© Д.А. Губанов, 2006

УДК 622.25; 62-82

Д.А. Губанов

СПОСОБ СИНХРОНИЗАЦИИ РАБОТЫ ГИДРОЦИЛИНДРОВ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПРОХОДЧЕСКОГО ЩИТА

Семинар № 20

В последнее время в связи с интенсивностью городского строительства, прокладкой новых и реконструкцией старых коммуникационных сооружений, значительно осложнилась технология выполнения работ по проходке капитальных и временных подземных сооружений.

При создании подземных сооружений в сложных инженерно-геологических условиях, несмотря на развитие технологии в области тоннелестроения, не решен целый ряд задач возникающих при выполнении подземных работ.

В исследовательских, проектных институтах проводятся поиски наиболее эффективных средств разработки забоев, крепления, контроля и сохранения направления подземных сооружений в сложных условиях городской застройки, насыщенной коммуникационной сетью. Сложность работ состоит в необходимости решения задач связанных с выполнением сложных и трудоемких операций в ограниченном рабочем пространстве.

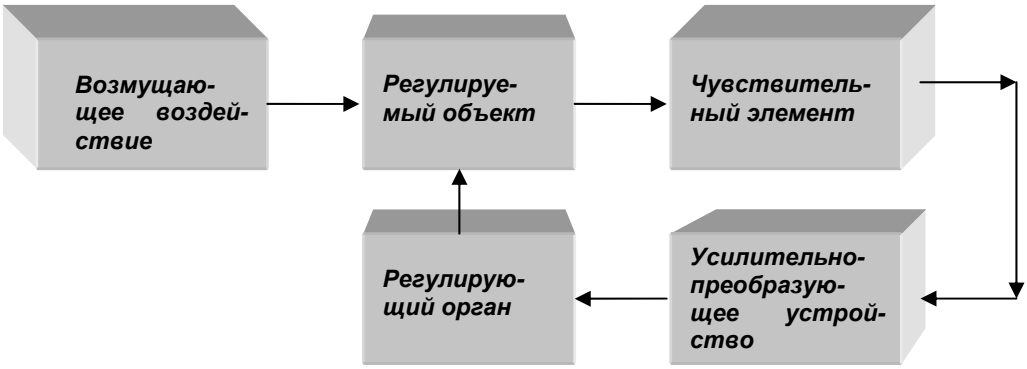
Щитовой способ проходки по сравнению с другими, в решении ряда основных проблем сооружения подземных горных выработок обладает рядом преимуществ:

- высоким уровнем технического оснащения технологических процессов;
- совмещение производства работ по выемке породы и возведению крепи;
- техникой безопасности проведения работ;
- управлением основными и вспомогательными устройствами комплекса.

Недостаток – значительный объем последовательно выполняемых операций, сложная организационно-технологическая схема выполнения работ.

Для контроля прямолинейного перемещения проходческого щитового комплекса возникает необходимость управления процессом равномерного выдвижения штоков гидроцилиндров перемещения. Добиться этого можно созданием системы синхронного управления движением штоков гидроцилиндров перемещения проходческого щита. Необходимость разработки такой системы объясняется тем, что в процессе проходки тоннеля из-за неравномерного сопротивления резанию горной породы по периметру ножевого кольца, происходит изменение прямолинейного перемещения щитового комплекса. Его выравнивание потребует дополнительных затрат времени и рабочей силы. Поддержание прямолинейного движения проходческого щита, возможно, осуществлять, используя систему синхронного перемещения гидроцилиндров.

Система синхронизации позволит снизить объем работ по определению положения щита, снизится время на выравнивание трассы проходки, повысится производительность и снизится себестоимость выполняемых работ.



Структурная схема синхронизации

Прямолинейное перемещение щитового комплекса предусматривает применение гидравлических цилиндров, расположенных по контору головной части проходческого щита и объединенной единой системой синхронизации. Работа основана на принципе гидравлического слежения. При появлении отклонений проходческого щита от прямолинейного движения, возросшее давление в одном гидроцилиндре повышает давление в другом до выравнивания щита.

Основной принцип действия система синхронизации по принципу из-менения усилия в рабочих цилиндрах при перекосе щитового комплекса методом регулирования количества поступающей в них жидкости. Данное регулирование можно осуществлять различными способами. Разработка новой системы синхронизации предполагает отказаться от синхронно работающих всех гидроцилиндров, а использовать в качестве последних четыре крайних рабочих. Эта возможность обусловлена тем, что в крайних рабочих цилиндрах при любой степени усилия внедрения головной части щита в горную породу, рабочее давление может быть различным. При этом в момент появления перекоса необходимо уменьшить подачу жидкости в крайнем гидроцилиндре и возобновить ее при исчезновении перекоса. Предполагаемый способ обеспечивает сохранение прямолинейного перемещения щитового комплекса во время рабочего хода при неравномерном нагружении ножевого кольца, благодаря поддержанию необходимого давления в гидравлических цилиндрах щитовой установки.

Перемещение поршня регулируется расходом жидкости подаваемой через напорный клапан, который также регулирует расход рабочей жидкости в гидроцилиндрах. Учитывая вышеизложенное, задача проектирования системы управления перемещением поршня гидроцилиндра решается при помощи напорного клапана, определяющего величину расхода рабочей жидкости.

Структурная схема системы синхронизации представлена на рисунке

Регулируемым объектом является ножевое кольцо щита. В качестве чувствительного элемента используем датчик положения. В качестве усилительно-преобразующего устройства применим дросселирующий распределитель. Регулирующий орган – напорный клапан гидроцилиндра.

Важным элементом алгоритма работы системы синхронизации является определение зависимости величины расхода жидкости в рабочем цилиндре от

положения ножевого кольца. Для этого необходимо ввести в схему контроллер, который будет обрабатывать информацию с датчиков положения и подавать сигналы на установку положения золотников в соответствующих дросселирующих распределителях. В результате управляемые клапаны будут открываться и закрываться на необходимую величину, подавая в гидроцилиндры определенное количество рабочей жидкости.

Расход жидкости в каждом гидроцилиндре управляется отдельно. Это решение обусловлено особенностями конструкции проходческого щита. Насосные установки располагаются в верхней части щитового комплекса, непосредственно вблизи напорных клапанов, регулирующих расход жидкости в гидроцилиндрах. Для повышения надежности работы системы синхронизации необходимо предусмотреть возможные аварийные ситуации. Например, повышение давления при выходе из строя гидроаппаратуры. При этом необходимо сигнализировать о повышении давления в соответствующих точках схемы и при необходимости отключить приводной электродвигатель для предотвращения аварийных ситуаций. Большинство систем перемещения щитовых установок основано на индивидуальном управлении гидроцилиндрами. Для облегчения управления проходческим щитом, нужно несколько видоизменить систему управления и для этого нам придется отказаться от управления всеми гидроцилиндрами. Управление можно будет осуществлять с помощью четырех гидроцилиндров. Такая система основана на применении специальных гидроцилиндров работающих синхронно.

При повышении сопротивления внедрения ножевой части щита, необходимо увеличить давление в одном из гидроцилиндров, снизить давление в другом цилиндре. Система синхронизации действует по принципу изменения давления в рабочей полости гидроцилиндров, за счет изменения расхода жидкости подаваемой в цилиндры. Таким образом, необходимо увеличь подачу рабочей жидкости к первому гидроцилиндру перемещения ножевого кольца и снизить подачу к другому.

Регулировать подачу рабочей жидкости можно распределительным клапаном, расположив его рядом с гидроцилиндром. Система синхронного управления движения штоками гидроцилиндров основана на постоянном измерении давления в каждом цилиндре тензионным датчиком и передачи информации к управляющему компьютеру, который отслеживает разность давления в цилиндрах и управляет системой клапанов на основании информации датчиков. Цилиндры, которые выдвигаются быстрее, будут приторможены или остановлены и тем самым произойдет выравнивание положения щитового комплекса в пространстве.

Такая система может работать в автоматическом и ручном режиме. То есть оператор может самостоятельно вручную переключать распределительный клапан тем самым, контролируя работу системы перемещения или же задать условия работы системы. При возникновении аварийной ситуации компьютер автоматически останавливает систему или останавливает любые из гидроцилиндров, которые уперлись в крепкую породу или другое препятствие, повлекшее перекос ножевого кольца.

Коротко об авторах

Губанов Д.А. – Московский государственный горный университет.

© Н.А. Артемьев, Ю.Н. Артемьева, 2006

УДК 622.24.054-82(24)/(061.6)

Н.А. Артемьев, Ю.Н. Артемьева

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ АГРЕГАТОВ РЕАКТИВНО-ТУРБИННОГО БУРЕНИЯ

Семинар № 20

За длительный период эксплуатации агрегатов реактивно-турбинного бурения (РТБ) подтвердились значительные преимущества этого способа по сравнению с зарубежными и отечественными способами бурения скважин большого диаметра, но, не смотря на многолетнее применение этого способа, его основные оборудования и инструменты не проходили модернизации и остаются такими же, как в начальный период его использования.

Основными направлениями усовершенствования агрегатов реактивно-турбинного бурения, на наш взгляд, является применение новых типов турбобуров в конструкции агрегата и разработка специального породоразрушающего инструмента, которая связана со сложным перемещением бурового долота на забое скважины из-за его участия в как относительном движении вокруг своей оси, так и в переносном – вокруг оси вращения агрегата, что, в свою очередь, приводит к увеличению динамических нагрузок, действующих на вооружение инструмента, а также увеличению его проскальзыванию по забою скважины.

В настоящее время основным типом турбобура для агрегатов РТБ является Т12РТ-240, который существенно уступает по вращающему моменту и мощности даже применяемому на раннем этапе развития реактивно-турбинного бурения турбобуру Т14М1-9¾”. Повышение эффективности данного способа бурения на прямую связано с этими характеристиками, т.к. мощность турбобура расходуется не только на разбуривание забоя, но и на вращение самого агрегата, т.е. на создание переносного движения долот. Поэтому сконструиро-ванный более 30 лет назад турбобур Т12РТ-240 устарел и должен быть существенно усовершенствован путем улучшения энергетической характеристики в направлении повышения момента и энергетической эффективности.

Опыт разработчиков турбобуров для бурения нефтяных и газовых скважин показал, что замена в серийном турбобуре 3ТСШ1-195 турбины 26/16,5 на новую А7П позволяет получить на номинальном режиме на частоте вращения 340–360 мин$^{-1}$ момент 2100 Н·м вместо 1700 Н·м при частоте вращения 420–440 мин$^{-1}$ у серийной турбины [1]. Сравнительные характеристики M–n и ΔP–n для серийной и новой турбины показаны на рис. 1. Указанные характеристики приведены при одинаковом расходе Q = 32 л/с. Причем в настоящее время существует тенденция в бурении нефтяных и газовых скважин к снижению расхода бурового раствора через турбобур, которое, во-первых, повысит уровень допустимого давления на насосе и, во-вторых, улучшить использование создаваемой им гидравлической мощности. Так, с переходом на Q = 28 или 24 л/с допустимое давление $P_{доп}$ повышается с

14,1 до 16,0 МПа, а пропорционально повышению $P_{доп}$ можно повысить момент силы на турбобуре. Что касается эффективности использования гидравлической мощности, то ее кардинальное улучшение может быть достигнуто именно на основе снижения расхода жидкости, циркулирующей в скважине.

Достаточный для работы агрегата РТБ большого диаметра расход рабочей жидкости не может обеспечить скорости восходящего потока в затрубном пространстве ствола большого диаметра для выноса крупных кусков разбуренной породы.

Если в обычном турбинном бурении поток рабочей жидкости совмещает функции энергоносителя и транспортировщика породы, то при реактивно-турбинном бурении стволов большого диаметра эти функции несовместимы.

Для очистки забоя от выбуренной породы и выноса ее на поверхность при бурении скважины большого диаметра существуют специальные приемы и средства: центральный или периодический эрлифт, эрлифт через дополнительную скважину, аэризация потока, шламоуловители.

Основным назначением потока рабочей жидкости при РТБ является подвод к агрегату мощности, достаточной для его устойчивой работы.

Дополнительными функциями являются эффективная очистка и охлаждение рабочих частей долот.

Значительной статьей расхода в затратах на бурение стволов способом РТБ является оплата за установленную мощность буровой установки, зависящую при ограниченных размерах труб, в основном от производительности насосов. Поэтому применяемые в агрегатах турбины должны обеспечивать эффективную работу забойного агрегата при ограниченных расходах потока рабочей жидкости.

Уменьшение расхода промывочной жидкости также позволит отказаться от применения бурильных труб большого диаметра, что обеспечит использование серийного оборудования для их свинчивания и, как следствие, даст возможность снизить сроки строительства скважин.

За последнее время специалистами НПО «Буровая техника» - ВНИИБТ за счет использования специальных методов проектирования лопаточного аппарата разработаны и внедрены новые турбины, экспериментальная отработка которых показала повышение их моментных составляющих мощности при снижении частотных. Имеющийся при этом рост давления вполне укладывается в соответствующие величины допустимого давления на насосе (табл. 1) [1].

Кроме того, разработаны новые односекционные бесшпиндельные высокомоментные турбобуры диаметром 280 и 320 мм для эффективной работы с шарошечными долотами и режущего типа гидромониторными долотами диаметром от 375 до 1000 мм (табл. 2) [2], которые позволят повысить эффективность работы агрегатов РТБ и в полной мере использовать все преимущества данного способа бурения скважин большого диаметра.

На основании изложенного можно утверждать, что турбобур, являющийся основным элементом агрегата реактивно-турбинного бурения и на протяжении многих десятилетий наиболее эффективным забойным приводом в массовом бурении, обладает значительным потенциалом для дальнейшего повышения результативности бурения.

Таблица 1

Тип турбины	Расход жидкости, л/с	Момент силы, Н·м	Частота вращения, мин$^{-1}$	Перепад давления, МПа
26/16,5-195	32	1600…1800	420…460	4,3…4,9
А7П5-Т2	28	1850…2000	380…410	5,3…5,9
А7П3-БК	24	2350…2700	270…300	6,2…7,2

Таблица 2

Параметры турбобура	ТБД-320	ТБД-280
Наружный диаметр,мм	320	280
Длина, мм	10000	10000
Масса, кг	5000	4500
Расход жидкости плотностью 1000кг/м^3, л/с	55	48
Частота вращения, об/мин	300	300
Момент силы, Н·м	3000	2700
Перепад давления, МПа	3,0	3,5

Вторым направлением повышения эффективности является создание специального породоразрушающего инструмента, учитывающего особенности кинематики работы долота забойного агрегата.

Авторы работы [3] считают, что специальные долота для РТБ должны обладать малой моментоемкостью и быть способны при ограниченных осевых нагрузках создавать высокие давления на контакте зубцов шарошек с породой забоя. Такие долота дадут возможность обеспечить эффективный процесс разрушения породы и при высоких частотах вращения реализовать большие мощности, необходимые для получения высоких механических скоростей бурения. По их мнению, при реактивно-турбинном бурении необходимо отказаться от применения многошарошечных долот, так как процесс разрушения характеризуется низкими контактными давлениями при взаимодействии зубцов шарошек с породой и малым временем контакта.

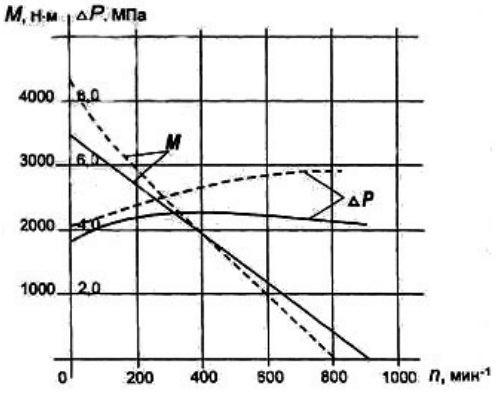


Рис. 1. Сравнительные M–n и σΔP – n характеристики серийной и новой турбин турбобура (число ступеней 330, жидкость-вода):
турбина 26/16,5
------ турбина А7П

При роторном бурении для повышения контактных давлений увеличивают осевую нагрузку на долото. При РТБ данный процесс лимитируется вращающим моментом, развиваемым турбобуром, поэтому при ограниченных моментах вращения, развиваемых турбобурами, единственный возможностью повышения давления на контакте зубцов шарошек с забоем для обеспечения эффективного процесса разрушения породы

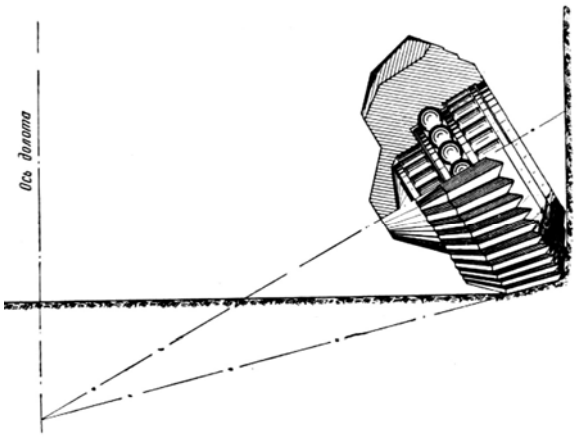


Рис. 2. Конструкция шарошки долота и схема формирования забоя

является переход от многошарошечных долот к двухшарошечным.

С другой стороны, из опыта применения РТБ при строительстве скважин большого диаметра известно [4], что при работе агрегата с породой контактируют только периферийные венцы зубьев долот, что позволяет с ограниченной общей осевой нагрузкой создавать контактные напряжения, достигаемые даже при самых форсированных режимах турбинного бурения обычных скважин. Для уменьшения сопротивления породы перемещению зубьев шарошки они должны иметь специальный профиль (рис. 2) со скосами, облегчающими движение зуба по выбоинам забоя при переносном движении долота.

Осевой люфт в опорах шарошек, соизмеримый с длиной перемещения зуба шарошки за время контакта с забоем, также способствует снижению сопротивления, которое необходимо преодолеть для переносного движения долот. В этом случае скольжение зуба по породе заменится скольжением опоры относительно шарошки, т.е. скольжением стали по стали.

Этим объясняется наблюдаемый на практике факт, когда отработанные в породах средней крепости долота с еще сохранившемся вооружением, но с разработанной опорой, при бурении агрегатом РТБ в крепких абразивных породах позволяют вести бурение при значительно больших осевых нагрузках и дают дополнительную проходку, чем новые долота [4].

На основе основных закономерностей процесса бурения агрегатами РТБ [4] до последнего времени требования к конструкции породоразрушающего инструмента не претерпели каких либо изменений и в процессе строительства скважин большого диаметра в зависимости от типа разрушаемых горных пород использовались трехшарошечные или шестишарошечные долота. Повышенные требования, связанные со спецификой данного способа, которое характеризуется низкой стойкостью бурильного инструмента из-за сильного зашламления забоя, вследствие большого диаметра скважин, а также участием инструмента в сложном движении, определили дальнейшие работы по его усовершенствованию.

Сотрудники РГУ нефти и газа имени И.М.Губкина [5], проанализировав более подробно условия взаимодействия вооружения породоразрушающего бурильного инструмента с забоем скважины при сложном движении, определили точки в траектории движения шарошки долота, в которых имеет место наибольшее проскальзывание, что позволило рассмотреть геометрию вооружения с точки зрения соответствия ее условиям бурения способом РТБ.

Вследствие наличия проскальзывания вооружение долота, связанного с

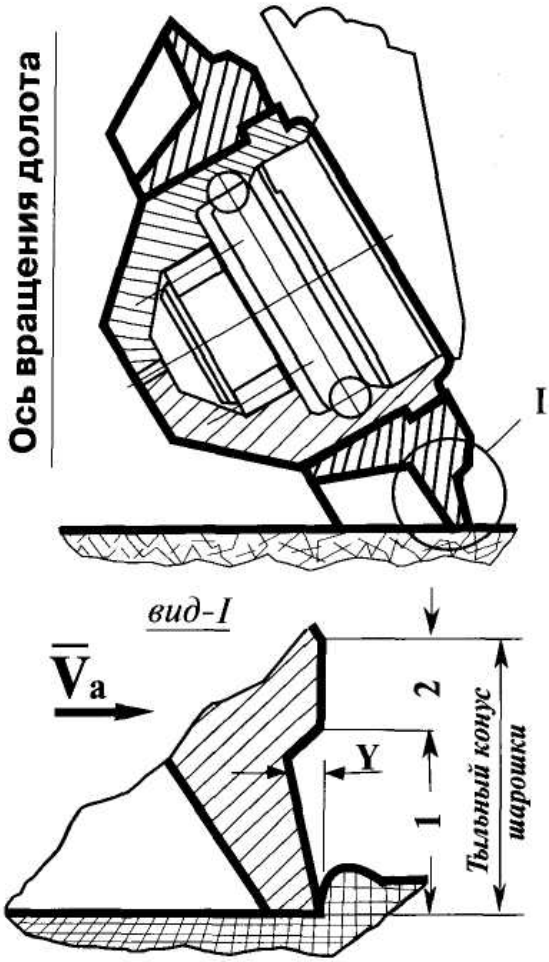


Рис. 3. Новая конструкция шарошки долота для РТБ

вращением агрегата, тыльный конус шарошек при реактивно-турбинном бурении участвует не только в калибровании диаметра скважины, но и в значительно большей степени в процессе разрушения породы забоя. Этот процесс разрушения породы на забое тыльным конусом шарошки при РТБ можно уподобить процессу строгания.

В связи с тем, что геометрия вооружения серийного инструмента не образует плоского забоя (рис. 2) и при проскальзывании шарошки в направлении вращения агрегата происходит отжатие ее от забоя, что приводит к дополнительному перекосу и возникновению вертикальных колебаний инструмента в процессе работы. В результате этого тыльный конус шарошек в начальный период работы долота не участвует в разрушении породы в зоне проскаль-зывания, что значительно снижает эффективность бурения.

Помимо этого, анализ вооружения серийного породоразрушающего инструмента после отработки его в агрегатах РТБ позволил сделать еще один важный вывод [5]. При работе данного инструмента, где бурение осуществляется с образованием плоского забоя, в начальный период происходит интенсивное изнашивание выступающего по отношению к горизонтальной плоскости части вооружения, расположенного ближе к вершине шарошки, а в последующий период работы происходит значительное снижение механической скорости вследствие снижения удельного давления, передаваемого режущими элементами вооружения на забой. Это объясняется тем, что площадка притупления зубчатых элементов становится неравномерной по ширине, т.е. в той части вооружения, которая расположена ближе к вершине шарошки, она имеет большую ширину, чем в части, расположенной ближе к тыльному конусу шарошки.

На основе данного анализа и многочисленных данных отработки долот различных типоразмеров авторы разработали геометрию вооружения породоразрушающего инструмента, максимально учитывающую особенности условий бурения агрегатами РТБ. Результатом этой работы явилось создание шарошки бурового долота для бурения в мягких породах способом РТБ с принципиально новой геометрией вооружения (рис. 3) [5].

Особенностями нового типа шарошки породоразрушающего инструмента стало образование геометрией вооружения плоского забоя, что позволит вооружению в процессе износа сохранять равномерную по ширине площадку притупления зубчатых элементов, и создание круговой проточки на тыльном конусе шарошки, повышающей режущий эффект тыльным конусом в процессе проскальзывания шарошки относительно забоя скважины при переносном движении долота вокруг оси агрегата.

Решение задач по усовершенствованию или использованию новых образцов турбобуров и специального породоразрушающего бурильного инструмента для различных типов горных пород позволит повысить эффективность и показатели реактивно-турбинного бурения при условии разработки технологии бурения с учетом возможностей новых конструкций агрегатов. А вышеизложенный материал показывает, что способ РТБ обладает значительным потенциалом для повышения эффективности и рационального его использования при строительстве скважин большого диаметра.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Будянский В.С.* Направление совершенствования техники турбинного бурения // Строительство нефтяных и газовых скважин. НТЖ. – 2003 – № 5. – с. 23-25.
2. *Будянский В.С., Чайковский Г.П.* Новые турбинные и турбинно-винтовые забойные двигатели // Бурение. Специальное приложение «Нефть и капитал». – 2001. – № 2. – С. 70-77.
3. *Иоаннесян Р.А., Рыбалка А.А.* Повышение эффективности реактивно-турбинного бурения стволов большого диаметра // Нефтяное хозяйство. – 1990. – № 10. – С. 29-34.
4. *Булах Г.И.* Основные закономерности процесса бурения агрегатами РТБ // Реактивно-турбинное бурение. Труды ВНИИБТ, вып. XVIII. – М.: Недра – 1967. – С. 21-34.
5. *Ясашин В.А., Сериков Д.Ю.* Буровое долото для РТБ // Бурение. – 2000. – № 4. – С. 15-21.

Коротко об авторах

Артемьев Николай Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Техника и технология нефтегазового производства»,
Артемьева Юлия Николаевна – аспирантка,

Московский государственный открытый университет.

© Л.Б. Хузина, М.С. Габдрахимов, 2006

УДК 622.24

Л.Б. Хузина, М.С. Габдрахимов

МЕТОДЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ ДОЛОТА

Семинар № 20

В последние десятилетия проводились различные лабораторные, промысловые и аналитические исследования работы бурильного инструмента [2]. Основные направления исследований были связаны с гашением колебаний, которые снижали стойкость долота, уменьшали срок службы элементов бурильной колонны. Разрабатывались и применялись различные демпфирующие механизмы - амортизаторы, гасители и отражатели колебаний. Однако, как признается многими учеными, без колебательных процессов невозможно углубление скважин и более обоснованной выглядит задача управления динамикой бурильного инструмента при проводке скважин

Остановимся на лабораторных исследованиях работы бурильного инструмента, связанных с динамическими нагрузками на долото, в частности с вибрацией. Изучением влияния вибрации на основные механические показатели бурения в теоретическом и экспериментальном аспекте занимались многие ученые.

Наиболее широкие экспериментальные исследования вибрации были проведены Ф.Ф. Воскресенским, А.В. Кичигиным, В.М. Славским, Ю.Н. Славским и Э.Д. Тагиевым. Исследование влияния частоты вибратора на скорость бурения, проводившиеся при всех постоянных параметрах, кроме числа оборотов вибратора, показали, что при бурении трехшарошечным долотом наложение вибраций на инструмент при статическом бурении значительно увеличивает скорость.

Вибрационное бурение приводит к существенному повышению скорости бурения. Для того, чтобы получить такие скорости при вращательном способе необходимо значительно повышать число оборотов инструмента и нагрузку на него, что существенно увеличивает износ шарошек и опор долота.

Вибробурение проводилось для различных горных пород, оказалось, что влияние вибрации на скорость бурения ослабевает с уменьшением прочности породы.

Как следует из экспериментальных исследований, вибрация долота является эффективным средством повышения скорости бурения в твердых породах. Это явилось основой для создания вибрационного или ударно-вращатель-ного бурения, которое начало развиваться учеными Г.И. Неудачиным, Л.Э. Графом, Ф.Ф. Воскресенским, Д.Д. Барканом, В.М. Славским, О.И. Тагиевым. Были созданы гидроударники как простого, так и двойного действия, вибромолоты и механические дебалансные вибраторы, повышающие производительность буровых работ в 2–3 раза.

Интерес к устройствам, способным регулировать динамическую нагрузку на долото проявляют и зарубежные ученые. Так, в работе [1] отмечается, что применение в забойной компоновке при наклонном бурении скважин со средним и большим углом кривизны устройства для создания нагрузки на долото позволило повысить механическую скорость бурения на 35 % в режиме проскальзывания и на 15 % в режиме вращательного бурения. Уменьшилось число поломок инструмента в скважине, особенно связанные с системами измерения параметров в процессе

бурения (MWD), каротажем (LVD) и забойными двигателями, в целом сократились неисправности на 40-50 %.

Применение усилителей нагрузки на долото обусловлено такими причинами, как: падение нагрузки на долото; прерывистое скольжение; чрезмерный вращающий момент в скважине, частые остановки забойного двигателя.

Как следует из приведенных в работе данных, финансовая выгода при включении в состав забойной компоновки усилителя нагрузки убедительно доказана. Это выражается в среднем увеличении механической скорости бурения в режимах проскальзывания и вращательного бурения на 35 и 15 % соответственно; в сокращении количества поломок забойного инструмента - примерно на 40-50 %.

Следовательно, из ранее проведенных лабораторных и промысловых исследований и зарубежного опыта видно, что воздействие динамических нагрузок и применение усилителей нагрузки на долото при бурении нефтяных скважин может оказывать положительное влияние на механическую скорость бурения и проходку и является эффективным методом регулирования динамической нагрузки долота.

Отметим, что управление динамической нагрузкой бурильной колонны может быть осуществлено одним из следующих способов:

1) применением регулирующих устройств (продольных, крутильных или поперечных колебаний) или специальных отражателей энергии, устанавливаемых в расчетных местах бурильной колонны;

2) использованием в компоновке бурильной колонны труб из сплавов с повышенными регулирующими свойствами;

3) применением эффекта отражения энергии на границе сталь-дюралюминий (сплав Д 16 Т), т.е. целенаправленным использованием ЛБТ.

4) использованием эффекта динамического регулирования специальным "чередованием" СБТ и УБТ.

5) предупреждением формирования ухабообразности забоя технологическими режимами (нагрузкой на долото, расходом жидкости и др.).

6) уменьшением сил трения колонны о стенки ствола скважины путем нейтрализации влияния продольных релаксационных автоколебаний на формирование ухабообразности забоя скважины.

Наибольшее распространение в промысловой практике из приведённых методов получили три основных способа[3]:

1. Установка в нижней части колонны регулирующих устройств для продольных, крутильных или поперечных колебаний или какой-либо комбинации их.

2. Применение технологического режима бурения, обеспечивающего минимальную амплитуду вибрации низа колонны.

3. Использование специальных составных компоновок бурильных колонн, основанных на эффектах акустического или динамического регулирования.

Однако, распространенные способы гашения продольных колебаний низа бурильного инструмента, даже при успешном использовании, приводят лишь к новой форме динамического равновесия, т.е. только к снижению амплитуды колебаний, а не к устранению их.

Предлагаемый метод направлен на целенаправленное нарушение взаимосвязи между продольными и крутильными колебаниями, предопределяемыми геометрическими параметрами ухабообразности забоя скважины, т.е. параметрами автоколебательной системы бурильная колонна - скважина.

Такой метод борьбы с ухабообразностью забоя может быть реализован с помощью специальных конструкций, например конструкций, создающих при продольном динамическом перемещении долота, дополнительно, переменный крутящий момент, вектор которого направлен противоположно вектору крутящего момента, вызываемого крутильными колебаниями долота от тангенциальной в направлении вращения составляющей реакции ухабов на шарошки. В результате, возникает относительное увеличение кинетической энергии внедрения зубьев долота в породу при разрушении ухабов, что приводит к постепенному выравниванию забоя скважины, а при возникновении ухабов - к их ликвидации.

Реализация описываемого способа выравнивания забоя приводит также к устранению наиболее вредных для процесса разрушения забоя и энергоемких грунтовых колебаний долота, что позволяет увеличить долговечность опор шарошек и других элементов бурильной колонны, снизить аварийность и повысить механическую скорость бурения скважины.

Для реализации предложенного метода перспективным является разработка специальных наддолотных виброусилителей, включающих в себя элементы или узлы, нарушающие синхронность автоколебаний бурильного инструмента. Такие элементы не требуют дополнительной разработки сложных по конструкции синхронизирующих механизмов с элементами обратной связи (с ухабообразностью забоя). Это позволяет, наряду с простотой эксплуатации, обеспечить простоту их конструкции и, соответственно, невысокую стоимость изготов-ления. Одним из таких направлений дифференцированного управления динамикой бурильного инструмента и является разработка серии наддолотных многоступенчатых виброусилителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Корлес А. Джайлс и Тони Сисахей В.Р., Джон В. Брукс* Smith International IHC.; Вилмарк Джонетти, Trinpet Services. Гидравлические усилители нагрузки повышают эффективность бурения // Нефтегазовые технологии. – 2002.- №1. – С.50-54.

2. *Балицкий В.П., Дранкер Г.И.* Коэффициент динамичности разрушения забоя при турбинном бурении вертикальных скважин.// Машины и нефтяное оборудование: Рефер. научн.-техн.сб.- М.: ВНИИОЭНГ, 1976.- № 12.- С. 15.

3. *Янтурин А.Ш.* Передовые методы эксплуатации и механика бурильной колонны.- Уфа: Башкирское книжное изд-во, 1988. - С. 168.

Коротко об авторах

Хузина Л.Б., Габдрахимов М.С. – Филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета в городе Октябрьском.