

Интернет-журнал «Науковедение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 8, №6 (2016) <http://naukovedenie.ru/vol8-6.php>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/29TVN616.pdf>

Статья опубликована 15.11.2016

Ссылка для цитирования этой статьи:

Грогуленко В.В. Область применения металлополимерных колтюбинговых труб // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №6 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/29TVN616.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

УДК 621.643

Грогуленко Владимир Викторович¹

АО НПФ «Геофизика», Россия, Уфа

Аспирант

E-mail: Grogulenko89@mail.ru

РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=893553

Область применения металлополимерных колтюбинговых труб

Аннотация. В статье представлены результаты исследований металлополимерных колтюбинговых труб различных типов и конструкций. Ранее, путем аналитических исследований были получены 220 вариантов металлополимерных колтюбинговых труб. Автором представлены основные технические параметры металлополимерных колтюбинговых труб, а также определена их область применения. Обосновано применение металлополимерных колтюбинговых труб в таких скважинных операциях, как ликвидация отложений в скважинах, обработка призабойной зоны скважин, вызов притока нефти (газа), промышленные геофизические исследования, удаление жидкости с забоя газовых скважин. Определение области применения металлополимерных колтюбинговых труб проводилось на основании граничных условий эксплуатации труб, реальных скважинных характеристик каждой конкретной скважинной операции, а также значений химической и физической стойкостей материалов труб к применяемым в ходе скважинных работ агрессивным средам. По итогам исследования можно сделать вывод, что в ряде скважинных операций применение металлополимерных колтюбинговых труб будет более оправдано как с технической, так и с экономической точек зрения, чем применение классических стальных колтюбинговых труб. Учитывая также, что изготовление металлополимерных колтюбинговых труб можно полностью проводить на территории РФ, снижается элемент влияния внешнеполитических и экономических факторов на итоговую стоимость изготовления металлополимерных колтюбинговых труб.

Ключевые слова: металлополимерные колтюбинговые трубы; колтюбинг; добыча нефти и газа; скважина

Металлополимерные колтюбинговые трубы – это одно из перспективных направлений нефтяной и газовой промышленности. Объединение преимуществ колтюбинговых труб и геофизического кабеля, достигнутое в *металлополимерных колтюбинговых трубах (МПКТ)*,

¹ 450099, г. Уфа, ул. Б. Бикбая, д. 35

позволяет расширить диапазон применения колтюбинговых труб и снизить стоимость проведения работ за счет применения более дешевых материалов [1].

В рамках проводимых ранее исследований металлополимерных колтюбинговых труб был предложен ряд МПКТ различного конструктивного исполнения [2, 3, 4].

Рассмотрим более подробно трубу КТ1-33/18.

Обозначение КТ1-33/18: КТ – колтюбинговая труба; 1 – тип конструкции №1 в проводимых аналитических исследованиях; 33 – диаметр внутреннего сечения трубы, мм; 18 – максимальное внутреннее давление, Мпа.

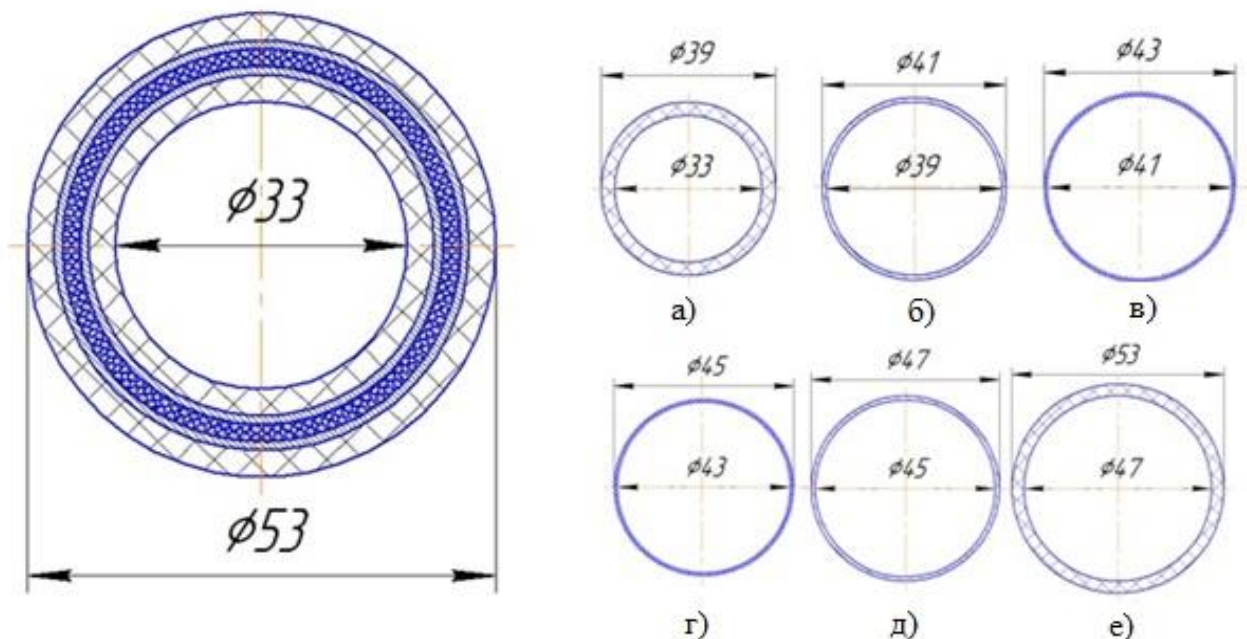


Рисунок 1. Металлополимерная колтюбинговая труба серии КТ1 с внутренним диаметром 33 мм в сборе и ее послойное исполнение: а) внутренний слой полимера; б) внутренний слой ленты; в) внутренний слой проволоки; г) наружный слой проволоки; д) наружный слой ленты; е) наружный слой полимера (составлено автором)

Помимо полимера (полиэтилен LDPE), в составе трубы использовались армирующая стальная проволока (ГОСТ 3282-74) и бронированная стальная лента (ГОСТ 3560-73). Первым внутренним слоем в трубе КТ1-33/18 идет слой полимерного материала. Следующие слои навиваются под определенным углом к оси трубы. Наружным слоем трубы также является полимер. Изготовление трубы возможно по методу экструзии путем выдавливания расплава полимера экструдером и последующего повива прядей армирующих элементов.

У данной трубы в ходе аналитических исследований определены основные технические параметры.

Таблица 1
Основные технические параметры трубы КТ1-33/18 (составлено автором)

№	Параметр	Единица измерения	Значение
1	Удельная масса	кг/м	4,519
2	Статическая грузоподъемность	кг	30109
3	Динамическая грузоподъемность	кг	25091
4	Допустимая нагрузка*	кг	24735
5	Коэффициент пропорциональности**	-	5,6

№	Параметр	Единица измерения	Значение
6	Коэффициент оптимизации***	1/руб.	11,4
7	Максимальное внутреннее давление	МПа	18
8	Прогнозная удельная стоимость	руб./м	575

* Допустимая нагрузка (F) – это масса, которую может выдержать труба кроме своей массы. $F = G - M \cdot L$, кг; где F - допустимая нагрузка образца трубы; G - статическая грузоподъемность образца трубы; M - удельная масса образца трубы; L – глубина скважины. В таблице приведено значение для трубы длиной 1000 м.

** Коэффициент пропорциональности (K_p) - это отношение статической грузоподъемности МПКТ к массе трубы конкретной. $K_p = \frac{G}{m}$; где G - статическая грузоподъемность образца трубы; m – масса трубы конкретной длины. В таблице приведено значение для трубы длиной 1000 м.

*** Коэффициент оптимизации (K_{opt}) – это отношение значения K_p трубы к прогнозной конечной стоимости трубы. $K_{opt} = \frac{K_p}{C}$, 1/руб.; где K_p - коэффициент пропорциональности трубы; C – прогнозная конечная стоимость трубы, руб. В таблице приведено значение для трубы длиной 1000 м. [5]

На основании технических параметров МПКТ были определены граничные условия эксплуатации трубы. Например, на трубе КТ1-33/18 осуществляется спуск оборудования в вертикальный интервал скважины. В зависимости от глубины скважины, от типа проводимой скважинной операции (планируется ли подача жидкости под давлением по внутренней полости трубы), а также от уровня жидкости в самой скважине, меняется максимально-возможная глубина спуска трубы КТ1-33/18 и масса оборудования, подвешиваемого на трубу.

Таблица 1

Параметры трубы КТ1-33/18 (составлено автором)

КТ1-33/18 P max = 18 МПа G = 25091 кг										
	0%		20%		40%		60%		80%	
L, м	M, кг	P, МПа	M, кг	P, МПа	M, кг	P, МПа	M, кг	P, МПа	M, кг	P, МПа
200	1075	2,0	1009	1,6	920	1,2	832	0,8	744	0,4
400	2150	3,9	2017	3,1	1841	2,4	1665	1,6	1488	0,8
600	3225	5,9	3026	4,7	2761	3,5	2497	2,4	2232	1,2
800	4300	7,8	4035	6,3	3682	4,7	3329	3,1	2976	1,6
1000	5375	9,8	5043	7,8	4602	5,9	4161	3,9	3720	2,0
1200	6450	11,8	6052	9,4	5523	7,1	4994	4,7	4464	2,4
1400	7525	13,7	7061	11,0	6443	8,2	5826	5,5	5208	2,7
1600	8599	15,7	8069	12,5	7364	9,4	6658	6,3	5952	3,1
1800	9674	17,6	9078	14,1	8284	10,6	7490	7,1	6697	3,5
2000	10749	19,6	10087	15,7	9205	11,8	8323	7,8	7441	3,9
2200	11824	21,6	11095	17,2	10125	12,9	9155	8,6	8185	4,3
2400	12899	23,5	12104	18,8	11046	14,1	9987	9,4	8929	4,7
2600	13974	25,5	13113	20,4	11966	15,3	10819	10,2	9673	5,1
2800	15049	27,4	14121	22,0	12886	16,5	11652	11,0	10417	5,5
3000	16124	29,4	15130	23,5	13807	17,6	12484	11,8	11161	5,9
3200	17199	31,4	16139	25,1	14727	18,8	13316	12,5	11905	6,3
3400	18274	33,3	17147	26,7	15648	20,0	14148	13,3	12649	6,7
3600	19349	35,3	18156	28,2	16568	21,2	14981	14,1	13393	7,1
3800	20424	37,2	19165	29,8	17489	22,3	15813	14,9	14137	7,4
4000	21499	39,2	20173	31,4	18409	23,5	16645	15,7	14881	7,8

Приведем пример. Допустим, необходимо провести каротаж в скважине глубиной 2400 метров. К трубе будет подвешено геофизическое оборудование массой 200 кг. Уровень жидкости в скважине – 40% от всей глубины скважины. Предусматривается возможность подачи технической воды на забой скважины под давлением 10 МПа. Далее определяем возможность применения в данной операции трубы КТ1-33/18 по таблице. Находим пересечение ячейки с глубиной 2600 и ячеек 40%. Масса трубы на глубине 2600 метров будет равна 11966 кг. С грузом – 12166 кг. Давление жидкости внутри трубы – 15,3 МПа. Эти значения меньше предельных для данной трубы с учетом массы груза, поэтому ячейки окрашены в светлый цвет. Делаем вывод, что труба КТ1-33/18 по основным техническим параметрам способна проводить данную скважинную операцию.

Так как металлополимерная колтюбинговая труба состоит из различных компонентов, то физические и химические свойства каждого компонента также окажут влияние на итоговую область эксплуатации МПКТ.

В ходе исследования был выявлен перечень скважинных работ, для которых сделано предположение о возможности применения в них металлополимерной колтюбинговой трубы КТ1-33/18. Далее тщательно оценивалась сама скважинная работа. Выявлялись характеристики скважинной операции, которые могут ограничить применение МПКТ (необходимость подачи жидкости под давлением с определенным значением; нагрузка на трубу в скважине, воздействие кислот, ингибиторов, щелочей, механических и химических факторов, сопровождающих проведение операции; давление и температура в скважине в процессе проведения операции; дополнительные индивидуальные факторы). Далее выявленные параметры сравнивались с найденными ранее граничными условиями эксплуатации для трубы, а также определялись стойкости компонентов трубы к воздействию факторов и составляющих конкретной скважинной операции. При несовпадении значений делался вывод о невозможности применения МПКТ в данной скважинной операции. Если же граничные параметры эксплуатации МПКТ находились в коридоре допустимых – делался вывод, что данная труба пригодна для проведения данной операции с конкретными ограничениями по различным характеристикам. В итоге, была получена область применения металлополимерной колтюбинговой трубы КТ1-33/18.

1. Ликвидация отложений		2. Обработка призабойной зоны		3. Вызов притока нефти (газа) в скважинах		4. Промысловые геофизические исследования		5. Удаление жидкости с забоя газовой скважины	
A	Ликвидация солеотложений T _{max} ингибитора = 60°C P _{max} =18МПа	A	Закачка соляной кислоты (5%, 10%, 30%, 35%) T _{max} =60°C P _{max} =18МПа	A	Закачка легкой жидкости P _{max} =18МПа T _{max} =90°C	A	Спуск геофизического оборудования G _{max} =250 кН T _{max} =60°C P _{max} =18МПа	A	Закачка ПАВ в скважину T _{max} =60°C Воздействие природного газа T _{max} =90°C
	B	Ликвидация АСПО T _{max} ингибитора = 60°C P _{max} =18МПа	B						
C	Ликвидация песка, окалины, пропанта T _{max} = 90°C P _{max} =18МПа	C	Закачка бифторид фторида аммония T _{max} =60°C P _{max} =18МПа	B	Закачка азота P _{max} = 18 МПа T _{max} = 60°C				
		D	Закачка уксусной кислоты T _{max} =60°C P _{max} =18МПа						
D	Удаление гидратов T _{max} = 90°C P _{max} =18МПа	E	Закачка бензолсульфокислоты T _{max} =60°C P _{max} =18МПа						
Стойкость к сероводороду:		Технический газообразный: T=20°C - Стоек; T=40°C - Стоек; T=60°C - Отн. Стоек Насыщенный водный раствор: T=20°C - Стоек; T=40°C - Стоек; T=60°C - Стоек							
Стойкость к нефти:		Нефть сырая: T=20°C - Стоек; T=40°C - Стоек; T=60°C - Стоек							

Рисунок 2. Прогнозная область эксплуатации металлополимерной колтюбинговой трубы КТ1-33/18 (составлено автором)

На основании полученных данных были сформулированы рекомендации по эксплуатации металлополимерной колтюбинговой трубы КТ1-33/18.

Рекомендации по эксплуатации металлополимерных колтюбинговых труб.

Выявленные свойства и характеристики МПКТ позволяют проводить посредством МПКТ следующие операции в скважине:

- ликвидацию солеотложений в скважине путем закачки по МПКТ в скважину ингибитора солеотложений. Ограничения по температуре ингибитора: 60°C;
- ликвидацию АСПО в скважине путем закачки по МПКТ в скважину ингибитора АСПО. Ограничения по температуре ингибитора: 60°C;
- вымывание песчаных пробок, окалины, пропанта посредством подачи жидкости под давлением по МПКТ в скважину. Ограничения по температуре подаваемой жидкости: 90°C;
- ликвидацию образовавшихся гидратов посредством закачки по МПКТ в скважину горячего соляного раствора. Ограничения по температуре подаваемого раствора: 90°C;
- закачку соляной кислоты (5%, 10%, 30%, 35%) в скважину для карбонатных пластов по МПКТ. Ограничения по температуре подаваемого раствора: 60°C;
- закачку плавиковой кислоты (40%) в скважину для карбонатных пластов по МПКТ. Ограничения по температуре подаваемой кислоты: 60°C;
- закачку бифторид фторида аммония в скважину по МПКТ. Ограничения по температуре подаваемой жидкости: 60°C;
- закачку уксусной кислоты в скважину по МПКТ. Ограничения по температуре подаваемой кислоты: 60°C;
- закачку бензосульфокислоты в скважину по МПКТ. Ограничения по температуре подаваемой кислоты: 60°C;
- вызов притока нефти (газа) в скважине путем закачки по МПКТ «легкой жидкости» в скважину. Ограничения по температуре подаваемой жидкости: 90°C;
- вызов притока нефти в скважине путем закачки по МПКТ азота в скважину. Ограничения по температуре подаваемого азота: 90°C;
- проведение промысловых геофизических исследований в скважине путем спуска геофизического оборудования в скважину на МПКТ. Возможна одновременная подача жидкости в скважину по МПКТ, а также передача сигнала с забоя скважины на устье в режиме реального времени по оптоволоконному кабелю. Ограничения по температуре в скважине: 90°C;
- удаление жидкости с забоя газовой скважины путем закачки поверхностно-активных веществ (ПАВ) на забой по МПКТ. Ограничения по температуре в скважине: 90°C. Ограничения по температуре ПАВ: 60°C.

Все составные компоненты металлополимерных колтюбинговых труб изготавливаются на территории РФ. Производство самой трубы также организовывается внутри страны. В связи с этим, итоговая стоимость металлополимерной колтюбинговой трубы напрямую не зависит от колебания курса национальной валюты. Стоит отметить, что подавляющее

большинство применяемых в РФ колтюбинговых труб поставляется в нашу страну из США и Канады. И с ростом курса доллара США по отношению к российскому рублю, для отечественных компаний становится все дороже в рублевом эквиваленте закупать импортное оборудование. Именно при подобном раскладе становятся экономически эффективными российские аналоги западного оборудования. Конечно, МПКТ не может полностью вытеснить колтюбинговые трубы с отечественного рынка. Однако, есть ряд скважинных работ, в которых применение МПКТ будет также эффективным и с технологической, и с экономической точек зрения. Кроме того, МПКТ можно применять вместо геофизического кабеля в ряде скважинных операций. Достоинствами МПКТ перед геофизическим кабелем являются более жесткая конструкция МПКТ, позволяющая трубе проникать в наклонно-направленные и горизонтальные интервалы скважины, а также наличие внутреннего проходного сечения для возможности подачи жидкости на забой скважины. Достоинствами МПКТ перед стальной колтюбинговой трубой является более гибкая конструкция МПКТ. Известно, что у стальной колтюбинговой трубы существует ограниченный ресурс возможных изгибов вследствие растрескивания стенки трубы. У МПКТ данный ресурс выше исходя из физических свойств применяемых компонентов. Кроме того, МПКТ не подвергается коррозии и агрессивному воздействию сероводорода, а также дешевле в изготовлении.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.В. Шайдаков, В.В. Грогуленко, П.Г. Михайлов. Колтюбинговые трубы на основе полимерных материалов // Экспозиция Нефть Газ. – 2014 - №1 (33) – С. 62-64.
2. В.В. Шайдаков, П.Г. Михайлов, В.В. Грогуленко. Анализ проблем при ремонтных работах с использованием гибкой трубы в колтюбинговых установках // Нефть. Газ. Новации. - 2012 - №6 - С. 92-96.
3. Грогуленко В.В. Конструктивные и эксплуатационные параметры металлополимерных колтюбинговых труб // Фундаментальные исследования. – 2015 – №2-2 – С. 245-250.
4. В.В. Шайдаков, В.В. Грогуленко, П.Г. Михайлов. Конструирование металлополимерных колтюбинговых труб для нефтяной и газовой промышленности // Экспозиция Нефть Газ. - 2015 - №4 (43) - С. 68-70.
5. Грогуленко В.В. Металлополимерные колтюбинговые трубы для нефтяной и газовой промышленности. Монография // Изд-во: Palmarium Academic Publishing (Германия) – 2015 – 136 С.

Grogulenko Vladimir Viktorovich

JSC Geophysics, Russia, Ufa
E-mail: Grogulenko89@mail.ru

Application area of metal-polymer coiled tubing pipes

Abstract. The article presents the results of research metal-polymer coiled tubing pipes of various types and designs. Earlier, by the analyzes have been obtained 220 variants of metal-polymer coiled tubing pipes. Author presents the main technical parameters of etal-polymer coiled tubing pipes and picked their areas of application. The application of metal-polymer coiled tubing pipes: downhole operations such as the elimination of deposits in wells, processing bottom-hole zones of the call flow of oil (gas), field geophysical survey, removing the liquid from the bottom of gas wells. Defining the scope of metal-polymer coiled tubing pipes was carried out on the basis of the boundary conditions of operation of the pipe, the actual characteristics of each individual borehole downhole operations, as well as the values of the chemical and physical stability to the pipe materials used in the borehole works corrosive environments. At the end of the research it can be concluded that in a number of downhole coiled tubing operations, the use of metal-polymer pipes will be more justified from both a technical and an economic point of view than the use of traditional steel coiled tubing pipes. Considering also that the manufacture of metal-polymer coiled tubing pipes can be fully carried out in the territory of the Russian Federation reduced the element of foreign policy and the influence of economic factors on the total cost of production of metal-polymer coiled tubing pipes.

Keywords: metal-polymer coiled tubing pipes; coiled tubing; production of oil and gas; well