УВЕЛИЧЕНИЕ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ ПУТЕМ ГЕНЕРАЦИИ ТЕПЛОТЫ В ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЕ СКВАЖИНЫ

Э.Р. Гимаева, *магистрант*
Индустриальный тюменский университет
(Россия, г. Тюмень)

Аннотация. *Целью исследования явилось научное обоснование нового способа увеличения нефтеотдачи путем генерации теплоты непосредственно в призабойной зоне скважины с помощью погружного гидромеханического генератора теплоты на базе относительно дешевого и доступного штатного оборудования, применяемого на промыслах. По результатам исследования была научно обоснована целесообразность размещения генератора теплоты для повышения отдачи нефтеносного коллектора, залегающего на глубине 2000 м и более, непосредственно в скважине на глубине его залегания, доказана возможность и эффективность тепловой обработки глубокозалегающего продуктивного горизонта за счет преобразования электрической энергии в энергию потока скважинного флюида с последующей диссипацией ее в теплоту; установлены основные закономерности принудительного нагрева изолированного в скважине флюида с применением механического или гидравлического диссипатора энергии и последующей доставки горячего флюида холодной водой в пористый коллектор.*

Ключевые слова: *увеличение нефтеотдачи, эксплуатация нефтяных месторождений.*

Введение. Разработкой и внедрением методов повышения нефтеотдачи пластов активно занимаются все нефтедобывающие страны, так как увеличение нефтеотдачи на эксплуатируемых месторождениях равносильно открытию новых. Учитывая, что методы повышения нефтеотдачи реализуются в регионах с развитой инфраструктурой, эффективность от их внедрения существенно выше по сравнению с поисками и разведкой новых месторождений.

В рамках данного исследования поставлена цель научно обосновать новый способ увеличения нефтеотдачи путем генерации теплоты непосредственно в призабойной зоне скважины с помощью погружного (поднасосного) гидромеханического генератора теплоты (диссипатора) на базе относительно дешевого и доступного штатного оборудования, применяемого на промыслах.

Практическая составляющая работы состоит в создании на базе серийного проверенного и надежного скважинного оборудования эффективного генератора теплоты при малых капитальных затратах.

Важный вклад в развитие техники и технологии тепловых способов повышения дебита нефтяных эксплуатационных скважин успешно решен в трудах отечественных инженеров и ученых Р.А. Азимова, З.С. Алиева, А.И. Альхименко, И.М. Аметова, Д.Г. Антониади, Н.К. Байбакова, А.Р. Гарушева, А.И. Гриценко, Ю.Д. Дядькина, Б.И. Есьмана, Э.А. Загривного, В.И. Исаева, Б.Б. Кудряшова, Е.Г. Леонова, В.С. Литвиненко, Ю.М. Парийского, А.Г. Потапова, М.А. Пудовкина, А.Н. Саламатина, Г.А. Череменского, В.П. Черняка, В.А. Чугунова, Р.И. Шищенко, А.Н. Щербаня и др. Однако исследования в сфере увеличения нефтеотдачи путем генерации теплоты непосредственно в призабойной зоне рассмотрены не в полной мере.

Методика исследования носит экспериментально-теоретический характер, включает использование математического анализа, количественные оценки и экспериментальную проверку тепловых эффектов диссипации гидромеханической энергии в призабойной зоне скважины и радиального распространения теплового влияния на окружающий нефтеносный коллектор.

В отношении диссипации механической и гидравлической энергии основной количественный материал получен экспериментально на опытно-промышленной ус-

тановке. Количественный анализ, как правило, ограничен гидравлическими приближениями. В необходимых случаях используются неодномерные (плоские) модели движения жидкости и распространения теплоты. При этом используются известные методы и решения, чем обеспечивается простота и надежность количественных оценок. Достоверность прогнозов оценивается экспериментально в условиях, максимально приближенных к производственным, и с привлечением современных методов статистической обработки измеренных величин и определения их значимости.

Обоснование методики экспериментальных исследований и обработка их результатов проводились на ПЭВМ типа Pentium с использованием теории планирования эксперимента и математической статистики.

Исследования проведены на базе и данных НГДУ «Туймазанефть» и лабораториях Санкт-Петербургского государственного политехнического университета.

Результаты исследования. Среди многочисленных существующих в настоящее время разнообразных способов и средств искусственного воздействия на продуктивные горизонты с целью повышения нефтеотдачи наиболее эффективными являются тепловые способы [1].

Закачка в эксплуатационные скважины горячих жидких и газообразных теплоносителей (вода, нефть, конденсат, пар) связана с большими затратами на их принудительный нагрев на поверхности и сопровождается весьма значительными нерациональными потерями тепловой энергии на бесполезный подогрев верхних горизонтов окружающего массива.

Из организационных, технических и экономических соображений для повышения нефтеотдачи при глубине эксплуатационных скважин 2000 м и более целесообразно размещение генератора тепловой энергии непосредственно в обрабатываемой зоне продуктивного горизонта. Однако поднасосное размещение омического или индукционного теплового генератора предъявляет особые требования к условиям канализации тока, к конструкции электрокабеля повышенного сечения, вызывает необходимость двойного преобразования электрической энергии, без чего применение скважинных электрогенераторов теплоты не может быть достаточно надежным и экономически эффективным.

В современных сложных экономических условиях по целому ряду технических и организационных причин представляется целесообразным обеспечить генерацию теплоты на любых по глубине участках эксплуатационных скважин за счет диссипации гидравлической энергии погружного насоса или применения гидромеханического диссипатора с использованием относительно дешевого и доступного оборудования и электрокабелей, которыми в достаточном количестве оснащены нефтедобывающие предприятия, широко эксплуатирующие погружные электронасосы.

Наиболее интенсивный рост коэффициента вытеснения нефти подогретыми скважинными флюидами наблюдается при повышении их температуры от 30 до 120°С, при этом его значение находится в прямой зависимости от температуры и достигает 78% [2].

Аналитическим путем установлено малое влияние теплообмена флюида, изолированного пакером в призабойной зоне скважины, с окружающим массивом на время его принудительного нагрева с помощью механического или гидравлического диссипатора энергии (при снижении теплоотдачи на два порядка скорость нагрева возрастает на порядок), что дает реальную возможность достижения температур, обеспечивающих высокие значения коэффициента вытеснения нефти из коллектора.

Теоретически выполненные качественные оценки показывают, что при вытеснении нагретого в призабойной зоне флюида холодной водой с расходами до 20 кг/с он может быть доставлен в пористый коллектор практически адиабатно с температурой, близкой к температуре конца фазы диссипативного разогрева.

Поскольку гидравлический радиус влияния скважины связан с продолжительностью подачи жидкости, из теорети-

ческих соображений следует, что, во-первых, процесс теплопередачи в пласте, вызываемый фильтрацией горячего флюида сквозь насыщенный холодной эмульсией коллектор, квазистационарен и, во-вторых, это гарантирует доставку горячего флюида к добычным скважинам в пределах радиуса влияния.

Теоретический анализ и выполненные расчеты показали возможность получения достаточной для поставленных практических целей теплопроизводительности гидравлического диссипатора энергии, основанного на дросселировании потока жидкости от штатного погружного электронасоса, а механического диссипатора, основанного на электроприводном вращении диска в жидкости, – только при его оребрении (облопачивании), вращении в оребренном кожухе и многоступенчатом исполнении.

Экспериментальные исследования в условиях, максимально приближенных к производственным, выполненные на специально оснащенном контрольно-измерительной аппаратурой стенда в виде опытной скважины в НГДУ «Туймазанефть», полностью подтвердил все основные теоретические положения, а расчетные данные по теплопроизводительности скважинных диссипаторов гидравлической или механической энергии дали вполне удовлетворительное совпадение с опытными (отклонения в пределах ± 15%).

Исследования макета гидромеханического диссипатора на опытном стенде показали его достаточную тепловую эффективность при высокой вязкости жидкости, а по мере ее естественного снижения с ростом температуры интенсивность нагрева снижается, кроме того, ротационный диссипатор для обеспечения его тепловой эффективности и длительной работоспособности требует изготовления в условиях высокотехнологичного производства.

Стендовые исследования гидравлического диссипатора, основанного на дросселировании потока жидкости, показали, что его теплопроизводительность складывается из теплоты, выделяемой за счет потерь энергии в статорной обмотке, электротехнической стали и подшипниках электронагревателя, теплоты от ротационного действия ступеней погружного насоса и теплоты, выделяемой в редукторе на его выходе, и практически не зависит от температуры флюида, циркулирующего в изолированной пакером призабойной зоне скважины.

Скважинный диссипатор, основанный на дросселировании потока жидкости, не требует значительных капитальных вложений при проектировании и внедрении, высокотехнологичного изготовления его элементов, состоит из штатных устройств, используемых на нефтяных промыслах (насосы, дроссели, редукторы), отсутствует необходимость в создании служб для ремонта и профилактики диссипационного оборудования, механизмов для его спуско-подъема и новых правил работы с ним, поскольку на промыслах существуют цеха для обслуживания погружных электронасосов (ЭЦН).

Заключение. Таким образом, в ходе исследования научно обоснована целесообразность размещения генератора теплоты для повышения отдачи нефтеносного коллектора, залегающего на глубине 2000 м и более, непосредственно в скважине на глубине его залегания. Поскольку обеспечение достаточной теплопроизводительности омического или индукционного генератора представляет особо высокие требования к условиям канализации тока, к конструкции специального электрокабеля повышенного сечения, доказана возможность и эффективность тепловой обработки глубокозалегающего продуктивного горизонта за счет преобразования электрической энергии в энергию потока скважинного флюида с последующей диссипацией ее в теплоту. Также установлены основные закономерности принудительного нагрева изолированного в скважине флюида с применением механического или гидравлического диссипатора энергии и последующей доставки горячего флюида холодной водой в пористый коллектор.

Библиографический список

1. *Хижняк Г.П.* Эффективность применения водогазовых смесей для повышения нефтеотдачи и перераспределения фильтрационных потоков / Г.П. Хижняк, А.М. Амиров, Е.А. Гладких, А.П. Кишмирян, М.А. Потаскуев // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2016. – Т. 15. № 18.
2. *Овчинников В.П.* Основные разделы механики сплошной среды и их практическое применениепри бурении и разработке нефтяных и газовых месторождений / В.П. Овчинников, А.В. Набоков, О.Ф. Данилов, Д.С. Герасимов, Т.А. Харитонова// Тюменский государственный нефтегазовый университет. – Тюмень. – 2015.

INCREASES OF PETROLEUM OIL PIPELINES BY WATER GENERATION IN THE BOTTOM WELL AREA

E.R. Gimayeva, *graduate student*
Industrial tyumen university
(Russia, Tyumen)

Absract. *The purpose of the study was the scientific substantiation of a new method for increasing oil recovery by generating heat directly in the bottomhole zone of the borehole by means of a submersible hydromechanical heat generator based on relatively cheap and affordable standard equipment used in the fields. Based on the results of the research, it was scientifically justified the feasibility of locating a heat generator to increase the return of the oil reservoir lying at a depth of 2000 m and more directly in the well at the depth of its occurrence, the possibility and efficiency of heat treatment of a deep-lying productive horizon due to the conversion of electric energy into the energy of the downhole fluid with the subsequent dissipation of it into heat; The main regularities of forced heating of a fluid isolated in a well with the use of a mechanical or hydraulic energy dissipator and subsequent delivery of hot fluid with cold water to a porous collector are established.*

Keywords: *increase in oil recovery, exploitation of oil deposits*.