

УДК: 622.248.33

© Д.А. Судакова

**РЕЗУЛЬТАТЫ СТЕНДОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗОЛЯЦИИ  
ПОГЛОЩАЮЩИХ ГОРИЗОНТОВ ТАМПОНАЖНЫМИ  
ТЕРМОПЛАСТИЧНЫМИ КОМПОЗИЦИОННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ**

© D. Sudakova

**RESULTS OF STANDING RESEARCH OF THERMOMECHANICAL  
TECHNOLOGY OF INSULATION OF ABSORBING HORIZONS BY  
TAMPONATIC THERMOPLASTIC COMPOSITE MATERIALS**

**Цель** работы является разработка и исследование технологий изготовления и изоляции зон поглощения промывочной жидкости в буровой скважине тампонажными термопластичными композиционными материалами на основе бытовых отходов, у которых в качестве вяжущего материала выступает вторичный полиэтилентерефталат.

**Методика 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.

**Результаты исследований.** Определены режимные параметры и область применения технологии изоляции поглощающих горизонтов тампонажными термопластичными композиционными материалами на основе полиэтилентерефталата.

**Научная новизна.** Впервые обоснована и доказана возможность применения в качестве тампонажного термопластичного композиционного материала инертных термопластичных бытовых отходов на основе вторичного полиэтилентерефталата и его термомеханического плавления в зоне осложнения буровой скважины. Впервые установлены зависимости величины режимных параметров процесса термомеханического плавления тампонажного термопластичного композиционного материала от его теплофизических свойств и технических характеристик, а также его проникающей способности от раскрытия трещин поглощающего горизонта. Установлена зависимость изменения температуры от величины режимных параметров.

**Практическая значимость.** На основании проведенных исследований показана возможность применения в скважинных условиях тампонажного термопластичного композиционного материала на основе вторичного полиэтилентерефталата. Разработаны и изготовлены: с учетом критериев подобия экспериментальный стенд, позволяющий моделировать процессы, протекающие в поглощающем горизонте с различным раскрытием плоских радиальных трещин; макет лабораторного термомеханического инструмента, который позволил при термомеханическом плавлении на забое скважины создать мощность от 1,7 до 5,8 кВт.

**Ключевые слова:** бурение скважин, поглощающий горизонт, изоляция, тампонажные материалы, термопластичные материалы

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

**Актуальность исследования.** 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 горном университете, 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 тампонирующего 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].

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 повышение эффективности изоляционных работ за счет применения термопластичных смесей на основе полиэтилентерефталата.

**Изложение основного материала.** В основу работы, которая выполняется в Национальном горном университете, поставлена задача усовершенствования способа тампонирующего горизонта 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 тампонирующее зон осложнений.

Технологические режимы процесса плавления тампонажного материала при тампонирующего горизонта с применением ТПКМ на основе полиэтилентерефталата (ПЭТ) возможно определить методами физического моделирования.

*Методика исследований.* В этой связи, *объектом исследований* является процесс (технология) изоляции поглощающего горизонта с применением ТПКМ на основе ПЭТ.

*Предмет исследований* – технологические параметры процесса плавления ТПКМ на основе ПЭТ в модели поглощающего горизонта.

*Целью исследований* является изучение закономерностей процесса изоляции поглощающего горизонта ТПКМ на основе ПЭТ.



Рис. 1. Внешний вид станда

1 - измерительно-вычислительный комплекс; 2 - модель поглощающего горизонта с распорками; 3 - колонна буровых труб; 4 - основание бурового станка

Исследования проводились в: стендовом зале кафедры техники разведки МПИ ДВНЗ «Национальный горный университет»; воздушной среде; при температуре окружающей среды 25<sup>0</sup>С; на буровом стенде, включающем буровой станок ЗИФ-650М с плавно регулируемым приводом, модель поглощающего горизонта и измерительно-вычислительный комплекс. Внешний вид станда приведен на рис. 1.

Модель поглощающего горизонта, внешний вид которой приведен на рис. 1, изготовлена из дерева и представляет собой монолитный блок с горизонтальными трещинами.

Характеристика модель поглощающего горизонта приведена в табл. 1

Таблица 1

Технические характеристики модели пласта

Показатель	Величина
Мощность горизонта, м	0,25
Раскрытие трещины, м	0,01-0,05
Длина трещины, м	0,5
Материал пласта	дерево
Скважинная жидкость	отсутствует
Диаметр скважины, м	0,059
Глубина скважины, м	0,31

Для определения температурных полей в ТПКМ осуществлялось с помощью термодпар типа К, установленных в теле ТПКМ после его изготовления. Расстояние между термодпарами составляло 50 мм:

– регистрация температурных полей в ТПКМ осуществлялось измерительно - вычислительным комплексом, состоящего из модуля WAD-AIK-BUS(USB) производства компании "Акон" (Украина) предназначенных для измерения электрических величин, обработки информации и передачи ее в главный вычислитель сети (компьютер) по линиям последовательного двухпроводного интерфейса RS - 485 или USB.

При проведении исследований в качестве базы термомеханического инструмента использовалась серийная алмазная коронка диаметром 59 мм – 01АЗ-59, изготовленные Кабардино-Балкарским заводом алмазного бурения.

При проведении стендовых исследований термомеханического плавления ТПКМ задавались следующие режимные параметры:

- осевая нагрузка на инструмент 3, 5, 7 кН;
- частота вращения бурового снаряда 300, 500, 700 мин<sup>-1</sup>;

В процессе опытного термомеханического плавления ТПКМ определялись показатели: время плавления; температурного режима плавления; качества расплава; износа рабочего органа термомеханического инструмента от величины режимных параметров термомеханического плавления ТПКМ.

Стендовые исследования проводились в два этапа. На *первом этапе* отрабатывались оптимальные сочетание режимных параметров процесса правления ТПКМ. Для этого изготавливались блоки ТПКМ размерами 170×170 мм и толщиной от 70 мм до 80 мм (рис. 2). Состав ТПКМ состоял из ПЭТ и гравия крупностью менее 0,5 мм, с концентрацией: 1:1; 1:2; 1:3; 1:4. Физико-механические свойства приведены в [13].

Критерием выбора оптимальных режимных параметров служили достижение рабочей температуры и внешний вид (монолитность) расплава.

Исходя из результатов исследований представленных [14], оптимальной (рабочей) температурой считаем диапазон положительных температур от 260<sup>0</sup>С до 300<sup>0</sup>С.



Рис. 2. Внешний вид блоков ТПКМ

При проведении исследований, проходка за опыт была принята равной 50 мм. При этом: каждому значению осевой нагрузке соответствовало три значения частоты вращения; в каждом опыте фиксировалось время бурения 10 мм ТПКМ; в каждом опыте фиксировалось суммарное бурения скважины; фиксировался внешний вид расплава, его монолитность. В блоке бурилось четыре скважины.

На *втором этапе*, при термомеханическом плавлении ТПКМ в условиях модели поглощающего горизонта, определялась:

- температура плавления расплава ТПКМ;
- проникающая способность и растекание расплава по каналам поглощения промывочной жидкости в зависимости от раскрытия трещин.

С учетом результатов первого этапа исследований, изготавливались цилиндрические образцы ТПКМ. Для скважины, изготовленной в макете поглощающего горизонта диаметром 59 мм, изготовлен ТПКМ диаметром 50 мм.

При проведении стендовых исследований макет поглощающего горизонта располагался непосредственно под вращателем станка. Термомеханический инструмент располагался на бурильной колонне, верхняя часть которого присоединялась к ведущей буровой трубе бурового станка.

Проходка за опыт была равной 5 см. На каждом режиме бурения проводилось от 3 до 5 опытов. Во время термомеханического плавления изменение температуры в цилиндрических образцах ТПКМ фиксировалось, записывалось и визуализировалось измерительно-вычислительным комплексом.

**Результаты исследований.** В результате первого этапа стендовых исследований определены, для рекомендуемых рецептур ТПКМ [14], оптимальные сочетания режимных параметров технологии термомеханического плавления ТПКМ, обеспечивающие контактный нагрев и плавление тампонажного материала с минимальными затратами времени, а так же высокие термомеханические скорости и косвенно временные затраты на ликвидацию поглощений промывочной жидкости. Результаты исследований приведены на рис. 3-4.

Из результатов исследований следует, что:

- термомеханическая скорость бурения (плавления) не зависимо от соотношения вяжущего к наполнителю, а также рецептуры ТПКМ к режимным параметрам имеет один порядок величин:

- при соотношении ПЭТ к гравиям 1:1, термомеханическая скорость бурения (плавления) изменяется в пределах от 0,4 м/ч до 0,9 м/ч;

- при соотношении ПЭТ к гравиям 1:2, термомеханическая скорость бурения (плавления) изменяется в пределах от 0,4 м/ч до 0,7 м/ч;

- при соотношении ПЭТ к гравиям 1:3, термомеханическая скорость бурения (плавления) изменяется в пределах от 0,8 м/ч до 1,7 м/ч;

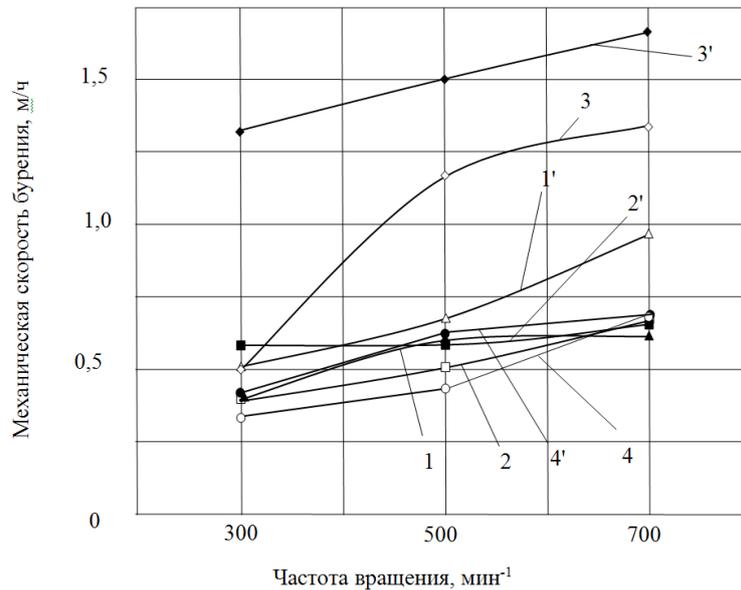
- при соотношении ПЭТ к гравиям 1:4, термомеханическая скорость бурения (плавления) изменяется в пределах от 0,3 м/ч до 0,7 м/ч,

увеличивающийся при повышении осевой нагрузки до 700 даН и частоты вращения до 700 об/мин (рис. 3);

- термомеханическая скорость бурения (плавления), в зависимости от соотношения вяжущего к наполнителю, при одинаковом гранулометрическом составе, имеет экстремум при соотношении ПЭТ к гравиям равным 1:3, и имеет степенную квадратичную зависимость (рис. 4);

- время нагрева ТПКМ до температуры его плавления зависит от рецептуры ТПКМ. Это объясняется абразивными свойствами ТПКМ и уровнем забойной мощности, которая увеличивается с повышением содержания гравия в композите. Увеличение частоты вращения от 300 мин<sup>-1</sup> до 700 мин<sup>-1</sup> в зависимости от осевой нагрузки приводит к увеличению уровня забойной мощности в 3,2 раза и росту термомеханической скорости плавления в 3,7-4,7 раз.

Наивысшая забойная мощность наблюдается при сочетании осевой нагрузки 700 даН и частоты вращения 700 мин<sup>-1</sup>. Так же происходит увеличение термомеханической скорости бурения (плавления) в 2 раза, с 0,9 м/ч при соотношении компонентов 1:1 до 1,7 м/ч.



- 1 – ТПКМ, концентрация 1:1, Р = 500 даН; 1' – ТПКМ, концентрация 1:1, Р = 700 даН;  
 2 – ТПКМ, концентрация 1:2, Р = 500 даН; 2' – ТПКМ, концентрация 1:2, Р = 700 даН;  
 3 – ТПКМ, концентрация 1:3, Р = 500 даН; 3' – ТПКМ, концентрация 1:3, Р = 700 даН;  
 4 – ТПКМ, концентрация 1:1, Р = 500 даН; 4' – ТПКМ, концентрация 1:1, Р = 700 даН;

Рис. 3. Зависимость термомеханической скорости бурения (плавления) от частоты вращения термомеханического инструмента

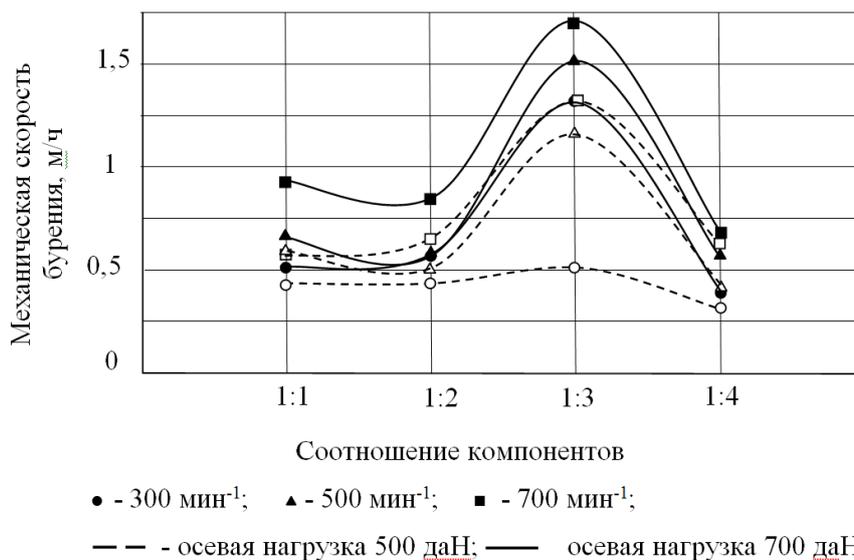


Рис. 4. Зависимость значения технологических параметров процесса

Дальнейшее увеличение содержания гравия привело к снижению термомеханической скорости бурения (плавления).

Немало важным фактором выбора технологических режимов является внешний вид расплава, его монолитность. На рис. 5 приведен пример расплава полученного из ТПКМ с соотношением 1:1 при частоте вращения инструмента  $300 \text{ мин}^{-1}$ .



Рис. 5. Внешний вид не качественного тампонажного камня

В процессе плавления ТПКМ забойным термомеханическим инструментом, косвенно, по цвету расплава (камня) можно судить о температуре плавления. Голубоватый оттенок характерен расплаву или камню температурный режим, которого не был нарушен, т.е. не превысил температуру деструкции ПЭТ. Исходя из этого, можно заключить, что для ТПКМ данный температурный режим плавления, а, следовательно, и сочетание режимных параметров есть оптимальным. Повышение частоты вращения с сохранением величины осевой нагрузки изменений структуры и цвета не вызвало.



Рис. 6. Внешний вид расплава (тампонажного камня) полученного при частоте вращения  $500 \text{ мин}^{-1}$  и осевой нагрузке равной  $700 \text{ даН}$ , для ТПКМ с соотношением компонентов 1:3

Из-за низкой частоты вращения происходил местный нагрев ТПКМ под торцом инструмента. За счет низкой контактной температуры ТПКМ не прогревался в глубину и расплав небольшими порциями выдавливался из-под рабочего органа инструментом.

С повышением частоты вращения до  $500 \text{ мин}^{-1}$  в сочетании с осевой нагрузкой равной  $700 \text{ даН}$  позволило получать монолитный тампонажный камень, внешний вид которого приведен на рис. 6.

С учетом результатов исследования физико-механических свойств ТПКМ [14], а также результатов выполнения работ первого этапа стендовых исследований, представленных на рис. 7-13 полученных при термомеханическом бурении (плавлении):

- ТПКМла с соотношением компонентов 1:1. Температурный режим нарушен не был, термомеханическая скорость бурения при максимальных режимах (частоте вращения  $700 \text{ мин}^{-1}$  и осевой нагрузке равной  $700 \text{ даН}$ ) составляет  $0,9 \text{ м/ч}$ ;

- ТПКМла с соотношением компонентов 1:2. Температурный режим нарушен не был, но средняя термомеханическая скорость бурения уступает образцам с соотношением компонентов 1:1 в 1,3 раза при максимальных режимах. Следовательно, дальнейшие исследования данного образца не целесообразны;

- ТПКМла с соотношением компонентов 1: Из-за плавления материала: обладающего прочностными свойствами в 1,6 раза ниже аналогичного, но с соотношением компонентов 1:1; «очень абразивного», нарушен температурный режим. Произошел перегрев ТПКМ, что привело к его деструкции с испарением токсичных летучих компонентов. Расплав (камень) монолитен. Несмотря на наивысшую термомеханическую скорость бурения, в 1,9 раз выше ТПКМ с соотношением компонентов 1:1, ТПКМ с соотношением компонентов 1:3, в дальнейших исследования не участвовал;

- ТПКМ с соотношением компонентов 1:4. Температурный режим нарушен не был. Термомеханическая скорость бурения уступает образцам с соотношением компонентов 1:1 в 1,3 раза при частоте вращения  $700 \text{ мин}^{-1}$  и осевой нагрузке равной 700 даН. По мнению авторов, из-за незначительной: механической скорости; растискаемости; предела прочности на одноосное сжатие, и наивысших значениях: содержания гравия; абразивности; времени бурения, в дальнейших исследованиях данные образцы не участвовали.

Таким образом, с учетом результатов исследований физико-механических свойств ТПКМ [14], а также полученных результатов стендовых исследований термомеханической скорости бурения (плавления) ТПКМ, для применения (исследования) в стендовых, скважинных условиях рекомендуется ТПКМ с соотношением компонентов 1:1, в сочетании с осевой нагрузкой равной 700 даН при частоте вращения инструмента  $700 \text{ мин}^{-1}$ .

Для реализации *второго этапа* стендовых исследований термомеханического плавления ТПКМ, в модель поглощающего горизонта помещался ТПКМ с соотношением компонентов 1:1. С заблаговременно установленными термодатчиками, присоединенными к измерительно-вычислительному комплексу.

Модель поглощающего горизонта устанавливалась в «корзину» соосно с ведущей трубой вращателя станка. Для снижения вибрации буровой колонны, ее нижняя часть фиксировалась ограничителями поперечного движения.

В начале бурения, в течение нескольких минут производили процесс притирки инструмента к ТПКМ. После чего процесс останавливали, и инструмент извлекали из скважины. Данная операция служила для охлаждения инструмента и ТПКМ.

После охлаждения до комнатной температуры, начался процесс термомеханического бурения (плавления). Осцилографирование выполнялось на протяжении всего времени проведения эксперимента. Время бурения, дополнительно, фиксировалось секундомером через каждые 10 мм, отсчет которых производился по меткам нанесенных на вращателе станка.

Результаты исследования температуры плавления ТПКМ при частоте вращения  $700 \text{ мин}^{-1}$  и осевой нагрузке  $700 \text{ даН}$  приведено на рис. 7-9.

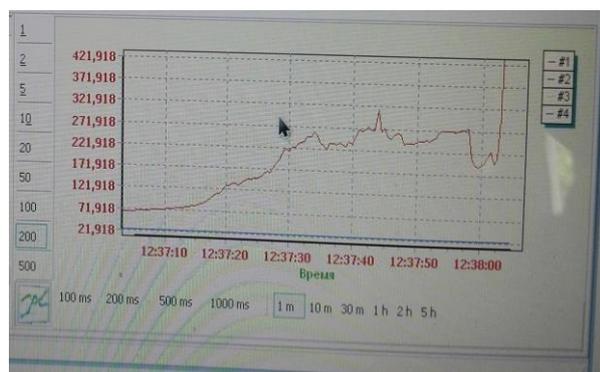


Рис. 7. Температура и время нагрева ТПКМ напротив первой трещины с раскрытием 10 мм

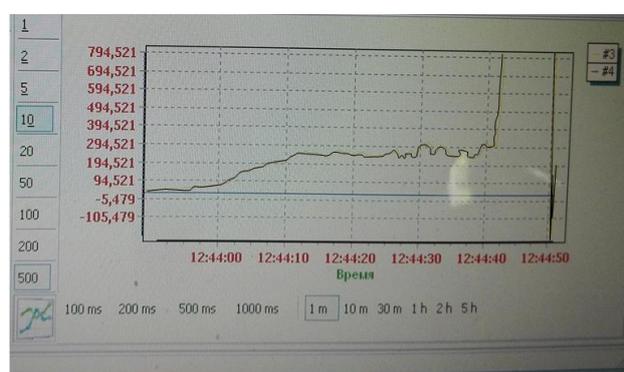


Рис. 8. Температура и время нагрева ТПКМ напротив третьей трещины с раскрытием 20 мм



Рис. 9. Температура и время нагрева ТПКМ напротив четвертой трещины с раскрытием 30 мм

Температура окружающей среды на момент проведения исследований составляла  $26,7^{\circ}\text{C}$ .

Исходя из значений температуры нагрева (плавления), полученных в условиях реального времени, результаты которых приведены на рис. 7-9, можно утверждать, что:

- при плавлении ТПКМ температура его нагрева не превысила критического значения ( $300^{\circ}\text{C}$ ), при котором происходит деструкция вяжущего;
- повышение температуры в образце ТПКМ до температуры плавления происходит в зоне контакта рабочего органа инструмента. При этом она опережает торцевую поверхность инструмента на 7-8 мм. Подтверждением этого вывода может служить наложение результатов термомеханического бурения на результаты осцилографирования. При этом, места установки термопар №1 и

№3 расположены в местах их перебурирования, характеризуемое резким увеличением температуры (свыше  $1000^{\circ}\text{C}$ );

- суммарное время бурения образца длиной 0,22 м составило 13 мин 36 с, что соответствует ранее полученным результатам.

Еще одной задачей проведения стендовых исследований являлось установление зависимости растекания расплава ТПКМ по каналам поглощения промывочной жидкости в зависимости от их раскрытия.

Для этого, после определения температурного режима плавления, модель поглощающего горизонта, по пластово, была разобрана с осуществлением соответствующих замеров.

Анализируя полученные результаты можно утверждать, что расплав ТПКМ растекается от ствола скважины:

- при раскрытии трещины 10 мм на 20-30 мм;
- при раскрытии трещины 20 мм на 80-90 мм;
- при раскрытии трещины 30 мм на 70-80 мм,

образуя малообъемную непроницаемую изоляционную оболочку вокруг ствола скважины. И судя по характерному отпечатку в верхней части расплава, он перекрыл трещину по всей ее высоте.

**Выводы.** Доказана возможность термомеханического плавления монолитного ТПКМ на забое скважины. Установлено, что: термомеханическая скорость бурения (плавления) не зависимо от соотношения вяжущего к наполнителю, а также рецептуры ТПКМ к режимным параметрам и имеет один порядок величин, увеличивающийся при повышении осевой нагрузки и частоты вращения; время нагрева ТПКМ до температуры его плавления зависит от рецептуры ТПКМ; в зависимость от раскрытия трещины, расплав ТПКМ растекается от ствола скважины от 20-30 мм до 80-90 мм, образуя малообъемную непроницаемую изоляционную оболочку вокруг ствола скважины.

Доказано, что: при термомеханическом плавлении ТПКМ температура его нагрева не превышает критического значения, при котором происходит деструкция вяжущего; повышение температуры в образце ТПКМ до температуры плавления происходит в зоне контакта рабочего органа инструмента, при этом она опережает торцевую поверхность инструмента на 7-8 мм;

С учетом результатов исследований физико-механических свойств ТПКМ, представленных в разделе 2, а также результатов стендовых исследований термомеханической скорости бурения (плавления) ТПКМ, для применения (исследования) в скважинных условиях рекомендуется ТПКМ с соотношением компонентов 1:1, в сочетании с осевой нагрузкой не менее 700 даН при частоте вращения инструмента  $700 \text{ мин}^{-1}$ .

**Перечень ссылок**

1. Фокин, В.В. (2009). *Совершенствование методов борьбы с поглощениями в интрузиях долеритов глубоких разведочных скважин Сибирской платформы*: дис. ... канд. техн. наук : 25.00.15. Москва.
2. Белкин, О.К., & Евецкий, В.А. (1982). Изоляция зон поглощения. *Разведка и охрана недр*, 33-36.
3. Бражненко, А.М., Гошовский, С.В., & Кожевников, А.А. (2007). *Тампонаж горных пород при бурении геологоразведочных скважин легкоплавкими материалами*. К.: УкрГГРИ.
4. Матвиенко, И.И. (1990). *Исследования, разработка и внедрение технологии ликвидации геологических осложнений тампонирующими смесями на битумной основе*: автореф. дис. на соиск. науч. степ. канд. техн. наук: спец. 05.15.14. Днепр.
5. Судаков, А.К. (2000). *Технология изоляции зон поглощения буровых скважин с применением термопластичных материалов*: автореф. дис. на соиск. науч. степ. канд. техн. наук: спец 05.15.10. Днепр.
6. Танинский, П.Ю. (2000). *Выбор легкоплавких связующих материалов для экологически чистого беструбного крепления скважин*: автореф. дис. на соиск. науч. степ. канд. техн. наук: спец 05.15.14 «Технология и техника геологоразведочных работ», Санкт-Петербург.
7. Kuzin, J. (2017). "Isolation technology for swallowing zones by thermoplastic materials on the basis of polyethyleneterephthalate", J. Kuzin, M. Isakova, D. Sudakova, O. Mostinets, Scientific bulletin of National Mining University, No. 1. pp. 34-39.
8. Sudakov, A.K. (2016). "Concept of numerical experiment of isolation of absorptive horizons by thermoplastic materials", A.K. Sudakov, O.Ye. Khomenko, M. L. Isakova, D. Sudakova, Scientific Bulletin of NMU, No. 5(155), pp. 12-16.
9. Судаков, А.К., Дреус, А.Ю., Хоменко, О.Е., & Судакова, Д.А. (2017). Теоретические основы технологии изоляции поглощающих горизонтов термопластичными материалами. *Киев: ИСМ им. Бакуля НАН Украины*, 52-58.
10. Судаков, А.К., Кузин, Ю.Л., & Судакова, Д.А. (2016). Криогенная технология изоляции поглощающих горизонтов. *ДонНТУ*, 3-6.
11. Sudakov, A.K. (2017). "Analytic study of heat transfer in absorbing horizon of boreholes in the formation of protection cryogenic plugging material", A.K. Sudakov, A.Yu. Dreus, O.Ye. Khomenko and other, "Scientific Bulletin of NMU", No. 3(159), pp. 32-46.
12. Судаков, А.К., Дреус, А.Ю., Хоменко, О.Е., & Судакова, Д.А. (2017). Аналитическое исследование инновационной криогенной технологии ликвидации поглощения в буровой скважине. – *Киев: ИСМ им. Бакуля НАН Украины*, 44-51.
13. Судакова, Д.А. (2017). Нетрадиционная технология борьбы с поглощением буровых растворов в скважинах. – *Покровськ: ДВНЗ «ДонНТУ»*, 227- 233.
14. Судакова, Д.А. (2017). Механические свойства тампонажного термопластичного материала на основе полиэтилентерефталата. – *Покровськ: ДВНЗ «ДонНТУ»*, 107-116.

## АНОТАЦІЯ

**Метою** роботи є розробка і дослідження технологій виготовлення та ізоляції зон поглинання промивної рідини в буровій свердловині тампонажними термопластичними композиційними матеріалами на основі побутових відходів, у яких в якості в'язучого матеріалу виступає вторинний поліетилентерефталат.

**Методика досліджень.** Обробка експериментальних даних проводилася на ПЕВМ з використанням методів математичної статистики. Експериментальні дослідження виконані з використанням положень загальної теорії наукового експерименту і теорії випадкових процесів.

**Результати досліджень.** Визначено режимні параметри і область застосування технології ізоляції поглинаючих горизонтів тампонажними термопластичними композиційними матеріалами на основі поліетилентерефталату.

**Наукова новизна.** Вперше обґрунтована і доведена можливість застосування в якості тампонажного термопластичного композиційного матеріалу інертних термопластичних побутових відходів на основі вторинного поліетилентерефталату і його термомеханічного плавлення в зоні ускладнення бурової свердловини. Вперше встановлені залежності величин режимних параметрів процесу термомеханічного плавлення тампонажного термопластичного композиційного матеріалу від його теплофізичних властивостей і технічних характеристик, а також його проникаючої здатності від розкриття тріщин поглинаючого горизонту. Встановлено залежність зміни температури від величини режимних параметрів.

**Практична значимість.** На підставі проведених досліджень показана можливість застосування в свердловинних умовах тампонажного термопластичного композиційного матеріалу на основі вторинного поліетилентерефталату. Розроблені і виготовлені: з урахуванням критеріїв подібності експериментальний стенд, що дозволяє моделювати процеси, що протікають в поглинає горизонті з різним розкриттям плоских радіальних тріщин; макет лабораторного термомеханічного інструменту, який дозволив при термомеханічному плавленні на заборі свердловини створити потужність від 1,7 до 5,8 кВт.

**Ключові слова:** буріння свердловин, поглинаючий горизонт, ізоляція, тампонажні матеріали, термопластичні матеріали

## ABSTRACT

**Purpose.** The purpose of the work is to develop and study technologies for manufacturing and isolating absorption zones of drilling fluid in a borehole with plugging thermoplastic composites based on household waste, in which secondary polyethylene terephthalate acts as an astringent material.

**Methods of research.** The processing of experimental data was carried out on a PC using mathematical statistics. Experimental studies were performed using the provisions of the general theory of scientific experiment and the theory of random processes.

**Findings.** The regime parameters and the field of application of the technology of insulation of absorbing horizons with plugging thermoplastic composites based on polyethylene terephthalate are determined.

**Originality.** For the first time, the possibility of using inert thermoplastic household waste as a plugging thermoplastic composite waste material from secondary polyethylene terephthalate and its

thermomechanical melting in the zone of the complication of a borehole has been substantiated and proved. The dependencies of the value of the regime parameters of the thermomechanical melting process of a plugging thermoplastic composite material on its thermophysical properties and technical characteristics, as well as its penetrating ability from opening the cracks of the absorbing horizon, is established. The dependence of the change in temperature on the value of the regime parameters is determined.

**Practical implications.** Based on the studies carried out, it has been shown that it is possible to apply a thermosetting clamping material based on secondary polyethylene terephthalate in good conditions. Developed and manufactured: taking into account the similarity criteria, an experimental stand that allows modeling processes are taking place in an absorbing horizon with different opening of flat radial cracks; the model of the laboratory thermomechanical tool, which allowed for thermomechanical melting at the bottom of the well to create power from 1.7 to 5.8 kW.

**Keywords:** *well drilling, absorbing horizon, insulation, plugging materials, thermoplastic materials*