



УДК 338.3

## ОЦЕНКА ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖАНИЯ ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДОГАЗОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

### ASSESSMENT OF THE FACTORS INFLUENCING SYSTEM EFFECTIVENESS OF MAINTENANCE OF RESERVOIR PRESSURE BY APPLICATION OF WATER GAS INFLUENCE

**Еремеев И.В.**

Уфимский государственный нефтяной  
технический университет  
eremeev.ivan.v@gmail.com

**Кохляков А.В.**

Уфимский государственный нефтяной  
технический университет

**Малая А.Р.**

Уфимский государственный нефтяной  
технический университет

**Аннотация.** В статье представлены и проанализированы основные факторы влияющие на эффективность применения водогазового воздействия.

**Ключевые слова:** методы увеличения нефтеотдачи, водогазовое воздействие, трудноизвлекаемые запасы.

**Yeremeyev I.V.**

Ufa state petroleum technological university  
eremeev.ivan.v@gmail.com

**Kokhlyakov A.V.**

Ufa state petroleum technological university

**Malaya A.R.**

Ufa state petroleum technological university

**Annotation.** The article presents and analyzes the main factors which depend on water alternating gas efficiency.

**Keywords:** enhancing oil recovery, water alternating gas, hard-to-recover reserves.

**3** а последнее 20 лет наблюдается существенное изменение структуры запасов в сторону увеличения доли трудноизвлекаемых запасов, значительное влияние на это оказывает интенсивная выработка легкоизвлекаемых запасов нефти и газа. Данная тенденция присуща не только России, но и миру. Поэтому в настоящее время особенно остро встает вопрос о разработке и применении новых методов, а также усовершенствованию существующих методов увеличения нефтеотдачи (МУН).

Использование МУН осуществляемых закачкой воды в пласт не оказывает должного эффекта при извлечении высоковязкой и остаточной нефти, из-за чего месторождения, связанные с большим количеством высоковязкой нефти, быстро заводняются. Наиболее эффективными для добычи трудноизвлекаемых запасов считаются следующие методы: тепловые, биологические, химические и газовые. Однако, они не обеспечивают достаточного коэффициента охвата пласта.

Водогазовое воздействие является одним из методов по увеличению нефтеотдачи продуктивных пластов. Этот метод объединяет в себе все ключевые преимущества отдельного нагнетания воды и газа. А именно, достигается высокий коэффициент вытеснения нефти, присущий нагнетанию газа в пласт, а малый коэффициент охвата вытеснением нивелируется закачкой воды, кроме того при закачке водогазовой смеси не происходит прорыва газа по высокопроницаемым пропласткам. Также при использовании ВГВ происходит выравнивание профиля приемистости прискважинной части пласта вблизи нагнетательной скважины.

Дать точную оценку эффективности ВГВ для конкретного месторождения без проведения серии опытов практически невозможно, так как, не смотря на то что данные методы применяются 50х годов, до сих пор не изучен механизм вытеснения нефти водогазовой смесью. Можно выделить следующие основные факторы, которые влияют на эффективность применения ВГВ: фильтрационно-емкостные свойства пористой среды, геолого-физические свойства, термобарические параметры, технологии применяемого метода ВГВ и физические свойства рабочих агентов.

На сегодняшний день существует 3 основных метода осуществления водогазового воздействия: последовательная, попеременная и совместная закачка нагнетаемых агентов. Под последовательной закачкой понимается попеременное длительное нагнетание воды и газа в пласт, в то время как попеременная-краткосрочная закачка рабочих агентов. Под совместной понимается одновременная закачка газа и воды в пласт, причем существует 4 исполнения совместной закачки с использова-



нием: компрессорной установки, насосно-бустерной установки, устьевого и забойного эжектора. В зависимости от исполнения на забой нагнетальной скважины подается пенообразная или загущенная водогазовая смесь. Каждый метод имеет свои условия применимости [1]. Широкое использование эжекторов, компрессорных и насосно-бустерных установок на нефтедобывающем промысле требует высоких капитальных вложений при проектировании и строительстве.

Подходящими условиями для применения ВГВ считаются высокие температура и давление. Температура в пласте должна быть не менее 50 °С, для обеспечения достаточно высокой вязкости нефти в пластовых условиях, а рекомендуемое давление варьируется в зависимости от рабочего газа, так, например, для «жирных» газов давление не должно быть ниже 17 Мпа, а для «сухих» минимальный рекомендуемый порог составляет уже 28 Мпа. Также давление насыщения нефти газом должно быть равное или близкое к пластовому [2].

Рассмотрим влияние фильтрационно – емкостных свойств коллекторов. Существует несколько рекомендаций по выбору технологии закачивания смеси в пласт в зависимости от проницаемости эксплуатационного горизонта – для низкопроницаемых пластов (0,005–0,1 мкм<sup>2</sup>) наиболее подходящей является последовательная закачка рабочих агентов. Для коллекторов с проницаемостью 0,1–1 мкм<sup>2</sup> рекомендуется применять попеременную или совместную закачку рабочих агентов. Также существуют пределы эффективной толщины пластов, а именно последовательная закачка рекомендуется к применению, когда нефтенасыщенная часть пласта менее 10 м, а для толщин до 20 м используется совместная и попеременная закачка [3].

К геолого-физическим свойствам, влияющим на процесс ВГВ, можно отнести неоднородность пласта. Так, например, для однородных пластов наиболее пригодна последовательная закачка, в то время как для пластов, характеризующихся высокой степенью неоднородности, применяется попеременная и совместная закачка. При нагнетании в пласт водогазовой смеси происходит повышение фильтрационного сопротивления пласта, что способствует повышению коэффициента охвата пласта. Кроме того, следует отметить, что существуют требования к минеральному составу горных пород, они определяются пригодностью пласта для заводнения. К примеру, наличие набухающих глин отрицательно сказывается на эффекте ВГВ. Газы, применяемые в качестве вытесняющих агентов, практически не взаимодействуют с горным скелетом [2].

В качестве рабочего газа могут использоваться углекислый газ (CO<sub>2</sub>), азот (N<sub>2</sub>), попутный нефтяной газ (ПНГ) и др. Каждый из этих агентов имеет свои преимущества и недостатки. Углекислый газ при закачке в пласт переходит из водогазовой смеси в нефть и уменьшает ее вязкость, а также уменьшает поверхностное натяжение на границе вода – нефть, но отсутствие источником данного агента на промысле сильно ограничивает его применимость. Попутный нефтяной газ попадая в пласт, затрудняет проникновение в области с высокой проницаемостью, проникает в труднодоступные поры и смешивается с трудноизвлекаемой нефтью, тем самым снижая обводненность и повышая коэффициент извлечения нефти [2]. Азот менее эффективен чем углекислый газ и ПНГ (КИН меньше на 2–4 %), но, являясь инертным газом, не вызывает коррозии породы и абсорбируется на ней, практически не наносит ущерба проницаемости породы, а также добываемые нефтепродукты легко очищаются от азота [4].

### Литература:

1. Кокорев В.И. Газовые методы – новая технология увеличения нефтеотдачи пластов // Нефтепромысловое дело. – 2009. – № 11. – С. 24–27.
2. Степанова Г.С. Газовые и водогазовые методы воздействия на нефтяные пласты. – М. : Газойл-пресс, 2006. – 199 с.
3. Зацепин В.В., Максотов Р.А. Основные факторы, определяющие эффективность водогазового воздействия с одновременной закачкой воды и газа // Нефтепромысловое дело. – 2008. – № 10. – С. 18–24.
4. Ермаков П.П., Еремин Н.А. Нагнетание Азота для увеличения нефтеотдачи // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. – 1996. – № 11. – С. 45–50.

### References:

1. Kokorev V.I. Gas methods – new technology of increase in oil recovery of layers // Oil-field business. – 2009. – No. 11. – P. 24–27.
2. Stepanova G.S. Gas and water gas methods of impact on oil layers. – M. : Gazoil press, 2006. – 199 p.
3. Zatsepin V.V., Maksutov R.A. The major factors defining efficiency of water gas influence with simultaneous pumping water and gas // Oil-field business. – 2008. – No. 10. – P. 18–24.
4. Ermakov P.P., Eremin N.A. Forcing of Nitrogen for increase in oil recovery // Geology, geophysics and development of oil fields. – 1996. – No. 11. – P. 45–50.