

### Література

1. Пат. 57111 Україна, МПК Е 21 В 17/02, Е 21 В 17/042. Різьбове з'єднання обсадних та насосно-компресорних труб / М. Є.Чернова, В. М. Яворський, Б. О. Чернов, В. Б. Чернов. – Заявл. 22.07.10; Опубл. 10.02.11; Бюл. № 3.
2. Чернов Б. О., Чернова М. Є, Чернов В. Б. Підвищення експлуатаційних характеристик обсадних колон шляхом удосконалення конструкцій різьбових з'єднань // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ – Івано-Франківськ: «Факел», 2011. – С. 91–95.

Надійшла 11.06.16

УДК: 622.248.33

**Ю. Л. Кузин**, канд. техн. наук, **Д. А. Судакова**

*Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет»,  
г. Днепр, Украина*

### **О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ИЗОЛЯЦИИ ПОГЛОЩАЮЩИХ ГОРИЗОНТОВ БУРОВЫХ СКВАЖИН**

*Рассмотрены тампонажные термопластичные материалы. Предложено использовать для тампонирувания поглощающих горизонтов бытовые отходы на основе полиэтилентерефталата. Произведен качественный анализ тампонажных материалов. Показано преимущества применения тампонажного материала на основе полиэтилентерефталата.*

**Ключевые слова:** *поглощение промывочной жидкости, тампонаж, термопластичный материал, полиэтилентерефталат.*

#### **Анализ последних исследований и определение нерешенной проблемы**

В качестве тампонажных термопластичных материалов (ТПМ), до настоящего времени, использовались различные полимеры и мономеры относящиеся к группе термопластов. Термопласты характеризуются тем, что могут расплавляться при нагревании и вновь затвердевать при охлаждении. Этот процесс может повторяться многократно, если нагрев не превышает того предела, при котором полимер разлагается.

В промышленных масштабах, в качестве ТПМ применялись только нефтяные битумы. К основным недостаткам битума, как тампонажного материала, относится его способность релаксировать во времени: при перепаде давления 0,3–0,5 МПа он способен течь даже при температуре +15 °С. Расплав битума имеет плотность близкую к плотности воды и в среде промывочной жидкости способен расслаиваться и всплывать. Битум плохо разбуривается и способен загрязнять буровой инструмент. Известны данные о его канцерогенности и вредном влиянии на окружающую среду. Из-за этих и других недостатков, битумы не нашли широкого применения в качестве тампонажного материала.

С целью устранения недостатков присущих смесям на битумной основе, параллельно в Национальном горном университете – под руководством А. М. Бражененко [1] и в Санкт-Петербургском государственном горном институте – В. С. Литвиненко [2], выполнены работы по разработке принципиально новых нетрадиционных технологий тампонирувания поглощающих горизонтов.

Отличительной особенностью предложенных технологии является то, что ТПМ с низкой температурой плавления доставляется в зону осложнения в твердом гранулированном виде, где нагревается до жидкого состояния забойным тепловым

источником, с последующим ее задавливанием в поровое пространство поглощающего или неустойчивого горизонта.

В первом случае [1], в качестве ТПМ предложено применение серы. Твердая сера химически инертна, на нее разрушающе не действуют агрессивные воды. Сера легко разбуривается и не налипает на технологический инструмент. Срок хранения гранулированной серы не оказывает влияния на ее физико-механические свойства. Стоимость серы сопоставима со стоимостью цемента и намного меньше стоимости синтетических смол. Благодаря низкой вязкости расплава как чистой серы, так и серы с добавками пластификаторов она может легко проникать в горные породы с незначительным раскрытием трещин. Хрупкость серы может быть устранена за счет добавки пластификаторов. Прочность тампонажного камня, полученного при остывании расплава серы, сопоставима с прочностью цементного камня, причем в ранней стадии твердения прочность серы на порядок выше прочности на одноосное сжатие цементного камня. Температура плавления тампонажного термопластичного материала можно регулировать введением пластификаторов.

Во втором [2] – органические вяжущие на основе синтетических термопластов, которые позволяют получить прочное и недорогое беструбное крепление. Полиэтилен и полипропилен не имеют экологических противопоказаний при креплении и проведении изоляционных работ в скважине. Гранулированные композиционные составы с органической матрицей и минеральными наполнителями соответствуют условиям экологически чистого беструбного крепления и изоляции осложненных интервалов скважин.

Недостатками технологий является: отсутствие надежных скважинных средств нагрева исходного материала и задавливания (транспортирования) в поглощающий горизонт расплава ТПМ; значительные временные затраты при плавлении ТПМ в скважинных условиях, обусловленные большими тепловыми потерями; предложенные тампонажные материалы многокомпонентны, что влечет за собой предварительную подготовку смесей и, как следствие их, удорожание.

Тампонажные материалы, применяемые для изоляции поглощающих горизонтов, при твердении не должны давать усадки с образованием трещин, не растекаться в трещинах, должны обладать хорошей сцепляемостью с горными породами, быть устойчивыми к воздействию вод и перепадов давлений. Кроме того эти материалы должны быть однокомпонентными, технологичными при доставке в зону тампонирувания, легко разбуриваться и смываться с бурового инструмента и обладать плотностью выше плотности очистного агента.

Цель настоящей работы – повышение эффективности изоляционных работ за счёт применения термопластичных смесей на основе полиэтилентерефталата.

С целью устранения недостатков, присущих технологиям применения ТПМ, предлагается новая технология изоляции поглощающих горизонтов ТПМ, основанная на применении полиэтилентерефталата. Отличительной особенностью технологии является то, что ТПМ доставленный в зону осложнения в виде цилиндрически-полого цилиндра, расплавляется под действием положительных температур забойного теплового источника контактного типа с последующим задавливанием полимера в поглощающий горизонт и остыванием с формированием непроницаемой, малообъемной изоляционной оболочки.

Для реализации предлагаемой технологии, необходимо выполнить следующие технологические операции, поэтапно выполнить: транспортировку ТПМ к поглощающему горизонту по стволу скважины, плавление ТПМ и задавливание ТПМ в каналы поглощения.

Областью применения разрабатываемой технологии является изоляция поглощающих горизонтов в буровых скважинах различного целевого назначения, представленные кристаллическими горными породами с полным, интенсивным или катастрофическим поглощением промывочной жидкости.

Для реализации предложенной технологии в качестве тампонажного термопластичного материала предлагается использовать полиэтилентерефталат (ПЭТ)[3]. Физические свойства полиэтилентерефталата приведены в табл. 1 [4].

Таблица 1. Физические свойства ПЭТ

Свойство	Единица измерения	Значение
Плотность: аморфного ПЭТ	г/см <sup>3</sup>	1,33
кристаллического ПЭТ	г/см <sup>3</sup>	1,45
аморфно-кристаллического ПЭТ	г/см <sup>3</sup>	1,38-1,40
Предел прочности при: растяжении	МПа	172
изгибе	МПа	50-70
сжатии	МПа	80-120
Модуль упругости при растяжении	МПа	1,41·10 <sup>4</sup>
Относительное удлинение при разрыве	%	12-55
Ударная вязкость	кДж/м <sup>2</sup>	30
Твердость по Бринеллю	МПа	100-120
Водопоглощение за 24 часа	%	0,3
Температура плавления	°С	255-265
Температура размягчения	°С	245-248
Температура разложения	°С	350
Коэффициент теплового расширения		6,55·10 <sup>-4</sup>
Теплопроводность	Вт/(м·К)	0,14
Морозостойкость	°С	-50
Диэлектрическая проницаемость при 10 <sup>6</sup> Гц		3,1

Полиэтилентерефталат является одним из самых распространенных полимеров. Из ПЭТ в мире выпускается около 65 млн. тонн различной продукции (волокна, нити, пленки, бутылки и т.д.). Одной из немаловажных причин, обуславливающих столь бурное развитие производств ПЭТ, является то, что из всех видов синтетических полимеров его производство является самым экологически чистым, так как единственным побочным продуктом процесса его получения является реакционная вода. Основные стадии процесса его изготовления осуществляются в вакууме, в связи с чем эмиссии в окружающую среду практически отсутствуют.

Отходы ПЭТ относятся к 5 классу (самые безопасные) и при их сжигании не выделяется диоксины, поскольку в ПЭТ не содержится хлор. Токсичность ПЭТ при сжигании идентична сжиганию дров.

В связи с вводимым в Украине отдельным сбором твердых бытовых отходов должны резко вырасти объемы использования вторичного ПЭТ, из которого уже в настоящее время в Украине выпускается около 50 тыс.т./год различных видов текстильных изделий.

Полиэтилентерефталат - синтетический линейный термопластичный полимер, принадлежащий к классу полиэфиров. Продукт поликонденсации терефталевой кислоты и моноэтиленгликоля. Полиэтилентерефталат обладает способностью существовать в аморфном или кристаллическом состояниях, причем степень кристалличности определяется термической предисторией материала.

При быстром охлаждении полиэтилентерефталат аморфен. Аморфный полиэтилентерефталат - твердый прозрачный материал. Товарный полиэтилентерефталат выпускается обычно в виде гранулята с размером гранул 2–4 мм.

Полиэтилентерефталат обладает высокой механической прочностью (табл. 1) и ударостойкостью, устойчивостью к истиранию и многократным деформациям при

растяжении и изгибе и сохраняет свои высокие ударостойкие и прочностные характеристики в рабочем диапазоне температур от -40 до +60 °С, ПЭТ отличается низким коэффициентом трения и низкой гигроскопичностью. Общий диапазон рабочих температур изделий из полиэтилентерефталата от -60 до +170 °С.

ПЭТ – хороший диэлектрик, электрические свойства полиэтилентерефталата при температурах до +180 °С даже в присутствии влаги изменяются незначительно. По сопротивляемости агрессивным средам ПЭТ обладает высокой химической стойкостью к кислотам, щелочам, солям, спиртам, парафинам, минеральным маслам, бензину, жирам, эфиру. Имеет повышенную устойчивость к действию водяного пара. В то же время ПЭТ растворим в ацетоне, бензоле, толуоле, этилацетате, четыреххлористом углероде, хлороформе, метилхлориде и метилэтилкетоне.

Полиэтилентерефталат характеризуется отличной пластичностью в холодном и нагретом состоянии.

Термодеструкция полиэтилентерефталата происходит в температурном диапазоне +290°С...+310°С. Деструкция происходит статистически вдоль полимерной цепи. Основными летучими продуктами являются терефталевая кислота, уксусный альдегид и монооксид углерода. При +900°С генерируется большое число разнообразных углеводородов. В основном летучие продукты состоят из диоксида углерода, монооксида углерода и метана.

Для повышения термо-, свето-, огнестойкости, фрикционных и других свойств в полиэтилентерефталат вводят различные добавки. Используют также методы химического модифицирования различными дикарбоновыми кислотами и гликолями, которые вводят при синтезе ПЭТ в реакционную смесь.

Тампонажные материалы должны соответствовать определенным требованиям технического и технологического характера. Их соблюдение во многом обуславливает технико-экономическую эффективность проведения работ. Результаты сопоставления известных тампонажных материалов и ПЭТ этим требованиям приведены в табл. 2.

**Таблица 2. Соответствие тампонажных материалов требованиям технического и технологического характера**

Требование	Тампонажный материал			
	Цемент	Битум	Сера	ПЭТ
<b>К раствору (расплаву)</b>				
Хорошая текучесть	+	+	+	+
Способность проникать в трещины	+	+	+	+
Седиментационная устойчивость	-	-	+	+
Инертность к окружающей среде	-	+	+	+
Возможность регулирования реологических свойств	+	+	+	+
<b>К тампонажному камню</b>				
Хорошая сцепляемость с горными породами	-	-	-	-
Устойчивость к размывающему действию пластовых вод	+	+	+	+
Легкая разбуриваемость	+	-	+	+
Способность к релаксации	+	-	+	+
Водонепроницаемость	+	+	+	+
Высокие физико-механические свойства	+	-	-	+
Низкий коэффициент трения	-	-	-	+
<b>К исходному сырью</b>				
Быть недефицитным	+	+	+	+
Стоимость за тонну, грн	1500	8000	2900	2500
Не ухудшать своих свойств при хранении	-	-	+	+
Не оказывать вредного воздействия на окружающую среду	+	+	+	+

В результате сопоставления известных тампонажных материалов и ПЭТ требованиям технологического и экономического характера позволяет сделать вывод о том, что ПЭТ вполне может быть рекомендовано к применению для изоляции поглощающих горизонтов.

### **Выводы**

В качестве тампонажного материала для изоляции поглощающих горизонтов буровых скважин предложено использование бытовых отходов на основе полиэтилентерефталата. Произведен качественный анализ тампонажных материалов. Показано превосходство ПЭТ над существующими тампонажными материалами.

*Розглянуто тампонажні термопластичні матеріали. Запропоновано для тампонування поглинаючих горизонтів використовувати побутові відходи на основі поліетилентерефталату. Призведено якісний аналіз тампонажних матеріалів. Показано переваги застосування тампонажного матеріалу на основі поліетилентерефталату.*

**Ключові слова:** *поглинання промивальної рідини, тампонаж, термопластичний матеріал, поліетилентерефталат.*

### **ABOUT THE POSSIBILITY OF USING DOMESTIC WASTES FOR ISOLATION CIRCULATION HORIZON DURING DRILLING**

*Plugging thermoplastic materials have been examined. It is proposed to use plugging absorbing horizons waste polyethyleneterephthalate. Produced qualitative analysis of backfill materials. Displaying the advantages of the use of grouting material based on polyethyleneterephthalate.*

**Key words:** *washing liquid absorption, plugging, the thermoplastic material, polyethyleneterephthalate.*

### **Литература**

3. Судаков А. К. Технология изоляции зон поглощения буровых скважин с применением термопластичных материалов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.15.10. – «Бурение скважин». – Днепропетровск, 2000. – 18 с.
4. Танинский П. Ю. Выбор легкоплавких связующих материалов для экологически чистого беструбного крепления скважин: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.15.14. – «Технология и техника геологоразведочных работ». – Санкт-Петербург, 2000. – 20 с.
5. Пат. 106505 Україна. МПК E21B 33/10. Тампонажна суміш / А. К. Судаков, Ю. Л. Кузин, Д. А. Судакова. – Заявл. 12.11.15; Друк. 25.04.16; Бюл. № 8.
6. Что надо знать про ПЭТ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://nevapet.ru/articles/2013-01-16>.

*Поступила 13.06.16*