

МАЛОГАБАРИТНАЯ ГИРОСКОПИЧЕСКАЯ ТЕЛЕСИСТЕМА

А.Ю.Ропяной, В.З.Скобло (ЗАО «НТ-КУРС»)

Развитие направленного бурения, в частности большой объём строительства горизонтальных скважин, обусловил увеличение и количества и разнообразия используемых при проводке скважин телеметрических навигационных систем. Построение траектории забоя скважины или ствола уже пробуренной скважины производится на основании замеров угла наклона и азимута на забое или по стволу скважины. Для измерения угла наклона достаточно использовать трёхосный акселерометр, который измеряет проекции ускорения свободного падения g на три взаимно перпендикулярные пространственные оси. Для измерения азимута обычно используется трёхосный феррозонд, который, по аналогии с акселерометром, измеряет проекции напряженности магнитного поля земли на три взаимно перпендикулярные пространственные оси.

На основании этих данных, после соответствующих вычислений, получают значение азимута и угла наклона в любой точке ствола скважины и его пространственную траекторию. Очевидно, что таким способом траектория строится в магнитных координатах, поскольку азимут скважины отсчитывается от направления на магнитный полюс Земли. Погрешность таких «магнитных» навигационных систем сильно зависит от наличия вблизи датчиков феррозонда магнитных масс, например бурильных труб, обсадных колонн и т.п., и в ряде случаев может быть недопустимой. Например, при зарезке боковых стволов из обсаженных скважин, или при кустовом бурении с морских платформ, оперативное управление траекторией ствола скважин при помощи таких «магнитных» систем невозможно. В этих случаях для измерения азимута скважины необходимо использовать гироскоп, показания которого не зависят от напряженности магнитного поля Земли.

Гироскопические телесистемы строятся по двум принципам. Один из них базируется на свойстве гироскопа сохранять неизменным пространственное расположение оси вращения ротора гироскопа при любых поворотах его корпуса. В реальном гироскопе, где ось ротора не свободна, при повороте его корпуса на ось ротора действует момент сил, измеряя который можно «отследить» все повороты корпуса гироскопа и, соответственно, измерительного забойного блока инклинометра. Имеющийся в забойном блоке трехосный акселерометр также может «отслеживать» повороты корпуса, однако не все – азимутальные повороты, то есть те, которые связаны с изменением азимута, фиксируются только гироскопом. На этом и построен принцип измерения траектории скважины гироскопическим инклинометром: забойный блок с работающим гироскопом и трёхосным акселерометром «протаскивается» по всему стволу скважины и фиксируются все повороты корпуса, «отслеживаемые» гироскопом и акселерометром. После «вычитания», выделяется изменение азимута по всей длине ствола скважины. Принцип действия такого гироскопического инклинометра схематически отображен на рис.1.

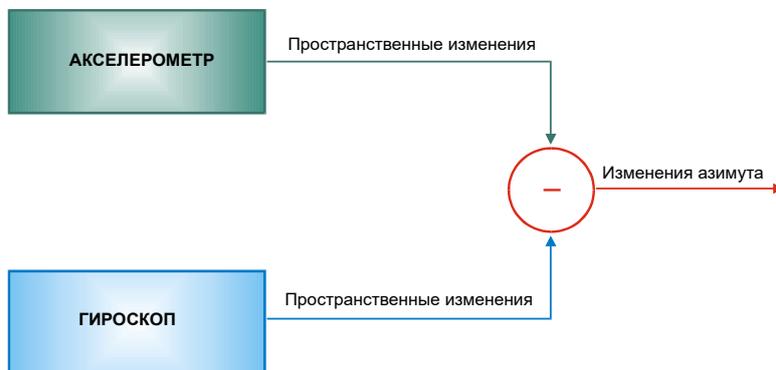
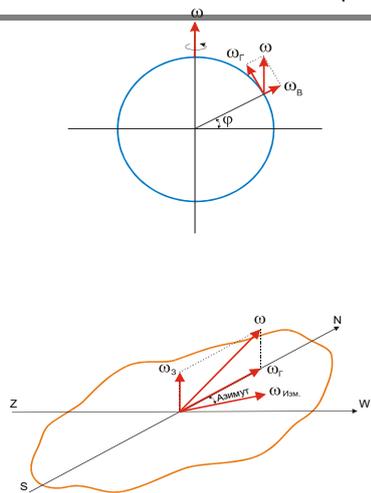


Рис. 1

Чтобы определить абсолютные значения азимута, необходимо обязательно произвести визирование гироскопа на поверхности. Очевидно, что необходимость «протаскивания» инклинометра по всей длине ствола и визирование на поверхности не позволяет его использовать в качестве MWD-системы.



Для построения MWD-системы используется гироскоп, работающий по принципу «North seeking» системы. Такой гироскоп должен «отслеживать» поворот корпуса, обусловленный вращением Земли. В этом случае гироскоп представляет собой датчик угловой скорости, измеряющий проекцию угловой скорости вращения Земли на ось чувствительности гироскопа. Поскольку угловая скорость вращения Земли векторная величина, а её горизонтальная составляющая направлена строго по меридиану, то по аналогии с напряженностью магнитного поля Земли, от этой составляющей может отсчитываться географический азимут, как показано на рис.2. Таким образом, если триаду феррозондов заменить триадой гироскопов, каждый из которых является датчиком угловой скорости, то такая телесистема будет измерять географический азимут в любой точке ствола скважины.

Рис. 2

Гироскопическая телесистема «Гирокурсор – 45» была в ЗАО «НТ-КУРС» создана специально для бурения боковых стволов из обсаженных скважин. С её помощью обеспечиваются не только замеры азимута внутри и вблизи обсадной колонны, но и ориентирование инструмента внутри обсадных колонн в вертикальных и наклонных скважинах. В телесистеме используется кабельный канал связи между забоем и поверхностью. Забойный блок на геофизическом кабеле спускается в колонну бурильных труб, где попадает в специальную ловушку, расположенную над забойным двигателем. Конструкция ловушки и забойного блока обеспечивает ориентированную фиксацию забойного блока относительно отклонителя. На устье кабель выводится из колонны бурильных труб посредством кабельного переводника, конец кабеля с лебёдки присоединяется к наземному прибору. Забойный блок в любой момент может быть извлечен из колонны бурильных труб без подъёма инструмента. В процессе бурения забойный блок телесистемы располагается на забое и по мере необходимости производится кратковременная остановка бурения, запускается гироскоп и производится замер азимута. Угол установки отклонителя и угол наклона скважины измеряют непрерывно в процессе бурения.

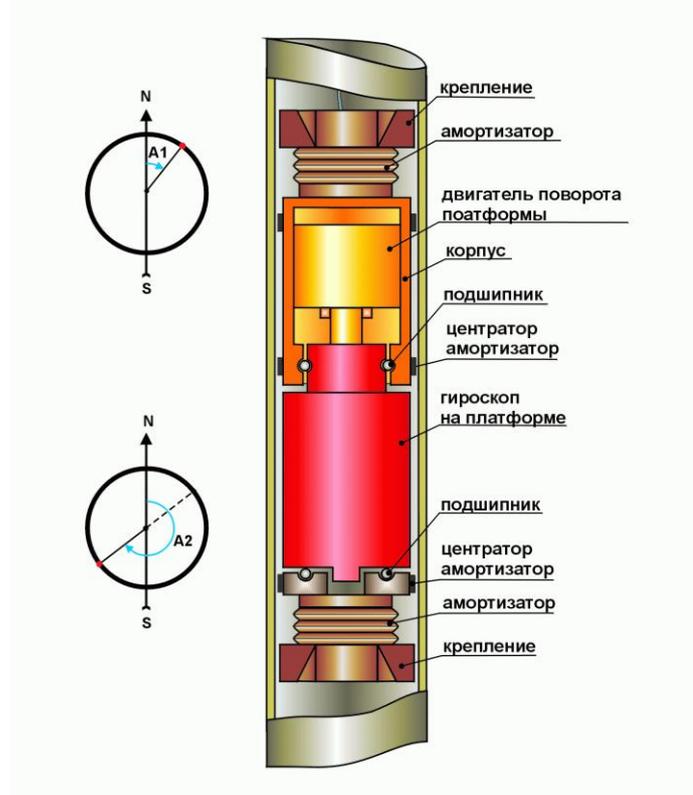


Рис. 3

В телесистеме «Гирокурсор» удалось сочетать малые габариты наряду с высокой точностью измерения и достаточной виброустойчивостью благодаря оригинальному построению изме-

