

Колтюбинговые трубы на основе полимерных материалов

В.В. Шайдаков

д.т.н., профессор, директор¹
v1v2sh50@yandex.ru

В.В. Грогуленко

аспирант¹
grogulenko89@mail.ru

П.Г. Михайлов

аспирант¹
pash_pash88@mail.ru

¹ООО «Инжиниринговая компания «Инкомп нефть», Уфа, Россия

²ОАО НПФ «Геофизика», Уфа, Россия

В статье предложены варианты конструкций колтюбинговых труб на основе полимерных материалов. Описаны результаты проведенного анализа технико-экономических характеристик предлагаемых образцов. Сделаны выводы о возможности применения полимерных колтюбинговых труб.

Материалы и методы

Проектирование образцов металлополимерной колтюбинговой трубы проводилось на основе конструкций металлополимерных трубопроводов. Первоначальное конструирование проводилось в программе «Компас». Все расчеты велись в программе «Microsoft Office Excel».

Ключевые слова

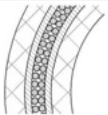
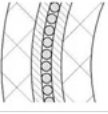
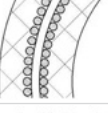

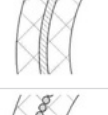
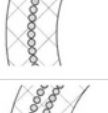
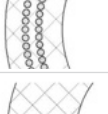
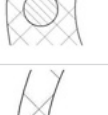
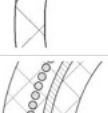
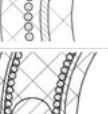

колтюбинг, полимерные материалы, наклонно-направленные и горизонтальные участки скважин, нефтегазовая промышленность

Достоинства применения колтюбинга при бурении скважин, ремонтных работах, а также при каротаже проявляются постоянно. Существует ряд технологических операций, при которых применение гибкой трубы эффективнее других технологий [1]. Одним из методов совершенствования является изготовление трубы на основе полимерных материалов, таких как упрочненные полиэтилен и полипропилен [2]. К тому же внедрение металлополимерных гибких труб может быть выгодно в операциях, где труба менее нагружена, например, при геофизических

исследованиях в наклонно-направленных и горизонтальных участках скважины, промывках [3].

В качестве альтернативы существующей конструкции металлической трубы были предложены варианты гибкой трубы на основе полимерных материалов (таб. 1).

Первоначально была рассчитана теоретическая масса образцов, как сумма масс всех составляющих компонентов. Будем считать, что внутренняя полость трубы заполнена водой. Длина условного трубопровода для всех расчетов равна 1000 метров.

№	Варианты трубы	Внутренний диаметр, мм	Наружный диаметр, мм	Составляющие компоненты
1		33	53	Два слоя металлической ленты, два слоя повива проволоки, полимерный материал
2		33	51	Два слоя металлической ленты, один слой повива проволоки, полимерный материал
3		33	51	Один слой металлической ленты, два слоя повива проволоки, полимерный материал
4		33	53	Два слоя металлической ленты, полимерный материал
5		33	47	Один слой металлической ленты, полимерный материал
6		33	47	Один слой повива проволоки, полимерный материал
7		33	50	Два слоя повива проволоки, полимерный материал
8		33	57	Канаты, полимерный материал
9		33	38	Полимерный материал
10		33	51	Один слой металлической ленты, один слой повива проволоки, полимерный материал
11		33	65	Два слоя металлической ленты, два слоя повива проволоки, канаты, полимерный материал

Таб. 1 — Варианты полимерной трубы

$$M = \sum m_i, \\ m = \rho \cdot S \cdot H,$$

где ρ – плотность материала,
 S – площадь сечения,
 H – длина трубы.

Сводим полученные данные в одну таблицу (таб. 2).

Для наглядности был построен сравнительный график масс всех образцов трубопроводов (рис. 1), где также изображено значение массы металлической колтюбинговой трубы той же длины, представленной на графике под номером 12.

Результаты расчетов показывают, что все

образцы гибкой трубы на основе полимерных материалов за исключением образца №9 имеют большую массу, чем существующая металлическая труба, что не удивительно, так как полимерные трубопроводы обладают большими габаритными размерами.

Далее были рассчитаны показатели статической грузоподъемности всех вариантов труб.

При сравнении показателей статической грузоподъемности (рис. 2) установлено, что большинство образцов полимерной трубы по данному критерию превосходят металлическую колтюбинговую трубу. Однако и массы полимерных колтюбинговых труб

больше массы металлической трубы. В связи с этим для удобства анализа характеристик полученных образцов труб был введен коэффициент пропорциональности, равный отношению максимальной статической грузоподъемности отдельного образца к массе трубопровода в скважине.

$$K = \frac{N}{M}$$

Данное отношение показывает, во сколько раз рассчитанная максимальная нагрузка трубопровода превышает массу трубопровода (таб. 3).

№	Масса, кг						
	Канат	Лента внутренняя	Лента наружная	Проволока внутренняя	Проволока наружная	Полимер	Общая масса
1	–	979,6	1126,6	771,4	808,2	833,7	5375
2	–	979,6	1077,6	771,4	–	783,0	4467
3	–	1028,6	–	734,7	808,2	814,3	4241
4	–	979,6	1077,6	–	–	1032,1	3944
5	–	979,6	–	–	–	715,9	2550
6	–	–	–	734,7	–	745,7	2335
7	–	–	–	734,7	808,2	864,3	3262
8	960	–	–	–	–	1610,8	3426
9	–	–	–	–	–	2338,6	3194
10	–	979,6	–	808,2	–	909,8	3553
11	960	979,6	1420,5	771,4	1028,6	1827,0	7842

Таб. 2 – Массы образцов гибкой трубы

№	Грузоподъемность, кг	Масса, кг	Коэффициент пропорциональности
1	30109	5375	5,60
2	23409	4467	5,24
3	21496	4241	5,07
4	17998	3944	4,56
5	9043	2550	3,55
6	7222	2335	3,09
7	13689	3262	4,20
8	18431	3426	5,38
9	4924	3194	1,54
10	1569	3553	4,41
11	51197	7842	6,53

Таб. 3 – Параметры образцов металлополимерной колтюбинговой трубы

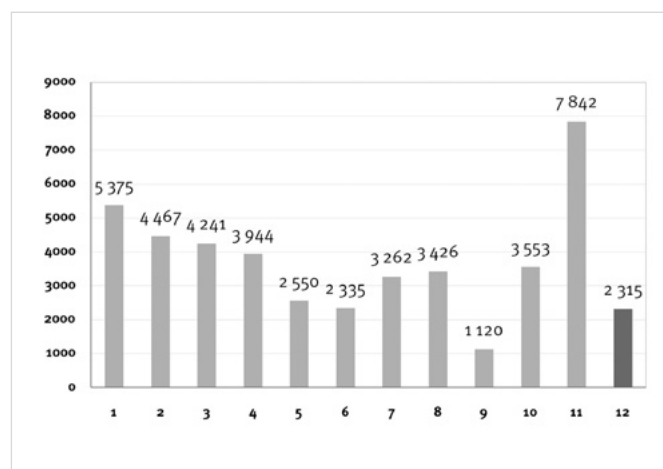


Рис. 1 – Массы образцов гибкой трубы

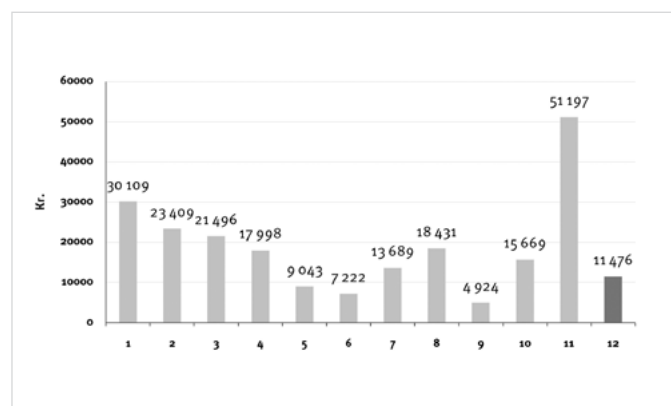


Рис. 2 – Сравнительные значения статической грузоподъемности образцов трубы

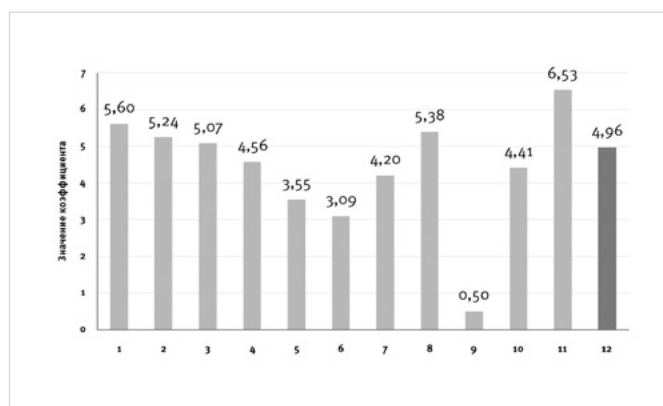


Рис. 3 – Коэффициент пропорциональности образцов трубы, при условной длине трубы 1000 м

Для большей наглядности технических характеристик колтюбинговых труб был построен график допустимой статической нагрузки (рис. 4). Допускаемая статическая нагрузка — разность между максимальной статической грузоподъемностью трубы и ее полной массой с водой. Фактически данный график показывает, какую нагрузку выдержит труба без учета ее собственной массы и массы жидкости во внутренней полости трубы.

Результаты построения свидетельствуют о том, что большинство полимерных гибких труб по данному показателю превосходят значения металлической колтюбинговой трубы, причем некоторые из образцов превосходят существенно. Исходя из этого, можно сделать вывод о перспективности колтюбинговой трубы на основе полимерных материалов. Однако вместе с этим стоит также задаться вопросом и о целесообразности изготовления этих образцов и их экономической эффективности. Именно финансовый эффект от внедрения полимерной трубы будет иметь решающее значение при выборе колтюбинговой трубы.

Следующим шагом в оценке перспективности предлагаемых образцов колтюбинговых труб на основе полимерных материалов был

анализ предварительной стоимости вариантов труб (рис. 5). В связи с тем, что для начала производства данных образцов необходимо провести еще ряд исследований, моделирований и испытаний, на данный момент невозможно оценить реальную стоимость полимерных труб относительно стальной колтюбинговой трубы. Однако исходя из стоимости составных элементов трубопроводов, можно составить картину относительной стоимости образцов, взяв за точку отсчета образец, изготовленной только из полимера.

Итого

Полученные результаты вычислений и аналитических исследований свидетельствуют о перспективности металлополимерных колтюбинговых труб. Дальнейшее изучение свойств труб и усовершенствование конструкций должно привести к тому, что через определенное время некоторые образцы колтюбинговых труб на основе полимерных материалов будут внедряться в отдельных областях промышленности.

Выводы

Очевидно, что для полноценного анализа

перспективности применения полимерных колтюбинговых труб необходимо провести моделирование конструкций труб с помощью программ специального назначения, испытания образцов при рабочих нагрузках и дополнительные исследования технических характеристик образцов. Анализ результатов, полученных на данный момент, показывает, что колтюбинговые полимерные трубы достаточно перспективны для дальнейших исследований и могут в некоторых областях нефтегазовой промышленности составить конкуренцию стальным колтюбинговым трубам.

Список используемой литературы

1. Вайншток С.М., Молчанов А.Г., Некрасов В.И., Чернобровкин В.И. Подземный ремонт и бурение скважин с применением гибких труб. М.: Академия горных наук, 1999. 224 с.
2. Бухаленко Е.И. Нефтепромысловое оборудование: Справочник. 2-е изд. М.: Недра, 1990. 559 с.
3. Вайншток С.М. и др. Опыт эксплуатации установок с длинномерной трубой на барабане // Нефть и капитал, 1998. № 1. С. 71.

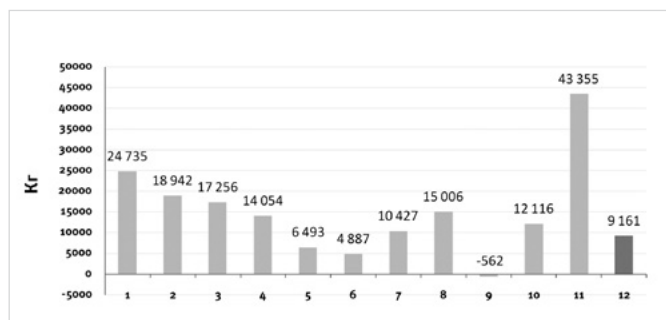


Рис. 4 — Допускаемая статическая нагрузка трубы, при условной длине трубы 1000 м

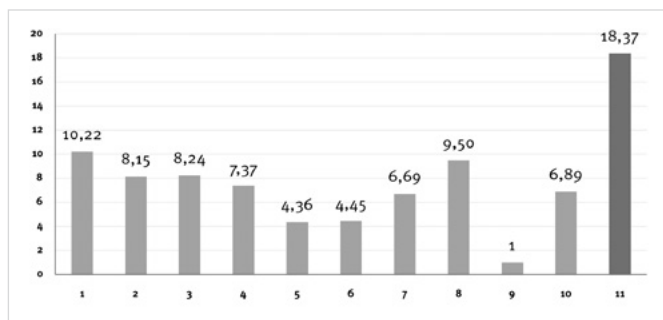


Рис. 5 — Относительная стоимость образцов труб

ENGLISH

PIPES

Coiled tubing pipes based on polymer materials

UDC 621.643

Authors:

Vladimir V. Shaydakov — ph.d., professor, director¹; v1v2sh50@yandex.ru

Vladimir V. Grogulenko — postgraduate²; grogulenko89@mail.ru

Pavel G. Mikhailov — postgraduate²; pash_pash88@mail.ru

¹Engineering company "Inkomp-neft", Ufa, Russian Federation

²NPF "Geophysics", Ufa, Russian Federation

Abstract

The article suggests variants of constructions of coiled tubing pipes based on polymer materials. Describes the results of the analysis of technical and economic characteristics of the proposed designs. Drawn conclusions on possibility of use of polymer coiled tubing pipes.

Materials and methods

Design samples metallopolymer coiled tubing

pipe was based on the designs of metal-pipe. Initial construction was carried out in the «Compass». All calculations were made in the program «Microsoft Office Excel».

Conclusions

Obviously, for a complete analysis of the prospects of application of polymeric coiled tubing is necessary to simulate the structural pipes using special-purpose programs, test samples with additional

workloads and the technical characteristics of the samples. Analysis of the results obtained at this point shows that coiled tubing plastic pipes sufficiently promising for further research and may in some areas of the oil and gas industry to compete with steel coiled tubing pipes.

Keywords

coiled tubing, polymeric materials, deviated and horizontal sections of wells, oil and gas industry

References

1. Vaynshtok S.M., Molchanov A.G., Nekrasov V.I., Chernobrovkin V.I. *Podzemnyy remont i бурение скважин с применением гибких труб* [Underground repair and drilling with coiled tubing]. Moscow: Izdatel'stvo Akademii gornykh nauk, 1999, 224 p.
2. Bukhalenko E.I. *Neftepromyslovoe oborudovanie. Spravochnik. 2-e izd.* [Oil field equipment. Manual. 2-nd issue]. Moscow: Nedra, 1990, 559 p.
3. Vaynshtok S.M. and other authors.

Opyt ekspluatatsii ustanovok s dlinnomernoy truboy na barabane [Experience in operating facilities with a lengthy tube on the drum]. *Neft' i kapital*, 1998, issue 1, p. 71.