

Коцюба И.В., Ветошкин Ю.И., Петряев Н.Е., Коробейников Л.С., Бузулуков А.Ю.

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) [petryaevne@mail.ru](mailto:petryaevne@mail.ru)

**ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ НА ЦЕНТРАЛЬНОЕ  
ЛИНЕЙНОЕ РАСТЯЖЕНИЕ ДО РАЗРУШЕНИЯ АРМИРОВАННОЙ  
ПОЛИЭТИЛЕНОВОЙ НЕФТЕПЕРЕГОННОЙ ТРУБЫ С ОПРЕДЕЛЕНИЕМ  
ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК**

**STUDY IN CENTRAL STATISTICAL TEST TO DESTRUCTION OF LINEAR  
EXPANSION OF AN OIL – REINFORCED POLYETHYLENE TUBE DEFINED STRENGTH  
CHARACTERISTICS**

*В процессе испытания армированной полиэтиленовой трубы получены линейные зависимости на диаграмме растяжения между нагрузкой и удлинением, где показаны пределы прочности и пределы текучести соответствующие зоне безопасности - зоне упругости, гарантирующие нормальную работу композитного материала.*

*During the test of the reinforced polyethylene pipe, linear dependence on the chart stretching between the load and elongation, which shows the limits of strength and yield strength corresponding to the security zone - the zone of elasticity to ensure the normal operation of the composite material.*

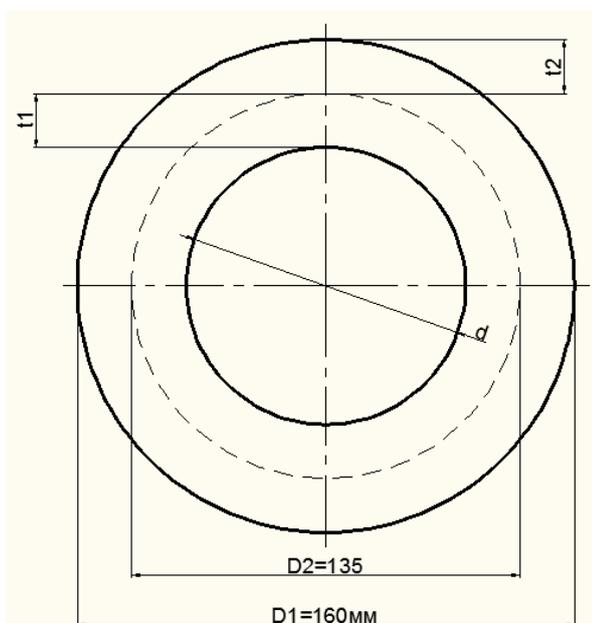


Рис. 1 Нефтеперегонная композитная труба

Геометрические размеры сечения и статические прочностные характеристики материала Полиэтилен – НД:

- вес единицы объема  $q = 1,38 - 1,4 \text{ н/м}^3 \cdot 10^{-4}$ ;
- предел прочности  $\sigma_b$ : при растяжении 25 – 30 МПа, при сжатии 28 – 40 МПа, при изгибе 30 МПа;
- Е – модуль упругости материала  $(0,55 \div 0,88)^3$  МПа;
- вес одного погонного метра трубы – 10кг;
- внешний диаметр:  $D_1 = 160 \text{ мм}$ ,  $D_2 = 135 \text{ мм}$ ;
- внутренний диаметр  $d = 115 \text{ мм}$ ;
- толщина стенки трубы  $t_1 = 12 \text{ мм}$ ,  $t_2 = 10 \text{ мм}$ .

В процессе растяжения образца №4 получены два критерия прочности - это предел текучести в зоне упругости и предел прочности при разрушении самого материала – полиэтилена.

Предел текучести по динамометру машины составил – 23200 кг, т.е. 230,2 кН.

$$\sigma_{\max} = \frac{F_{\max}}{A} = \frac{23200 \text{ кг}}{39,25 \text{ см}^2} = 59,11 \text{ МПа}$$

Площадь растягивающегося сечения трубы:

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi(13,5^2 - 11,5^2)}{4} = 39,25 \text{ см}^2 = 0,003925 \text{ м}^2$$

$$59,11 \text{ МПа} > 30 \text{ МПа}$$

Прочность материала трубы превосходит нормативную в 1,9 раз, т.е. 97% за счет арматуры. Абсолютное удлинение образца №4 после деформации (растяжения) составило  $\Delta l = 8,3$  см. Прочность изделия обеспечена в зоне упругости.

Образцы №3,2,1 были испытаны на прочность сварного шва на осевое растяжение до разрушения.

Образец №3.

$$F_{\max} = 13800 \text{ кг} = 138 \text{ кН}$$

$$\sigma_{\text{нормальное напряжение}} = \frac{F_{\max}}{A} = \frac{13800}{39,25} = 35,16 \text{ МПа}$$

Удлинение  $\Delta l = 5,8$  см.

Образец №2

$$F_{\max} = 15000 \text{ кг} = 150 \text{ кН}$$

$$\sigma = \frac{F_{\max}}{A} = \frac{15000}{39,25} = 38,22 \text{ МПа}$$

Удлинение  $\Delta l = 7$  см.

$$F_{\max} = 9500 \text{ кг} = 95 \text{ кН}$$

$$\sigma = \frac{F_{\max}}{A} = \frac{9500}{39,25} = 24,20 \text{ МПа}$$

Удлинение  $\Delta l = 3,5$  см.

Прочность сварных швов полиэтилена без арматуры соответствует пределу прочности полиэтилена на растяжение в пределах  $\sigma_{np}$  - (25 - 30) МПа.

Учитывая известные значения предела прочности НД – твердого полиэтилена  $[\sigma] = 25 \div 35$  МПа на растяжение и модуль упругости  $E = (0,55 \div 0,80) \cdot 10^3$  МПа – было рассчитано нормальное максимальное напряжение в 28,5 МПа, т.е. получено и обеспечено напряжение в пределах зоны упругости меньше заданного допускаемого напряжения. Прочность обеспечена. Разрушение произошло не по шву электрической сварки муфты, а по основному материалу полиэтилена трубы, что является положительным результатом испытаний.

Выводы:

Для повышения предела прочности трубы и ее сварных швов, следует увеличить площадь сечения стыка – изменяя его геометрию и изменить, если это технологически возможно расположение проволоки – арматуры по отношению друг к другу. Прочность проволоки при диаметре  $d = 3 \div 3,5$  мм составляет 2600 кг.

После сварки швов нельзя сразу снимать сжимающее давление до полного остывания массы полиэтилена, что предаст ему однородную массу и сохраняет площадь сечения (полиэтилен – материал текуч).

В целом испытания показали, что прочностные показатели полиэтилена и сварных швов соответствуют нормативным пределам прочности и статически имеют хорошие показатели.