

УДК 622.276:658.58

## ОСВОЕНИЕ, ИССЛЕДОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ БЕЗДЕЙСТВУЮЩЕГО И МАЛОДЕБИТНОГО ФОНДА СКВАЖИН

В.С.Вербицкий, Л.В.Игrevский, А.В.Деньгаев  
(РГУ нефти и газа имени И.М.Губкина)

Условия эксплуатации российских добывающих нефтяных скважин осложнены высоким газовым фактором, температурой, обводненностью, выносом песка, кривизной и малым диаметром. При этом для малодебитного фонда – менее 20 м<sup>3</sup>/сут – это наиболее критично. Как центробежные, так и штанговые насосы в указанных скважинах очень быстро выходят из строя. Но даже в беспроблемных малодебитных скважинах коэффициент полезного действия (КПД) насосов очень мал – от 24% до 30%. При этом наличие газа на приеме насоса снижает его КПД еще сильнее. Таким образом, актуальными являются разработка и применение альтернативных рациональных способов освоения и эксплуатации скважин, способных обеспечить высокий межремонтный период. При этом необходимо использование энергосберегающего оборудования. Ученые РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина предлагают к применению комплексную гидроструйную насосную установку по освоению и эксплуатации малодебитного фонда скважин. Установка состоит из двух основных элементов: погружного насосного оборудования с элементами устьевого обвязки и передвижного наземного блока подготовки и использования рабочих жидкостей с элементами автоматизации, позволяющими в реальном времени осуществлять мониторинг технологических процессов во всем цикле освоения и эксплуатации скважины.

**Ключевые слова:** гидроструйная насосная установка, фонд скважин, мониторинг скважин

**Адрес связи:** igrevskyleonid@gmail.com

**DOI:** 10.5510/OGP20120300124

### Актуальность освоения малодебитного фонда скважин в России

Современное состояние эксплуатационного фонда добывающих скважин в Российской Федерации осложнено различными геолого-промышленными факторами, такими как: высокое газосодержание и/или содержание твердой фазы в добываемой скважинной продукции, высокие значения температуры и обводненности, габаритные ограничения и кривизна конструктивных элементов скважины и др. Осложняющие факторы при эксплуатации малодебитного фонда скважин (с дебитами не более 20 м<sup>3</sup>/сут) оказывают наибольшее негативное влияние на параметры эффективности добычи нефти традиционными способами эксплуатации.

Известно, что на протяжении многих лет в отечественной нефтяной промышленности основной фонд добывающих скважин эксплуатируется при помощи установок электроцентробежных насосов (УЭЦН) и установок штанговых скважинных насосов (УШСН), однако, в настоящее время, эксплуатация малодебитного фонда скважин, причем в осложняющих условиях, привела к тому, что наработка на отказ погружного насосного оборудования, в некоторых случаях, не достигает двух месяцев, как правило, такую категорию скважин относят к часто ремонтируемому фонду.

Малодебитный фонд скважин, оборудованных УШСН или УЭЦН, на эксплуатацию которых не влияют осложняющие факторы, имеют дру-

гой негативный аспект – низкие энергетические характеристики. Так, например, по данным крупнейших производителей УЭЦН, КПД для малопроизводительных насосных установок (УЭЦН-15 и УЭЦН-20\*) при перекачке жидкостей, не превышает диапазона значений 24-30% (рис.1), кроме того, по данным экспериментальных исследований, проводимых в РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, известно, что при увеличении входного газосодержания в насосе происходят кавитационные процессы, которые влияют на снижение показателей полезной мощности насосной установки и, как правило, к еще большему снижению КПД насосной установки по сравнению со значениями, полученными при работе насосной установки на жидкости (рис.2).

Таким образом, в настоящее время актуальным является направление исследований по разработке и применению рациональных способов освоения и эксплуатации малодебитных скважин, альтернативных традиционным способам эксплуатации и, при этом, способных эксплуатировать скважины с высокими значениями межремонтного периода скважин и относиться к категории энергосберегающего оборудования. По данным статистического анализа простаивающего и малодебитного фонда скважин, потенциальным объемом использования альтернативных способов добычи может быть 16% добывающего фонда скважин (около 25 000 скважин).

На наш взгляд, для условий освоения и эксплу-

\* УЭЦН-15 – установка электроцентробежного насоса, с номинальной подачей по жидкости – 15 м<sup>3</sup>/сут.



Рис.1. Энергетические характеристики погружных электроцентробежных насосов, в условиях освоения и эксплуатации малодебитных скважин

атации малодебитного фонда скважин, с осложняющими факторами, можно отнести комплексную гидроструйную насосную установку, которая состоит из двух основных элементов: погружного насосного оборудования с элементами устьевого обвязки и передвижного наземного блока подготовки и использования рабочих жидкостей и смесей, с элементами автоматизации, позволяющих осуществлять «online» мониторинг технологических процессов во всем цикле освоения и/или эксплуатации.

### Скважинная гидроструйная насосная установка

Исследования по повышению эффективности работы гидроструйных насосов проводились многими исследователями, в частности, в работе [1] представлены характеристики работы гидроструйного насоса в условиях откачки жидкости

малого давления и нагнетания в сопло подготовленной жидкости высокого давления. Однако, для условий освоения скважин с большими глубинами залегания продуктивных пластов, на поздней стадии разработки, проведены исследования гидроструйного насоса при нагнетании в сопло газожидкостных смесей с различными значениями газосодержаний, что позволило повысить КПД гидроструйной насосной установки.

Проанализировав различные технологические схемы применения гидроструйных насосов, можно классифицировать насосы по назначению: 1) для вызова притока, освоения и определения наиболее эффективного способа эксплуатации лучше применять гидроструйные системы с паке-ром (рис.3, б);

2) для эксплуатации скважин - беспакерные компоновки (рис.3, а, в).

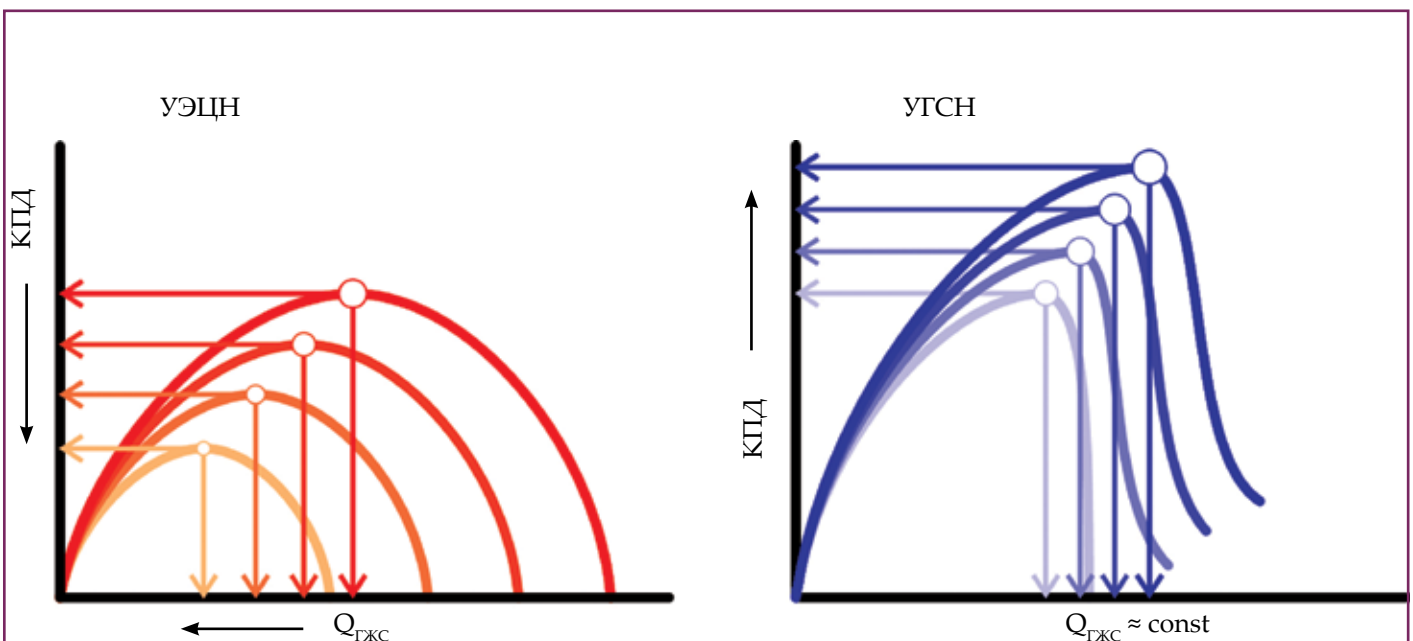


Рис.2. Сравнительный анализ энергетических характеристик УЭЦН и гидроструйного насоса при откачке газожидкостных смесей с различными значениями газосодержания

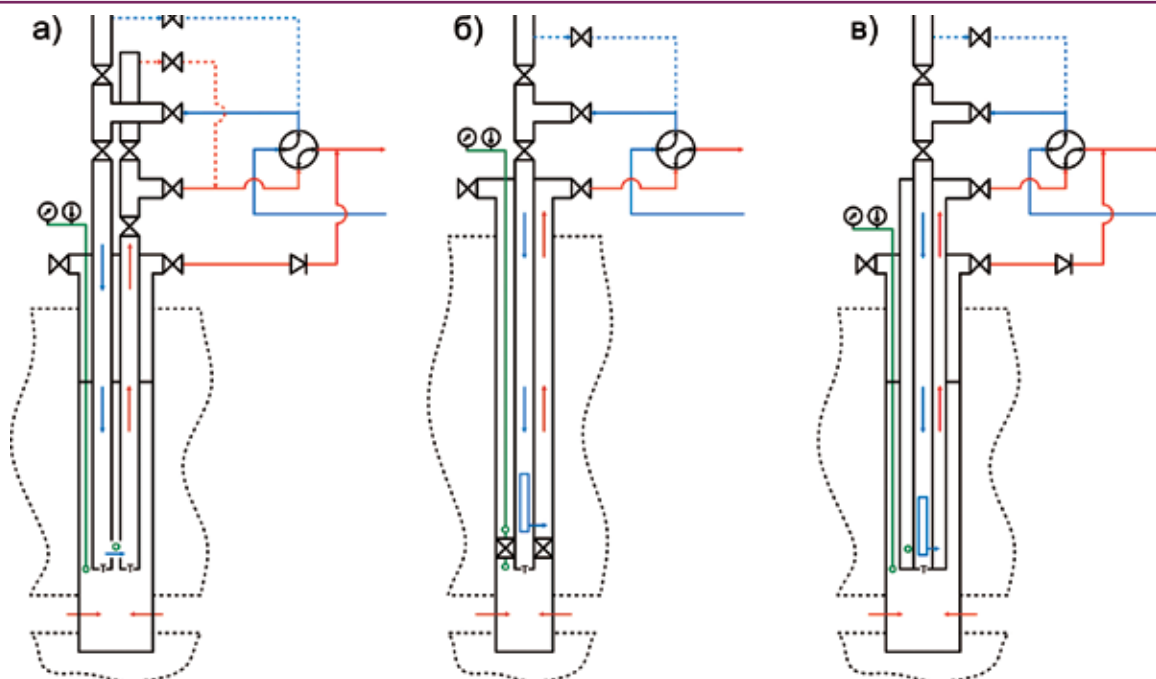


Рис.3. Схемы компоновок гидроструйных насосов для вызова притока, освоения и эксплуатации малодебитных скважин

### Мобильная гидроприводная установка

В работе [2] представлены результаты мониторинга эксплуатационных параметров работы беспакерной компоновки гидроструйных насосов в скважинах Самотлорского месторождения с приводом от стационарной станции подготовки и нагнетания воды в сопла погружных струйных насосов. Несмотря на высокий межремонтный период работы скважин, оборудованных гидроструйными насосами, необходимо отметить о высоких капитальных затратах при обустройстве куста скважин стационарной гидроприводной станцией, рассчитанной на эксплуатацию 1-4 или 4-8 скважин (рис.4). Кроме того, как показывает практика, эксплуатация скважин гидроструйными насосами не всегда может быть сосредоточена на одном кусте из-за различных геолого-промысловых условий, т.е. не всегда можно найти скважины на одном кусте, которые удовлетворяли

бы критериям: низкой продуктивности, выносом твердой фазы в потоке скважинной продукции, выделением свободного газа на приеме насосной установки и т.д.

Таким образом, экономически оправданным является многофункциональный (передвижной) комплекс гидроприводной установки (рис.5), который сочетает в себе такие функциональные возможности, как:

- 1) оптимальный вывод на установившейся режим работы скважины;
- 2) проведение гидродинамических исследований на осложненном фонде скважин, с определением допустимых депрессий на пласт, с диагностикой осложняющих факторов и выбором оптимального способа эксплуатации по критериям: «оптимальный дебит – высокие показатели межремонтного периода скважины – энергоэффективность добычи».



Рис.4. Фрагмент фотографии стационарной гидроприводной станции на 4-8 скважин, обустроенной на кусте скважин Самотлорского месторождения (2006 г.)





Рис.5. Проект передвижной гидроприводной станции

### Измерительно-диагностический комплекс мониторинга скважин (ИДКМ)

Основная задача при проектировании технологического комплекса заключалась в создании передвижной станции, которая бы минимизировала влияние субъективных факторов: все управление должно происходить в режиме удаленного доступа. В результате реализации проекта был разработан ИДКМ, обеспечивающий согласованное и безопасное функционирование всех систем наземного и скважинного оборудования, в том числе защиту внутрискважинного оборудования при внезапном отключении электропитания. К основным функциям ИДКМ можно отнести: сбор и обработку

первичной информации с измерительной аппаратуры передвижной станции, обеспечение оптимальной (с максимальным КПД системы), надежной и безаварийной эксплуатации скважины за счет реализации математической модели управления рабочими параметрами силового насоса, управление инженерными системами и обеспечение противоаварийной защиты согласно действующей нормативно-технической документации. В настоящее время ведется разработка программного интерфейса комплекса. На наш взгляд, интерфейс должен быть «дружелюбным» и визуально отображать процессы, происходящие в скважине в режиме реального времени (рис.6).

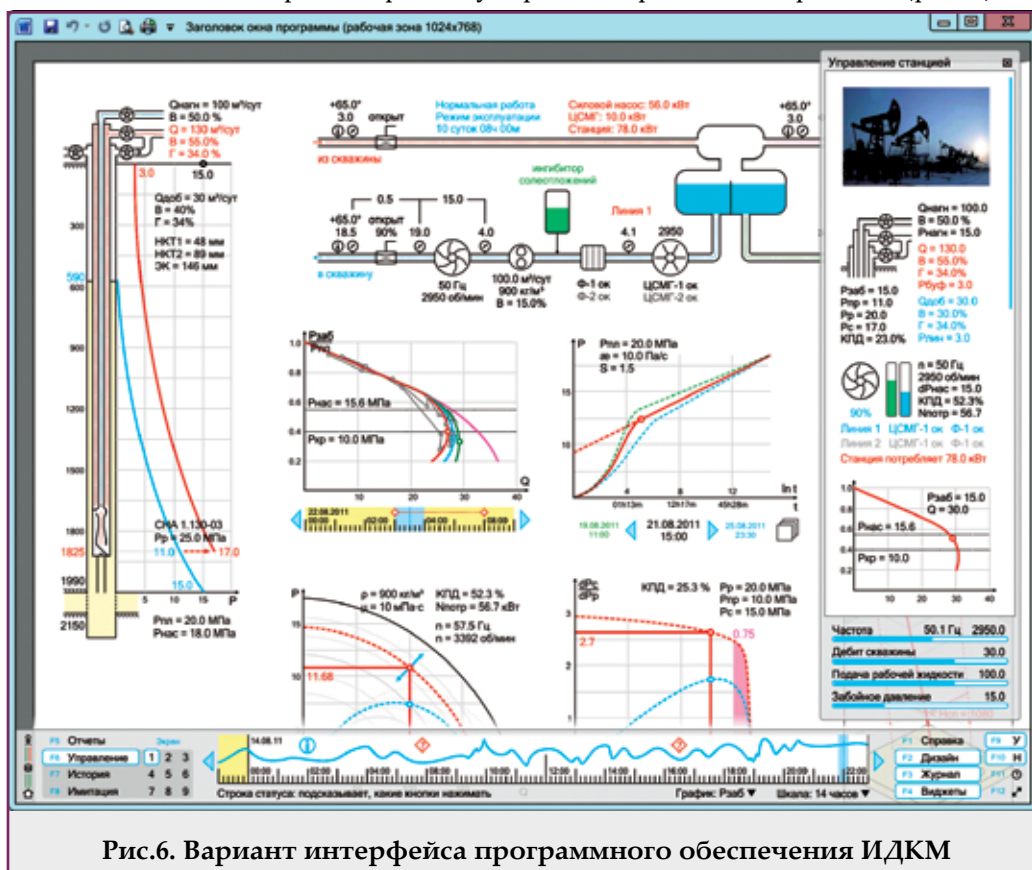


Рис.6. Вариант интерфейса программного обеспечения ИДКМ

*Литература*

1. Ж.Е.Кабдешева. Подбор рациональной геометрии проточной части высоконапорного струйного аппарата при откачке однородной жидкости //Нефтепромысловое дело. -2003. -№1.  
(Zh.Ye.Kabdesheva. Podbor ratsionalnoy geometrii protochnoy chasti visokonapornogo struynogo apparata pri otkachke odnorodnoy jidkosti //Neftepromyslovoye delo. -2003. -№1.)
2. Д.Г.Орлов, В.А.Териков, А.Н.Дроздов и др. Промысловые испытания экспериментальных образцов беспакерной компоновки гидроструйного насоса с двухрядным лифтом на Самотлорском месторождении //Нефтепромысловое дело. -2003. -№11. -С.20–24.  
(D.G.Orlov, V.A.Terikov, A.N.Drozдов i dr. Promysloviye ispitaniya eksperimentalnyh obraztsov bespakernoy komponovki gidrostruynogo nasosa s dvuhryadnym liftom na Samotlorskom mestorozhdenii //Neftepromyslovoye delo. -2003. -№11. -S.20-24.)

**Development, testing and operation  
of idle and low-yield wells**

**V.S.Verbiskiy, L.V.Iqrevskiy, A.B.Dengayev**  
(Russian Gubkin State University of Oil and Gas)

**Abstract**

Operational conditions of Russian oil-production wells are complicated with high gas-oil-ratio, temperature, water-oil-ratio, sand, well-bore curvature and small diameter. In this case for low-yield wells – less than 20 cubic meters per day – this is the most critical. Both electric submersible pumps and rod pumps in specified wells break down very often. But even in good low-yield wells, pump efficiency is very low – from 24% to 30%. Moreover gas presence at the pump intake reduces efficiency even more. So, design and use of alternative ways of wells testing and operation, that are able to provide higher productive time, is ongoing. Use of energy-saving equipment is necessary. Scientists from Russian Gubkin State University of Oil and Gas suggest that a complex jet pump unit for development and operation of low-yield wells can be used. Its installation consists of two basic elements: submersible equipment with christmas-tree elements and automated mobile ground surface unit for preparing and use of working liquids. Automation elements allow the monitoring of technological process in real time during the whole cycle of development and operation of wells.

**Fəaliyyətsiz və az debitli quyular fondunun  
mənimsənilməsi, tədqiqi və istismarı**

**V.C.Verbitskiy, L.V.İqrevskiy, A.V.Denqayev**  
(İ.M.Qubkin adına Rusiya Dövlət Neft və Qaz Universiteti)

**Xülasə**

Rusiyanın neft hasilatı quyularının istismar şəraitləri – yüksək qaz faktoruna, temperatura, sulaşmaya, qumun çıxarılmasına, ayrılıyına və az diametrinə görə çətinləşir. Az debitli fond üçün – 20 m<sup>3</sup>/gün – bu, daha kritik şəkil alır. Belə quyularda mərkəzdənqaçma nasosları kimi ştanqlı nasoslar da çox tez işdən çıxır. Hətta problemsiz olan az debitli quyularda nasosların FİƏ çox az – 24%-dən 30%-ə qədər olur. Nasosun qəbulunda isə qazın olması FİƏ-ni daha çox aşağı salır. Beləliklə, yüksək təmirarası dövrü təmin etmək bacarığı olan quyuların mənimsənilməsinin və istismarının alternativ rəşional üsullarının işlənilib hazırlanması və tətbiq olunması aktual hesab olunur. Belə olduqda enerjiqoruyucu avadanlıqlardan istifadə etmək vacibdir. Rusiya Dövlət Neft və Qaz Universitetinin alimləri, az debitli quyuların fondunun mənimsənilməsi və istismarı üçün hidroşırnaqlı nasos qurğusu kompleksinin tətbiq olunmasını təklif edirlər. Qurğu iki əsas elementdən: quyuağzı bağlama elementləri olan dalma nasos avadanlığından və real vaxt zamanında quyunun mənimsənilməsinin və istismarının bütün mərhələlərində texnoloji proseslərin monitorinqini həyata keçirməyə imkan verən avtomatlaşdırma elementləri olan işçi mayelərin hazırlanması və istifadə üçün səyyar yerüstü blokdan ibarətdir.