2.1 Система верхнего привода

Система верхнего привода (СВП) в последнее время становится наиболее популярным способом бурения нефтяных и газовых скважин. Этой системой оборудуются как импортные, так и отечественные буровые установки. Такие установки используются, например, на Каспийском шельфе в Астрахани.

Из зарубежных компаний, выпускающих верхний привод, наиболее известными являются американская «Varco» и канадская «Canrig». Компания «Varco» выпускает несколько систем верхнего привода TDS (Top Drive Sistem), позволяющих выполнять операции как с бурильными, так и с обсадными трубами.

СВП являются принципиально новым типом механизмов буровых установок, обеспечивающих выполнение целого ряда технологических операций. В принципе верхний привод представляет собой подвижной вращатель с сальником-вертлюгом, оснащенный комплексом средств механизации СПО- силовой вертлюг.

СВП буровых установок получили широкое распространение в мировой практике. СВП обеспечивает выполнение следующих технологических операций:

-вращение бурильной колонны при бурении, проработке и расширении ствола скважины;

-свинчивание, докрепление бурильных труб;

-проведение спуско-подъемных операций с бурильными трубами, в том числе наращивание бурильной колонны свечами и однотрубками;

-проведение операций по спуску обсадных колонн;

-проворачивание бурильной колонны при бурении забойным двигателями;

-промывку скважины и проворачивание бурильной колонны при СПО;

-расхаживание бурильных колонн и промывку скважины при ликвидации аварий и осложнений.

**Историческая справка** Весь прошлый век нефтяники и газовики работали квадратом и ротором. Бурильная колонна с квадратом, несмотря на все его минусы, до сих пор обычное явление на буровой. В 1983 г. на смену классическому способу вращения буровой колонны при помощью Келли-штанги пришли буровые машины (DDM - Derrick Drilling Machine). Первая установка под названием DDM 650 DC была выпущена компанией Aker Kvaerner в 1984 г. Она имела электрический привод постоянного тока и грузоподъемность 650 т и предназначалась для морских буровых платформ. Дальнейшее развитие этой системы привело к появлению гидравлического верхнего привода на установке DDM HY 500/650, выпущенной в 1987 году. Вследствие необходимости увеличения крутящего момента в 1989 г. были разработаны двухприводные установки: DDM 500/650 EL и DDM 650 HY. В 1993 году на рынке появилась 2-х приводная установка DDM 650 EL "Frontier", обладающая мощностью 2100 л.с. и крутящим моментом 8800 Нм. По неофициальным данным один из покупателей использовал "Frontier" для бурения скважины глубиной 12000 м. К 1996 г. способ бурения верхним приводом стал основным методом бурения морских скважин. Значительная часть скважин на суше сейчас также бурится с применением СВП. Для продвижения СВП на новые рынки по всему миру компанией Maritime Hydraulics был разработан портативный СВП. Для малогабаритных скважин ("slim-hole") разработан портативный СВП, обеспечивающий высокоскоростное (600 об./мин.) бурение. Метод верхнего привода, первоначально разработанный американскими специалистами, изменил жизнь буровой бригады, во многом облегчая ее работу. Верхний привод позволяет провернуть бурильную колонну в нужном направлении, в каком бы положении она не находилась. Кроме того, процесс бурения верхним приводом исключает необходимость использования дополнительных манипуляций и дополнительных инструментов при буровых работах. СВП предназначена для быстрой и безаварийной проводки вертикальных, наклонно-направленных и горизонтальных скважин при бурении, совмещая в себе функции вертлюга и ротора. Система верхнего привода в последнее время становится наиболее популярным способом бурения нефтяных и газовых скважин. Применение СВП предусмотрено новыми правилами безопасности в нефтяной промышленности при условии, что длина горизонтального участка составляет более 300 метров. СВП обеспечивает безаварийное быстрое бурение вертикальных и горизонтальных скважин. СВП оснащается комплексом устройств для выполнения спускоподъемных операций.

ВИДЫ ВЕРХНЕГО СИЛОВОГО ПРИВОДА

Силовые приводы буровой установки классифицируются с ориентировкой на способы питания, они могут быть: Питающимися от сети постоянного тока; Питающимися от сети переменного тока; Гидравлическими; Электрическими. Кроме того, представленные агрегаты разделяются на несколько классов с поправкой на способы их применения. Системы могут быть: Морскими; Сухопутными; Стационарными; Мобильными. Современные системы обладают значительно уменьшенными габаритными размерами. Это, в первую очередь, обусловлено применением двух компактных электродвигателей в конструкции агрегата. Кроме того, эти двигатели сейчас в большинстве устройств работают, используя переменный ток. Это приводит к качественному улучшению таких характеристик как скорость и крутящий момент.

Три наиболее распространенные на практике схемы верхнего привода показаны на (рис.1.) схемах показаны как компо­новки основных конструктивных элементов СВП (вертлюг, двигатель, редуктор), так и возможные варианты оснащения этих ком­поновок навесным оборудованием. Всю верхнюю компоновку условно назовем сило­вым приводом. За навесное оборудование принята оснастка для соединения привода с колонной бурильных труб при бурении и вы­полнении спуско-подъемных операций.

Схема 1 представляет собой вертлюг со встроенным в него редуктором и два привод­ных двигателя для обеспечения вращения и симметричного распределения нагрузки. Верт­люг через подвеску передает вес от бурильной колонны (9кр) на крюк талевой системы. На­правляющие служат для восприятия реактив­ного момента и перемещения вертлюга вверх и вниз (соответственно при подъеме и спуске). При этом нагрузка от веса колонны труб через ствол (шпиндель) передается на корпус вертлю­га. Такая компоновка позволяет использовать вертлюг требуемой грузоподъемности, встроив в его корпус редуктор. Область

применения: бу­рение глубоких скважин и проведение текуще­го и капитального ремонтов.

Схема 2 представляет собой вертлюг с уд­линенным шпинделем, на который жестко по­сажена шестерня редуктора. Редуктор приво­дится во вращение двигателем. Вес от буриль­ной колонны (9кр) на крюк талевой системы также передается через подвеску вертлюга, а направляющие служат для восприятия реак­тивного момента и перемещения вертлюга вверх и вниз (соответственно при подъеме и спуске). Усилие от веса колонны труб восприни­мается шпинделем и передается на корпус вертлюга. При этом редуктор разгружен от вос­приятия осевой нагрузки. Используется верт­люг требуемой грузоподъемности, оснащен­ный удлиненным шпинделем и редуктором с приводным двигателем. Область применения: при проведении капитального ремонта на ус­тановках небольшой грузоподъемности.

Схема 3 представляет собой соединение стандартного вертлюга и стандартного вращателя с приводным двигателем. Вес от бу­рильной колонны (9кр) на крюк талевой сис­темы также передается через подвеску верт­люга, а направляющие вертлюга и вращателя служат для перемещения вертлюга вверх и вниз (соответственно при подъеме и спуске). Реактивный момент воспринимается направ­ляющими вертлюга. Вращатель разгружен от восприятия осевой нагрузки, воспринимает­ся только собственный вес. Область примене­ния: при проведении капитального ремонта, при зарезке боковых стволов на установках средней и большой грузоподъемности. Для каждой схемы, в зависимости от выполняемых функций, применяется ком­плект навесного оборудования: ниппель (А), зажимное устройство (Б), элеватор с переме­щением труб (свечей) только в вертикальной плоскости (В)

для спуска-подъема и элеватор как с параллельным перемещением трубы (свечи), так и с угловым перемещением (Г) для спуска-подъема и укладки труб.

В зависимо­сти от применяемых труб, может быть ис­пользован элеватор подхватывающего дейст­вия трех видов: под лыску (1), под замок (муф­ту) (2) и под конусную муфту.

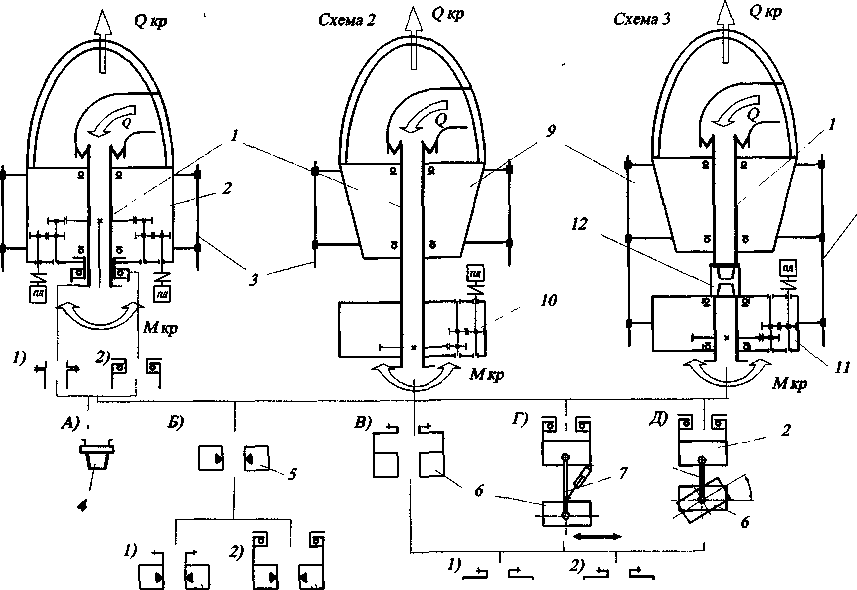


Рис.1. Схема компонования верхнего привода

1 - шпиндель, 2 - вращатель, 3 - направляющие, 4 - ниппель, 5 - зажимное устрой

ство, 6 - элеватор, 8 - бурильная труба, 9 - вертлюг, 10 - редуктор,

11 - вращатель (стандартный), 12 - вертлюжная головка, 13 - патрон, 14 - трубный зажим.

2 Описание конструкции СВП с гидравлическим двигателем

Подвижная часть СВП состоит из вертлюга-редуктора, который на штропах подвешен на траверсе талевого блока.

На крышке вертлюга-редуктора установлены два гидромотора. Выходной вал гидромотора при помощи шлицов соединен с быстроходным валом редуктора. На одном из гидромоторов установлен гиротормоз для торможения бурильной колонны. К корпусу вертлюга - редуктора крепится рама, через которую передается крутящий момент на направляюще устройство, с него - на вышку.

Трубный манипулятор может разворачивать элеватор в нужную сторону: на мостки, на шурф для наращивания или в любую другую сторону при необходимости.

Трубный зажим служит для захвата и удержания от вращения верхней муфты трубы во время свинчивания (развинчивания) с ней ствола вертлюга.

Между ниппелем и стволом вертлюга навернут ручной шаровой кран для неоперативного перекрытия внутреннего отверстия ствола вертлюга. Для оперативного перекрытия отверстия ствола вертлюга перед отводом установлен внутренний превентор (двойной шаровой кран), который одновременно служит для удержания остатков промывочной жидкости после отвинчивания бурильной колонны.

Вертлюжная головка служит для передачи рабочей жидкости с невращающейся части системы верхнего привода на вращающуюся часть и позволяет не отсоединять гидравлические линии, когда трубный манипулятор вращается с бурильной колонной при бурении, при проработке скважины или позиционировании механизма отклонения штропов элеватора.

Система отклонения штропов предназначена для отвода и подвода элеватора к центру скважины. Система отклонения штропов представляет собой штропы, подвешенные на боковых рогах траверсы. К штропам крепятся гидроцилиндры отклонения штропов.

При бурении скважин на нефть и газ силовой вертлюг выполняет функции крюка, вертлюга, ротора, механических ключей. При его пользовании не нужна бурильная ведущая труба и шурф под нее, а также намного облегчается труд помощника бурильщика, поскольку элеватор механически подается в необходимую позицию. Вместо наращиваний одиночками можно наращивать бурильную колонну трёхтрубными свечами.

Главная особенность СВП - возможность монтировать его в любое время проводки скважины, практически не прерывая бурения.

Основной недостаток существующих конструкций силовых вертлюгов - высокая стоимость.



Рисунок 2 - Схема конструкции СВП

3 **Преимущества и недостатки электрических и гидравлических приводов**

Наиболее известные зарубежные производители систем верхнего привода (Varco, Tesco, Canrig, National Oilwell, Bentec и др.) предлагают СВП как в гидравлическом, так и в электрическом (постоянного и переменного тока) исполнении. При этом электрические версии ВСП могут питаться как от источника электроэнергии буровой площадки, так и от автономного дизель-генератора.

Основные преимущества СВП с электрическим приводом:

малая удельная масса подвесной части и, следовательно, минимальный износ талевого каната;

высокая удельная мощность привода NУД (отношение выходной мощности к массе подвесной части) составляет 66 кВт/т;

компактность подвесной части;

бесступенчатое (частотное) регулирование скорости вращения вала вертлюга от 0 до 180 об/мин;

реверсивность;

автоматичность изменения момента от минимального до номинального значений при постоянной заданной скорости вращения выходного вала;

свобода компоновки подвесной части.

Основными недостатками СВП с электрическим приводом являются:

несоответствие максимума мощности СВП скоростным режимам работы отечественного бурового инструмента (пик мощности смещен относительно рабочих скоростей порядка 60-100 об/мин в сторону 200…250 об/мин),ущественное недоиспользование мощности привода (50-72%) в диапазоне частот 60-100 об/мин; низкий коэффициент использования мощности;

отсутствие саморегулирования скорости вращения выходного вала в зависимости от нагрузки на рабочем инструменте, и, как следствие, снижение производительности привода;

отсутствие самоторможения привода и возможность генерации тока при возникновении эффекта «пружины» в случае прихвата бурильной колонны и ее обратном вращении, разрушающего электронную систему управления СВП;

большие тепловые потери в электродвигателе, в особенности при максимальных моментах, требующие наличия собственной системы охлаждения, что усложняет и удорожает конструкцию СВП;

несоответствие электрических параметров СВП параметрам отечественной электрической сети, что приводит к необходимости использования автономной системы электропривода (дополнительный модуль дизель-генератора, дополнительный модуль частотного управления электродвигателем);

дополнительные затраты на дизельное топливо и транспортные расходы при использовании дизель-генераторов. При годовой нагрузке СВП порядка 4000 моточасов расход топлива только одной дизель-генераторной установки с указанным выше коэффициентом использования мощности составит более 120 т;

необходимость применения многоступенчатых механических редукторов в приводе электродвигателей для снижения частоты вращения выходного вала, что приводит к снижению надежности, усложнению и повышению стоимости конструкции СВП.

Основные преимущества и недостатки СВП с гидрообъемным приводом аналогичны преимуществам и недостаткам ВСП с электроприводом.

Дополнительными преимущества СВП с гидроприводом являются:

расширение скоростного (силового) диапазона при меньшей входной мощности за счет применения гидромоторов с переменным рабочим объемом (привод оснащен системой клапанов, позволяющих изменять рабочий объем гидромотора в два раза). Это позволяет получить несколько ступеней на внешней характеристике и, в отличие от СВП с электроприводом, в диапазоне оборотов выходного вала от 50 до 200 об/мин работать на режиме, близком к режиму постоянной мощности.

в гидравлическом приводе имеется возможность путем дросселирования жидкости гасить эффект «пружины» в случае прихвата колонны и ее обратном вращении;

достоинством гидроприводных СВП является возможность сделать выбор в пользу применения безредукторного привода на основе использования высокомоментных гидромоторов, что легло в основу создания семейства СВП отечественного производства.



Рисунок 3 - СВП с электрическим приводом

На сегодняшний день, в России серийно СВП производит только одно отечественное предприятие - это ЗАО «ПромТехИнвест», г. Санкт-Петербург. Из зарубежных производителей на внутреннем рынке, в основном, присутствуют три компании - Canrig, National Oilwell Varco и Tesco. Помимо упомянутых, на российском рынке действует еще одна иностранная компания - Aker Kvaerner. Норвежцы поставляют СВП для разработки месторождений как на суше, так и на шельфе (например, на самоподъемной морской установке «Мурманская» в Карском море). В целом, производство СВП в России зародилось сравнительно недавно, в начале 2000-х годов. В 2002 году компания «Объединенные машиностроительные заводы» на площадке «Уралмашзавода» продемонстрировала первый опытный образце СВП отечественного производства - СВП-320.