

# Совершенствование конструкции шарошечного расширителя-калибратора

Одним из способов создания верхнего интервала скважин большого диаметра, является бурение с образованием многоярусного ступенчатого забоя, формирование которого осуществляется за счет одновременного углубления скважины в нескольких плоскостях. В результате в нижней плоскости формируется центральный круговой забой меньшего диаметра, а выше один или несколько периферийных кольцевых.



*Дмитрий Юрьевич СЕРИКОВ – д.т.н., профессор, член-корреспондент РАЕН РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина, dr.serikov@rambler.ru*

**М**ногоярусный ступенчатый забой формируется в процессе бурения с применением технических средств, конструктивными особенностями которых являются: породоразрушающие элементы, вырабатывающие центральную часть забоя и породоразрушающие элементы, расширяющие ствол скважины. Наиболее распространенным вариантом такой компоновки является одновременное использование пилотного шарошечного бурового долота и наддолотного шарошечного расширителя.

Еще одним важным элементом компоновки низа буровой колонны является калибратор. Основная задача этого вспомогательного инструмента – поддержание требуемого диаметра скважины в течение всего процесса работы бурового инструмента. Это обусловлено тем, что по мере износа калибрующих поверхностей бурового долота происходит неминуемое уменьшение диаметра разбуриваемой скважины. В связи с этим при отсутствии специальных калибрующих устройств на заключительной стадии рейса долота

нижняя часть скважины формируется в виде постепенно сужающегося участка, требующего в последствии предварительного разбуривания новым долотом.

Это неминуемо приводит к повышенному и неравномерному износу вооружения буровых долот и как следствие увеличивает стоимость и сроки бурения скважин.

При определенных условиях бурения можно использовать гибридные конструкции, то есть совмещающих в себе как элементы расширителя, так и калибратора.

На сегодняшний день, у нас в стране и за рубежом существует большое количество конструкций различных видов и типов расширителей-калибраторов. Однако большинство из этих конструкций обладают рядом существенных недостатков:

- недостаточная стойкость вооружения основных породоразрушающих и калибрующих поверхностей, снижающих ресурс работы, как самого расширителя-калибратора, так и используемого с ним породоразрушающего бурового инструмента;
- недостаточная стойкость опорных узлов шарошек расширителей-калибраторов;
- сложность точной установки шарошек, при их замене в промышленных условиях, с целью получения заданного диаметра расширителя-калибратора;
- низкая эффективность, связанная с образованием «рейки» на боковых стенках скважины, что ухудшает ее качество и повышает затраты времени на спускоподъемные операции;
- невозможность поддержания номинального диаметра скважины в течение всего рейса из-за несбалансированности износа опорных поверхностей цапф, вкладышей и колец, в результате чего шарошечный расширитель-калибратор теряет диаметр.

Все это существенно снижает эффективность работы расширителей-калибраторов.

Таким образом, в настоящее время существует необходимость дальнейшего совершенствования этого вида бурового инструмента.

В связи с этим была разработана специальная конструкция шарошечного расширителя-калибратора позволяющая повысить эффективность работы данного вида бурового инструмента за счет увеличения разрушающей способности вооружения инструмента и обеспечения оптимальных условий для удаления разрушенной породы на поверхность.

Поставленный технический результат достигается тем, что в шарошечном расширителе-калибраторе, содержащем полый корпус с присоединительными резьбами на концах и продольными пазами на наружной поверхности, в которых на съемных осях, закрепленных параллельно продольной оси корпуса, установлены сменные шарошки с породоразрушающими и калибрующими венцами, согласно изобретению породоразрушающий венец каждой из шарошек выполнен с большим количеством зубьев по сравнению со смежным калибрующим венцом, при этом продольная плоскость симметрии каждого из зубьев калибрующего венца совмещена с осью вращения шарошки, а продольная плоскость симметрии каждого из зубьев породоразрушающего венца смещена относительно оси вращения шарошки в направлении вращения корпуса расширителя (рис. 1).

Достижению указанного результата способствует также и то, что:

- количество зубьев на породоразрушающем и смежном калибрующем венцах шарошки соотносятся между собой как простые числа;
- расширитель-калибратор снабжен жестко закрепленными в продольных пазах корпуса вкладышами с отверстиями под оси шарошек, причем поверхности вкладышей, обращенные к стенке скважины, армированы износостойкими вставками (рис. 2);
- корпус расширителя-калибратора выполнен с наклонными промывочными каналами, направленными между шарошками в сторону разрушаемого при бурении кольцевого уступа скважины и оснащенными сменными гидромониторными узлами.

Шарошечный расширитель-калибратор включает корпус 1 шарошки 2 с осями 3 и вкладыши 4. Корпус 1 выполнен с осевым каналом 5, присоединительными резьбами 6 на верхнем и нижнем концах, продольными пазами 7 на наружной поверхности для размещения шарошек 2 и расположенными между ними наклонными промывочными каналами 8, направленными в сторону образуемого расширителем-калибратором кольцевого уступа и оснащенными сменными гидромониторными узлами, размещенными в патрубках 9, приваренных к корпусу 1 расширителя-калибратора.

Шарошки 2 крепятся на осях 3 посредством пальцев 10, устанавливаемых в радиальных каналах 11 шарошек и совмещенных с ними кольцевых проточках 12 осей 3. Шарошки 2 совместно с осями 3 разъемно соединены с вкладышами 4 посредством гаек 13 с контрящими шайбами 14, а сами вкладыши 4 соединены с корпусом 1 жестко. Это позволяет осуществлять передачу осевой нагрузки от шарошек непосредственно на корпус 1 расширителя-калибратора.

Каждая шарошка 2 на своей боковой цилиндрической поверхности имеет один породоразрушающий венец 15, расположенный со стороны забоя и осуществляющий непосредственно разрушение кольцевого уступа, т.е. расширение скважины, а также по крайней мере один калибрующий венец 16, участвующий только в калибровке стенок скважины. Породоразрушающий венец 15 шарошки 2 выполнен с большим количеством зубьев, чем венец 16, причем количество зубьев

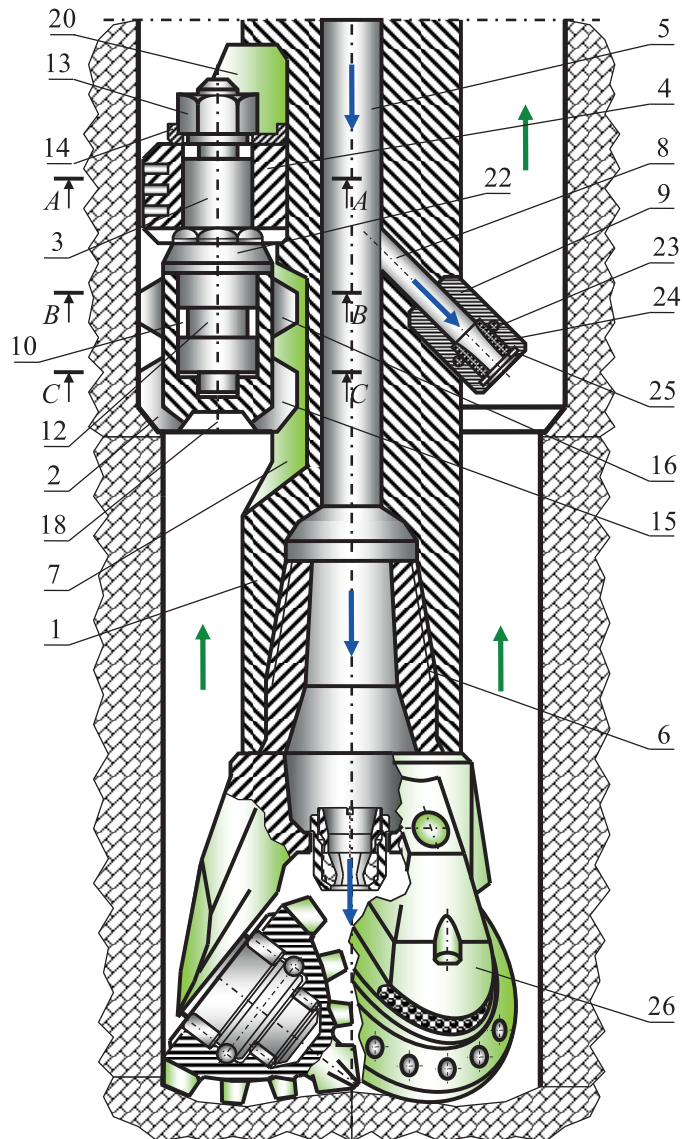


Рис. 1. Общий вид расширителя-калибратора в продольном разрезе

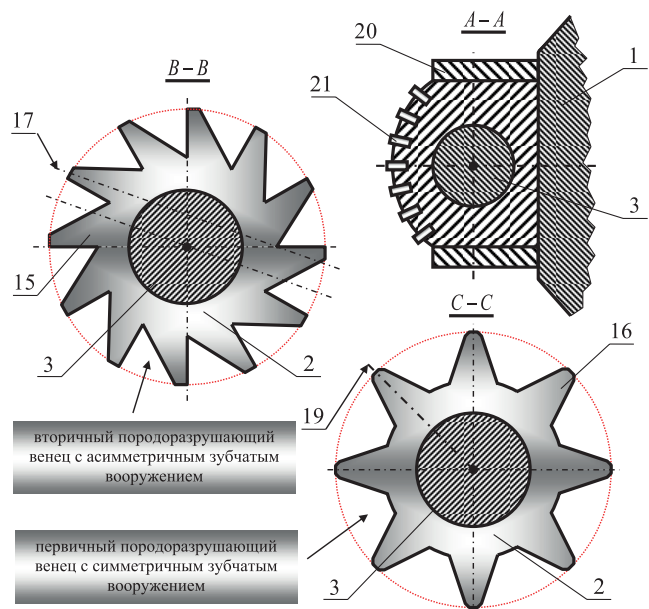


Рис. 2. Поперечные разрезы отдельных элементов шарошечного расширителя-калибратора



на венцах 15 и 16 соотносится между собой как простые числа. Так, например, при количестве зубьев на венце 16, равном 13, на венце 15 должно быть 17 или 19 зубьев. Это обеспечивает эффективное разрушение венцом 16 «рейки», которая формируется породоразрушающими венцами 15, имеющими на всех шарошках одинаковое количество зубьев. Причем с целью повышения эффективности разрушения породы, продольная плоскость симметрии 17 зубьев породоразрушающего венца 15 расположена с параллельным смещением относительно продольной оси 18 шарошки в сторону вращения корпуса 1, а у калибрующего венца 16 продольная плоскость 19 симметрии зубьев совмещена с продольной осью шарошки.

Такое выполнение венцов 15 и 16, с одной стороны, позволяет снизить энергоемкость процесса разрушения породы, а с другой стороны, упростить конструкцию и технологию изготовления шарошек, а, следовательно, и всего расширителя-калибратора.

Вкладыш 4 выполнен с двумя жестко соединенными с ним боковыми пластинами 20, посредством которых он крепится в пазах 7 корпуса 1, например, сваркой. Сам вкладыш 4 со стороны стенок скважины армирован износостойкими вставками 21, обеспечивающими дополнительную калибровку стенок скважины.

Ось 3 шарошки 2 в средней части выполнена с буртом 22, а в верхней части – с резьбой под гайку 13. Бурт 22 служит для восприятия нагрузки, передаваемой от шарошки 2, и защиты ее опоры от шлама, а гайка 13 с контрящей шайбой 14 – для фиксации оси 3 относительно корпуса 1.

Сменный гидромониторный узел включает насадку 23, уплотнительное кольцо 24 и стопор 25 для фиксации насадки 23. Выходная часть промывочного узла располагается выше нижнего торца шарошек 2. При этом каналы 8 выполнены под углом, обеспечивающим направление промывочной жидкости в сторону периферийной части забоя на кольце-вой уступ, образованный стенкой скважины и поверхностью забоя.

Данный расширитель может быть использован как совместно с пилотным долотом 26, так и самостоятельно непосредственно для расширения уже пробуренной скважины. В последнем случае к нижнему концу расширителя присоединяется пилотный направляющий наконечник (не показан). Монтаж расширителя-калибратора осуществляется в следующей последовательности. Вначале отдельно на осях 3 устанавливаются шарошки 2 посредством пальцев 10. После этого оси 3 с шарошками 2 с помощью гаек 13 фиксируются во вкладышах 4. После сборки гидромониторных узлов в патрубке 9 и присоединения к корпусу 1 пилотного наконечника или долота 26 расширитель-калибратор готов к работе.

Принцип работы расширителя-калибратора заключается в следующем. При вращении буровой колонны, на которой спускается в скважину расширитель-калибратор, шарошки 2 под действием осевой нагрузки и крутящего момента производят расширение скважины. При этом нижняя часть «рейки», образуемая породоразрушающими венцами 15, обеспечивает заданную кинематику вращения шарошек, а верхняя часть «рейки» ликвидируется калибрующими венцами шарошек и твердосплавным вооружением вкладышей 4, обеспечивая тем самым качественный ствол скважины. Породоразрушающий венец 15 каждой шарошки 2 благодаря выполнению его зубьев с плоскостями симметрии 17, расположенными с параллельным смещением относительно продольной оси 18 шарошки 2, осуществляет эффективное разрушение кольцевого уступа с обеспечением складывающего воздействия на породу вследствие их проскальзывания по обрабатываемой поверхности. Одновременно с этим калибрующий венец 16 входит в контакт со стенкой расширенной части ствола скважины и калибрует ее, разрушая «рейку», которая образуется на стенке скважины вследствие одинакового количества зубьев на всех породоразрушающих венцах 16. Эффективность разрушения «рейки» достигается также благодаря разному количеству зубьев на венцах 15 и 16 и выбору соотношения между ними как между простыми числами. Окончательную калибровку стенок скважины осуществляют износостойкие элементы 21 вкладышей 4, разрушающие породу фрезерованием. Разрушенная порода выносятся на поверхность промывочной жидкостью, подаваемой через промывочные каналы 8 и одновременно служащей для охлаждения зубьев шарошек 2. Такое выполнение расширителя-калибратора позволяет увеличить эффективность его работы, а именно проходку и механическую скорость, благодаря снижению энергоемкости процесса разрушения породы.

В случае необходимости шарошки расширителя-калибратора и промывочные узлы могут быть заменены непосредственно на буровой, что также позволяет повысить эффективность их использования и снизить стоимость буровых работ.

**Таким образом, применение предложенной конструкции шарошечного расширителя-калибратора, благодаря более рациональной геометрии вооружения и созданию благоприятных условий, как механических, так и гидравлических, для удаления шлама с поверхности кольцевого забоя скважин большого диаметра, позволит повысить проходку и скорость бурения скважин большого диаметра, и тем самым снизить себестоимость проведения буровых работ.**

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Ясашин В. А. Повышение эффективности породоразрушающего бурового инструмента конструкторско-технологическими методами. Докторская диссертация. Москва, 2009.
2. Гаек Я., Шидак Э. Теория ранговых критериев. – М.: Наука, 1971.
3. Вышегородцева Г. И., Васильев А. А., Сериков Д. Ю., Пути повышения эффективности очистки забоя при бурении шарошечными долотами // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2015. – №6. – С. 12–17.
4. Палий П. А. Буровые долота. Справочник / П. А. Палий, К. Е. Корнеев. – М.: Недра, 1971. – 445 с.
5. Ищук А. Г., Сериков Д. Ю. Шарошечный буровой инструмент. – М.: «МДМпринт», 2021. – 303 с.
6. Мокшин А. С. Шарошечные долота / А. С. Мокшин, Ю. Е. Владиславлев, Э. Л. Комм. – М.: Недра, 1971 – 216 с.
7. Васильев А. А., Вышегородцева Г. И., Сериков Д. Ю., Исследование влияния схемы промывки шарошечного бурового долота на очистку забоя скважины // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2015. – №5. – С. 25–28.