

Технические науки

ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИЗАБОЙНУЮ ЗОНУ ПЛАСТА ЖИДКИМ АЗОТОМ С ЦЕЛЬЮ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ДОБЫЧИ НЕФТИ

Абашев А.Р., Байрашев К.А., Исламов Б.И., Кин Д.А.,
Медведев В.В.

Сургутский институт нефти и газа (филиал)
ТюмГНГУ, Сургут

Жидкий азот достаточно широко применяется в нефтяной промышленности. В данной работе предлагается инновационная технология повышения продуктивности пласта путём обработки призабойной зоны пласта (ПЗП) жидким азотом.

Метод основан на кристаллизации остаточной воды в порах при замораживании ПЗП и, как следствие, изменении межзеренных связей в горных породах, а также на испарении жидкого азота в ограниченном пространстве, приводящем к повышению давления в ПЗП и образованию трещин в пласте.

Процесс обработки ПЗП начинается с вытеснения из скважины жидкости глушения продувкой газообразным азотом (рис. 1, 2, 3, см. приложение). Вынос жидкости глушения с пластовым флюидом производится по насосно-компрессорной трубе (НКТ) (диаметром 89 мм) до момента выхода чистого газа. Остатки жидкости в НКТ и на забое под пакером зажимаются в пласт с помощью газообразного азота, подаваемого по колонне НКТ (рис. 4, 5). Затем производится охлаждение колонны НКТ до максимально низких температур с помощью подачи жидкого азота (рис. 6). На последующем этапе реализации технологии производится подача пачки жидкого азота на забой обрабатываемой скважины по схеме «труба в трубе» (рис. 7). Это позволяет значительно снизить расход жидкого азота на испарение за счёт малой теплоёмкости внутренней трубы, а также уменьшить температурные напряжения во внешней трубе, нагруженной, кроме того, внутренним давлением порядка 250 атмосфер. Движение жидкого азота по внутрен-

ней трубе (НКТ диаметром 48 мм) сопровождается интенсивным кипением. Образующийся при этом холодный газообразный азот, двигаясь со скоростью 20-40 м/с, производит охлаждение внутренней трубы (это уменьшает последующие потери жидкого азота) и накапливается в верхней части затрубья. С целью доставки пачки жидкого азота на забой применяется его продавливание газообразным азотом (рис. 8). После этого производится сброс избыточного давления в колонне НКТ и запирание клапана-отсекателя (рис. 9), что приводит к задержке жидкого азота на забое, его нагреванию и последующему прорыву газообразного азота в пласт (рис. 10). Операции по доставке и запиранию пачки жидкого азота повторяются с целью более глубокого замораживания пласта. Этот процесс сопровождается появлением микротрещин вследствие образования льда в порах пласта. Под действием пластового тепла происходит обратное размораживание ПЗП. Высокое давление, достигаемое в результате испарения азота, может привести к гидравлическому разрыву пласта и последующей фильтрации азота по системе трещин в пласт. В конце цикла обработки температура и давление рабочего агента на забое выравниваются с пластовыми, производится разблокировка задвижки, герметизирующей затрубное пространство, открытие пакера, происходит декомпрессионный сброс давления и самоочистка пласта в результате обратного движения пластовых флюидов (рис. 11). Для полной очистки затрубного пространства производится его продувка газообразным азотом, подаваемым по колонне НКТ (рис. 12). Цикл обработки повторяется. После проведения необходимого числа циклов осуществляются мероприятия по вызову и интенсификации притока.

Физические процессы, происходящие при реализации изложенной технологии достаточно сложны. Некоторые количественные оценки этих процессов получены в работе [1].

Предлагаемая технология неоднократно обсуждалась со специалистами-нефтяниками. Одной из нефтяных компаний Западной Сибири для промышленных испытаний предоставлена добывающая скважина, начало которых намечено на весну 2011 года.

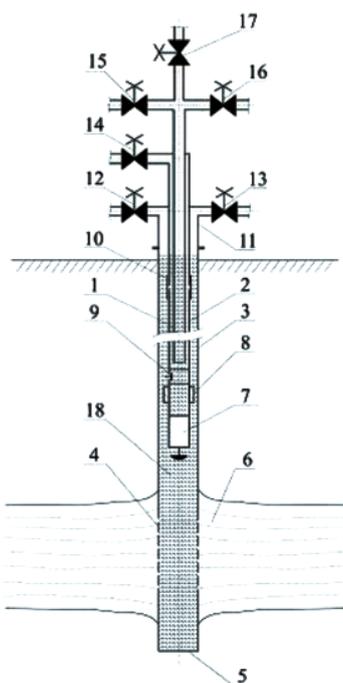
Приложение

Этапы технологии на рисунках

1. Труба НКТ (диаметр 48 мм).
2. Труба НКТ (диаметр 89 мм).
3. Труба обсадная (диаметр 146 мм).
4. Участок перфорации.
5. Забой скважины.
6. Продуктивный пласт.
7. Клапан – отсекатель.
8. Пакер с механическим якорем.
9. Клапан циркуляционный.
10. Компенсатор температурный.
11. Колонная головка.
12. Задвижка подачи газообразного азота в затрубье.
13. Задвижка выноса из затрубья.
14. Задвижка выноса из трубы НКТ 89 мм.
15. Задвижка подачи газообразного азота в трубу НКТ 48 мм.
16. Задвижка подачи жидкого азота в трубу НКТ 48 мм.
17. Задвижка сброса из трубы НКТ 48 мм.
18. Жидкость глушения (вода).
19. Пачка жидкого азота.

Список литературы

1. Абашев А.Р., Байрашев К.А., Медведев В.В. Технология увеличения добычи нефти путем воздействия жидким азотом на призабойную зону пласта. (В печати).



Компоновка колонны и устьевого оборудования

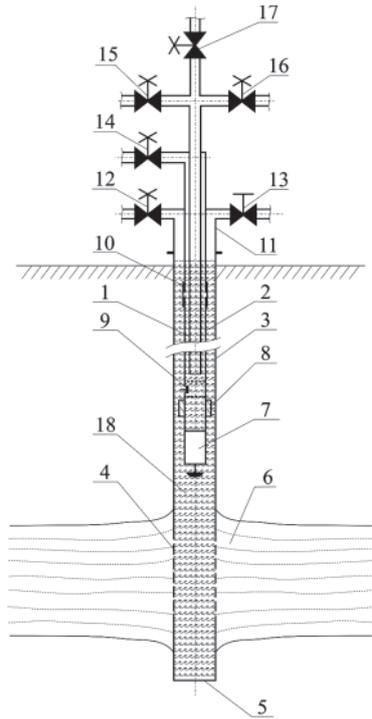


Рис. 1. Начало цикла, жидкость глушения в скважине

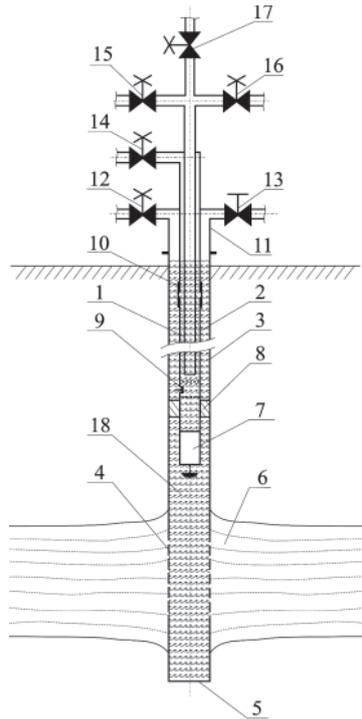


Рис. 2. Установка пакера в рабочее состояние

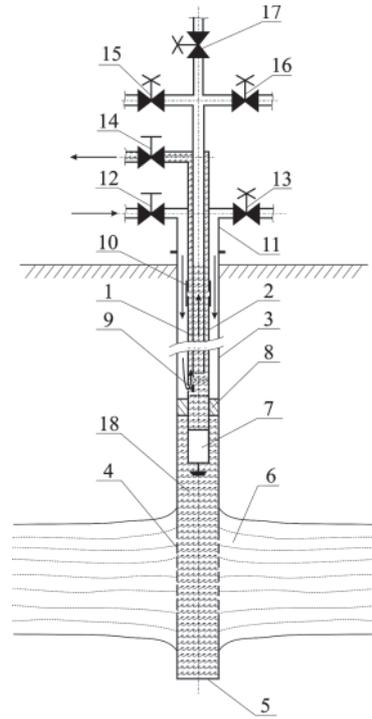


Рис. 3. Пробувка газом через затрубье, вынос жидкости по НКТ $\varnothing 89$ мм из скважины

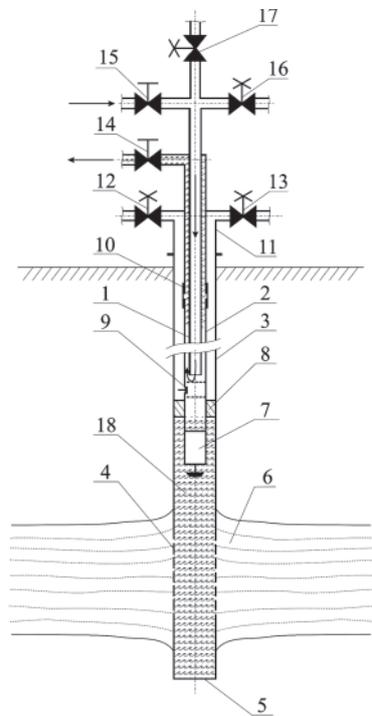


Рис. 4. Пробувка газом через НКТ $\varnothing 48$ мм, полный вынос жидкости по НКТ $\varnothing 89$ мм из скважины выше уровня пакера

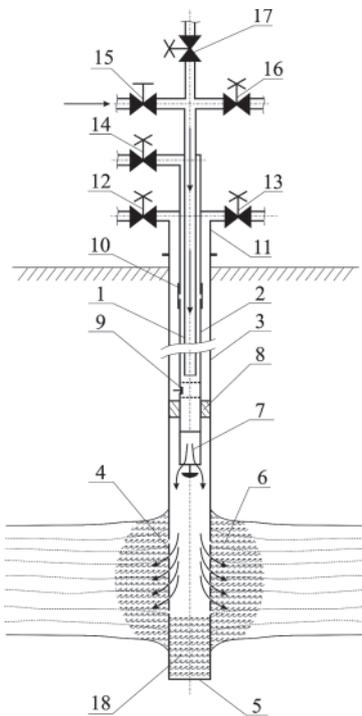


Рис. 5. Заправка жидкости газом через НКТ $\varnothing 48$ мм в пласт через перфорацию ниже уровня пакера

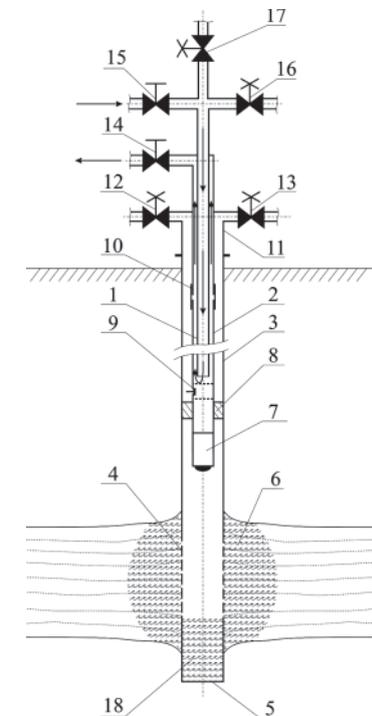


Рис. 6. Пробувка низкотемпературным газом через НКТ $\varnothing 48$ мм и межтрубье, с целью охлаждения инструмента выше уровня пакера

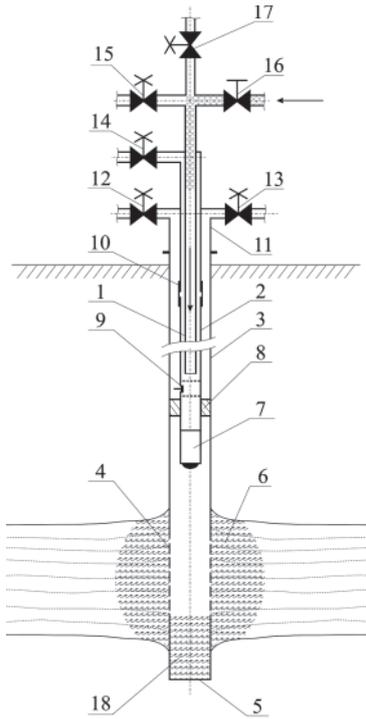


Рис. 7. Закачка жидкого азота через НКТ $\varnothing 48$ мм

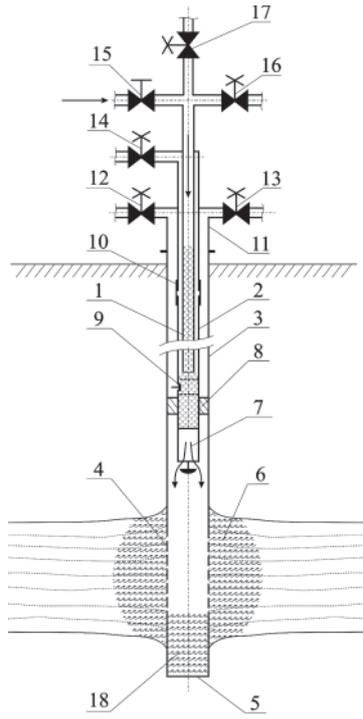


Рис. 8. Доставка жидкого азота через НКТ $\varnothing 48$ мм на забой газобразным

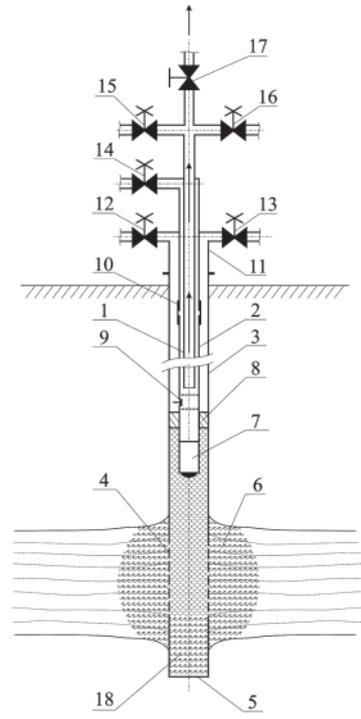


Рис. 9. Замыкание пачки жидкого азота на забое под клапаном-отсекателем и прорыв газа в пласт

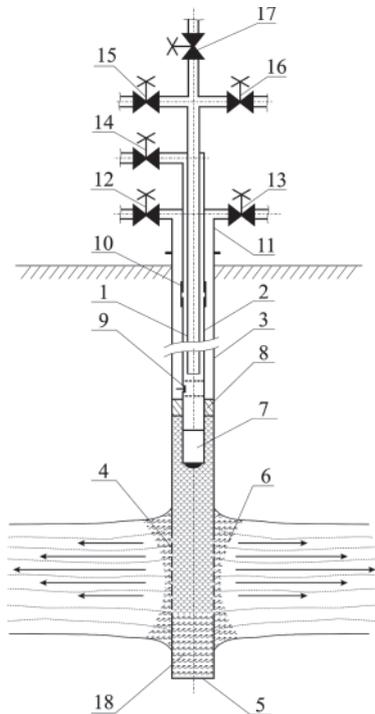


Рис. 10. Выдержка пачки жидкого азота на забое под клапаном-отсекателем и прорыв газа в пласт

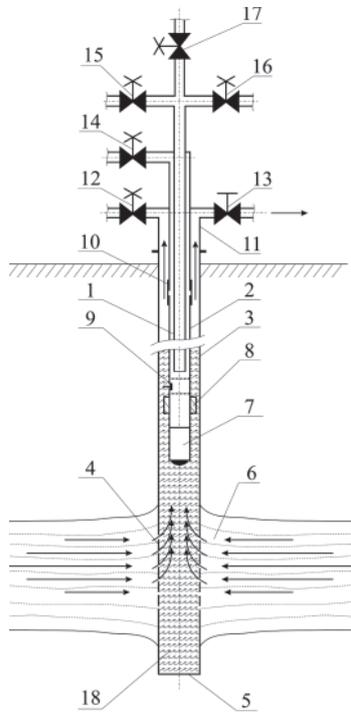


Рис. 11. Открытие пакера, декомпрессионный сброс давления и самоочистка пласта

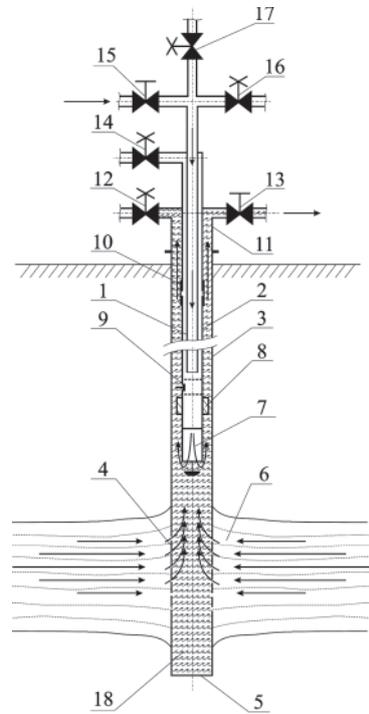


Рис. 12. Очистка пласта и пробурка забоя газом