

Введение В работах [1,2] показано, что добыча битумов, как правило, ведется на горизонтальных скважинах с применением технологий, связанных с повышением проницаемости прискважинной зоны пласта, интенсификацией теплообмена в процессе нагнетания острого пара в коллектор а также с использованием различных растворителей [3], [4]. Важное значение при разработке месторождений природных битумов имеет энергосбережение, в котором подъем тяжелых углеводородов ведется по возможности с меньшими затратами энергии на тонну добываемой продукции [5]. Одной из таких технологий является нестационарное или пульсационное воздействия на битуминозный коллектор. Этот способ прост, надежен в эксплуатации и совместим со многими традиционными способами добычи битумов. Одним из очевидных преимуществ теплотехнологии пульсационного воздействия в размягчении трудноизвлекаемых углеводородов является решение проблемы застойных зон, появляющихся в коллекторе вдоль горизонтальной скважины, где содержится значительное количество не извлеченной продукции [6]. Это приводит к интенсификации процессов извлечения остаточных углеводородов и увеличению рабочего объема при извлечении залежи.

1. Теплотехнологии воздействия на битуминозную породу Размытие битуминозной породы осуществляется посредством теплоотдачи в горизонтальном участке скважины. Теплогенератор располагается на устье скважины и газ (пар) поступает в призабойную зону (рис.1, 2). В теплотехнологии пульсационного дренирования скважины жидкостью используется высокочастотный индукционный нагреватель (ВИН), который располагается вдоль горизонтального участка скважины (рис. 1 и 3). При этом жидкость нагревается до температуры стенки (порядка 800C). Рис. 1 Теплотехнология добычи битумов с использованием парогенератора на устье Рис. 2 - Устьевое оборудование в теплотехнология с использованием парогазогенератора на устье Рис. 3 - Устьевое оборудование добычи битумов с использованием пульсационной теплотехнологии

Схемы установок для генерации пара и парогаса на устье скважины приведены на рис 1, 2. Посредством насоса 4 происходит подача топлива в горелку парогенератора. Перегретый пар под давлением подается в нефтяную скважину через насосно-компрессорную трубу 1 и хвостовик 8 в затрубное пространство. После этого отработавшие пары поднимаются вверх к устью скважины и через приемную трубу 6 и клапан управления 7, в зависимости от режима (непрерывный или пульсационный), возвращаются в виде конденсата через систему подачи воды в магистраль парогенератора 9. В случае использования парогазогенератора картина движения газа и работа технических элементов схемы не изменяется. Отличием парогазогенератора от парогенератора заключается в существенном повышении температуры подаваемого в НКТ парогаса до 2500C за счет участия в процессе нагрева отработавших при сгорании газов. В пульсационной теплотехнологии битуминозная порода

размягчается посредством нестационарного нагнетания (нагретой посредством ВИН) жидкости в коллектор. Посредством насоса 4, жидкость из бака приемника 9 закачивают в затрубное пространство. При этом возрастает давление в воздушной подушке ресивера 13. При достижении в ресивере заданного давления (до 3-5 МПа) открывается клапан управления 7. За счет энергии сжатия происходит сброс давления и жидкость из ресивера 12 нагреваясь в затрубном пространстве поступает в НКТ и далее минуя клапан управления в бак приемник 9. При достижении в ресивере нижней величины заданного давления (порядка 0,15-0,2 МПа) клапан управления 7 закрывается. Далее циклы периодических пульсаций повторяются. Ниже приведена оценка эффективности различных тепловых схем для добычи природных битумов.

2. Анализ эффективности теплотехнологий добычи битумов

2.1 Паротепловое воздействие

Преимущества - Пар обладает большой энтальпией; - Пар нейтрален к скважинному оборудованию. Недостатки - Значительные затраты на подготовку воды; - Значительные выбросы в атмосферу; - К.п.д. на уровне 82-85%; - Пар полностью конденсируется в пласте и разогретый битум надо извлекать механическим путем; - Пар обладая малым удельным объемом может прорваться в нежелательном направлении.

2.2 Парогазовое воздействие

Преимущества - Расход энергоносителей меньше в 2 раза; - Комбинированное воздействие на пласт; - Извлечение разогретого битума самотеком. Недостатки - Активность рабочего тела по отношению к скважинному оборудованию; - Наличие в составе комплекса дорогостоящего компрессора;

2.3 Пульсационная теплотехнология

Преимущества - Отсутствие потерь в скважине; - Интенсификация теплообмена; - Отсутствие конденсации; - Возможность использовать ПАВ и растворителей; Недостатки - Необходимость использования электроэнергии - Механический износ за счет пульсаций; Оценки показывают, что тепловая нагрузка в нагнетании парагаза на глубине около 100 м порядка 8 кВт, а при ее увеличении резко падает. А нагрузка с использованием ВИН не зависит от глубины залегания битумов, а лишь от расхода рабочей жидкости. При этом ее можно оценить (для пластов с малой проницаемостью $K_{10\text{мДарси}}$), (1) где 600°C , а величина фильтрационного потока для горизонтального участка скважины $L_g=100$ м оценивается. Величина в (1) не превышает 6 кВт. Для пластов с большой проницаемостью ($K>1\text{Дарси}$) (2) В этом случае 300°C , а здесь не менее 120 кВт. Исходя из этих оценок можно сделать вывод, что теплотехнология нагнетания разогретого газа (пара) может быть эффективно использована лишь на малых глубинах до 100 м. С увеличением глубины залегания преимущество в добыче природных битумов имеет пульсационная теплотехнология с использованием глубинного высокочастотного индукционного нагревателя.