

УДК 622.276

## МЕТОДИКА ИДЕНТИФИКАЦИИ ПУТЕЙ ОБВОДНЕНИЯ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН

Фаттахов И.Г.

Филиал Уфимского государственного нефтяного  
технического университета в г.Октябрьском  
e-mail: i-fattakhov@rambler.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы определения причин обводнения добываемой продукции нефтяных скважин. Проведена и предложена их классификация по трем классам, для каждого из них отмечены наиболее значимые характеристики. После определения отличительных причин, были рассмотрены возможные пути проникновения воды в скважины. Для них по средствам блок-схемы отмечены свои взаимосвязи и переходы эффектов. Особо отмечены наиболее весомые и труднопреодолимые. Следующей выбранной категорией дифференциации обводненности послужила природа воды, поступающей на забой. Подробно рассмотрены обе группы и отмечены примерами некоторые из них.

**Ключевые слова:** обводнение, причины, пути, природа воды, прорыв, герметичность, конус

Отличительной чертой длительной разработки нефтяных месторождений на завершающей стадии является неуклонно-возрастающая обводненность продукции скважин. Общеизвестно, что множество месторождений Волго-Уральского региона и Западной Сибири находятся или переходят на поздний этап эксплуатации, характеризующийся огромными отборами воды, и, в связи с этим, проблема лимитирования ее поступления становится первостепенной. По причине того, что коллекторам свойственна литолого-фациальная неоднородность, процесс обводнения добывающих скважин становится неизбежным следствием этого фактора, при этом довольно часто уже в первые месяцы работы, либо по прошествии полутора двух лет. Итоговым результатом становится то, что существенные отборы нефти из пласта происходят на фоне повышенных отборов попутной воды.

Реальная длительность получения безводной продукции столь разнообразна по продолжительности, что в качестве причин, объясняющих данное явление, может выступать множество разнообразных обстоятельств. Первая группа причин – геологическая, к которым относятся: геологическое строение объекта разработки, литологический фактор, коллекторские свойства пласта, характер чередования и расположения высоко и плохо проницаемых пропластков. Следующая группа причин обусловлена природой жидкостей, участвующих в процессе фильтрации, которая определяется физико-химическими свойствами пластовой воды, реологическими характеристиками нефти и качеством воды, применяемой в

системе поддержания пластового давления (ППД). Последняя категория причин затрагивает технологические аспекты определяющие неконтролируемых прорывов воды, применительно к схеме расположения добывающих скважин по отношению к нагнетательным рядам, удаленному или близкому расположению границы водонефтяного контакта (ВНК), технологии строительства скважин и, конечно же, режиму эксплуатации (см. рис. 1).

Следующим шагом после определения причин прорыва воды в скважины является локализация путей ее миграции в них. В результате проведенных исследований по выявлению характера обводнения продукции скважин на примере Ромашкинского месторождения [2] было установлено, что пути поступления воды к забоям добывающих скважин могут быть классифицированы следующим образом:

- по пространству между породой и эксплуатационной колонной;
- при перемещении поверхности ВНК в зону эксплуатационного фильтра;
- при подходе нагнетаемых или контурных вод к зоне эксплуатационного фильтра по подошвенной части однородного пласта или по наиболее проницаемым пропласткам;
- при эксплуатации скважин с забоем выше ВНК в однородном пласте с образованием конуса обводнения;
- через нарушения в эксплуатационной колонне водами верхних горизонтов.

Выполним попытку сопоставления и определения последовательности возникновения путей фильтрации воды в скважину. На рис. 2 предложена блок-схема, показывающая определенные взаимосвязи между разновидностями путей прорыва воды. Как правило, образование конусов обводнения возникает в высокопродуктивных коллекторах при наличии вертикально-направленной проницаемости в пристволевой части скважины. Также необходимо учесть тот факт, что в значительном количестве скважин возникновению конуса в высокопроницаемых пластах препятствует наличие каналов и неполноценные прочностные и изолирующие характеристики участков цементного камня в кольцевом пространстве между эксплуатационной колонной и породой. В рассматриваемом случае даже при несущественных перепадах давления случается прорыв посторонней воды, по причине чего конус обводнения преждевременно рассасывается. Соответственно наибольшее число скважин обводняется не по причине подхода подошвенных и нижних вод по истечении определенного интервала времени, а наоборот за счет фильтрации посторонней воды по негерметичностям кольцевого пространства.

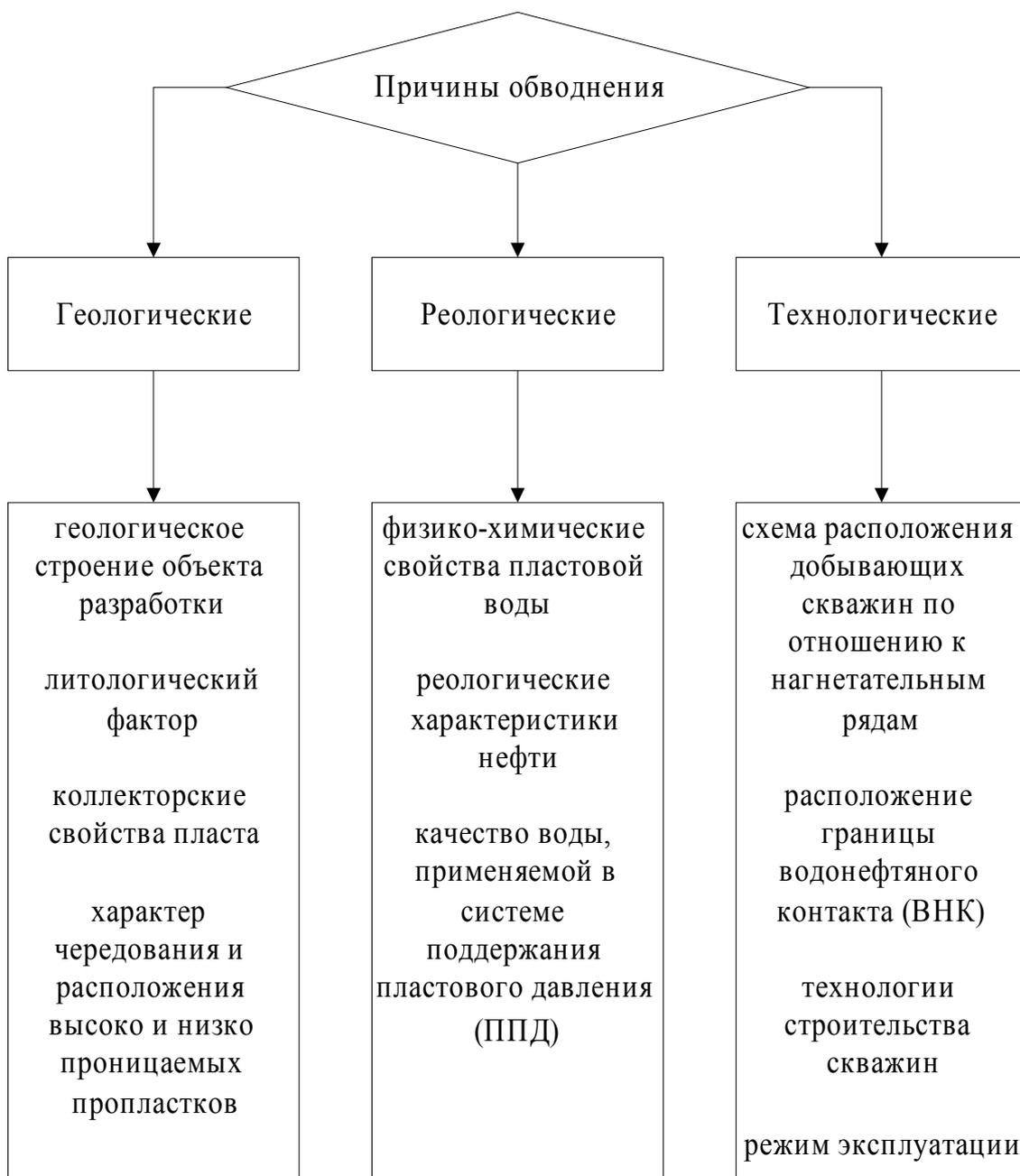


Рис. 1. Причины, объясняющие обводнение продукции добывающих скважин

В свою очередь подтягивание вод системы ППД и контурных вод к областям отборов по подошвенной части или по самым проницаемым пропласткам пласта под воздействием горизонтального движения флюида является одним из основных путей проникновения воды. Стоит отметить и тот факт, что постепенное увеличение обводненности отмечается только у 20 % скважин из всего рассмотренного фонда, которому свойственен в основном аномальный режим обводнения.



Рис. 2. Классификация путей поступления воды к забоям добывающих скважин

Не менее важен вопрос относительно вод, участвующих в обводнении добываемой продукции. Одна большая группа – та, которая вносит вклад в вытеснение нефти из коллектора, другая же не играет в этом какую-либо существенную роль (см. рис. 3). В состав первой входят: пластовая вода, которая изначально находилась в пласте. Сюда же можно отнести контурную воду, которая в свою очередь приходит в движение из-за упругих деформаций пород и насыщающих их жидкостей в результате снижения пластового давления (это вызывает увеличение объема горной породы, приводящего к сужению поровых каналов, а также возрастанию объема насыщающих их воды). Сюда можно также отнести воду, доставленную системой ППД. Ее свойства особенно специфичны, так как часто для закачки применяется пресная вода, взятая из водоемов с минимальными значениями плотности и вязкости и низкой температурой, что приводит к снижению теплового фона пласта.

Вторая категория вод включает в себя те ее разновидности, которые не участвуют в нагнетании и вытеснении нефти и представляют собою воды верхних горизонтов, поступающих в скважины через нарушения эксплуатационной колонны. Порой смешение пластовой воды с водами приведенной группы дает нежелательный эффект в виде выпадения солей и их осаждения на эксплуатационном оборудовании (причиной может служить несовместимость растворенных солей вод бобриковского горизонта и турнейского яруса). Следующие два вида водопритоков – подошвенные пластовые воды продуктивного горизонта, поступающие по затрубному пространству и нижние пластовые воды, притекающие по каналам в кольцевом пространстве скважины. Указанные виды являются наиболее сложным объектом для изоляции. Изначально они не принимают участия в вытеснении нефти из коллектора и поступают напрямую в скважину по каналам призабойной зоны и кольцевому пространству между эксплуатационной колонной и горной породой, приводя к уменьшению депрессии на нефтеносную часть пласта и снижению фазовой проницаемости по нефти.



Рис. 3. Воды, участвующие в обводнении добываемой продукции

В результате проведенного анализа и обобщения можно сделать следующие выводы:

– сопоставлены и сгруппированы причины обводнения скважин, добывающих нефть;

– впервые предложена классификация причин обводнения по трем группам, каждая из которых объединена по совокупности свойств. Все классы получили общее для каждого из них наименование;

– проведена классификация путей поступления воды на забой добывающих скважин и предложена блок-схема с обозначением взаимосвязи и переходов внутри нее;

– объединен в блок-схему такой параметр как природа воды, обводняющей добываемую продукцию.

### Литература

1. Булгаков Р.Т., Газизов А.Ш., Габдуллин Р.Г., Юсупов М.Г. Ограничение притока пластовых вод в нефтяные скважины. М.: Недра, 1976. - 175с.

2. Меркулова Л.И., Гинзбург А.А. Графические методы анализа при добычи нефти. М.: Недра, 1986. - 125с.

## THE IDENTIFICATION TECHNIQUE OF OIL WELL WATER INVASION WAYS

I.G. Fattakhov

*Oktyabrsky Branch of Ufa State Petroleum Technological University  
Oktyabrsky, Russia  
e-mail: i-fattakhov@rambler.ru*

**Abstract.** *The questions about the reasons of oil well extracted product water encroachment are discussed in this article. They are classified on three classes. The more significant characteristics are pointed for every class. The possible ways of water invasion into a borehole have been discussed when some distinctive reasons of this process have been determined. Peculiar interconnections and effect transit have been indicated according to block diagrams. The more convincing and awkward ways are particularly pointed. The nature of water, getting down the hole, served as the following differentiation category of water encroachment. Both groups are discussed in detail and some of them have the examples.*

**Keywords:** *water encroachment, reasons, ways, the nature of water, entry, leak-proofness, cone*

### References

1. Bulgakov R.T., Gazizov A.Sh., Gabdullin R.G., Yusupov M.G. Ogranichenie pritoka plastovykh vod v neftyanye skvazhiny (Restricting inflow of formation water in oil wells). Mosow: Nedra, 1976. 175 p.
2. Merkulova L.I., Ginzburg A.A. Graficheskie metody analiza pri dobychi nefiti (Graphical methods of analysis for oil production). Moscow: Nedra, 1986. 125 p.