

IMPROVEMENT OF PUMP-CIRCULATION SYSTEM FOR DRILLING DEEP WELLS

Kudaibergen K.¹, Zaurbekov S.², Zaurbekov K.³

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НАСОСНО-ЦИРКУЛЯЦИОННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ БУРЕНИЯ ГЛУБОКИХ СКВАЖИН

Кудайберген К. М.¹, Заурбеков С. А.², Заурбеков К. С.³

¹Кудайберген Куаныш Муратханұлы / Kudaibergen Kuanysh – магистрант;

²Заурбеков Сейтжан Арыспекевич / Zaurbekov Seitzhan – кандидат технических наук, ассоциируемый профессор;

³Заурбеков Кадыржан Сейтжанович / Zaurbekov Kadyrzhan – бакалавр,
кафедра технологических машин и оборудования,

Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан

Аннотация: насосно-циркуляционный комплекс является одной из основных частей буровой установки, от работы которой в существенной мере зависит и успех бурения нефтяных и газовых скважин. В данной статье авторы рассматривают методы совершенствования бурового насосного комплекса, предлагая решения для ряда проблем, улучшая тем самым экономические показатели. При этом выделена важность роли бурового насоса в циркуляционном комплексе для повышения производительности буровых работ. Автор предлагает замену 2-поршневого насоса (дуплекс) двухстороннего действия на 3-поршневой буровой насос (триплекс) одностороннего действия, имеющий существенные преимущества, которые изложены в статье. Также авторы дают рекомендации по улучшению эксплуатационных качеств бурового насоса, используя подпорный насос, правильную смазывающе-охлаждающую жидкость и современные технологии композиционных материалов.

Abstract: pump circulation complex is one of the main parts of drilling rig, from which substantially depends on the success of drilling oil and gas wells. In this article, the author discusses methods of improvement of drilling and pumping complex offering solutions for a range of problems, thereby improving economic performance. Highlighting the importance of the role of mud pump in the circulating complex to improve the performance of drilling operations. The author proposes the replacement of the 2 piston pumps (duplex) double acting 3 piston mud pump (triplex) unilateral actions with significant benefits, which are outlined in the article. The author also makes recommendations for improvement of the performance of the mud pump, booster pump using correct cooling lubricant coolant and modern technologies of composite materials.

Ключевые слова: насосно-циркуляционный комплекс, буровые насосы, циркуляция, буровой раствор, резервуар.

Keywords: circulation pump-complex, mud pumps, circulation, the drilling fluid, reservoir.

В процессе проводки глубоких скважин для привода буровых насосов требуется порядка 60% мощности привода буровой установки, расходуемой на бурение нефтяных и газовых скважин, успех которого они в существенной мере и определяют.

Насосно-циркуляционный комплекс буровой установки (далее - НЦК БУ) включает в себя наземные устройства и сооружения, обеспечивающие промывку скважин путем многократной принудительной циркуляции бурового раствора по замкнутому кругу: насос - забой скважины - насос.

Многократная замкнутая циркуляция дает значительную экономическую выгоду благодаря сокращению расхода химических компонентов и других ценных материалов, входящих в состав бурового раствора.

НЦК БУ состоит из взаимосвязанных устройств и сооружений, предназначенных для выполнения следующих основных функций [1]:

- приготовления, хранения и оперативного регулирования физико-механических свойств бурового раствора;

- прокачивания по замкнутому циклу;

- очистки.

В состав НЦК БУ входят:

- оборудование для приготовления, хранения и оперативного регулирования физико-механических свойств бурового раствора;

- оборудование для обеспечения прокачивания раствора по замкнутой циркуляционной системе;

- оборудование для очистки бурового раствора.

НЦК БУ монтируются из отдельных блоков, входящих в комплект поставки БУ.

Блочный принцип изготовления обеспечивает компактность НЦК и упрощает ее монтаж и техническое обслуживание.

Важнейшие требования, предъявляемые к НЦК БУ, – качественное приготовление, контроль и поддержание необходимых для данных геолого-технических условий состава и физико-механических свойств бурового раствора.

При выполнении этих требований достигаются высокие скорости бурения и в значительной мере предотвращаются многие аварии и осложнения в скважине.

Главным элементом НЦК БУ являются буровые насосы. В настоящее время в глубоком бурении применяются 2-поршневые насосы двухстороннего действия – дуплекс и 3-поршневые насосы одностороннего действия – триплекс.

При работе бурового насоса в нем протекают одновременно два процесса: подача промывочной жидкости в скважину и изнашивание компонентов, работающих в среде, содержащей взвешенные частицы горной породы, поднятой с забоя скважины.

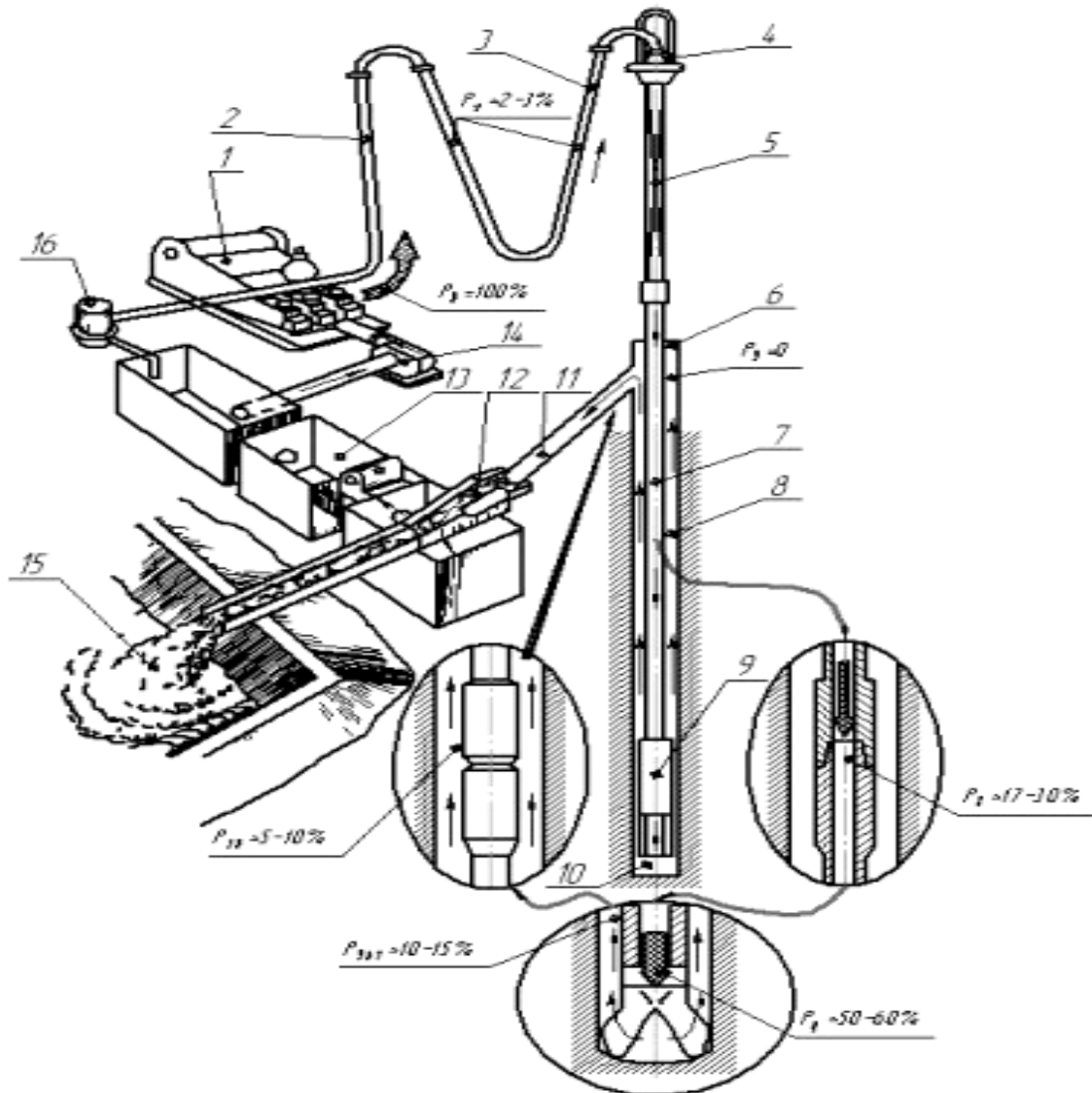


Рис. 1. Схема циркуляционной системы буровой установки для глубокого бурения скважин:
 1 – буровой насос; 2 – стояк; 3 – буровой рукав; 4 – вертлюг; 5 – ведущая труба; 6 – устье скважины; 7 – бурильная колонна; 8 – затрубное кольцевое пространство скважины; 9 – УБТ; 10 – долото; 11 – открытый желоб на выходе раствора из скважины; 12 – блок очистки; 13 – резервуары (емкости) для хранения бурового раствора; 14 – насос подпорный; 15 – амбар для сбора шлама; 16 – предохранительный клапан

Совершенствование бурового насосного комплекса, преследующее цель повышения производительности буровых работ, складывается из нескольких проблем, решаемых разными путями [2]:

- повышением эффективности гидравлического действия насоса, выбором схем, отвечающих требованиям максимума КПД и минимума материалоемкости;
- снижением интенсивности действия факторов изнашивания, повышением износостойкости

компонентов;

- резервированием в насосном комплексе с использованием двух насосов (один из которых работает, второй находится в резерве), повышением восстанавливаемости насоса посредством снижения трудоемкости смены изношенных компонентов, совмещением восстановительных работ с периодами технологических пауз при бурении;

- улучшением дегазации и очистки промывочной жидкости от частиц выбуренной породы.

Обеспечение условия безотказности работы насосного оборудования создает условия для эффективного действия всего наземного комплекса буровых установок, повышения производительности труда в бурении, энергосбережения и ликвидации чрезмерного расхода материалов, в частности металла, улучшения экономических показателей наиболее дорогостоящих буровых работ.

Одним из путей повышения эксплуатационных качеств насосно-циркуляционного комплекса буровой установки (далее - НЦК БУ) является переход на использование 3-поршневых насосов одностороннего действия (триплекс), которые в сравнении с 2-поршневыми насосами двухстороннего действия (дуплекс) обладают целым рядом существенных преимуществ. У насосов триплекс при той же мощности уменьшаются [3]:

- масса и габаритные размеры в 1,4 - 1,5 раза;
- неравномерность подачи в 2 раза, давления в 5-6 раз;
- количество сменных деталей в 1,3-1,4, а их масса в 1,5-2,5 раза;
- средняя наработка на отказ в 1,7 раза.

В насосах триплекс, в связи с более высокими скоростями движения поршней, требуется использовать подпорные насосы, в качестве которых используются центробежные насосы. Центробежные подпорные насосы, создавая избыточное давление в трубопроводе, подводящем глинистый раствор к буровому насосу, приближают к 100% наполнение насосных камер жидкостью и улучшают гидравлическое действие бурового насоса путем достижения возможно более тесного соответствия между движением жидкости, клапанов и поршней .

Центробежный подпорный насос предпочтительно располагать как можно ближе к приемному резервуару (рис. 2), чтобы уменьшить сопротивление на всасывающей стороне (линия FE). Привод осуществляют от электродвигателя, а не от шкива бурового насоса, что позволяет наполнить насосные камеры еще до запуска бурового насоса. Характеристика Q - H центробежного подпорного насоса без существенного изменения напора в рабочем диапазоне подач исключает колебания давления и вибрацию подводящего трубопровода. Применение пневматического компенсатора на всасывающей стороне поддерживает равномерность потока.

Рекомендуемое расстояние между модулями оборудования установок для глубокого разведочного и эксплуатационного бурения, показанных на рисунке 1: AC=5000; CB=500; CG=2600; GE=550; EF=900 мм.

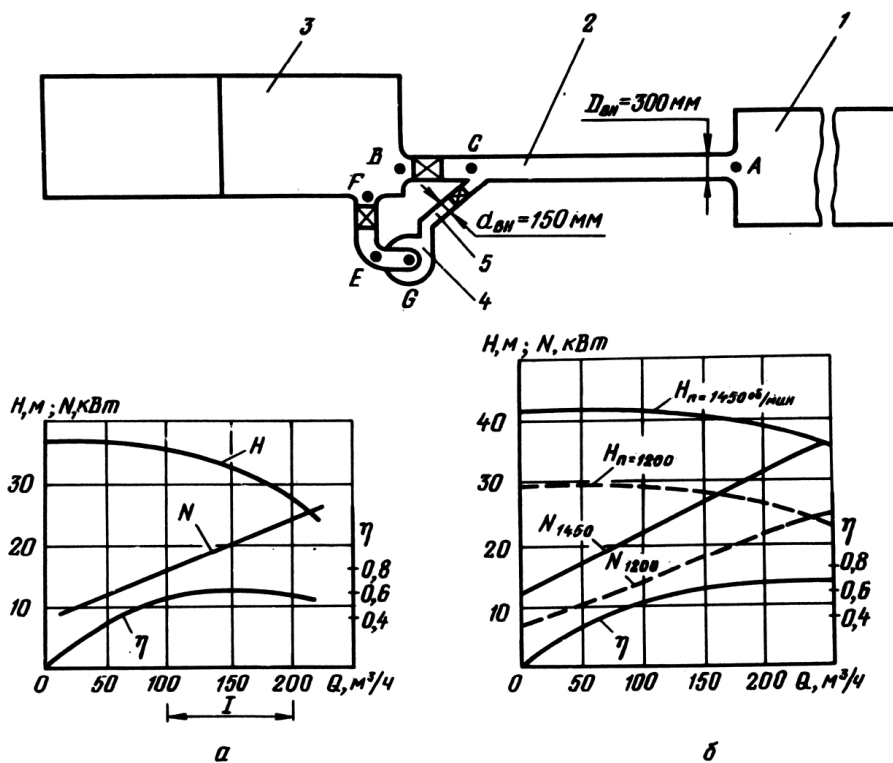


Рис. 2. Схема обвязки подпорного центробежного насоса:

1 — поршневой буровой насос; 2 — подводный трубопровод; 3 — приемный резервуар; 4 — центробежный подпорный насос; 5 — нагнетательный трубопровод центробежного подпорного насоса

Для насосов триплекс [4] рекомендуется использовать смазывающе-охлаждающую жидкость, состав которой: 75% дизельного топлива и 25% машинного масла. Смазывающе-охлаждающая жидкость не только снижает коэффициент трения между поршнем и цилиндром, который при работе «всухую» может быть больше 1,0 при нормальном значении 0,01, но и снимает тепло, выделяющееся при трении, размягчающее резину и вызывающее термохимическую деструкцию уплотнения. Отсутствие подачи смазывающе-охлаждающей жидкости или нарушение ее режима снижает наработку деталей цилиндропоршневой группы в десять раз, т.е. практически делает насос неработоспособным. Включают сначала насос смазывающе-охлаждающей жидкости, а затем буровой, чтобы не оставить цилиндр без смазки и охлаждения при запуске. Выключают наоборот — сначала буровой насос, затем насос смазывающе-охлаждающей жидкости.

При содержании газа в промывочной жидкости центробежный подпорный насос повышает наполнение насосных камер жидкостью и увеличивает подачу насоса. При запуске установки сначала включают подпорный насос, затем насос смазывающе-охлаждающей жидкости и после этого основной двигатель. При остановках сначала отключают основной двигатель, затем насос смазывающе-охлаждающей жидкости и подпорный насос.

Одним из путей повышения эксплуатационных качеств буровых насосов является увеличение срока работы деталей в среде коррозионно-активного бурового раствора, содержащего взвешенные твердые частицы выбуренной горной породы, сменных компонентов гидроблока.

Условием обеспечения роста срока работы деталей насосов является дальнейшее изучение абразивного действия кварца - одной из наиболее агрессивных составных частей твердых включений промывочной жидкости - и компенсации изнашивания в узлах трения, достигаемых благодаря использованию современных технологий композиционных материалов.

В цилиндрово-поршневой паре при упругом следящем контакте плотно прилегающих друг к другу трущихся поверхностей в цилиндре насоса с эластичным поршнем с твердыми частицами между ними в среде жидкости, служит главной причиной отказа насосов. Поскольку практически доступными методами не достигается полной очистки циркулирующей в насосно-циркуляционном комплексе буровой установки промывочной жидкости от взвешенных твердых частиц горной породы, они проникают вместе с жидкостью на поверхность трения, перекачиваются по ней или шаржируют поверхность эластичных поршневых колец и интенсифицируют изнашивание цилиндра бурового насоса при прямолинейном реверсивном движении в нем поршня.

Литература

1. *Абубакиров В. Ф. и др.* Буровое оборудование. Справочник в 2-х томах. М.: Недра, 2000.
2. *Баграмов Р. А.* Буровые машины и комплексы. М.: Недра, 1988.
3. *Кареев М. А.* Гидравлика буровых насосов. М.: Недра, 1983.
4. Обзорная информация. Основания модернизации насосного комплекса буровой установки. М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1990.