

УДК 622.24:622.276

## ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ БУРОВЫХ РАБОТ В УСЛОВИЯХ АНОМАЛЬНО НИЗКИХ ПЛАСТОВЫХ ДАВЛЕНИЙ

И.А.Дадашов, И.Ч.Аббасов, С.А.Меликова  
(НИПИ "Нефтегаз")

Данная статья посвящена возможности применения в Азербайджане технологии бурения скважин на депрессии, так как в условиях аномально низких пластовых давлений (АНПД) традиционная технология бурения уже не позволяет, в достаточной мере, удовлетворить потребности в качестве вскрытия продуктивных пластов. Для удовлетворения растущих требований в области добычи нефти на нефтегазовых месторождениях Азербайджана необходимы соответствующие технико-технологические решения, обеспечивающие безопасное и эффективное бурение с отрицательным дифференциальным давлением.

**Ключевые слова:** бурение нефтяных и газовых скважин, месторождения, осложнения и аварии, поглощение бурового раствора, потери давления и циркуляции, аномально низкие пластовые давления, репрессия, депрессия,

**Адрес связи:** ilham.dadashov@socar.az

**DOI:** 10.5510/OGP20120200109

Опыт бурения нефтяных и газовых скважин на месторождениях Азербайджана свидетельствует о том, что для некоторых из них возрастает влияние осложнений на весь процесс строительства скважин. В особенности это относится к месторождениям с длительным сроком эксплуатации ("Балаханы", "Сураханы", "Аташкях" и др.).

На рисунке 1 показано динамика изменения количества произошедших осложнений и аварий в процессе бурения по Тресту "Комплексных буровых работ" за 2007 - 2010 годы. Промысловые данные по законченным бурением скважинам показывают, что осложнения (поглощения бурового раствора и пр.) происходят в основном в пластах с аномально низким пластовым давлением. Анализ данных указывает, что во всех случаях поглощение бурового раствора происходит вслед-

ствие превышения гидродинамического давления в скважине над давлением пласта, т.е. нарушения баланса давлений в системе "скважина-пласт".

При сравнении замеренных в прошлом пластовых давлений с заново замеренными пластовыми давлениями после длительной эксплуатации в пробуренных скважинах на одних и тех же месторождениях, выявилось значительное снижение (в 7-10 раз) первичных пластовых давлений.

Мировая тенденция истощения природных запасов углеводородов требует применения более совершенной техники и технологии бурения скважин, так как "классическое" бурение уже не позволяет, в достаточной мере, удовлетворить потребности в качестве вскрытия продуктивных пластов.

В последние годы в зарубежной практике строительства скважин все более широкое распростра-

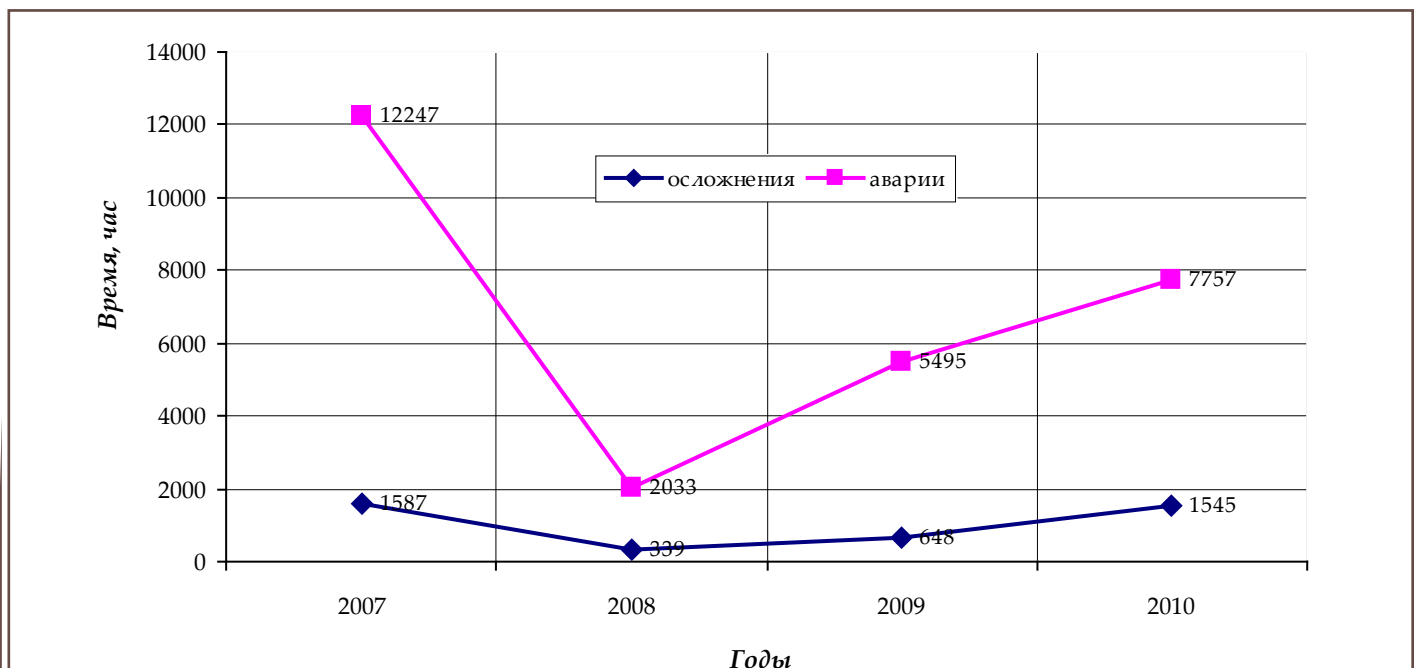


Рис.1. Динамика изменения количества осложнений и аварий по Тресту "Комплексных Буровых Работ" за 2007 - 2010 годы

нение приобретает применение технологии бурения в условиях депрессии в системе "скважина-пласт" [1, 2].

Так, за период с 1977 по 1992 годы только по двум провинциям Канады: Альберта и Саскатчеван число скважин, пробуренных на ОПД, в год увеличилось с 30 до 525 [2].

Одной из таких технологий, признанной и применяемой в различных регионах мира, является бурение с отрицательным дифференциальным давлением (БОДД), или бурение на депрессии [3]. Технология БОДД позволяет бурить новые скважины в старых пластах с низким давлением и представляет собой намеренное бурение скважины с динамическим гидростатическим напором, меньшим, чем пластовое давление. Отрицательное дифференциальное давление возникает, когда давление в пробуриваемой скважине поддерживается на уровне, более низком, чем окружающее пластовое или статическое пластовое давление. Таким образом, бурение на депрессии все чаще оказывается целесообразным вариантом для ряда промыслов, степень истощения которых такова, что давление в продуктивном пласте падает зна-

чительно.

Вскрытие пластов в условиях депрессии создает предпосылки для сохранения естественного состояния вскрываемых продуктивных пород. Традиционно бурение осуществляется на репрессии, когда давление  $P_{\text{скв}}$  промывочной жидкости в скважине выше пластового давления  $P_{\text{пл}}$ . Следствием этого является проникновение промывочной жидкости в пласты и их кольтматация (рис.2). Бурение в условиях депрессии, когда  $P_{\text{скв}} < P_{\text{пл}}$ , наоборот, вызывает приток пластового флюида в скважину, сохраняя при этом естественные коллекторские свойства пород.

В свете этого применение метода БОДД представляется весьма актуальным.

Бурение на "депрессии" достаточно новый метод. Хорош он тем, что после вскрытия продуктивного горизонта с пониженным давлением столба жидкости на призабойную зону и собственно пласт в бурящейся скважине, практически не происходит кольтматирования призабойной зоны, что впоследствии весьма положительно сказывается на дебите скважины.

Бурение с отрицательным дифференциальным давлением представляет собой методику, позво-

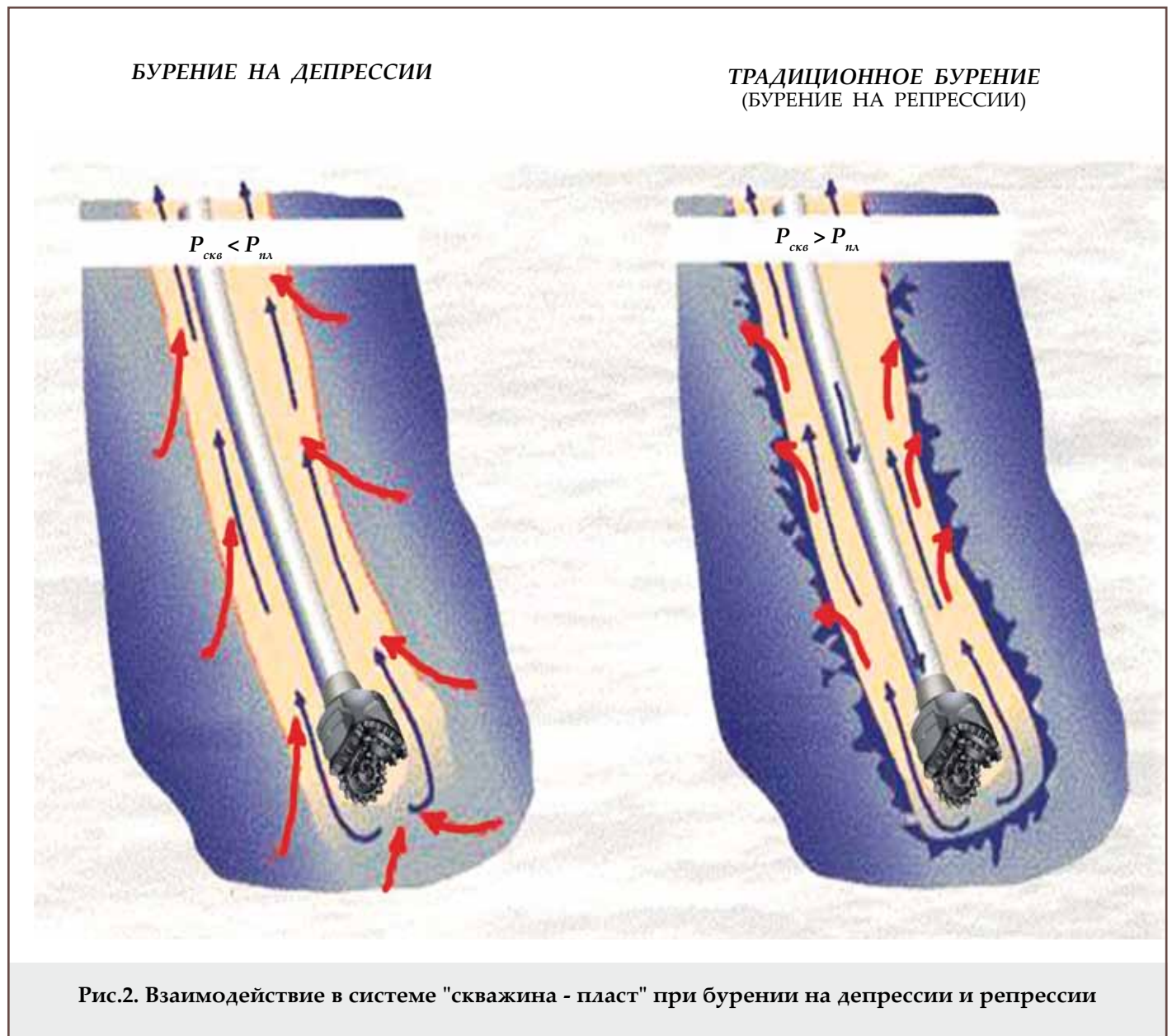


Рис.2. Взаимодействие в системе "скважина - пласт" при бурении на депрессии и репрессии

ляющую осуществлять бурение при давлении ниже гидростатического давления пласта, тем самым снижая степень повреждения пласта и повышая механическую скорость бурения.

БОДД может принести значительные выгоды при горизонтальном бурении и бурении многоствольных скважин, а также и при других формах бурения, в процессе выполнения которых сталкиваются с проблемами потери давления и циркуляции.

Для удовлетворения растущих требований к технологии добычи нефти в Азербайджане необходимы всесторонние решения [5], обеспечивающие безопасное и эффективное бурение с отрицательным дифференциальным давлением.

Применение данной технологии учитывает необходимость:

- экономии времени;
- защиты пласта месторождения;
- снижения общих затрат;
- повышения эксплуатационной и экологической безопасности.

Данная технология подразумевает необходимость перехода на определенный тип облегченного бурового раствора с плотностью меньшей, чем давление в пласте – по большей части, с плотностью менее 1 г/см<sup>3</sup>. Типы легких буровых растворов, используемых для достижения отрицательного дифференциального давления, могут создаваться различными способами – например, путем добавления газа, воздуха или пены, а также созданием углеводородных эмульсий. Такие буровые растворы позволяют максимизировать извлечение при одновременной минимизации поглощения бурового раствора и повреждения продуктивного пласта.

При применении данной технологии возможны разнообразные варианты использования систем промывки ствола скважины. Основными системами растворов для БОДД являются [1]:

#### **Система бурения с продувкой воздухом**

Бурение с продувкой забоя воздухом (воздушно-азотной смесью) представляет собой оптимальную систему циркуляции, обеспечивающую механические скорости бурения в 2-8 раз выше, чем при применении обычной системы подачи раствора. Система позволяет снизить износ буровой коронки, уменьшить искривления скважины, снизить эксплуатационные затраты, эффективнее управлять процессом потери циркуляции, уменьшить повреждения продуктивной зоны.

#### **Бурение с промывкой пенообразным материалом**

Уникальная пенообразующая система Trans-Foam компании "Weatherford" снимает проблему поддержания стабильности пены, а его восстанавливающийся химический состав образует стабильную пену, легко разлагающуюся и подлежащую регенерации. Эта система способна включаться или выключаться в зависимости от рН воды, подвергающейся обработке. При рН 10.0 и выше, при перемешивании с водой и воздухом, Trans-Foam образует вязкий стабильный продукт.

При падении рН до 7, способность воды к образованию пены значительно падает и пена может быть уничтожена деактиватором. Ее активные ингредиенты аналогичны традиционно используемым при бурении с продувкой воздухом с пеной.

#### **Система бурения с аэрированным буровым раствором**

Воздух или газ, подаваемые под давлением в воду или обыкновенный буровой раствор, снижают гидростатическое давление. Эта система существенно снижает потерю циркуляции при низком давлении и полезна при работе в зонах с большой потерей циркуляции. При необходимости система приготовления раствора может быть оборудована системой подачи инертного газа. На рисунке 3 схематично изображены технологическое оборудование для бурения с аэрированным буровым раствором, входящее в состав закрытой циркуляционной системы [4], и места установки датчиков. В целом циркуляционная система состоит из ряда емкостей и механизмов, соединенных между собой соответствующими трубопроводами.

Циркуляционная система начинается от отводной линии превентора, на которой установлен блок дросселирования. С блока дросселирования промывочная жидкость поступает в шламоотделитель, где она отделяется от твердой фракции. Часть промывочной жидкости направляется в блок пробоотборника, который улавливает шлам из скважины для геологического анализа. После очистки от твердой фазы промывочная жидкость попадает в сепаратор, в котором происходит разделение газа и жидкости. Газ через регулятор давления поступает на факельную линию или в атмосферу, а жидкость сливается в приемную емкость. Давление в системе "шламоотделитель - сепаратор - приемная емкость" составляет от 0.1 до 0.3 МПа, что обеспечивает последующую подачу промывочной жидкости на вход бурового насоса.

На входе в скважину в линии высокого давления циркуляционной системы установлены следующие датчики промывочной жидкости: давления, расхода, плотности и температуры. Датчики установлены в специальном блоке манифольда, который монтируется в линию высокого давления с помощью быстросъемных соединителей БРС-60. Для контроля расхода азота в нагнетательной линии азотной установки монтируется газовый расходомер.

На выходе из скважины в линии низкого давления после блока дросселирования установлены датчики промывочной жидкости: давления, расхода, плотности, температуры и электропроводности. Датчики также смонтированы на специальном блоке, который устанавливается в циркуляционную систему через быстросъемные соединители БРС-73.

На сепараторе устанавливается датчик давления, а на факельной линии, соединяющей сепаратор с факельной установкой, смонтирован датчик суммарного газосодержания. С этой же линии,

при необходимости, газ снимается для покомпонентного анализа его состава.

На приемной емкости установлены контактный датчик раздела сред воды и нефти, датчик уровня и датчик давления.

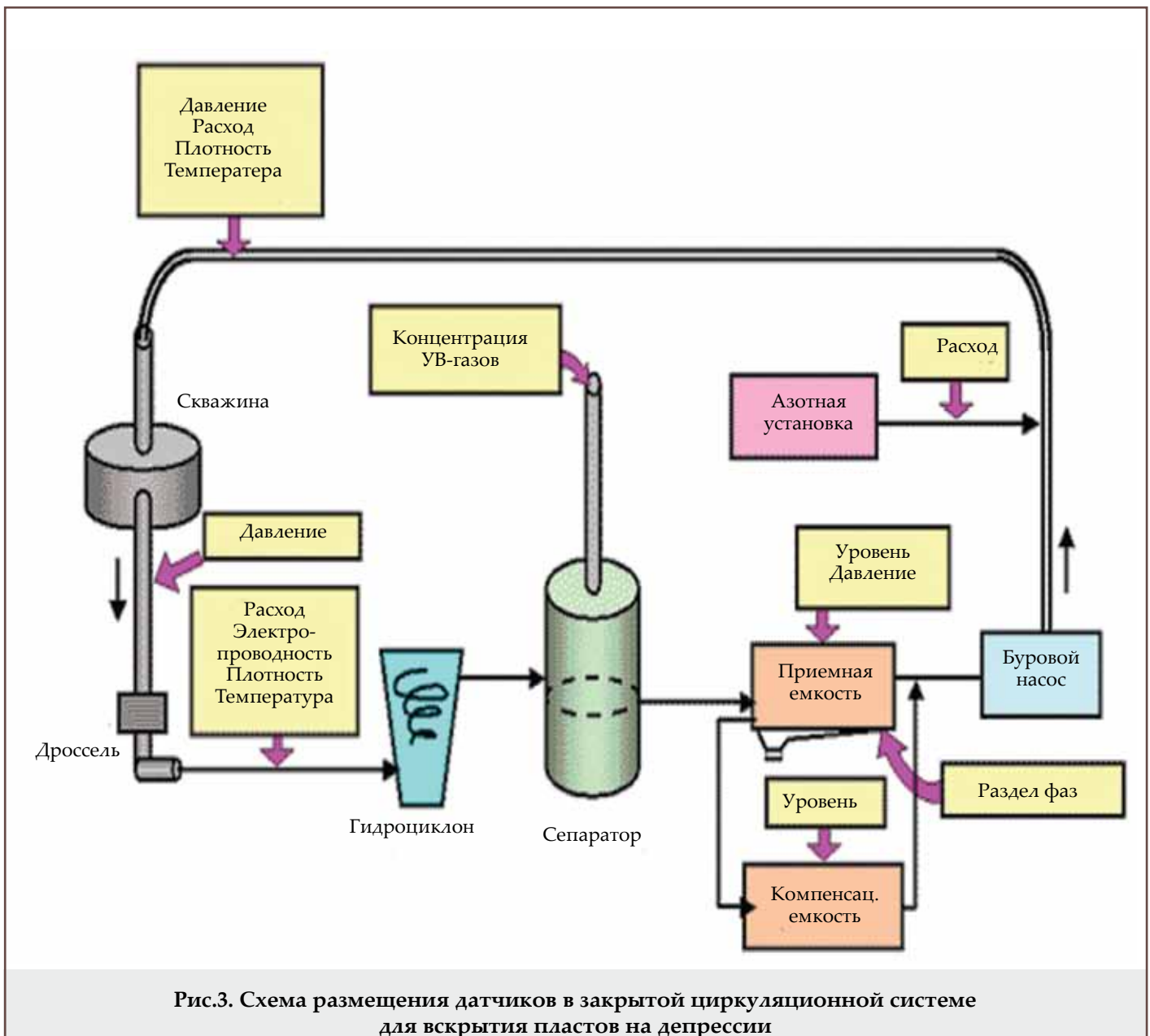
На компенсационной емкости установлен датчик уровня. Сигналы с датчиков через распределительные коробки, установленные в местах компактного размещения датчиков, поступают на устройство сбора информации и сопряжения с датчиками (УСО), находящееся в кабине оператора колтюбинговой установки и далее через COM-порт в компьютер оператора. Программное обеспечение позволяет регистрировать и визуализировать на экране компьютера всю информацию в удобном для восприятия виде. Оно имеет многооконную структуру, позволяющую одновременно контролировать информацию с забойной телеметрической системы и с датчиков, смонтированных на колтюбинговой установке. Компьютер оператора колтюбинговой установки соединен в единую сеть с компьютером оператора по режиму бурения, регистрируемая информация дубли-

руется на двух компьютерах одновременно.

Программное обеспечение позволяет контролировать и поддерживать заданный уровень промывочной жидкости в приемных и компенсационных емкостях. При увеличении или уменьшении уровня промывочной жидкости в приемной емкости, по сравнению с заданным, компьютер выдает управляющий сигнал на модуль управления исполнительными механизмами, который включает перекачивающие насосы на закачку или на откачку.

Автономные мобильные или смонтированные на полозьях высокоэффективные, экономичные и экологичные установки подачи газа. Также используется мембранное устройство генерирования азота, работающее по непрерывной технологии, отфильтровывающее азот из воздуха и производящее 95-99% азот непосредственно на буровой площадке при минимальных затратах, что представляется надежной альтернативой сжиженному азоту.

Системы восстановления условий бурения используются совместно с существующими техно-



логиями бурения, являясь самым надежным средством для работы с возвратными углеводородными скважинными растворами при проведении бурения с отрицательным дифференциальным давлением и давлением близким к балансовому. Их уникальная конструкция позволяет им точно сепарировать и измерять все жидкости, газы и твердые вещества, которые появляются и/или циркулируют в скважине.

Следует ожидать, что работы в этом направлении будут продолжены, а технические средства и методы контроля и управления процессом бурения на депрессии будут развиваться и совершенствоваться.

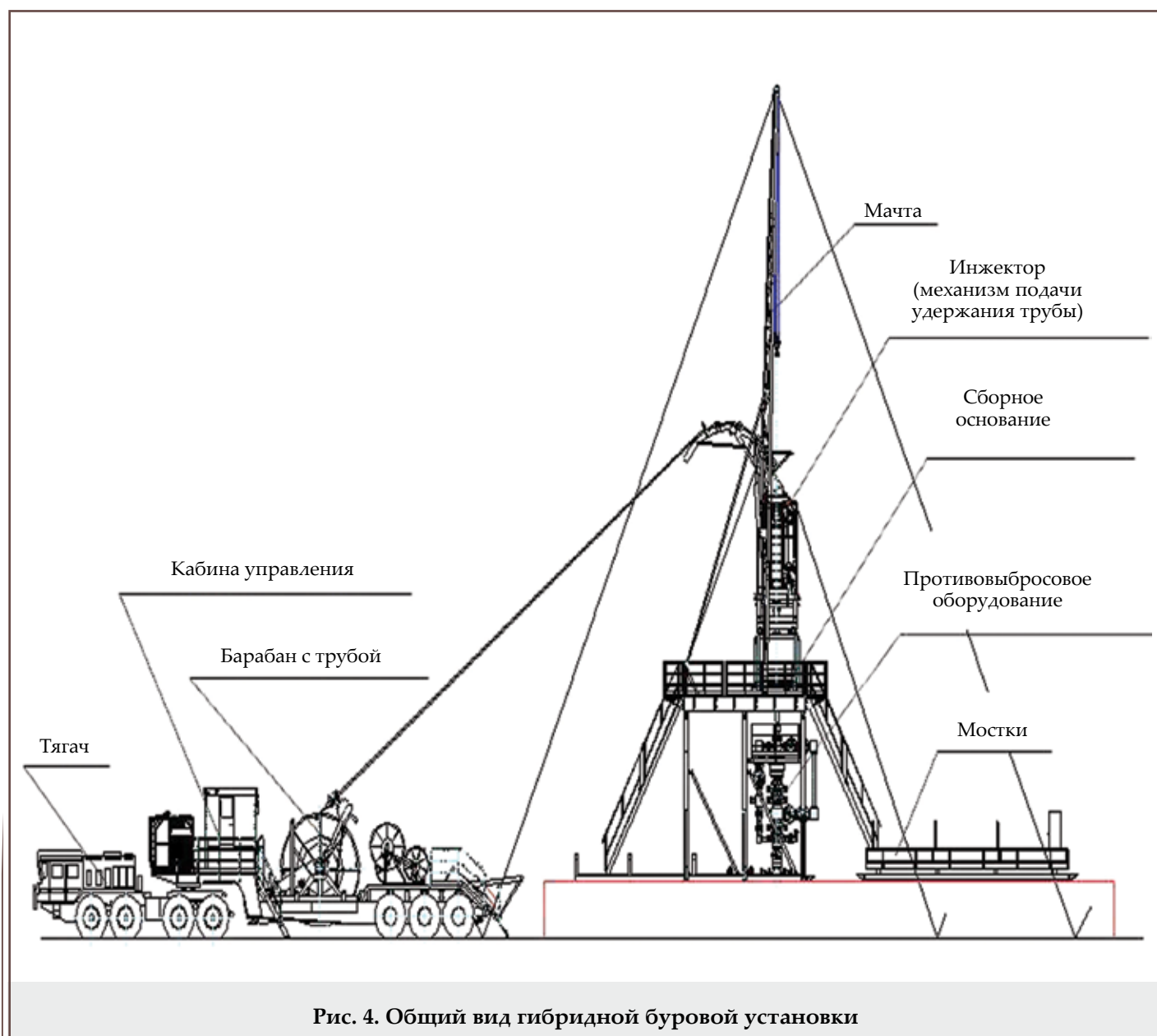
Учитывая технологические особенности бурения скважин в Азербайджане и, в частности, на Апшеронском полуострове, было бы целесообразно использовать гибридные буровые установки, которые позволяют осуществлять бурение скважин как обычными, так и гибкими трубами. Общий вид гибридной буровой установки схема-

тически показан на рисунке 4.

В настоящее время разработаны и эксплуатируются гибридные буровые установки, в которых объединены возможности для полноценной работы и с традиционной и с колтюбинговой технологией.

При этом следует отметить, что бурение с применением колтюбинга – единственная технология, которая гарантирует поддержку условий депрессии на протяжении 100% времени. Не требуется соединений, которые нужно создавать и демонтировать, непрерывно контролируется забойное давление, чтобы убедиться, что оно не падает и не поднимается выше запланированного уровня. В дополнение к высоким скоростям, непрерывной работе под давлением и отсутствию персонала на рабочей площадке, колтюбинговое бурение является довольно привлекательным предложением.

Таким образом, гибридные установки позволили объединить применение обычных бурильных труб с преимуществами использования длиномерной безмуфтовой трубы.



*Literatura*

1. В.Г.Ясов, М.А.Мыслук. Осложнения в бурении. М.: Недра, 1991.  
*V.G.Yasov, M.A.Mysluk. Oslojneniya v bureni. M.: Nedra, 1991*
2. Р.Г.Салихов. Перспективное направление повышения качества вскрытия продуктивных пластов 11 марта 2008 г., 16:31 ООО "Лукойл-Бурение", Нефтегазовое дело, 2003.  
*R.G.Salihov. Perspektivnoe napravlenie povisheniya kachestva vskritiya produktivnyh plastov. ООО "Lukoil-Burenie" //Neftegazovoe delo. -2003*
3. К.М.Тагиров, В.И.Нифантов. Бурение скважин и вскрытие нефтегазовых пластов на депрессии, М.: Недра – Бизнесцентр. -2003. –С.160.  
*K.M.Tagirov, V.I.Nifantov. Well drilling and exposing of producing formations at differential pressure. M.: Nedra – Business center, 2003*
4. К.М.Тагиров, А.Н.Лобкин, В.И.Нифантов и др. Вскрытие продуктивного пласта с промывкой пеной на истощенных газовых месторождениях в условиях замкнутой герметизированной системы циркуляции, Э.И Сер. Геология, бурение и разработка газовых месторождений. –М.: ВНИИГаз-пром, 1980. –Вып.16. –С.5–9.  
*K.M.Tagirov, A.N.Lobkin, V.I.Nifantov i dr. Vskrytie produktivnogo plasta s promiv-koy penoy na istoshennyh gazovyh mestorojdeniyah v usloviyah zamknuтой germetizirovan-noy sistemy tsirkulyatsii. Seriya: Geologiya, bureniye i razrabotka gazovyh mestorojdeniy. M.: VNIIGazprom, 1980. -Vip.16. -C.5-9*
5. И.А.Дадашов, И.Ч.Аббасов. "Особенности бурения скважин на депрессии с применением кольтюбинговой технологии" Тезисы докладов Международной научно-практической конференции - "Новые технологии в нефтегазодобыче". -Б. –2010. -С.45-46.  
*I.H.Dadashov, I.Ch.Abbasov. Peculiarities off wells drilling on the depression by coiled tubing technology // "New Technologies in Oil and Gas Production" International scientific-practical conferences abstracts. Baku. -2010. –P.45-46*

**Methods for improving drilling  
in abnormally low formation pressure**

**I.H.Dadashov, I.Ch.Abbasov, S.A.Malikova**  
("OilGasScientificResearchProject" Institute)

**Abstract**

This article focuses on the possibility of using technology in Azerbaijani for drilling into low pressure regions that would not normally be possible using classical methods. To meet the growing demand for technology in oil production in Azerbaijan requires comprehensive solutions that ensure safe and efficient drilling with a negative differential pressure.

**Anomal aşağı lay təzyiqləri şəraitində qazma  
işlərinin effektivliyinin artırılması yolları**

**İ.H.Dadaşov, İ.Ç.Abbasov, S.Ə.Məlikova**  
("Neftqazelmütədqiqatlayihə" İnstitutu)

**Xülasə**

Məqalə depressiya altında quyuların qazılması texnologiyasının Azərbaycanda tətbiq edilmə imkanına həsr edilmişdir. Artıq məlum olduğu kimi ALT şəraitdə ənənəvi qazma üsulu qənaətbəxş deyildir. Belə ki, məhsuldar qatların açılması kifayət qədər keyfiyyətli hesab olunmur. Azərbaycanda neftçixarma sahəsinə olan tələblərə cavab verən mənfi diferensial təzyiqlə quyuların qazılmasını təhlükəsiz və effektiv yerinə yetirilməsi üçün müvafiq texniki-texnoloji qərarların qəbul olunması tələb olunur