

## **ГИРОСКОПИЧЕСКИЙ СБРОСОВЫЙ МНОГОТОЧЕЧНЫЙ ИНКЛИНОМЕТР «GYROMULTISHOT»**

А.И.Лухт, А.Ю. Ропяной, к.т.н. В.З. Скобло (ЗАО «НТ-КУРС»)

Развитие технологии бурения во многом базируется на применении новой, более совершенной информационно-измерительной технике, используемой при проводке скважин. Так, MWD-системы за последнее десятилетие стали обычным инструментом для бурения наклонно-направленных и горизонтальных скважин. Их техническое совершенствование сопровождается ростом их стоимости и, соответственно, стоимости строительства скважин, где они используются. В связи с этим, становится актуальным более тщательный подбор используемых при проводке скважин информационно-измерительных устройств, параметры которых должны быть адекватны сложности решаемых технологических задач. Так, при бурении обычных, «рядовых» направленных скважин, часто с успехом могут быть использованы (и используются) более простые, но во многих случаях не менее эффективные измерительные устройства, например, так называемые сбросовые инклинометры, одноточечные (singlshot), или многоточечные (multishot).

Однако, рассматривать эти устройства как эффективное дополнение к MWD-системам, а в некоторых случаях и как альтернативу им, не позволяет ряд имеющихся у них ограничений, устранение которых позволило бы существенно расширить спектр их использования. К таким ограничениям следует отнести:

а) малый объем накопленной информации, что не позволяет проводить полную и качественную инклинометрию достаточно протяженного участка ствола скважины;

б) узкий диапазон измерения и, как правило, недостаточная точность измерения;

в) невозможность измерения азимута скважины внутри стальных бурильных труб.

Рассматривая эти ограничения как постановку задачи, специалисты ЗАО «НТ-КУРС» на базе имеющейся гироскопической MWD-системы

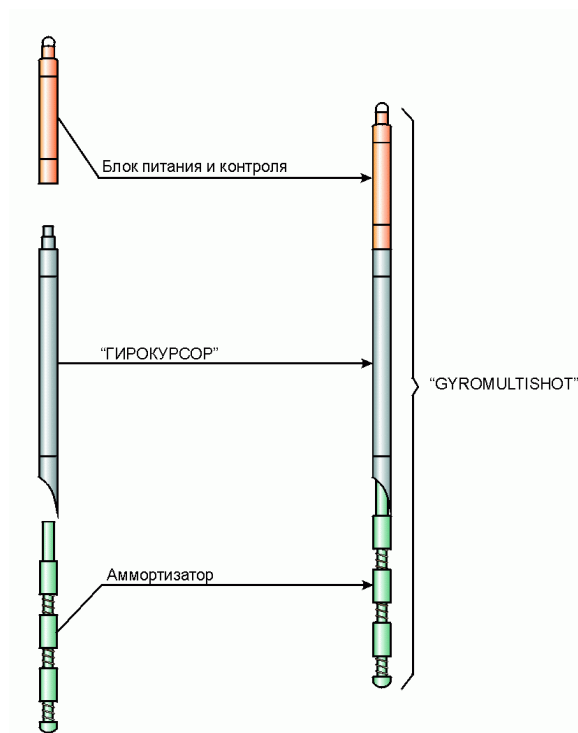


Рис. 1 Состав «GYROMULTISHOT»

«Гирокурсор» создали многоточечный записывающий сбросовый гиросинклинометр – «GYROMULTISHOT». Возможность такой разработки во многом была обусловлена особенностями используемых ЗАО «НТ-КУРС» телеметрических систем – их забойные блоки (включая гироскопический) имеют малые габариты, спускаются-извлекаются на каротажном кабеле из колонны бурильных труб, и в этом смысле готовы к использованию в качестве сбросовых устройств. Необходимо было усилить их

ударостойкость, то есть снабдить их амортизатором и обеспечить автономность работы, т.е. заменить каротажный кабель, по которому подается электропитание и снимается забойная информация, на аккумуляторы и энергонезависимую память. На Рис. 1 показан состав «GYROMULTISHOT». Он включает три блока:

а) Измерительный блок – представляет собой забойный блок телесистемы «Гирокурсор» в корпусе  $\varnothing 46$  мм. Чтобы использовать его в качестве сбросового инклинометра была модернизирована его конструкция и электрическое устройство. Для обеспечения достаточно длительной работы от аккумуляторов необходимо было снизить его энергопотребление, а изменения в конструкции необходимы были для повышения его вибро-ударостойкости. В результате проведенных работ энергопотребление было снижено в 1,5 раза и почти в 2 раза был снижен вес основных конструктивных узлов, на треть сокращена его длина. Остались без изменения все присоединительные резьбы и

разъемы, способ подачи электропитания, кодировка информационных и управляющих сигналов, что обеспечило использование модифицированного блока не только в новом, «сбросовом» качестве, но и в старом – как забойный блок телесистемы «Гирокурсор».

б) Амортизатор – важнейший узел сбросового инклинометра, обеспечивает сохранность и работоспособность измерительного блока после удара о забой. Нами был спроектирован составной амортизатор – он состоит из последовательно сочлененных одинаковых амортизационных элементов. Каждый элемент представляет собой подпружиненный шток с ходом 60 мм, а требуемые характеристики амортизатора в целом обеспечиваются подбором упругости пружины и количеством сочлененных амортизационных элементов. Амортизатор крепится к нижней части забойного блока «Гирокурсор» без нарушения его целостности, т.е. не требуя его дополнительной разборки-сборки.

в) Блок питания и контроля содержит все элементы и узлы, обеспечивающие автономную работу гироинклинометра. В первую очередь это аккумуляторы, обеспечивающие проведение до 15 гироскопических замеров. Блок управления выполнен на базе микропроцессора и позволяет функционировать гироинклинометру по заранее установленной программе: включаться-выключаться в необходимые моменты времени, запускать гироскоп, производить замеры, записывать результаты замеров в память, «общаться» с компьютером - «перекачивать» данные из памяти в компьютер и из компьютера - в память. Отсчет времени в блоке питания обеспечивается энергонезависимыми часами, функционирующими непрерывно, независимо от включения-выключения блока.

Блок питания по торцам имеет присоединительные резьбы и разъемы. Нижний торец блока питания представляет собой ответную часть разъема на верхнем торце забойного блока «Гирокурсор». Сочленение двух блоков производится аналогично соединению кабельной головки с инклинометром. При этом обеспечивается электрический контакт, механическое закрепление и

герметичность. На верхнем торце блока питания располагается разъём для соединения с компьютером и для зарядки аккумуляторов; через этот же разъём осуществляется включение-выключение устройства. Разъём оборудован герметичной заглушкой, которая устанавливается перед сбросом гиросинклинометра в скважину. Конструкция «GYROMULTISHOT» позволяет

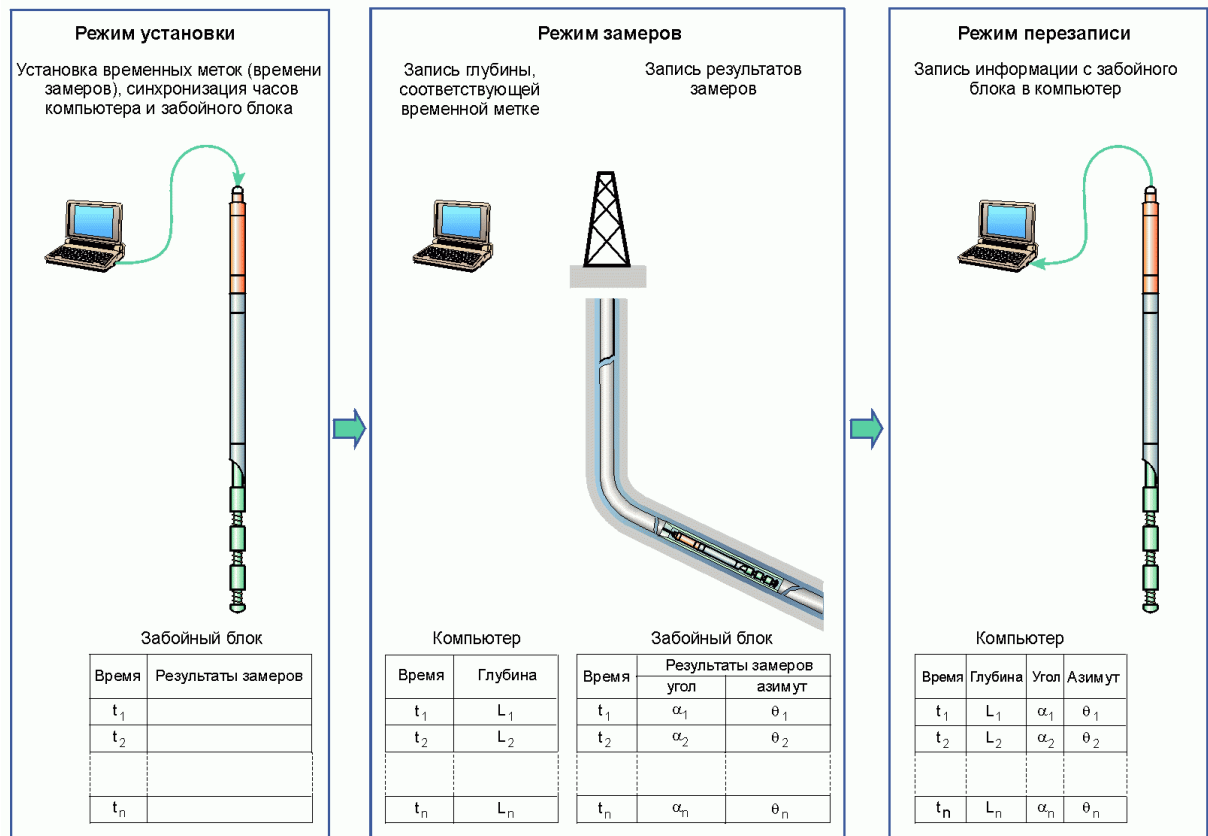


Рис. 2 Принцип работы «GYROMULTISHOT»

легко и просто производить замену одного блока на другой при смене аккумуляторов. Для отображения информации записанной в памяти гиросинклинометра, а также для его настройки используется персональный компьютер, на который установлено специально разработанное программное обеспечение.

Рисунок 2 иллюстрирует работу «GYROMULTISHOT» в трех основных режимах:

а) Режим установки. На поверхности перед сбросом в бурильную колонну производится программирование режима замеров - в память бортового микропроцессора вводятся числа  $t_1, t_2, \dots, t_n$ , соответствующие моментам времени когда планируется производить замеры гиросинклинометром.

После этого производится синхронизация часов компьютера и забойного блока, в результате чего каждый запрограммированный замер будет производиться в одно и то же время по часам компьютера и забойного блока.

б) Режим замеров – обеспечивается посредством замыкания контактов на разъёме блока питания. Далее, на разъём устанавливается герметичная заглушка и прибор сбрасывается в колонну бурильных труб. По истечении некоторого времени прибор достигает забоя, после чего он извлекается на поверхность посредством подъёма колонны бурильных труб или овершотной головкой, спускаемой и поднимаемой на тросе автономной лебедкой. В процессе подъёма прибора в запрограммированные моменты времени  $t_1, t_2, \dots, t_n$  гироинклинометр будет автоматически включаться, производить замер угла наклона и азимута скважины, а результаты замеров будут заноситься в бортовую память. На поверхности, в эти же моменты времени  $t_1, t_2, \dots, t_n$ , отсчитанные по часам компьютера, на время замеров будет обеспечена неподвижность гироинклинометра (т.е. подъём инструмента будет на некоторое время приостановлен), а в компьютер будет внесена расчетная длина бурильной колонны в скважине или длина троса автономной лебедки от устья до точки замера –  $L_1, L_2, \dots, L_n$ .

в) Режим перезаписи – реализуется после извлечения прибора из скважины и стыковки его с компьютером. В этом режиме измерительная информация, записанная в память в блоке питания «перекачивается» в компьютер. Далее, сопоставляя моменты времени замеров, отсчитанные по часам гироинклинометра с моментами времени отсчитанными по часам компьютера, находится соответствие между результатами замеров и длиной траектории скважины от устья до точки замера. Полученные инклинометрические данные сохраняются в компьютере и отдельно на бумаге в виде печатного документа.

Основные технические характеристики «GYROMULTISHOT» сведены в таблицу.

<i>Забойный блок «Гирокурсор»</i>		
<i>наружный диаметр</i>	<i>мм</i>	Ø 46
<i>длина</i>	<i>мм</i>	1800
<i>вес</i>	<i>кг</i>	6,0
<i>Блок питания и контроля</i>		
<i>наружный диаметр</i>	<i>мм</i>	Ø 46
<i>длина</i>	<i>мм</i>	1200
<i>вес</i>	<i>кг</i>	2,0
<i>Амортизатор</i>		
<i>наружный диаметр</i>	<i>мм</i>	Ø 36
<i>длина</i>	<i>мм</i>	1000 ÷ 1500
<i>вес</i>	<i>кг</i>	2,5 ÷ 3
<i>Температура окружающей среды</i>	<i>°C</i>	до + 85
<i>Максимальное давление</i>	<i>Мпа</i>	70
<i>Угол наклона</i>		
<i>диапазон измерения</i>	<i>град</i>	0 ÷ 180
<i>точность измерения</i>	<i>град</i>	± 0,15
<i>Азимут</i>		При углах наклона 0 ÷ 70
<i>диапазон измерения</i>	<i>град</i>	0 ÷ 360
<i>точность измерения</i>	<i>град</i>	± 1,5
<i>Угол установки отклонителя</i>		
<i>диапазон измерения</i>	<i>град</i>	± 180
<i>точность измерения</i>	<i>град</i>	± 1,5
<i>Средняя длительность автономной работы (при 5-ти замерах азимута)</i>	<i>час</i>	4,5
<i>Минимальная длительность автономной работы (при 15-ти замерах азимута)</i>	<i>час</i>	1,5
<i>Максимальная длительность автономной работы (1 замер азимута)</i>	<i>час</i>	8

Длительность автономной работы «GYROMULTISHOT» зависит от количества произведенных замеров азимута, поскольку каждый замер связан с большим энергопотреблением из-за работы гиromотора. Так, один замер азимута, длительность которого около 5-ти минут, энергетически эквивалентен 0,5 часов работы забойного блока без замера азимута.

Следует отметить, что в качестве измерительного блока может быть использован любой забойный блок телесистемы «КУРС», не только гироскопический. Так, при использовании забойного блока с малым энергопотреблением «КУРС-30», время автономной работы сбросового

инклинометра составит более 2-х суток, однако при этом замер азимута будет действителен только в немагнитных трубах.

Наиболее интересным (помимо гироскопического) может быть использование в сбросовом инклинометре измерительного блока «КУРС-DM», оборудованного датчиком гамма-каротажа. Как бескабельное измерительное устройство оно может быть доставлено на забой скважины любой траектории, в частности, горизонтальной скважины (в составе бурильной колонны), и в процессе извлечения из скважины, обладая достаточным временем автономной работы, произвести не только полную инклинометрию, но и гамма-каротаж скважины. Дополнительная информация на сайте ЗАО «НТ-КУРС» [www.ntkurs.ru](http://www.ntkurs.ru)