

МЕТОД ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В СИСТЕМЕ ЗАВОДНЕНИЯ

Нурумова С.Ж., Донская Л.А.

Бұл ғылыми мақалада жылы су алып кетудің (жылы суланудың) ұтымды энергетикалық ұстанымына негізделген энергия сақтаудың (энергия жинақтаудың) нұсқасы баяндалған. Игерудің соқты сатысында тұрған, әбден суланған кенорны үшін жылытылмаған судың көмегімен айдалған ыссы су жүрісі процесіне өтуін дәлелдедік.

Energy-preservation thermo watering variant based on the optimal energetic principle is considered in this article. For the field which has on the last stage of bounding nattering transition of hot water rocking with the help of cold water had been substantiated.

В настоящее время заводнение высокопотенциальный и освоенный метод разработки и увеличения нефтеотдачи пластов. Заводнение будет широко применяться еще длительное время в связи с доступностью воды, относительной простоты закачки и высокой эффективности вытеснения нефти водой. [1]

Непрерывно идет поиск методов заводнения, которые смогли бы в конкретных геолого-физических условиях при оптимальных затратах обеспечить максимальный охват залежи заводнением, высокие темпы отбора запасов нефти при экономически оправданных высоких коэффициентах нефтеотдачи.

Энергосберегающие и ресурсосберегающие технологии, как показывает мировая практика, являются основой технического прогресса.

Открытое в начале шестидесятых годов многопластовое месторождение Узень принадлежит к числу крупнейших по запасам, содержит высокопарафинистую нефть с предельным насыщением ее парафином в начальных пластовых условиях. Месторождение приурочено к крупной антиклинальной складке.

Основными объектами разработки являлись 6 горизонтов с XIII по XVIII, содержащие различные объемы запасов нефти. Наибольший по площади XIII и по запасам XIV горизонты. Мощность этажа нефтеносности этих горизонтов составляет около 350м, мощность каждого из горизонтов около 50-60м.[2]

Многие научно-исследовательские институты и лаборатории осуществляли свои работы на этом месторождении.

Исследования, проведенные ВНИИнефть в конце прошлого столетия, показали необходимость применения на месторождении Узень энергосберегающего варианта термозаводнения, предусматривающего переход от нагнетания горячей на обычную воду, для продвижения ранее закачанной оторочки нагретой воды, вытесняющей нефть в добывающие скважины. После многолетнего периода термозаводнения переход на новый вариант позволил сэкономить значительные энергетические ресурсы.

Применяя общую теорию управления при проектировании разработки, месторождение рассматривается как объект управления. Главным положением теории управления является принцип оптимальности. Были обоснованы и

предложены к использованию при проектировании разработки энергетический принцип и энергетический критерий оптимальности. Сущность энергетического принципа состоит в том, что при выборе способа воздействия предпочтение отдается такому варианту, который обеспечивает максимум разности между энергиями, получаемыми при добыче нефти и затрачиваемой на ее производство. Энергетический принцип оптимальности математически формализован в виде функционального равенства:

$$\sum \{ W_{(H,G)} \beta_{(H,G)} [\int_{t_6}^{t_{6n}} \eta_{(HG)B}(t) dt - \int_{t_6}^{t_n} \eta_{(HG)}(t) dt] \} - \{ R + v_{Ba} \int_{t_6}^{t_{6n}} q_{Ba}(t) dt + \int_{t_6}^{t_{6n}} \xi_{Ba}(t) q_B(t) dt \} + \{ v_a \int_{t_6}^{t_n} q_B(t) dt + \int_{t_6}^{t_n} \xi(t) q(t) dt \} = \text{MAX} \quad [3]$$

$W_{(H,G)}$ - запасы углеводородов (нефти тонны, газа н.м3)

$\beta_{(H,G)}$ - теплотворная способность нефти и газа, кДж/тонна, кДж/нм3

t_B - время начала воздействия на пласты, сут

$t_{вп}$ $t_{п}$ - время прекращения разработки из-за достижения предельной обводненности продукции при осуществлении воздействия и без воздействия, сут

$\eta_{(HG)B}$ $\eta_{(HG)}$ - текущая нефтеотдача и газоотдача (функция времени) при реализации метода воздействия и без такового, безразмерная доля единицы

R - энергетический эквивалент всех дополнительных затрат, связанных с применением метода воздействия, кДж

v_{Ba} , v_a - удельная энергия, затрачиваемая при закачке единицы объема вытесняющего агента при реализации метода воздействия и без такового

q_{Ba} , q_B - текущая закачка вытесняющих агентов при реализации метода воздействия и без такового (функции времени), м3/сут

ξ_{Ba} , ξ_a - затраты энергии на подъем одной тонны жидкости (функция времени) при осуществлении воздействия и без такового, кДж/т

q_B , q - дебиты жидкости при осуществлении воздействия и без такового, т/сут. [3]

Функциональное равенство служит для оценки степени энергетической эффективности рассматриваемого метода воздействия.

Отсюда следует, что предпочтение отдается методу воздействия, при котором разность энергий, получаемой при добыче нефти с применением метода, и затрачиваемой на процесс ее получения, наибольшая.

Исследование выполнялось для условий системы воздействия, которая была принята на месторождении Узень при его разбуривании. Учитывалась предыстория разработки месторождения, сопровождавшаяся изменениями температурного режима нагнетания. Расчеты проводились с учетом промысловых, фильтрационных и теплофизических характеристик, соответствующих XIII - XVI горизонтам. Расчеты учитывали реологические свойства нефти, возможность выпадения парафина при снижении температуры ниже начальной пластовой и влияние выпадения парафина на процесс фильтрации через изменения значений абсолютных и относительных фазовых проницаемостей в охлажденных нефтенасыщенных слоях. Была разработана комплексная программа по переводу месторождения на ресурсно-

энергосберегающий вариант заводнения на период достижения предельной обводненности нефти 97-98%. Оптимизация процесса термозаводнения включает максимизацию получения энергии от добываемой нефти и минимизацию общих затрат на процесс производства. Разность между получаемой энергией при разработке и затрачиваемой энергией на добычу нефти должна быть максимальной.

Рассмотрели три возможных варианта закачки воды в пласт:

- нагнетание только горячей воды
- энергосберегающий вариант с продвижением оторочки горячей воды
- нагнетание только холодной воды

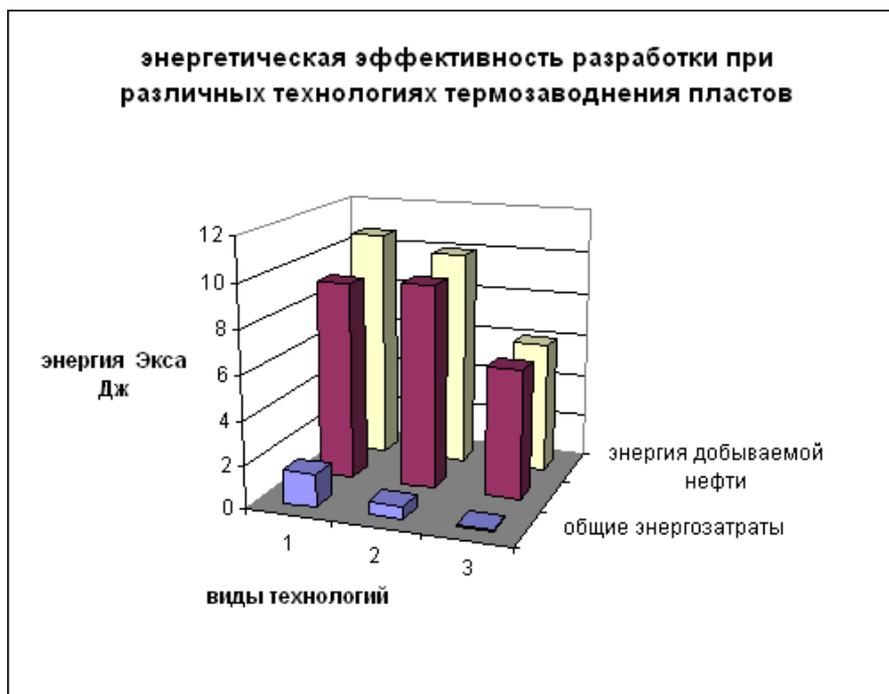
Выполнили оценку показателей этих вариантов, которая подтвердила целесообразность применения третьего варианта.

Таблица 1. Нефтеотдача и энергобаланс при применении различных технологий [3]

Технологии	Нефтеотдача	Энергия добытой нефти	Энергозатраты, Пета Дж		Энергоэффект разработки
			на нагрев и закач. гор.и хол. воды	на добычу нефти	
	%	Пета Дж			Пета Дж
Продолж. закачки гор. воды	34,2	10685,6	1253,43	279,79	9152,38
Энергосберегающая технология	31,9	9971	312,43	277,47	9381,1
Закачка только холодной воды	19,4	6051,2	59,61	66,42	5925,17

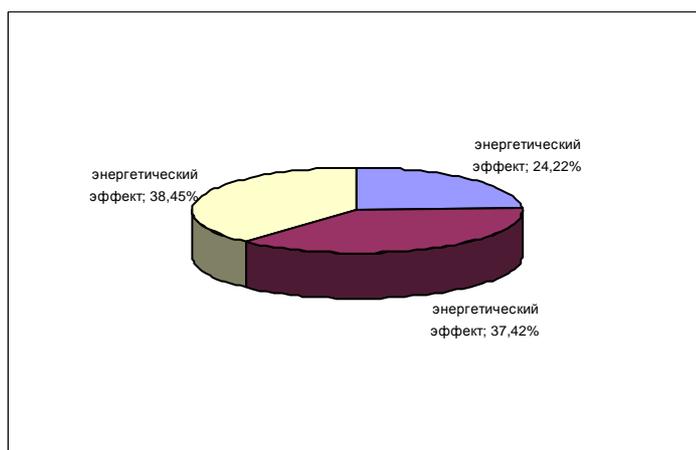
В таблице 1 приведены показатели нефтеотдачи и энергетического баланса при различных технологиях заводнения основных горизонтов месторождения Узень

Выполнена работа по оценке нефтеотдачи при применении различных технологических вариантов с определением энергозатрат и энергосбережения при различных температурных режимах нагнетания воды. Несмотря на то, что при продолжении закачки горячей воды нефтеотдача является более высокой, общий энергоэффект оказывается ниже, чем при варианте энергосберегающей технологии.



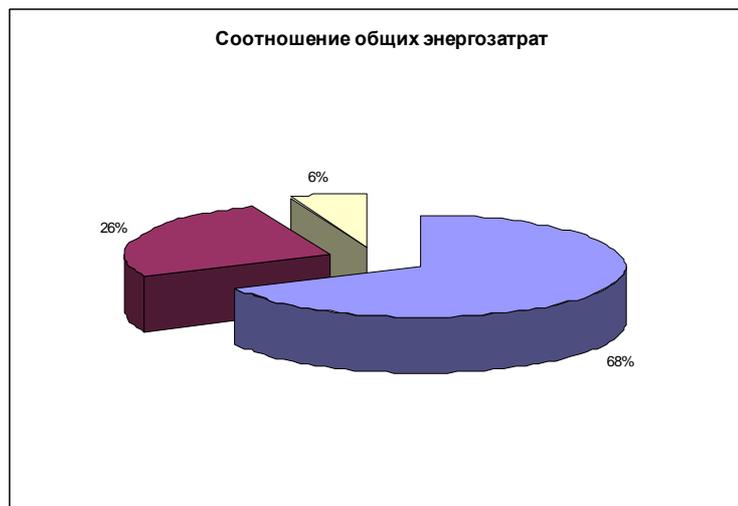
- 1- продолжение закачки горячей воды
- 2- энергосберегающий вариант термозаводнения
- 3- закачка только холодной воды

Соотношение получаемых энергетических эффектов при применении различных технологий



За 100% принята сумма энергетических эффектов разработки всех 3х указанных технологий, тогда при продолжении закачки горячей воды – 37,42%, при переходе на энергосберегающий вариант термозаводнения – 38,35%, закачке только холодной воды – 24,22%,

Сравнение энергозатрат энергосберегающей технологии с вариантом продолжении закачки горячей воды до конца разработки показывает значительную экономию энергии.



Принимая за 100% сумму общих энергозатрат всех 3х указанных технологий, тогда при продолжении закачки горячей воды общие энергозатраты составят 68%, при переходе на энергосберегающий вариант термозаводнения – 26%, закачке только холодной воды – 6%.

При варианте закачки только холодной воды энергозатраты на процесс разработки наименьшие, однако, при этом добывается меньше нефти и самое главное в полтора раза меньше общий энергоэффект.

Анализ промысловых показателей, получаемого эффекта от закачки горячей воды и затрачиваемой энергии на нагрев воды показали необходимость перехода на энергосберегающий вариант заводнения.

Таким образом, оценка термогидродинамических показателей трех возможных вариантов: нагнетание только холодной воды, горячей воды и при энергосберегающем варианте с продвижением оторочки ранее закачанной горячей воды показала целесообразность применения энергосберегающего варианта. Вариант энергосберегающего термозаводнения реализуется на месторождениях Узень и Карамандыбас. [3]

Литература:

1. Желтов Ю.П. Разработка нефтяных месторождений. М., «Недра», 1986, 238с.
2. Быков Н.Е. Выделение эксплуатационных объектов в разрезах многопластовых нефтяных месторождений. М., «Недра», 1975, 58с.
3. Теслюк Е.В., Теслюк Р.Е. Термодинамика проектирования разработки нефтяных месторождений. Теория и практика. М., «Грааль», 2002, с.359, 375, 376, 377, 378, 380.