

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОНТАЖА ТРУБОПРОВОДОВ ПРИ ПРОХОДКЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО СТВОЛА

К.т.н., доцент Ю.А. Пшеничный, ст. гр. Ш-15 В.В. Уманский, ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

Аннотация: разработано предложение по применению закрытых резьбовых втулок для крепления технологических трубопроводов при проходке вертикальных стволов.

Ключевые слова: ствол, проходка, технологические трубопроводы, монтаж, крепление, резьбовая втулка, опалубка, крепежный болт, проходческий цикл.

Наращивание трубопроводов среди всех технологических процессов при проходке вертикального ствола занимает особое место, так как эти работы в стволах, в отличие от проведения горизонтальных и наклонных выработок, невозможно совместить ни с какими операциями в забое. Это связано, в первую очередь, с созданием безопасных условий труда проходчикам за счёт безусловного исключения работ в двух уровнях (друг над другом).

Существует, конечно, вариант крепления трубопроводов к канатам, но он сегодня не нашёл широкого внедрения ввиду ограничения по области применения только для стволов небольшой глубины и необходимостью использования дополнительных лебёдок [1].

При существующей технологии проходки стволов по совмещённой схеме монтаж труб любого назначения (вентиляции, подачи бетона, сжатого воздуха, водоснабжения или водоотлива) производится с полной остановкой всех работ по забою, подъёмом подвесного проходческого полка на 30...50м вверх по стволу, и заключается в одновременном наращивании 20...24м всех трубопроводов. Эти работы при хорошей организации труда в среднем занимают 12...18 часов. После них работы по проходке ствола возобновляются, имеющиеся в районе подвесного полка телескопические устройства труб или гибкие рукава позволяют пройти 20...24м ствола без остановки, после чего наращивание трубопроводов выполняется снова.

И хотя процесс монтажа комплекта труб длится сравнительно недолго, но в случае организации скоростной проходки, когда продолжительность всего проходческого цикла составляет 18...24 часа, из которых наращивание трубопроводов в пересчёте на 1 цикл занимает 2...3 часа, такое положение вещей не может удовлетворить. **Это первая проблема**, которая вынуждает искать новые решения в технологии монтажа труб, сокращающие срок выполнения работ.

Вторая проблема относится к вопросам качества работ и заключается в обеспечении вертикальности наращиваемых трубопроводов. Если для трубопроводов вентиляции, сжатого воздуха, водоподдачи или водоотлива строгая вертикальность крайне желательна, так как она необходима для избежания возможных утечек на стыках труб в случае их перекоса и для соблюдения минимально допустимых зазоров между элементами оборудования в стволе. Для трубопроводов подачи бетонной смеси строгая вертикальность строго обязательна, поскольку при её несоблюдении трубы быстро приходят в негодность (стенки протираются в результате абразивного воздействия бетонной смеси, перемещаемой под действием силы тяжести). В этом случае, возникают небезопасные условия труда для проходчиков, образуются наплывы бетона на внутриванном оборудовании и канатах, протёртая труба подлежит срочной замене на новую, которая может вскоре вновь протереться ввиду существующей искривлённости трубопровода.

Следует отметить, что соблюдение вертикальности ствов труб при их наращивании требует значительных затрат времени на разметку при бурении шпуров для их крепления. При этом могут быть использованы либо дополнительные отвесы, опущенные с поверхности, либо локальные отвесы от предыдущего места крепления. В последнем случае вероятность ошибки является высокой, и сама ошибка может иметь накопительный характер.

В настоящей работе предлагается исключить операции по разметке и бурению шпуров для крепления труб при наращивании трубопроводов за счёт модернизации узла крепления с применением металлических втулок, заранее закреплённых в стенах ствола при бетонировании призабойной металлической опалубки.

Суть предложения состоит в следующем. В процессе укладки бетона к верхней части опалубки в строго определённых местах, имеющих отверстия, производят монтаж резьбовых втулок закрытого типа (рис.1). Втулки длиной 150мм заводят за опалубку через рядом расположенные «карманы» опалубки и фиксируют в соответствующих местах при помощи монтажных болтов. После схватывания бетона перед срывом опалубки на очередную заходку монтажные болты выкручивают, освобождая забетонированные втулки от связи с опалубкой и позволяя последней перемещаться вниз.

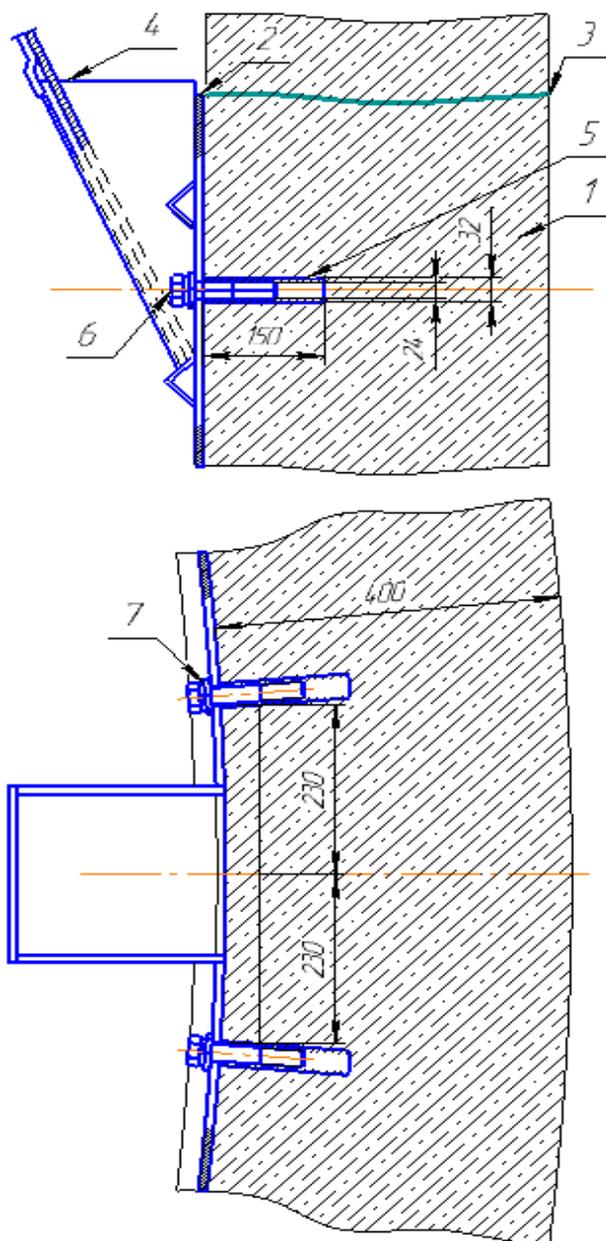


Рис.1 – Крепление втулки к опалубке: 1 - бетонная крепь ствола, 2 – металлическая опалубка; 3 – стык заходок; 4 – карман для подачи бетона; 5 – втулка резьбовая закрытая $\varnothing 32 \times 4 \times 150$; 6 – монтажный болт $M24 \times 120$; 7 – шайба.

Важным моментом данного предложения является выполнение строгих маркшейдерских требований при центрировании стволовой опалубки, причём не только от центральной оси ствола, как это делают сегодня, но и недопущение разворота опалубки в любом направлении. Это требование следует выполнять путём применения 3-х периферийных отвесов или 3-х лазерных указателей направления (ЛУН), расположенных равномерно под 120° друг к другу. После такого центрирования опалубки (по 3-м точкам) резьбовые втулки в бетонной крепи ствола будут располагаться строго по вертикали одна над другой для крепления ставов труб. Расстояние по вертикали между соседними втулками будет равно высоте бетонирования. При сегодняшнем стандарте бетонирования 4м трубы следует изготавливать кратными этой величине: вентиляции – 4м, водоподачи (цементации) и водоотлива – 8м, сжатого воздуха и подачи бетона – 12м. Крепление труб к крепи ствола при помощи хомутов (рис.2 и 3) позволяет иметь некоторую погрешность по высоте бетонирования.

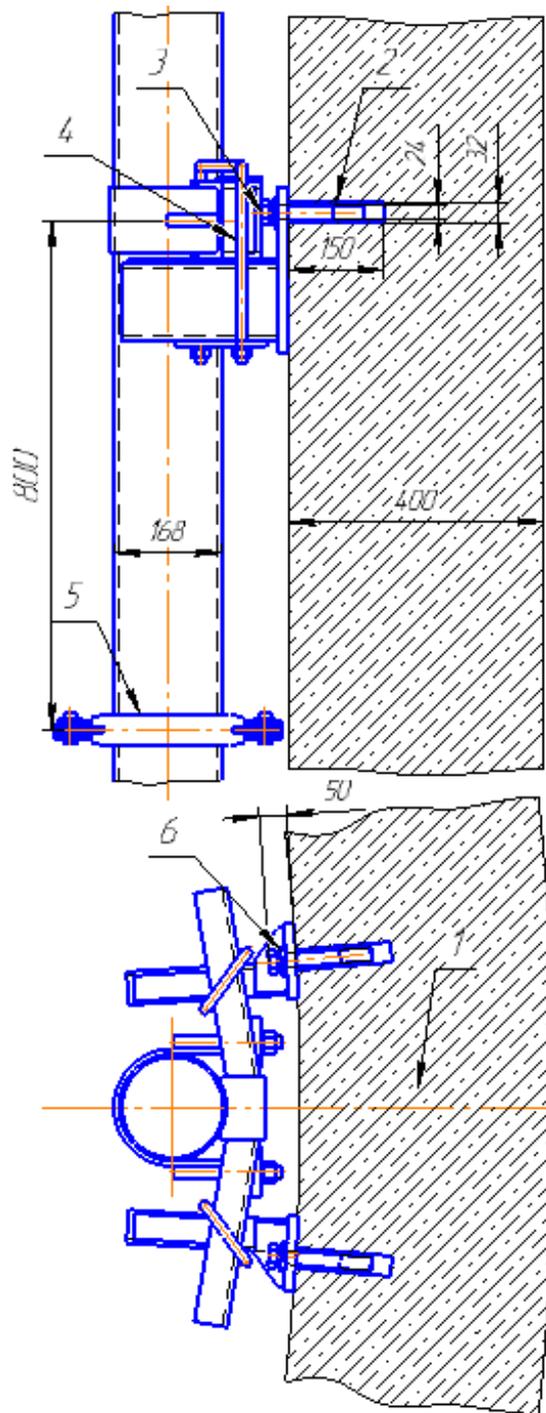


Рис.2 – Крепление труб подачи бетона к крепи ствола:
 1 – бетонная крепь; 2 – втулка резьбовая закрытая $\text{Ø}32 \times 4 \times 150$;
 3 – крепёжный болт $\text{M}24 \times 120 \text{ мм}$; 4 – узел крепления трубы;
 5 – стыковое соединение труб; 6 – шайба.

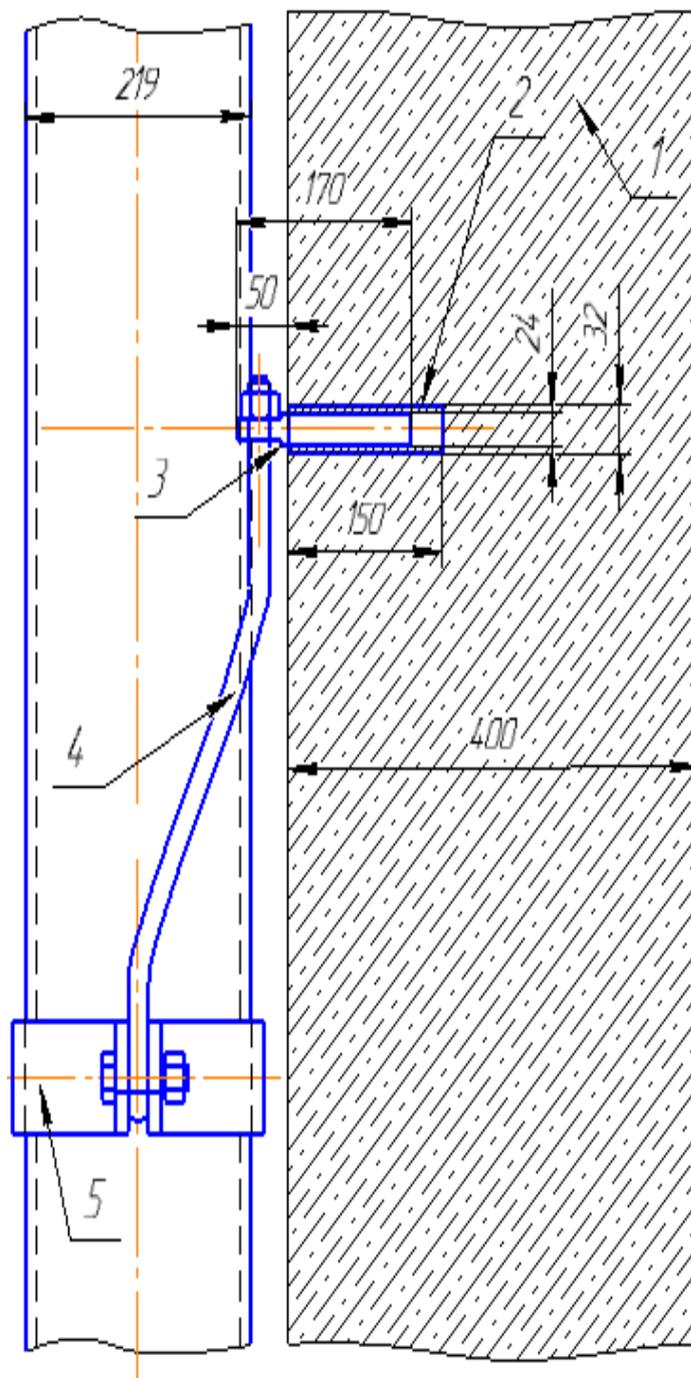


Рис.3 – Крепление труб сжатого воздуха к крепи ствола: 1 – бетонная крепь; 2 – втулка резьбовая закрытая $\text{Ø}32 \times 4 \times 150$; 3 – крепёжный болт $\text{M}24$ длиной 170 мм; 4 – тяга; 5 – хомут.

Забетонированные вышеописанным способом втулки по мере проходки ствола через 5 проходческих циклов «выходят» на верхний этаж полка, с которого монтируют трубы при наращивании технологических ставов (рис.4). Втулки являются местом фиксации комплектов крепления труб к стенам ствола. При этом во втулку на резьбе вкручивают крепёжный болт (поз.3 на рис.2 и 3), заменяющий в стандартном креплении штырь в шпуре.

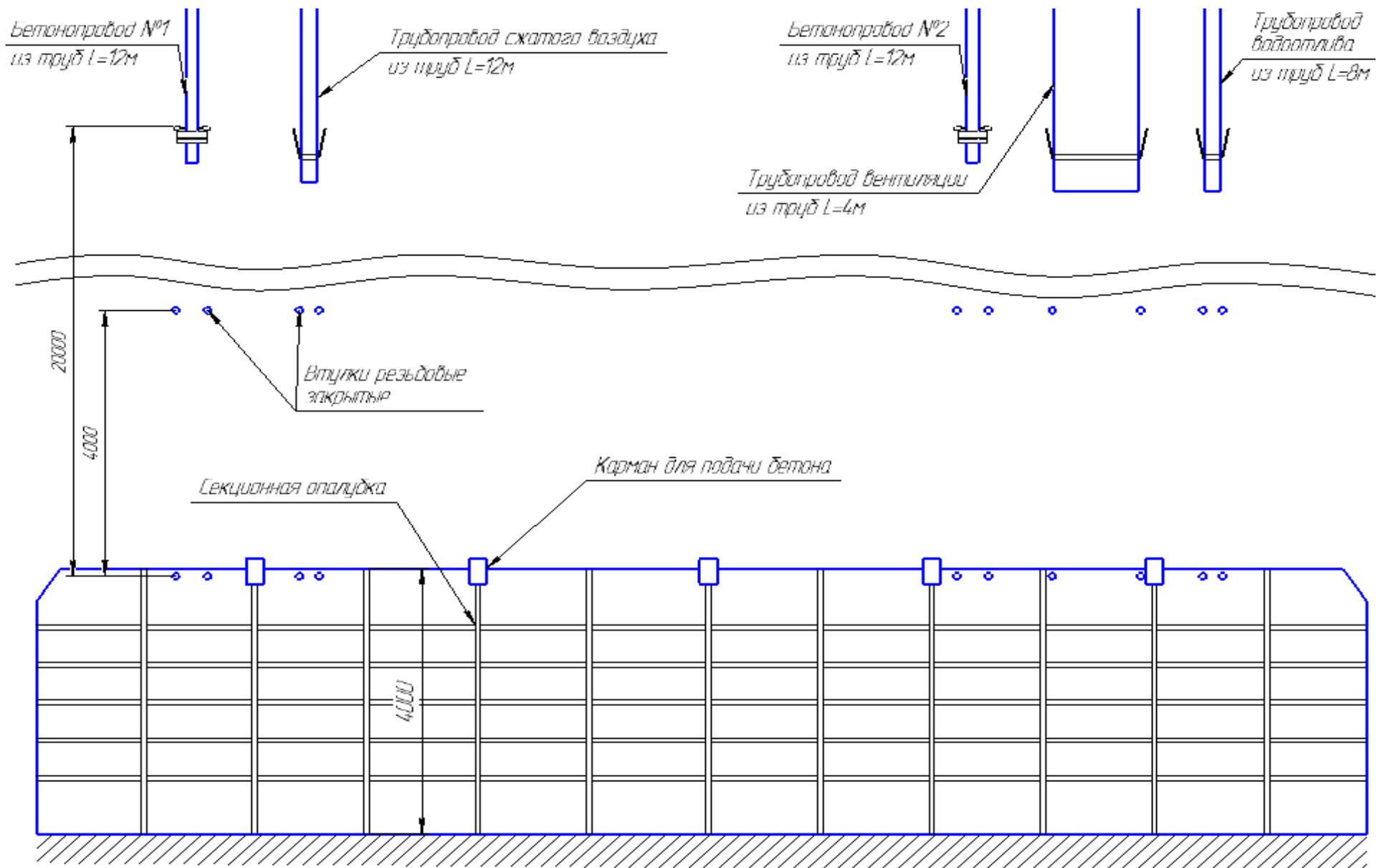


Рис.4 – Развёртка по стенам ствола в призабойной части

Для определения оптимальной длины вылета и диаметра крепёжного болта были выполнены расчёты по методике металлической балки в жёсткой заделке. Предельная нагрузка на конце болта принята из расчёта удержания 2-мя болтами самой тяжёлой трубы (трубы подачи бетона диаметром 168мм с толщиной стенки 12мм длиной 12000мм). Вес такой трубы 5 кН (500кг), нагрузка на 1 болт – 2,5 кН (250кг). Материал болта – Ст3сп.

Для расчета предельного прогиба использована формула из [2]:

$$f_{\max} = \frac{Q \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot I}, \text{ м} \quad (1)$$

где Q – нагрузка, Н;

l – вылет балки, м;

E – модуль упругости, Па;

I – момент инерции, м⁴.

Максимальное нормальное напряжение определялось по формуле из [3]:

$$\sigma_{\max} = \frac{N_{\max}}{A}, \text{ Па} \quad (2)$$

где N_{\max} – максимальная нагрузка, Н;

A – площадь сечения болта, м².

Исходя из максимально возможной длины вылета болта 50мм и максимальной нагрузки на него 2,5кН (250кг), путём инвариантного подбора при помощи онлайн-калькуляторов был определен диаметр $d_{\text{болта}}=12\text{мм}$, который в дальнейшем был пересчитан по сечению в соответствии с требованием о 3-х кратном запасе прочности для шахтных трубопроводов согласно пособия [4].

В результате всех расчётов в качестве крепёжного болта для монтажа всех технологических трубопроводов при проходке ствола принят болт М24х120мм. Данный диаметр болта обеспечит прочность по нормальным напряжениям и не допустит предельного изгиба с необходимым запасом прочности. Соответственно закрытая втулка для крепления болта в неё принята из трубы $\varnothing 32 \times 4 \times 150\text{мм}$ с внутренней резьбой М24.

Выводы: применение разработанных втулок для крепления технологических труб при проходке вертикального ствола позволяет:

1) сократить время на крепление труб по стволу за счёт исключения из процесса наращивания времени на разметку и бурение шпуров в крепи ствола (до 0,5...1 часа в пересчёте на 1 проходческий цикл);

2) улучшить качество монтажа труб по стволу за счёт обеспечения строгой вертикальности ставов труб, закреплённым ко втулкам, центрирование которых производится заранее вместе с призабойной стволовой опалубкой.

Библиографический список:

1. Миндели, Э. О. Сооружение и углубка вертикальных стволов шахт / Э.О. Миндели, Р.А. Тюркян. - Москва : Недра, 1982. – 312 с.
2. Интернет-ресурс: <http://saitinpro.ru/glavnaya/raschety/raschety-km-kg/raschet-balok-na-moment-i-progib/raschet-konsolnoj-balki/>
3. Интернет-ресурс: https://studopedia.su/4_9466_reshenie.html
4. Пособие по проектированию трубопроводов, прокладываемых в подземных выработках (к ВНТП 1-86) – Донгипрошахт. – Донецк.