

# СПОСОБЫ БАЛЛАСТИРОВКИ ПОЛИМЕРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Глеб Сыгуров

При проектировании и строительстве полиэтиленовых трубопроводов, особенно в районах с высоким уровнем грунтовых вод, необходимо учитывать, что полиэтилен имеет низкую плотность – в среднем 0,95 г/см<sup>3</sup>, т.е. трубы из полиэтилена обладают положительной плавучестью.

Для многих территорий РФ характерна проблема высокого уровня грунтовых вод. Их наличие очень затрудняет любые земляные работы, ведь подниматься вода может до 20–30 см от поверхности.

В таких случаях пластмассовые трубопроводы должны проверяться на всплытие (п. 8.101 СП 31.13330.2012).

Основные расчетные положения по балластировке трубопроводов приведены в ВСН 39-1.9-003-98. Ниже приведен оценочный расчет на всплытие без учета взвешивающего действия воды.

Определение силы всплытия ( $F$ ) будет сводиться к нахождению силы Архимеда ( $F_a$ ), действующей вертикально вверх, нагрузки от грунта ( $F_{гр}$ ) и собственного веса трубы ( $F_{вТ}$ ), действующих вертикально вниз.

$$F = F_a - F_{гр} - F_{вТ}$$

Сила Архимеда рассчитывается как

$$F_a = \rho \cdot g \cdot V,$$

где:

$\rho$  – плотность воды (1000 кг/м<sup>3</sup>),

$g$  – ускорение свободного падения (9,81 м/с<sup>2</sup>),

$V$  – объем трубы, погруженной в воду.

Нагрузка от вышележащего грунта:

$$F_{гр} = V_{гр} \cdot m_{гр} \cdot g,$$

где:

$V_{гр}$  – объем грунта над трубой,

$m_{гр}$  – масса грунта засыпки.

Вес трубы:

$$F_{вТ} = L_{отрезка} \cdot m_{тр} \cdot g,$$

где:

$L_{отрезка}$  – длина рассчитываемого отрезка,

$m_{тр}$  – масса 1 метра трубы.

Если результат положительный, то необходимо использовать системы водопонижения для удаления

избыточной воды, что позволит произвести монтаж труб с соблюдением всех соответствующих требований.

Для обеспечения проектного положения полимерных труб на подводных переходах, на участках прогнозируемого обводнения, на участках, обводненных периодически, а также при невозможности избавиться от грунтовых вод в траншее необходимо проводить балластировку трубопроводов, особенно для безнапорных труб большого диаметра.

Существуют несколько основных типов балластировки для полимерных труб:

- бетонные пригрузки;
- чугунные утяжелители;
- грунт обратной засыпки, который закреплен в мешках из нетканного синтетического материала;
- цементно-песчаная смесь или минеральный грунт, закрепленный в мешках из нетканного синтетического материала.

Согласно СП 42-103-2003, балластировку полиэтиленового трубопровода следует производить с применением мешков с песко-цементной смесью. Очень часто проектными организациями для этих целей закладывается применение мешков по ГОСТ 30090-93, без указания материала, используемого для пошива мешков.

В требованиях ГОСТ 30090-93 представлены разнообразные показатели разрывных характеристик тканей, из которых могут быть изготовлены мешки, однако подрядные организации, пытаясь минимизировать затраты, зачастую используют для балластировки трубопроводов тканые полипропиленовые мешки, которые также производятся по ГОСТ 30090-93.

На самом деле полипропиленовые мешки использовать для этих целей нельзя по ряду причин:

- при воздействии ультрафиолетовой составляющей солнечного света материал полипропиленовых мешков подвержен деструкции (разложению), полипропиленовые мешки теряют до 50% прочности за 72 часа воздействия УФ лучей, а существующие светостабилизирующие добавки значительно увеличивают их стоимость;
- прочность материала полипропиленовых мешков не отвечает требованиям ВСН 39-1.9-003-98 (Прил. 1, 2);
- ткань полипропиленовых мешков имеет недостаточные фильтрующие свойства для удержания частиц песко-цементной смеси до ее отверждения;



- полипропиленовые мешки по ГОСТ 30090-93 не имеют встроенных элементов увязывания наполненного мешка, что дополнительно усложняет его монтаж;
- малое удлинение ткани мешка не позволяет балластирующей конструкции достаточно обогнуть верхнюю образующую трубопровода, что создает возможность опрокидывания утяжелителя.

Учитывая недостатки применения в качестве пригрузов полипропиленовых мешков, была разработана более надежная конструкция балластировочного мешка, в соответствии с ГОСТ 30090-93, для балластировки полимерных трубопроводов диаметром от 63 до 560 мм.

Балластирующие мешки изготавливаются из нетканого синтетического материала (НСМ) или композитов на основе НСМ на промышленном швейном оборудовании тяжелого класса.

НСМ для производства балластирующего мешка изготавливается из 100% полиэфирных волокон, имеет высокую фильтрующую способность, обладает повышенной стойкостью к щелочным и кислотным растворам. Материал балластирующих мешков не теряет своих прочностных характеристик при длительном воздействии УФ лучей, при воздействии нефтепродуктов, цементных растворов при температурах от  $-60^{\circ}$  до  $+50^{\circ}$ .

Железобетонные утяжелители предназначены для балластировки магистральных трубопроводов, укладываемых на переходах через реки, водные преграды, на обводненных территориях с высоким уровнем грунтовых вод. Утяжелители рассчитаны на нагрузки, возникающие при складировании, транспортировке, монтаже и протаскивании трубопровода. Обычно диаметр труб, для которых предназначены железобетонные утяжелители, от 300 до 2000 мм.

В настоящее время широкое применение в промышленных масштабах получил метод нанесения на полимерные трубы балластного (бетонного) покрытия. Принцип данного метода, использующийся, например, на ОАО МТЗК, заключается в том, что предварительно

изолированная труба с закрепленными на ней центраторами помещается в оболочку из полиэтилена или металлополимерную оболочку, и пространство между ними заполняется бетонным раствором. По желанию заказчика, для усиления устанавливается жесткий арматурный каркас. Данный вид бетонной балластировки можно рассматривать и как дополнительное защитное покрытие, повышающее надежность как морских подводных трубопроводов, так и трубопроводов, укладываемых в водонасыщенных грунтах (болотах) или речных переходах.

Выбор способа балластировки трубопровода и типа конструкций балластных грузов (или устройств), определение их количества производится проектной организацией и отражается в проекте, исходя из диаметра трубопровода и расчетных нагрузок, действующих на него, геологической характеристики, технологии укладки трубопровода и других условий.

