

4. Grishaieva N. Yu. (2005). *Priamyie I obratnye zadachi konstruirovaniia napolnennykh polimernykh kompozitsii s uchetom vliianiia adgezii na effektivnyie deformatsionno-prochnostnyie harakteristiki [Direct and inverse problems of the construction of filled polymer compositions, taking into account the influence of adhesion on effective deformation strength properties]*. Tomsk [in Russian].

5. Gudz R., Petliovanyi A. (2003). *Kompleksnyi metod granychnykh elementiv pry modeliuvanni fizychnykh protsesiv u tilakh z kompozytsiinykh materialiv [Complex method of boundary elements in the simulation of physical processes in bodies of composite materials]*. *Visnyk Lvivskogo universytetu. - Visnyk of Lviv University*, 7, 148-155. [in Ukrainian].

УДК: 622.248.33

DOI: 10.33839/2223-3938-2018-21-1-102-112

А. К. Судаков, д-р техн. наук, **Ю. Л. Кузин**, канд. техн. наук, **Д. А. Судакова**, асп.

*Национальный технический университет «Днепровская политехника»,
пр. Дмитрия Яворницкого, 19, 49005, Днепр, E-mail: sudakovy@ukr.net*

Результаты исследований физико-механических свойств тампонажного термопластичного композиционного материала на основе полиэтилентерефталата

Целью работы является установление закономерности изменения свойств тампонажного термопластичного композиционного материала от его состава, обоснование и разработка рекомендаций по изготовлению термопластичного композиционного материала на основе вторичного полиэтилентерефталата.

Поставленные задачи решались комплексным методом исследования, включающим анализ и обобщение литературных и патентных источников, проведение экспериментальных исследований. Обработка экспериментальных данных проводилась на ПЭВМ с использованием методов математической статистики. Экспериментальные исследования выполнены с использованием положений общей теории научного эксперимента и теории случайных процессов.

Приведены результаты исследования физико-механических свойств тампонажного термопластичного композиционного материала на основе полиэтилентерефталата. Определены механические свойства полиэтилентерефталата и полиэтилентерефталата с добавками наполнителей, поливинилхлорида и полиэтилена. Дана оценка влияния добавок на свойства тампонажного термопластичного композиционного материала на основе полиэтилентерефталата. Обоснована оптимальная рецептура тампонажного термопластичного композиционного материала.

Впервые обоснована и доказана возможность применения для изоляции поглощающих горизонтов буровых скважин в качестве тампонажного термопластичного материала бытовых отходов на основе полиэтилентерефталата.

На основании проведенных исследований физико-механических свойств показана возможность применения в скважинных условиях тампонажного термопластичного композиционного материала на основе полиэтилентерефталата. Обоснован состав тампонажного термопластичного композиционного материала на основе полиэтилентерефталата. Разработана технология изготовления тампонажного термопластичного композиционного материала.

Результаты исследований нашли практическое применение при: разработке технологии изготовления термопластичного тампонажного композиционного материала; разработке технологии изоляции поглощающих горизонтов; разработке технологического регламента изоляции поглощающих горизонтов; опытно-промышленном внедрении технологии изоляции поглощающих горизонтов термопластичными тампонажными композиционными материалами.

Ключевые слова: бурение скважин, поглощающий горизонт, тампонажные материалы.

Процесс бурения скважин связан с геологическими осложнениями. Наиболее частыми видами осложнений, нарушающих технологию буровых работ, является поглощение буровых и тампонажных растворов.

Ежегодные затраты на борьбу с осложнениями составляют от 8 % до 16 % календарного времени бурения и от 5% до 10% финансовых средств [1]. При этом, материальные расходы не подвергаются строгому учету. Выполненный анализ применения технологий борьбы с поглощениями показывает, что их эффективность в среднем составляет 30 %. Затраты времени в общем балансе на бурение возрастают до 18-23 % [1, 2].

Это обусловлено тем, что для ликвидации поглощения промывочной жидкости применяются недостаточно эффективные тампонажные материалы, которые готовятся на водной основе с введенным в его состав минераловязущих или синтетических веществ.

Основными недостатками этих материалов является то, что они обладают большой чувствительностью к разбавлению водой. При тампонировании растворы легко перемешиваются с промывочной жидкостью и пластовыми водами, особенно при наличии межпластового перетекания. Происходит разубоживание, седиментация тампонажных растворов, что ведет к повышению времени схватывания, растеканию на значительные расстояния от скважины, и как следствие ведет к перерасходу тампонажных смесей, необходимости повторения операций по тампонированию. На практике, при ликвидации поглощения промывочной жидкости расходуются тонны, десятки тонн цемента [3].

Имеют определенный интерес тампонажные растворы на основе термопластичных, неразубоживаемых пластовыми водами материалов с низкой температурой плавления, расплав которых может легко проникать в каналы поглощения промывочной жидкости и твердеть там.

К настоящему времени из термопластичных материалов применялись смеси на основе битума [4], серы [5] и синтетических термопластов (полиэтилен, полипропилен) [6]. Физико-механические свойства этих веществ достаточно хорошо известны и подробно освещены в литературных источниках. Из положительных свойств, что способствует их применению в качестве тампонажного материала, следует отметить такие, как неразубоживаемость водой и нерастворимость в ней. Их плавление происходит при сравнительно невысокой температуре, и они не теряют своих свойств после повторных циклов плавления и застывания. Эти материалы являются достаточно долговечным гидроизоляционным материалом, которые имеют высокую антикоррозийную стойкость в агрессивных средах.

Но применение этих материалов ограничено и их недостатки рассмотрены в работах, опубликованных ранее [7].

Для кардинального решения проблемы изоляции поглощающих горизонтов необходимо использовать последние достижения фундаментальных наук, идти не только по пути известных, традиционных технологий, но и находить принципиально новые решения. Поэтому исключительно важное значение имеет проблема разработки нетрадиционных технологий изоляции поглощающих горизонтов с использованием более эффективных тампонажных материалов.

В Национальном техническом университете «Днепровская политехника», на протяжении ряда лет ведутся работы по разработке нетрадиционных технологий ликвидации поглощений промывочной жидкости. Ранее были выполнены работы результаты которых приведены в [3]. На современном этапе эти работы получили дальнейшее развитие, в результате которого разработаны: концепция численного моделирования [8] и модель процесса тампониования поглощающего горизонта термопластичными материалами [9]; криогенная технология изоляции поглощающих горизонтов с применением традиционных тампонажных материалов [10]; разработана математическая модель [11] и произведено численное моделирование криогенной технологии изоляции поглощающего горизонта [12, 13].

Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы, которым посвящается данная статья – разработка технологий изоляции поглощающих горизонтов основанных на применении неразубоживаемых, инертных к воздействию вод материалов.

Идея работы, заключается в применении инертных, термопластичных бытовых отходов, неразубоживаемыми пластовыми водами с низкой температурой плавления, расплав которых, проникая в каналы поглощения промывочной жидкости, затвердевает там, образуя малообъемную, надежную, непроницаемую изоляционную оболочку вокруг ствола буровой скважины.

Целью работы является установление закономерности изменения свойств тампонажного термопластичного композиционного материала от его состава и на этой основе, обоснование и разработка рекомендаций по изготовлению термопластичного композиционного материала на основе вторичного полиэтилентерефталата.

Обоснование применения и описание выбранной автором методики

В основу работы, которая выполняется в НТУ «Днепровская политехника», поставлена задача усовершенствования способа тампонирования проницаемых горизонтов буровых скважин, в котором применение принципиально нового тампонажного термопластичного композиционного материала (ТПКМ), с механическими свойствами горной породы, обеспечивает повышение надежности изоляционных работ, улучшение условий труда и существенное сокращение материальных затрат на тампонирование зон осложнений.

Лабораторные исследования проводились в лабораториях кафедр техники разведки МПИ (ТРМПИ) и строительства, геотехники и геомеханики (СГГ) Национального горного университета.

Объектом лабораторных исследований является ТПКМ на основе полиэтилентерефталата ПЭТа с добавками наполнителей и пластификаторов. Исходными материалами для проведения лабораторных исследований являются:

- вторичный ПЭТ;
- гравий;
- вторичная минеральная вата.

Изложение основного материала исследования

Приготовление ТПКМ заключается в нагреве, плавлении и перемешивании до получения однородной массы его компонентов. После чего расплав формовался в емкости, предназначенные для проведения соответствующих исследований.

Механические свойства ТПКМ. С целью оптимизации (обоснования) рецептуры ТПКМ авторами обобщены результаты исследований прочностных характеристик ТПКМ. Результаты представлены в табл. 1.

Из табл. 1 следует, что наилучшие механические (прочностные) свойства имеет ТПКМ с гравием, крупность которого не превышает 0,5 мм. Так по сравнению с ТПКМ, с гравием крупностью:

Таблица 1. Сравнение прочностных характеристик ТПКМ

Рецептура	$\overline{\sigma}_{сж}$, МПа	$\Delta\sigma_{сж}$, МПа	$\pm\Delta\sigma_{сж}$, %
Тампонажный камень на цементной основе с гравием, соотношение 1:1, в возрасте 10 сут.	10	1	0
ПЭТ + Гравий: Соотношение 1:1; d <0,5мм	52,60	5,26	+426,00
ПЭТ + Гравий: Соотношение 1:2; d <0,5 мм	44,10	4,41	+341,00

Рецептура	$\overline{\sigma}_{сж}$, МПа	$\Delta\sigma_{сж}$, МПа	$\pm\Delta\sigma_{сж}$, %
ПЭТ + Гравий: Соотношение 1:3; d < 0,5 мм	33,00	3,30	+230,00
ПЭТ+ Гравий: Соотношение 1:4; d < 0,5 мм	20,60	2,06	+106,00
ПЭТ+ Гравий : Соотношение 1:1; d=0,5...1,0 мм	36,00	3,60	+260,00
ПЭТ+ Гравий : Соотношение 1:2; d=0,5...1,0 мм	25,80	2,58	+158,00
ПЭТ+ Гравий : Соотношение 1:3; d=0,5...1,0 мм	25,10	2,51	+151,00
ПЭТ+ Гравий: Соотношение 1:4; d=0,5...1,0 мм	18,90	1,89	+89,00
ПЭТ + Гравий: Соотношение 1:1; d=1,0...3,0 мм	20,70	2,07	+107,00
ПЭТ+ Гравий: Соотношение 1:2; d=1,0...3,0 мм	24,00	2,40	+140,00
ПЭТ + Гравий: Соотношение 1:3; d=1,0...3,0 мм	17,70	1,77	+77,00
ПЭТ + Гравий: Соотношение 1:4; d=1,0...3,0 мм	9,20	0,92	8,00
ПЭТ + Гравий: Соотношение 1:1; d=3,0...5,0 мм	18,90	1,89	+89,00
ПЭТ + Гравий: Соотношение 1:2; d=3,0...5,0 мм	15,30	1,53	+53,00
ПЭТ+ Гравий: Соотношение 1:3; d=3,0...5,0 мм	9,40	0,94	-6,00
ПЭТ+ Гравий: Соотношение 1:4; d=3,0...5,0 мм	4,70	0,47	-53,00
ПЭТ + Минвата: Соотношение 10:0,5	19,70	1,97	+197,00
ПЭТ+ Минвата: Соотношение 10:1	11,60	1,16	+16,00
ПЭТ+ Минвата: Соотношение 10:2	12,10	1,21	+21,00
ПЭТ+Минвата+Гравий: Соотношение 10:0,5:1; d < 0,5 мм	14,80	1,48	+48,00
ПЭТ+Минвата+Гравий: Соотношение 10:0,5:5; d < 0,5 мм	18,00	1,80	+80,00
ПЭТ+Минвата+Гравий: Соотношение 10:0,5:10; d < 0,5 мм	34,90	3,49	+249,00
ПЭТ+Минвата+Гравий: Соотношение 10:0,5:20; d < 0,5 мм	17,90	1,79	+79,00
ПЭТ+Минвата+Гравий: Соотношение 10:1:1; d < 0,5 мм	19,20	1,92	+92,00
ПЭТ+Минвата+Гравий: Соотношение 10:1:5; d < 0,5 мм	16,40	1,64	+64,00
ПЭТ+Минвата+Гравий: Соотношение 10:1:10; d < 0,5 мм	20,20	2,02	+102,00
ПЭТ+Минвата+Гравий: Соотношение 10:1:20; d < 0,5 мм	20,30	2,03	+103,00

- 0,5–1,0 мм превышает на 32% при соотношении компонентов 1:1 и 8% при 1:4;
- 1–3 мм превышает на 61% при соотношении компонентов 1:1 и 56% при 1:4;
- 3–5 мм превышает на 64% при соотношении компонентов 1:1 и 77% при 1:4.

По технологическим соображениям, в дальнейшем авторы отказались от использования комбинированных наполнителей. Исследования были продолжены с крупностью гравия менее 0,5 мм.

С целью определения реологических характеристик расплава ТПКМ были проведены исследования его растекаемости в зависимости от температуры нагрева поверхности лабораторного столика. Результаты определения температуры нагрева лабораторного столика приведены в табл. 2.

Как следует из табл. 2, при удалении от центра теплового источника, происходит снижение температуры нагрева поверхности. При температуре в центре 300 °С температура фазового перехода ТПКМ находится на удалении 16 см. Соответственно при 350 °С – 18 см и 400 °С – примерно на расстоянии 20 см.

Таблица 2. Температура нагрева поверхности лабораторного столика

На расстоянии от центра, см	Температура в центральной части лабораторного столика, °С		
	300	350	400
12	270	290	320
16	245	270	290
20	220	225	240

Результаты исследования растекаемости расплава ТПКМ приведены в табл. 3. Из которой следует, что под действием сил гравитации, не зависимо от концентрации наполнителя и вяжущего, расплав ТПКМ, до достижения температуры деструкции, может удалиться от стенки скважины на расстояние от 8 см до 16 см. При повышении температуры нагрева до 350 °С, 400 °С, это расстояние может увеличиться на 1,2–1,4 раза при соотношению гравия к ПЭТ 1:1 и на 1,5–1,75 раза при соотношении 1:2.

Таблица 3. Растекаемость расплава ТПКМ

Образец	Температура нагрева расплава, °С		
	300	350	400
ПЭТ + Гравий: Концентрация 1:1; d <0,5мм	16	19	22
ПЭТ + Гравий: Концентрация 1:2; d <0,5 мм	11,2	19	22
ПЭТ + Гравий: Концентрация 1:3; d <0,5 мм	10	14	16
ПЭТ + Гравий: Концентрация 1:4; d <0,5 мм	8	12	14

Представляет интерес соответствие расстояния температуры фазового перехода ТПКМ от расстояния растекаемости его расплава. Из табл. 2 следует, что температура фазового перехода ТПКМ при нагреве центральной части лабораторного столика до: 300°С находится на расстоянии 16 см; 350 °С на расстоянии 18 см; 400 °С – 20 см. Как следует из табл. 3 ТПКМ с соотношением гравия 1:1 и 1:2 к ПЭТа имеют реологические свойства, достаточные, чтобы растечься на расстояние равное и более расстоянию соответствующее фазовому переходу ТПКМ. При увеличении соотношения гравия к ПЭТу, расплав ТПКМ под действием сил гравитации удалился от центра лабораторного стола на расстояние 50–80%, которое соответствует удалению от центра лабораторного стола до точки, в которой температура будет равна температуре фазового перехода ПЭТа.

Таким образом, исходя из результатов исследований растекаемости ТПКМ, приведенных в табл. 2, можно утверждать, что температура нагрева контактной поверхности не является фактором ограничивающим растекаемость, под действием сил гравитации, расплава ТПКМ. Так же можно утверждать, что на реологические свойства расплава ТПКМ существенно влияет соотношение его компонентов.

Проницаемость тампонажного камня – одна из основных его характеристик. Для исследований применялись образцы цилиндрической формы, диаметром 40 мм и длиной 70 мм. Предварительное насыщение промывочной жидкостью не проводилось. В качестве промывочной жидкости применялась техническая вода. Образцы выдерживались под давлением 20 МПа 24 часа. Результаты исследований приведены в табл. 4.

Таблица 4. Проницаемость образцов ТПКМ за 24 ч при перепаде давления 20 МПа

Образец	Масса образца при насыщении, г		Проницаемость образца, см ³
	до	после	
ПЭТ + Гравий: Концентрация 1:1; d <0,5 мм	147,79	148,10	Отсутствует
ПЭТ + Гравий: Концентрация 1:2; d <0,5 мм	154,83	154,94	Отсутствует
ПЭТ + Гравий: Концентрация 1:3; d <0,5 мм	160,10	160,43	Отсутствует
ПЭТ + Гравий: Концентрация 1:4; d <0,5 мм	162,75	162,91	Отсутствует

Исследования образцов ТПКМ, показали, что их проницаемость при температуре окружающей среды +22⁰С и давлении 20 МПа отсутствует.

Абразивность ТПКМ определялась в лаборатории кафедры техники разведки МПИ. В качестве абразивного материала применялся измельченный ТПКМ крупностью 1,0–1,5 мм. Коэффициент абразивности устанавливался по потере массы свинцовой дроби № 5. Результаты исследований приведены в табл. 5.

Таблица 5. Результаты исследования абразивности ТПКМ

Образец	Масса дроби, г		К _{абр}
	До	после	
ПЭТ + Гравий: Концентрация 1:1; d <0,5 мм	16	15,81	1,99
ПЭТ + Гравий: Концентрация 1:2; d <0,5 мм		15,63	2,37
ПЭТ + Гравий: Концентрация 1:3; d <0,5 мм		15,44	2,56
ПЭТ + Гравий: Концентрация 1:4; d <0,5 мм		15,40	2,60

Из табл. 5 следует, что ТПКМ согласно классификации горных пород по абразивности, относится к весьма абразивным и очень абразивным материалам.

Истираемость тампонажного камня из ТПКМ, как и в предыдущем случае, определялась для композита, состоящего из ПЭТа и гравия, крупностью менее 0,5 мм, с концентрацией: 1:1; 1:2; 1:3; 1:4.

В качестве прототипа использовался тампонажный камень в возрасте более 28 суток, приготовленный на основе цемента марки М-400 с введением в качестве наполнителя гравия крупностью менее 0,5 мм, в соотношении к сухому цементу: 1:1; 1:2; 1:3; 1:4. Водоцементное отношение составило 0,4.

Истирание происходило во влажной (обводненной) среде. В качестве абразивного материала использовался кварцевый песок, крупностью от 0,25...0,50 мм.

При этом, одновременно истирание (в одинаковых условиях) происходило образцов базового и разрабатываемого составов. Образцы имели одинаковое содержание наполнителя. Результаты исследования истираемости материалов приведено в табл. 6 и на рис. 1.

Увеличение массы и снижение прочностных свойств образцов – прототипов объясняется увеличением содержания наполнителя при снижении количества вяжущего вещества в тампонажном камне.

Немаловажным обстоятельством является тот факт, что по истечению 1000 оборотов диска износ тампонажного камня на цементной основе составил более 80%, тогда как износ тампонажного камня из ТПКМ не превысил 2%.

Таблица 6. Усредненные результаты замеров истирания образцов

Образец	Высота до испытания, мм	Высота после испытания, мм	Вес образца до испытания, г	Вес образца после 1000 оборотов, г	Износ образца после 1000 об., %	Прочность при истирании, г/см ²	Коэффициент истирания
ПЭТ + Гравий. Концентрация 1:1. d <0,5 мм	50,0	49,50	201,0	197,0	2,0	0,16	18,67
Цемент+песок. Концентрация 1:1. В/Ц=0,4	50,0	-	264,1	34,6	86,9	9,18	-
ПЭТ + Гравий. Концентрация 1:2. d <0,5 мм	50,0	49,50	239,2	235,0	1,8	0,17	18,56
Цемент+песок. Концентрация 1:2. В/Ц=0,4	50,0	-	266,5	56,2	78,9	8,4	-
ПЭТ + Гравий. Концентрация 1:3. d <0,5 мм	50,0	49,67	256,3	255,7	0,2	0,00	20,00
Цемент+песок. Концентрация 1:3. В/Ц=0,4	50,0	-	272,4	21,3	92,2	10,0	-
ПЭТ + Гравий. Концентрация 1:4. d <0,5 мм	50,0	49,50	262,0	258,7	1,3	0,13	19,22
Цемент+песок: Концентрация 1:4. В/Ц=0,4	50,0	-	278,0	31,8	88,6	9,8	-

При этом с увеличением концентрации наполнителя износостойкость ТПКМ увеличивается.

Из табл. 6 и рис. 1 следует, что полученный на основе ПЭТ тампонажный камень соответствует наивысшей категории по истираемости поверхности (0,7 г/см² контактной поверхности), и на порядок превосходит тампонажный камень на цементной основе.



Рис. 1. Образцы тампонажного камня после их истирания на стенде

Таким образом, для ликвидации поглощения промывочной жидкости рекомендуется применение ТПКМ на основе полиэтилентерефталата с гранулированным наполнителем, крупность менее 0,5 мм. Обобщенные физико-механические свойства предлагаемого ТПКМ приведено в табл. 7.

Таблица 7. Обобщенные физико-механические свойства ТПКМ

Состав	Плотность, кг/м ³	Предел прочности на одноосное сжатие, МПа	Температура плавления, °С	Растекаемость, мс	Коэффициент истирания	Коэффициент абразивности	Проницаемость образца см ³
ПЭТ + Гравий. Концентрация 1:1. d <0,5 мм	1620	52,6	246	16-18	19,8	2,0	отсутствует

Выводы

На основании проведенных исследований физико-механических свойств показана возможность применения в скважинных условиях тампонажного термопластичного композиционного материала на основе полиэтилентерефталата. Обоснован состав тампонажного термопластичного композиционного материала на основе полиэтилентерефталата. К применению в скважинных условиях рекомендуется ТПКМ на основе полиэтилентерефталата с введением в его состав гранулировано наполнителя с крупность менее 0,5 мм.

Метою роботи є встановлення закономірності зміни властивостей тампонажного термопластичного композиційного матеріалу від його складу, обґрунтування і розробка рекомендацій по виготовленню термопластичного композиційного матеріалу на основі вторинного поліетилентерефталату.

Поставлені завдання вирішувалися комплексним методом дослідження, що включає аналіз і узагальнення літературних і патентних джерел, проведення експериментальних досліджень. Обробка експериментальних даних проводилася на ПЕОМ з використанням методів математичної статистики. Експериментальні дослідження виконані з використанням положень загальної теорії наукового експерименту і теорії випадкових процесів.

Наведено результати дослідження фізико-механічних властивостей тампонажного термопластичного композиційного матеріалу на основі поліетилентерефталату. Визначено механічні властивості поліетилентерефталату і поліетилентерефталату з добавками наповнювачів, полівінілхлориду та поліетилену. Дана оцінка впливу добавок на властивості тампонажного термопластичного композиційного матеріалу на основі поліетилентерефталату. Обґрунтовано оптимальна рецептура тампонажного термопластичного композиційного матеріалу.

Вперше обґрунтовано і доведено можливість застосування для ізоляції поглинаючих горизонтів бурових свердловин в якості тампонажного термопластичного матеріалу побутових відходів на основі поліетилентерефталату.

На підставі проведених досліджень фізико-механічних властивостей показана можливість застосування в свердловинних умовах тампонажного термопластичного композиційного матеріалу на основі поліетилентерефталату. Обґрунтовано склад тампонажного термопластичного

композиційного матеріалу на основі поліетилентерефталату. Розроблено технології виготовлення тампонажного термопластичного композиційного матеріалу.

Результати досліджень знайшли практичне застосування при: розробці технології виготовлення термопластичного тампонажного композиційного матеріалу; розробці технології ізоляції поглинаючих горизонтів; розробці технологічного регламенту ізоляції поглинаючих горизонтів; дослідно-промислового впровадженні технології ізоляції поглинаючих горизонтів термопластичними тампонажними композиційними матеріалами.

Ключові слова: буріння свердловин, поглинаючий горизонт, тампонажні матеріали.

A. Sudakov, Yu. Kuzin, D. Sudakova

Results of investigations of physico-mechanical properties of tamponovic thermoplastic composite material based on polyethylene terephthalate

The work aims to establish the regularity of the changes in the properties of a plugging thermoplastic composite material from its composition and, on this basis, the justification and development of recommendations for the manufacture of a thermoplastic composite material based on secondary polyethylene terephthalate.

The set tasks were solved by a complex research method, including analysis and generalization of literary and patent sources, carrying out experimental studies. The processing of experimental data was carried out on a PC using mathematical statistics. Preliminary studies were performed using the provisions of the general theory of scientific experiment and the method of random processes.

The results of a study of the physico-mechanical properties of a plugging thermoplastic composite material based on polyethylene terephthalate are presented. The mechanical properties of polyethylene terephthalate and polyethylene terephthalate with additives of fillers, polyvinylchloride, and polyethylene are determined. The effect of additives on the properties of a plugging thermoplastic composite material based on polyethylene terephthalate is evaluated. The optimal formulation of a plugging thermoplastic composite is substantiated.

For the first time, it was proved and proved the possibility of using boreholes for isolation of absorbing horizons as a plugging thermoplastic material of household waste based on polyethylene terephthalate.

By the carried out researches of physical and mechanical properties, it is shown that it is possible to apply a thermoplastic caking material based on polyethylene terephthalate in well conditions. The composition of a plugging thermoplastic comconductive material based on polyethylene terephthalate is substantiated. The technology of production of plugging thermoplastic composite material has been developed.

The results of the analysis have found practical application in the development of the technology for manufacturing thermoplastic backfilling composite material; the development of technology to isolate absorbing horizons; the development of technical regulations for the isolation of absorbing horizons; pilot-industrial implementation of the technology of insulation of absorbing horizons with thermoplastic backfilling composite materials.

Keywords: well drilling, absorbing horizon, plugging materials.

Литература

1. Фокин В. В. Совершенствование методов борьбы с поглощениями в интрузиях долеритов глубоких разведочных скважин Сибирской платформы: дис. ... канд. техн. наук: 25.00.15. – М., 2009. – 164 с.
2. Белкин О. К, Евецкий В. А. Изоляция зон поглощения // Разведка и охрана недр. – 1982. – Вып. 2. – С. 33-36.
3. Тампонаж горных пород при бурении геологоразведочных скважин легкоплавкими материалами: учеб. пос. / А. М. Бражененко, С. В. Гошовский, А. А. Кожевников и др. – К.: УкрГГРИ, 2007. – 130 с.
4. Мартыненко И. И. Исследования, разработка и внедрение технологии ликвидации геологических осложнений тампонирующими смесями на битумной основе:

- автореф. дис. на соискание уч. степ. канд. техн. наук: спец. 05.15.14 «Технология и техника геологоразведочных работ». – Днепропетровск, 1990. – 16 с.
5. Судаков А. К. Технология ізоляції зон поглинання свердловин з використанням термопластичних матеріалів : автореф. дис. на здоб. вчен. ступ. канд. техн. наук: спец. 05.15.10 «Буріння свердловин». – Дніпропетровськ, 2000. – 18 с.
 6. Танинский П. Ю. Выбор легкоплавких связующих материалов для экологически чистого беструбного крепления скважин: автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук: спец 05.15.14 «Технология и техника геологоразведочных работ». – Санкт-Петербург, 2000. – 20 с.
 7. Kuzin J. L., Isakova M. L., Sudakova D. A., Mostinets O. N. Isolation technology for swallowing zones by thermoplastic materials on the basis of polyethyleneterephthalate // Scientific Bulletin of NMU. – 2017. – No. 1. – P. 34-39.
 8. Sudakov A. K., Khomenko O. Ye., Isakova M. L., Sudakova D. A. Concept of numerical experiment of isolation of absorptive horizons by thermoplastic materials // Scientific Bulletin of NMU. – 2016. – No. 5(155). – P. 12-16.
 9. Теоретические основы технологии изоляции поглощающих горизонтов термопластичными материалами / А. К.Судаков, А. Ю. Дреус, О. Е. Хоменко, и др. // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения. – 2017. – Вып. 20. – С. 52–58.
 10. Судаков А. К., Кузин Ю. Л., Судакова Д. А. Криогенная технология изоляции поглощающих горизонтов // Наукові праці ДонНТУ. – 2016. – Т. 1, № 24. – С. 3–6.
 11. Sudakov A. K., Dreus A. Yu., Khomenko, O. E., Sudakova D. A. Analytical study of heat transfer in absorptive horizons of borehole at forming cryogenic protecting of the plugging material // Scientific Bulletin of NMU. – 2017. – No. 3 (159). – P. 38–42.
 12. Sudakov A., Dreus A., Ratov B., Delikesheva D. Theoretical bases of isolation technology for swallowing horizons using thermoplastic materials // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. – 2018. – Vol. 2, № 428. – P. 72 – 80
 13. Аналитическое исследование инновационной криогенной технологии ликвидации поглощения в буровой скважине / А. К.Судаков, О. Е. Хоменко, Д. А. Судакова и др. // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения. – 2017. – Вып. 20. – С. 44-51.

Поступила 15.05.18

References

1. Fokin V. V. (2009), Sovershenstvovanie metodov borby s pogloscheniyami v intruziyah doleritov glubokih razvedochnykh skvazhin Sibirskoy platformy [Improvement of methods for controlling absorption in the intrusions of dolerites of deep exploratory wells of the Siberian platform]. *Candidate's thesis*. Moskva [in Russian].
2. Belkin, O. K., & Evetskiy, V. A. (1982). Izolyatsiya zon pogloscheniya [Isolation of absorption zones]. *Razvedka i ohrana nedr – Exploration and protection of mineral resources*, 2, 33-36 [in Russian].
3. Brazhnenko, A. M., Goshovskiy, S. V., Kozhevnikov, A. A. et al. (2007). Tamponazh gornyyh porod pri burenii geologorazvedochnykh skvazhin legkoplavkimi materialami [Tamponage of rocks when drilling geological exploration wells with low-melting materials]. K.: UkrGGRI [in Russian].
4. Martynenko, I. I. (1990). Issledovaniya, razrabotka i vnedrenie tehnologii likvidatsii geologicheskikh oslozheniy tamponiruyuschimi smesyami na bitumnoy osnove [Research, development and introduction of technology for liquidation of geological complications by

- tamponizing mixtures on bitumen base], *Extended abstract of candidate's thesis*. Dnepropetrovsk [in Russian].
5. Sudakov, A. K. (2000). Tehnologiya izolyatsii zon pogloscheniya burovyyih skvazhin s primeneniem termoplastichnyih materialov [Technology of isolation of absorption zones of boreholes with application of thermoplastic materials]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Dnepropetrovsk [in Ukrainian].
 6. Taninskiy, P. Yu. (2000). Vyibor legkoplavkih svyazuyuschih materialov dlya ekologicheski chistogo bestrubnogo krepleniya skvazhin [Selection of low-melting bonding materials for environmentally friendly non-tie fastening of wells]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Sankt-Peterburg[in Russian].
 7. Kuzin, J. L., Isakova, M. L., Sudakova, D. A., et al. (2017). Tehnologiya izolyatsii pogloschayuschih gorizontov burovyyih skvazhin termoplastichnyimi materialami na osnove polietilenterefalata [Isolation technology for swallowing zones by thermoplastic materials on the basis of polyethyleneterephthalate]. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu – Scientific bulletin of National Mining University, 1*, 34-39 [in English].
 8. Sudakov, A. K. Khomenko, O. E., Isakova, M. L., et al. (2016). Kontseptsiya chislennogo eksperimenta izolyatsii pogloschayuschih gorizontov termoplastichnyimi materialami [Concept of numerical experiment of isolation of absorptive horizons by thermoplastic materials]. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu – Scientific bulletin of National Mining University, 5*, 155, 12-16 [in English].
 9. Sudakov, A. K., Dreus, A. Yu., Khomenko, O. E., et al. (2017). Teoreticheskie osnovy tehnologii izolyatsii pogloschayuschih gorizontov termoplastichnyimi materialami [Theoretical basis of technology of insulation of absorbing horizons with thermoplastic materials]. *Porodorazrushayuschiy i metalloobrabatyvayuschiy instrument – tehnika i tehnologiya ego izgotovleniya i primeneniya – Fiber-destroying and metal-working tool-technique and technology of its production and application, 20*, 52-58 [in Russian].
 10. Sudakov, A. K. Kuzin, J. L., & Sudakova, D. A., (2016). Kriogennaya tehnologiya izolyatsii pogloschayuschih gorizontov [Cryogenic technology of insulation of absorbing horizons]. *Naukovi pratsi DonNTU – Scientific works of DonNTU, 1*, 24, 3-6 [in Russian].
 11. Sudakov, A. K., Dreus, A. Yu., Khomenko, O. E., et al. (2017). Analiticheskoe issledovanie teploperenosa v pogloschayuschem gorizonte burovoy skvazhiny pri formirovanii kriogennoy zaschityi tamponazhnogo materiala [Analytical study of heat transfer in absorptive horizons of borehole at forming cryogenic protecting of the plugging material]. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu – Scientific bulletin of National Mining University, 3*, 159, 38–42 [in English].
 12. Sudakov, A., Dreus, A., Ratov, B., et al. (2018). Teoreticheskie osnovy tehnologii izolyatsii dlya pogloschayuschih gorizontov s ispolzovaniem termoplastichnyih materialov [Theoretical bases of isolation technology for swallowing horizons using thermoplastic materials]. *Novosti Natsionalnoy akademii nauk Respubliki Kazahstan – News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2*, 428, 72 – 80 [in English].
 14. Sudakov, A. K., Dreus, A. Yu., Khomenko, O. E., et al. (2017). Analiticheskoe issledovanie innovatsionnoy kriogennoy tehnologii likvidatsii pogloscheniya v burovoy skvazhine [Analytical study of innovative cryogenic technology for absorption elimination in a borehole]. *Porodorazrushayuschiy i metalloobrabatyvayuschiy instrument – tehnika i tehnologiya ego izgotovleniya i primeneniya – Fiber-destroying and metal-working tool-technique and technology of its production and application, 20*, 44-51 [in Russian].