

- с высокой степенью достоверности определить азимутальное расположения исследуемого объекта в скважине;

-исключить поломку копирующих стержней в процессе спуска ее в скважину, а также деформацию и смещение магнитных стрелок при фиксации их в определенном положении.

Все это обеспечивает надежную работу печати и высокую информативность скважинных исследований.

Литература

1. Пустовойтенко И.П. Предупреждение и ликвидация аварий в бурении. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1988. – 279 с.
2. Авт. свид. СССР № 1506099. МПК Е 21В 47/09. Скважинная печать/ Питерский В.М., Гой В.Л., Панин Н.М, и др. Заявл 29.09.87. Оpubл.07.09.89. Бюл.№ 33.
3. Пат. 33779 Россия. 7МПК Е21В 47/09. Скважинная печать/ Брылин В.И., Рыбаков Ю.А. Заяв.30.06.2003. Оpub.10.11.2003. Бюл. № 31

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ УГЛУБКИ ЗА ЦИКЛ ПРИ БУРЕНИИ ТРЕЩИНОВАТЫХ И РАЗРУШЕННЫХ ПОРОД КОМПЛЕКСАМИ ССК-59

В.И. Брылин

*Национальный исследовательский Томский политехнический
университет, г. Томск, Россия*

Величина проходки за цикл является одним из важнейших факторов, определяющих эффективность бурения снарядами со съемными керноприемниками.

На вспомогательные операции, связанные со спуском и подъемом керноприемника, затрачивается в зависимости от геологотехнических условий бурения в течении цикла от 15 до 30% от общих затрат времени на бурение скважины [4].

Кроме того, при бурении снарядом ССК-59 полезная длина съемного керноприемника используется далеко не полностью. Как правило, большое количество циклов заканчивается преждевременно в результате самозаклинивания керна в керноприемной трубе. В

зависимости от условий бурения коэффициент наполнения керноприемной трубы (отношение средней проходки за цикл к полезной длине керноприемника) в сильнотрещиноватых и разрушенных породах может снижаться до 30% и менее.

При этом количество полных циклов (выход керна 100%) составляет не более 25–50%, а 10–20% циклов имеют длину цикла менее одного метра. Эти данные свидетельствуют, что увеличение проходки за цикл является одним из важнейших резервов эффективности применения снарядов со съемными керноприемниками. В большинстве случаев уменьшение длины рейса связано со срабатыванием сигнализатора подклинивания, что свидетельствует о самозаклинке керна внутри керноприемника. В большинстве случаев самозаклинивание керна происходит при бурении трещиноватых и разрушенных пород за счет попадания мелких кусочков породы между столбиком керна и трубой или при раскалывании керна под острым углом к оси скважины и расклинивании его по образовавшимся плоскостям.

На величину проходки за цикл и увеличение длины цикла существенное влияние могут оказывать следующие факторы: режимные параметры (частота вращения снаряда, осевая нагрузка) и устойчивость наружной колонковой трубы (центрирование в процессе бурения), качество внутренней поверхности керноприемной трубы (чистота обработки и твердость), наложение продольных и поперечных колебаний на керноприемную трубу в процессе бурения (или эпизодически при начале подклинивания керна), обеспечение сброса жидкости из внутренней трубы в процессе ее заполнения керном, обеспечение восходящего потока жидкости внутри керноприемной трубы и др.

Совместное действие осевой нагрузки и центробежных сил, вызванных вращением снаряда, может привести к потере устойчивости наружной колонковой трубы и ее изгибу в скважине [6]. Изгиб колонковой трубы в процессе бурения значительно ухудшает условия сохранения керна: за счет малого зазора между наружной и внутренней трубами ($\delta = 1,7$ мм) керноприемная труба касается в таких условиях стенки колонковой трубы и, в свою очередь, также изгибается, а это приводит к ее вращению и вибрации. Указанные процессы способствуют разрушению керна и его самозаклиниванию.

Исследования показали [2], что в диапазоне использованных нагрузок (от 600 до 2000 даН) и частот вращения (от 200 до 1200 об/мин) частота вращения оказывает на устойчивость колонкового набора значительно большее влияние, чем осевая нагрузка. Из имеющихся в комплекте ССК-59 колонковых наборов только один длиной 2,5 м сохраняет устойчивость во всем диапазоне исследований.

Повышение устойчивости колонковой трубы возможно либо с применением промежуточных центраторов с твердосплавной наплавкой, устанавливаемых таким образом, чтобы длина отдельных участков наружной колонковой трубы не превышала критической длины, либо с использованием в качестве наружной колонковой трубы снаряды с большей жесткостью [9]. Жесткая компоновка позволяет использовать рациональные режимные параметры, в результате чего получены максимальные механические скорости бурения и повышен выход керна. Повышение механической скорости ведет к снижению времени нахождения керна в керноприемной трубе, а, следовательно, к снижению вероятности его разрушения и самоподклинивания.

Было отмечено [4], что увеличение механической скорости от 2 до 8 м/ч привело к повышению коэффициента заполнения керноприемника за цикл от 31 до 76%.

Вероятность самозаклинивания керна в керноприемной трубе во многом зависит от качества ее внутренней поверхности (чистота обработки и твердости материалов), т.е. от сопротивления продвижению керна. Чем меньше будет сила трения между керном и трубой, тем меньше вероятность самозаклинивания керна в процессе бурения.

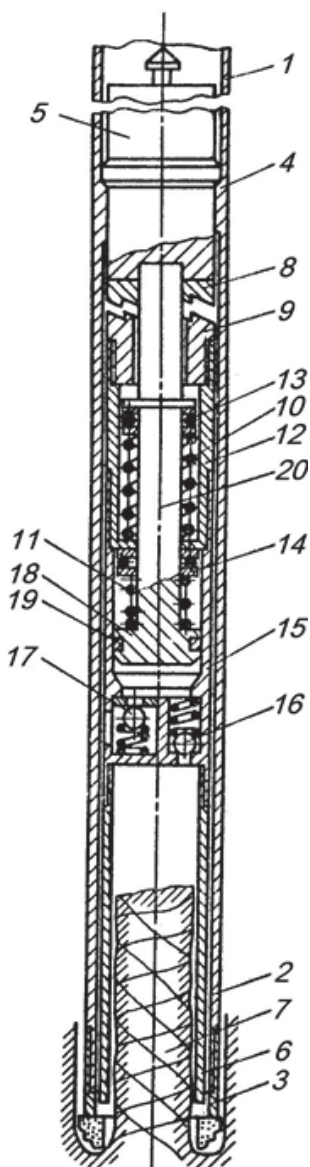


Рис. Колонковый снаряд со съёмным керноприемником:

1 – бурильная колонна; 2 – наружная колонковая труба, 3 – коронка, 4 – ограничитель, 5 – стопорный узел, 6 – съёмный керноприемник, 7 – керн, 8 – верхняя полумуфта, 9 – нижняя полумуфта, 10, 11 – пружины, 12 – корпус нижней полумуфты, 13, 14 – подшипники, 15 – корпус поршневого насоса, 16 – всасывающий клапан, 17 – клапан нагнетательный; 18 – поршень насоса, 19 – манжет, 20 – шток

Выпускаемые керноприемные трубы для ССК-59 имеют внутреннюю поверхность со средней высотой неровностей 0,4–,8 мкм. В процессе эксплуатации качество внутренней поверхности керноприемных труб постепенно снижается: появляются царапины, вмятины, увеличивается кривизна, что приводит к снижению проходки за цикл.

ВИТР [3] исследовал влияние износа керноприемной трубы на величину проходки за цикл. В работе находилось попеременно два керноприемника – новый и использованный, проходка на который составила 400–500 м. Было показано, что применение нового керноприемника с ненарушенной внутренней поверхностью приводит к повышению углубки за цикл в среднем в 1,5 раза по сравнению с изношенным керноприемником.

Следовательно, повышение стойкости (твердости) внутренней поверхности керноприемника и чистоты ее обработки должно увеличить проходку за цикл. Для этого было предложено обрабатывать внутреннюю поверхность керноприемника путем протягивания стального дорна с помощью цепного волочильного стана.

После обработки качество внутренней поверхности значительно улучшилось: класс шероховатости повысился до 10-го (средняя высота неровностей 0,10–0,12 мкм). Твердость за счет образования наклепа повысилась на 10%. Показано, что проходка за цикл обработанными дорном трубами возросла в среднем от 3,05 до 4,55 м при бурении слабо- и сильнотрещиноватых пород.

Для увеличения длины цикла бурения весьма эффективно наложение продольных или поперечных колебаний (вибраций) на керноприемную трубу. Мелкие кусочки кернового материала, которые обычно заклинивают столбики или крупные куски керна можно

рассматривать как сыпучий материал. Если им придать вибрационные движения, уменьшится сила трения между керном и внутренней поверхностью керноприемной трубы, что значительно облегчит ее продвижение по керну и увеличит длину цикла за счет ликвидации подклинивания, но одновременно снижает выход керна за счет его разрушения при вибрациях керноприемной трубы [7].

Для повышения длины цикла и одновременно получения сравнительно высокого выхода керна был разработан снаряд ССК-59ЭВ [5], позволявший при передаче на керноприемную трубу поперечных колебаний создать с помощью эжектора восходящий поток жидкости в керноприемной трубе. Однако постоянно в течении всего цикла наносимые вибрации разрушают керн, снижая его выход. В тоже время, по проведенным расчетам видно, что при минимальных расходах рабочего потока жидкости $Q = 15$ и 19 л/мин гидравлическое сопротивление между колонковой и керноприемной трубами превышает допустимую для работы эжектора величину, в результате чего эжектор «переворачивается» и жидкость начинает поступать в керноприемную трубу сверху, а не отсасывается, что ведет к подклиниванию и снижению выхода керна.

Нами предложено [8] для создания восходящего потока в керноприемной трубе установить погружной насос при использовании в качестве механического двигателя погружного вибратора, включавшегося в работу только при подклинивании керна.

Колонковый снаряд (рис.) содержит бурильную колонну 1 с наружной колонковой трубой 2 и коронкой 3. Внутри колонковой трубы 2 на ограничителе 4 установлен съемный керноприемник 5 со стопорным узлом 5, керноприемной трубой 6 и механическим вибратором в виде двух кулачковых полумуфт 8 и 9. Полумуфта 8

закреплена на стопорном узле 5, а полумуфта 9 подпружинена пружинами 10 и 11 через корпус 12, взаимодействующий с ними через подшипники 13 и 14.

Полумуфта 9 корпусом 15 соединена с керноприемной трубой 6, при этом корпус 15 является корпусом поршневого насоса, имеющего клапаны 16 и 17. Внутри корпуса установлен поршень 18 насоса с манжетой 19, который в свою очередь штоком 20 соединен со стопорным узлом 5.

Полумуфта 9 корпусом 15 соединена с керноприемной трубой 6, при этом корпус 15 является корпусом поршневого насоса, имеющего клапаны 16 и 17. Внутри корпуса установлен поршень 18 насоса с манжетой 19, который в свою очередь штоком 20 соединен со стопорным узлом 5

После спуска снаряда на забой подают промывочную жидкость, которая поступает по бурильной колонне 1 и межтрубному пространству между колонковой трубой 2 и съемным керноприемником на забой, затем по затрубному пространству на дневную поверхность.

После этого включают вращение снаряда, создают осевую нагрузку на забой и производят бурение с отбором керна. Керн 7 поступает внутрь керноприемной трубы 6. При бурении трещиноватых и разрушенных пород зачастую происходит подклинивание керна его частицами в керноприемной трубе 6. При этом коронка 3 с колонковой трубой 2 продолжает, разрушая горную породу, углубляться, а керноприемная труба 6, не вращаясь, остается на месте. Так как узел 5 керноприемника закреплен в колонковой трубе 2 и не позволяет перемещаться без ограничения съемному керноприемнику вверх, происходит сжатие пружины 10 и не вращающаяся полумуфта 9 соприкасается с полумуфтой 8, вращающейся вместе с колонковой трубой 2.

При соединении вращающейся и невращающейся полумуфт происходит их проскальзывание по наклонным плоскостям и соскакивание по вертикали. В результате происходят продольные колебания всей части съемного керноприемника, связанной с полумуфтой 9 механического вибратора. За счет этих продольных колебаний керноприемной трубы происходит встряхивание керна и шлама внутри керноприемника и частичная ликвидация подклинивания. Кроме того, при взаимном перемещении корпуса 15 поршневого насоса и поршня 18 в подпоршневой части корпуса создается разрежение (при движении корпуса 15 вниз), в результате чего жидкость из керноприемной трубы 6 поступает через клапан 16 в подпоршневую часть насоса, а при движении корпуса 15 вверх вытесняется через клапан 17 из подпоршневой части в межтрубное пространство. Это взаимное перемещение корпуса 15 обеспечивает создание восходящего потока внутри керноприемной трубы 6.

Результаты лабораторных исследований преследовали цель оценить основные параметры – всасывающую способность насоса и скорость восходящего потока в керноприемной трубе при различной скорости срабатывания насоса, определяемой частотой вращения снаряда при работающем вибраторе, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Исследования параметров насоса в зависимости от частоты вращения снаряда

Параметры	Частота вращения, об/мин		
	155	390	680
Расход восходящего потока жидкости внутри керноприемной трубы, л/мин	2,3	4,6	8,9
Скорость восходящего потока жидкости между внутренней стенкой керноприемной трубы и керном (расчетный диаметр керна 35 мм), м/с	0,34	0,68	1,31

Из таблицы 1 видно, что данная конструкция насоса с механическим вибратором обеспечивает необходимую скорость восходящего потока (0,3 – 0,5 м/с) при частоте вращения снаряда $n \geq 150$ об/мин.

Проведенные лабораторные испытания подтвердили работоспособность снаряда с поршневым насосом и механическим вибратором в качестве двигателя насоса.

После проведения лабораторных исследований был изготовлен насос ПВН-01 для проведения полевых испытаний, которые проведены в Огневской партии Усть-Каменогорской ГРЭ.

Целью полевых испытаний являлись оценка работоспособности, технологичности в эксплуатации, надежности работы насоса ПВН-01, выявления слабых узлов, сравнительная оценка показателей работы ССК-59 с ПВН-01 и без него.

Бурение производилось в алевролитах IX категории по буримости, песчанниках (X категория) и их переслаивания. Угол падения пород 70° . Породы от трещиноватых (5–15 кусков на метр керна) до сильнотрещиноватых и разрушенных (более 15–70 кусков на метр).

Бурение осуществлялось станком ЗИФ-650М, снарядом ССК-59 с коронками К-01-2. Погружной вибрационный насос был установлен между керноприемной трубой и механическим вибратором съемного керноприемника. Корпус колонковой трубы наращен специальным переходником с центратором. Режимы бурения поддерживались в пределах, которые используются и без ПВН-01: осевая нагрузка – 460–1000 даН, частота вращения до 800 об/мин, расход промывочной жидкости – 10 л/мин, давление промывочной жидкости в процессе бурения 1,0–1,6 МПа. В качестве промывочной жидкости использовалась вода.

Таблица 2

Результаты сравнительных испытаний

Интервал бурения, м	Тип бурового снаряда	Всего пробурено, м	Средняя длина цикла	Средний выход керна, %
135,5-166 203-207,2	ССК-59 с вибратором	34,7	2,07	84
166-203	ССК-59 с ПВН-01	37	2,3	87

Из таблицы 2 видно, что установка насоса ПВН-01, создающего восходящий поток жидкости внутри керноприемной трубы ССК-59, позволила увеличить длину цикла на 10% при некотором повышении выхода керна. Кроме того, отмечено, что в керноприемной трубе (при бурении с ПВН-01) накапливается значительное количество шлама размером до 8–10 мм, которого при бурении ССК-59 без ПВН-01 не наблюдалось, что подтверждает создание восходящего потока в керноприемной трубе погружным насосом.

Литература

1. Арбит В.С. Исследования и разработка методики расчета эжекторных буровых устройств: Дисс. на соиск. кан. технич. наук. Томск, 1974. –204.
2. Большаков В.В., Литвин Н.А., Лисянский В.И. Бурение с применением ССК-59 // Разведка и охрана недр. – 1982. – №9. – С. 54 – 57.
3. Гинзбург И.М. Влияние качества внутренней поверхности керноприемной трубы на величину проходки за цикл при бурении ССК-59 / Л.: ОНТИ ВИТР. – 1978. – Вып. 122. – С. 35 – 37.
4. Гинзбург И.М. Влияние параметров режима бурения на величину проходки за цикл снарядами со съемными керноприемниками // Л.: ОНТИ ВИТР. – 1978. – Вып. 122. – С. 33 – 36.
5. Методыэ., технология и организация буровых работ с использованием съемного инструмента / В.П. Онищин, Г.А. Блинов. В.Г. Вартыкян, Д.Н. Плавский. – Л.: Недрa, 1990. – 268 с.
6. Михеев Н.Н. О длине двойных колонковых труб для алмазного бурения / Л.: ОНТИ ВИТР. – 1968. – Вып. 104 – С.34 – 37.
7. Орехов В.А. Механический вибратор керноприемной трубы. – В кн. Техника и технология разведочного бурения. – Алма-Ата: ОНТИ КазИМС. – 1974. – Вып. 2. – С. 61 – 63.

8. Пат. 1466306. Россия. МКИ Е 21 В25/02. Колонковый снаряд. Брылин В.И., Пикунов С.В. Заявлено 26.03.1987. Бюл. № 30. – 1996.
9. Технология бурения комплексом ССК-59 с применением жесткой компоновки ЖК-840-7. – Инфор. листок ВК ЦНТИ.: Усть-Каменогорск, 1983 г. – 4 с.
10. Уржумов А.И. Механический вибратор для ССК//Разведка и охрана недр. – 1986. – № 4. – С. 33 – 35.

ВОЗМОЖНОСТЬ КОМБИНИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНО-МЕХАНИЧЕСКОГО СПОСОБА БУРЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

**В.Ф.Важов, С.Ю.Дацкевич, М.Ю.Журков, В.М.Муратов,
Джеффрис Б.**

*Национальный исследовательский Томский политехнический
университет, г. Томск, Россия*

В настоящее время нет универсального способа, обладающего способностью разрушать горные породы различной крепости с достаточной высокой эффективностью. Неизбежным недостатком наиболее распространенных механических способов разрушения являются высокие удельные энергозатраты, малая стойкость и высокий износ породоразрушающего инструмента, ярко выраженная зависимость показателей разрушения от крепости породы.

Весьма перспективным является электроимпульсный (ЭИ) способ разрушения и бурения горных пород, предложенный и разрабатываемый в Томском политехническом университете (Россия) [3,5]. Разрушающим инструментом ЭИ способа является плазма канала разряда в толще породы. В самой сущности ЭИ способа заложена возможность достижения более высокой эффективности разрушения в сравнении с механическими способами.

Каждый отдельно взятый способ разрушения обладает определенными недостатками и не является универсальным. Комбинируя, объединяя различные способы, получают новые. При этом удается устранить некоторые недостатки и сохранить достоинства, в