ISNN 3030-3907

2026
JUNE
ISSUE - 6
VOLUME -8

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

IYUN 2026
Issue - 6, VOLUME – 8

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БУРЕНИЯ СКВАЖИН С АНОМАЛЬНЫМИ НИЗКИМИ ПЛАСТОВЫМИ ДАВЛЕНИЯМИ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ШОРКУМ

Алланова А.А.
Филиал РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в г. Ташкенте
E-mail: allanovaguzal@gmail.com
Эралиев С.Х.
Филиал РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в г. Ташкенте
E-mail: eralsaman72@gmail.com
Каримжонов И.И.
Филиал РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в г. Ташкенте
E-mail: ilyaufc7700@gmail.com
Джамолова К.Р.
Филиал РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в г. Ташкенте
E-mail: djamalovakamila63@gmail.com
Надолинский Н.А.
Филиал РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в г. Ташкенте
E-mail: nnadolinskiy9@gmail.com
Каримов У.А.
Преподаватель отделения «Бурение нефтяных и газовых скважин»,
Филиал РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в г. Ташкенте
E-mail: karimov.ulugbek.17@mail.ru

Аннотация. В работе рассматривается проблема повышения эффективности бурения скважин в условиях аномально низких пластовых давлений на примере газового месторождения Шоркум. Предложена технология бурения с управляемым давлением, позволяющая регулировать забойное давление путём изменения гидравлических потерь на устье с помощью автоматизированного блока дросселирования. Приведены результаты технико-экономического сравнения между технологиями бурения на репрессии и с управляемым давлением. Подробно описывается процесс регулирования давления на забое при использовании двух схем реализации технологии бурения с управляемым давлением. Обосновывается целесообразность внедрения и совершенствование технологии бурения с управляемым давлением на месторождении Шоркум и других нефтегазовых объектах Республики Узбекистан.

Ключевые слова: репрессия, дроссель, автоматизация, окно бурения, плотность, буровой раствор, механическая скорость проходки, поглощение бурового раствора.

ISSN 3030-3907

Abstract. The paper addresses the problem of improving drilling efficiency under abnormally low reservoir pressure conditions using the example of the Shorkum gas field. A managed pressure drilling technology is proposed, which allows regulating bottomhole pressure by changing hydraulic losses at the surface using an automated choke manifold. The results of a technical and economic comparison between overbalance drilling and managed pressure drilling technologies are presented. The process of bottomhole pressure control using two implementation schemes of managed pressure drilling technology is described in detail. The feasibility of introducing and improving controlled pressure drilling technology at the Shorkum field and other oil and gas facilities in the Republic of Uzbekistan is substantiated.

Keywords: overbalance, choke, automation, drilling window, density, drilling fluid, rate of penetration, lost circulation.

Annotatsiya. Ushbu ishda Shorkum gaz koni misolida anomal past qatlam bosimi sharoitida quduq burg‘ilash samaradorligini oshirish muammosi ko‘rib chiqilgan. Avtomatlashtirilgan drossellash bloki yordamida quduq og‘zidagi gidravlik yo‘qotishlarni o‘zgartirish orqali quduq tubidagi bosimni boshqarish imkonini beruvchi boshqariladigan bosimli burg‘ilash texnologiyasi taklif qilingan. Repressiyali burg‘ilash va boshqariladigan bosimli burg‘ilash texnologiyalari o‘rtasidagi texnik-iqtisodiy taqqoslash natijalari keltirilgan. Boshqariladigan bosimli burg‘ilash texnologiyasining ikkita qo‘llash sxemasi yordamida quduq tubidagi bosimni boshqarish jarayoni batafsil tavsiflangan. O‘zbekiston Respublikasida Sho‘rqum konida va boshqa neft-gaz ob’ektlarida boshqariladigan bosimli burg‘ulash texnologiyasini joriy etish va takomillashtirishning maqsadga muvofiqligi asoslab berilgan.

Kalit so‘zlar: repressiya, drossel, avtomatlashtirish, burg‘ilash oynasi, zichlik, burg‘ilash eritmasi, mexanik burg‘ilash tezligi, burg‘ilash eritmasining yutilishi.

ВВЕДЕНИЕ.

При строительстве глубоких и сверхглубоких скважин одной из самых критических задач является контроль забойного давления при бурении и освоении, так как даже незначительное отклонение плотности бурового раствора за пределы допустимых значений приводит к таким осложнениям, как газонефтепроявления, поглощение промывочной жидкости, а в отдельных случаях фонтанирование флюида или грифон. Традиционным методом бурения скважин используемый на территории Республики Узбекистан в настоящее время является метод, при котором поддерживают давление столба жидкости выше пластового (бурение на репрессии). Однако, когда допустимый диапазон давлений сужается до малых величин, этот метод фактически вынуждает выбирать между двумя одинаково

ISSN 3030-3907

рискованными осложнениями проявление жидкости из пласта или поглощение жидкости в пласт. Именно в таких условиях технология бурения с регулируемым давлением позволяет преодолеть ограничения, присущие традиционным методам, а именно: контроль противодавления на устье скважины, непрерывный мониторинг и динамическое управление забойным давлением позволяют поддерживать давление в заданном диапазоне с точностью, недостижимой традиционным методам показывая существенные преимущества. На территории Республики Узбекистан существуют значительное количество месторождений с аномально низкими пластовыми давлениями. Нередко продуктивные пласты на данных месторождениях демонстрируют низкие значения давлений гидроразрыва пород, что приводит к сужению безопасного окна бурения и усложняют технологический процесс углубления ствола скважин. Традиционный метод вскрытия пластов на репрессии часто провоцирует кольматацию призабойный зоны пласта, что выступает определяющим фактором для снижения дебита до запуска скважины в промышленную добычу. Таким образом, для решения обозначенных проблем предлагается применить метод, кардинально отличающийся от традиционного, который базируется на принципе поддержания регулируемого давления на забое скважины в пределах заданного диапазона, путем увеличения или уменьшения сопротивлений, возникающих при выходе жидкости из устья скважины через кольцевое пространство с помощью автоматизированной системы дросселирования.

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ БУРЕНИЯ С УПРАВЛЯЕМЫМ ДАВЛЕНИЕМ.

Давление на забое скважины в процессе бурения формируется не только гидростатическим давлением столба бурового раствора, но также гидравлическими потерями в кольцевом пространстве, обусловленными силами трения при движении буровой жидкости к устью скважины. Кроме того, следует учитывать гидравлические потери на устье, которые зависят от степени открытия кольцевого пространства. При полностью открытом кольцевом пространстве гидравлические потери на устье отсутствуют. Однако при наличии возможности регулирования степени его открытия гидравлические потери, возникающие при прохождении жидкости через локальное сужение, создают значительное противодавление на разбуриваемую горную породу. Расчёт забойного давления выполняется по следующей формуле (1) [1]:

$$P_з = P_{ст} + \sum \Delta P_{кп} + \Delta P_о + \Delta Pвзд + \Delta P_Д + \Delta P_у \qquad (1)$$

ISSN 3030-3907

где

$P_{ст}$ – гидростатическое давление столба бурового раствора, Па;

$\sum \Delta P_{кп}$ – суммарные потери давления при движении бурового раствора в кольцевом пространстве между элементами компоновки низа бурильной колонны/бурильной колонны и стенками скважины, Па;

$\Delta P_{о}$ – потери давления наземной обвязке, Па;

$\Delta P_{взд}$ – потери давления на винтовом забойном двигателе, Па;

$\Delta P_{Д}$ – потери давления на долоте, Па;

$\Delta P_{у}$ – потери давления на устье скважины; Па

В работе рассматривается регулирование забойного давления путём изменения величины потерь давления на устье скважины с применением технологии бурения с управляемым давлением.

Схема реализации технологии управляемого давления без использования азотной установки представлена на рисунке 1. При применении данной технологии в состав основного оборудования входят: вращающийся превентор, автоматический блок дросселирования, гидравлическая система управления над блоком, газосепаратор, циркуляционная система и манифольд. В процессе бурения поток бурового раствора вместе со шламом поднимается по кольцевому пространству между стенкой скважины и бурильной колонной, достигает устья и поступает в следующее кольцевое пространство — между стенками втулок превенторов и бурильных труб. Далее раствор направляется в боковой отвод вращающегося превентора, откуда через манифольд поступает в автоматизированный блок дросселирования.

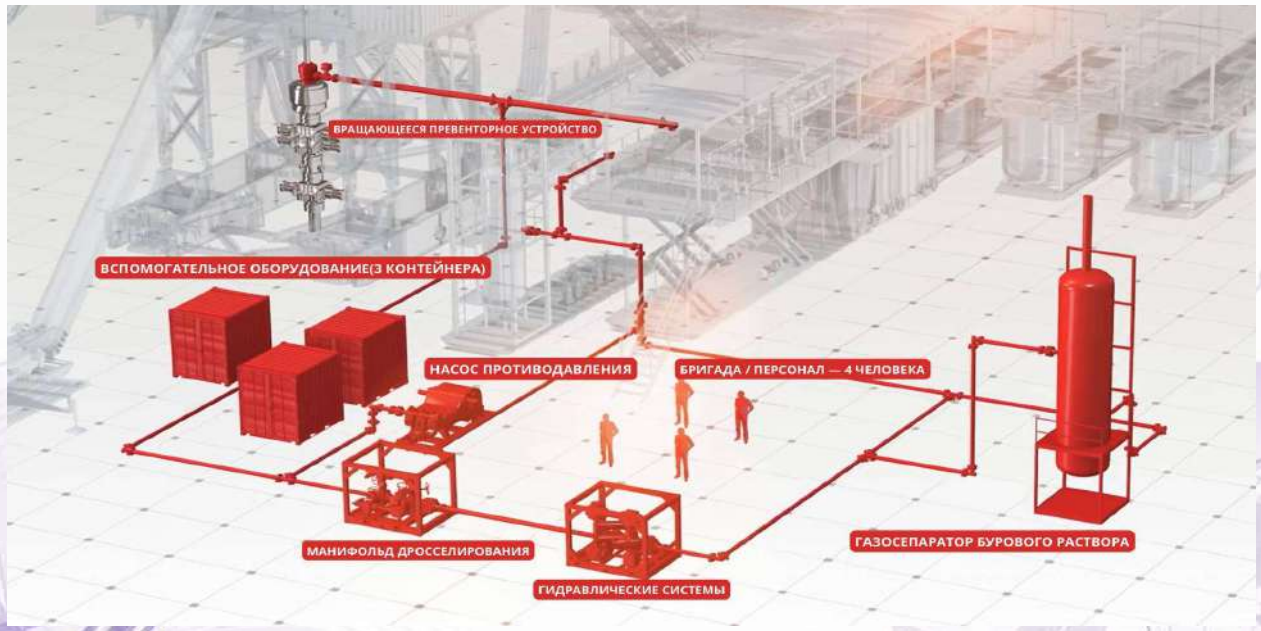


Рисунок 1. Технологическая схема бурения с управляемым давлением без азотной установки [2]

ISSN 3030-3907

Благодаря точному регулированию степени открытия или закрытия дросселей в составе этого блока контролируются как расход потока, так и противодавление на устье скважины, необходимое для регулирования забойного давления в процессе бурения. Для предотвращения гидравлических ударов в манифольде требуется установка гидравлической системы управления, которая обеспечивает анализ, регистрацию и регулирование перепада давления на дросселе, а также передачу полученных данных оператору. Далее поток бурового раствора с частицами выбуренной породы направляется в газосепаратор в случае обнаружения содержания газа в растворе выше допустимой нормы. При отсутствии газа в составе буровой жидкости раствор по манифольду поступает в циркуляционную систему, где происходит его очистка от шлама. После очистки буровой раствор снова подаётся в бурильную колонну для продолжения бурения скважины до проектной глубины. Следует отметить, что при использовании данной технологии плотность бурового раствора на входе в скважину остаётся неизменной в процессе бурения, благодаря чему рост забойного давления происходит под контролем буровой бригады и оператора посредством описанной выше системы. Данная технология актуальна при бурении скважин с аномально высокими пластовыми давлениями, но при этом характеризующихся существенно низкими значениями градиента гидроразрыва горных пород, что сужает окно безопасного бурения и создаёт риск газонефтеводопроявлений либо разрушения структуры горной породы.

На рисунке 2 представлена схема технологии бурения с управляемым давлением при использовании азотной установки. В состав необходимого оборудования входят: роторный устьевой герметизатор (вращающийся превентор), автоматизированный блок дросселирования с панелями управления (дроссельный манифольд), газосепаратор, циркуляционная система, манифольд и азотная установка (установка подачи газа).

ISSN 3030-3907

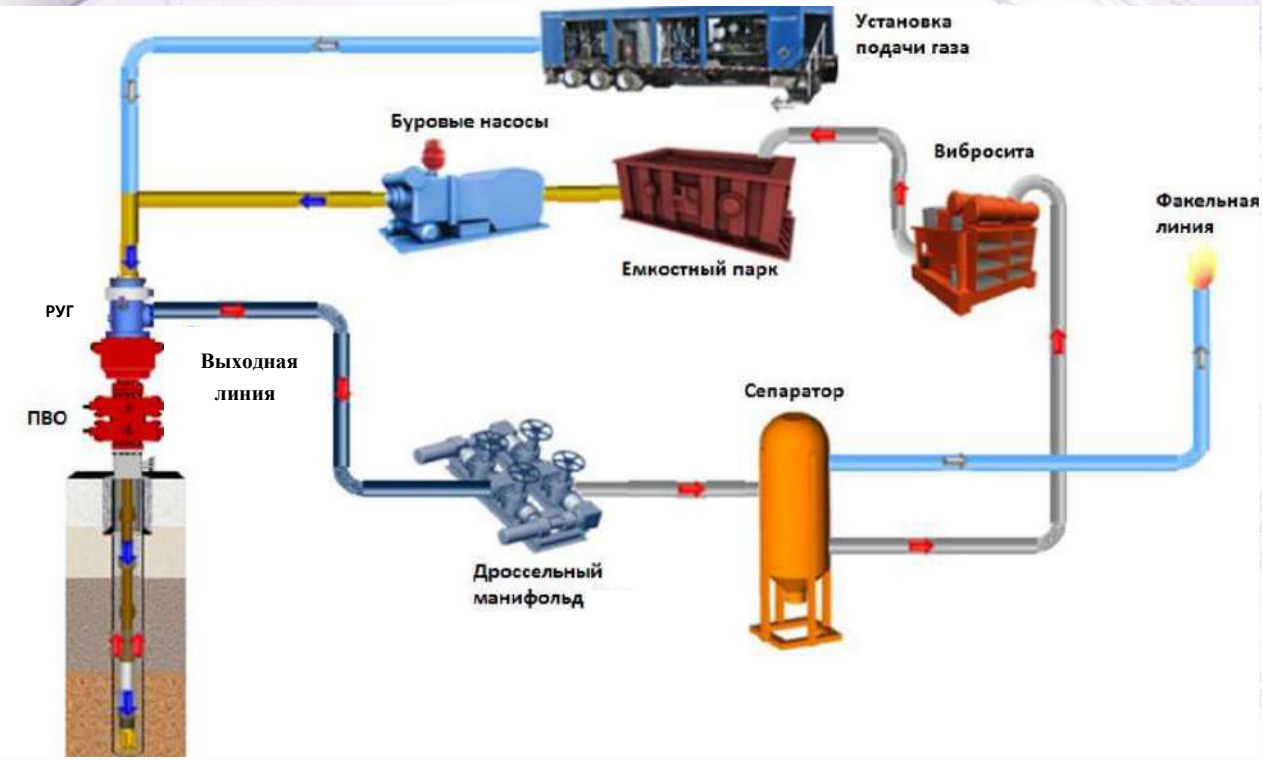


Рисунок 2. Технологическая схема бурения с управляемым давлением с азотной установкой [3]

Процесс контроля расхода бурового раствора на выходе из устья скважины и создания противодавления посредством изменения степени открытия дросселя не отличается от вышеописанной схемы. Однако включение азотной установки (установки подачи газа) позволяет регулировать плотность бурового раствора на входе в устье, уменьшая её или сохраняя неизменной за счёт регулирования подачи сжатого инертного газа. Для получения двухфазной буровой смеси применяются эжекторные устройства, в которых происходит смешение инертного газа (азота) и бурового раствора. Сам эжектор устанавливается между двумя нагнетательными линиями — от бурового насоса и от компрессора азотной установки. Описанная технология эффективна в условиях аномально низких пластовых давлений, когда ставится цель снизить загрязнение продуктивного пласта в процессе бурения скважины.

Разработка и применение технологий бурения с управляемым давлением в настоящее время в Республике Узбекистан обладают высокой актуальностью ввиду необходимости эффективного преодоления проблем, связанных с эксплуатацией месторождений, характеризующихся аномально низкими пластовыми давлениями. В большинстве случаев строительство таких скважин сопровождается рядом осложнений, которые не всегда удаётся ликвидировать при традиционном бурении. Длительное время доминирующей технологией бурения на территории Республики Узбекистан

ISSN 3030-3907

остаётся бурение на репрессии. Данный метод основан на поддержании гидростатического давления столба бурового раствора на забое выше пластового давления. В этом случае вскрытие продуктивного пласта достигается посредством циркуляции бурового раствора, относительная плотность которого превышает коэффициент аномальности на определённую величину, регламентированную правилами безопасности нефтегазодобывающей промышленности Республики Узбекистан. Соответствующие значения приведены в таблице 1.

Таблица - 1.

Регламентируемые величины превышения давления бурового раствора над пластовым по глубине бурения [4]

Интервалы бурения, м	Рекомендуемое превышение статического давления бурового раствора над пластовым давлением	Максимально допустимое превышение статического давления бурового раствора над пластовым давлением
до 1200	10-15 %	1,5 МПа
с 1200 до 2500	5-10 %	2,5 МПа
более 2500	4-7 %	3,5 МПа

При бурении на репрессии образующийся при разрушении горной породы шлам должен эффективно удаляться циркулирующей жидкостью, подаваемой под высоким напором, при котором скорость истечения потока из долота превышает скорость осаждения твёрдых частиц. В условиях, когда давление, создаваемое на забой скважины при циркуляции бурового раствора, превышает пластовое давление в горной породе, возникает градиент давления, способствующий активному проникновению раствора в поровую структуру породы. Это приводит к снижению проницаемости в призабойной зоне, то есть к кольматации, которая является ключевым деструктивным фактором, ухудшающим дебит скважины. Применение технологии бурения на репрессии является оправданным при широком диапазоне между пластовым давлением и давлением гидроразрыва породы (рисунок 3).

ISSN 3030-3907

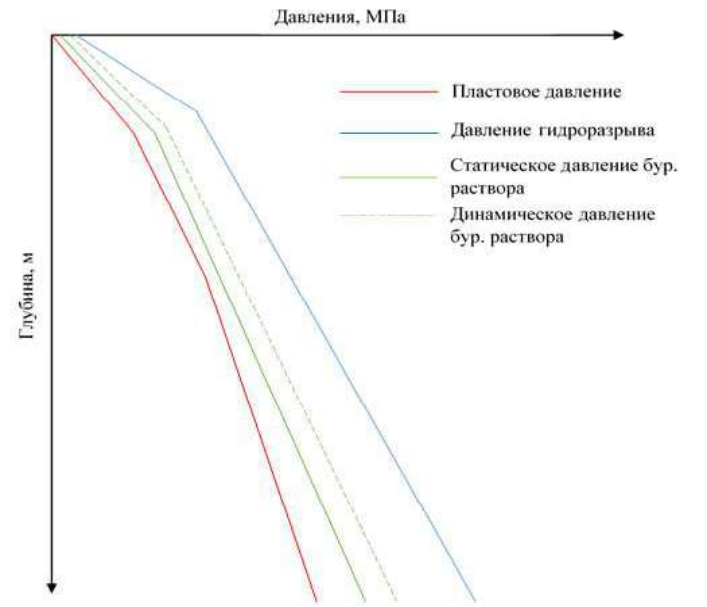


Рисунок 3. Операционное окно при бурении на репрессии

Однако основным недостатком бурения на репрессии является его низкая эффективность в скважинах с аномально низкими пластовыми давлениями, где узкое окно безопасного бурения (рисунок 4) ограничивает технологические возможности и создаёт такие риски, как поглощение бурового раствора. Кроме того, при значительной разнице между пластовым и гидростатическим давлением возможно прилипание бурильной колонны к фильтрационной корке на проницаемых участках скважины. Освобождение колонны требует снижения гидростатического давления, создаваемого столбом бурового раствора, что влечёт за собой дополнительные временные затраты.

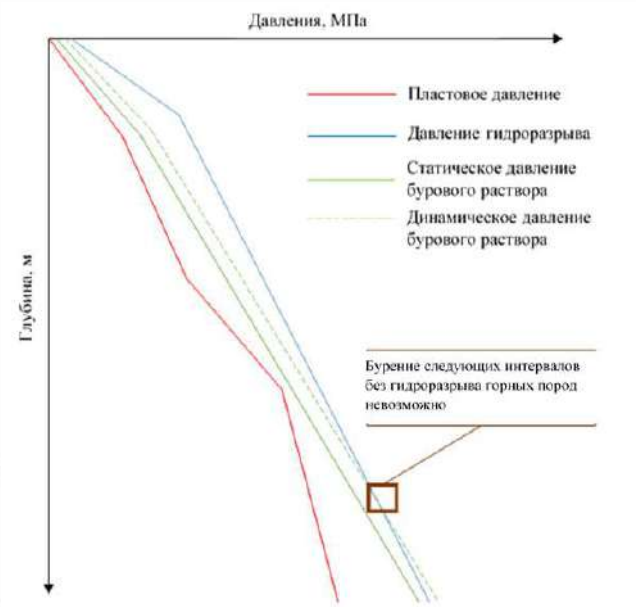


Рисунок 4. Операционное окно при бурении на репрессии через зоны с аномальными высокими пластовыми давлениями

ISSN 3030-3907

При рассмотрении осложнений, возникающих при бурении в условиях узкого окна безопасного бурения, мировая практика показывает, что технология бурения с управляемым давлением демонстрирует высокую эффективность и является одним из предпочтительных решений. Данная технология представляет собой инновационный подход, позволяющий достичь максимальной точности в управлении давлением в кольцевом пространстве скважины, обеспечивая стабильность процесса как в динамических, так и в статических условиях. Применение бурения с управляемым давлением в пластах с аномально низкими пластовыми давлениями даёт возможность с использованием специального оборудования определить критические параметры — предельное пластовое давление и давление гидроразрыва породы. Это позволяет эффективно управлять профилем давления в затрубном пространстве, оптимизируя процесс бурения и минимизируя риски. Визуализация распределения давления в скважине при бурении с применением технологии контроля давления представлена на рисунке 5.

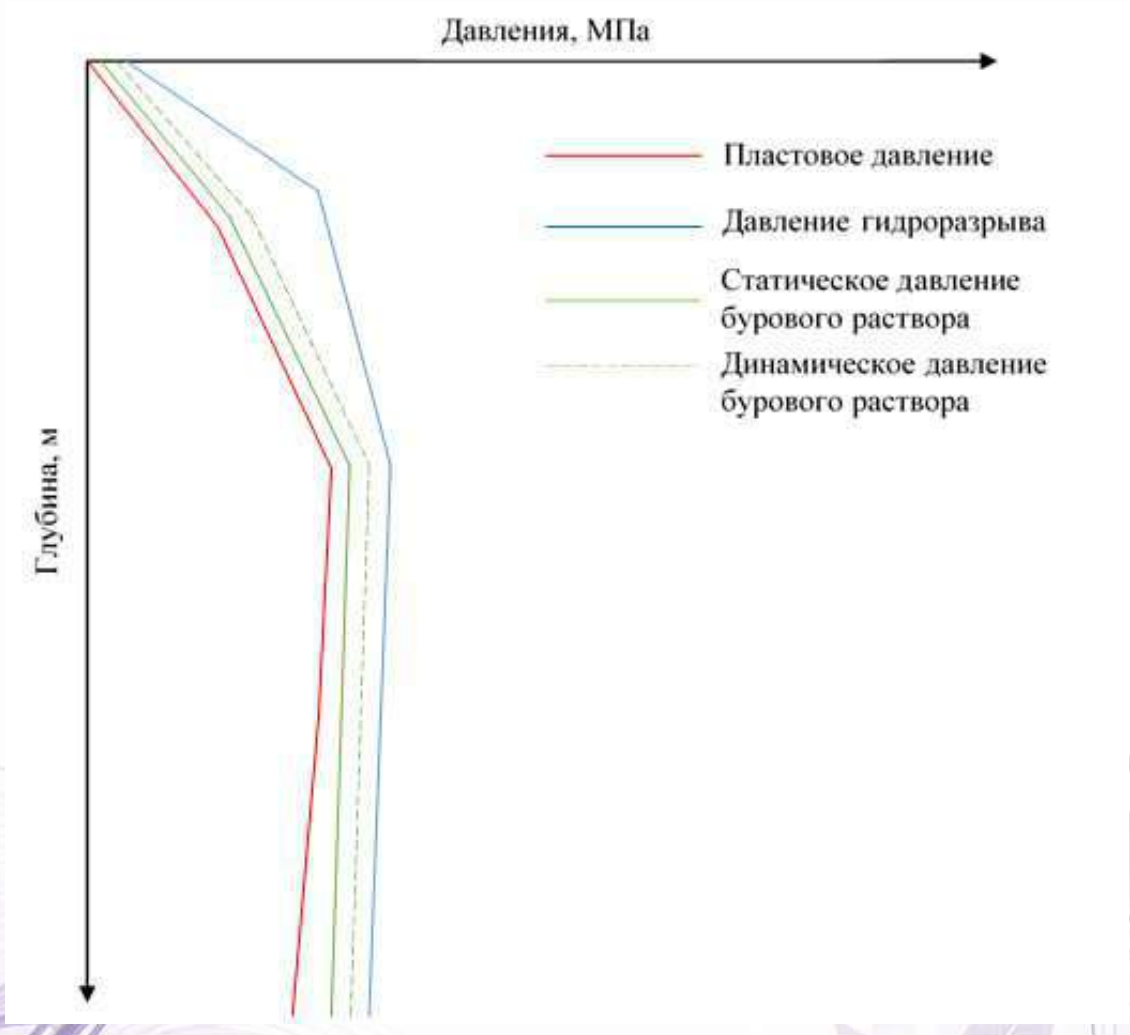


Рисунок 5. Характер профиля давления в скважине при бурении скважины с аномально низкими пластовыми давлениями

ISSN 3030-3907

Основными преимуществами технологии бурения скважин с управляемым давлением являются:

- Возможность сохранения стабильности при работе с узким окном бурения;
- Возможность оперативно реагировать на возникновение проявлений и поглощений;
- Возможность регулирования динамического давления на любой глубине;
- Повышение безопасности и эффективности спуско-подъемных операций;
- Снижение потерь бурового раствора при проведении работ;
- Сокращение или полное исключение применения материалов для борьбы с поглощением бурового раствора;
- Существенное увеличение механической скорости проходки;
- Снижение непроизводительного времени.

Недостатками являются:

- Необходимость в специально обученном персонале;
- Сложность и дороговизна монтажа, эксплуатации и обслуживания оборудований;
- Изнашиваемость эластомерных элементов.

Несмотря на существующие недостатки, мировая практика доказывает эффективность применения технологии бурения с управляемым давлением. Так, например, на месторождениях Восточной Сибири с использованием данной технологии были пробурены четыре скважины, что позволило увеличить механическую скорость проходки в среднем на 30%, сократить потери бурового раствора в пересчёте на интервал бурения в тысячу метров на 65% и повысить начальный дебит по нефти в среднем на 65–180% по сравнению с технологией бурения на репрессии [3].

Учитывая вышеуказанные показатели, представляется обоснованным предположить целесообразность применения данной технологии на газовом месторождении Шоркум, расположенном в Бухарской области Республики Узбекистан. Коллектор на данном месторождении характеризуется аномально низкими пластовыми давлениями. Для обоснования применения технологии бурения скважин с управляемым давлением в работе был проведён технико-экономический анализ на основе фактических данных, полученных при традиционном способе бурения на репрессии, и прогнозируемых показателей при использовании предлагаемой технологии.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ.

В целях обоснования целесообразности внедрения технологии с управляемым давлением за базовые значения приняты показатели бурения реальной скважины, приведённые в таблице 2. Расчётным путём определяются четыре ключевых параметра: стоимость метра проходки,

ISSN 3030-3907

экономический эффект от использования технологии с регулируемым давлением, механическая скорость проходки и рейсовая скорость. Вычисление указанных параметров выполняется по формулам (2) – (5) [4].

$$С_Э=\frac{N_д \cdot С_д+(С_{бу}+С_{БРД})\cdot(t_б+t_{спо}+t_{всп}) + С_{взд}\cdot t_б}{Н} \quad (2)$$

$$Э=(С_{Э1}-С_{Э2})\cdot Н \quad (3)$$

$$V_м = \frac{Н}{t_б} \quad (4)$$

$$V_р = \frac{Н}{t_б + t_{спо} + t_{всп}} \quad (5)$$

где

- стоимость метра проходки ($С_{Э1}$-на репрессии, $С_{Э2}$-бурение с регулируемым давлением), доллар США за метр ($С_э$);
- количество использованных долот ($N_д$) и их стоимость в долларах США ($С_д$) в компоновке низа бурильной колонны;
- стоимость часа работы системы бурения с регулируемым давлением в долларах США ($С_{БРД}$);
- стоимость часа работы буровой установки в долларах США ($С_{бу}$);
- стоимость часа работы винтового забойного двигателя в долларах США ($С_{взд}$);
- время, затраченное на разрушение породы заданного интервала в часах ($t_б$);
- время, потраченное на проведение спуско-подъемных операций в часах ($t_{спо}$);
- время, потраченное на проведение вспомогательных работ при спуско-подъемных операциях в часах ($t_{всп}$);
- интервал бурения в метрах (Н);
- экономический эффект при внедрении технологии регулируемого давления в долларах США (Э).

Таблица – 2.

Показатели бурения скважин на репрессии и регулируемым давлением

Параметры	**Обозна-чения**	**Единица измерений**	**На репрессии (факт)**	**С регулируемым давлением (прогноз)**
Интервал бурения по стволу, от – до		м	380-2030	
Частота вращения долота	$n_{общ}$	об/мин	30-50 + обороты ВЗД	

ISSN 3030-3907

Осевая нагрузка на долото	G	кН	40-80	
Расход бурового раствора	Q	л/с	30-40	
Среднее время, затраченное на спуско-подъемные операции	$t_{спо}$	ч	4,35	4,35
Среднее время, затраченное на проведение вспомогательных работ при спуско-подъемных операциях	$t_{всп}$	ч	3,15	3,15
Общее время бурения	$t_б$	ч	550	413
Общая проходка в интервале	H	м	1650	
Количество используемых долот	$N_д$	шт	2	2
Стоимость 1-го долота	$C_д$	долл. США	40 000	40 000
Стоимость часа работы ВЗД	$C_{взд}$	долл. США/ч	300	300
Стоимость часа работы буровой установки	$C_{бу}$	долл. США/ч	1500	1500
Стоимость часа работы системы управляемого давления	$C_{БРД}$	долл. США/ч	-	500
Механическая скорость бурения	$V_м$	м/ч	3	4
Рейсовая скорость бурения	$V_р$	м/ч	2,96	3,92
Стоимость метра проходки	Сэ	долл. США/м	655,3	633,3

ISSN 3030-3907

Экономический эффект	Э	долл	36 300

Стоимость одного метра проходки при бурении на репрессии составит по формуле (2):

$$С_{Э1}=\frac{2\cdot40000+1500\cdot(550+4,35+3,15)+300\cdot550}{1650}=655,3 \text{ долл. США/м.}$$

Стоимость одного метра проходки с технологией бурения с управляемым давлением составит по формуле (2):

$$С_{Э2}=\frac{2\cdot40000+(1500+500)\cdot(413+4,35+3,15)+300\cdot413}{1650}=$$

$$=633,3 \text{ долл. США/м.}$$

Экономический эффект при использовании технологии бурения с управляемым давлением по формуле (3) составляет:

$$Э=(655,3-633,3)\cdot1650=36\ 300 \text{ долл. США}$$

Механическая скорость проходки и рейсовая скорость при бурении скважины на репрессии рассчитываются по формулам (4) - (5):

$$V_м=\frac{1650}{550}=3 \text{ м/ч}$$

$$V_р=\frac{1650}{550+4,35+3,15}=2,96 \text{ м/ч}$$

Механическая скорость проходки и рейсовая скорость при бурении скважины технологией бурения с управляемым давлением рассчитываются по формулам (4) - (5):

$$V_м=\frac{1650}{413}=4 \text{ м/ч}$$

$$V_р=\frac{1650}{413+4,35+3,15}=3,92 \text{ м/ч}$$

Результаты выполненных расчётов свидетельствуют, что применение технологии бурения с управляемым давлением обеспечивает увеличение как механической, так и рейсовой скорости бурения по сравнению с традиционным способом на репрессии. При этом, несмотря на значительные затраты, связанные с арендой указанной технологии, достигается снижение общих экономических расходов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Выполненный анализ показывает, что традиционный метод бурения на репрессии на месторождениях с аномально низкими пластовыми давлениями (на примере месторождения Шоркум) характеризуется низкой эффективностью из-за узкого окна безопасного бурения, что создаёт высокие риски поглощения бурового раствора, кольматации продуктивного коллектора и дифференциальных прихватов

ISSN 3030-3907

бурильной колонны. Применение технологии бурения с управляемым давлением, напротив, позволяет обеспечить точный контроль забойного давления путём регулирования противодавления на устье через автоматизированный блок дросселирования, что даёт возможность вести бурение в пределах заданного диапазона давлений без превышения градиента гидроразрыва пород.

Сопоставление показателей бурения скважин на месторождении Шоркум при традиционной технологии и при использовании управляемого давления выявило значительное улучшение технико-экономических результатов: механическая скорость проходки возрастает с 3 до 4 м/ч (на 33,3% больше), рейсовая скорость — с 2,96 до 3,92 м/ч (на 32,4% больше). Технико-экономические расчёты подтвердили снижение стоимости одного метра проходки с 655,3 до 633,3 долл. США/м и получение положительного экономического эффекта в размере 36 350 долл. США на анализируемом интервале 1650 метров.

Следовательно, внедрение технологии бурения с управляемым давлением целесообразно прежде всего на месторождениях с аномально низкими пластовыми давлениями и узким окном безопасного бурения. Применение и совершенствование этой технологии (включение в состав оборудований многофазных сепараторов) позволит увеличить механическую и рейсовую скорости проходки, снизить стоимость метра бурения, уменьшить риски осложнений и улучшить технико-экономические показатели строительства скважин на газовом месторождении Шоркум и на других объектах Республики Узбекистан.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Леонов Е. Г., Симонянц С. Л. Совершенствование технологического процесса углубления скважины //М.: Изд. центр РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. – 2014.
2. ООО «НьюТек Сервисез» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://nt-serv.com/.
3. Доброхлеб П. Ю., Сорока Т. Б., Гусев А. В. НОВЫЕ РЕШЕНИЯ–НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ: ТЕХНОЛОГИЯ БУРЕНИЯ С РЕГУЛИРУЕМЫМ ДАВЛЕНИЕМ КАК ЭФФЕКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ТРЕЩИНОВАТЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ //Управление техносферой. – 2019. – Т. 2. – №. 2. – С. 138-160.
4. Правила безопасности в нефтегазодобывающей промышленности Республики Узбекистан. – Ташкент, 2000.

ISSN 3030-3907