

**РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВИБРОУДАРНЫХ И  
ВИБРОСЕЙСМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОВЫШЕНИЯ  
НЕФТЕОТДАЧИ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ УРАЛО-ПОВОЛЖЬЯ**

Воронова Е.В.

*Филиал Уфимского государственного нефтяного  
технического университета в г.Октябрьском*

*В работе приводятся результаты виброударных и вибросейсмических технологий увеличения нефтеотдачи для многопластовых месторождений Урало-Поволжья.*

*In work results vibroimpact and vibroseismic technologies of increase in petrofeedback for multilayer deposits of the Ural-Volga region are resulted.*

Одной из основных проблем для длительно разрабатываемых месторождений, является повышение текущего коэффициента извлечения нефти из заводненных либо не охваченных воздействием целиковых остаточных нефтенасыщенных зон. Особенно это характерно для многопластовых сложнопостроенных месторождений. Слоистая и зональная неоднородность приводят к неравномерному охвату пласта заводнением по мощности и по простиранию, что обуславливает значительное отставание текущего КИН по сравнению с проектным.

Основная продуктивная толща многих месторождений Урало-Поволжья приурочена к терригенным пластам девона. До настоящего времени считалось, что песчаники терригенного девона характеризуются относительно простым строением, представленным в основном межзерновым типом пористости. Однако многими исследователями в последнее время доказано, что даже такие простые, на первый взгляд, коллектора могут претерпевать значительные изменения структуры порового пространства под влиянием системы разработки месторождения. Кроме того, нами с помощью программы многофакторного корреляционного анализа [1] и изучения зависимости  $K_{пр} = f(K_{пор})$  выявлено наличие двойного типа пористости для песчаников пласта Д<sub>1</sub> Ромашкинского месторождения еще на начальной стадии разработки, что может

свидетельствовать о ее естественном происхождении, приуроченному, например, к периоду структурного формирования залежей. Нефть в таком коллекторе может находиться как в системе трещин, так и в блоке матрицы. Пористость матрицы больше пористости трещин, однако, проницаемость микротрещин значительно больше проницаемости блоков и поэтому фильтрация на начальной стадии происходит в основном по трещинам. В результате введения системы заводнения нефть может вытесняться из трещин, но в процессе разработки месторождения пластовое давление снижается, что способствует смыканию микротрещин и нефть остается «защемленной» в блоке матрицы. За счет смыкания трещин и смыкания зерен коллектора, плотность упаковки зерен увеличивается, структура коллектора изменяется, он становится более консолидированным, в нем возникают зоны напряженного состояния и в таких местах формируются зоны остаточного нефтенасыщения. Постепенно, напряжения растут, пока не достигают своего критического значения. Сброс напряжений в этом случае способствует тому, что трещины образуются новые трещины, по которым горная порода распадается на микроблоки, что приводит к образованию новых фильтрационных каналов. Сброс напряжений может происходить как естественным путем (спонтанно, например, в результате протекания геодинамических процессов – приливно-отливные явления, тектонические подвижки и т.п.), либо искусственным путем за счет активизации техногенных процессов. Некоторыми исследователями отмечается, что процесс искусственного сброса (релаксации) напряжений может вызвать большой промысловый эффект. Полученные результаты позволяют сделать выводы о том, что для терригенных песчаников девона месторождений Урало-Поволжья можно применить модель блочно-иерархического строения горных пород [2, 3], которая применялась раньше, в общем только для карбонатных отложений. Согласно этой модели можно объяснить механизм формирования зон остаточного нефтенасыщения, вызванных влиянием действующей системы разработки.

Процесс сброса напряжений можно вызвать путем воздействия на горную породу источником упругих колебаний с целью инициирования в ней явления сейсмоакустической эмиссии, когда блоки различных размеров начинают реагировать на излучение, попадая в резонанс с источником колебаний и

порождая вторичное излучение, которое вызывает ответные колебания, приводящее к лавинообразному растрескиванию горной породы. На породу можно воздействовать либо с поверхности земли с помощью взрывных или невзрывных ударных источников (вибросейсмическое воздействие), либо в скважине (вибро-ударное воздействие), путем бросания на забой (наковальню) колонны бурильных труб. Второй способ является более предпочтительным, так как энергия упругого ударного импульса распространяется в пласте практически без затухания сигнала.

Опыт проведения вибро-ударных и вибросейсмических воздействий был изучен на ряде площадей Урало-Поволжья, например, Восточно-Ленинградской площади Ромашкинского месторождения и некоторых блоках Туймазинского месторождения. В обоих случаях изучался эффект от воздействия в первую очередь на самом продуктивном многопластовом объекте - пашийском горизонте пласта  $D_1$  терригенного девона. Было выяснено, что на технологический эффект мало влияет расстояние до воздействующей скважины. Очевидно, что знание мест нахождения остаточных нефтенасыщенных зон, приуроченных к участкам напряженного состояния горной породы позволило бы повысить эффективность проведения ВСВ. Таким образом, целью дальнейших исследований стало обнаружение зон остаточного нефтенасыщения, в которых сформировались участки повышенного напряженного состояния.

Как отмечается в литературе [2, 4], процессы трещинообразования могут происходить в первую очередь вблизи сводов структур и на периклиналях (областях сгущения изолиний – флексурах, перегибах или крыльях структур). Была изучено структурное строение залежей в пределах участков проведения ВСВ и динамика прироста добычи нефти после проведения ВСВ с помощью построения структурных и промысловых карт в программе Сигма-Прокси (НПФ Сигма-Прокси, г. Москва).

В результате проведения ВСВ на одном из участков Восточно-Ленинградской площади стал заметен существенный годовой прирост добычи в областях, приуроченных к флексурам (см рис. 1). Через 4 года картина добычи нефти по этому участку стала аналогичной той, какой она была до воздействия.

Это свидетельствует о повторном протекании процесса роста напряженного состояния коллектора, сопровождаемого смыканием флюидопроводящих трещин.

При рассмотрении динамики изменения пластовых давлений, было установлено, что в процессе проведения вибро-ударных воздействий действительно происходит сброс пластовых напряжений, что вызывает рост притока нефти за счет создания в пласте зон трещиноватости и вовлечения в разработку остаточных запасов нефти из защемленных блоков матрицы. При сопоставлении карт изобар и карт прироста дебитов, видно, что более интенсивный приток нефти идет именно из зон трещиноватости, созданной в результате ВСВ депрессии. Кроме структурных особенностей было изучено также влияние таких факторов, как геологическая неоднородность и нефтенасыщенная толщина на прирост дебита после ВСВ.

Было установлено, что с увеличением неоднородности эффективность ВСВ снижается, а с ростом нефтенасыщенной толщины - растет. Наибольший прирост дебита нефти наблюдается в так называемых «переходных зонах» - от низкой к высокой степени неоднородности. Эффективность метода увеличивается, если на зоны напряженного состояния воздействовать не одноточечным источником, а несколькими – двумя или тремя, расположенными по периметру.

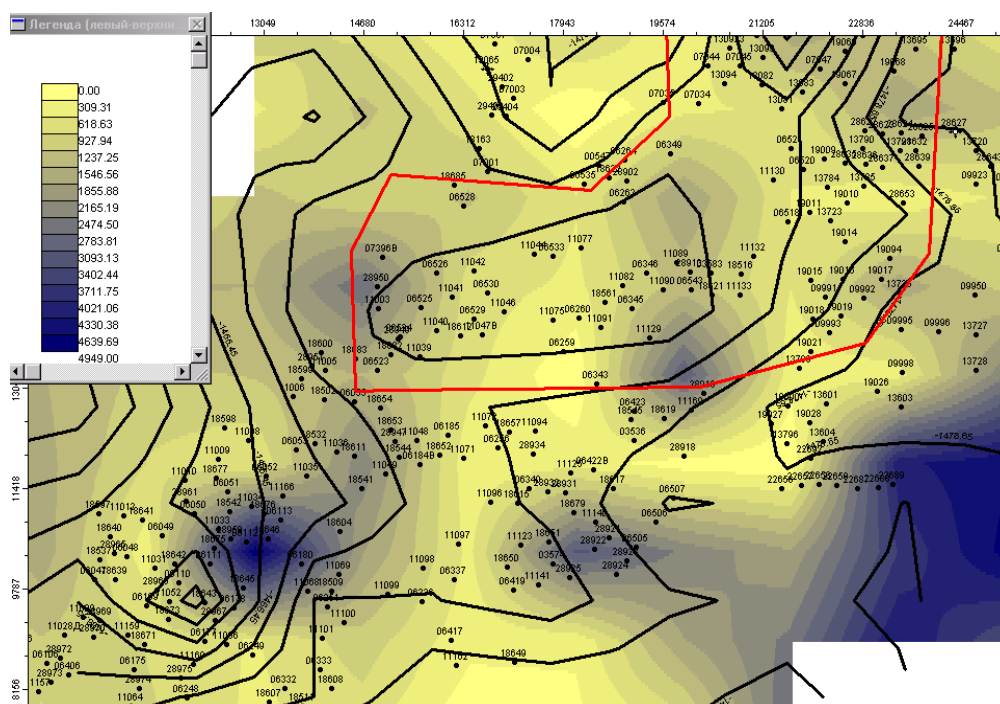


Рисунок 1. Карта добычи нефти после ВСВ на одном из участков Восточно-Ленинградской площади

Таким образом, необходимым условием проведения успешного воздействия виброударными и вибросейсмическими методами является обоснованный выбор объекта воздействия на основе детального изучения структурной обстановки, геологической неоднородности, распределения зон остаточных запасов и напряженного состояния на выбранном участке нефтяного месторождения.

### Литература

1. Зайдуллин А.И., Воронова Е.В. Разработка и внедрение программы анализа и аппроксимации многофакторных связей на примере геолого-технических данных. – Межвузовский сборник научных трудов «Проблемы разработки и эксплуатации нефтяных месторождений». – г. Уфа, 2004. – с. 391 – 396.
2. Голф-Рахт Т.Д. Основы нефтепромысловой геологии и разработки трещиноватых коллекторов. – М.: Недра, 1986. – 608 с.
3. Симонов Б.Ф., Опарин В.Н., Канискин Н.А., Кадышев Б.А. Формирование остаточных нефтенасыщенных зон в терригенных коллекторах и вовлечение их в разработку (часть I). – Журнал «Нефтяное хозяйство», №2/2002. – с.46 – 49.
4. Смехов Е.М. и др. Проблемы трещиноватых коллекторов нефти и газа и методы их изучения// Труды ВНИГРИ. – Ленинград, 1968. – Вып. 264.