

РАЦИОНАЛЬНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ МАЛОДЕБИТНЫХ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН, ЭКСПЛУАТИРУЮЩИЕСЯ ШТАНГОВЫМИ ГЛУБИННЫМИ НАСОСАМИ

д. т. н., профессор Габиров Ибрагим Абульфас оглы,

д. т. н., профессор Алиев Нариман Шахмурад оглы

Азербайджан, Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности

ARTICLE INFO

Received 29 January 2018

Accepted 25 February 2018

Published 15 March 2018

KEYWORDS

Low-yield wells,
deep pumps,
oil fields,
the method of periodic
pumping,
the factor of the reserve of
productivity,
the periods of accumulation
and pumping out the liquid

ABSTRACT

The article deals with the issues of rational exploitation of low-rate deep-well pumps in Azerbaijan in the regime of periodic pumping of liquid.

It is indicated that the number of low-yield wells in the oil fields of Azerbaijan is huge. The production of oil from the fund of such wells is insignificant, but the cost of operating these wells is very significant. For the purpose of rational operation of low-yield wells in the regime of periodic pumping, optimal conditions of parameters are needed, i.e. time of fluid accumulation in the annulus and pumping time of accumulated fluid.

In the article, the authors recommended methods for determining optimal operating conditions for low-rate pumping wells in the regime of periodic pumping of liquids and an automatic device for controlling the operation of these wells was developed automatically.

© 2018 The Authors.

Нефтяная промышленность Азербайджанской Республики в настоящее время вступила в новый этап своего развития, где особое внимание уделяется развитию нефтедобычи на Каспийском шельфе, имея в виду освоение богатейших месторождений нефти и газа на глубоководных участках моря.

Однако дальнейшее развитие нефтяной промышленности не может быть осуществлено без должного внимания к рациональной разработке старых нефтяных месторождений, запасы нефти из которых далеко не исчерпаны. Следует отметить, что длительно разрабатываемые месторождения эксплуатируются преимущественно малодебитными скважинами.

Среди скважин эксплуатирующийся механизированным способом (в основном штанговыми глубинными насосами) большая часть (более 90 %) относится к категории малодебитным. Добыча нефти из фонда таких скважин составляет незначительную долю общей добыче нефти по республике. Но ввиду многочисленности фонда малодебитных скважин вопросы рациональной их эксплуатации имеют большое значение с точки зрения экономики, так как затраты на эксплуатации этих скважин весьма значительны.

Одним из рациональных методов эксплуатации малодебитных насосных скважин является перевод их на периодическую откачку.

Периодическая откачка насосной скважины, как следует из смысла этого термина, заключается в том, что насосная установка работает и подаёт жидкость не непрерывно, а периодически и в остальное время простаивает. Но приток из пласта не прекращается в пласте и скорость притока всё время меняются в отличие от непрерывной откачки, при которой депрессия и приток постоянны в течение сравнительно длительных времени. В этом заключается основное, принципиальное отличие периодической откачки от непрерывной.

С практической точки зрения применение периодической откачки вместо непрерывной сталкивается с основным вопросом о том, как выбрать длительность периодов накопления жидкости в скважине и откачки ее, чтобы либо не иметь потерь в текущей добыче, либо иметь их в допустимых пределах.

Кроме того, отношение времени простоя скважины к календарному времени эксплуатации должно быть довольно значительным, чтобы экономия в расходах на энергию, ремонтные работы и прочие была ощутимой.

Цикл периодической откачки состоит из двух процессов: процесса накопления жидкости (подъем динамического уровня жидкости в скважине ($t_{нк}$), и процесса откачки жидкости (снижение уровня до крайнего нижнего положения ($t_{ом}$).

Время, соответствующее этим процессам, называют периодом накопления жидкости и периодом откачки жидкости.

Необходимым условием целесообразности применения периодической откачки является наличие резервов мощности используемого на скважине оборудования (станка, штанг, мотора, насоса).

Частично или полностью резервная мощность насосной установки выражается через коэффициент запаса производительности, который получается делением максимальной производительности при данных параметрах на фактический дебит жидкости

$$K = \frac{\eta_0 \cdot Q_T}{Q_0}; \quad (1)$$

где η_0 - начальный коэффициент подачи нового насоса;

Q_T - теоретическая производительность, м³/сут;

Q_0 - фактический дебит жидкости при непрерывной откачке, м³/сут.

В малодебитных скважинах коэффициент подачи K обычно находится в пределах 1,5-10, но в редких случаях он бывает выше.

Основной экономический критерий, по которому определяют целесообразность перевода данной скважины с непрерывной откачки на периодическую, заключается в том, что себестоимость нефти, добываемой из этой скважины при периодической откачке, не должна быть выше себестоимости нефти при непрерывной откачке.

Для грамотного проведения периодической откачки жидкости возникла необходимость разработки метода расчета длительность периодов накопления и откачки (при заданной, допустимой потере в текущей добычи) на основе имеющихся данных непрерывной откачки [1-5]. Наиболее простой и удобной из широкого разнообразия является методика А. С. Вирновского и О. С. Татейшвили [2].

Для случая линейного закона фильтрации ими выведены приближенные и очень простые для практического пользования формулы для расчета периодов накопления ($t_{нк}$) и откачки ($t_{ом}$) жидкости.

$$t_{нк} = -\frac{F}{P} \ln(2\varphi - 1); \quad (2)$$

$$t_{ом} = t_{нк} \frac{\varphi}{K - \varphi}; \quad (3)$$

где $t_{нк}$ – время накопления жидкости, час;

$t_{ом}$ – время откачки жидкости, час;

F – площадь сечения кольцевого пространства в колонне, в м²;

P – коэффициент продуктивности, м³/м. час.

φ – коэффициент снижения дебита при периодической откачке по сравнению с непрерывной.

Указанные выше формулы для расчета времени откачки ($t_{ом}$) носят приближенный характер и они верны только для линейного закона фильтрации.

Следует отметить, что фактическое (точное) значение времени накопления ($t_{нк}$) жидкости определяется из индикаторной кривой скважины (рис.1).

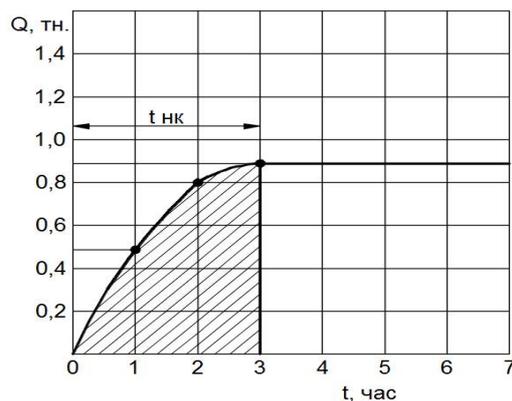


Рис. 1. Индикаторная кривая

Закрашенная площадь на рис. 1 индикаторной кривой это и есть фактическая величина времени накопления жидкости ($t_{нк}$) в затрубном пространстве скважины.

На нефтедобывающих промыслах Азербайджана, как было указано выше, эксплуатируются огромное количество малодобитных насосных скважин. Перевод этого количества скважин на периодический режим работы и эксплуатировать их работой вручную (пуск и остановка электродвигателя станка-качалки) очень трудоемкое и почти невозможное дело. Для устранения этих трудностей авторами разработано устройство позволяющее автоматизировать работу огромного фонда скважин в периодическом режиме.

В основу работы автоматического устройства положено динамограмма работы глубинного насоса в развернутом виде, т.е. зависимость дебита (Q_o), от времени (T). С датчика усилий на прием автоматического устройства поступают импульсы трапецеидальной формы (рис.2а), длительность которых зависит от коэффициента наполнения насоса.

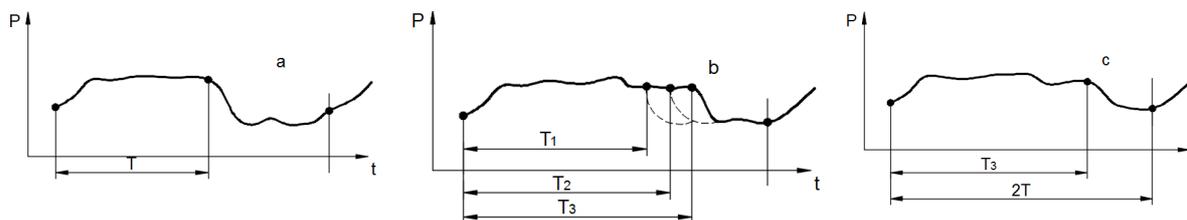


Рис. 2. Развернутая динамограмма работы штангового глубинного насоса (усилие в функции времени $P = f(t)$)

При переходе скважины в режим периодической откачки, длительность импульса постепенно возрастает (рис. 2b), в режиме полной откачки уровня до приема насоса длительность импульса принимает некоторое постоянное значение (рис. 2c).

Таким образом, в каждой скважине при полной откачке жидкости соответствует строго определенная длительность импульса, т.е. длительность импульса, поступающего от датчика усилий находится в прямой зависимости от степени незаполнения цилиндра глубинного насосе. Эта зависимость и была использована для разработки устройства автоматического управления периодической насосной эксплуатацией скважин. Итак, на автоматическое устройство задается только фактическая величина времени накопления ($t_{нк}$) жидкости в затрубном пространстве скважины, а время откачки накопившейся в затрубном пространстве ($t_{ом}$) жидкости до приема насоса будет осуществляться автоматическим устройством.

Необходимо отметить, что при выборе малодобитной скважины для перевода на периодическую откачку следует быть предельно внимательным, потому что могут быть причины, могущие в той или иной, иногда в большей степени, помешать осуществлению нужного режима работы скважины: наличие течи в соединениях насосных труб; вредное влияние свободного газа на работу насоса, и наконец, возможное влияние так же на работу насоса, растворенного в нефти газа.

Поэтому, наличие утечки жидкости из соединений труб, а также влияние свободного и растворенного в нефти газа немедленно нужно ликвидировать.

Разработанный авторами автоматическое устройство было длительное время испытано и широко внедрено на нефтяных промыслах объединения «Азнефть».

Результаты внедрения этих автоматов показали огромную экономическую эффективность. Так, например, расход электроэнергии сократилась на 80-85 %; межремонтный период скважин увеличился на 3÷6 раза; смен глубинных насосов также уменьшился почти на 6-8 единиц; обрыв и отворот штанг сократился на 6-8 раз и т.д.

Известно, что эксплуатация многочисленного фонда глубиннонасосных скважин в той или иной степени является причиной загрязнения окружающей среды. Добыча нефти на длительно разрабатываемых месторождениях сопровождается извлечением из залежей больших объемов минеральных пластовых вод, количество которых в десятки, раз превышает добычу самой нефти. В процессе отделения нефти от воды в водоотделителях, транспорт отделенной воды направляется по открытым каналам в водоемы или в установки подготовки нефти.

Это является одной из причин загрязнения территории нефтепромыслов минерализованными сточными водами, которые к тому же содержат значительное количество остаточной нефти (иногда до 2,0 кг/м³). Поэтому почва территории промысла пропитана различными минеральными солями (NaCl₂, CaCl) а также остатками нефти.

При ремонте глубиннонасосных скважин также загрязняется территория вокруг скважины пластовой водой и нефтью. Подсчитано, что при каждом ремонте теряется до 0,05÷0,1т нефти, а при промывках скважин от песчаной пробки загрязняется до 50-60 м² территории. Между тем охрана окружающей среды в настоящее время является важной социально-экономической и научно-технической проблемой [6, 7, 8].

Следовательно, ликвидация или сокращение источников загрязнения территории нефтепромыслов должно оказать значительное влияние на сохранность территорий от дальнейших загрязнений. В этом смысле перевод глубиннонасосных скважин на периодическую эксплуатацию дает возможность значительно уменьшить объемы добываемых пластовых вод, а также уменьшить общее число подземных ремонтов скважин, при которых, как отмечалось, имеет место загрязнение территорий.

В результате проведенных исследований были решены ряд задач защиты окружающей среды: сокращение добычи пластовых вод из глубиннонасосных скважин, переводимых на периодическую откачку; очистка нефтепромысловых вод от остаточной нефти; рекультивация загрязненных нефтепромысловых земель и использование утилизированных осадков сточных вод.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бузинов С. Н., Умрихин Н. Д. - К вопросу о периодической эксплуатации скважин.
2. Вирновский А. С. Татейшвили - Периодическая эксплуатация насосных скважин. Труды ВНИИ, вып.13, Гостоптехиздат, 1958 г.
3. Адонин А. Н., Алиев Н. Ш. - Оптимизация периодической откачки жидкости из малодобитных насосных скважин. АзГос издат, Баку, 1981 г.
4. Адонин А. Н., Сулейманов А. Б., Алиев Н. Ш. - Об эффективности периодической откачки насосных скважин. "Нефть и Газ", №9, 1972 г.
5. Алиев Н. Ш. - Некоторые вопросы эксплуатации малодобитных насосных скважин. АНХ, №4, 1982 г.
6. Состав для изоляции пластовых вод в нефтяных скважинах. АС№ (СССР).
7. Устройство для очистки сточных вод. АС№ 1209605 (СССР).
8. Садыхов А. М., Алиев Н. Ш. - Основные направления рекультивации загрязненных нефтепромысловых земель Азербайджана. АНХ, №6, 1986 г.