

УКЛАДКА ГЛУБОКОВОДНЫХ ВЫПУСКОВ СТОЧНЫХ ВОД В МОРЕ

Д. Яфи

Наведена технологическая схема укладки глубоководных выпусков сточных вод в море, плети которых состоят из шарнирно-соединенных секций, опускаемых на дно с плавучих опор и стыкуемых без применения водолазного труда.

Приведена технологічна схема укладання глибоководних випусків стічних вод у море, батігі котрих складаються з шарнірно-з'єднуваних секцій, схиляємих на дно з плавучих опір і стикуваних без застосування водолазної праці.

There is a technological schema of stringing of deep water discharge of sewage waters in the sea. The stalks consist of connected swiveling sections, which are leveled down on the floatation jacket and tied in without a diver's work application.

Особенностями выпусков сточных вод в море являются необходимость их укладки на экологически безопасные глубины (100 и более метров) и их большие диаметры (1000 и более мм) [1].

Выполнение этих требований при существующих способах погружения трубопроводов приводят к недопустимым по прочности их материала (стали) внутренним усилиям [2], что требует разработки специальных инженерных решений, направленных на их снижение.

В работе [3] в качестве такого решения предложено введение разгружающих шарнирных вставок в плеть выпуска, укладываемого способом опускания с плавучих опор.

Как показали результаты выполненных автором экспериментальных исследований [4], укладка моделей подводных трубопроводов без и с шарнирными вставками, введение последних существенно снижает внутренние усилия, что позволило рекомендовать применение предложенного инженерного решения при строительстве глубоководных выпусков в море.

В настоящей статье на рисунке 1 приведена технологическая схема укладки глубоководных выпусков большого диаметра способом опускания с плавучих опор «в одну ступень». По данной схеме плеть укладываемого выпуска состоит из нескольких шарнирно-соединённых звеньев, каждое из которых укладывается на дно подводной траншеи (см. вид. А-А на рис. 1) путём опускания с плавучей опоры. При этом один из концов укладываемого звена лежит на дне траншеи, а другой находится на плавучей опоре, к которой пристыковывается следующее звено через шаровый шарнир. После укладки первого звена плавучая опора перемещается влево, в результате чего происходит опускание второго звена и далее в таком порядке укладывается вся плеть трубопровода на заданную его длину.

Максимальная глубина (Н) укладки трубопровода при таком способе его погружения зависит от длины звена (L) и величины угла (θ) раскрытия шарового шарнира. Длина звена, в свою очередь, зависит от его веса, т.е. «отрицательной плавучести» трубы, заполненной водой (р).

При использовании в качестве шарнирных вставок шаровых шарниров для соединения звеньев трубопровода с максимально допустимым углом их раскрытия, равным 20° [5] и максимально возможном облегчении понтонами опускаемых звеньев выпуска, равным 20 кг/м [6], максимальная глубина укладки по изложенной технологии равна 85 м.

Дальнейшее увеличение глубины погружения звеньев возможно при приложении к верхнему их концу (на плавучей опоре) растягивающего усилия с целью снижения как внутренних усилий, так и угла раскрытия шарового шарнира.

На рис. 2 в качестве примера приведены зависимости максимальной глубины погружения стального трубопровода наружным диаметром 1020 мм и толщиной 10 мм от усилия натяжения при различных значениях веса 1 пог. м. трубы, заполненной водой с облегчением понтонами.

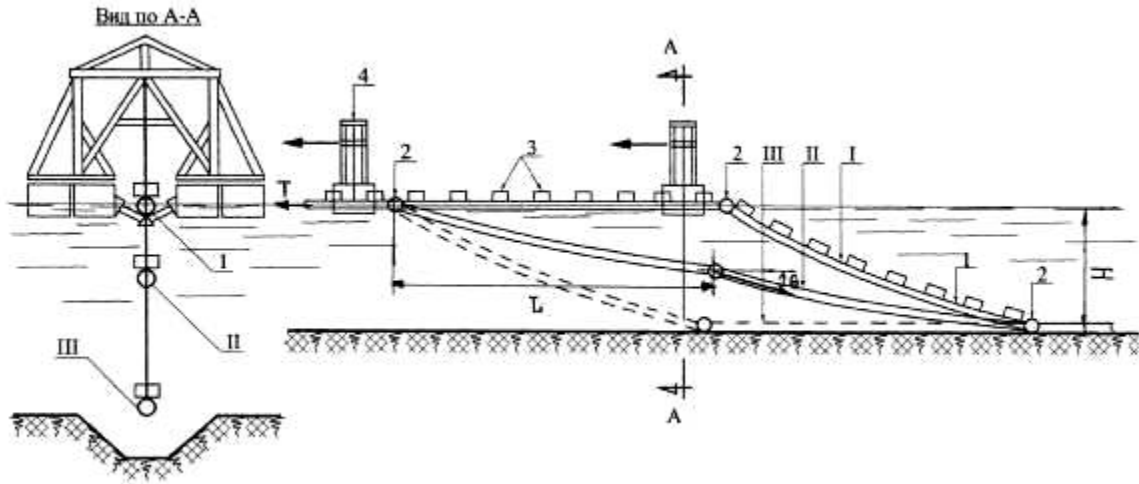


Рис. 1. Схема укладки подводного трубопровода способом опускания отдельных шарнирно-соединенных секций с плавучих опорных точек:

I, II, III – последовательные положения укладываемой секции в процессе погружения;
1 – труба; 2 – технологические шарниры; 3 – разгружающие понтоны; 4 – плавучая опорная точка

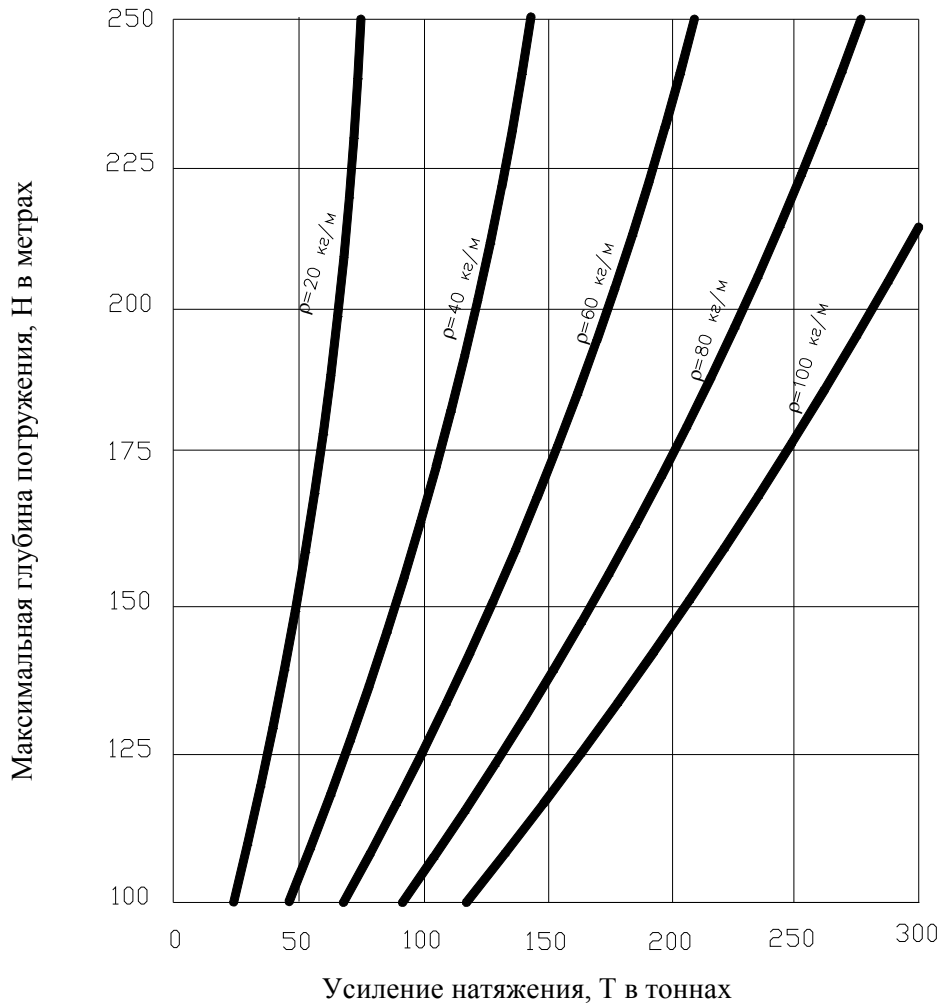


Рис. 2. Результаты расчета подводного стального трубопровода $D_n=1020$ мм и $\delta=10$ мм, укладываемого способом опускания секций с плавучих опорных точек с применением растягивающих усилий и технологических шарниров при $\theta=20^\circ$

Как видно из указанного рисунка, при максимально возможном растягивающем усилии

$T=300$ т и облегчении $p \leq 80$ кг/м рассмотренный выпуск можно уложить на глубину 250 м. Однако длина плети выпуска будет составлять 500 м при глубине погружения 100 м и 1400 м – при глубине 250 м независимо от величины его отрицательной плавучести p [7].

Очевидно, такие плети выпусков будут состоять уже не из одного укладываемого звена, а будут наращиваться на плавучих опорах до требуемой расчетной длины и погружаться по мере наращивания.

При этом следует отметить, что при погружении выпуска «в одну ступень» шарнирные вставки служат главным образом для обеспечения надводной стыковки звеньев, при которой одно из них (на плавучей опоре) должно находиться в горизонтальном положении. При погружении плети, состоящей из нескольких звеньев шарнирные вставки уже служат главным образом для снижения внутренних усилий, величина которого зависит от их количества. Как показывают результаты выполненных автором расчеты укладки выпуска из стальных труб наружным диаметром 1420 мм и толщиной стенки 20 мм, без облегчения с четырьмя шарнирными вставками [7] в плети на глубину 120 м снижение внутренних усилий достигает 65 % (с 4000 МПа до 180,0 МПа).

Кроме указанного эффекта введение шарнирных вставок в укладываемые плети глубоководных выпусков сточных вод в море исключает необходимость применения дорогостоящего водолазного труда для их наращивания из шарнирно-соединенных звеньев.

Список литературы

1. Зац В. И. Возможен глубоководный сброс // В. И. Зац. – Химия и жизнь. – 1973. – № 5. – С. 18-20.
2. Школа А. В. Определение внутренних усилий в стальных глубоководных выпусках городских стоков большого диаметра при их укладке // Школа А. В., Посуховский А. К., Давид Яфи. – Вестник ОГАСА – 2000. – Вып. 3. – С. 123-127.
3. Школа А. В. Сопоставление опытных и расчетных значений основных параметров работы моделей подводных трубопроводов с шарнирными связями в процессе их погружения // Школа А. В., Посуховский А. К., Давид Яфи. – Межведомственный научно-технический сборник НИИИСК. – Вып.55. – Киев, 2001. – С. 190-192.
4. Школа А. В. Экспериментальные исследования работы подводных трубопроводов с шарнирными связями при погружении способом опускания с плавучих опор // Школа А. В., Посуховский А. К., Давид Яфи. – Вестник ОГАСА, 2001. – Вып.4. – С. 123-127.
5. Шкундин Б. М. Землесосные работы в гидротехническом строительстве / Б. М. Шкундин. – М.: «Высшая школа», 1977. – 239 с. с илл.
6. Временные технические указания по расчету устойчивости морских подводных трубопроводов при воздействии волн и течения (ВТУ – 65 – М ПТ). – Баку: ГосНИИпроект «Гипроморнефть», 1966. – 56 с.
7. Д. Яфи. Расчет глубоководных выпусков сточных вод в море // Д. Яфи. – Вісник ОНМУ. – Вип.4. – 2003. – С. 198-200.

Давид Яфи – аспирант кафедры механики грунтов и надежности сооружений Одесской государственной академии строительства и архитектуры.