материала футляра $\gamma_f$ , [кг/м <sup>3</sup> ]                               | 7850      |               | табл. Д5 ГОСТ Р 35070-2024     |
| Плотность материала изоляции трубопровода и футляра $\gamma_{ins}$ , [кг/м <sup>3</sup> ]   | 930       |               |                                |
| Плотность материала футеровки $\gamma_{lin}$ , [кг/м <sup>3</sup> ]                         |           |               |                                |
| Плотность воды с учетом растворенных солей $\gamma_w$ , [кг/м <sup>3</sup> ]                | 1025      |               |                                |
| Плотность транспортируемого продукта $\gamma_n$ , [кг/м <sup>3</sup> ]                      | 860       |               |                                |
| Скорость течений воды на уровне уложенного трубопровода Vw, [м/с]                           |           |               |                                |
| Кинематическая вязкость воды, [м <sup>2</sup> /с]                                           | 0.0000012 |               |                                |
| Гидродинамический коэффициент обтекания трубы водным потоком, Cx                            | 1.2       |               | п.2.5.1 НД №2-020301-005       |
| Гидродинамический коэффициент подъемной силы, Cz                                            | 0.8       |               | п.2.5.3 НД №2-020301-005       |
| Коэффициент трения о донный грунт при сдвиге трубопровода в горизонтальном направлении, kfr |           |               | табл. 7 ВСН-51-9-86            |
| Результаты расчетов на устойчивость положения трубопровода                                  |           |               |                                |
| Нормативная нагрузка от веса транспортируемого продукта Qliq, [н/м]                         |           |               | формула 4 ГОСТ Р 35070-2024    |
| Нормативная нагрузка от веса металла трубы Qwgt, [н/м]                                      | 1393.7    |               |                                |
| Нормативная нагрузка от веса изоляции трубы Qins, [н/м]                                     | 43.5      |               |                                |
| Нормативная нагрузка от веса футеровки трубы Qlin, [н/м]                                    |           |               |                                |
| Нормативная выталкивающая сила воды для трубопровода с изоляцией Qinsw, [н/м]               | 2268.9    |               | формула 6 ГОСТ Р 35070-2024    |
| Нормативная выталкивающая сила воды для трубопровода с изоляцией и футеровкой Qlinw, [н/м]  | 2268.9    |               | формула 6 ГОСТ Р 35070-2024    |
| Нормативная выталкивающая сила воды для футляра Qwff, [н/м]                                 |           |               | формула 6 ГОСТ Р 35070-2024    |
| Суммарное гидродинамическое воздействие потока воды на трубу Qdin, [н/м]                    |           |               | п.6.1.7 НД №2-020301-005       |
| Предельное сопротивление грунта продольным перемещениям трубопровода QgrX, [н/м]            | 10968.4   |               | формула 9.8-10 А.Б.Айнбиндер   |
| Предельное сопротивление грунта поперечным перемещениям трубопровода, QgrZ, [н/м]           |           |               | формула 9.1-7 А.Б.Айнбиндер    |
| Нормативная интенсивность балластировки (вес на воздухе) на прямых участках, [н/м]          | 1784.7    |               | формула Д4.1 ГОСТ Р 35070-2024 |

OK

Сформировать отчет

При нажатии на кнопку **Сформировать отчет** автоматически формируется отчет по расчету балластировки участка в формате Excel.

Тип пригруза **сплошное обетонирование**

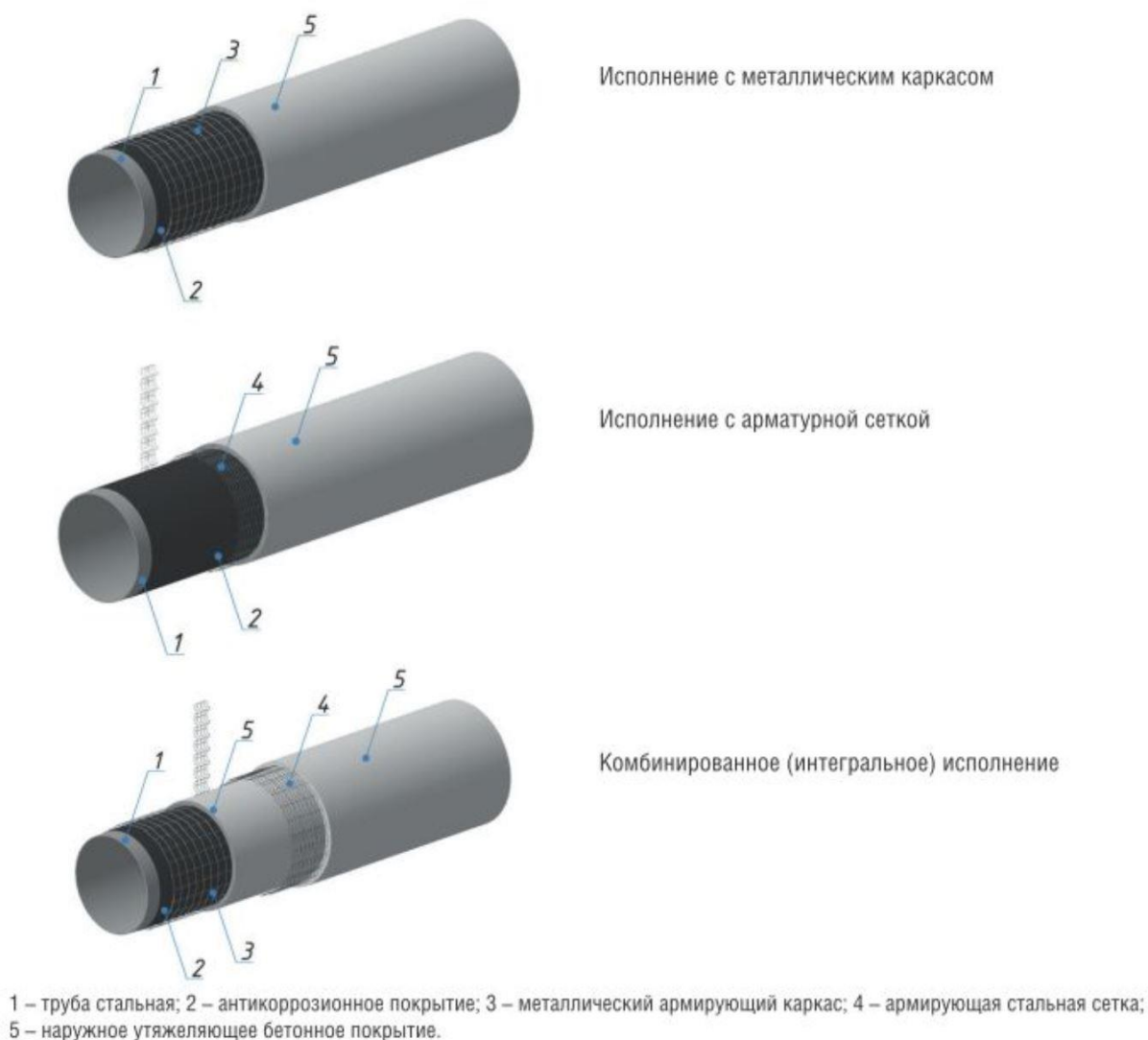
Предусматривается три типа конструкции обетонированных труб согласно нормативам [33] и [47]:

1 тип – коаксиально расположенную стальную электросварную прямошовную трубу с защитным антикоррозионным покрытием и металлополимерную оболочку, пространство между которыми заполнено бетоном или армированным бетоном;

2 тип - коаксиально расположенную стальную электросварную прямошовную трубу с защитным антикоррозионным покрытием и полимерную оболочку, пространство между которыми заполнено бетоном или армированным бетоном;

3 тип - коаксиально расположенную стальную электросварную прямошовную трубу с защитным антикоррозионным покрытием и наружным утяжеляющим армированным бетонным покрытием.

Конструкция труб с наружным утяжеляющим бетонным покрытием



В поле **Диаметр трубопровода, мм** выводится значение диаметра трубы (поле не редактируется).

В поле **Диаметр футляра, мм** выводится значение диаметра защитного футляра (поле не редактируется).

В поле **Тип оболочки** из падающего списка выбирается тип защитной гидроизолирующей оболочки – *отсутствует (3 тип)*, *полимерная (2 тип)* или *металлополимерная (1 тип)*.

В поле **Диаметр оболочки, мм** выводится диаметр защитной гидроизолирующей оболочки после выполнения расчета балластировки участка трубопровода.

### Параметры пригруза

В поле **Длина трубы, м** выводится значение длины трубы, принятое в прототипе на проектирование.

В поле **Длина неизолированных концевых участков, мм** вводится значение длины неизолированных участков трубы под сварку.

В поле **Длина необетонированных концевых участков, мм** вводится значение длины концевых необетонированных участков трубы.

Параметры участка балластировки/футеровки

Название:

Начало

ПК480

▼

+

0.00

Конец

ПК481

▼

+

99.89

Протяженность:

Диаметр трубопровода, мм:

Диаметр футляра, мм:

Балластировка

Футеровка

Тип пригруза:

Тип оболочки:

Диаметр оболочки, мм:

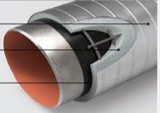
Толщина стенки оболочки, мм:

Необходимое увеличение глубины до верха пригруза, м:

стальная оцинкованная спирально-замковая оболочка

тяжелый бетон со стальным армированием карбонам или фиброй

стальная труба с трехслойным полиэфирным антикоррозионным покрытием



Параметры пригруза

Длина трубы, м:

Плотность материала, кг/м³:

Длина неизолированных концевых участков, мм:

Длина необетонированных концевых участков, мм:

Параметры грунта засыпки

Параметры расчета

Расчет балластировки участка

Результат расчета

Расчетная толщина бетонного покрытия, мм:

Нормативная балластировка в воздухе, Н/м:

Толщина бетонного покрытия, мм:

Сформировать отчет

OK

Отмена

Применить

В поле **Плотность бетона, кг/м³** вводится значение плотности бетона, используемого для обетонирования трубы (2400-3500 кг/м³)

### **Параметры грунта засыпки**

В этой вкладке назначается тип грунта, используемого для засыпки обетонированного трубопровода после его укладки в траншею. Тип грунта выбирается из падающего списка. Физико-механические характеристики грунта выбираются из базы данных. При необходимости, значения физико-механических характеристик грунта могут быть отредактированы пользователем. Для изменения значений любой из характеристик щелкните курсором по числовому полю, удалите выведенное значение и введите нужное значение. После редактирования и выхода по кнопке **ОК** изменения будут сохранены.

### **Параметры расчета.**

В этой вкладке задаются параметры для расчета балластировки участка трубопровода (см. выше для балластировки грузами).

#### **Расчет балластировки участка**

При нажатии на клавишу **Расчет балластировки участка** выполняется расчет толщины сплошного обетонирования участка трубопровода.

### **Результаты расчета**

В поле **Расчетная толщина бетонного покрытия, мм** выводится расчетное значение толщины бетонного покрытия трубы, соответствующее расчетной интенсивности балластировки трубопровода (в воздухе).

В поле **Нормативная балластировки в воздухе, Н/м** выводится значение расчетной интенсивности балластировки трубопровода (в воздухе).

В поле **Толщина бетонного покрытия, мм** выводится значение толщины обетонирования трубопровода для выбранного диаметра защитной оболочки.

В поле **Необходимое увеличение глубины до верха пригруза, мм** выводится значение, на которое необходимо заглубить верх обетонированного трубопровода для обеспечения нормативного значения по глубине заложения.

#### **Сформировать отчет**

При нажатии на кнопку **Сформировать отчет** автоматически формируется отчет по расчету балластировки участка в формате Excel.

### **5.12.6. Показать участок балластировки**

С помощью этой функции можно вывести на экран участок балластировки в увеличенном масштабе.

#### 5.12.7. Удалить участок балластировки

С помощью этой функции можно удалить ранее созданные участки балластировки. Активизируйте функцию. Участок балластировки будет удален из профиля и из структуры трубопровода.

#### 5.12.8. Объединить участок балластировки со следующим

С помощью этой функции можно объединить текущий участок балластировки со следующим. После выполнения этой функции обязательно нужно выбрать пункт **Параметры участка** и выполнить **Расчет балластировки участка**.

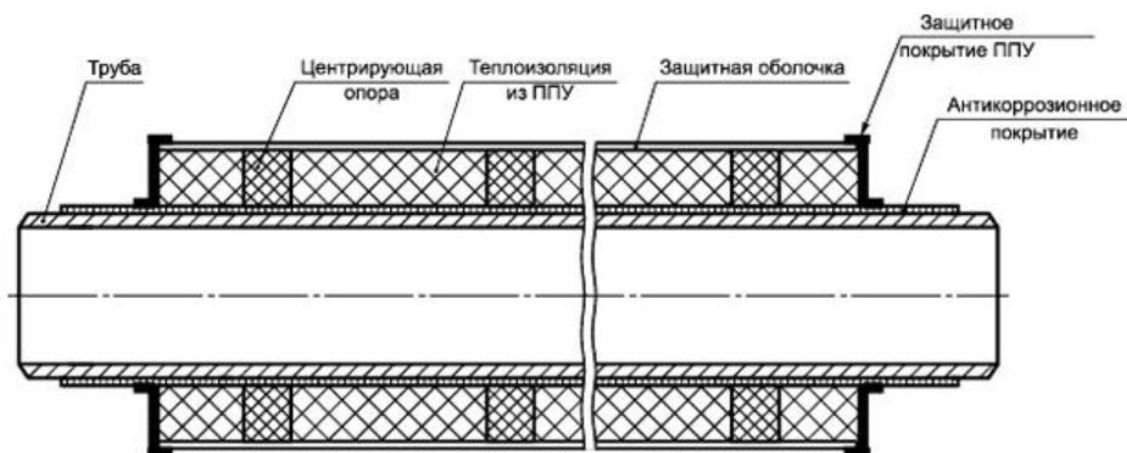
#### 5.12.9. Разделить на выпуклые/вогнутые участки

С помощью этой функции можно разделить текущий участок балластировки на прямолинейные, выпуклые и вогнутые участки. На выпуклых и вогнутых участках в расчете интенсивности нагрузки учитывается нагрузка от упругого отпора при свободном изгибе трубопровода.

### 5.13. Участки теплогидроизоляции

На участках залегания многолетнемерзлых грунтов с отрицательной температурой грунта для сохранения их состояния в процессе строительства и эксплуатации используется прокладка трубопроводов в теплогидроизоляции.

Теплогидроизолированные трубы согласно ГОСТ Р 57385-2017 изготавливают в виде конструкции «труба в трубе», в которой в качестве теплоизоляции используют монолитный жесткий пенополиуретан, и защитную гидроизоляционную оболочку.



Конструкция теплогидроизолированных труб, предназначенных для строительства подземных трубопроводов включает: стальную прямошовную трубу, антикоррозионное

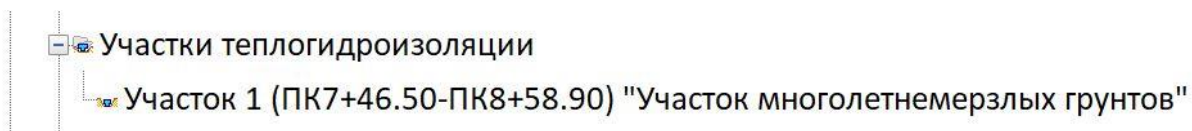
покрытие, теплоизоляционный слой из пенополиуретана (ППУ), гидрозащитное покрытие из полиэтиленовой оболочки (ПЭ), либо спирально замковой оцинкованной трубы (ОЦ) либо металлополимерной (спирально замковой) трубы (МП) с наружным антикоррозионным покрытием на основе полимерных лент с липким подслоем либо термоусаживающихся полиэтиленовых лент.

Конструкция теплогидроизолированных труб, предназначенных для надземной прокладки, включает: стальную трубу, антикоррозионное покрытие, теплоизоляционный слой из пенополиуретана, гидрозащитное покрытие из спирально замковой трубы, изготовленной из оцинкованной стали (*Приложение Д*).

#### 5.13.1. Автоматическое создание участков в зоне ММГ

Для автоматического создания участков теплогидроизоляции в зоне многолетнемерзлых грунтов в меню **Трубопроводы** выберите раздел **Участки теплогидроизоляции**, нажмите правую кнопку мыши и в контекстном меню выберите пункт **Автоматическое создание участков в зоне ММГ**.

Участки теплогидроизоляции в зоне многолетнемерзлых грунтов автоматически создаются с учетом глубины сезонного промерзания грунтов по скважинам и будут автоматически добавлены в структуру трубопровода



#### 5.13.2. Добавить участок в произвольном месте

С помощью функции **Добавить участок в произвольном месте** раздела **Участки теплогидроизоляции** можно создавать на профиле участки трубопровода с теплогидроизоляцией. Задание начального и конечного пикетных значений для участков трубопровода с теплогидроизоляцией может осуществляться курсором с помощью пиктограммы .

**Внимание!** Для задания начального и конечного пикетных значений участков теплогидроизоляции трубопровода на общем продольном профиле трассы необходимо согласно указаниям п.4.6 установить текущий вид для продольного профиля.

### 5.13.3. Удалить все участки

С помощью этой функции можно удалить ранее созданные участки трубопровода с теплогидроизоляцией. Активизируйте функцию. Участки трубопровода с теплогидроизоляцией будут удалены из профиля и из структуры трубопровода.

### 5.13.4. Обновить

С помощью этой функции можно обновить на чертеже продольного профиля в модели трубопровода параметры всех участков теплогидроизоляции.

### 5.13.5. Параметры участка теплогидроизоляции

Для вызова на экран параметров участка теплогидроизоляции следует в разделе **Участки теплогидроизоляции** подвести курсор к **Участку .....**, нажать правую клавишу мыши и выбрать пункт **Параметры участка**. На экран будет выведен диалог **Параметры участка теплогидроизоляции**.

Диалог "Параметры участка теплогидроизоляции" с полями для ввода параметров:

Название:

Начало:  +     Конец:  +

Протяженность:

Диаметр трубопровода, мм:

Расход продукта (G), кг/сек:

Давление продукта на участке (P), МПа:

Температура продукта (T), °C:

Падение температуры продукта на участке (ΔT), °C:

Параметры гидроизолирующей оболочки

Тип оболочки:

ТУ:

Диаметр оболочки, мм:

Толщина стенки оболочки, мм:

☒ С путевым подогревом

Обозначение:

Параметры тепловой изоляции

Толщина тепловой изоляции трубопровода, мм:

Теплопроводность тепловой изоляции, Вт/м\*°C:

Климатические условия

Ср. температура воздуха самого холодного месяца (Tmin), °C:

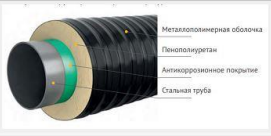
Продолжительность периода отрицательных температур, дни:

Ср. зимняя высота снежного покрова (Hsn), м:

Ср. зимняя плотность снежного покрова (Psn), кг/м³:

Ср. зимняя скорость ветра (Vsn), м/с:

Кнопки:



В поле **Название:** интерактивно вводится название участка теплогидроизоляции.

В поле **Протяженность, м** выводится длина созданного автоматически или интерактивно участка теплогидроизоляции.

В поле **Диаметр трубопровода, мм** выводится значение диаметра трубопровода (поле закрыто для редактирования).

В поле **Расход продукта G, кг/сек** вводится значение массового расхода транспортируемого продукта (нефти/нефтепродукта, воды или природного газа).

В поле **Давление продукта на участке P, МПа** вводится давление на входе в участок трубопровода с теплогидроизоляцией.

В поле **Температура продукта T, °C** вводится значение температуры перекачиваемой нефти/нефтепродукта (+20–+45°C), воды для трубопроводов поддержания пластового давления или транспортируемого «холодного» газа (+5 – -5 °C) на входе в участок с теплогидроизоляцией труб.

В поле **Падение температуры транспортируемого продукта ΔT, град** выводится расчетное значение падения температуры транспортируемого продукта на участке с заданной толщиной тепловой изоляцией трубопровода.

**Внимание!** При расчете падения температуры перекачиваемой нефти на участке с тепловой изоляцией трубопровода в прототипе проектирования в закладке **Трубопровод** в поле **Плотность продукта, кг/м3** должно быть введено значение плотности нефти при +15 °C (для нефтепроводов по умолчанию - 860 кг/м3).

При расчете падения температуры перекачиваемого природного газа согласно СТО Газпром 2-3.5-051-2006 [48] на участке с тепловой изоляцией трубопровода в прототипе проектирования в закладке **Трубопровод** в поле **Плотность продукта, кг/м3** должно быть введено значение плотности природного газа при +15 °C (для газопроводов по умолчанию – 0,768 кг/м3).

#### **Параметры гидроизолирующей оболочки**

В поле **Тип оболочки** из падающего списка выбирается тип гидроизолирующей оболочки: *полимерная (ПЭ), спирально замковая (ОЦ), металлополимерная (МП).*

В поле **ТУ** из падающего списка выбирается **по заказу** или конкретное **ТУ**, по которому будут изготавливаться трубы с теплогидроизоляцией.

При выборе **по заказу** инженером-проектировщиком выбирается диаметр гидроизолирующей оболочки и тем самым задается значение толщины тепловой изоляции. При нажатии на кнопку **Применить** выполняется расчет и отрисовка на профиле

верхней и нижней зоны ореола оттаивания многолетнемерзлых грунтов вокруг трубопровода с тепловой изоляцией.

При выборе конкретного **ТУ** в поле **Диаметр оболочки** выводятся допустимые значения диаметров для выбранного **Типа оболочки** и тем самым однозначно задается толщина тепловой изоляции.

В поле **Диаметр оболочки, мм** из падающего списка выбирается диаметр гидроизолирующей оболочки согласно нормативам [41, 42].

В поле **Толщина стенки оболочки, мм** выводится толщина стенки для выбранного диаметра гидроизоляционной оболочки с учетом выбранного типа оболочки.

Если перед полем **С путевым подогревом** установить флажок, то для нефтепроводов будут использоваться теплогидроизолированные трубы с электрообогревающими спутниками, изготавливаемые по соответствующим ТУ.

#### **Параметры тепловой изоляции**

В поле **Толщина тепловой изоляции, мм** выводится значение толщины изоляции, рассчитанное по диаметру гидроизоляционной оболочки, толщине стенки оболочки и диаметру трубопровода с учетом толщины антикоррозионной заводской изоляцией. Если по расчету необходимо задать большее значение толщины теплоизоляции, то необходимо в поле **Диаметр оболочки, мм** из падающего списка выбрать больший диаметр оболочки.

В поле **Коэффициент теплопроводности изоляции, Вт/м °С** интерактивно вводится значение коэффициента теплопроводности для пенополиуретановой изоляции 0,032-0,036 Вт/м °С согласно нормативам [41, 42].

#### **Раздел Климатические условия**

В этом разделе интерактивно вводятся или автоматически считываются введенные в БД геологических скважин климатические параметры района прокладки трубопровода согласно нормативу [45], необходимые для выбора толщины теплоизоляции по размерам верхней и нижней зон ореола оттаивания многолетнемерзлых грунтов.

В поле **Средняя температура воздуха самого холодного месяца, T<sub>min</sub> °С** автоматически выводится или интерактивно задается значение среднемесячной температуры самого холодного месяца в районе прокладки трубопровода согласно нормативу [45]

В поле **Продолжительность периода отрицательных температур, дни** автоматически выводится или интерактивно задается продолжительность периода отрицательных температур ( $T_{\text{воздуха}} < 0^{\circ}\text{C}$ ) в районе прокладки трубопровода согласно нормативу [45].

В поле **Ср. зимняя высота снежного покрова  $H_{sn}$ , м**: автоматически выводится или интерактивно задается высота снежного покрова в районе прокладки трубопровода согласно нормативу [45].

В поле **Ср. зимняя плотность снежного покрова  $P_{sn}$ , кг/м<sup>3</sup>**: автоматически выводится или интерактивно задается плотность снежного покрова в районе прокладки трубопровода согласно нормативу [45].

В поле **Ср. зимняя скорость ветра  $V_{sn}$ , м**: автоматически выводится или интерактивно задается наибольшая скорость ветра в районе прокладки трубопровода согласно нормативу [45].

**Внимание!** При выполнении расчетов тепловой изоляции используются следующие характеристики грунтов, введенные интерактивно или рассчитанные инженером-геологом в базе геологических скважин GeoDW+ по СП 25.13330.2020, а именно:

$C_{th}$  – теплоемкость талого грунта, кДж/(м<sup>3</sup>\*град.С);

$C_f$  – теплоемкость мерзлого грунта, кДж/(м<sup>3</sup>\*град.С);

$\lambda_{th}$  - коэффициент теплопроводности талого грунта, Вт/(м\*град);

$\lambda_f$  - коэффициент теплопроводности мерзлого грунта, Вт/(м\*град);

$d_{th,n}$  - нормативная глубина сезонного оттаивания слоя грунта, м;

$d_{f,n}$  - нормативная глубина сезонного промерзания слоя грунта, м;

После задания параметров при нажатии кнопки **Применить** автоматически выполняются следующие расчеты:

- температуры грунта на глубине заложения трубопровода на продольном профиле в зависимости от продолжительности периода года с отрицательными температурами, средней температуры самого холодного месяца и глубины промерзания грунтов, рассчитанной по скважинам на продольном профиле;
- размеров верхней и нижней зон оттаивания многолетнемерзлых грунтов сливающегося и несливающегося типов вокруг подземных трубопроводов в зависимости от глубины заложения трубопровода с заданной толщиной тепловой изоляции [37].

По результатам расчетов выполняется отрисовка на чертеже продольного профиля толщины теплоизоляции, а также верхней и нижней зон ореола оттаивания для сезоннопромерзающих грунтов. При выходе из диалога по кнопке **ОК** диалог закрывается. Характеристики труб с теплоизоляцией приведены в **Приложении Г**.

#### 5.13.6. Удалить участок теплогидроизоляции

С помощью этой функции можно удалить ранее созданный участок трубопровода с теплогидроизоляцией. Активизируйте функцию. Участок трубопровода с теплогидроизоляцией будет удален из профиля и из структуры трубопровода.

#### 5.13.7. Показать участок теплогидроизоляции

С помощью этой функции можно на чертеже продольного профиля увеличить и показать участок теплогидроизоляции.

#### 5.13.8. Объединить со следующим

С помощью этой функции можно на чертеже продольного профиля объединить текущий участок теплогидроизоляции со следующим, имеющим с текущим участком общую границу. После выполнения этой функции обязательно нужно выбрать пункт **Параметры участка** и выполнить расчет тепловой изоляции для объединенного участка.

#### 5.13.9. Разделить участок теплогидроизоляции

С помощью этой функции можно на чертеже продольного профиля разделить участок теплогидроизоляции на два участка. Активизируйте функцию и курсором укажите на профиле точку, в которой должен быть разделен участок. Оба полученных участка теплогидроизоляции будут иметь одинаковые параметры. После разделения участков можно задать для каждого участка различные параметры теплогидроизоляции и выполнить расчет ореолов оттаивания.

### 5.14. Участки траншеи

Для создания участков траншеи для укладки трубопроводов в меню «**Трубопроводы**» выберите раздел «**Участки траншеи**», нажмите правую кнопку мыши и в контекстном меню выберите пункт «**Автоматическое создание участков траншеи**». При формировании участков траншеи автоматически выделяются следующие участки:

- участки прямолинейные и участки с кривыми упругого изгиба на плане, у которых ширина траншеи по дну назначается не менее DN+0.3м для трубопроводов с условным диаметром до DN700 и не менее 1,5DN для трубопроводов с условным диаметром DN700 и более. Название участка в структуре **Участок (ПК начала – ПК конца) прямая/изгиб на плане**;

- участки с гнутыми отводами на плане, у которых ширина траншеи по дну равна двукратной величине по отношению к ширине на прямолинейных участках. Название участка в структуре **Участок (ПК начала – ПК конца) гнутый отвод**;
- участки балластировки трубопровода утяжеляющими грузами, у которых ширина траншеи по дну должна быть не менее 2.2DN и должно обеспечиваться расстояние между грузами и стенками траншеи не менее 0.2м с каждой стороны. Название участка в структуре **Участок (ПК начала – ПК конца) балластировка**;
- участки переходов через препятствия с использованием защитных футляров, у которых ширина траншеи по дну назначается не менее DN+0.3м для футляров до DN700 и не менее 1.5 DN для футляров с DN700 и более. Название участка в структуре **Участок (ПК начала – ПК конца) футляр**;
- участки переходов через автомобильные дороги с использованием защитных футляров если для них установлен траншейный способ прокладки. Название участка в структуре **Участок (ПК начала – ПК конца) футляр**;
- участки переходов через железные дороги с использованием защитных футляров, если для них установлен траншейный способ прокладки. Название участка в структуре **Участок (ПК начала – ПК конца) футляр**;
- участки переходов через водные объекты (реки, ручьи, протоки и др.), если для них установлен траншейный способ прокладки и тип траншеи – в водном объекте. Название участка в структуре **Участок (ПК начала – ПК конца) балластировка**.

| Участки траншеи                    |                                     |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| Участок 1 (ПК0-ПК1)                | "балластировка"                     |
| Участок 2 (ПК1-ПК1+38.39)          | "балластировка"                     |
| Участок 3 (ПК1+38.39-ПК2+70.40)    | "балластировка"                     |
| Участок 4 (ПК2+70.40-ПК2+98.38)    | "балластировка"                     |
| Участок 5 (ПК2+98.38-ПК3+90.58)    | "балластировка"                     |
| Участок 6 (ПК3+90.58-ПК4+75.00)    | "прямая/изгиб на плане"             |
| Участок 7 (ПК4+75.00-ПК5+73.31)    | "футляр"                            |
| Участок 8 (ПК5+73.31-ПК5+92.75)    | "прямая/изгиб на плане"             |
| Участок 10 (ПК5+92.75-ПК6+75.79)   | "балластировка футляр"              |
| Участок 11 (ПК6+75.79-ПК7+36.08)   | "балластировка III кат."            |
| Участок 12 (ПК7+36.08-ПК8)         | "балластировка I кат."              |
| Участок 13 (ПК8-ПК9)               | "балластировка"                     |
| Участок 14 (ПК9-ПК9+77.41)         | "балластировка I кат."              |
| Участок 15 (ПК9+77.41-ПК11+29.00)  | "балластировка III кат."            |
| Участок 16 (ПК11+29.00-ПК14+65.95) | "прямая/изгиб на плане"             |
| Участок 17 (ПК14+65.95-ПК15+49.86) | "Участок многолетнемерзлых грунтов" |
| Участок 18 (ПК15+49.86-ПК16)       | "прямая/изгиб на плане"             |

- при формировании участков траншеи учитывается, что для трубопроводов с условным диаметром DN1200 и DN1400 при рытье траншей с откосом свыше 1:0.5 ширину траншеи по дну допускается уменьшать до величины DN+0.5м, а при разработке грунта землеройными машинами ширина траншей должна приниматься равной ширине режущей кромки рабочего органа роторной землеройной техники, принятой проектом организации строительства, но не менее указанной величины.

Кроме этого на продольном профиле трассы с геологическим разрезом анализируется положение трубопровода относительно уровня грунтовых вод (УГВ), относительно болот и заболоченных участков и участков с экзогенными процессами (залегания многолетнемерзлых, пучинистых и просадочных грунтов) и для участков траншеи устанавливаются следующие типы: *в сухих грунтах, в обводненных грунтах, в заторфованных грунтах, в водном объекте, в многолетнемерзлых грунтах, в просадочных грунтах, в грунтах морозного пучения, солифлюкции, термокарста и морозобойного растрескивания.*

Участки траншеи автоматически будут добавлены в структуру трубопровода.

#### 5.14.1. Параметры участка траншеи

Для вызова на экран параметров участка траншеи следует в разделе **Участки траншеи** подвести курсор к **Участок (ПК начало-ПК конец)**, нажать правую клавишу мыши и выбрать пункт **Параметры участка**. На экран будет выведен диалог **Параметры участка траншеи**, в котором выводятся параметры полосы строительства, способы разработки и засыпки траншеи (по умолчанию берутся из прототипа проектирования) и геометрические параметры траншеи: глубина, ширина по дну и крутизну откосов.

Параметры участка траншеи

Название: Участок обводнения с балластировкой

Начало: ПК480 + 0.00      Конец: ПК481 + 99.89

Протяженность: 199.89 м

Тип траншеи: в обводненных грунтах

Ширина траншеи по дну, м: 1.7      Крутизна откосов 1: 3

Глубина минимальная, м: 1.77      Толщина рекультивации, м: 0.2

Глубина средняя, м: 2.19      Толщина присыпки, м: 0.1

Глубина максимальная, м: 2.6      Толщина подсыпки, м: 0

Способ разработки: Экскаватор одноковшовый

Способ засыпки: Бульдозер

Параметры грунта засыпки

OK      Отмена      Применить

В поле **Наименование** выводится название участка траншеи.

В поле **Протяженность**: выводится длина участка траншеи в метрах.

В полях **Способ разработки** и **Способ засыпки** посредством выбора из падающих списков задаются типы землеройной техники, используемой при разработке траншеи для укладки трубопровода и засыпки траншеи.

### Параметры грунта засыпки

В этой вкладке назначается тип грунта, используемого для подсыпки и засыпки трубопровода мягким грунтом после его укладки в траншею.

Тип грунта выбирается из падающего списка. Физико-механические характеристики грунта выбираются из базы данных. При необходимости, значения физико-механических характеристик грунта засыпки могут быть отредактированы пользователем (например, по данным лабораторных испытаний грунта из карьера, который будет использоваться для засыпки траншеи). Для изменения значений любой из характеристик грунта засыпки щелкните курсором по числовому полю, удалите выведенное значение и введите нужное значение.

После редактирования и выхода по кнопке **OK** изменения будут сохранены.

Параметры грунта засыпки

✕

Грунт по СП 22.13330.2016:

Пески средней крупности

Удельное сцепление, Па:

1500

Угол трения, °:

30

Удельный вес грунта, кг/м³:

1600

Удельный вес скелета грунта, кг/м³:

2700

Коэффициент пористости:

0.5

Коэффициент Пуассона:

0.2

Модуль деформации, МПа:

16

Коэффициент касательного сопротивления, МПа/см:

0.027

Коэффициент снижения модуля деформации:

0.6

Несущая способность, МПа:

0.55

Коэффициент трения о сухой грунт:

0.72

Коэффициент трения о влагонасыщенный грунт:

0.6

OK

Отмена

## Траншея

В этом блоке в поле **Тип траншеи** в зависимости от положения трубопровода относительно уровня грунтовых вод (УГВ), относительно болот и заболоченных участков и участков с экзогенными процессами (залегания многолетнемерзлых, пучинистых и просадочных грунтов) для участков траншеи устанавливаются следующие типы: *в сухих грунтах, в обводненных грунтах, в заторфованных грунтах, в водном объекте, в многолетнемерзлых грунтах, в грунтах морозного пучения, солифлюкции, термокарста и морозобойного растрескивания.*

В поле **Ширина траншеи по дну, м** выводится принятая для участка траншеи ширина по дну. При разработке грунта землеройными машинами ширина траншей должна приниматься равной ширине режущей кромки рабочего органа машины, принятой проектом организации строительства, но не менее указанной величины.

В поле **Крутизна откосов 1:** выводятся значения откосов траншеи, принятые в соответствии с *СП 86.13330.2022*. При определении ширины зоны раскрытия траншеи учитывается уклон откоса траншеи (отношение высоты откоса к его заложению) и ширина дна траншеи.

### **Откосы траншей в сухих грунтах**

Крутизна откосов траншей, разрабатываемых в сухих грунтах, принимается по таблице 8.1 СП 86.13330.2022:

| Наименование и характеристика грунта | Крутизна откосов траншей при глубине траншеи, м не более |        |        |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------|--------|
|                                      | 1.5                                                      | 3      | 5      |
| Насыпные грунты неуплотненные        | 1:0,67                                                   | 1:1,0  | 1:1,25 |
| Песчаные и гравийные                 | 1:0,5                                                    | 1:1,0  | 1:1,0  |
| Супеси                               | 1:0,25                                                   | 1:0,67 | 1:0,85 |
| Суглинки                             | 1:0                                                      | 1:0,5  | 1:0,75 |
| Глины                                | 1:0                                                      | 1:0,25 | 1:0,5  |
| Лессы и лессовидные грунты           | 1:0,25                                                   | 1:0,67 | 1:0,85 |
| Скальный грунт                       | 1:0,2                                                    | 1:0,2  | 1:0,2  |

### **Откосы подводных траншей**

Крутизна откосов подводных траншей при ширине водной преграды более 30 м или глубине более 1.5 м (при среднем рабочем уровне воды) с учетом безопасных условий производства водолазных работ принимается по таблице 15.1 СП 86.13330.2022:

| Наименование и характеристика грунта       | Крутизна откосов подводных траншей при глубине траншеи, м |           |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------|
|                                            | до 2.5                                                    | более 2.5 |
| Пески пылеватые и мелкие                   | 1:2,5                                                     | 1:3,0     |
| Пески средней крупности                    | 1:2,0                                                     | 1:2,5     |
| Пески неоднородного зернового состава      | 1:1,8                                                     | 1:2,3     |
| Пески крупные                              | 1:1,5                                                     | 1:1,8     |
| Гравийные и галечниковые грунты            | 1:1,0                                                     | 1:1,5     |
| Супеси                                     | 1:2,5                                                     | 1:2,0     |
| Суглинки                                   | 1:1                                                       | 1:1,5     |
| Глины                                      | 1:0,5                                                     | 1:1,0     |
| Скальный предварительно разрыхленный грунт | 1:0,5                                                     | 1:1,0     |
| Грунты заторфованные и илы                 | по проекту                                                |           |

Длина подводной траншеи, для которой принимается крутизна откосов по таблице 15.1 СП 86.13330.2022, равна ширине русла водной преграды плюс длина разрабатываемых урезных участков водной преграды.

### **Откосы траншей в обводненных грунтах**

Крутизну откосов обводненных траншей следует принимать по таблице:

| Наименование и характеристика грунта       | Крутизна откосов обводных береговых траншей при глубине траншеи, м |           |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------|
|                                            | до 2.0                                                             | более 2.0 |
| Пески мелкие                               | 1:1.5                                                              | 1:2       |
| Пески средней зернистости и крупные        | 1:1.25                                                             | 1:1.5     |
| Суглинки                                   | 1:0.67                                                             | 1:1.25    |
| Гравийные и галечниковые грунты            | 1:0.75                                                             | 1:1       |
| Глины                                      | 1:0.5                                                              | 1:0.75    |
| Предварительно разрыхленный скальный грунт | 1:0.25                                                             | 1:0.25    |

При наличии в период производства работ подземных вод в пределах выемок или вблизи их дна мокрыми следует считать не только грунты, расположенные ниже уровня грунтовых вод, но и грунты, расположенные выше этого уровня на величину капиллярного поднятия, которую следует принимать согласно п.6.1.11 СП 45.13330.2017 Земляные сооружения, основания и фундаменты:

- - 0,3 м - для крупных, средней крупности и мелких песков;
- - 0,5 м - для пылеватых песков и супесей;
- - 1,0 м - для суглинков и глин.

### **Откосы траншей на болотах**

Крутизна откосов траншей, разрабатываемых на болотах, принимается по таблице 8.3 СП 86.13330.2022

| Торф                                         | Крутизна откосов траншей, разрабатываемых на болотах типа |        |                          |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------|--------------------------|
|                                              | I                                                         | II     | III (сильно обводненные) |
| слаборазложившийся                           | 1:0,75                                                    | 1:1,0  | -                        |
| Среднеразложившийся и<br>сильноразложившийся | 1:1,0                                                     | 1:1,25 | по проекту               |

### **Откосы траншей в многолетнемерзлых грунтах**

Крутизна откосов траншей, разрабатываемых в многолетнемерзлых грунтах, принимается по таблице:

| Наименование и характеристика грунта | Крутизна откосов траншей при глубине траншеи, м |        |        |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------|--------|--------|
|                                      | до 1.5                                          | 1.5-3  | 3-5    |
| Пески, супеси моренные               | 1:0.25                                          | 1:0.57 | 1:0.75 |
| Суглинки моренные                    | 1:0,2                                           | 1:0.5  | 1:0.65 |

### **Глубина минимальная, м, Глубина средняя, м и Глубина максимальная, м**

В этих полях выводятся значения минимальной, средней и максимальной глубины траншеи на участке.

### **Толщина подсыпки, м**

В этом поле задается толщина слоя подсыпки при укладке трубопровода на основание траншеи из скальных, гравийно-галечниковых и щебенистых грунтов. Согласно п.9.1.6 СП 36.13330.2012 толщина слоя подсыпки принимается не менее 0.2м и может быть изменена проектировщиком. По заданной толщине слоя подсыпки рассчитывается объем подсыпки на участке траншеи.

### **Толщина присыпки, м**

В этом поле задается толщина слоя присыпки трубопровода мягким грунтом для защиты изоляционного покрытия при засыпке траншеи скальными, гравийно-галечниковыми и щебенистыми грунтами. Согласно п.9.1.6 СП 36.13330.2012 толщина присыпки трубопровода принимается не менее 0.2м выше верхней образующей трубопровода и может быть изменена проектировщиком. По заданной толщине слоя присыпки рассчитывается объем присыпки трубопровода на участке траншеи.

### **Толщина рекультивации, м**

В этом поле задается толщина рекультивируемого почвенно-растительного слоя. При прокладке трубопровода по сельхозугодьям и в лесных районах следует предусматривать рекультивацию нарушенного при строительстве плодородного слоя почвы. Рекультивация состоит из снятия плодородного слоя почвы и перемещения его во временный отвал перед началом строительно-монтажных работ и восстановление его после окончания строительства. Толщина рекультивации почвенно-растительного слоя принимается равной 0.3м и может быть изменена. Минимальная ширина полосы рекультивации согласно п.8.10.4 СП 86.13330.2022 должна превышать ширину траншеи с каждой стороны на 0.5 м.

По заданной толщине слоя рекультивации и его ширине рассчитывается объем грунта для рекультивации полосы строительства.

После редактирования параметров участка траншеи и выхода по кнопке **OK** изменения будут сохранены и использованы при расчете объемов земляных работ.

При расчетах объемов земляных работ в ведомости выводится список всех грунтов, встречающихся на участке траншеи. В списке выводится название грунта, его строительная категория согласно *ГЭСН 81-02-01-2020 Приложение 1.1* и мощность слоя грунта. По типам грунтов, их мощности, глубине залегания, степени обводнения или состояния (талые или мерзлые) рассчитываются значения откосов траншеи на участке. Кроме этого, для участка траншеи формируется список участков переzagлубления с шагом 0,2м, начиная с минимальной глубины траншеи из прототипа до максимальной глубины траншеи, с названием грунтов, их строительная категория, протяженность, пикетажом начала и конца каждого слоя грунта.

#### **5.14.2. Показать участок траншеи**

С помощью этой функции можно вывести на экран участок траншеи в увеличенном масштабе.

#### **5.14.3. Объединить участок со следующим**

С помощью этой функции можно объединить текущий участок траншеи со следующим. При этом параметры сечения траншеи и величины откосов текущего участка траншеи автоматически присваиваются присоединяемому участку. После этого параметры объединенного участка траншеи могут быть отредактированы

#### **5.14.4. Разделить участок траншеи**

С помощью этой функции можно разделить текущий участок траншеи на два участка в произвольном месте. Активируйте функцию и курсором укажите точку деления. После этого параметры разделенных участков могут быть отредактированы, руководствуясь указаниями раздела 5.14.1.

#### **5.14.5. Удалить все участки траншеи**

С помощью этой функции можно удалить все ранее созданные участки траншеи. Активизируйте функцию. Участки траншеи будут удалены из профиля и из структуры трубопровода.

#### **5.14.6. Обновить**

С помощью этой функции можно обновить в модели трубопровода параметры всех участков траншеи.

#### **5.14.7. Генерация ведомостей**

С помощью этой функции осуществляется генерация ведомостей по объемам земляных работ, связанных с созданием полосы строительства (по срезкам, засыпкам, насыпям) и прокладкой траншеи. Ведомости с объемами земляных работ по участкам траншеи выводятся в формате Microsoft Excel:

- объемы планировки рельефа (срезок и засыпок) для создания полосы строительства;
- объемы выемки грунтов с учетом степени их обводнения;
- объемы подсыпки и присыпки трубопровода мягким грунтом и объемы засыпки грунтом из отвалов;
- объемы земляных работ по созданию траншеи с назначением крутизны откосов траншеи на участках с учетом типов грунтов, их мощности, глубине залегания, степени обводнения или состояния (талые или мерзлые).
- объемы грунтов по участкам переzagлубления траншеи с шагом 0,2м, начиная с минимальной глубины траншеи из прототипа до максимальной глубины траншеи, с названием грунтов, их строительной категории, протяженности, пикетаж начала и конца каждого слоя грунта

#### **5.14.8. Просмотр поперечного сечения траншеи**

Данная функция позволяет вывести на экран специальное окно **«Просмотр поперечного сечения»**. В этом окне динамически при перемещении курсора вдоль продольного профиля будет выводиться полоса строительства вместе с поперечными профилями и сечениями траншеи.



При создании участков траншеи важно знать текущий уклон линии рельефа на любом участке продольного профиля. Значение *продольного уклона* (в градусах и минутах) автоматически выводится справа в верхней части окна при перемещении курсора вдоль линии рельефа на продольном профиле. Слева в верхней части окна также выводятся среднее и максимальное значения поперечного уклона (в градусах и минутах). В нижней части окна выводятся ширина планировки рельефа слева и справа от оси траншеи.

## Глава 6. Проектирование трубопровода на плане трассы

---

При проектировании трубопровода трассировка может выполняться прямолинейно и криволинейно путем изменения направления оси трубопровода. Повороты оси трубопровода могут осуществляться:

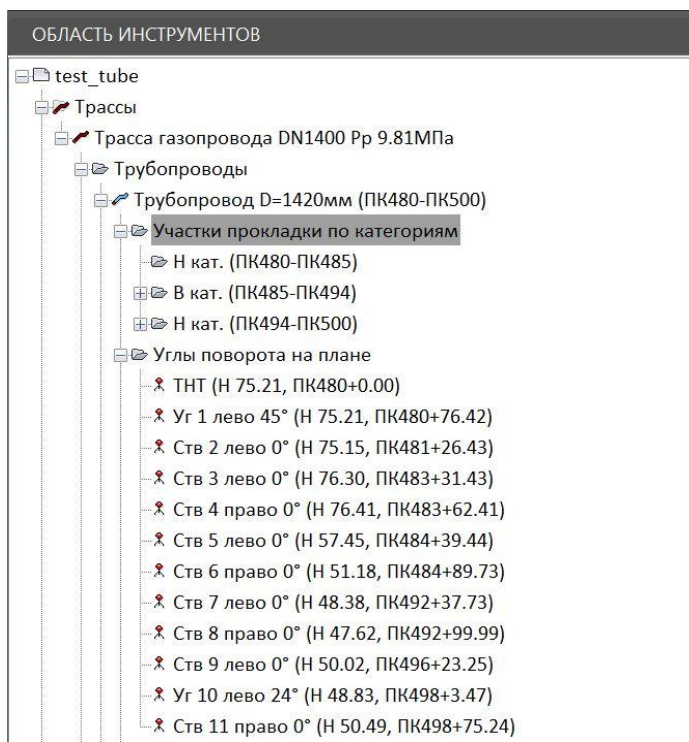
1. изменением направления оси трубопровода на плане в горизонтальной плоскости;
2. изменением направления оси трубопровода на профиле на «вогнутом» рельефе местности, когда трубопровод после поворота отклонен вверх по отношению к участку до поворота;
3. изменением направления оси трубопровода на профиле на «выпуклом» рельефе местности, когда трубопровод после поворота отклонен вниз по отношению к участку до поворота.

Повороты трубопровода проектируются по кривым изгиба трубы в пределах упругой деформации и с помощью кривых из гнутых отводов. По кривым упругого изгиба рекомендуется выполнять повороты трубопровода на плане и профиле в зависимости от диаметра трубопровода и угла поворота в соответствии с таблицей №1 (см [п. 2.1.4. Параметры гнутых отводов](#)). При больших углах поворота при проектировании трубопровода следует использовать вставки из гнутых отводов унифицированных радиусов с углами поворота, кратными 3 градусам. Радиусы упругого изгиба трубопроводов следует определять расчетом на прочность и устойчивость. При этом радиус кривизны трубопровода должен быть не меньше наибольшего радиуса, определенного расчетом.

Упругий изгиб трубопровода осуществляется при его укладке в проектное положение, а гнутые отводы изготавливаются на специальных трубогибочных станках с радиусами гибки 5DN и 10DN, обеспечивающими пропуск очистных устройств, используемых при строительстве и эксплуатации трубопровода.

**Внимание!** Для размещения вставок на плане трассы необходимо согласно указаниям, п.3.1.4 установить для плана текущий вид.

В разделе **Углы поворота трубопровода** выводится список углов поворота трассы проектируемого трубопровода на плане в следующем формате: префикс угла поворота, номер угла, направление поворота (лево, право), высотная отметка и пикетажное значение угла поворота



### 6.1. Автоматическое размещение вставок на плане

Этот функционал используется для автоматической обработки углов поворота трассы на плане с размещением в них вставок из кривых упругого изгиба или вставок из отводов холодного и горячего гнуща.

Вызов функции осуществляется через структуру трассы: в разделе **Углы поворота трубопровода** нажатием правой клавишей мыши открыть контекстное меню и выбрать пункт **Автоматическое размещение вставок**. На экран выводится диалоговое окно **Автоматический расчет кривых**, в котором определяются условия для автоматического размещения вставок в углах поворота на плане.

Автоматический расчет кривых

✕

☒ Упругий изгиб

Минимальный угол для размещения на плане:

0°05'

Максимальный угол для размещения на плане:

12°00'

Максимальный угол для размещения на профиле:

9°00'

Минимальный угол для размещения отводов:

2°30'

☒ Отводы холодного гнуща

Максимальный угол для размещения:

27°00'

☒ Отводы горячего гнуща

Максимальный угол для размещения:

90°30'

☒ Укороченные отводы

☒ Отводы крутоизогнутые ОКШ/ОКШС

ОК

Отмена

## **Упругий изгиб**

**Флажок** перед полем **Упругий изгиб** определяет, будет ли использоваться данный тип вставки при автоматической обработке углов поворота трассы. Если **флажок** снят, то кривые упругого изгиба в вершинах трассы размещаться не будут.

В поле **Минимальный угол для размещения на плане** вводится значение углов, начиная с которых возможно автоматическое размещение в вершинах трассы кривых упругого изгиба с радиусом, рассчитанным для категорий участков трубопроводов. Если угол поворота трассы меньше значения, определенного в данном поле, то при автоматической обработке углов поворота трассы вставка кривых упругого изгиба в такую вершину размещаться не будет.

В поле **Максимальный угол для размещения на плане** вводится значение углов, при которых возможно автоматическое размещение в вершинах трассы кривых упругого изгиба с радиусом, рассчитанным для категорий участков трубопроводов. Если угол поворота трассы меньше значения, определенного в данном поле, то в процессе автоматической обработке углов поворота трассы в такую вершину будет размещена кривая упругого изгиба. При размещении анализируются соседние вершины трассы и отслеживается условие не наложения тангенсов. В том случае, если кривая упругого изгиба не проходит по тангенсам, она автоматически заменяется на отвод холодного гнущего. Если по своим геометрическим параметрам не подходит вставка из отводов холодного гнущего, то для размещения в вершине трассы будет использована вставка из отводов горячего гнущего.

В поле **Максимальный угол для размещения на профиле** вводится значение углов, при которых возможно автоматическое размещение в вершинах трассы кривых упругого изгиба с радиусом, рассчитанным для категорий участков трубопроводов. Если угол поворота трубопровода на профиле меньше значения, определенного в данном поле, то в процессе автоматической обработке углов поворота трассы в такую вершину будет размещена кривая упругого изгиба. При размещении анализируются соседние вершины трубопровода и отслеживается условие не наложения тангенсов. В том случае, если кривая упругого изгиба не проходит по тангенсам, она автоматически заменяется на отвод холодного гнущего. Если по своим геометрическим параметрам не подходит вставка из отводов холодного гнущего, то для размещения в вершине трубопровода будет использована вставка из отводов горячего гнущего.

### **Отводы холодного гнущья**

Флажок перед полем **Отводы холодного гнущья** определяет, будет ли использоваться данный тип вставки при автоматической обработке углов поворота трассы. Если флажок снят, то холодные отводы в углах поворота трассы размещаться не будут.

В поле **Минимальный угол для размещения** вводится значение углов, начиная с которых возможно автоматическое размещение в вершинах трассы отводов холодного гнущья. Если угол поворота трассы меньше значения, определенного в данном поле, то при автоматической обработке углов поворота трассы в такую вершину будет размещаться кривая упругого изгиба. При размещении анализируется расположение соседних вершин трассы и отслеживается условие не наложения тангенсов.

В поле **Максимальный угол для размещения** вводится значение углов, при которых возможно автоматическое размещение в вершинах трассы отводов холодного гнущья. Если угол поворота трассы меньше значения, определенного в данном поле, то в процессе автоматической обработки углов поворота трассы в такую вершину будет размещен отвод холодного гнущья. При размещении анализируются соседние вершины трассы и отслеживается условие не наложения тангенсов. В том случае, если вставка из отводов холодного гнущья не проходит по тангенсам, она автоматически заменяется на вставку из отвода горячего гнущья.

### **Отводы горячего гнущья**

Флажок перед полем **Отводы горячего гнущья** определяет, будет ли использоваться данный тип вставки при автоматической обработке углов поворота трассы. Если флажок снят, то вставки из отводов горячего гнущья по трассе размещаться не будут.

В поле **Максимальный угол для размещения** вводится значение углов, при которых возможно автоматическое размещение в вершинах трассы отводов горячего гнущья. Если угол поворота трассы больше значения, определенного в данном поле, то при автоматической обработке углов поворота трассы вставка в такую вершину размещаться не будет.

Для автоматического размещения в вершинах трассы укороченных горячих отводов необходимо установить флажок в поле **Укороченные отводы**.

## Отводы крутоизогнутые ОКШ/ОКШС

Флажок перед полем **Отводы крутоизогнутые ОКШ/ОКШС** определяет, будет ли использоваться данный тип вставки при автоматической обработке углов поворота трассы. Если флажок снят, то вставки из крутоизогнутых отводов по трассе размещаться не будут.

После назначения и проверки параметров для автоматического размещения на плане трассы кривых упругого изгиба, а также отводов холодного или горячего гнутья нажмите кнопку **ОК**.

Возможности алгоритма для автоматического размещения в вершинах трассы различных вставок рассмотрим на примере проектирования трассы газопровода с внешним диаметром **1220мм**.

 – *в вершины, попадающие в диапазон от 0° до 0°05', обрабатываться не будут.*

Например, в этот диапазон могут попадать створные знаки или настолько небольшие углы поворота трассы, что размещение в них кривых не требуется.

 – *в вершины, попадающие в диапазон от 0°05' до 9°00', будут размещаться кривые упругого изгиба с радиусом из прототипа проектирования, соответствующим категории участка.* При размещении кривой анализируется расположение соседних вершин и наличие в них вставок. Если по каким-то причинам (наложение тангенсов, несоблюдение заданной минимальной прямой вставки между кривыми) *кривая упругого изгиба не может быть размещена, то этот угол поворота остается необработанным.*

 – *в вершины, попадающие в диапазон от 9°00' до 27°, будут размещаться отводы холодного гнутья.* При размещении отвода анализируется расположение соседних вершин и наличие в них вставок. Если по каким-то причинам (наложение тангенсов, несоблюдение заданной минимальной прямой вставки между кривыми) *отвод холодного гнутья не может быть размещен, то в угол поворота трассы размещается отвод горячего гнутья.*

 – *в вершины, попадающие в диапазон от 27° до 90°30', будут размещаться отводы горячего гнутья.* При размещении отвода анализируется расположение соседних вершин и наличие в них вставок. Если по каким-то причинам (наложение тангенсов, несоблюдение заданной минимальной прямой вставки между кривыми) *отвод горячего гнутья не может быть размещен, то этот угол поворота остается необработанным.*

## 6.2. Удалить все плановые вставки

Вызов функции осуществляется через структуру трассы: в разделе **Углы поворота трубопровода** нажатием правой клавишей мыши открыть контекстное меню и выбрать пункт **Удалить все плановые вставки**. С помощью этой функции можно удалить все вставки из кривых упругого изгиба или вставки из отводов, размещенные в углах поворота трассы.

## 6.3. Удалить проектное решение

Вызов функции осуществляется через структуру трассы: в разделе **Углы поворота трубопровода** нажатием правой клавишей мыши открыть контекстное меню и выбрать пункт **Удалить проектное решение**. С помощью этой функции можно удалить на профиле проектируемый трубопровод вместе со вставками.

## 6.4. Добавить таблицу углов поворота

Вызов функции осуществляется из структуры изыскательской трассы: курсором щелкнуть на закладке **Трассы и Профили** и в разделе **Вершины трассы** нажатием правой клавишей мыши открыть контекстное меню и выбрать пункт **Добавить таблицу углов поворота**. Этот функционал предназначен для создания в пространстве модели ведомости углов поворота, прямых и кривых для трасс различных типов. Таблица является динамической и обновляется при размещении и удалении плановых вставок в углы поворота трассы. Структура таблиц может быть сформирована с помощью [редактора форм BAND](#), который подробно описан в **главе 10** документации приложения **Трассы и Профили**.

## 6.5. Интерактивное размещение вставок на плане

Для интерактивного размещения вставок (кривых упругого изгиба/отводов холодного или горячего гнутья) в вершины углов поворота трубопровода на плане в разделе **Углы поворота трубопровода** курсором укажите выбранный угол **<имя вершины>**, нажатием правой клавишей мыши откройте контекстное меню и выберите пункт **Параметры вставки**. На экран будет выведен диалог **Параметры вставки**, в котором необходимо в поле **Тип вставки** выбрать значение **Горизонтальная** и вид вставки: **Упругий изгиб/Холодногнутая/Горячегнутая/Смешанная**.

### 6.5.1. Упругий изгиб

При выборе в поле **Тип вставки** значения **Горизонтальная** и вида вставки **Упругий изгиб** выводится диалог **Параметры вставки**, в котором приводятся значения параметров вставки (тангенсы **T1** и **T2**, длина кривой **K**, значение биссектрисы **B** и домера  $=T1+T2-K$ ).

Параметры вставки

Тип вставки: Горизонтальная  
Упругий изгиб  
☐ Разворот ☐ Укорочен.

Угол поворота на плане: 8°49'47"  
Угол поворота на профиле: 0°00'00"  
Угол совмещенный: 0°00'00"  
Угол вставки:

Радиус на плане, м: 500.00  
Радиус на профиле, м:   
Радиус строительный, м:

L1, м:  L, м:   
T1, м: 38.60 K, м: 77.05  
T2, м: 38.60 Б, м: 1.49  
Домер, м: 0.15

☐ Совмещенная Б, м:

Состав: ОГ9° |--|  
Обозначение:

☐ Упругий изгиб по условию плотного примыкания трубопровода ко дну траншеи

Макс. угол гибки отвода: >

OK Отмена

#### Угол поворота на плане:

В этом поле выводится значение угла поворота на плане трассы.

#### Угол поворота на профиле:

В этом поле выводится значение угла поворота на профиле трассы.

#### Угол совмещенный:

В этом поле выводится значение совмещенного угла для вставки.

#### Радиус на плане:, м

В этом поле выводится значение радиуса упругого изгиба, рассчитанного для участка категории на плане трассы (по умолчанию значение радиуса должно быть не менее **1000DN**).

#### Радиус на профиле:, м

В этом поле выводится значение радиуса упругого изгиба, рассчитанного для участка категории на профиле трассы (по умолчанию значение радиуса должно быть не менее **1000DN**).

#### Радиус строительный, м

В этом поле выводится значение радиуса, рассчитанного для вставок, состоящих из

нескольких холодногнутых или горячегнутых отводов и используемого при выносе в натуру угла поворота трассы для рытья траншеи.

**Нажмите кнопку *OK* – в вершине трассы будет размещена кривая упругого изгиба с заданным радиусом**

#### 6.5.2. Вставка из гнутых отводов

При выборе в поле **Тип вставки** значения **Горизонтальная** и вида вставки **Холодногнутая вставка/Горячегнутая вставка** появляется соответствующий диалог **Параметры вставки**:

Параметры вставки

Тип вставки: **Вертикальная**  
Холодногнутая вставка

☐ Разворот ☐ Укорочен.

Угол поворота на плане:   
Угол поворота на профиле: **11°13'38"**  
Угол совмещенный:   
Угол вставки: **11.00**

Радиус на плане, м:   
Радиус на профиле, м: **25.00**  
Радиус строительный, м: **25.00**

L1, м: **1.50** L, м: **11.60**  
T1, м: **3.91** K, м: **11.60**  
T2, м: **7.71** Б, м: **0.12**  
Домер, м: **0.02**

☐ Совмещенная Б, м:

Состав: **1ГО11°** |--|  
Обозначение:  
Отвод 1ГО.11°.530.9--K52-17Г1С-20. ГОСТ 24950

☐ Упругий изгиб по условию плотного примыкания трубопровода ко дну траншеи

Макс. угол гибки отвода: > **18°00'00"**

OK Отмена

Параметры вставки

Тип вставки: **Вертикальная**  
5 DN Горячегнутая вставка

☐ Разворот ☐ Укорочен.

Угол поворота на плане:   
Угол поворота на профиле: **11°13'38"**  
Угол совмещенный:   
Угол вставки: **11.00**

Радиус на плане, м:   
Радиус на профиле, м: **1.00**  
Радиус строительный, м: **1.00**

L1, м: **0.70** L, м: **9.80**  
T1, м: **0.80** K, м: **9.80**  
T2, м: **9.00** Б, м: **0.00**  
Домер, м: **0.00**

☐ Совмещенная Б, м:

Состав: **ОГ11°** |--|  
Обозначение:  
Отвод ОГ 11°-530(9K52)-7.0-0.99-5DN-800/9000-Y-20°C ГазТУ 102-488-05

☐ Упругий изгиб по условию плотного примыкания трубопровода ко дну траншеи

Макс. угол гибки отвода: > **90°00'00"**

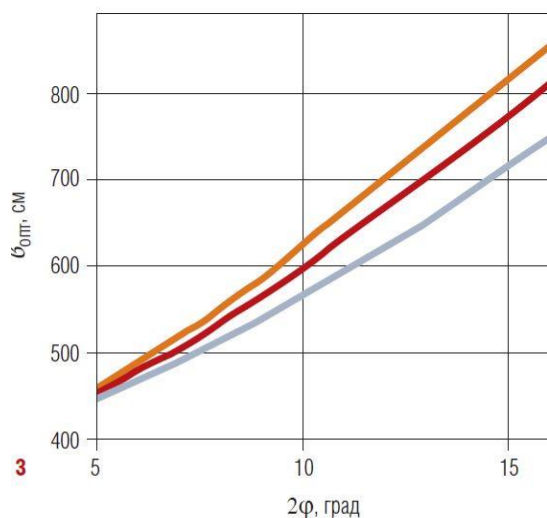
OK Отмена

Выберите из падающего меню вида создаваемой вставки: **Холодногнутая вставка** для размещения в вершине угла отводов холодного гнуща по *ГОСТ 24950-2019* или **Горячегнутая вставка** для размещения в вершине угла отводов горячего гнуща по *ТУ*, указанных в *прототипе проектирования трубопровода*.

При выборе вида вставки **Холодногнутая вставка** выполняется расчет состава вставки из отводов холодного гнуща, значений тангенсов, длины вставки, биссектрисы и значение домера (значения выводятся в соответствующие поля **T1**, **T2**, **K**, **Б**, **Домер**). Если необходимо развернуть вставку, то установите флажок **Разворот**.

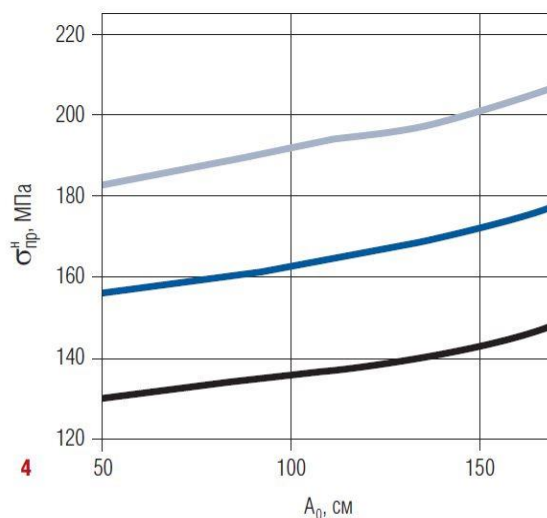
В поле **Состав вставки** выводится из каких отводов холодного гнуща создается вставка.

Если необходимо между отводами разместить прямую вставку, то необходимо нажать на пиктограмму . Разбивка одного угла на два с использованием между гнутыми отводами прямой вставки позволяет существенно снизить суммарные продольные напряжения в трубопроводе. Результаты расчета трубопровода диаметром 720мм с толщиной стенки 10мм в песчаном грунте с рабочим давлением 6,4 МПа представлены на рис.3 и рис.4 [34]:



**РИСУНОК 3.** Зависимости оптимальной длины прямой вставки  $l_{\text{опт}}$  от значений угла поворота  $2\phi$  при различных температурных перепадах  $\Delta t$

**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ РИСУНКОВ 1–3:**  
 $\Delta t = 50^\circ\text{C}$ ;  
 $\Delta t = 40^\circ\text{C}$ ;  
 $\Delta t = 30^\circ\text{C}$



**РИСУНОК 4.** Зависимости суммарных продольных напряжений от амплитуды  $A_0$  при  $p = 1000 D_H$  и различных температурных перепадах  $\Delta t$

**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ РИСУНКА 4:**  
 $\Delta t = 30^\circ\text{C}$ ;  
 $\Delta t = 20^\circ\text{C}$ ;  
 $\Delta t = 10^\circ\text{C}$

При выборе вида вставки **Горячегнутая вставка** необходимо из падающего меню выбрать радиус гибки отвода – **5DN, 10DN или ОКШ/ОКШС**. После этого выполняется расчет значений тангенсов, длины вставки, биссектрисы и домера (значения выводятся в соответствующие поля **T1, T2, К, Б, Домер**).

Если необходимо развернуть горячегнутую вставку, то установите флажок **Разворот**. Для размещения укороченного отвода горячего гнутья необходимо установить флажок в поле **Укорочен**.

Нажмите кнопку **ОК** – в вершине трассы будет размещена вставка их отводов холодного/горячего гнутья.

#### 6.5.3. Показать вставку

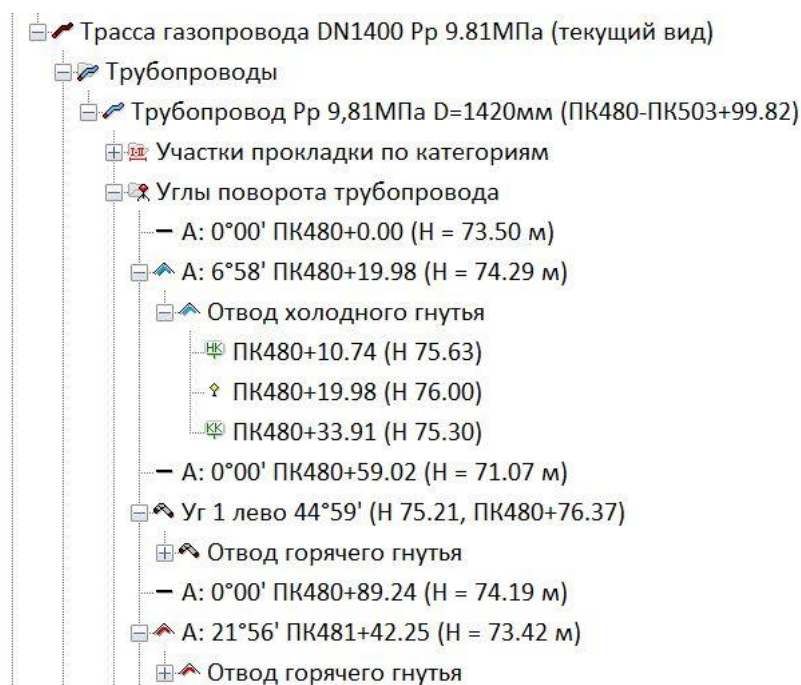
С помощью данной функции можно показать выбранную вставку на чертеже. Вызов функции осуществляется через структуру трассы: в разделе **Углы поворота трубопровода/<имя вершины>** правой клавишей мыши открыть контекстное меню и выбрать пункт **Показать вставку**.

#### 6.5.4. Удалить вставку

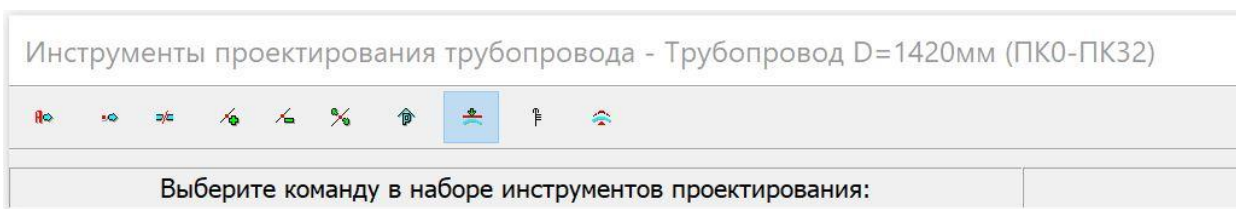
С помощью данной функции можно удалить выбранную вставку. Вызов функции осуществляется через структуру трассы: в разделе **Углы поворота трубопровода/<имя вершины>** правой клавишей мыши открыть контекстное меню и выбрать пункт **Удалить вставку**

## Глава 7. Проектирование трубопровода на профиле

В разделе **Углы поворота трубопровода** выводится список углов поворота трассы проектируемого трубопровода как на плане, так и на профиле.



Вызов диалога для проектирования трубопровода на профиле осуществляется через структуру трассы: в разделе **Углы поворота трубопровода** нажатием правой клавишей мыши открыть контекстное меню и выбрать пункт **Проектирование трубопровода**. На экран выводится панель инструментов, с помощью которых можно выполнить прокладку трубопровода на профиле с размещением в углах поворота вставок из кривых упругого изгиба или вставок из отводов холодного или горячего гнущя.



## 7.1. Добавить проектное решение



Данная функция позволяет с помощью **курсора** создавать на профиле проектируемый трубопровод с контролем глубины заложения до верхней образующей, заданной в прототипе проектирования.

Прокладка трубопровода на профиле осуществляется в режиме «резиновой нити». Для активизации функции щелкните по пиктограмме  и курсором укажите точку начала прокладки трубопровода. Затем переместите курсор вдоль профиля и создайте следующую вершину трубопровода и т.д. Для прерывания функции нажмите клавишу **Esc**. В каждой из созданных вершин трубопровода на профиле автоматически будут размещены вставки из кривых упругого изгиба или вставки из отводов холодного/горячего гнутья в соответствии с параметрами для размещения вставок на профиле, установленными в закладке **Отводы** прототипа проектирования (см. п.2.1.4)

### 7.1.1 Добавить вершину



Данная функция позволяет с помощью курсора создавать на проектируемом трубопроводе новые вершины. Активизируйте функцию нажатием на пиктограмму и курсором укажите участок трубопровода, в котором должна быть создана вершина. Участок трубопровода переходит в режим «резиновой нити». Разместите курсор в нужном месте и нажмите левую кнопку мыши. Затем можно переместить курсор на следующий участок и создать на нем новую вершину. Для прерывания функции нажмите на клавишу **Esc**. В каждой из созданных вершин трубопровода на профиле автоматически будут размещены вставки из кривых упругого изгиба или вставки из отводов холодного/горячего гнутья в соответствии с **Параметрами для размещения вставок на профиле**, установленными в закладке **Отводы** прототипа проектирования (см. п.2.1.4)

### 7.1.2 Удалить вершину



С помощью этой функции можно удалить выбранную вершину трубопровода.

Активизируйте функцию нажатием на пиктограмму, подведите курсор к удаляемой вершине и нажмите левую клавишу мыши. Вершина будет удалена вместе с размещенной в ней вставкой, а трубопровод будет спрямлен. Укажите следующую вершину для удаления или прервите функцию нажатием клавиши **Esc**.

### 7.1.3 Переместить вершину



С помощью этой функции можно переместить выбранную вершину трубопровода. Активизируйте функцию нажатием на пиктограмму, подведите курсор к вершине, которую необходимо переместить и нажмите левую клавишу мыши. Участок трубопровода между соседними вершинами переходит в режим «резиновой нити». Переместите курсор в новое положение и нажмите левую кнопку мыши. В вершине автоматически будет размещена вставка. Укажите следующую вершину для перемещения или прервите функцию нажатием клавиши **Esc**.

### 7.1.4 Изменить параметры вставки



С помощью этой функции можно изменить параметры вставки в вершинах трубопровода. Активизируйте функцию нажатием на пиктограмму , подведите курсор к вершине, в которой необходимо изменить вставку, и нажмите левую клавишу мыши. На экран будет выведен диалог, в котором можно изменить вид вставки (**Упругий изгиб/Горячегнутая вставка/Холодногнутая вставка**) и ее конструктивные параметры. При выходе из диалога кнопкой **ОК** измененная вставка будет размещена в вершине трубопровода. Укажите следующую вершину для изменения параметров вставки или прервите функцию нажатием клавиши **Esc**.

#### 7.1.4.1 Упругий изгиб

При выборе из падающего меню вида вставки **Упругий изгиб** появляется следующий диалог, в котором приводятся значения конструктивных параметров вставки (тангенсы **T1** и **T2**, длина кривой **K**, значение биссектрисы **Б** и домер), рассчитанных по допустимому для категории трубопровода радиусу упругого изгиба

##### **Угол поворота на плане:**

В этом поле выводится значение угла поворота трубопровода на плане трассы.

##### **Угол поворота на профиле:**

В этом поле выводится значение угла поворота трубопровода на профиле трассы.

##### **Угол совмещенный:**

В этом поле выводится значение совмещенного угла для размещения вставки.

### Радиус на плане:, м

В этом поле выводится значение радиуса упругого изгиба для участка трубопровода, рассчитанного по категории в прототипе проектирования (по умолчанию значение радиуса должно быть не менее **1000DN**).

Параметры вставки

✕

Тип вставки: 

Вертикальная

Упругий изгиб

☐ Разворот ☐ Укорочен.

Угол поворота на плане:

Угол поворота на профиле:

2°44'54"

Угол совмещенный:

Угол вставки:

Радиус на плане, м:

Радиус на профиле, м:

723.55

Радиус строительный, м:

L1, м:

L, м:

T1, м:

17.36

K, м:

34.71

T2, м:

17.36

Б, м:

0.21

Домер, м:

0.01

☐ Совмещенная

Б, м:

Состав:

|--|

Обозначение:

☐ Упругий изгиб по условию плотного примыкания трубопровода ко дну траншеи

Макс. угол гибки отвода:

>

OK

Отмена

### Радиус на профиле:, м

В этом поле выводится значение радиуса упругого изгиба для участка трубопровода, рассчитанного по категории в прототипе проектирования (по умолчанию значение радиуса должно быть не менее **1000DN**).

### Радиус строительный, м

В этом поле выводится значение радиуса, рассчитанного для вставок, состоящих из нескольких холодногнутых или горячегнутых отводов и используемого при выносе в натуру угла поворота трассы для рытья траншеи.

Нажмите кнопку **ОК** – в вершине трассы будет размещена *кривая упругого изгиба*.

Если перед полем **Упр. Изгиб по круговой кривой на профиле** будет установлен флажок, то тангенсы и длина кривой будут рассчитываться по окружности.

Если перед полем **Упр. Изгиб по круговой кривой на профиле** будет снят флажок, то тангенсы и длина кривой будут рассчитываться по уравнениям (1)-(4) из условия продольной устойчивости для обеспечения плотного прилегания трубопровода ко дну траншеи. Профиль дна траншеи следует принимать в соответствии с упругой линией трубопровода построенной по уравнениям (1)-(4), с учетом граничных условий, поперечной нагрузкой и ее распределением.

#### **7.1.4.2 Вставка из гнутых отводов**

При выборе из падающего меню вида вставки **Холодногнутая вставка** создается вставка из **холодногнутых отводов** по *ГОСТ 24950-2019*, и выполняется расчет состава вставки из отводов холодного гнутья и значений конструктивных параметров: тангенсов, длины вставки, биссектрисы (значения выводятся в соответствующие поля **T1, T2, К, Б, Д**). Если необходимо развернуть вставку, то установите флажок Разворот.

При выборе вида вставки **Горячегнутая вставка** создается вставка из **отводов горячего гнутья** по *ТУ*, установленному в прототипе проектирования, для которых дополнительно необходимо из падающего меню выбрать радиус гибки отвода – **5DN, 10DN или ОКШ/ОКШС**. После этого выполняется расчет значений тангенсов, длины вставки и биссектрисы (значения выводятся в соответствующие поля **T1, T2, К, Б, Домер**). Если необходимо развернуть вставку, то установите флажок Разворот. Для размещения укороченных отводов необходимо в поле **Укороченный** установить флажок.

#### **Радиус строительный, м:**

В этом поле выводится значение радиуса, рассчитанного для вставок, состоящих из нескольких холодногнутых или горячегнутых отводов и используемого при выносе в натуру угла поворота трассы для рытья траншеи.

Параметры вставки

Тип вставки: Вертикальная

Холодногнутая вставка

☐ Разворот ☐ Укорочен.

Угол поворота на плане:

Угол поворота на профиле: 11°13'38"

Угол совмещенный:

Угол вставки: 11.00

Радиус на плане, м:

Радиус на профиле, м: 25.00

Радиус строительный, м: 25.00

L1, м: 1.50 L, м: 11.60

T1, м: 3.91 K, м: 11.60

T2, м: 7.71 B, м: 0.12

Домер, м: 0.02

☐ Совмещенная B, м:

Состав: 1ГО11° |--|

Обозначение:

Отвод 1ГО.11°.530.9--K52-17Г1С-20. ГОСТ 24950

☐ Упругий изгиб по условию плотного примыкания трубопровода ко дну траншеи

Макс. угол гибки отвода: > 18°00'00"

OK Отмена

Параметры вставки

Тип вставки: Вертикальная

5 DN Горячегнутая вставка

☐ Разворот ☐ Укорочен.

Угол поворота на плане:

Угол поворота на профиле: 11°13'38"

Угол совмещенный:

Угол вставки: 11.00

Радиус на плане, м:

Радиус на профиле, м: 1.00

Радиус строительный, м: 1.00

L1, м: 0.70 L, м: 9.80

T1, м: 0.80 K, м: 9.80

T2, м: 9.00 B, м: 0.00

Домер, м: 0.00

☐ Совмещенная B, м:

Состав: ОГ11° |--|

Обозначение:

Отвод ОГ 11°-530(9K52)-7.0-0.99-5DN-800/9000-У-20°С ГазТУ 102-488-05

☐ Упругий изгиб по условию плотного примыкания трубопровода ко дну траншеи

Макс. угол гибки отвода: > 90°00'00"

OK Отмена

#### Состав вставки:

В этом поле выводится состав вставки из холодногнутых или горячегнутых отводов (при размещении на профиле вставки упругим изгибом - пустое поле)

#### Обозначение:

В этом поле выводится обозначение для холодногнутых или горячегнутых отводов, из которых формируется вставка.

Нажмите кнопку **OK** – в вершине угла на профиле будет размещена вставка из *отводов холодного/горячего гнутья*.

#### 7.1.4.3 Размещение совмещенных вставок

В процессе интерактивного проектирования трубопровода на профиле в режиме **Добавить проектное решение** возможно создание совмещенных вставок из гнутых отводов и кривых упругого изгиба в вершинах, имеющих как вертикальный угол на профиле, так и горизонтальный угол в плане.

**Внимание!** Для создания совмещенных вставок на профиле предварительно на плане трассы в вершинах углов поворота должны быть размещены горизонтальные отводы холодного/горячего гнущего или кривые упругого изгиба

На профиле подведите курсор к вершине горизонтальной вставки и нажмите правую клавишу мыши. На экран будет выведен запрос на выполнение совмещения горизонтального и вертикального углов.

Для выполнения совмещения нажмите кнопку **Да** и продолжите построение следующей вершины трубопровода. Создание следующей вершины определяет вертикальный угол для расчета совмещенной вставки с учетом вертикальной и горизонтальной составляющей. В вершине трубопровода на профиле создается совмещенная вставка, тип которой задан на плане (например, горизонтальный отвод/кривая упругого изгиба).

#### 7.1.5 Контроль верхней границы



С помощью данной функции можно отключить контроль верхней границы прокладки трубопровода на профиле. Например, трубопровод должен быть выведен на поверхность земли путем установки П-образного компенсатора, а надземный участок должен прокладываться на скользящих опорах. В этом случае, например, при перемещении вершины трубопровода необходимо курсором щелкнуть по пиктограмме  и переместить вершину за верхнюю границу прокладки трубопровода.

#### 7.1.6. Переместить выноски



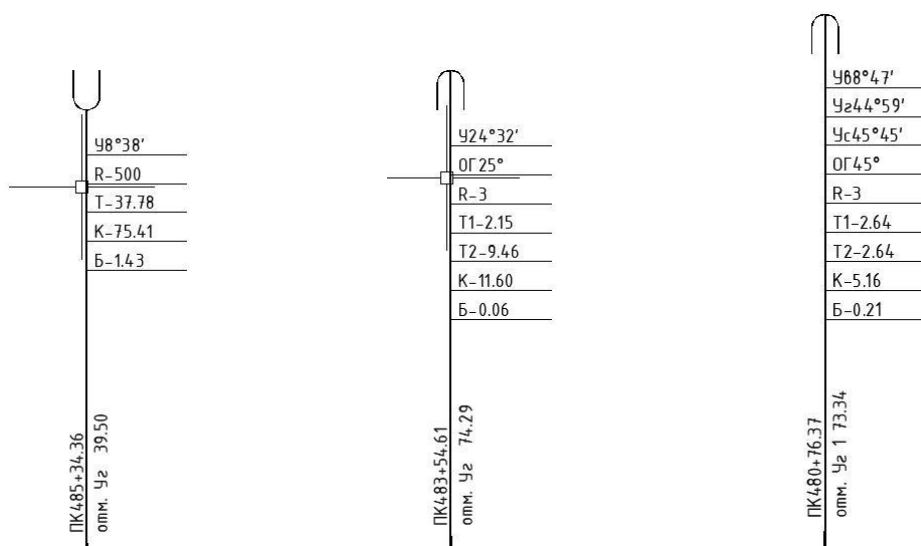
С помощью данной функции можно на чертеже продольного профиля изменять положение выносок для вершин трубопровода, в которых размещены кривые упругого изгиба или вставки из отводов холодного и горячего гнущего

Щелкните по пиктограмме и на чертеже продольного профиля курсором укажите вершину, в которой необходимо изменить положение выноски. Для изменения положения выноски по вертикали переместите курсор вверх или вниз, а для изменения положения выноски по горизонтали переместите курсор вправо или влево и зафиксируйте новое положение нажатием левой клавиши мыши.

Выноска включает в себя следующие элементы:

- табличку с параметрами (угол, радиус для кривой упругого изгиба или радиус гибки отвода, тангенсы, длина кривой и биссектриса)
- подпись выноски (пикетное значение и отметка вершины угла)

- выносную линию от вершины угла



### 7.1.7. Проверка вершин трубопровода на устойчивость

Под устойчивостью трубопровода понимается его способность сохранять его прямолинейное или упруго искривленное положение при воздействии сжимающих сил, направленных вдоль его оси. При расчете устойчивости подземных трубопроводов могут использоваться две расчетные модели грунтовой среды: модель Прандтля-Кулона пластичной связи трубы с грунтом и модель упругой связи трубы с грунтом. При использовании модели пластичной связи трубы с грунтом принимается, что грунт оказывает равномерное по длине сопротивление в продольном направлении при контакте с трубопроводом. При использовании упругой связи трубы с грунтом принимается, что сопротивление грунта пропорционально перемещениям трубопровода

Вызов функции для проверки устойчивости выпуклых вершин спроектированного подземного трубопровода в вертикальной плоскости осуществляется через структуру трассы: в разделе **Углы поворота трубопровода** при выборе угла поворота трубопровода **А:.....** и активации пункта **Расчет на устойчивость**. Эта же функция может быть вызвана

из инструментальной панели **Проектирование трубопровода** с помощью пиктограммы

Функция **Расчет на устойчивость** позволяет выполнить проверку всех криволинейных участков трубопровода с углами поворота, обращенными выпуклостью вверх с размещенными в них кривыми упругого изгиба или вставками из гнутых отводов, из условия  $S_{эв} < k \cdot N_{кр}$  согласно требованиям нормативных документов на проектирование (разделу 12 СП 36.13330.2012, разделу 12.4 ГОСТ 35070-2024, разделу 12 ГОСТ Р 55990-2014, разделу 13 СП 284.1325800.2016, разделу 6 РД-23.040.00-КТН-110-07) по методике расчета, изложенной в параграфе 2 главы 5 [28].

Эквивалентное продольное усилие ***S<sub>экв</sub>*** в сечении трубопровода определяется из расчетных нагрузок и воздействий, а критическое продольное усилие ***N<sub>кр</sub>*** определяется с учетом принятого конструктивного решения и радиуса кривизны оси в зависимости от глубины заложения вставки (высоты засыпки грунтом), физико-механических свойств грунта засыпки и степени его обводнения, наличия балласта, а также с учетом предельного сопротивления грунтов поперечным перемещениям трубопровода вверх. На обводненных участках следует учитывать гидростатическое воздействие воды. При наличии в период производства работ подземных вод в пределах выемок или вблизи их дна мокрыми следует считать не только грунты, расположенные ниже уровня грунтовых вод, но и грунты, расположенные выше этого уровня на величину капиллярного поднятия, которую следует принимать согласно п.6.1.11 СП 45.13330.2017 «Земляные сооружения, основания и фундаменты»:

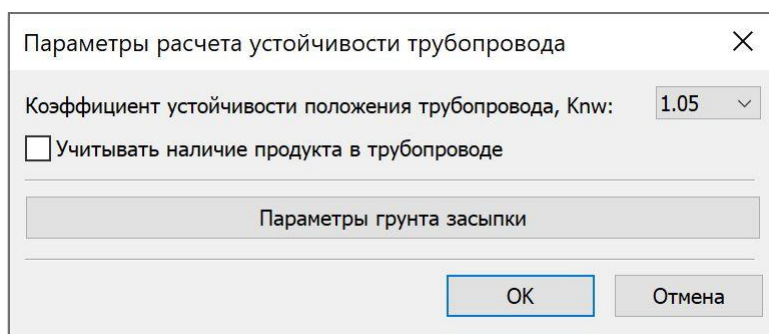
- 0,3 м - для крупных, средней крупности и мелких песков;
- 0,5 м - для пылеватых песков и супесей;
- 1,0 м - для суглинков и глин.

В углах поворота трубопровода, обращенных выпуклостью вверх, продольная устойчивость обеспечивается если выполняются два условия:

- условие ***S<sub>экв</sub> < k\*N<sub>кр</sub>*** - эквивалентное продольное усилие в сечении трубопровода меньше критического продольного усилия;
- условие ***L<sub>кр</sub> < L<sub>о</sub>*** – расчетная длина волны выпучивания меньше длины хорды кривой, размещенной в вершине трубопровода.

При активации функции **Расчет на устойчивость** выводится диалог **Параметры расчета устойчивости трубопровода**.

В поле **Коэф. запаса устойчивости положения трубопровода, k<sub>пw</sub>** из падающего меню выбирается для расчета значение коэффициента запаса общей устойчивости: 1.03, 1.05, 1.15,.



Параметры расчета устойчивости трубопровода

Коэффициент устойчивости положения трубопровода, k<sub>пw</sub>: 1.05

☐ Учитывать наличие продукта в трубопроводе

Параметры грунта засыпки

OK Отмена

Если перед полем **Учитывать наличие продукта в трубопроводе** установить «флажок» то при расчете устойчивости трубопровода с углами поворота, обращенными выпуклостью вверх с размещенными в них кривыми упругого изгиба или вставками из гнутых отводов, то при расчете устойчивости трубопровода будет учитываться расчетная нагрузка от веса продукта в н/м, *если в процессе эксплуатации газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов невозможно их опорожнение и замещение продукта воздухом.*

В поле **Глубина заложения до верха трубопровода, м** выводится значение глубины заложения до верхней образующей кривой упругого изгиба или вставки из гнутых отводов.

В поле **Глубина заложения до низа трубопровода, м** выводится расстояние от верха засыпки до нижней образующей кривой упругого изгиба или вставки из гнутых отводов.

В поле **Глубина уровня обводнения трубы, м** выводится глубина уровня грунтовых вод (УГВ).

В поле **Доля сечения трубы в полностью обводненном грунте %** выводится среднее значение обводненной площади сечения трубопровода.

При нажатии на кнопку **Параметры грунта засыпки** на экран выводится диалоговое окно с физико-механическими характеристиками грунтов засыпки, которые могут быть отредактированы по данным лабораторных исследований грунта, используемого из песчаных карьеров для засыпки трубопровода, уложенного в траншею.

Параметры грунта засыпки

✕

Грунт по СП 22.13330.2016:  
Пески средней крупности

Удельное сцепление, Па:

1500

Угол трения, °:

30

Удельный вес грунта, кг/м³:

1600

Удельный вес скелета грунта, кг/м³:

2700

Коэффициент пористости:

0.5

Коэффициент Пуассона:

0.2

Модуль деформации, МПа:

16

Коэффициент касательного сопротивления, МПа/см:

0.027

Коэффициент снижения модуля деформации:

0.6

Несущая способность, МПа:

0.55

Коэффициент трения о сухой грунт:

0.72

Коэффициент трения о влагонасыщенный грунт:

0.6

OK

Отмена

При выходе из диалога **Параметры расчета устойчивости трубопровода** по кнопке **ОК** на экран выводится окно с результатами расчета на устойчивость.

**Внимание!** Для выпуклых вершин с размещенными в них вставками из отводов типа КШС/ОКШС, а также вершин с совмещенными плановыми отводами устойчивость не рассчитывается.

#### 7.1.7.1 Расчет устойчивости вершины с кривой упругого изгиба

Нормативный документ:

Кривая упругого изгиба (ПК483+29.26 - ПК483+58.86)

| Название расчетного параметра                                                      | Значение | Допустимое значение | Комментарий                          |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------|--------------------------------------|
| <b>Результаты проверки расчетов</b>                                                |          |                     |                                      |
| ✓ Допустимость продольных усилий по устойчивости $S_{eq} \leq k_{cr} \cdot N_{cr}$ | 3012.25  | 15701               | формула Д3.1 ГОСТ 35070-2024         |
| ✓ Допустимость расчетной длины волны выпучивания $L_{cr} < L_0$                    | 20.34    | 20.34               | формула В.1 ГОСТ Р 55989-2014        |
| ✓ Допустимость глубины заложения трубопровода по устойчивости                      | 3.55     | 0.95                |                                      |
| ✓ Допустимость радиуса изгиба к расчетному по устойчивости                         | 817.22   | 556                 |                                      |
| <b>Исходные данные</b>                                                             |          |                     |                                      |
| - Коэффициент условий работы трубопровода по устойчивости                          | 0.9      |                     | формула 13.35 ГОСТ Р 55989-2014      |
| - Радиус изгиба трубопровода $R_0$ , [м]                                           | 817      |                     | формула 2.30-31 А.Б.Айнбиндер        |
| - Радиус гибки отвода $R_{br}$ , [м]                                               |          |                     |                                      |
| - Расстояние от верха засыпки до верха трубопровода, м                             | 3.55     |                     |                                      |
| <b>Результаты расчетов на устойчивость выпуклой вершины трубопровода</b>           |          |                     |                                      |
| = Критическая длина волны выпучивания, м                                           | 20.34    | 20.34               | формула В.9 ГОСТ Р 55989-2014        |
| = Длина хорды выпуклой кривой изгиба, м                                            | 20.34    |                     | формула 5.59 А.Б.Айнбиндер           |
| = Эквивалентное продольное усилие, [кН]                                            | 3012     | 15701               | формула Д3.2 ГОСТ 35070-2024         |
| = Критическое продольное усилие, [кН]                                              | 15701    |                     | п.12.4.6 ГОСТ 35070-2024             |
| = Расчетная глубина заложения до верха трубопровода по устойчивости, м             | 0.95     |                     |                                      |
| = Расчетная глубина заложения до низа трубопровода по устойчивости, м              | 1.48     |                     |                                      |
| = Расчетный радиус изгиба по устойчивости, м                                       | 556      |                     | формула В.3-В.8 ГОСТ Р 55989-2014    |
| = Поперечная нагрузка от упругого изгиба трубопровода, $Q_{curve}$ Н/м             | 399      |                     | формула Д4.2, Д4.3 ГОСТ Р 35070-2024 |
| = Поперечная распределенная нагрузка от балластировки $Q_{bal}$ , Н/м              |          |                     | формула Д4.1 ГОСТ Р 35070-2024       |
| = Необходимое смещение оси трубопровода $\Delta h_0$ , м                           |          |                     |                                      |

OK

В поле **Нормативный документ**: выводится название СП или ГОСТ, по которому выполнялся расчет на продольную устойчивость выпуклой кривой упругого изгиба.

В разделе **Результаты проверки расчетов** выводится:

- допустимость нормативных продольных нагрузок из условия  **$S_{eq} \leq K_{cr} \cdot N_{cr}$** ,
- допустимость длины волны выпучивания из условия  **$L_{cr} < L_0$** ,
- допустимость глубины заложения кривой упругого изгиба по устойчивости  **$h > h_{stab}$** ,
- допустимость радиуса упругого изгиба к расчетному значению из условия  **$R_0 > R_{stab}$** .

В разделе **Исходные данные** выводятся следующие данные для расчета:

- коэффициента условий работы трубопровода по устойчивости  $k_{cr}$ ,
- радиуса упругого изгиба трубопровода  $R_0$ ,
- радиуса гибки горячего отвода (5DN, 10DN) или радиуса гибки холодного отвода (40DN),
- расстояние от верха засыпки до верхней образующей трубопровода  $h$ .

В разделе **Результаты расчетов на устойчивость выпуклой вершины трубопровода** выводятся следующие расчетные значения:

- критической длины волны выпучивания  $L_{cr}$  в м;
- длины хорды выпуклой кривой изгиба  $L_o$  в м;
- эквивалентное продольное усилие  $Seq$  в кН;
- критическое продольное усилие  $N_{cr}$  в кН;
- расчетная глубина заложения верха трубы по устойчивости  $h_{stabUp}$  в м;
- расчетный радиус упругого изгиба по устойчивости  $R_{stab}$  в м;
- поперечная нагрузка от упругого изгиба трубопровода  $Q_{curve}$  в н;
- поперечная распределенная нагрузка на участках балластировки  $Q$  в н/м;
- необходимое смещение оси трубопровода  $\Delta h_o$ , м

В случае, когда условие общей устойчивости выпуклой вершины трубопровода с кривой упругого изгиб не выполняется, т.е. когда  $Seq > k_{cr} * N_{cr}$  или  $L_{cr} > L_o$ , необходимо выполнить одно или несколько следующих мероприятий:

- увеличить значение радиуса упругого изгиба;
- увеличить глубину заложения вершины трубопровода;
- изменить схему выполнения угла поворота трубопровода;
- применить балластировку участка трубопровода грузами.

#### Использование результатов расчета для вершин с кривыми упругого изгиба

1. Если по результатам вычислений радиус упругого изгиба в вершине кривой  $R_o$  будет меньше расчетного радиуса изгиба по устойчивости  $R_{stab}$ , то необходимо с помощью пункта **Параметры вставки** изменить значение радиуса изгиба на значение  $R_{stab}$  и повторить расчет на устойчивость вершины до получения значений  $Seq < k_{cr} * N_{cr}$  и  $L_{cr} < L_o$ .
2. Если по результатам вычислений расстояние от верха засыпки до верхней образующей трубопровода  $h$  будет меньше расчетной глубины заложения до верха трубы по устойчивости  $h_{stab}$ , то необходимо увеличить глубину заложения вершины трубопровода до  $h_{stab}$  или применить балластировку участка трубопровода грузами

#### **7.1.7.2. Расчет устойчивости вершины из отвода холодного гнущя**

При проверке на устойчивость участков трубопровода с выпуклыми вершинами, в которых размещены вставки из одиночных отводов холодного гнущя, сначала задаются физико-

механические характеристики грунта засыпки и затем выполняется расчет устойчивости выпуклой вершины.

В поле **Нормативный документ**: выводится название СП или ГОСТ, по которому выполнялся расчет на продольную устойчивость выпуклой вставкой из одиночного отвода холодного гнуща.

Расчет устойчивости выпуклой вершины

Нормативный документ:

Отвод холодного гнуща (ПК483+65.32 - ПК483+76.39)

| Название расчетного параметра                                                | Значение | Допустимое значение | Комментарий                     |
|------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------|---------------------------------|
| <b>Результаты проверки расчетов</b>                                          |          |                     |                                 |
| Допустимость продольных усилий по устойчивости $S_{eq} \leq k_{cr} * N_{cr}$ | 1787.34  | 1498                | формула Д3.1 ГОСТ 35070-2024    |
| Допустимость глубины заложения трубопровода по устойчивости                  | 3.53     | 3.98                |                                 |
| <b>Исходные данные</b>                                                       |          |                     |                                 |
| Коэффициент условий работы трубопровода по устойчивости                      | 0.9      |                     | формула 13.35 ГОСТ Р 55989-2014 |
| Радиус гибки отвода $R_{br}$ , [м]                                           | 25       |                     |                                 |
| Расстояние от верха засыпки до верха трубопровода, м                         | 3.53     |                     |                                 |
| <b>Результаты расчетов на устойчивость выпуклой вершины трубопровода</b>     |          |                     |                                 |
| Эквивалентное продольное усилие, [кН]                                        | 1787     | 1498                | формула Д3.2 ГОСТ 35070-2024    |
| Критическое продольное усилие, [кН]                                          | 1498     |                     | п.12.4.6 ГОСТ 35070-2024        |
| Расчетная глубина заложения до верха трубопровода по устойчивости            | 3.98     |                     |                                 |
| Расчетная глубина заложения до низа трубопровода по устойчивости             | 4.51     |                     |                                 |
| Поперечная распределенная нагрузка от балластировки $Q_{bal}$ , Н/м          |          |                     | формула Д4.1 ГОСТ Р 35070-2024  |
| Необходимое смещение оси трубопровода $\Delta h_o$ , м                       | 0.45     |                     |                                 |

OK

В разделе **Результаты проверки расчетов** выводится:

- допустимость нормативных продольных нагрузок из условия  $S_{eq} \leq k_{cr} * N_{cr}$ ,
- допустимость глубины заложения вставки из отвода холодного гнуща по устойчивости  $h > h_{stab}$

В разделе **Исходные данные** выводятся следующие данные для расчета:

- коэффициента условий работы трубопровода по устойчивости  $k_{cr}$ ,
- радиуса гибки отвода  $R_{br}$ ,
- расстояние от верха засыпки до верхней образующей отвода  $h$ .

В разделе **Результаты расчетов на устойчивость выпуклой вершины трубопровода** выводятся следующие расчетные значения:

- эквивалентное продольное усилие  $S_{eq}$  в кН;
- критическое продольное усилие  $k_{cr} * N_{cr}$  в кН;
- расчетная глубина заложения до верха трубопровода по устойчивости  $h_{stabUp}$  в м;
- расчетная глубина заложения до низа трубопровода по устойчивости  $h_{stabDn}$  в м;

- поперечная распределенная нагрузка на участках балластировки  $Q$  в н/м;
- необходимое смещение оси трубопровода  $\Delta h_0$ , м

В случае, когда условия общей устойчивости выпуклой вершины трубопровода со вставкой из одиночного отвода холодного гнущего не выполняется, т.е. когда  $Seq > kcr \cdot Ncr$  или  $Lcr > L_0$ , необходимо выполнить одно или несколько следующих мероприятий:

- увеличить глубину заложения вершины трубопровода;
- изменить схему выполнения угла поворота трубопровода с разбивкой одного угла на два с использованием между холодными гнутыми отводами прямой вставки согласно рекомендации [32];
- применить балластировку участка трубопровода грузами.

#### Использование результатов расчета для вершин трубопровода со вставкой из отвода холодного гнущего

1. Если по результатам вычислений расчетная глубина заложения до верха трубопровода по устойчивости  $h_{stabUp}$  будет больше расстояния от верха засыпки до верхней образующей трубопровода  $h$ , то необходимо увеличить глубину заложения вершины трубопровода до  $h_{stabUp}$  и повторить расчет на устойчивость до выполнения условий  $Seq < kcr \cdot Ncr$  и  $Lcr < L_0$  или применить балластировку участка трубопровода грузами
2. Если изменением глубины заложения вершины не удастся обеспечить выполнение условий  $Seq < kcr \cdot Ncr$  и  $Lcr < L_0$ , то необходимо изменить схему выполнения угла поворота трубопровода – разбить вставку на несколько отводов холодного гнущего и выполнить для полученной составной вставки расчет на устойчивость или применить балластировку участка трубопровода грузами.

#### **7.1.7.3. Расчет устойчивости вершины из 2-х отвода холодного гнущего с разными углами гибки**

При проверке на устойчивость участков трубопровода с выпуклыми вершинами, в которых размещены вставки из 2-х отводов холодного гнущего, сначала задаются физико-механические характеристики грунта засыпки и затем выполняется расчет устойчивости выпуклой вершины.

В поле **Нормативный документ**: выводится название СП или ГОСТ, по которому выполнялся расчет на продольную устойчивость выпуклой вставки из 2-х отводов холодного гнущего с разными углами гибки.

В разделе **Результаты проверки расчетов** выводится:

- допустимость нормативных продольных нагрузок из условия  $Seq \leq kcr * Ncr$ ,
- допустимость глубины заложения вставки из отвода холодного гнуща по устойчивости  $h > hstab$

В разделе **Исходные данные** выводятся следующие данные для расчета:

- коэффициента условий работы трубопровода по устойчивости  $kcr$ ,
- радиуса гибки отвода  $Rbr$ ,
- расстояние от верха засыпки до верхней образующей отвода  $h$ .

Нормативный документ:

Отвод холодного гнуща (ПК483+65.32 - ПК483+76.39)

| Название расчетного параметра                                            | Значение | Допустимое значение | Комментарий                     |
|--------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------|---------------------------------|
| <b>Результаты проверки расчетов</b>                                      |          |                     |                                 |
| Допустимость продольных усилий по устойчивости $S_{eq} \leq kcr * Ncr$   | 1787.34  | 1498                | формула Д3.1 ГОСТ 35070-2024    |
| Допустимость глубины заложения трубопровода по устойчивости              | 3.53     | 3.98                |                                 |
| <b>Исходные данные</b>                                                   |          |                     |                                 |
| Коэффициент условий работы трубопровода по устойчивости                  | 0.9      |                     | формула 13.35 ГОСТ Р 55989-2014 |
| Радиус гибки отвода $Rbr$ , [м]                                          | 25       |                     |                                 |
| Расстояние от верха засыпки до верха трубопровода, м                     | 3.53     |                     |                                 |
| <b>Результаты расчетов на устойчивость выпуклой вершины трубопровода</b> |          |                     |                                 |
| Эквивалентное продольное усилие, [кН]                                    | 1787     | 1498                | формула Д3.2 ГОСТ 35070-2024    |
| Критическое продольное усилие, [кН]                                      | 1498     |                     | п.12.4.6 ГОСТ 35070-2024        |
| Расчетная глубина заложения до верха трубопровода по устойчивости        | 3.98     |                     |                                 |
| Расчетная глубина заложения до низа трубопровода по устойчивости         | 4.51     |                     |                                 |
| Поперечная распределенная нагрузка от балластировки $Q_{bal}$ , Н/м      |          |                     | формула Д4.1 ГОСТ Р 35070-2024  |
| Необходимое смещение оси трубопровода $\Delta h_o$ , м                   | 0.45     |                     |                                 |

OK

В разделе **Результаты расчетов на устойчивость выпуклой вершины трубопровода** выводятся следующие расчетные значения:

- эквивалентное продольное усилие  $Seq$  в кН;
- критическое продольное усилие  $kcr * Ncr$  в кН;
- расчетная глубина заложения до верха трубопровода по устойчивости  $hstabUp$  в м;
- расчетная глубина заложения до низа трубопровода по устойчивости  $hstabDn$  в м;
- поперечная распределенная нагрузка на участках балластировки  $Q$  в н/м;
- необходимое смещение оси трубопровода  $\Delta h_o$ , м

В случае, когда условия общей устойчивости выпуклой вершины трубопровода со вставкой из одиночного отвода холодного гнуща не выполняется, т.е. когда  $Seq > kcr * Ncr$  или  $Lcr > L_o$ , необходимо выполнить одно или несколько следующих мероприятий:

- увеличить глубину заложения вершины трубопровода;

- изменить схему выполнения угла поворота трубопровода с использованием между гнутыми отводами прямой вставки согласно рекомендации [32];
- применить балластировку участка трубопровода грузами.

Использование результатов расчета для вершин трубопровода со вставкой из 2-х отводов холодного гнутья с разными углами гибки

1. Если по результатам вычислений расчетная глубина заложения до верха трубы по устойчивости  $h_{stabUp}$  будет больше расстояния от верха засыпки до верхней образующей трубопровода  $h$ , то необходимо увеличить глубину заложения вершины трубопровода до  $h_{stabUp}$  и повторить расчет на устойчивость до получения значений  $Seq < kcr \cdot Ncr$  и  $Lcr < Lo$ , изменить схему выполнения угла поворота трубопровода или применить балластировку участка трубопровода грузами
2. Если изменением глубины заложения вершины не удастся обеспечить выполнение условия  $Seq < kcr \cdot Ncr$  и  $Lcr < Lo$ , то необходимо применить балластировку участка трубопровода грузами.

**7.1.7.4. Расчет устойчивости вершины из отвода горячего гнутья**

При проверке на устойчивость участков трубопровода с выпуклыми вершинами, в которых размещены вставки из одиночного отвода горячего гнутья, сначала задаются физико-механические характеристики грунта засыпки и затем выполняется расчет устойчивости выпуклой вершины.

В поле **Нормативный документ**: выводится название СП или ГОСТ, по которому выполнялся расчет на продольную устойчивость выпуклой вставки из одиночного отвода горячего гнутья.

В разделе **Результаты проверки расчетов** выводится:

- допустимость нормативных продольных нагрузок из условия  $Seq \leq kcr \cdot Ncr$ ,
- допустимость глубины заложения вставки из отвода холодного гнутья по устойчивости  $h > h_{stab}$

Расчет устойчивости выпуклой вершины

Нормативный документ: ГОСТ 35070-2024

Отвод холодного гнущя (ПК483+15.80 - ПК483+27.34)

| Название расчетного параметра                                                | Значение | Допустимое значение | Комментарий                     |
|------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------|---------------------------------|
| <b>Результаты проверки расчетов</b>                                          |          |                     |                                 |
| Допустимость продольных усилий по устойчивости $S_{eq} \leq k_{cr} * N_{cr}$ | 2289.26  | 935                 | формула Д3.1 ГОСТ 35070-2024    |
| Допустимость глубины заложения трубопровода по устойчивости                  | 1.83     | 3.61                |                                 |
| <b>Исходные данные</b>                                                       |          |                     |                                 |
| Коэффициент условий работы трубопровода по устойчивости                      | 0.9      |                     | формула 13.35 ГОСТ Р 55989-2014 |
| Радиус гибки отвода $R_{br}$ , [м]                                           | 25       |                     |                                 |
| Расстояние от верха засыпки до верха трубопровода, м                         | 1.83     |                     |                                 |
| <b>Результаты расчетов на устойчивость выпуклой вершины трубопровода</b>     |          |                     |                                 |
| Эквивалентное продольное усилие, [кН]                                        | 2289     | 935                 | формула Д3.2 ГОСТ 35070-2024    |
| Критическое продольное усилие, [кН]                                          | 935      |                     | п.12.4.6 ГОСТ 35070-2024        |
| Расчетная глубина заложения до верха трубопровода по устойчивости, м         | 3.61     |                     |                                 |
| Расчетная глубина заложения до низа трубопровода по устойчивости, м          | 4.14     |                     |                                 |
| Поперечная распределенная нагрузка от балластировки $Q_{bal}$ , Н/м          |          |                     | формула Д4.1 ГОСТ Р 35070-2024  |
| Необходимое смещение оси трубопровода $\Delta h_o$ , м                       | 1.77     |                     |                                 |

OK

В разделе **Исходные данные** выводятся следующие данные для расчета:

- коэффициента условий работы трубопровода по устойчивости  $k_{cr}$ ,
- радиуса гибки отвода  $R_{br}$ ,
- расстояние от верха засыпки до верхней образующей отвода  $h$ .

В разделе **Результаты расчетов на устойчивость выпуклой вершины трубопровода** выводятся следующие расчетные значения:

- эквивалентное продольное усилие  $S_{eq}$  в кН;
- критическое продольное усилие  $k_{cr} * N_{cr}$  в кН;
- расчетная глубина заложения до верха трубопровода по устойчивости  $h_{stabUp}$  в м;
- расчетная глубина заложения до низа трубопровода по устойчивости  $h_{stabDn}$  в м;
- поперечная распределенная нагрузка на участках балластировки  $Q$  в н/м;
- необходимое смещение оси трубопровода  $\Delta h_o$ , м

В случае, когда условия общей устойчивости выпуклой вершины трубопровода со вставкой из одиночного отвода горячего гнущя не выполняется, т.е. когда  $S_{eq} > k_{cr} * N_{cr}$  или  $L_{cr} > L_o$ , необходимо выполнить одно или несколько следующих мероприятий:

- увеличить глубину заложения вершины трубопровода;
- изменить схему выполнения угла поворота трубопровода с разбивкой одного угла на два с использованием между горячими гнутыми отводами прямой вставки согласно рекомендации [32];
- применить балластировку участка трубопровода грузами.

## Использование результатов расчета для вершин трубопровода с вставкой из отвода горячего гнущья

1. Если по результатам вычислений расчетная глубина заложения до верха трубы по устойчивости  $h_{stabUp}$  будет больше расстояния от верха засыпки до верхней образующей трубопровода  $h$ , то необходимо увеличить глубину заложения вершины трубопровода до  $h_{stab}$  и повторить расчет на устойчивость до выполнения условий  $Seq < kcr \cdot Ncr$  и  $Lcr < Lo$  или применить балластировку участка трубопровода грузами
2. Если изменением глубины заложения вершины не удастся обеспечить выполнение условий  $Seq < kcr \cdot Ncr$  и  $Lcr < Lo$ , то необходимо изменить схему выполнения угла поворота трубопровода – разбить вставку на несколько отводов горячего гнущья и выполнить для полученной составной вставки расчет на устойчивость или применить балластировку участка трубопровода грузами.

### 7.1.7.5. Расчет устойчивости вершины из 2-х отводов горячего гнущья с разными углами гибки

При проверке на устойчивость участков трубопровода с выпуклыми вершинами, в которых размещены вставки из 2-х отводов горячего гнущья, сначала задаются физико-механические характеристики грунта засыпки и затем выполняется расчет устойчивости выпуклой вставки из 2-х отводов горячего гнущья.

В поле **Нормативный документ**: выводится название СП или ГОСТ, по которому выполнялся расчет на продольную устойчивость вставки из 2-х отводов горячего гнущья.

Расчет устойчивости выпуклой вершины

Нормативный документ:

Отвод горячего гнущья (ПК483+18.28 - ПК483+28.00)

| Название расчетного параметра                                              | Значение | Допусти... | Коммент...   |
|----------------------------------------------------------------------------|----------|------------|--------------|
| <b>Результаты проверки расчетов</b>                                        |          |            |              |
| Допустимость продольных усилий по устойчивости $S_{eq} \leq kcr \cdot Ncr$ | 2306.19  | 879        | формула Д1   |
| Допустимость глубины заложения трубопровода по устойчивости                | 1.77     | 3.65       |              |
| <b>Исходные данные</b>                                                     |          |            |              |
| Коэффициент условий работы трубопровода по устойчивости                    | 0.9      |            | формула 13   |
| Радиус гибки отвода $R_{br}$ , [м]                                         | 1        |            |              |
| Расстояние от верха засыпки до верха трубопровода, м                       | 1.77     |            |              |
| <b>Результаты расчетов на устойчивость выпуклой вершины трубопровода</b>   |          |            |              |
| Эквивалентное продольное усилие, [кН]                                      | 2306     | 879        | формула Д1   |
| Критическое продольное усилие, [кН]                                        | 879      |            | п.12.4.6 ГОС |
| Расчетная глубина заложения до верха трубопровода по устойчивости          | 3.65     |            |              |
| Расчетная глубина заложения до низа трубопровода по устойчивости           | 4.18     |            |              |
| Поперечная распределенная нагрузка от балластировки $Q_{bal}$ , Н/м        |          |            | формула Д4   |
| Необходимое смещение оси трубопровода $\Delta h_o$ , м                     | 1.87     |            |              |

OK

В разделе **Результаты проверки расчетов** выводятся:

- допустимость нормативных продольных нагрузок из условия  $Seq \leq kcr * Ncr$ ,
- допустимость глубины заложения вставки из отвода холодного гнущего по устойчивости  $h > hstab$

В разделе **Исходные данные** выводятся следующие данные для расчета:

- коэффициента условий работы трубопровода по устойчивости  $kcr$ ,
- радиуса гибки отвода  $Rbr$ ,
- расстояние от верха засыпки до верхней образующей отвода  $h$ .

В разделе **Результаты расчетов на устойчивость выпуклой вершины трубопровода** выводятся следующие расчетные значения:

- эквивалентное продольное усилие  $Seq$  в кН;
- критическое продольное усилие  $kcr * Ncr$  в кН;
- расчетная глубина заложения до верха трубопровода по устойчивости  $hstabUp$  в м;
- расчетная глубина заложения до низа трубопровода по устойчивости  $hstabDn$  в м;
- поперечная распределенная нагрузка на участках балластировки  $Q$  в н/м;
- необходимое смещение оси трубопровода  $\Delta h_o$ , м

В случае, когда условия общей устойчивости выпуклой вершины трубопровода со вставкой из одиночного отвода холодного гнущего не выполняется, т.е. когда  $Seq > kcr * Ncr$  или  $Lcr > Lo$ , необходимо выполнить одно или несколько следующих мероприятий:

- увеличить глубину заложения вершины трубопровода;
- изменить схему выполнения угла поворота трубопровода с использованием между отводами прямой вставки согласно рекомендации [32];
- применить балластировку участка трубопровода грузами

**Использование результатов расчета для вершин трубопровода с вставкой из 2-х отводов горячего гнущего с разными углами гибки**

1. Если по результатам вычислений расчетная глубина заложения до верха трубы по устойчивости  $hstabUp$  будет больше расстояния от верха засыпки до верхней образующей трубопровода  $h$ , то необходимо увеличить глубину заложения вершины трубопровода до  $hstabUp$  и повторить расчет на устойчивость до получения значений  $Seq < kcr * Ncr$  и  $Lcr < Lo$ .
2. Если изменением глубины заложения вершины не удастся обеспечить выполнение условий  $Seq < kcr * Ncr$  и  $Lcr < Lo$ , то необходимо изменить схему выполнения угла

поворота трубопровода с использованием между гнутыми отводами прямой вставки или применить баллаستировку участка трубопровода грузами.

#### 7.1.7.6. Расчет устойчивости вершины со вставкой из N отводов горячего гнущего с одинаковыми углами гибки

При проверке на устойчивость участков трубопровода с выпуклыми вершинами, в которых размещены вставки из N отводов горячего гнущего с одинаковыми углами гибки, сначала задаются физико-механические характеристики грунта засыпки и затем выполняется расчет устойчивости выпуклой вставки из N отводов горячего гнущего.

В поле **Нормативный документ:** выводится название СП или ГОСТ, по которому выполнялся расчет на продольную устойчивость вставки из N отводов горячего гнущего с одинаковыми углами гибки.

В разделе **Результаты проверки расчетов** выводится:

- допустимость нормативных продольных нагрузок из условия  $Seq \leq kcr * Ncr$ ,
- допустимость глубины заложения вставки из отвода холодного гнущего по устойчивости  $h > hstab$

В разделе **Исходные данные** выводятся следующие данные для расчета:

- коэффициента условий работы трубопровода по устойчивости  $k_{\sigma r}$ ,
- радиуса гибки отвода  $R_{br}$ ,
- расстояние от верха засыпки до верхней образующей отвода  $h$ .

**Расчет устойчивости выпуклой вершины**

Нормативный документ:

Отвод горячего гнущя (ПК483+18.28 - ПК483+28.00)

| Название расчетного параметра                                               | Значение | Допусти... | Коммент...   |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------|------------|--------------|
| <b>Результаты проверки расчетов</b>                                         |          |            |              |
| ▲ Допустимость продольных усилий по устойчивости $S_{eq} \leq kcr * N_{gr}$ | 2306.19  | 879        | формула Д1   |
| ▲ Допустимость глубины заложения трубопровода по устойчивости               | 1.77     | 3.65       |              |
| <b>Исходные данные</b>                                                      |          |            |              |
| - Коэффициент условий работы трубопровода по устойчивости                   | 0.9      |            | формула 13   |
| - Радиус гибки отвода Rbr, [м]                                              | 1        |            |              |
| - Расстояние от верха засыпки до верха трубопровода, м                      | 1.77     |            |              |
| <b>Результаты расчетов на устойчивость выпуклой вершины трубопровода</b>    |          |            |              |
| ▲ Эквивалентное продольное усилие, [кН]                                     | 2306     | 879        | формула Д1   |
| = Критическое продольное усилие, [кН]                                       | 879      |            | п.12.4.6 ГОС |
| = Расчетная глубина заложения до верха трубопровода по устойчивости         | 3.65     |            |              |
| = Расчетная глубина заложения до низа трубопровода по устойчивости          | 4.18     |            |              |
| = Поперечная распределенная нагрузка от балластировки Qbal, Н/м             |          |            | формула Д4   |
| = Необходимое смещение оси трубопровода Δho, м                              | 1.87     |            |              |

OK

В разделе **Результаты расчетов на устойчивость выпуклой вершины трубопровода** выводятся следующие расчетные значения:

- эквивалентное продольное усилие  $Seq$  в кН;
- критическое продольное усилие  $kcr * Ncr$  в кН;
- расчетная глубина заложения до верха трубопровода по устойчивости  $hstabUp$  в м;
- расчетная глубина заложения до низа трубопровода по устойчивости  $hstabDn$  в м;
- поперечная распределенная нагрузка на участках балластировки  $Q$  в н/м;
- необходимое смещение оси трубопровода  $\Delta h_o$ , м

В случае, когда условия общей устойчивости выпуклой вершины трубопровода со вставкой из одиночного отвода холодного гнута не выполняется, т.е. когда  $Seq > kcr * Ncr$  или  $Lcr > Lo$ , необходимо выполнить одно или несколько следующих мероприятий:

- увеличить глубину заложения вершины трубопровода;
- изменить схему выполнения угла поворота трубопровода;
- применить балластировку участка трубопровода грузами.

**Использование результатов расчета для вершин трубопровода со вставкой из N отводов горячего гнута с одинаковыми углами гибки**

1. Если по результатам вычислений расчетная глубина заложения до верха трубы по устойчивости  $hstab$  будет больше расстояния от верха засыпки до верхней образующей трубопровода  $h$ , то необходимо увеличить глубину заложения вершины трубопровода до  $hstab$  и повторить расчет на устойчивость до получения значений  $Seq < kcr * Ncr$  и  $Lcr < Lo$ .
2. Если изменением глубины заложения вершины не удастся обеспечить выполнение условия  $Seq < kcr * Ncr$  и  $Lcr < Lo$ , то необходимо изменить схему выполнения угла поворота трубопровода или применить балластировку участка трубопровода грузами.

**7.1.7.7. Автоматический расчет устойчивости трубопровода**



Вызов функции для проверки общей устойчивости спроектированного подземного трубопровода в вертикальной плоскости осуществляется через структуру трассы: в разделе **Углы поворота трубопровода** и активации пункта **Расчет на устойчивость трубопровода**. При отсутствии ранее сделанных участков балластировки на экран выводится диалог **Параметры расчета устойчивости трубопровода**

В поле **Коэф. запаса устойчивости положения трубопровода, kpw** из падающего меню выбирается для расчета значение коэффициента запаса общей устойчивости, который определяется для участков перехода:

- через болота, поймы, водоемы при отсутствии течения, обводненные и заливаемые участки в пределах ГВВ 1% обеспеченности – 1.05;
- русловых участков через реки шириной до 200 м по среднему меженному уровню, включая прибрежные участки в границах производства подводно-технических работ – 1.1;
- через реки и водохранилища шириной свыше 200 м, а также горные реки – 1.15.

Если перед полем **Учитывать наличие продукта в трубопроводе** установить «флажок» то при расчете устойчивости трубопровода с углами поворота, обращенными выпуклостью вверх с размещенными в них кривыми упругого изгиба или вставками из гнутых отводов, то при расчете устойчивости трубопровода будет учитываться расчетная нагрузка от веса продукта в н/м, *если в процессе эксплуатации газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов невозможно их опорожнение и замещение продукта воздухом.*

При нажатии на кнопку **Параметры грунта засыпки** на экран выводится диалоговое окно с физико-механическими характеристиками грунтов засыпки, которые могут быть отредактированы по данным лабораторных исследований грунта, используемого из песчаных карьеров для засыпки трубопровода, уложенного в траншею.

После нажатия на кнопку **ОК** предлагается диалог, в котором можно просмотреть текущую информацию по всем выпуклым вершинам трубопровода на профиле.

Расчет трубопровода на устойчивость

✕

| № | Пикетаж     | Угол поворота | Продольное усилие<br>Seq <= k * Ncr |             | Условие устойчивости<br>Lcr < Lo     |                             | Упругий изгиб/отвод холодный/отвод горячий |                           |                                              |                              |                                        |
|---|-------------|---------------|-------------------------------------|-------------|--------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------|
|   |             |               | Seq, кН                             | k * Ncr, кН | длина волны<br>выпучивания<br>Lcr, м | длина хорды<br>кривой Lo, м | состав вставки                             | радиус оси<br>изгиба R, м | радиус изгиба по<br>устойчивости<br>Rstab, м | глубина<br>заложения<br>h, м | глубина по<br>устойчивости<br>hstab, м |
| 1 | ПК480+46.11 | A: 0°47'38"   | 3696                                | 5482        | 30.77                                | 30.77                       |                                            | 2500                      | 2221                                         | 1.06                         | 0.79                                   |
| 2 | ПК481+0.96  | A: 1°32'13"   | 3696                                | 4532        | 34.75                                | 34.75                       |                                            | 1600                      | 1296                                         | 1.14                         | 0.95                                   |
| 3 | ПК482+90.36 | A: 3°35'57"   | 2753                                | 1022        |                                      |                             | 1ГО4°                                      |                           |                                              | 1                            | 2.4                                    |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |
|   |             |               |                                     |             |                                      |                             |                                            |                           |                                              |                              |                                        |

Каждая вершина содержит индивидуальные атрибуты, а именно:

- номер вершины угла
- пикетное значение вершины угла
- значение угла поворота трубопровода в вершине в градусах и минутах
- значение эквивалентного продольного осевого усилия  $Seq$  [кН],
- значение продольного критического усилия  $kcr * Ncr$  [кН] с учетом принятого конструктивного решения в вершине и начального искривления трубопровода в зависимости от глубины его заложения, физико-механических свойств грунта засыпки и наличия балласта
- значение длины волны выпучивания  $Lcr$  [м] для проверки выполнения условия устойчивости  $Lcr < Lo$ ,
- значение длины хорды кривой  $Lo$  [м] для проверки выполнения условия устойчивости  $Lcr < Lo$ ,
- значение радиуса изгиба оси трубопровода  $R$  [м] для проверки выполнения условия устойчивости  $Ro > Rstab$ , если в вершине размещена кривая упругого изгиба
- значение радиуса изгиба оси трубопровода по устойчивости  $Rstab$  [м], если в вершине размещена кривая упругого изгиба,
- состав вставки для упругого изгиба/отвод холодный/отвод горячий,
- глубина заложения вершины  $h$  в м
- требуемая глубина заложения вершины по устойчивости  $hstab$  в м

Если по результатам расчета на устойчивость в вершине с кривой упругого изгиба  $R < Rstab$ , то для изменения значения  $R$  на значение  $Rstab$  необходимо курсором выделить строку, нажать клавишу Shift и нажать правую клавишу мыши. На запрос «Применить

Rstab для выбранных упругих изгибов» щелкнуть левой клавишей мыши. Значение радиуса изгиба R для выбранной вершине будет заменено на значение радиуса по устойчивости Rstab. Параметры T1,T2, K, Б в этой вершине будут автоматически пересчитаны для значения радиуса по устойчивости Rstab

Если по результатам расчета на устойчивость в нескольких вершинах с кривыми упругого изгиба  $R < Rstab$ , то для изменения значения R на значение Rstab необходимо курсором выделить первую строку, нажать клавишу Shift, курсором выделить следующие строки и нажать правую клавишу мыши. На запрос «Применить Rstab для выбранных упругих изгибов» щелкнуть левой клавишей мыши. Значение радиуса изгиба R для выбранных вершин будет автоматически заменено на значение радиуса по устойчивости Rstab. Параметры T1,T2, K, Б в этих вершинах будут автоматически пересчитаны для значения радиуса по устойчивости Rstab

Для просмотра результатов расчета устойчивости в какой-либо вершине необходимо курсором выделить эту вершину и на экран будет выведен диалог с результатами расчета устойчивости в выбранной вершине. Если условие  $Seq < kcr \cdot Ncr$  в вершине не выполняется, то необходимо используя инструментальную панель Проектирование трубопровода изменить глубину заложения вершины и выполнить для вершины Расчет устойчивости.

**Внимание!** Кнопка **Вывести в MS Excel** позволяет сохранить результаты расчета на устойчивость спроектированного трубопровода в файле формата Excel.

#### **7.1.7.8. Автоматическое проектирование трубопровода на профиле**

Вызов функции для автоматической обработки вершин трубопровода на профиле осуществляется через структуру трассы: в разделе **Углы поворота трубопровода** нажмите правую клавишу мыши в меню выберите пункт **Авт. обработка вершин трубопровода**. Эта же функция может быть вызвана из инструментальной панели Проектирование трубопровода с помощью пиктограммы . На продольном профиле трассы курсором укажите начальную и конечную точки для автоматического размещения вставок из упругих кривых/отводов холодного и горячего гнущего. На экран будет выведен диалог **Параметры авт. обработки вершин трубопровода**

Параметры авт. обработки вершин трубопровода

Минимальное расстояние между вершинами, м: 50

Минимальный угол поворота в вершине: 0°30'00"

| Первая вершина     |      | Последняя вершина  |      |
|--------------------|------|--------------------|------|
| Отметка по оси, м: | 1.53 | Отметка по оси, м: | 1.53 |
| Уклон, %:          | 1.75 | Уклон, %:          | 1.25 |

OK Отмена

В поле Минимальное расстояние между вершинами, м введите значение минимального расстояния между вершинами, при котором соседние близко стоящие друг к другу вершины будут автоматически удалены.

В поле Минимальный угол поворота в вершине введите значение угла, наличие которого в вершине позволяет рассматривать ее как лишнюю и удалить.

Выйдите из диалога по кнопке ОК.

Алгоритм обработки вершин трубопровода реализован таким образом, что сначала в вершинах трубопровода будут размещаться, кривые упругого изгиба. Если этого не удастся сделать, тогда в оставшихся вершинах автоматически размещаются отводы холодного гнутья (по ГОСТ 24950-2019) или горячего гнутья по ТУ, заданным в прототипе проектирования трубопровода. Если в вершине не удастся разместить ни один тип кривой, эта вершина помечается символом **«красный треугольник»** для ее интерактивного редактирования. В структуре трассы в разделе Углы поворота трассы будут выведены все вершины с размещенными в них вставками. Затем Вы можете перейти к интерактивному редактированию отдельных вершин трубопровода. Если на каком-либо участке трубопровода проектное решение, полученное при автоматической обработке вершин трубопровода, Вас не устраивает, удалите этот участок, измените параметры для удаления вершин и снова запустите алгоритм.

## Глава 8. Экспорт в nanoCAD

---

### 8.1. Разобрать модель в другой чертеж



Функция **Разобрать модель в другой чертеж** преобразует все объекты *GS* (созданные с помощью приложений *Трассы и Профили*, *Геология* и *Трубопроводы*) текущего чертежа в элементы чертежа *nanoCAD*, создавая при этом другой чертеж. Данные модели в исходном чертеже сохраняются и в элементы *nanoCAD* не преобразовываются. Функция вызывается через ленту инструментов **Общие GS**. После вызова функции на экране появляется следующее сообщение: **При выполнении функции текущий чертеж будет закрыт с сохранением последних изменений! Продолжить?**

При нажатии кнопки **ОК** происходит сохранение данных текущего чертежа и его закрытие. Далее открывается диалог для указания пути и имени нового чертежа, в который будет выполнен разбор модели. По умолчанию предлагается следующее имя: *GS\_Explode\_<имя исходного чертежа>*.

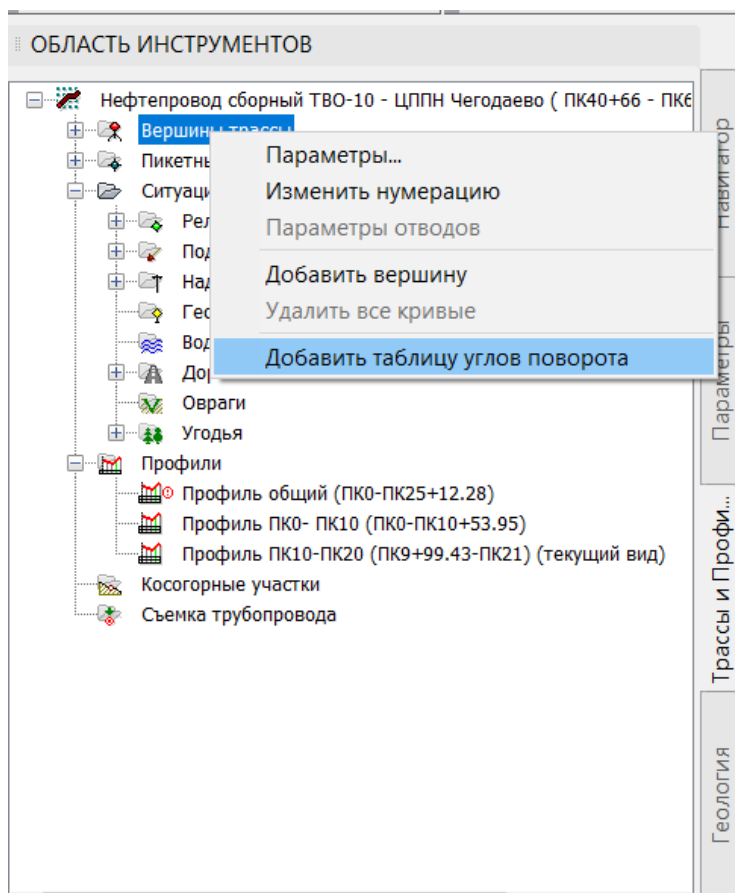
После выхода из диалога нажатием кнопки **Сохранить** программа разбирает модель исходного чертежа в указанный чертеж и открывает его. В этом чертеже все данные модели преобразованы в объекты *nanoCAD*: полилинии, блоки, тексты, штриховки, таблицы.

## Глава 9. Изыскательские функции, доступные в приложении

В данной главе будет кратко рассмотрен изыскательский инструментарий, доступный при использовании на рабочем месте с лицензией на приложение Трубопроводы. Также будут даны ссылки на соответствующие разделы изыскательской документации для дополнительного изучения указанных функций.

### 9.1. Добавить таблицу углов поворота

Вызов функции осуществляется из структуры изыскательской трассы: курсором щелкнуть на закладке **Трассы и Профили** и в разделе **Вершины трассы** нажатием правой клавишей мыши открыть контекстное меню и выбрать пункт **Добавить таблицу углов поворота**.



Этот функционал предназначен для создания в пространстве модели ведомости углов поворота, прямых и кривых для трасс различных типов. Таблица является динамической и обновляется при изменении данных трассы: вставка или удаление углов поворота, размещение и удаление вставок и т.п.

Подробнее смотрите документацию приложения *Трассы и Профили Руководство пользователя*, раздел **3.8. Таблицы углов поворота, прямых и кривых**.

### 9.2. Рельефные точки

В рамках лицензии на приложение Трубопроводы доступен весь инструментарий работы с рельефными точками. Все функции вызываются на закладке **Трассы и Профили** из структуры изыскательской трассы от раздела **Рельефные точки**.

Функционал данного раздела структуры состоит из несколько функций создания и удаления рельефных точек, предоставляющих пользователю возможность автоматически получать нужные виды профилей при различных вариантах исходных данных.

Подробнее смотрите документацию приложения *Трассы и Профили Руководство пользователя*, **5.9. Рельефные точки**.

Рекомендуем уделить особое внимание разделам **5.9.6 Удалить группу точек** и **5.9.7. Удалить точки по критериям**. В этих разделах описывается функциональность отключения видимости ординат рельефных точек и прореживания данных в строках подпрофильной таблицы.

### 9.3. Профили

В рамках лицензии на приложение Трубопроводы доступен весь инструментарий работы с продольными профилями. Все функции вызываются на закладке **Трассы и Профили** из структуры изыскательской трассы от раздела **Профили**.

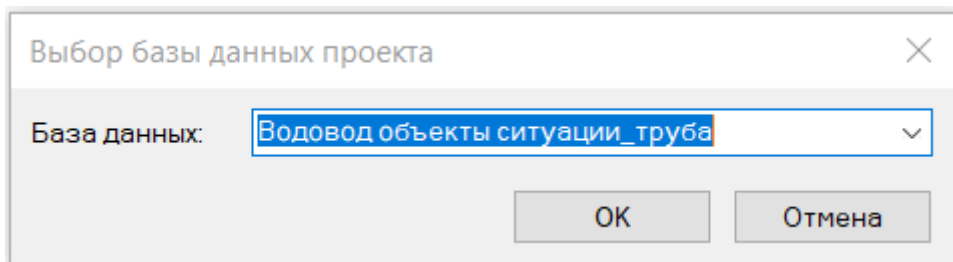
Проектировщику доступен функционал для создания продольных профилей трассы и профилей переходов через препятствия, а также параметры оформления.

Подробнее смотрите документацию приложения *Трассы и Профили Руководство пользователя*, **Глава 6. Продольный профиль**.

### 9.4. Считать ситуацию из БД проекта.

Функция вызывается на закладке **Трассы и Профили** из структуры изыскательской трассы от раздела **Ситуация**.

Функция используется для передачи обновленных изыскательских данных в текущий чертеж. После вызова функции пользователь указывает базу проекта, в которую изыскатель записал обновленные данные по пересечкам текущей трассы.



Информация вычитывается в текущий чертеж и изыскательская модель автоматически обновляется.

#### **9.5. Обновить геологическую модель**

При изменении базовых объектов, трасс и профилей GS, – топографической модели трассы – необходимо выполнить обновление геологической модели трассы.

Функция вызывается на закладке **Геология** от наименования геологической трассы.

Подробнее смотрите документацию приложения *Геология Руководство пользователя*, раздел **2.5.11. Обновить**.

При изменении данных продольного профиля (масштаба, типа подпрофильной таблицы) необходимо вызывать функцию обновления геологического профиля.

Функция вызывается на закладке **Геология** из структуры геологической трассы от наименования соответствующего профиля.

Подробнее смотрите документацию приложения *Геология Руководство пользователя*, раздел **2.12.8. Обновить профиль**.

#### **9.6. Стили оформления геологических объектов**

В рамках проектной лицензии доступен весь инструментарий работы со стилями оформления геологических объектов: скважин, геологических разрезов, легенд.

Функционал доступен на закладке **Геология** в разделе **Параметры**.

Подробнее смотрите документацию приложения *Геология Руководство пользователя*, раздел **Глава 10. Стили отображения объектов**.

Рекомендуем уделить особое внимание разделу **10.5. Стили геологии на профиле**. В этом разделе, в частности, рассматривается как включить отображение геологии на общем профиле, как изменить соотношение геологического и вертикального масштабов.

## Глава 10. Подпрофильные таблицы и спецификации

В данном разделе описываются строки подпрофильной таблицы и спецификации, заполнение которых связано с моделью трубопровода.

Для редактирования подпрофильных таблиц используйте инструмент **Редактор форм**, вызываемый пиктограммой  Редактор форм. Подробнее смотрите документацию приложения nanoCAD GeoSeries *Трассы и Профили Руководство пользователя Глава 11 Редактор форм*.

### 10.1. Подпрофильная таблица.

При создании/редактировании сетки профиля название каждой строки подпрофильной таблицы может быть изменено пользователем.

**#Категория участка#Диаметр x толщина трубы, мм** – строка заполняется объединенной информацией о категории участка трубопровода, диаметре и толщине трубы на данном участке. Спецсимволы **#** используется для соответствующего разделения названия строки в шапке профиля.

|                                                  |      |                    |       |
|--------------------------------------------------|------|--------------------|-------|
| Категория участка<br>Диаметр x толщина трубы, мм | +0.0 | Н<br>159 x 6 12Г2С | +20.8 |
|--------------------------------------------------|------|--------------------|-------|

Стиль текста, цвет, точность вывода данных можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: трубопровод/изоляция*.

**Балластировка\$(тип устройства, кол-во, шаг)** – строка заполняется данными по участкам балластировки трубопровода, которые созданы с помощью функций [Автоматическое создание участков балластировки](#) и [Добавить в произвольном месте](#). Строка заполняется, если количество балластных грузов на участке отлично от нуля. Спецсимвол **\$** используется для соответствующего разделения названия строки в шапке профиля

|                                                |       |                           |       |
|------------------------------------------------|-------|---------------------------|-------|
| Балластировка<br>(тип устройства, кол-во, шаг) | +18.0 | УЧК-159 129 компл. x 2.5м | +40.0 |
|------------------------------------------------|-------|---------------------------|-------|

Стиль текста, цвет, точность вывода данных можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: балластировка/футеровка*.

Если ширина текста больше ширины созданного участка, надпись создается на мультивыноске napoCAD. Стил ь выноски настраивается с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Надписи/Выноски*, поле *Стил ь мультивыноски в области данных*.

**Глубина скважины, м** – строка заполняется данными по глубине оси скважины на участке горизонтально-направленного бурения, созданного с помощью функции [Автоматическое создание переходов](#) или [Создать переход в произвольном месте](#).

Стил ь текста, цвет, точность вывода данных можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных*: футляр/теплоизоляция.

**Глубина траншеи, м** – строка заполняется данными по глубине траншеи. Данные в строке появляются после расчета траншеи с помощью функции [Автоматическое создание участков траншеи](#). Если на участке траншеи задана толщина подсыпки (см. раздел [Параметры участка траншеи](#)), то глубина траншеи рассчитывается с учетом подсыпки.

Стил ь текста, цвет, точность вывода данных можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных*: глубина.

**Давление при испытании\$на прочность, МПа** – строка заполняется расчетным значением давления при испытании на прочность, которое рассчитывается как рабочее давление умноженное на превышающий коэффициент. Превышающий коэффициент подбирается автоматически, согласно указанному пользователем нормативному документу и категории трубопровода.

Спецсимвол \$ используется для соответствующего разделения названия строки в шапке профиля

|                                             |       |                           |       |
|---------------------------------------------|-------|---------------------------|-------|
| Давление при испытании<br>на прочность, МПа | +72.0 | Р <sub>исп.</sub> =6.3МПа | +48.0 |
|---------------------------------------------|-------|---------------------------|-------|

Стил ь текста, цвет, точность вывода данных можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных*: трубопровод/изоляция.

Если ширина текста больше ширины созданного участка, надпись создается на мультивыноске napoCAD. Стил ь выноски настраивается с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Надписи/Выноски*, поле *Стил ь мультивыноски в области данных*.

**Диаметр, толщина стенки трубы, мм** – строка заполняется данными о диаметре, толщине стенки, материале и нормативном докуменете на трубу.

Описание трубопровода настраивается в *Прототипе* на закладке *Расчет категорий для трубопровода*, поле *Описание на профиле*.

---

Труба 1–159х6–12Г2С – ЛТО по ГОСТ Р 52079–2003, L = 372.0 м

---

Стиль текста, цвет, точность вывода данных можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: трубопровод/изоляция*.

Если ширина текста больше ширины созданного участка, надпись создается на мультивыноске папоCAD. Стиль выноски настраивается с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Надписи/Выноски*, поле *Стиль мультивыноски в области данных*.

**Защита изоляции от механических повреждений** – строка автоматически не заполняется.

**Защитный кожух.#Dтр. х S, мм#длина,м** – строка заполняется данными футляра на участке перехода через препятствие, созданном с помощью функции созданного с помощью функции [Автоматическое создание переходов](#) или [Создать переход в произвольном месте](#).

Спецсимволы # используются для соответствующего разделения названия строки в шапке профиля

|                                                                       |     |               |    |
|-----------------------------------------------------------------------|-----|---------------|----|
| Защитный кожух $\frac{D_{тр.} \times S, \text{ мм}}{\text{длина, м}}$ | 372 | 377 х 10 L=35 | 69 |
|-----------------------------------------------------------------------|-----|---------------|----|

Стиль текста, цвет, точность вывода данных можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: футляр/теплоизоляция*.

Если ширина текста больше ширины созданного участка, надпись создается на мультивыноске папоCAD. Стиль выноски настраивается с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Надписи/Выноски*, поле *Стиль мультивыноски в области данных*.

**Изоляция трубопровода и ее длина, м** – строка заполняется данными по заводской изоляции трубопровода. Информация о типе изоляции, ее толщине и нормативном документе задается пользователем в *Прототипе* на закладке *Трубопровод*. Длина заводской изоляции рассчитывается автоматически по данным проектного положения трубопровода.

Стиль текста, цвет, точность вывода данных можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: трубопровод/изоляция*.

**Истинная длина трубопровода, м** – строка заполняется значениями по участкам трубопровода с диаметром и толщиной стенки. Длина участков рассчитывается с учетом

уклонов проектной модели в вертикальной плоскости, а также горизонтальных и вертикальных домеров.

Стиль текста, цвет, точность вывода данных можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: трубопровод/изоляция*.

**Категория участка трубопровода** – строка заполняется наименованиями категорий согласно нормативному документу, указанному в прототипе, и параметрам участков, созданных с помощью функционала [Добавить участок категории](#), отличной от номинальной.

Стиль текста, цвет, точность вывода данных можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: трубопровод/изоляция*.

**Контроль сварных стыков** – строка автоматически не заполняется.

**Наименование и длина участков\$по стволу** – строка заполняется данными по участку горизонтально-направленного бурения, созданного с помощью функций [Автоматическое создание переходов](#) или [Создать переход в произвольном месте](#).

В строку выводится информация о границах и наименовании участков ГНБ: стабилизации, набору зенитного угла.

Спецсимволы \$ используется для соответствующего разделения названия строки в шапке профиля.

|                                            |
|--------------------------------------------|
| Наименование и длина участков<br>по стволу |
|--------------------------------------------|

Стиль текста, цвет, точность вывода данных можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: футляр/теплоизоляция*.

**Объем засыпки траншеи, м3** – строка заполняется данными по объему засыпки на каждом участке траншеи. Объем засыпки траншеи всегда выводится с точностью до сотых. Этот параметр не настраивается.

Стиль текста, цвет, точность вывода данных на границах участков траншеи можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: траншея*.

**Объем подсыпки, присыпки\$мягким грунтом, м3** – строка заполняется данными по объемам подсыпки, присыпки мягким грунтом. Объем подсыпки/присыпки рассчитывается при задании толщины подсыпки/присыпки в [параметрах участка траншеи](#).

Спецсимвол \$ используется для соответствующего разделения названия строки в шапке профиля.

|                                                            |
|------------------------------------------------------------|
| Объем подсыпки, присыпки<br>мягким грунтом, м <sup>3</sup> |
|------------------------------------------------------------|

Объем засыпки траншеи всегда выводится с точностью до сотых. Этот параметр не настраивается.

Стиль текста, цвет, точность вывода данных на границах участков траншеи можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: траншея*.

**Объем разработки траншеи, м<sup>3</sup>** – строка заполняется данными по объему разработки грунта на каждом участке траншеи. Объем разработки траншеи всегда выводится с точностью до сотых. Этот параметр не настраивается.

Стиль текста, цвет, точность вывода данных на границах участков траншеи можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: траншея*.

**Объем срезки, засыпки, полки, м<sup>3</sup>** – строка заполняется данными по объемам участков планировки, созданных с помощью функции [Добавить срезку/засыпку](#). Объем участка планировки всегда выводится с точностью до десятых. Этот параметр не настраивается.

Стиль текста, цвет, точность вывода данных на границах участков траншеи можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: объекты планировки*.

**Откосы, ширина дна траншеи** – строка заполняется объединенными данными по откосам и ширине дна участков траншеи. Траншея рассчитывается с помощью функции [Автоматическое создание участков траншеи](#).

Стиль текста, цвет, точность вывода данных на границах участков траншеи можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: траншея*.

**Проектные данные / уклон, % / расстояние по земле, м** – строка заполняется данными на участках планировки. Участки планировки создаются с помощью функции [Добавить срезку/засыпку](#). В строку выводится продольный уклон проектного профиля и расстояния между характерными точками проектного профиля.

Спецсимволы / используются для соответствующего разделения названия строки в шапке профиля.

|                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| Проектные<br>данные | Уклон, %            |
|                     | Расстояние по земле |
|                     | Отметки земли, м    |

Стиль текста, цвет, точность вывода данных на границах участков траншеи можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: объекты планировки*.

**Проектные отметки верха трубы, м** – строка заполняется отметками по верхней образующей трубопровода. На участках балластировки отметки верха трубы по умолчанию выводятся без учета превышения пригрузов. В *Стиле трубы на профиле* в закладке *Общие* настраивается вывод отметок с учетом превышения балластного груза над верхом трубы – флажок *Отметки с учетом балластного груза*.

На участках переходов через препятствия отметки верха трубы вводятся без учета превышения верха футляра над верхом трубы. Для вывода на участке перехода двойных отметок по трубе и футляру необходимо в *Стиле трубы на профиле*, закладка *Общие*, установить флажок *Двойные отметки*.

Стиль текста, цвет, точность вывода данных на границах участков траншеи можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: отметки*.

**Проектные отметки низа трубы, м** – строка заполняется отметками по нижней образующей трубопровода. На участках балластировки отметки низа трубы по умолчанию выводятся без учета геометрии пригрузов. В *Стиле трубы на профиле*, в закладке *Общие* настраивается вывод отметок с учетом геометрии балластного груза – флажок *Отметки с учетом балластного груза*.

На участках переходов через препятствия отметки низа трубы вводятся без учета геометрии футляра. Для вывода на участках переходов двойных отметок по трубе и футляру необходимо в *Стиле трубы* в закладке *Общие* установить флажок *Двойные отметки*.

Стиль текста, цвет, точность вывода данных на границах участков траншеи можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: отметки*.

**Проектные отметки низа футляра** – строка заполняется отметками по нижней образующей футляра на участках переходов через препятствия, созданных с помощью функций [Автоматическое создание переходов](#) или [Создать переход в произвольном месте](#).

Стиль текста, цвет, точность вывода данных на границах участков траншеи можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: отметки*.

**Проектные отметки оси\$пилотной скважины** – строка заполняется отметками оси пилотной скважины на участках горизонтально-направленного бурения, созданных с помощью функций [Автоматическое создание переходов](#) или [Создать переход в произвольном месте](#).

Спецсимвол \$ используется для соответствующего разделения названия строки в шапке профиля.

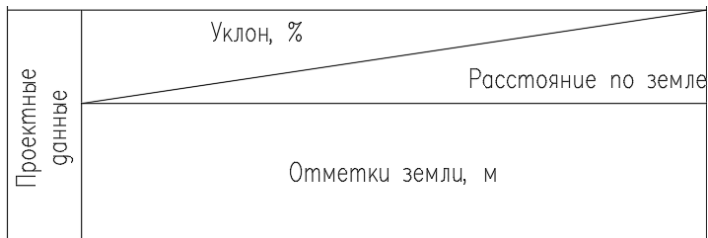


Стиль текста, цвет, точность вывода данных можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: отметки*.

**Проектные\$данные/Отметки земли, м** – строка заполняется отметками по линии проектного профиля. По умолчанию отметки выводятся по всей длине проектного профиля. Можно настроить вывод отметок только в границах объектов планировки, созданных с помощью функции [Добавить срезку/засыпку](#).

Для этого необходимо в *Стиле трубы* на профиле, на закладке *Общие* можно включить признак *Проектные отметки земли только по участкам планировки*.

Спецсимволы \$ и / используются для соответствующего разделения названия строки в шапке профиля.



Стиль текста, цвет, точность вывода данных можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: отметка*.

**Проектные\$данные/Расстояния, м\Уклон %** - в строку выводятся объединенные данные по расстоянию и уклону между вершинами трубопровода, проложенного на профиле.

Стиль текста, цвет, точность вывода данных можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: расстояние* и *Область данных: уклон*.

**Радиус трассировки** - строка заполняется данными по участку горизонтально-направленного бурения, созданного с помощью функций [Автоматическое создание переходов](#) или [Создать переход в произвольном месте](#).

В строку выводится информация о радиусах криволинейных участков ГНБ.

Стиль текста, цвет, точность вывода данных можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: футляр/теплоизоляция*.

**Расстояние в плане от границ\$перехода** - строка заполняется данными по участку горизонтально-направленного бурения, созданного с помощью функций [Автоматическое создание переходов](#) или [Создать переход в произвольном месте](#).

В строке отбиваются границы характерных участков ГНБ: стабилизации и набора зенитного угла.

Спецсимвол \$ используется для соответствующего разделения названия строки в шапке профиля.

|                                                  |
|--------------------------------------------------|
| <i>Расстояние в плане от границ<br/>перехода</i> |
|--------------------------------------------------|

Стиль текста, цвет, точность вывода данных можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: футляр/теплоизоляция*.

**Расстояние от точки входа скважины\$Глубина заложения оси скважины** - строка автоматически не заполняется.

Спецсимвол \$ используется для соответствующего разделения названия строки в шапке профиля.

|                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Расстояние от точки входа скважины<br/>Глубина заложения оси скважины</i> |
|------------------------------------------------------------------------------|

**Расстояние, м\Уклон %** - в строку выводятся объединенные данные по расстоянию и уклону между вершинами трубопровода, проложенного на профиле.

Спецсимвол \ используется для соответствующего разделения названия строки в шапке профиля.

|                      |                |
|----------------------|----------------|
| <i>Расстояние, м</i> | <i>Уклон %</i> |
|----------------------|----------------|

Стиль текста, цвет, точность вывода данных можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: расстояние и .Область данных: уклон*.

**Резерв** – строка автоматически не заполняется. Используется проектировщиком для включения в подпрофильную таблицу строк, которых нет в тезаурусе инструментария Редактор сетки профиля.

**Способ закрепления трубопровода** - строка автоматически не заполняется.

**Способ засыпки траншеи** - строка заполняется данными о способе засыпки по участкам траншеи, который задается в [параметрах участка траншеи](#).

Стиль текста, цвет, точность вывода данных можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: траншея*.

**Способ прокладки и длина труб\$в плане** - строка заполняется данными по участку горизонтально-направленного бурения, созданного с помощью функций [Автоматическое создание переходов](#) или [Создать переход в произвольном месте](#).

Спецсимвол \$ используется для соответствующего разделения названия строки в шапке профиля.

|                                          |                                                                          |     |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| Способ прокладки и длина труб<br>в плане |                                                                          |     |
| +47                                      | Бестраншейная укладка методом горизонтально-направленного бурения 171, м | +18 |

Стиль текста, цвет, точность вывода данных можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: футляр/теплоизоляция*.

**Способ разработки траншеи** - строка заполняется данными о способе разработки по участкам траншеи, который задается в [параметрах участка траншеи](#).

Стиль текста, цвет, точность вывода данных можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: траншея*.

**Способ укладки трубопровода** – строка автоматически не заполняется.

**Срезка\$засыпка/Планировочные отметки** – строка заполняется отметками по линии проектного профиля. По умолчанию отметки выводятся по всей длине проектного профиля. Можно настроить вывод отметок только в границах объектов планировки, созданных с помощью функции [Добавить срезку/засыпку](#).

Для этого необходимо в *Стиле трубы на профиле*, на закладке *Общие* можно включить признак *Проектные отметки земли только по участкам планировки*.

Спецсимволы \$ и / используются для соответствующего разделения названия строки в шапке профиля.

|                   |                       |
|-------------------|-----------------------|
| Срезка<br>засыпка | Планировочные отметки |
|                   | Превышение, м         |

Стиль текста, цвет, точность вывода данных можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: отметка*.

**Срезка\$засыпка/Превышение** - строка заполняется рабочими отметками с учетом линии проектного профиля. Рабочие отметки выводятся только на протяжении участков планировки рельефа, созданных с помощью функции [Добавить срезку/засыпку](#).

Спецсимвол / используется для соответствующего разделения названия строки в шапке профиля.

|                   |                       |
|-------------------|-----------------------|
| Срезка<br>засыпка | Планировочные отметки |
|                   | Превышение, м         |

Стиль текста, цвет, точность вывода данных можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: отметка*.

**Тепловая изоляция трубопровода** - строка автоматически не заполняется.

**Техническая хар-ка укладки труб** - строка заполняется данными о диаметре, толщине стенки, материале и нормативном документе на трубу.

Описание трубопровода настраивается в *Прототипе* на закладке *Расчет категорий для трубопровода*, поле *Описание на профиле*.

---

Труба 1-159х6-12Г2С – ЛТО по ГОСТ Р 52079-2003, L = 372.0 м

---

Стиль текста, цвет, точность вывода данных можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: трубопровод/изоляция*.

Если ширина текста больше ширины созданного участка, надпись создается на мультивыноске napoCAD. Стиль выноски настраивается с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Надписи/Выноски*, поле *Стиль мультивыноски в области данных*.

**Траншея/Способ разработки** - строка заполняется данными о способе разработки по участкам траншеи, который задается в [параметрах участка траншеи](#).

Спецсимволы / используются для соответствующего разделения названия строки в шапке профиля.

|         |                      |
|---------|----------------------|
| Траншея | Способ разработки    |
|         | Способ засыпки       |
|         | Способ укладки трубы |
|         | Крутизна откосов     |
|         | Ширина по дну, м     |
|         | Глубина, м           |

Стиль текста, цвет, точность вывода данных можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: траншея*.

**Траншея/Способ засыпки** - строка заполняется данными о способе засыпки по участкам траншеи, который задается в [параметрах участка траншеи](#).

Спецсимволы / используются для соответствующего разделения названия строки в шапке профиля.

|         |                      |
|---------|----------------------|
| Траншея | Способ разработки    |
|         | Способ засыпки       |
|         | Способ укладки трубы |
|         | Крутизна откосов     |
|         | Ширина по дну, м     |
|         | Глубина, м           |

Стиль текста, цвет, точность вывода данных можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: траншея*.

**Траншея/Способ укладки трубы** – строка автоматически не заполняется.

**Траншея/Крутизна откосов** - строка заполняется данными об откосах по участкам траншеи, которые задаются в [параметрах участка траншеи](#).

Спецсимволы / используются для соответствующего разделения названия строки в шапке профиля.

|         |                      |
|---------|----------------------|
| Траншея | Способ разработки    |
|         | Способ засыпки       |
|         | Способ укладки трубы |
|         | Крутизна откосов     |
|         | Ширина по дну, м     |
|         | Глубина, м           |

Стиль текста, цвет, точность вывода данных можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: траншея*.

**Траншея/Ширина по дну, м** - строка заполняется данными по ширине дна по участкам траншеи, которая задается в [параметрах участка траншеи](#).

Спецсимволы / используются для соответствующего разделения названия строки в шапке профиля.

|         |                      |
|---------|----------------------|
| Траншея | Способ разработки    |
|         | Способ засыпки       |
|         | Способ укладки трубы |
|         | Крутизна откосов     |
|         | Ширина по дну, м     |
|         | Глубина, м           |

Стиль текста, цвет, точность вывода данных можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: траншея*.

**Траншея/Глубина, м** - строка заполняется данными по глубине траншеи.

Спецсимволы / используются для соответствующего разделения названия строки в шапке профиля.

|         |                      |
|---------|----------------------|
| Траншея | Способ разработки    |
|         | Способ засыпки       |
|         | Способ укладки трубы |
|         | Крутизна откосов     |
|         | Ширина по дну, м     |
|         | Глубина, м           |

Стиль текста, цвет, точность вывода данных можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: траншея* и *Область данных: глубина*.

**Футеровка трубопровода** – строка заполняется данными о футеровке трубопровода на участках балластировки/футеровки, созданных с помощью функций [Автоматическое создание участков балластировки](#) и [Добавить в произвольном месте](#).

Стиль текста, цвет, точность вывода данных можно настроить с помощью [Стиля трубы на профиле](#), закладка *Отображение*, компонента *Область данных: траншея* и *Область данных: балластировка/футеровка*.

## 10.2. Спецификация по трубопроводу.

При создании/редактировании формы спецификации по деталям трубопровода пользователь может изменить название каждой строки и столбца.

**Имя спецификации** - название спецификации в чертеже. Выводится над спецификацией. Название строки может быть изменено, например, на *Спецификация деталей трубопровода*. В [Стиле спецификации](#) дополнительно можно включить флажок *Выводить имя трассы* в название спецификации. При этом название дополняется именем трассы проектируемого трубопровода.

Стиль текста, цвет и другие параметры можно настроить с помощью [Стиля спецификации](#), закладка *Отображение*, компонента *Заголовки*.

Столбец **Позиция** - в столбце выводятся номера строк спецификации.

Стиль текста, цвет и другие параметры можно настроить с помощью [Стиля спецификации](#), закладка *Отображение*, компонента *Заголовки для столбцов* и *Заполнение таблицы*.

Столбец **Обозначение** – в столбце выводятся наименования нормативных документов для труб, отводов, футляров, балластных грузов и футеровки.

Стиль текста, цвет и другие параметры можно настроить с помощью [Стиля спецификации](#), закладка *Отображение*, компонента *Заголовки для столбцов* и *Заполнение таблицы*. .

Столбец **Единицы измерения** – в столбце выводятся единицы измерения деталей трубопровода – метры, штуки.

Стиль текста, цвет и другие параметры можно настроить с помощью [Стиля спецификации](#), закладка *Отображение*, компонента *Заголовки для столбцов* и *Заполнение таблицы*. .

Столбец **Количество** – в столбце выводится расчетное количество деталей трубопровода в штуках или длина труб основного трубопровода и футляров.

Стиль текста, цвет и другие параметры можно настроить с помощью [Стиля спецификации](#), закладка *Отображение*, компонента *Заголовки для столбцов* и *Заполнение таблицы*. .

Столбец **Масса $\Sigma$ ед.,кг** – в столбце выводится расчетная масса деталей трубопровода: труб, отводов, балластных груз, футеровки. В [Стиле спецификации](#) можно настроить сортировку деталей спецификации по уменьшению массы. Для этого используется флажок *Сортировка спецификации по массе*.

Масса труб и деталей трубопровода может выводиться с учетом веса заводской изоляции. Признак настраивается с помощью [стиля спецификации](#) , флажок *Учитывать изоляцию при расчете массы*.

Стиль текста, цвет и другие параметры можно настроить с помощью [стиля спецификации](#), закладка *Отображение*, компонента *Заголовки для столбцов* и *Заполнение таблицы*. .

Столбец **Наименование** – в столбец выводится наименование деталей трубопровода, соответствующее нормативному документу на конкретную деталь. Вывод наименования труб настраивается в [Прототипе проектирования](#), закладка *Расчет категорий для трубопровода*, поле *Описание в спецификации*.

Стиль текста, цвет и другие параметры можно настроить с помощью [стиля спецификации](#), закладка *Отображение*, компонента *Заголовки для столбцов* и *Заполнение таблицы*. .

Раздел **[\*]Трубы** – раздел в столбце **Наименование**. Заполняется данными по участкам трубопровода с учетом шаблона вывода, настроенного в [Прототипе проектирования](#), закладка *Расчет категорий для трубопровода*, поле *Описание в спецификации*.

Длина трубопровода может выводиться без учета длины отводов холодного и горячего гнутья. Признак настраивается с помощью [Стиля спецификации](#) , флажки *Длина трубопровода с учетом отводов холодного гнутья* и *Длина трубопровода с учетом отводов горячего гнутья*.

Спецсимвол **[\*]** указывает на расположение раздела в столбце **Наименование**.

Стиль текста, цвет и другие параметры можно настроить с помощью [Стиля спецификации](#), закладка *Отображение*, компонента *Заголовки для столбцов* и *Заполнение таблицы*. .

Раздел **[\*]Соединительные детали трубопровода** - раздел в столбце **Наименование**. Заполняется данными по отводам, размещенным в горизонтальных и вертикальных углах поворота трубопровода на плане и профиле. По умолчанию соблюдается следующий принцип сортировки: сначала выводятся холодные отводы, затем горячие и ОКШ/ОКШС. Принцип сортировки можно изменить в [Стиле спецификации](#), используя флажок *Сортировка спецификации по массе*.

Спецсимвол **[\*]** указывает на расположение раздела в столбце **Наименование**.

Стиль текста, цвет и другие параметры можно настроить с помощью [Стиля спецификации](#), закладка *Отображение*, компонента *Заголовки для столбцов* и *Заполнение таблицы*.

Раздел **[\*]Футляры** - раздел в столбце **Наименование**. Заполняется данными по футлярам, размещенным на переходах через естественные и искусственные препятствия. Длина футляров с одним диаметром и одной толщиной стенки может суммироваться. Признак настраивается с помощью [Стиля спецификации](#), флажок *Суммировать длины футляров*.

Спецсимвол **[\*]** указывает на расположение раздела в столбце **Наименование**.

Стиль текста, цвет и другие параметры можно настроить с помощью [Стиля спецификации](#), закладка *Отображение*, компонента *Заголовки для столбцов* и *Заполнение таблицы*.

Раздел **[\*]Утяжелители** - раздел в столбце **Наименование**. Заполняется данными по пригрузам, которые были использованы при балластировке трубопровода. Однотипные балластные грузы суммируются.

Спецсимвол **[\*]** указывает на расположение раздела в столбце **Наименование**.

Стиль текста, цвет и другие параметры можно настроить с помощью [Стиля спецификации](#), закладка *Отображение*, компонента *Заголовки для столбцов* и *Заполнение таблицы*.

Раздел **[\*]Футеровка** - раздел в столбце **Наименование**. Заполняется данными по футеровке, которая была использована при проектировании трубопровода для защиты трубы от механических повреждений.

Спецсимвол **[\*]** указывает на расположение раздела в столбце **Наименование**.

Стиль текста, цвет и другие параметры можно настроить с помощью [Стиля спецификации](#), закладка *Отображение*, компонента *Заголовки для столбцов* и *Заполнение таблицы*.

Столбец **Поставщик** – столбец автоматически не заполняется.

Стиль текста, цвет и другие параметры можно настроить с помощью [Стиля спецификации](#), закладка *Отображение*, компонента *Заголовки для столбцов* и *Заполнение таблицы*.

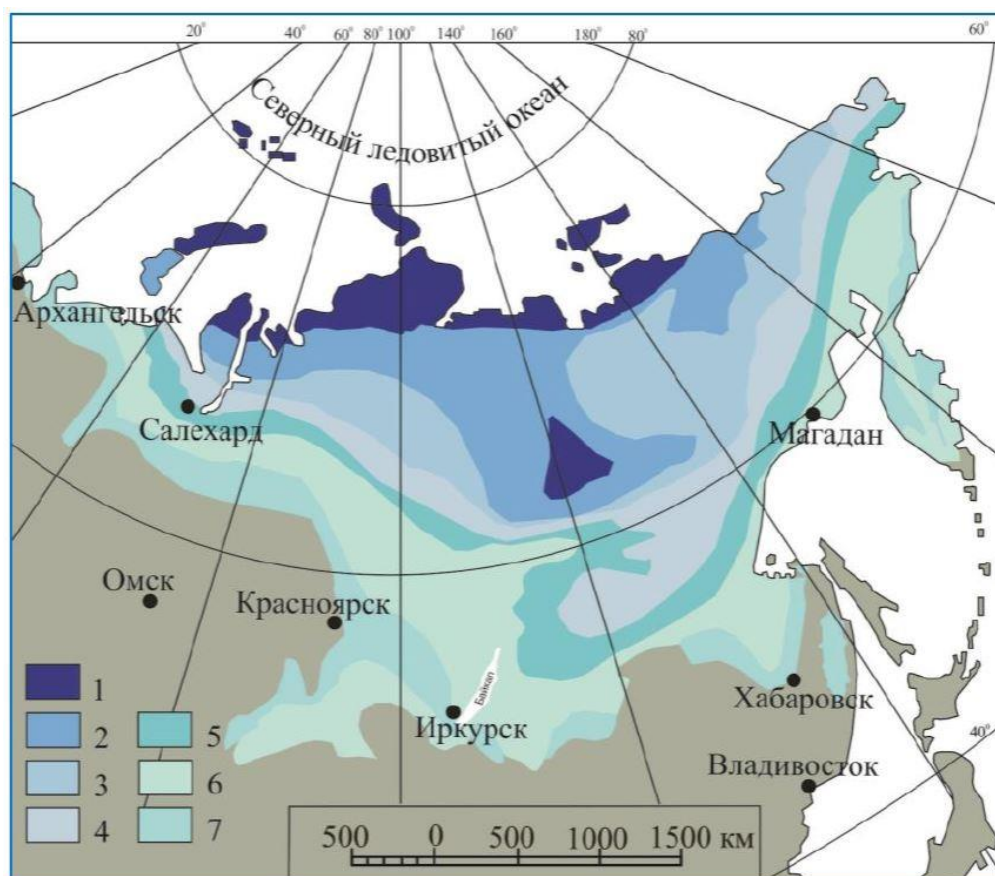
Стиль текста, цвет и другие параметры можно настроить с помощью [Стиля спецификации](#), закладка *Отображение*, компонента *Заголовки для столбцов* и *Заполнение таблицы*. Столбец ***Примечание*** – столбец автоматически не заполняется.

## Приложения

### Приложение А. Методика учета геологических условий при проектировании трубопроводов на участках распространения многолетнемерзлых грунтов

Необходимым условием проектирования линейных трубопроводов как на многолетнемерзлых грунтах, так и в более простых геологических условиях является обязательное рассмотрение физико-механических свойств грунтов для всех имеющихся на участке инженерно-геологических элементов. Это обосновано их воздействием на прочностные характеристики трубопровода, а также на все виды деформаций и устойчивость. Кроме того, наличие тех или иных видов грунтов на трассе трубопровода влияет на стоимость проектирования и строительства.

Предлагаемый метод проектирования позволяет уменьшить влияние неблагоприятных геологических условий на линейные трубопроводы, строительство которых предполагается вести на участках распространения ММГ, учитывает физико-механические свойства грунтов как при подготовке к проектированию, так и на этапе выбора основных технических решений, а также при составлении долгосрочного прогноза поведения трубопровода на весь период его эксплуатации.



1- зона ММГ с преобладающей мощностью более 500м, 2 – зона ММГ с мощностью 300-400м и зона охлаждения мощностью от 100 до 200м, 3 - зона ММГ с мощностью от 300 до

400м, 4 - зона ММГ с мощностью от 100 до 200м, 5 - зона ММГ с мощностью до 100м, 6 – зона несплошных ММГ с максимальной мощностью до 100м, 7 - зона отдельных остовов ММГ с мощностью до 25м.

В вертикальном разрезе криолитозоны выделяют три слоя. Верхний деятельный слой – слой сезонного оттаивания/промерзания (толщиной 3-4м), который летом имеет положительную температуру, а зимой – отрицательную. Ниже находится второй слой, где происходят сезонные колебания отрицательной температуры. Третий слой начинается с глубины 10м, где отрицательная температура пород сохраняется постоянной на протяжении всего года.

До начала проектирования необходимо выбрать I или II принцип использования многолетнемерзлых грунтов (ММГ) в качестве основания, исходя из требований нормативных документов [22]. Выполнение этого условия позволяет избежать обводнения при разработке траншеи и укладке плетей, а также осложнений в работе техники и людей, применения дополнительных мероприятий, обеспечивающих сохранение прочностных характеристик трубопровода.

К основным факторам, определяющим концепцию проектирования и строительства на вечномерзлых, мерзлых и пучинистых грунтах, можно отнести следующие:

- потеря устойчивости трубопровода в результате протаивания основания, которым является мерзлый грунт;
- изменение проектных отметок трубопровода при морозном пучении и, как следствие, недопустимые прогибы в вертикальной плоскости;
- изменение температурного режима ММГ;
- нарушение мохово-растительного покрова при строительстве;
- нарушение естественного поверхностного стока;
- развитие неблагоприятных рельефообразующих процессов;
- возникновение термокарстовых образований.

Каждый из вышеперечисленных факторов возникает в процессе строительства трубопровода при нарушении проекта производства работ, ошибках проектирования, недостаточном уровне данных о геокриологическом режиме грунтов по трассе трубопровода, неточных изысканиях, которые, как показывает практика, зачастую не совпадают с реальным геологическим разрезом.

Рассмотрим некоторые сочетания факторов, определяющих концепцию проектирования и строительства:

1. Если  $T_{gr} < 0^{\circ}\text{C}$  и  $0.8-1.0 \leq h \leq 4.5$ , то в пределах глубины заложения трубопровода имеются многолетнемерзлые грунты. Требуется применение теплоизоляции трубопровода.
2. Если  $li > 0,04$ , то на участке залегают сильнольдистые грунты, применение II принципа проектирования на данном участке трассы недопустимо.
3. Если  $S_{rf} > 0,8$ , то на участке имеются пластичномерзлые грунты и применение их в качестве основания по принципу I допускается только при условии понижения их температуры. Требуется применение СОУ для термостабилизации грунтов (ТСГ) - конвективных (газовых, жидкостных и газожидкостных) или испарительных (двухфазных)
4. Если  $T_{gr} < 0^{\circ}\text{C}$  и  $\epsilon_{sl} \geq 0,1$ , то на участке имеются просадочные грунты. В зависимости от структуры грунтов и мощности просадочного слоя, реализуются следующие технические решения:
  - заглубление трубопровода до непросадочных пород (при малой мощности просадочного слоя грунта);
  - замена просадочного грунта на непросадочный при малой протяженности участка; следует устраивать подсыпку из непучинистого песчаного или крупнообломочного грунта с укладкой ниже глубины промерзания  $d_{th,n}$  сезоннооттаивающего слоя [22];
  - увеличение прочностных показателей трубопровода и гибкости (увеличение толщины стенки, радиуса упругого изгиба, угла поворота);
  - применение надземных опор с установкой у опор СОУ для термостабилизации грунтов.
5. Если  $\epsilon_{fh} \geq 0,01$ , то на участке залегают средне-, сильно- и чрезмерно-пучинистые грунты, возможно образование бугров пучения; требуется прокладка трубопровода ниже глубины залегания пучинистых грунтов или замена грунта на непучинистый:
  - в среднепучинистых и сильнопучинистых грунтах глубина прокладки до верха трубы должна быть не менее 0,8 нормативной глубины промерзания  $d_{f,n}$  [22 Приложение Г];
  - в чрезмернопучинистых грунтах глубина прокладки до верха трубы должна быть не менее 0,9 нормативной глубины промерзания, но не менее значений, определенных требованиями СНиП 42-01.

6. Если  $T_{gr} < 0^{\circ}\text{C}$  и  $li > 0,04$  и  $I_L \geq 0,75$ , то при работе по принципу II необходимо применение специальной подсыпки под трубопроводом из привозного крупнозернистого песка или крупнообломочного грунта; требуется доставка аналогичного грунта для обратной засыпки.

**Выводы.** При использовании многолетнемерзлых грунтов в качестве основания при прокладке в них трубопроводов по принципу I глубина прокладки трубопровода должна быть не менее нормативной глубины оттаивания грунта  $d_{th,n}$ . При этом контуры замены сильнольдистых или просадочных грунтов в основании трубопровода в плане должны выходить за контуры трубопровода не менее чем на половину глубины оттаивания грунтов  $d_{th,n}$ , т.е. ширина котлована при замене льдистых грунтов талым или непросадочным песчаным или крупнообломочным грунтом должны быть не менее  $DN + d_{th,n}$ .

При использовании многолетнемерзлых грунтов в качестве основания при прокладке в них трубопроводов по принципу II глубина прокладки трубопровода должна быть не менее нормативной глубины промерзания грунта  $df,n$ .

При проектировании магистральных и промысловых трубопроводов следует учитывать:

- транспортируемый по трубопроводу продукт может иметь как положительную, так и отрицательную температуру, что существенно влияет на тепловое и механическое взаимодействие трубопровода и мерзлых грунтов;
- в качестве оснований магистральных и промысловых трубопроводов не рекомендуется рассматривать участки с подземными льдами, наледями и буграми пучения, проявлениями термокарста, термоэрозии, солифлюкции, морозобойного растрескивания;
- опасность прямого теплового и гидравлического воздействий транспортируемых нефти и нефтепродуктов на мерзлые грунты при авариях на магистральных и промысловых трубопроводах.

При проектировании трубопроводов на многолетнемерзлых грунтах следует выделять участки в зависимости от температуры стенки трубопровода на «горячие» трубопроводы ( $T > 0^{\circ}\text{C}$  - температура продукта в течение всего года положительная), «теплые» трубопроводы ( $T \geq 0^{\circ}\text{C}$  температура продукта в течение года может быть и положительной и отрицательной, но среднегодовая температура выше  $0^{\circ}\text{C}$ ) и «холодные» трубопроводы ( $T < 0^{\circ}\text{C}$  - среднегодовая температура продукта ниже  $0^{\circ}\text{C}$ ). К первым относятся нефтепроводы на всем протяжении и газопроводы на небольшом протяжении после компрессорных станций, ко вторым и третьим – только газопроводы.

При пересечении участков пучинистых грунтов для расчета «холодных» трубопроводов определяют размеры зоны промерзания вокруг трубопровода, параметры пучения в зависимости от положения фронта промерзания и оценку прочности и устойчивости трубопровода вследствие его взаимодействия с грунтом.

С целью уменьшения воздействия морозного пучения на трубопроводы или на их опоры заменяют грунт, устанавливают компенсационные участки, производят прокладку трубопроводов с учетом ожидаемых деформаций, применяют системы термостабилизации (СОУ) для обеспечения устойчивости положения трубопровода в грунте.

Категории трубопроводов, прокладываемых на многолетнемерзлых грунтах, принимают в зависимости от категории просадочности грунтов при оттаивании и способа прокладки. С целью уменьшения напряжений в трубопроводе при его непрерывных просадках грунта обязательно предусматривать специальные мероприятия:

- устройство теплоизоляции
- замену грунта на непучинистые песчаные или крупнообломочные грунты
- укладку трубопровода с учетом ожидаемой деформации от просадочности грунта
- применение опор для фиксации положения трубопровода и применение геотекстильных материалов
- охлаждение грунта специальными термостабилизаторами или перекачиваемого продукта.

Для прогнозирования возможных изменений положения трубопровода в мерзлых грунтах необходимо рассчитывать тепловое взаимодействие трубопровода с грунтом. Если трубопровод расположен в грунте на глубине  $h$ , то при температуре стенки трубы  $T > 0^\circ\text{C}$  вокруг него образуется зона оттаивания грунта. Граница ореола оттаивания непостоянна: она перемещается в зависимости от температуры грунта и стенки трубы. Это означает по длине трубопровода будут «горячие», «теплые» и «холодные» участки трубопровода. Следовательно, на «горячем» участке, температура которого в течение всего года выше  $0^\circ\text{C}$ , в течение всего периода эксплуатации в грунт будет поступать тепло, и он будет непрерывно оттаивать. На «теплом» участке, температура которого может быть выше или ниже  $0^\circ\text{C}$ , грунт будет периодически оттаивать и замерзать. На «холодном» участке, среднегодовая температура которого ниже  $0^\circ\text{C}$  в любое время года, мерзлый грунт не будет оттаивать. Это позволяет уже на этапе проектирования трубопровода заранее использовать

специальные конструктивные схемы трубопровода в соответствии с рекомендациями по классификации многолетнемерзлых грунтов.

Предлагаемая методика позволяет сразу же выделить на трассе проектируемого трубопровода участки с пучинистыми, сильнольдистыми, заторфованными и просадочными грунтами и для каждого участка выдать рекомендации по выбору принципа проектирования с прогнозированием развития опасных геологических процессов и определить методы защиты трубопровода от них.

**Приложение Б.** Математическая модель и алгоритм расчета температурного режима многолетнемерзлых грунтов вокруг трубопроводов, транспортирующих нефть и газ.

Подземная прокладка «горячих» и «теплых» нефтегазопроводов на участках распространения многолетнемерзлых грунтов приводит к формированию вокруг нефтепроводов мощных ореолов оттаивания с образованием протяженных таликовых зон вдоль трубопровода, их обводнению и активному развитию эрозионных и суффозионных процессов:

- оттаивание мерзлых льдистых пород будет сопровождаться их осадкой, а при значительной осадке – с просадкой поверхности;
- в грунте обратной засыпки над трубопроводом будет формироваться маломощный слой сезонно-мерзлых пород, при оттаивании которых возможно повышение уровня грунтовых вод и подтопление траншеи

При тепловом режиме, вызывающим оттаивание мерзлоты, поведение грунтов существенно изменится, так как скачкообразно изменятся значения теплофизических и механических характеристик. Эти изменения вызывают деформации грунтов как за счет таяния порового льда, так и за счет уплотнения оттаявшего грунта под действием давления от собственного веса и внешней нагрузки. Появление и увеличение вблизи трубопровода областей неравномерно оттаивающих грунтов может привести к возникновению неоднородных перемещений трубопровода. Оттаивание грунтов в основании трубопровода приводит к дополнительным и зачастую опасным деформациям. В связи с этим возникает задача оценки величины осадки при оттаивании мерзлого грунта, скорости и глубины оттаивания. При этом необходимо учитывать влияние температуры на теплофизические и физико-механические характеристики протаивающего грунта. Также следует учитывать, что суммарная осадка при оттаивании складывается из трех составляющих:

- осадка за счет уменьшения объема льда при таянии (скачка плотностей порового заполнителя);
- осадка под действием собственного веса и приложенной нагрузки;
- осадка за счет оттока поровой воды под действием избыточного порового давления.

С целью исключения указанных выше негативных воздействий от подземной прокладки «горячих» нефтепроводов в многолетнемерзлых грунтах возможны следующие технические решения:

- применение труб с заводской тепловой изоляцией;
- замена высокольдистых грунтов в основании траншеи;
- применение дополнительных теплоизоляционных экранов из пенополистирола для облицовки дна и боковых стенок траншеи;
- применение вертикальных компенсаторов путем устройства углов упругого изгиба в местах перехода трубопровода из талого грунта в многолетнемерзлые грунты.

Применение заводской кольцевой теплоизоляции трубопроводов значительно снижает тепловую нагрузку на многолетнемерзлые грунты основания, уменьшая ореолы оттаивания и, как следствие, уменьшая осадку грунтов при оттаивании. При этом добавочные напряжения в стенке трубопровода, вызванные просадками грунта основания, минимальны.

В приложении **Трубопроводы** реализована математическая модель [37] и алгоритмы теплотехнических расчетов [38] – [39], задачами которых являются расчет температурного поля многолетнемерзлых грунтов по глубине заложения трубопроводов с учетом сезонного изменения температуры на поверхности грунтов в холодный и теплый периоды года, а именно:

- определение температуры грунта на глубине заложения трубопровода в зависимости от продолжительности периодов года с отрицательными и положительными температурами;
- определение температуры на поверхности теплоизоляции от глубины заложения трубопровода;
- определение размеров верхней и нижней зон оттаивания многолетнемерзлых грунтов сливающегося и несливающегося типов для подземных трубопроводов в зависимости от глубины заложения трубопровода с тепловой изоляцией [37];

- расчет толщины тепловой изоляции, обеспечивающей допустимый перепад температуры транспортируемого продукта на участке прокладки в многолетнемерзлых грунтах [37].

Для решения задачи было принято допущение что грунт представляется кольцеобразной мерзлой зоной вокруг трубопровода с тепловой изоляцией

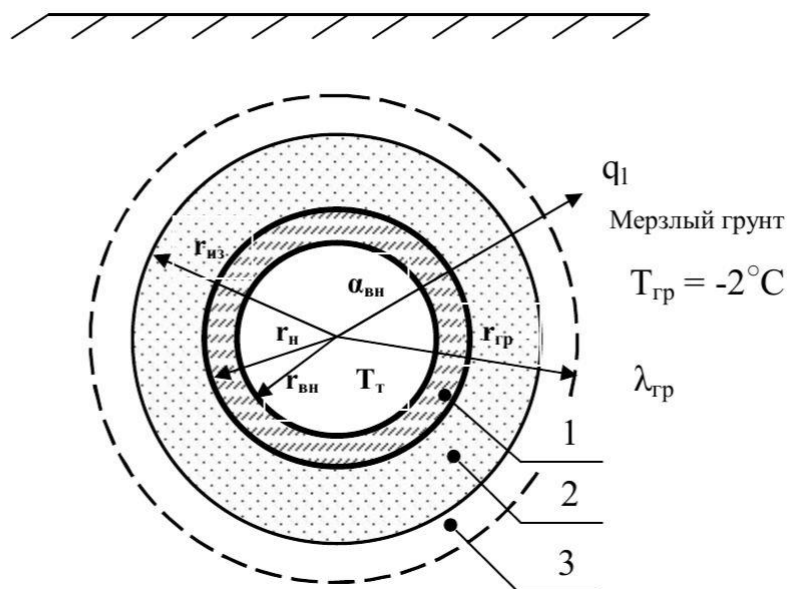


Рис. Расчетная модель формирования температурного режима вокруг «горячего» и «теплого» трубопровода в многолетнемерзлых грунтах.

1 – трубопровод, 2 – теплогидроизоляция, 3- кольцеобразная мерзлая зона.

**Приложение В. Перечень ТУ на изготовление отводов**

| nn | Стандарт ТУ/ГОСТ<br>Обозначение отводов                                                                                                                                                 | Диаметр D, мм                                    | ⌀ max<br>мм | Р раб.,<br>МПа | Угол<br>гибки °             | R гибки<br>отвода                         |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------|----------------|-----------------------------|-------------------------------------------|
| 1  | <b>ТУ 51-515-91</b><br>Отвод ОГ II 90° -1,5DN-<br>273x20(16)-20 С                                                                                                                       | ОГ 57÷530                                        | 40          | 32 МПа         | 15°,30°,<br>45°,60°,<br>90° | 1,5DN                                     |
| 2  | <b>ТУ 102-488.1-05</b><br>Отвод ОКШС 90°-720(16)-К60-<br>Рраб-м-УХЛ<br>Отвод ОГ 21°-325(16)-Рраб-м-<br>К60-5DN-1200/10300-УХЛ-20°С                                                      | ОКШС 720÷1420<br><br>ОГ 219÷1420                 | 44          | 9,8 МПа        | 30°,45°,<br>60°,90°         | 1,5DN<br><br>1,5DN-20DN                   |
| 3  | <b>ТУ 3647-095-00148139-2000</b><br>Отвод 90°325x16-Рраб-09Г2С                                                                                                                          | 57÷426                                           | 32          | 40 МПа         | 30°,45°,<br>60°,90°         | 1,5DN                                     |
| 4  | <b>ГОСТ 17375-2001</b><br>Отвод 90°-325x16-09Г2С                                                                                                                                        | 57 ÷820                                          | 36          | 16 МПа         | 45°,60°,<br>90°             | 1,5DN                                     |
| 5  | <b>ГОСТ 30753-2001</b><br>Отвод 90°-325x16 09Г2С                                                                                                                                        | 57÷820                                           | 36          | 16 МПа         | 15°,30°,<br>45°,60°,<br>90° | 1,0DN                                     |
| 6  | <b>ГазТУ 102-488/1-05</b><br>Отвод ОКШ 90°- 1020 (19К60)-<br>7,5-0,6-УХЛ<br>Отвод ОГ 12°-1020(16К60)-<br>Рраб-м-5DN-1200/10300-УХЛ-<br>20°С                                             | ОКШ 720÷1420<br><br>ОГ 219÷1420                  | 44          | 9,8 МПа        | 30°,45°,<br>60°,90°         | 1,5DN<br><br>1,5DN-20DN                   |
| 7  | <b>ТУ 1469-002-14946399-2006</b><br>Отвод ОКШС 90°- 530(19)-<br>Рраб-м-К60-УХЛ<br>Отвод ОГ 12°-530(16)-Рраб-м-<br>К52-5DN-УХЛ<br>Отвод 1 ГО.9°.325(12)-R15-<br>09Г2С-ТУ/ГОСТ 24950-2019 | ОКШС 530÷1420<br><br>ОГ 57÷630<br><br>ГО 114÷630 | 26          | 16 МПа         | 30°,45°,<br>60°,90°         | 1,0DN-1,5DN<br><br>1,5DN-10DN<br><br>40DN |
| 8  | <b>ТУ 1469-006-04834179-2006</b><br>Отвод ОКШ 90°-720(16)- К60-<br>Рраб-м-УХЛ<br>Отвод ОГ 12°-1020(16)-К60-<br>Рраб-м-5DN-1200/10300-УХЛ-<br>20°С                                       | ОКШ 530÷1220<br><br>ОГ 530÷1220                  | 26          | 15,7 МПа       | 30°,45°,<br>60°,90°         | 1,5DN                                     |
| 9  | <b>ТУ 1469-007-04606975-2000</b><br>Отвод 90°-219x16-Рраб-15Х5М-<br>ХЛ                                                                                                                  | 57÷426                                           | 40          | 28 МПа         | 45°,90°                     | 1,5DN                                     |
| 10 | <b>ТУ 1469-010-593377520-2005</b><br>Отвод 90°-273x12-20ФА                                                                                                                              | 57÷630                                           | 32          | 9,8 МПа        | 45°,90°                     | 1,0DN-1,5DN                               |
| 11 | <b>ТУ 1469-011-593377520-2005</b><br>Отвод ОКШС 90°-530(10)-<br>Рраб-м-Х70-09Г2С                                                                                                        | ОКШС 530÷1220                                    | 32          | 9,8 МПа        | 30°,45°,<br>60°,90°         | 1,0DN-1,5DN                               |
| 12 | <b>ТУ 1469-012-04834179-2008</b><br>Отвод ОКШС 90°-720(16К60) -<br>Рраб-В-УХЛ-40°<br>Отвод ОГ 30°-1020(16 К60)-<br>Рраб-В-5DN-1200/10300-УХЛ-<br>40°С                                   | ОКШС 720÷1420<br><br>ОГ 530÷1420                 | 32          | 16 МПа         | 30°,45°,<br>60°, 90°        | 1,5DN<br><br>1,5DN-10DN                   |
| 13 | <b>ТУ 1469-018-04834179-2009</b><br>Отвод 90°-273x12-К52                                                                                                                                | 57÷630                                           | 20          | 2,5 МПа        | 45°,60°,<br>90°             | 1,0DN                                     |
| 14 | <b>ТУ 1469-022-04834179-2011</b>                                                                                                                                                        | ОКШС 530÷1220                                    | 36          | 10 МПа         | 30°,45°,<br>60°,90°         | 1,5DN                                     |

|    |                                                                                                                                                                                                                               |                                                  |    |          |                     |                                           |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----|----------|---------------------|-------------------------------------------|
|    | Отвод ОКШС 90°-530(16К65)-<br>Рраб-м-1,5DN-ХЛ-С-2                                                                                                                                                                             |                                                  |    |          |                     |                                           |
| 15 | <b>ТУ 1469-030-04834179-2010</b><br>Отвод ОКШ 90° 1020(36К65)-<br>Рраб-м-1,5DN-ХЛ Рисп=14,0<br>МПА                                                                                                                            | ОКШ 720÷1420                                     | 44 | 11,8 МПа | 30°,45°,<br>60°,90° | 1,5DN                                     |
| 16 | <b>ТУ 1469-032-04834179-2012</b><br>Отвод ОКШ 90° 219(12К65)-<br>Рраб-м-09Г2С-1,5DN-УХЛ-И1<br>Рисп=14,0 МПа<br>Отвод ОГ 12°-1020(16К60)-<br>Рраб-м-5DN-1200/10300-УХЛ-<br>И1<br>Отвод ГО 8 1020(20К52)-Рраб-<br>м-40DN-УХЛ-И1 | ОКШ 57÷630<br><br>ОГ 219÷1420<br><br>ГО 219÷1420 | 44 | 32 МПа   | 45°,60°,<br>90°     | 1,0DN-1,5DN<br><br>1,5DN-10DN<br><br>40DN |
| 17 | <b>ТУ 1469-034-04834179-2012</b><br>Отвод ОКШС 90°-508,0 (36Х70)-<br>Рраб-В-УХЛ-40°                                                                                                                                           | 203 219,1 323,9<br>406,4 508,0 812,8             | 68 | 28,5 МПа | 30°,45°,<br>60°,90° | 1,5DN                                     |
| 18 | <b>ТУ 1469-014-13799654-2008</b><br>Отвод ОКШС 90°-630(16К48)-<br>Рраб-м-1DN-УХЛ                                                                                                                                              | ОКШС 530÷1420                                    | 50 | 16 МПа   | 30°,45°,<br>60°,90° | 1,0DN-1,5DN                               |
| 19 | <b>ТУ 1469-015-01395041-2005</b><br>Отвод ОКШ 900 1220(36К65)-<br>Рраб-м-ХЛ                                                                                                                                                   | ОКШ 530÷1220                                     | 34 | 11,8МПа  | 30°,45°,<br>60°,90° | 1,0DN-1,5DN                               |
| 20 | <b>ТУ 1469-006-00153229-2009</b><br>Отвод ОКШС 90° 720(16К60)-<br>7,5-0,6-УХЛ                                                                                                                                                 | ОКШС 325÷1420                                    | 50 | 16 МПа   | 30°,45°,<br>60°,90° | 1,5DN                                     |
| 21 | <b>ТУ 1469-013-04834179-2014</b><br>Отвод ОГ 30°-1020(16 К60)-<br>Рраб-В-5DN-1200/10300-УХЛ-<br>40°С<br>Отвод ГО I 9° 820(12 К52)-<br>Рраб(Рисп)-м-R15-20°С                                                                   | ОГ 219÷1420<br><br>ГО 57÷1420                    | 44 | 32 МПа   |                     | 1,5DN÷10DN<br><br>40DN                    |
| 22 | <b>ТУ 1469-015-04834179-2011</b><br>Отвод ОГ 12°-1020(16 К60)-<br>Рраб-м-5DN-1200/10300-УХЛ-<br>С-2                                                                                                                           | ОГ 219÷1420                                      | 40 | 9,8 МПа  |                     | 1,5DN÷10DN                                |
| 23 | <b>ТУ 1469-014-04834179-2010</b><br>Отвод 1.ГО 8°-1020(20К52)-<br>Рраб-Н-40DN-УХЛ(-43°С).                                                                                                                                     | ГО 219÷1420                                      | 44 | 32 МПа   |                     | 40DN                                      |
| 24 | <b>ТУ 1469-010-04834179-2011</b><br>ОК 90° 426х18 (14К48)-1,5DN -<br>ХЛ Рисп.=14 МПа<br>ОГ 33° 426х12(10К52)-5DN-<br>1200/10300-У, Рисп=15,1 МПа                                                                              | ОКШ 159-426<br><br>ОГ 159 - 426                  | 26 | 20 МПа   | 45,<br>60,90        | 1,5DN<br><br>5DN, 10DN                    |
| 25 | <b>ТУ 1469-019-04834179-2014</b><br>Отвод ОК I 90°-325(24,0К48)-<br>31,4(40,82)-С-1,5DN                                                                                                                                       | ОКШ 57 – 1420                                    | 50 | 32 МПа   | 30, 45,<br>60, 90   | 1,0DN<br>1,5DN                            |
| 26 | <b>ГОСТ 24950-2019</b><br>1 ГО. 12°.820.10-ТУ на трубу-<br>17Г1СУ. ГОСТ 24950-2019                                                                                                                                            | ГО 219-1420                                      | 50 | 32       |                     |                                           |
| 27 | <b>ТУ 1469-013-13799654-2008</b><br>Отвод ОКШ 90°-219(16К48)-<br>Рраб-м-1.5DN-УХЛ<br>Отвод ОГ 9°-219(16К48)-Рраб-<br>м-5DN-1500/1500-УХЛ                                                                                      | ОКШ 57-426<br><br>ОГ 57-426                      | 30 | 32 МПа   | 30, 45,<br>60, 90   | 1,5DN                                     |

|    |                                                                                                                                                                                            |                                 |    |          |                   |                |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----|----------|-------------------|----------------|
| 28 | <b>ТУ 1469-014-45657335-2009</b><br>Отвод 1.ГО 12°-1020(20К52)-<br>Рраб-С-40DN-УХЛ-40С                                                                                                     | ГО 219-1220                     | 50 | 10 МПа   |                   | 40DN           |
| 29 | <b>ТУ 1469-012-38948552-2014</b><br>ОКШ 60°-530(8К52)-Рраб-м-<br>1.5DN-УХЛ Рисп=11.2МПа                                                                                                    | ОКШ 530-1220                    | 40 | 11,8 МПа | 30, 45,<br>60, 90 | 1,0DN<br>1,5DN |
| 30 | <b>ТУ 1469-026-38948552-2015</b><br>ОКШ 90°-426(22К52)-<br>12.5(16.3)-м-1.5DN-13ХФА-УХЛ<br>ОКШС 60°-530(22К52)-<br>12.5(16.3)-м-1.5DN-13ХФА-УХЛ                                            | ОКШ 57-426<br><br>ОКШС 530-1220 | 50 | 32 МПа   | 30, 45,<br>60, 90 | 1,5DN          |
| 31 | <b>ТУ 1469-014-74238272-2009</b><br>Отвод ОГ 45°-426(16К48)-<br>1500/1500-Рраб-м-5DN-УХЛ                                                                                                   | ОГ 219-1420                     | 40 | 32 МПа   |                   | (2-10)DN       |
| 32 | <b>ТУ 1469-015-74238272-2008</b><br>Отвод ОГ 45°-1420(16К48)-<br>Рраб-В-5DN-1500/1500-УХЛ                                                                                                  | ОГ 219-1420                     | 40 | 16 МПа   |                   | (1,5-20)DN     |
| 33 | <b>ТУ 1469-020-74238272-2009</b><br>Отвод ОГ 45°-426(16К48)-Рраб-<br>м-5DN-1500/1500-УХЛ-13ХФЛ-<br>(  )   | ОГ 219-1220                     | 40 | 25 МПа   |                   | (1,5-20)DN     |
| 34 | <b>ТУ 1469-017-74238272-2011</b><br>ОГ 45°-1220(16К48)-Рраб-м-<br>5DN-1500/1500-УХЛ<br>Рисп.=11.2МПа                                                                                       | ОГ 520-1220                     | 40 | 14 МПа   |                   | (1,5-20)DN     |
| 35 | <b>ТУ 1469-022-74238272-2011</b><br>ОГ 45°-325х14(12К48)-5DN-<br>1500/1500-УХЛ Рисп.=11.2МПа                                                                                               | ОГ 219-426                      | 40 | 9.8 МПа  |                   | (2,5-20)DN     |
| 36 | <b>ТУ 1469-025-74238272-2011</b><br>Отвод ОГ 45°-426(16К48)-<br>1500/1500-Рраб-м-5DN-УХЛ-<br>13ХФЛ-(  ) | ОГ 219-1420                     | 50 | 32 МПа   |                   | (1,5-20)DN     |
| 37 | <b>ТУ 1469-027-74238272-2011</b><br>ОКШ 45°-820(8К54)-Р-м-1,5DN-<br>УХЛ Рисп.                                                                                                              | ОКШ 159-820                     | 40 | 14 МПа   | 30, 45,<br>60, 90 | 1,0DN<br>1,5DN |
| 38 | <b>ТУ 1469-034-74238272-2012</b><br>Отвод ОКШ 45°-820(8К54)-<br>Рраб-м-1,5DN-13ХФА-УХЛ<br>Рисп.=10МПа ТУ<br>Отвод ОГ 12° 219(16К48)- Рраб-<br>м-5DN-1500/1500-08ХМФЧА-<br>УХЛ Рисп.        | ОКШ 57-820<br><br>ОГ 219-1220   | 50 | 32 МПа   | 30, 45,<br>60, 90 | (1,5-20)DN     |
| 39 | <b>ТУ 1469-035-74238272-2012</b><br>Отвод ОГ 45°-426(16К48)-Рраб-<br>В-17.7-5DN-1500/1500-УХЛ                                                                                              | ОГ 219-1220                     | 50 | 11.8 МПа | 30, 45,<br>60, 90 | (1,5-20)DN     |
| 40 | <b>ТУ 1469-035-00153229-2015</b><br>ОК I 45°-426(16К48)-<br>Рраб(Рисп)-м-1.5DN-УХЛ                                                                                                         | ОКШ 325-1420                    | 50 | 32 МПа   | 30, 45,<br>60, 90 | 1,0DN<br>1,5DN |
| 41 | <b>ТУ 1469-040-00153229-2017</b><br>Отвод ОКШС 90° 720х16-Рраб-<br>м-1.5DN-09Г2С(К52)-УХЛ Рисп.                                                                                            | ОКШ 325-1220                    | 50 | 32 МПа   | 30, 45,<br>60, 90 | 1,5DN          |
| 42 | <b>ТУ 1469-013-78795288-2010</b><br>Отвод ОК 90° -530(16К48)-<br>Рраб-м-1.5DN-ХЛ Рисп                                                                                                      | ОКШ 530-630                     | 44 | 11.8 МПа | 45,<br>60,90      | 1,0DN<br>1,5DN |

|    |                                                                                                                                                                                                 |                                                |    |          |              |                |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----|----------|--------------|----------------|
| 43 | <b>ТУ 1469-015-78795288-2010</b><br>Отвод ОК 90°-530(16К48)-<br>Рраб-м-1.5DN-ХЛ Респ                                                                                                            | ОКШ 57-530                                     | 44 | 11.8 МПа | 45,<br>60,90 | 1,5DN          |
| 44 | <b>ТУ 1469-030-78795288-2012</b><br>Отвод ОК 90°-426(16К48)-<br>Рраб-м-1.5DN-ХЛ Респ                                                                                                            | ОКШ 159-426                                    | 44 | 11.8 МПа | 45,<br>60,90 | 1,5DN          |
| 45 | <b>ТУ 1469-032-78795288-2012</b><br>Отвод ОК 90°-426(16К48)-<br>Рраб-м-1.5DN-ХЛ Респ                                                                                                            | ОКШ 57-720                                     | 44 | 16 МПа   | 45,<br>60,90 | 1,5DN          |
| 46 | <b>ТУ 1469-035-78795288-2012</b><br>Отвод ОКШ 90°-1020(19К60)-<br>Рраб-м-1.5DN-ХЛ Респ                                                                                                          | ОКШ 57-820                                     | 40 | 10 МПа   | 45,<br>60,90 | 1,5DN          |
| 47 | <b>ТУ 1469-037-78795288-2013</b><br>Отвод ОК 90°-426(16К48)-<br>Рраб-м-1.5DN-ХЛ Респ                                                                                                            | ОКШ 57-820                                     | 44 | 16 МПа   | 45,<br>60,90 | 1,5DN          |
| 48 | <b>ТУ 1469-042-78795288-2012</b><br>Отвод ОК 90°-426(16К48)-<br>Рраб-м-1.5DN-ХЛ Респ                                                                                                            | ОКШ 426-820                                    | 40 | 10 МПа   | 45,<br>60,90 | 1,0DN<br>1,5DN |
| 49 | <b>ТУ 1469-044-78795288-2012</b><br>Отвод ОК 90°-1020(19К60)-<br>Рраб-м-1.5DN-ХЛ Респ<br>Отвод ОГ 12°-1020(16К60)-<br>Рраб-м-5DN-1200/10300-ХЛ<br>Отвод 1.ГО 12°-1020(20К52)-<br>Рраб-С-40DN-ХЛ | ОКШ 57-1220<br><br>ОГ 80-1220<br><br>ГО 57-426 | 40 | 32 МПа   | 45,<br>60,90 | 1,0DN<br>1,5DN |
| 50 | <b>ТУ 1469-046-78795288-2015</b><br>Отвод ОК 90°-426(16К48)-<br>Рраб-м-1.5DN-ХЛ Респ                                                                                                            | ОКШ 57-630                                     | 40 | 16 МПа   | 45,<br>60,90 | 1,5DN          |

**Приложение Г. Трубы стальные теплогидроизолированные пенополиуретаном для нефтегазопроводов по ТУ 5768-002-1297858-02**

| Наужный диаметр стальной трубы, d | Полиэтиленовая труба-оболочка |                   |                                   | Металлическая спирально замковая труба-оболочка |                   |                                |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------|
|                                   | Наружный диаметр, D           | Толщина стенки, S | Толщина теплоизоляции *) (справ.) | Наружный диаметр, D                             | Толщина стенки, S | Толщина теплоизоляции (справ.) |
| 57                                | 125 <sup>+4</sup>             | 2,5               | 31,5                              | 180 <sup>+2,5</sup>                             | 0,5               | 60,5                           |
|                                   | 140 <sup>+4</sup>             | 3,0               | 39                                |                                                 |                   |                                |
| 76                                | 140 <sup>+4</sup>             | 3,0               | 29                                | 180 <sup>+2,5</sup>                             | 0,5               | 51                             |
|                                   | 160 <sup>+5</sup>             | 3,0               | 39                                |                                                 |                   |                                |
| 89                                | 160 <sup>+5</sup>             | 3,0               | 32,5                              | 180 <sup>+2,5</sup>                             | 0,5               | 44,5                           |
|                                   | 180 <sup>+5</sup>             | 3,0               | 43                                |                                                 |                   |                                |
| 108                               | 180 <sup>+5</sup>             | 3,0               | 33                                | 200 <sup>+2,9</sup>                             | 0,5               | 45                             |
|                                   | 200 <sup>+6</sup>             | 3,2               | 43                                |                                                 |                   |                                |
| 114                               | 180 <sup>+3</sup>             | 3,0               | 30                                | 200 <sup>+2,9</sup>                             | 0,5               | 42                             |
|                                   | 250 <sup>+6</sup>             | 3,9               | 39                                |                                                 |                   |                                |

|      |                     |      |       |                      |     |      |
|------|---------------------|------|-------|----------------------|-----|------|
| 159  | 250 <sup>+7</sup>   | 3,9  | 41,5  | 250 <sup>+3</sup>    | 0,6 | 44,5 |
|      | 280 <sup>+8</sup>   | 4,4  | 56    |                      |     |      |
| 219  | 315 <sup>+10</sup>  | 4,9  | 43    | 315 <sup>+3,2</sup>  | 0,6 | 47   |
|      | 355 <sup>+11</sup>  | 5,6  | 63    |                      |     |      |
| 273  | 400 <sup>+12</sup>  | 6,3  | 57    | 400 <sup>+3,6</sup>  | 0,6 | 62,5 |
|      | 450 <sup>+13</sup>  | 7,0  | 82    |                      |     |      |
| 325  | 450 <sup>+13</sup>  | 7,0  | 55,5  | 450 <sup>+4,9</sup>  | 0,6 | 61,5 |
|      | 500 <sup>+14</sup>  | 7,8  | 80    |                      |     |      |
| 426  | 560 <sup>+16</sup>  | 8,8  | 58    | 560 <sup>+4,4</sup>  | 0,7 | 66   |
|      | 630 <sup>+18</sup>  | 9,8  | 92    |                      |     |      |
| 530  | 710 <sup>+20</sup>  | 11,1 | 79    | 675 <sup>+5,0</sup>  | 0,7 | 71,5 |
| 630  | 800 <sup>+23</sup>  | 12,5 | 72,5  | 775 <sup>+5,0</sup>  | 0,7 | 71,5 |
| 720  | 900 <sup>+26</sup>  | 14,0 | 76    | 875 <sup>+5,6</sup>  | 0,8 | 76,5 |
| 820  | 1000 <sup>+29</sup> | 15,6 | 74,4  | 975 <sup>+5,6</sup>  | 1,0 | 76,7 |
|      | 1100 <sup>+32</sup> | 17,6 | 122,4 |                      |     |      |
| 920  | 1100 <sup>+32</sup> | 17,6 | 72,4  | 1075 <sup>+6,0</sup> | 1,0 | 76,5 |
|      | 1200 <sup>+35</sup> | 19,6 | 120,4 |                      |     |      |
| 1020 | 1200 <sup>+35</sup> | 19,6 | 70,4  | 1175                 | 1,0 | 76,5 |
| 1220 | 1420 <sup>+41</sup> | 19,6 | 80    | 1382                 | 1,0 | 80   |
|      | 1460 <sup>+42</sup> | 19,6 | 100   | 1422                 | 1,0 | 100  |

**Приложение Д** Теплоизоляционное покрытие из пенополиуретана с защитной оболочкой для соединительных деталей нефтепроводов по ТУ 5768-018-86695843-1012

| Наружный диаметр, мм | Наружный диаметр защитной оболочки, мм |                             | Количество сегментов скорлупы |
|----------------------|----------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
|                      | толщина теплоизоляции 75мм             | толщина теплоизоляции 100мм |                               |
| 159                  | 315 <sup>+5,0</sup>                    | 365 <sup>+5,0</sup>         | 2                             |
| 219                  | 375 <sup>+5,0</sup>                    | 425 <sup>+5,0</sup>         | 2                             |
| 273                  | 430 <sup>+5,0</sup>                    | 475 <sup>+5,0</sup>         | 2                             |
| 325                  | 480 <sup>+5,0</sup>                    | 530 <sup>+5,0</sup>         | 2                             |
| 426                  | 580 <sup>+5,0</sup>                    | 630 <sup>+5,0</sup>         | 2                             |
| 530                  | 685 <sup>+5,0</sup>                    | 735 <sup>+5,0</sup>         | 2                             |
| 630                  | 785 <sup>+5,0</sup>                    | 835 <sup>+5,0</sup>         | 2                             |
| 720                  | 875 <sup>+5,0</sup>                    | 925 <sup>+5,0</sup>         | 2                             |

|      |                      |                      |   |
|------|----------------------|----------------------|---|
| 820  | 975 <sup>+5,0</sup>  | 1025 <sup>+5,0</sup> | 2 |
| 1020 | 1175 <sup>+5,0</sup> | 1225 <sup>+5,0</sup> | 3 |
| 1067 | 1225 <sup>+5,0</sup> | 1275 <sup>+5,0</sup> | 4 |
| 1220 | 1375 <sup>+5,0</sup> | 1425 <sup>+5,0</sup> | 4 |

**Приложение Е.** Размеры скального листа по ТУ 8397-008-78959293-2006, ТУ 2246-004-56755147-2006, ТУ 2246-014-75957906-2008, ТУ 2246-001-96017324-2010

Основные размеры скального листа СЛ1 (однослойного) и СЛ2 (двухслойного)

| Марка скального листа | Длина, мм     | Ширина вдоль трубопровода, мм | Объем, кв.м. | Масса, кг    |              |
|-----------------------|---------------|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|
|                       |               |                               |              | однослойный  | двухслойный  |
| СЛ-1420               | (2300±10) x 2 | 2400±20                       | 11,04        | (2 x 19)±1,0 | (2 x 38)±2,0 |
| СЛ-1220               | (1900±10) x 2 | 2400±20                       | 9,12         | (2 x 16)±0,9 | (2 x 32)±1,8 |
| СЛ-1020               | (1650±10) x 2 | 2400±20                       | 7,92         | (2 x 13)±0,8 | (2 x 26)±1,6 |
| СЛ-820                | 2610±10       | 2400±20                       | 6,26         | 21,0±0,6     | 42,0±1,2     |
| СЛ-720                | 2300±10       | 2400±20                       | 5,52         | 19,0±0,5     | 38,0±1,0     |
| СЛ-630                | 2000±10       | 2400±20                       | 4,80         | 16,0±0,4     | 32,0±0,8     |
| СЛ-530                | 1690±10       | 2400±20                       | 4,06         | 13,0±0,3     | 26,0±0,6     |

Основные размеры полимерного скального листа **СЛП** при поставке в рулонах

| Марка скального листа | Длина, мм | Ширина вдоль трубопровода, мм | Толщина, мм | Кол-во листов в комплекте | Масса, кг (СЛП комплекта) | Масса, кг (СЛПу комплекта) |
|-----------------------|-----------|-------------------------------|-------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| СЛП-1420              | 4550±2,5  | 2400±2,5                      | 5,0±0,5     | 1                         | 25,6±0,5                  | 34,3±2,6                   |
| СЛП-1220              | 3930±2,5  | 2400±2,5                      | 5,0±0,5     | 1                         | 22,2±0,5                  | 29,7±2,2                   |
| СЛП-1020              | 3300±2,5  | 2400±2,5                      | 5,0±0,5     | 1                         | 18,6±0,5                  | 25,1±1,7                   |
| СЛП-820               | 2670±2,5  | 2400±2,5                      | 5,0±0,5     | 1                         | 15,1±0,5                  | 20,1±1,6                   |
| СЛП-720               | 2350±2,5  | 2400±2,5                      | 5,0±0,5     | 1                         | 13,3±0,5                  | 17,7±1,4                   |
| СЛП-630               | 2070±2,5  | 2400±2,5                      | 5,0±0,5     | 1                         | 11,8±0,5                  | 15,6±1,2                   |
| СЛП-530               | 1760±2,5  | 2400±2,5                      | 5,0±0,5     | 1                         | 9,6±0,5                   | 13,3±1,0                   |

Основные размеры **полимерного скального листа СЛП** при поставке на поддонах

| Марка<br>скального<br>листа | Длина,<br>мм | Ширина вдоль<br>трубопровода,<br>мм | Толщина,<br>мм | Кол-во<br>листов в<br>комплекте | Масса, кг<br>(СЛП<br>комплект<br>а) | Масса, кг<br>(СЛПу<br>комплекта) |
|-----------------------------|--------------|-------------------------------------|----------------|---------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| СЛП-1420                    | 2300±2,5     | 2400±2,5                            | 5,0±0,5        | 2                               | 25,6±0,5                            | 34,3±2,6                         |
| СЛП-1220                    | 2000±2,5     | 2400±2,5                            | 5,0±0,5        | 2                               | 22,2±0,5                            | 29,7±2,2                         |
| СЛП-1020                    | 1680±2,5     | 2400±2,5                            | 5,0±0,5        | 2                               | 18,6±0,5                            | 25,1±1,7                         |
| СЛП-820                     | 1350±2,5     | 2400±2,5                            | 5,0±0,5        | 2                               | 15,1±0,5                            | 20,1±1,6                         |
| СЛП-720                     | 1200±2,5     | 2400±2,5                            | 5,0±0,5        | 2                               | 13,3±0,5                            | 17,7±1,4                         |

**Примечание:**

1. Общая толщина листа – не более 5 мм.
2. Для защиты криволинейных участков трубопроводов изготавливаются ленты СЛП шириной 400...600 мм, длиной не более 10 000 мм.
3. Для обычного исполнения «О» – толщина ламинирующего слоя из полиэтилена 2±0,2 мм. Для усиленного исполнения «У» – толщина ламинирующего слоя из полиэтилена 3±0,2 мм