

УДК 622.276; 622.279; 622.276.4+276.6+279.4+279.6

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ И ДОБЫЧИ ПРИРОДНОГО БИТУМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕПЛА СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

Ахмеджанов Т.К., Нуранбаева Б.М.

*Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева,
Алматы, e-mail: ahm_tlev_49@mail.ru, bulbulmold@mail.ru*

Для повышения нефтеотдачи пластов при разработке месторождений высоковязкой нефти наиболее эффективными способами являются тепловые, основанные на закачке горячей воды и пара. Однако при существующих способах наблюдаются большие материальные затраты и загрязнение окружающей среды при сжигании топлива для получения пара. В статье приведен новый способ вскрытия пластов для обработки паром и принципиальная технологическая схема круглогодичного получения горячей воды и высокотемпературного пара с применением тепла солнечной энергии. Разработанный новый солнечный коллектор, позволяет также опреснять морскую и пластовую воды. При этом его можно разместить непосредственно у скважин и получать пар, а также электроэнергию на местах расположения нагнетательных скважин.

Ключевые слова: нефть, пласт, закачка, пар, тепло, солнечная энергия, нефтеотдача

METHOD OF IMPROVING OIL RECOVERY AND EXTRACTION OF NATURAL BITUMEN FROM THE HEAT UTILIZATION OF SOLAR ENERGY

Akhmedzhanov T.K., Nuranbayeva B.M.

*Kazakh national research technical University named after K.I. Satpayev, Almaty,
e-mail: ahm_tlev_49@mail.ru, bulbulmold@mail.ru*

For enhanced oil recovery in the development of heavy oil the most effective methods are thermal, injects hot water and steam. However, with current methods there are large, tangible costs and environmental pollution from fuel combustion for steam production. The article presents a new method of opening reservoir for steaming and technological scheme of the year-round production of hot water and high temperature steam with the use of passive solar design. Developed a new solar collector, allows also to desalinate sea water and formation. While it can be placed directly in wells to obtain steam and electricity at the locations of the injection wells.

Keywords: oil, reservoir, pumping, steam, heat, solar energy, oil recovery

Общеизвестно возрастающее значение нефти в мировой экономике. В этой связи возникает необходимость более полного извлечения нефти из пластов, т.к. до настоящего времени неизвлеченные остаточные запасы составляли 60–80% от геологических. Сейчас создаются новые технические средства и технологические приемы, обеспечивающие более высокую полноту извлечения нефти из недр к которым можно отнести и тепловые технологии.

Исследования показывают, что существенно увеличить коэффициент нефтеотдачи можно путем изменения технологии вскрытия пластов и добычи нефти, с учетом физических и физико-химических свойств вытесняющего агента, применения углеводородных растворителей, углекислоты, мицеллярных растворов, поверхностно-активных веществ, полимерных растворов и других агентов и, наконец, изменения температурного режима процесса вытеснения нефти из пласта [1].

Особое место термических методов воздействия на пласт обусловлено тем, что для их реализации используют широкодоступные агенты – воду и пар. Масштабы

применения этих методов не зависят от возможностей получения больших количеств химических реагентов, необходимых для внедрения физико-химических методов повышения нефтеотдачи пластов.

Развитию термических методов добычи нефти во многих нефтедобывающих странах мира уделяют большое внимание. В США, Венесуэле, Канаде термические методы широко применяют на многих месторождениях. Интерес к термическим методам добычи нефти с каждым годом возрастает. Вместе с тем термические методы, основанные на подогреве воды и получении пара, отличаются высокой степенью затрат на образования тепла и его большими потерями. Для подогрева пластовой нефти наиболее распространенным способом является закачка водяного пара высокой температуры [2].

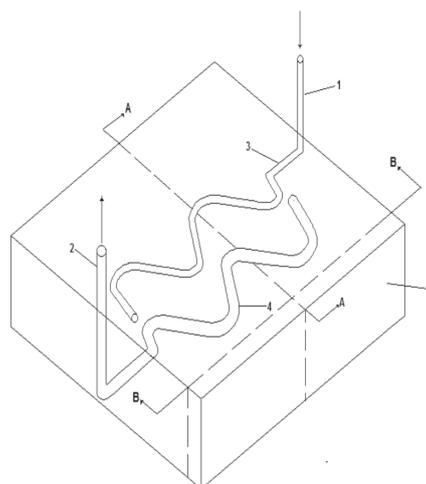
На основании лабораторных и промышленных опытов установлено, что наиболее эффективным рабочим агентом, используемым для увеличения нефтеотдачи, является насыщенный водяной пар высоких давлений (8–15 МПа).

При этом закачка водяного пара является более эффективным методом, чем закачка го-

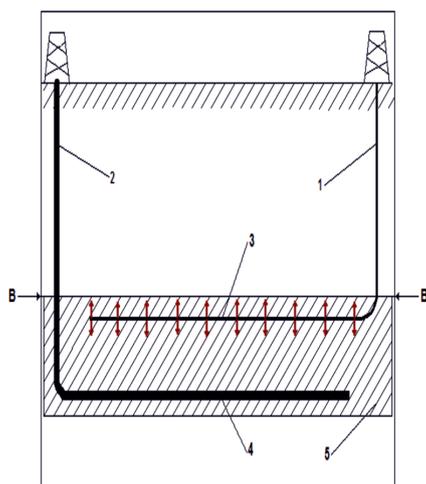
рячей воды. Уже доказана высокая эффективность от нагнетания высокотемпературного пара и горячей воды при различных геолого-физических условиях», например, на месторождениях Кенкиак, Гремихинское и др. Это указывает на то, что при соответствующей небольшой модификации оборудования можно перейти от обычного заводнения к тепловому воздействию посредством нагрева нагнетаемой в пласт воды и пара [3].

Эффективность внедрения паротепловых методов воздействия на пласт во многом зависит от геолого-физических условий залегания нефтяных пластов и схем подачи пара в пласт и откачки подогретой нефти. К геолого-физическим условиям относятся глубина залегания; тип коллектора; характер насыщения коллектора нефтью, водой и газом, физико-химические свойства нефти, теплофизические свойства продуктивных горных пород пластов, насыщенных водой, нефтью и газом. Схемы подачи пара и откачки подогретой нефти зависят от способов вскрытия и подготовки нефтяного пласта к эксплуатации.

Нами предлагается новый способ вскрытия, обеспечивающий возможность интенсивного прогрева углеводородного пласта и увеличения коэффициента охвата воздействием [4]. Для этого выбирают участок месторождения высоковязкой нефти или природного битума, и на этом участке проводят два вертикальных ствола скважины, один из которых пересекает кровлю углеводородного пласта, а второй проводят до подошвы пласта. Затем продолжают бурить скважины так, чтобы одна проходила из ствола по кровле пласта высоковязкой нефти или природного битума в виде лежачей синусоиды, а с противоположной части, напротив нагнетательной синусоидальной скважины в параллельном направлении бурят добывающую лежачую синусоидальную скважину большего диаметра, чем нагнетательная, над подошвой пласта высоковязкой нефти и природного битума, при этом нагнетательную синусоидальную скважину располагают над добывающей синусоидальной скважиной параллельно на определенном расстоянии и производят закачку теплоносителя из обеих скважин. После определенного времени закачанный теплоноситель, достигнув до кровли пласта, начнет перемещать разжиженную углеводородную массу вниз и таким образом создается гидродинамическая связь между скважинами и объемная паровая камера в пласте, обеспечивающие гравитационный режим движения углеводородов.



Разрез по B-B



Разрез по A-A

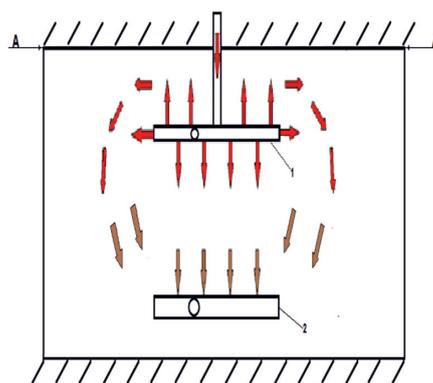


Рис. 1. Схема расположения скважин для тепловой обработки пласта и добычи высоковязкой нефти, природных битумов и газогидратов. 1,3 – нагнетательные скважины; 2,4 – добывающие скважины; 3,4 – горизонтальные участки скважин в виде лежачей синусоиды; 5 – продуктивный пласт

После снижения вязкости нефти или природного битума до требуемой текучести в пласте, создают зону перепада давления между участками синусоидальной добывающей скважины и синусоидальной нагнетательной скважины и производят отбор нагретой продукции из добывающей скважины. Сущность изобретения поясняется чертежом, как показано на рис. 1.

На определенном участке месторождения высоковязкой нефти или природного битума проводят два ствола вертикальных скважин на определенном расстоянии друг от друга, одна из которых (1) пересекает кровлю, а другая (2) – до подошвы пласта, и из первого ствола скважины проводят горизонтальную скважину 3 в виде лежащей синусоиды в кровле, а из второго ствола аналогичную скважину 4 в подошве пласта, причем скважина 4 имеет больший диаметр, чем скважина 3.

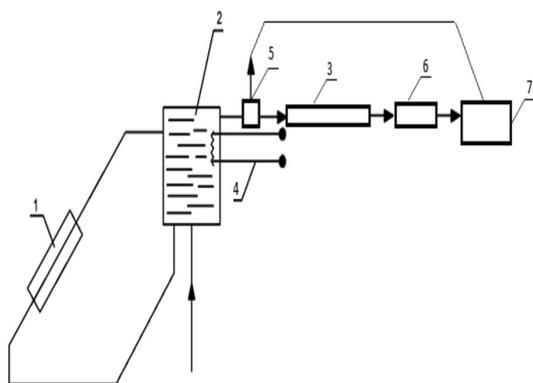


Рис. 2. Принципиальная технологическая схема геологической установки горячего водопароснабжения: 1 – солнечный коллектор, «черный ящик» для получения горячей воды; 2 – теплообменник; 3 – солнечный коллектор для получения пара; 4 – резервный источник нагрева воды в бессолнечный период; 5 – циркуляционный насос; 6 – высокотемпературный водяной пар; 7 – скважина

Способ работает следующим образом. В целях подогрева углеводородов в пласте в скважины 1, 2, 3, 4 подается горячий пар до тех пор, пока не возникнет гидродинамическая связь между синусоидальными скважинами, затем производят отбор нагретой продукции из пласта по скважинам 2 и 4, а подачу пара через скважину 1 и 3 продолжают до конца отработки углеводородов в объеме пласта между скважинами 3 и 4. При этом за счет использования лежащих синусоидальных скважин увеличивается коэффициент охвата пласта

воздействием, а за счет того, что диаметр скважины 4 больше диаметра скважины 3 создается гравитационный режим движения подогретых масс углеводородов.

Основными недостатками всех паротепловых методов воздействия на пласты являются большие затраты на получение горячей воды и пара.

Нами предлагается инновационная схема получения горячей воды и пара с использованием солнечных коллекторов тепла, расположенных непосредственно у нагнетательных скважин.

При этом предлагается следующая технологическая схема получения и транспортировки горячей воды и пара (рис. 2).

Для получения горячей воды можно использовать солнечные коллекторы типа «черного ящика» различной конструкции.

Нами разработана новая конструкция солнечного коллектора, обеспечивающего возможность одновременного опреснения морских и пластовых вод солнечным излучением и получением горячей воды и высокотемпературного водяного пара для закачки в нефтяной пласт [5].

Сущность разработанного нами солнечного коллектора поясняется чертежом, как показано на рис. 3.

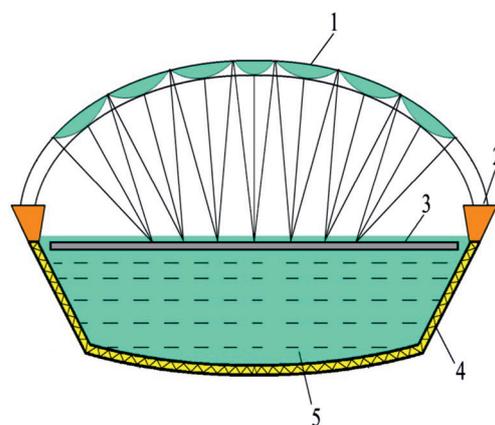


Рис. 3. Солнечный коллектор для подогрева воды и получения высокотемпературного пара

Солнечный коллектор имеет корпус, состоящий из рабочей испарительной теплоизолированной емкости (котла) с овальным дном 4, окрашенной с внешней стороны коррозионностойкой черной, а с внутренней теплоотражающей серебристой красками и заполняемой водой 5 (морской или очищенной от нефти пластовой

или технической), до уровня максимального фокусирования солнечных лучей, направленных на плавающую на этом уровне в емкости металлическую пластину черного цвета 3, подогреваемую за счет концентрации и фокусирования прямой и рассеянной солнечной радиации с помощью вогнутых линз 1, вмонтированных в светопроницаемую и термостойкую крышку, которой плотно перекрывают емкость с водой в виде крышки овальной формы или под определенным углом наклона таким образом, чтобы конденсирующиеся пары, в виде влаги на внутренней овальной или наклонной поверхности внутренней части крышки стекали в желоба 2 и затем в емкость для сбора опресненной воды. Опресненная вода подается в другой солнечный коллектор аналогичной конструкции, отличающейся тем, что пар не конденсируется, а подается в нагнетательную скважину при достижении требуемой температуры.

Устройство для получения пара работает следующим образом. В целях испарения опресненной воды автоматически заполняется испарительная емкость до уровня максимального фокусирования солнечных лучей, направленных на испарительную поверхность черного цвета, которая находится на поверхности воды в емкости. За счет нагрева испарительной поверхности сфокусированными солнечными лучами подогревается и испаряется опресненная вода, а водяной пар под высоким давлением подается в скважину. Избытки пара могут быть использованы также для получения и аккумуляции электрической энергии, ко-

торую используют для подогрева воды при отсутствии солнечной радиации.

Заключение

1. Для увеличения охвата пласта воздействием высокотемпературного пара предлагается новая схема вскрытия пласта с применением горизонтальных скважин с синусоидальным профилем, пройденным в кровле и подошве пласта.

2. Для получения горячей воды и пара предлагается использовать новый концентратор солнечного тепла, устанавливаемый непосредственно вблизи нефтяных скважин, через которые нагнетаются горячая вода или высокотемпературный пар.

3. Предлагаемый солнечный концентратор для получения высокотемпературного пара можно использовать и для опреснения нагнетаемых в пласт морских и пластовых вод.

Список литературы

1. Ахмеджанов Т.К., Игембаев И.Б. «Разработка высоковязких нефтяных месторождений с использованием параллельных горизонтальных скважин и парогенератора» // Материалы междунар. конф. «Коллоиды и нанотехнологии в промышленности». – Алматы, 2010. – С. 110.
2. Ахмеджанов Т.К., Нуранбаева Б.М. и др. Солнечный коллектор. Инновационный патент РК № 30007 на изобретение от 19.01.2014 г.
3. Ахмеджанов Т.К., Нуранбаева Б.М. и др. Способ разработки месторождений высоковязкой нефти и природного битума. Инновационный патент РК № 29575 от 16.03.2015 г., бюл. № 3.
4. Байбаков Н.К. Тепловые методы разработки нефтяных месторождений. – 1988. – 344 с.
5. Бурже Ж.П., Сурио М., Комбарну М. Термические методы повышения нефтеотдачи пластов. – М.: Недра. 1988. – 422 с.