

УДК 735.29

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ БУРОВЫХ КЛЮЧЕЙ.**

**Малиновский А.И.**

**научный руководитель канд. техн. наук Макушкин Д.О.**

***Сибирский федеральный университет***

Автоматические буровые ключи относятся к устройствам, предназначенным для механизации и автоматизации свинчивания-развинчивания труб при спускоподъемных операциях в процессе строительства скважин. Они могут также использоваться для выполнения таких вспомогательных функций, как сборка забойных компоновок и двигателей, удержание труб на устье скважины, проворачивание колонны труб в скважине, перемещение труб для укладки.

Спускоподъемные операции занимают 30-35% от всего времени строительства нефтяных и газовых скважин, поэтому оптимизация процесса свинчивания – развинчивания обсадных и бурильных труб является одним из главных факторов повышения эффективности бурения.

Способы оптимизации:

- повышение мощности буровых ключей;
- повышение надежности ключевых узлов;
- увеличение мобильности буровых ключей;
- максимально возможное сокращение типоразмеров и унификация трубозажимных устройств.

В России около 90% стационарных и подвесных автоматических буровых ключей выпускается ОАО «Ижтяжмаш». С данным предприятием конкурируют в основном такие зарубежные фирмы как «Ринко–Альянс» (Китай), «EckelManufacturingCo, Inc.» и «NationalOilWellVarco» (США).

Проанализировав отечественные и зарубежные конструкции буровых ключей, мы пришли к выводу, что их можно классифицировать по следующим отличительным признакам:

- а) по типу соединяемых и разъединяемых труб: для бурильных и утяжеленных бурильных (БТ и УБТ), обсадных (ОТ), насосно–компрессорных (НКТ) как с отдельным, так и с совокупным назначением по видам труб;
- б) по области применения: используемые в установках для разведочного бурения, глубокого бурения на нефть и газ, установках для ремонта скважин;
- в) по типу используемой энергии: с приводом от пневматических гидравлических и электрических двигателей.
- г) по конструкции узлов вращения ключа и стопорного устройства- с совмещением этих узлов в одной сборке и с их разделением в пространстве;
- д) по месту расположения органа управления: с пультом, смонтированным отдельно за пределами бурового ключа и с пультом, размещенным на самом ключе.

Главными параметрами ключей являются диаметр развинчиваемых труб и крутящий момент. В соответствии с этими параметрами достаточно трудно сформировать типоразмерный ряд, поэтому буровые ключи в России стремятся изготавливать их универсальными.

Тем не менее, фирма Ринко–Альянс (Китай) предлагает отдельные ряды ключей TQ из пяти типоразмеров для обсадных труб и ключей ZQ из 6 типоразмеров для бурильных труб, из которых два типоразмера могут использоваться и для работы с

НКТ. Еще более значительно число типоразмеров ключей, выпускаемых фирмой Eckel Manufacturing Co, Inc. (США): оно равно 32 и включает разновидности ключей с отдельным, так и с совокупным назначением по видам и диаметрам скрепляемых и раскрепляемых труб. Так в каталоге этой фирмы представлены гидравлические ключи, предназначенные: а) для НКТ, б) для БТ +УБТ, в) в совокупности для БТ+УБТ+НКТ, г) в отдельности для ОТ, д) в совокупности для БТ +УБТ+ОТ, е) специально для БТ при работе с системой верхнего привода. Такой широкий типоразмерный ряд буровых ключей, практически охватывает весь диапазон труб нефтяного сортамента от 26,7 мм до 914,4мм.

Соответственно изделия фирмы Eckel Manufacturing Co, Inc имеют широкий диапазон рабочих параметров: значения крутящих моментов и частот вращения, мощности привода, также габаритно – массовых характеристик. Сравнительные данные по параметрам отечественных и некоторых зарубежных буровых ключей, близких по назначению, приведены в таблице 1

Таблица 1 – Сравнение автоматических буровых ключей российского и зарубежного производства

Параметры	Тип бурового ключа			
	АКБ-4	КБГ-2	10DP/DCT Eckel	ST-80 Varco
Условный диаметр захватываемых труб, мм:	108-216	48-508	101,6-254	88,9-219,9
Максимальный крутящий момент, кН • м	72,5	65,0	203,37	110,4
Частота вращения трубозажимного устройства, об/мин	1,5-22	0-80	2,5-32	0-90
Приводная мощность, кВт	13,0	22,0	29	53
Тип привода	Пневматический	Гидравлический		
Давление, МПа, не более: в гидросистеме в пневмосистеме	- 0,7-0,9	32,0 -	17,2 -	17,24 -
Габаритные размеры, мм: ключа в сборе с механизмом позиционирования	1730x1020x2700	2065x1050x3300	1447,8x2159	2184x1524x x1651
пульта управления	790x430x1320	570x690x1650	Данные не публикуются	
станции управления(силовой установки)	-	1670x1150x1300	Данные не публикуются	
Масса ключа в собранном	3300,0	4650,0	3901	3110
Контроль крутящего момента	электронный			

Приведем краткие данные об особенностях конструкций **современных отечественных** буровых ключей. Ключ нового поколения – **АКБ-4** производится взамен снятого с производства АКБ-3М2. По сравнению с АКБ-3М2 на него вместо

маховика установлена дополнительная двухскоростная планетарная коробка передач, которая позволяет развивать больший крутящий момент (70 кН\*м против 30 у АКБ-3М2). Улучшена система контроля крутящего момента и автоматической остановки при достижении его заданного значения, а также применена новая, более эффективная тормозная система. Вместе с тем, значительно возросла масса ключа (3300 кг в собранном состоянии) и габаритные размеры (1950x1230x2610 мм против 1730x1013x2380 у АКБ-3М2).

- **КБГ-2** – автоматический буровой ключ с гидравлическим типом привода. Ключ состоит из вращателя, стопорного ключа, механизма позиционирования, пульта управления, силовой установки и коммуникаций. Особенность конструкции ключа – верхнее и нижнее трубозажимные устройства замкнутого типа. Ключ центрируемый относительно скважины, т.е. колонна труб всегда проходит через трубозажимные устройства и перемещается по вертикали в зависимости от положения замка, и может разворачиваться на шурф для наращивания колонны. Вращатель содержит замкнутое трубозажимное устройство с рычагами, на которых установлены челюсти. Крутящий момент передается от гидромотора через редуктор на шестерню, в которой вмонтированы рычаги. На хвостовике стопорного ключа, одновременно являющимся основанием вращателя, устанавливается датчик крутящего момента. КБГ-2 имеет значительно больший диапазон захвата труб (48-508 мм в разных комплектациях) по сравнению с АКБ, крутящий момент 65 кН\*м, частоту вращения 80 об/мин, но весьма значительную массу – 4650 кг. Силовая установка состоит из гидромотора, поршневого аксиального насоса и гидробака емкостью 280 литров.

Ключ КБГ-2, благодаря гидроприводу и особенностям конструкции, имеет большие перспективы дальнейшего развития с созданием нового типоразмерного ряда гидравлических буровых ключей с созданием новых типоразмеров с разделением по видам труб..

**Из зарубежных буровых ключей** отметим ключи Ринко–Альянс **серии ZQ** – подвесные автоматические буровые ключи с гидравлическим приводом. Широко применяются на российских буровых установках. Отличаются высокой эффективностью и надежностью в работе. Трубовращатель открытого типа, одноблочный, что дает высокую прочность и жесткость. Тормозная система ленточная, с высоким тормозным моментом, ленты довольно просты в ремонте и при замене. Ключ двухскоростной, переключение скоростей осуществляется пневматической фрикционной муфтой. В целом конструкция ключа довольно проста. Выпускается серия ключей с диапазоном крутящего момента от 25 до 125 кН\*м и диаметром захвата 127 – 203 мм. Масса ключей ZQ гораздо меньше отечественного КБГ-2 (2650-3700), и имеет больший крутящий момент, но существенно уступает по диапазонам захвата.

На отечественных буровых установках в отдельных регионах России нашел применение и имеет хорошие отзывы **ключ ST-80 Varco** – буровой робот, сочетающий в себе ключ-вращатель и ключ крутящего момента. Основные составные части: ключ, каретка, колонна и узел управления. В комплект включен регулятор контроля крутящего момента и вертикального перемещения. Ключ состоит из двух челюстей. В верхней челюсти установлена пара сухарей для зажима замка и закрепления-раскрепления замка и 2 пары роликов для кручения труб. Нижняя челюсть содержит только пару сухарей и предназначена для стопорения нижней части колонны и восприятия реактивного момента кручения. Челюсти скреплены центрирующей пластиной, сжатие челюстей осуществляется гидроцилиндрами захвата. Ключ развивает крутящий момент 81 кН\*м при докреплении, 108 кН\*м при раскреплении резьбы и 2,36 кН\*м при кручении трубы роликами и скорости вращения трубы 90 об/мин. Масса ключа в сборе составляет 3082 кг, диапазон захвата составляет 108-216

мм. В целом, ключ обладает большим крутящим моментом, скоростью вращения по сравнению с КБГ-2, имеет гораздо меньшую массу, но в то же время довольно ограничен в диаметре закручиваемых труб и элементов компоновки низа бурильной колонны, а также имеет довольно сложную конструкцию, дорог в ремонте и обслуживании.

По ключам фирмы Eskel данных об опыте использования в России не имеется

**Выводы:** отечественные ключи, имея весомые преимущества, такие как простота конструкции, ремонта и обслуживания, меньшая или сравнимая масса серии АКБ по сравнению с зарубежными ключами, широкий диапазон диаметров захвата, проигрывают в главном параметре - величине крутящего момента. Для увеличения конкурентоспособности российского ключа нового поколения АКБ-4 необходима модернизация для устранения следующих недостатков: низкого крутящего момента и необходимости смены челюстей при смене диаметра бурильных и обсадных труб.

Перспективно развитие конструкций отечественных ключей с гидроприводом на базе КБГ-2,