

Канд. техн. наук Ю.Д. Бессонов,
канд. техн. наук В.Ф. Ганкевич (НГУ),
канд. техн. наук В.Ф. Сирик
(ООО «Днепропетровский
завод бурового оборудования»),
вед. конструктор В.Л. Левин
(АОЗТ «Днепрогидромаш»),
докт. физ.-мат. наук А.П. Дзюба (ДГУ)

О ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БУРЕНИЯ СКВАЖИН

Розглядаються можливості створення гідравлічної бурової установки з високим ступенем механізації та автоматизації виробничих процесів.

ABOUT THE PERSPECTIVE WAY TO THE PRODUCTIVITY OF WELL-BORING

The possibilities to create the hydraulic drilling set with high level of production processes mechanization und automatization are considered.

Украина располагает достоверными геологическими перспективами по наращиванию объемов добычи нефти, природного газа и газогидратов. Прогнозные запасы энергоносителей, включая акватории Черного и Азовского морей, превышают запасы нефти и газа района Персидского залива. Богатства залежей энергоносителей невозможно освоить без современных скважинных технологий. Основу скважинных технологий составляют современные буровые установки.

Украина имеет самодостаточные технические возможности изготовления установок для глубокого бурения на нефть и газ на машиностроительных заводах страны и оснащения их собственными комплектующими изделиями.

Развитие техники и технологии бурения глубоких скважин обеспечивается общим современным состоянием промышленного производства техники. Рост производительности буровых установок достигается различными путями, главным образом применением приводов большой мощности с широким диапазоном регулирования, использованием автоматики и компьютерной техники, сокращением тяжелого ручного труда и т.п. Наибольший эффект повышения технико-экономических показателей бурения достигается за счет использования методов и средств, улучшающих баланс рабочего времени, то есть доля чистого времени бурения увеличивается при сокращении времени выполнения спуско-подъемных операций и вспомогательных операций. Это следующие направления технического прогресса в бурении:

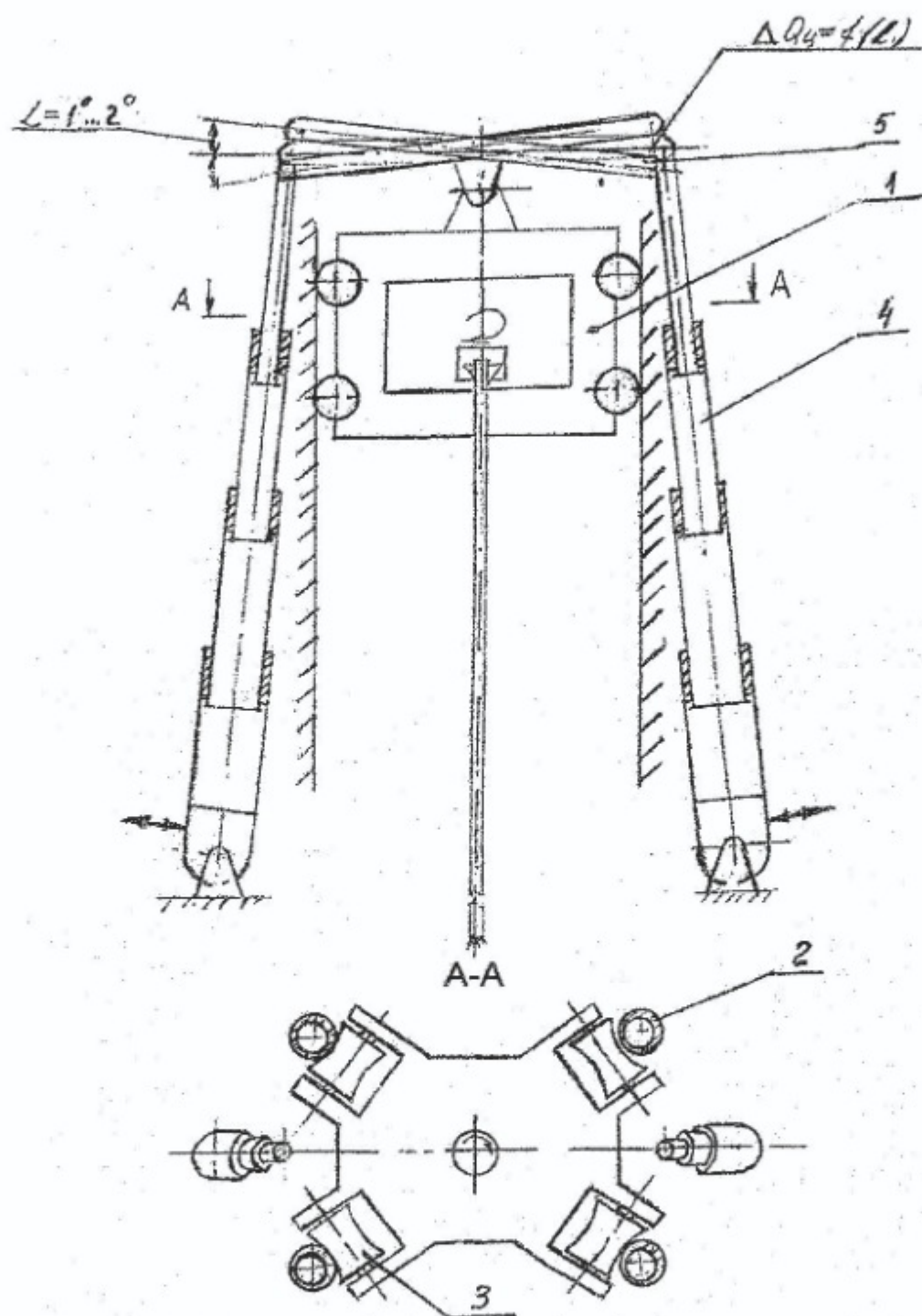
- применение гидравлических приводов для выполнения спуско-подъемных операций при полной автоматизации всех рабочих процессов;

- создание и поддержание оптимальных режимов бурения с использованием забойных механизмов;

- использование бурового инструмента с высокими эксплуатационными

свойствами.

В статье рассматриваются возможности создания гидравлической буровой установки с высокой степенью механизации и автоматизации производственных процессов.



- 1 – подвижный вращатель; 2 – направляющие подвижного вращателя (4 штуки);
 3 – роликовые опоры подвижного вращателя; 4 – плунжерные гидроцилиндры (2 штуки);
 5 – коромысло, удерживающее подвижный вращатель

Рис. 1 – Упрощенная кинематическая схема ГБУ

Гидравлическая буровая установка (ГБУ) на стадии технического предложения разработана сотрудниками проектно-конструкторского института «НИПИоксанмаш», Национального горного университета и АОЗТ «Днепрогидромаш». Проектом предусмотрено выполнение ГБУ классов 125, 160 на транспортной базе типа автомобиля КраЗ, классов 250, 320, 400 и 500 в виде стационарных буровых установок.

В ГБУ входит следующее оборудование и устройства: буровой блок с подвижным вращателем, гидравлическими моторами, вышкой, подсвечником и гидравлическим подъемником; моторный блок с электродвигателями, маслососами и теплообменниками; насосный блок с буровыми насосами, электродвигателями и манифольдом; циркуляционная система с виброситами и гидроциклонами; буровое основание с клиновым трубодержателем и устройствами для соединения с подъемником.

Буровой блок установки состоит из следующих основных узлов и механизмов: бурового основания, на котором размещаются клиновой гидравлический трубодержатель (пневматические клинья), подсвечники и вспомогательные приспособления; двух телескопических гидроцилиндров подъема бурильных труб, выполненных в виде гильз с плунжерами, подвижной площадки, связанной с проушинами плунжеров гидроцилиндров, на подвижной площадке размещен вращатель с приводом от гидромоторов; пространственной рамы для направления подвижной площадки с вращателем и восприятия крутящего момента, создаваемого подвижным вращателем; неподвижной платформы, размещенной на пространственной раме; сальника промывочного, соединенного с манифольдом; манипулятора для переноса буровых свечей с оси скважины на подсвечник и обратно; механизма расстановки свечей на подсвечнике.

Техническая характеристика буровой установки БУГ-125, являющейся базовой для создания нормального ряда установок и представленной для бурения скважин глубиной 2000м и БУГ-500 для бурения скважин глубиной 8000м, приведена в табл. 1.

Управление механизмами гидравлической буровой установки предусмотрено одним бурильщиком и одним помощником бурильщика с использованием компьютера для полной или частичной автоматизации процессов подъема и спуска буровой колонны. Для наблюдения за ходом выполнения операций установка будет оборудована телекамерами, установленными в местах перехода выполнения операций отдельными механизмами и передающими изображения на мониторы, установленные в кабине управления.

В составе установки отсутствует сложное грузоподъемное устройство - вертлюг-сальник, вместо которого установлен простой сальник, располагаемый выше привода подвижного вращателя и не воспринимающий нагрузки от массы бурильных труб.

Развинчивание замковых резьб при подъеме бурового инструмента и свинчивание их при спуске возможно подвижным вращателем без

использования ключа АКБ. Эти операции выполняются при положении вращателя внизу (развинчивание замков) и сверху (свинчивание замков), что исключает необходимость применения специальных упоров и соединения элементов мачты для создания реактивного момента, так как крутящий момент приложен к соединяемым (разъединяемым) элементам замков (муфте и шпелю замка).

Таблица 1 – Техническая характеристика буровой установки БУГ-125 и БУГ-500

№	Наименование показателя	Единица измерения	Величина	
			БУГ-125	БУГ-500
1	2	3	4	5
1	Грузоподъемность номинальная	кН	1250	5000
2	Условная глубина бурения	м	2000	8000
3	Тип подъемника	-	плунжерный	плунжерный
4	Рабочее давление	МПа	16	16
5	Максимальное давление	МПа	25	25
6	Мощность подъемника гидравлическая	кВт	400	1200
7	Скорость подъема номинальная	м/с	1,0	0,7
8	Скорость подъема максимальная	м/с	1,5	1,0
9	Тип вращателя	-	гидромотор	гидромотор
10	Мощность вращателя	кВт	300(150x2)	630 (315x2)
11	Частота вращения	мин. ⁻¹	20...500	20...250
12	Тип насоса бурового	-	F-500	F-500
13	Подача насоса бурового	л/с	10	20(10x2)
14	Давление насоса максимальное	МПа	25,0	40
15	Диаметр бурильных труб	мм	89...114	89...114
16	Длина свечи	м	18	18
17	Масса 1 м трубы	кг	14,5...28,5	14,5...28,5
18	Число свечей	шт.	115	280
19	Тип посвечника	-	секционный	секционный
20	Число секций (кассет)	шт.	3	12
21	Емкость одной секции (кассеты)	свечей	70	70
22	Расстановка свечей на подсвечнике	-	механич.	механич.
23	Тип механизма расстановки свечей	-	тележка	тележка
24	Грузоподъемность расстановщика свечей	кН	1,0	1,0
25	Длина продольного перемещения	м	4	5
26	Длина поперечного перемещения	м	2,5	4
27	Высота бурового основания	м	5,5	8,0
28	Диаметр проходного отверстия	мм	560	560

Произведена экспертная оценка затраты времени на выполнение отдельных операций при наращивании бурового снаряда, спуска и подъема бурильных труб гидравлической буровой установкой и существующей буровой установкой с талевой системой для следующих условий: глубина скважины 5000 метров, длина наращивания 9 м для талевой системы и 18 м для гидравлической системы, проходка за рейс 100 метров. Для принятых условий принято число рейсов 50 для обоих видов подъема, число наращиваний 500 для талевой системы и 250 для гидравлического подъемника.

Сравнительные показатели затрат времени приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Сравнительные затраты времени на выполнение спуско-подъемных операций различными подъемными устройствами

Операция	Тип подъемного механизма	Затраты времени на 1 операцию, с	Средняя скорость подъема инструмента, м/с	Относительные затраты времени на 1 м скважины, с	Общие затраты времени при бурении скважины,	
Наращивание	Канатный 9 м	195	-	19,4	27	100
	Гидравлический 18 м	73	-	3,6	5	19
Подъем труб	Канатный 27 м	117	0,23	103,7	144	100
	Гидравлический 18 м	51	0,35	66,2	92	64
Спуск труб	Канатный 27 м	100	-	97,2	135	100
	Гидравлический 18 м	50	-	64,8	90,5	67

Из приведенных в табл. 2 данных видно, что при бурении скважины глубиной 5000 метров общая экономия времени только за счет наращивания, подъема и спуска бурильных труб составит около 119 часов, то есть 14,8 бригадо-смен. При механической скорости бурения, равной 1 м/час, и относительных затратах времени на чистое бурение около 30 % экономический эффект составит более 35 тыс. долларов США.

Вышка в гидравлической буровой установке, в отличие от талевой, не воспринимает осевое усилие от веса бурового става; этот вес воспринимают вертикально установленные телескопические гидроцилиндры, опирающиеся на раму основания буровой.

Вышка в ГБУ воспринимает реакцию крутящего момента подвижного вращателя и совместно с другими узлами, механизмами и системами обеспечивает вертикальное расположение гидроцилиндров и строгую синхронность перемещения их плунжеров.

При этом конструкция вышки ГБУ в 1,7...1,8 раза ниже конструкции талевой, а общая масса ГБУ в два раза меньше талевой.

В табл. 3 приведены данные о массе основных механизмов и узлов, входящих в состав гидравлической и талевой буровых установок при номинальной грузоподъемности 5000 кН.

Основные преимущества гидравлической буровой установки по сравнению с буровой установкой с талевой (канатной) системой:

1. ГБУ обеспечивает многократное повышение точности реализации заданных величин усилий и скорости подачи бурового инструмента (БИ) на забой, что позволит при всех других равных условиях, резко увеличить его стойкость, сократить количество спуско-подъемных операций по замене БИ и значительно увеличить скорость самого бурения.

2. Замена талевой подъемной системы гидравлическим подъемником упрощает конструкцию буровой установки и создает условия для полной автоматизации производственных процессов.

3. Применение подвижного вращателя упрощает выполнение вспомогательных операций: наращивание бурового инструмента ведется свечами длиной 18 метров, исключаются применение квадратной ведущей трубы и операции с ней при наращивании.

Таблица 3 – Масса основных механизмов и узлов буровых установок

№	Наименование механизма, узла	Масса для типа буровой установки, тонн	
		Гидравлической БУГ-500	Талевая система Уралмаш-500
1	2	3	4
1	Гидроцилиндры	40	-
2	Трубодержатель бурильных труб	3	-
3	Направляющие	3	4,5
4	Платформа неподвижная	74,5	-
5	Площадка вращателя	4	-
6	Площадка вращателя	3,5	-
7	Вращатель (ротор)	3	8,5
8	Манипуляторы	8	-
9	Подсвечники с кассетами	2	2
10	Механизм перемещения свечей	1	-
11	Сальник (вертлюг)	1,5	4
12	Кронблок	-	12
13	Талевый блок	-	12,5
14	Лебедка	-	45
15	Канат (500 м)	-	7
16	Крюк	-	5
17	Механизм крепления мертвого конца каната	-	1,7
18	Вышка (мачта А-образная)	-	44
19	Трансмиссия	-	8
20	Регулятор подачи долота	-	4,9
21	Ключ АКБ-3М2	-	2,8
22	Гидрораскрепитель	2	2
	Общая масса	80	164,5

4. Привод вращателя обеспечивает возможность плавного регулирования частоты вращения инструмента.

5. Исключается необходимость использования талевого каната, имеющего низкий ресурс работы.

6. Высокая монтажеспособность буровой установки: она состоит из крупных блоков, которые монтируются на рабочей площадке с незначительными затратами времени.

7. Гидроцилиндры подъема используются для монтажа и демонтажа на рабочей площадке без дополнительных грузоподъемных механизмов.

8. При морском бурении гидравлическая буровая установка обладает

большей устойчивостью, чем такая же с талевой системой, так как общая высота ее меньше в 1,2 ... 2 раза, а центр тяжести находится ниже.

9. Общая масса бурового блока гидравлической буровой установки в два раза меньше, чем при талевой системе, что имеет важное значение при бурении как на суше, так и в море.

10. Установка будет снабжена специализированными транспортными средствами высокой грузоподъемности, что сократит время перестановки.

11. С применением специальных транспортных средств, время на монтажно-демонтажные работы и перемещение буровой установки может быть сокращено в 2... 5 раз.

Состав базовой установки БУГ-125:

Буровой блок - вновь разрабатывается; моторный блок (маслонасосы с приводом) - вновь разрабатывается; насосный блок - доработка существующего; глинязавод - используется существующий; циркуляционная система - доработка существующей; основание буровое - доработка существующей; средства очистки бурового раствора - используются существующие; электроприводы - доработка существующих; емкости для бурового раствора - используются существующие

Масса отдельных транспортных единиц - не более 15 т.

Основные технико-экономические показатели новой установки превосходят действующие аналоги при серийном производстве: по стоимости на 25-40 % меньше, по производительности в 1,2-1,5 раза выше, по массе на 20-40 % меньше.

По результатам научного анализа специалистами Государственного научно-исследовательского института технологии бурения (г. Полтава) для обеспечения выполнения только «Межотраслевой комплексной научно-технической программы организации изготовления бурового, нефтепромыслового, нефтеперерабатывающего оборудования и техники для строительства нефтегазопроводов до 2010 г.» необходимо 210-246 комплектов буровых установок. В мировой практике для бурения поисково-разведочных и эксплуатационных скважин ежегодно применяется до 4500 буровых установок, т.е. имеется хорошая перспектива поставки отечественных буровых установок на мировой рынок.

Гидравлическая буровая установка обладает мировой новизной в целом и по отдельным узлам. Новые технические решения будут защищены патентами Украины и ведущих стран мира.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Національна програма "Нафта і газ України до 2010 року". Резюме. - Київ, 1993
2. Концепція нарощування мінерально-сировинної бази як основи стабілізації економіки України на період до 2010 року. Ухвалено Постановою Кабінету Міністрів України №338 від 09.03.1999.
3. "Нафта і газ України". Енергетичний бюлетень.
4. Технологія будівництва нафтових і газових свердловин та автоматизація виробничих процесів. Збірник наукових праць. Вип. 1. Комітет з питань геології та використання надр України. Державний науково-дослідний інститут технології буріння. Київ, "Наукова думка", 1999.
5. "Нафтова і газова промисловість України". Науково-технічний журнал.
6. Діак І.В., Чаговец В.М., Козак Я.І.. Крок вперед-два кроки назад. Газета "Факти", 19.02.2000.
7. "Комсомольская правда в Украине", №63. 06.04.2000.