

## РАЗРАБОТКА НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

© М.Т.Абасов, Ю.Н.Литвишков, А.С.Стреков, И.Н.Яковлева, 2011

### ГРАВИТАЦИОННОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ НЕФТИ ИЗ ПОРИСТОЙ СРЕДЫ В ПОЛЕ УПРУГИХ ВОЛН

М.Т.Абасов, Ю.Н.Литвишков, А.С.Стреков, И.Н.Яковлева

*Институт геологии НАН Азербайджана  
AZ1143, Баку, просп. Г. Джавида, 29A*

Приводятся результаты экспериментального исследования гравитационного извлечения нефти из пористой среды в поле упругих волн. Установлено, что наложение вибровоздействия на вертикально расположенный пласт как с самого начала процесса извлечения, так и после естественного гравитационного извлечения приводит к повышению эффективности процесса.

Вибровоздействие относится к технологиям повышения нефтеизвлечения из пластов. Однако часто эта технология оказывается малоэффективной, что в основном связано с относительно слабой изученностью механизма вибровоздействия на пласт.

В связи с этим исследование гравитационного извлечения нефти из пористой среды в поле упругих волн поможет раскрыть некоторые стороны механизма вибровоздействия на пласт, что в конечном счете даст возможность повысить его эффективность.

Исследования проводились на экспериментальной установке, состоящей из генератора низкочастотных механических колебаний с предметным столом, регулятора частот, модели пласта, ёмкости для жидкости.

При проведении экспериментов на предметный стол крепилась вертикально установленная линейная модель пласта длиной 0,6 м. Опыты проведены на насыпных однородных моделях пористой среды из кварцевого песка проницаемостью по воздуху  $6,9 \text{ мкм}^2$ , на нефти месторождения Балаханы-Сабунчи-Раманы с плотностью  $910 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

Вертикальная установка модели пласта позволила в максимальной степени усилить гравитационные силы. Насыщение модели пласта только нефтью дало возможность устранить в экспериментах воздействие капиллярных сил. Таким образом, эксперименты по извлечению нефти из пористой среды прово-

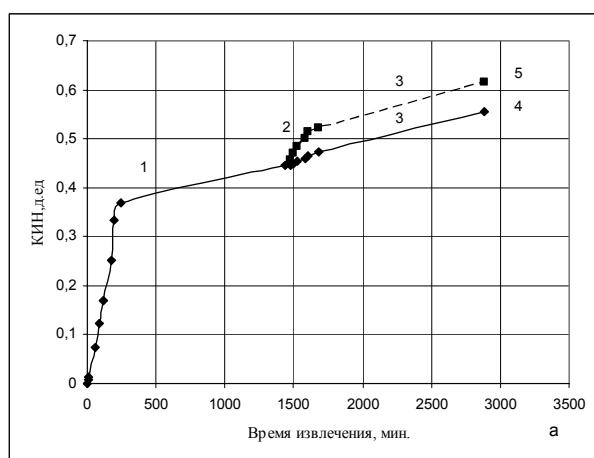
дились под действием сил гравитации и упругих колебаний.

Методика проведения экспериментов была следующей. Предварительно вакуумированная модель пласта насыщалась нефтью. Далее модель пласта выдерживалась в покое 24 часа, после чего открывались оба вентиля на концах модели и начиналось естественное извлечение нефти под действием сил гравитации. Затем приблизительно через 20 часов, после того как из пористой среды практически прекращалось извлечение нефти под действием сил гравитации на нее накладывалось вибровоздействие в течение 4 или 6 часов. После окончания вибровоздействия из модели пласта вновь происходило естественное гравитационное извлечение нефти до ее прекращения под действием сил гравитации. В последующей серии экспериментов вибровоздействие также в течение вышеуказанного времени накладывалось на пласт с самого начала естественного гравитационного извлечения нефти из пласта. По окончании времени извлечения нефти при совместном действии сил гравитации и вибровоздействия из модели пласта начиналось естественное гравитационное извлечение нефти до его полного окончания.

Вибровоздействие проводилось при частотах и амплитудах вибрации соответственно 6 Гц и 1,06 мм, 12 Гц и 1,27 мм, т.е. в диапазоне доминантных частот (Курленя и Сердюков, 1999; Николаевский, 1989; Амосов, и др., 1992).

По результатам обработки полученных экспериментальных данных были построены графики зависимости коэффициента извлечения нефти (КИН) из вертикально расположенной модели пласта от времени при естественном гравитационном извлечении без вибровоздействия (1), при совместном действии сил гравитации и вибровоздействия в течение 4 и 6 часов (2), с последующим гравитационным извлечением нефти (3) (рис.1) и извлечении нефти из пласта с начала эксперимента при совместном действии сил гравитации и вибровоздействия в течение вышеуказанного времени (1) (рис.2) при частотах вибрации 6, 12 Гц и дальнейшем естественном гравитационном извлечении нефти из пласта (2).

Как видно из рис. 1 а, при гравитационном извлечении из вертикальной модели пласта за 1440 мин. извлекается 0,44 доли единиц (д.ед.) нефти (1) и дальнейшее извлечение нефти практически прекращается. Наложение вибрации на модель пласта в течение 240 мин. приводит к дальнейшему извлечению нефти при частоте вибрации 6, 12 Гц соответственно 0,03; 0,08 д.ед. (2). После выдержки модели пласта в покое после вибрации при частотах 6, 12 Гц в результате продолжающегося гравитационного извлечения нефти было соответственно получено 0,08; 0,09 д.ед.(3). Таким образом, КИН из модели пласта в результате вибровоздействия 240 мин. при частотах вибрации 6, 12 Гц становится равным 0,55; 0,61 д.ед. (кр.4,5) и увеличивается соответственно на 0,11; 0,14 д.ед. по сравнению с естественным гравитационным извлечением.



Наложение вибрации на модель пласта в течение 360 мин. (рис.1 б) также приводит к извлечению нефти при частоте вибрации 6, 12 Гц соответственно 0,08; 0,18 д.ед. (2). Дальнейшее гравитационное извлечение позволяет соответственно извлечь 0,05; 0,08 д.ед. нефти (3). Как видно, КИН из модели пласта в результате вибровоздействия 360 мин. при частотах вибрации 6, 12 Гц становится равным 0,57; 0,70 д.ед. (кр.4,5) и увеличивается соответственно на 0,13; 0,26 д.ед. по сравнению с гравитационным извлечением. Причем КИН в данном случае выше, чем при вибровоздействии на пористую среду в течение 240 мин.

На рис 2 показано изменение КИН во времени при вибровоздействии с самого начала естественного гравитационного извлечения нефти из пласта. Как видно, при этих начальных условиях в абсолютном выражении КИН ниже, чем при приложении вибрации после гравитационного извлечения. Однако процесс извлечения нефти более эффективен. Если после естественного гравитационного извлечения наложение вибрации на модель пласта в течение 240 мин. приводит к извлечению нефти при частоте вибрации 6, 12 Гц соответственно 0,03; 0,08 д.ед. (см. рис. 1 а), то при наложении вибрации с начала эксперимента при этих же условиях КИН уже составляет соответственно 0,06; 0,10 д.ед. (см. рис 2 а). При 360 мин. вибровоздействия при частоте вибрации 6, 12 Гц КИН составляет соответственно 0,12; 0,20 д.ед. (см. рис 2 б) в противоположность 0,08; 0,18 д.ед. при тех же частотах вибрации после гравитационного извлечения нефти.

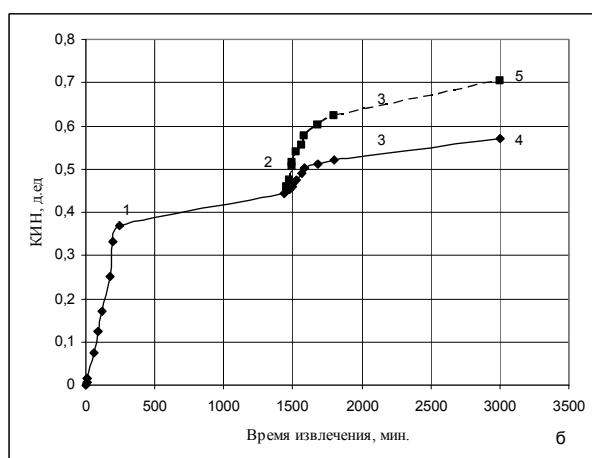


Рис. 1. Зависимость КИН из вертикально расположенной модели пласта от времени извлечения без вибровоздействия (1,3) и при вибровоздействии (2) 4(а) и 6 (б) часов при частотах вибрации 6 (кр.4), 12 (кр. 5) Гц

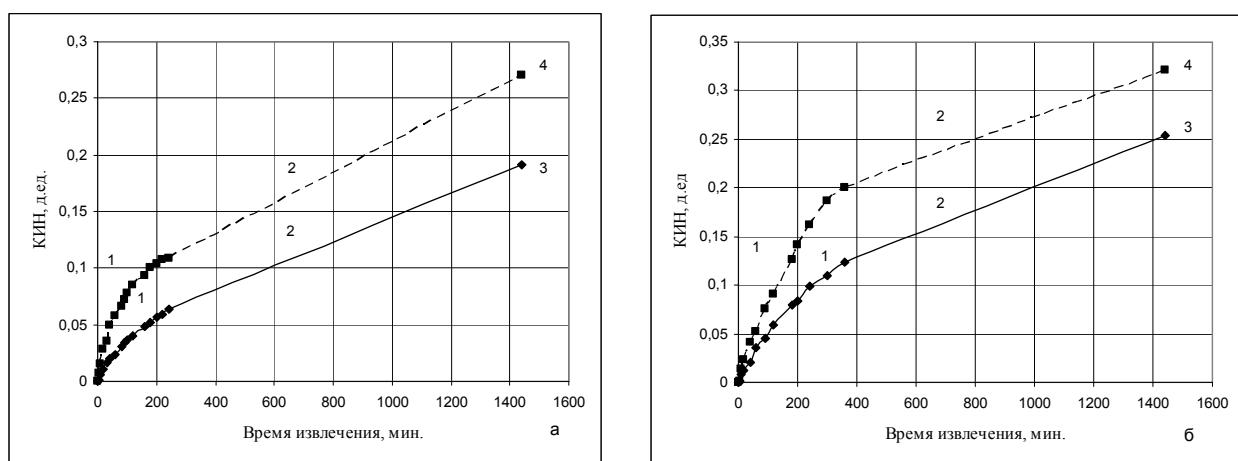


Рис. 2. Зависимость КИН из вертикально расположенной модели пласта от времени извлечения при вибровоздействии (1) 4(а) и 6 (б) часов при частотах вибрации 6 (кр.3), 12 (кр.4) Гц и без вибровоздействия (2)

На основе полученных данных демонстрирующих извлечение нефти из пласта при совместном действии сил гравитации и упругих волн, были проведены эксперименты по извлечению нефти при многоразовом (в данном случае трехразовом) воздействии на пласт упругими волнами.

На рис. 3, 4 показано изменение КИН во времени при трехразовом шестичасовом вибровоздействии на пласт при частотах вибрации 6 (рис.3 а, 4 а) и 12 Гц (рис.3 б, 4 б) как после естественного гравитационного извлечения, так и с самого начала при совместном действии сил гравитации и вибрации.

Как видно из рис. 3, 4, КИН во всех рас-

смотренных вариантах трехразового вибровоздействия на пласт растет, хотя прирост КИН с очередным вибровоздействием на пласт уменьшается. Например, при первом шестичасовом вибровоздействии на пласт при частоте вибрации 6 Гц (рис. 3 а) после естественного гравитационного извлечения нефти эффект от действия сил вибрации составляет 0,18 д.ед., последующее естественное гравитационное извлечение равно 0,08 д.ед., при втором вибровоздействии – 0,14 и 0,05 д.ед., а при третьем – 0,03 и 0,014 д.ед. При совместном действии сил гравитации и вибрации с начала эксперимента извлечения нефти при первом шестичасовом вибровоздействии на

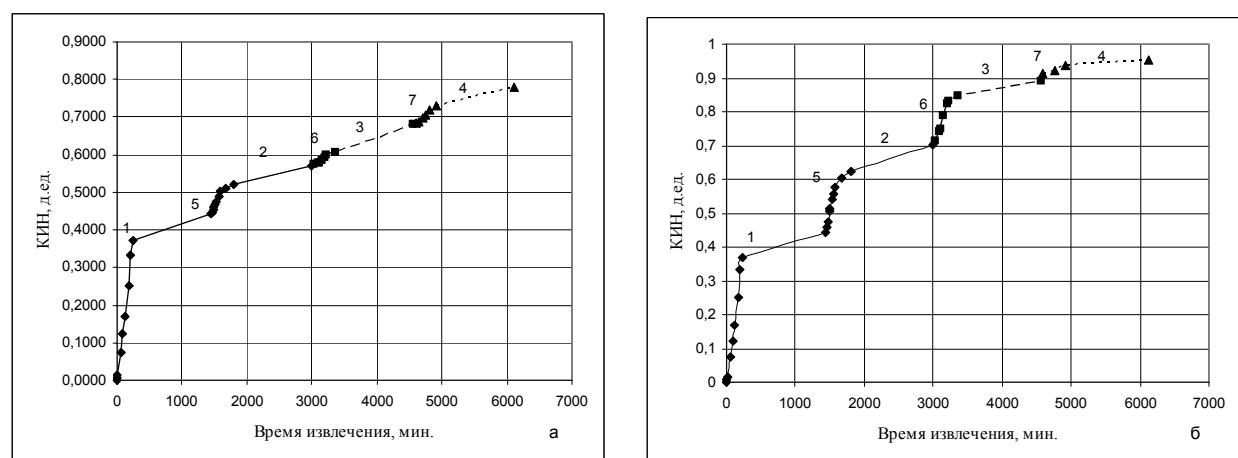


Рис. 3. Зависимость КИН из вертикально расположенной модели пласта от времени извлечения без вибровоздействия (1), после вибровоздействия (2,3,4) и при 3 разовом вибровоздействии по 6 часов при частотах вибрации Гц: 6 (а) (5,6,7), 12 (б) (5,6,7) Гц

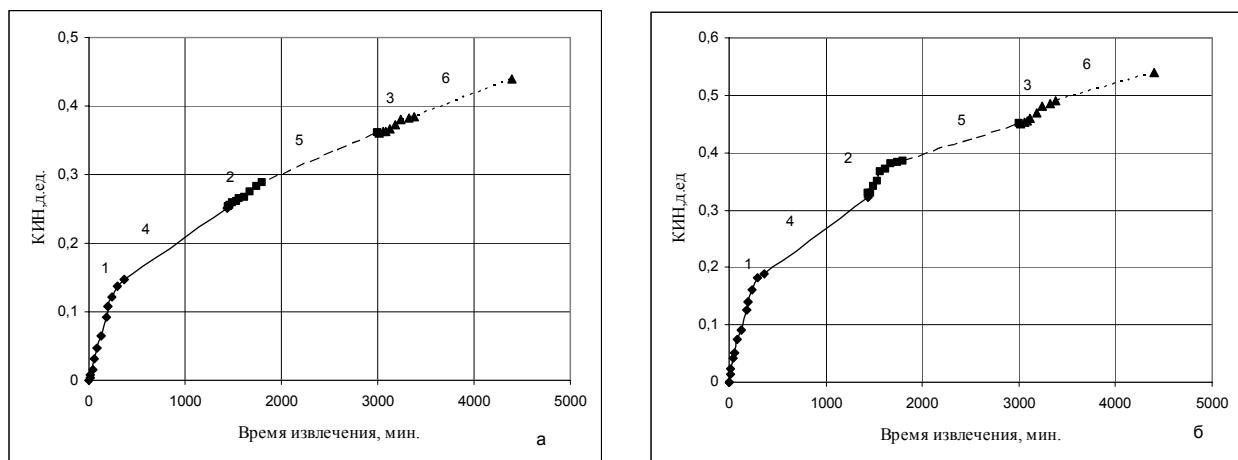


Рис. 4. Зависимость КИН из вертикально расположенной модели пласта от времени извлечения при 3 разовом вибровоздействии по 6 часов (1,2,3) при частотах вибрации 6 (а) и 12 (б) Гц и после вибровоздействия (4,5,6)

пласт при частоте вибрации 6 Гц (рис.4 а) эффект от действия сил вибрации составляет 0,15 д.ед. Последующее естественное гравитационное извлечение равно 0,1 д.ед. При втором вибровоздействии эффект составляет 0,4 и 0,07 д. ед., а при третьем – 0,025 и 0,055 д.ед. Причем, как видно из приведенных данных, сохраняются все ранее полученные зависимости КИН при одноразовом вибровоздействии на пласт.

### Выводы

Проведенные экспериментальные исследования показали, что наложение вибровоздействия на вертикально расположенный пласт как с самого начала процесса извлечения, так и после естественного гравитационного извлечения приводит к повышению эффективности процесса.

Данный факт свидетельствует о том, что при извлечении нефти силы вибрации действуют совместно с силами гравитации, а не против них. При этом в условиях экспериментов рост частот вибрации, времени их действия и периодичности вибровоздействия на пласт приводит к увеличению эффективности извлечения нефти.

Гравитационное извлечение нефти после наложения вибровоздействия на пласт

как после естественного гравитационного извлечения нефти, так и с начала эксперимента подтверждает ранее установленный факт изменения физических свойств нефти под действием упругих волн (Везиров, и др. 1998; Гадиев, 1977; Стреков и Гаджиев, 2007).

### ЛИТЕРАТУРА

- ВЕЗИРОВ, Д.Ш., СТРЕКОВ, А.С., МУЗАФФАРОВ, Г.Э., ЗАЛОВ, И.Д. 1998. Влияние вибровоздействия на реологические характеристики нефти. *Известия НАН Азербайджана. Науки о Земле*, 2, 86-90.
- ГАДИЕВ, С.М. 1977. Использование вибрации в добыче нефти. Недра. Москва.159.
- КУРЛЕНЯ, М.В., СЕРДЮКОВ, С.В. 1999. Низкочастотные резонансы сейсмической люминесценции горных пород в вибросейсмическом поле малой энергии. *Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых*, 1, 3-7.
- НИКОЛАЕВСКИЙ, В.Н. 1989. Механизм вибровоздействия на нефтеотдачу месторождений и доминантные частоты. *ДАН СССР*, 307, 3, 570-575.
- АМОСОВ, С.М., БАРАБАНОВ, В.Л., ВОЙТОВ, Г.И. и др. 1992. Результаты экспериментального изучения вибрационного воздействия на нефтяные залежи. Современные методы увеличения нефтеотдачи пластов. Наука. Москва. 98-102.
- СТРЕКОВ, А.С., ГАДЖИЕВ, А.А. 2007. Влияние вибровоздействия на трансформацию нефти и их вязкоупругих характеристик. *Известия НАН Азербайджана. Науки о Земле*, 4, 54-59.