

УДК 622.24.051

**А.М. Бочковский** канд. техн. наук, **А.О. Казьмин**

*Институт сверхтвердых материалов им. Бакуля НАН Украины, г. Киев*

### МЕТАЛЛОУЛОВИТЕЛИ-КАЛИБРАТОРЫ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ

*The conditions of lifting metal fraction of boring solids were defined. The new construction of metalcaptor-kalibrator was proposed. The tools sized 118-292 mm were fabricated and tested with positive effect.*

В процессе разрушения горной породы и износа бурового инструмента на забое скважины образуется шлам, содержащий крупные частицы твердой породы, с включением стальных и твердосплавных элементов. Такой шлам приводит к разрушению вооружения шарошечных и особенно алмазных долот.

Скорость подъема бурового раствора в стволе скважины при средних расходах составляет 0,8 – 1,2 м/с. Для отрыва металлических частиц от забоя скорость подъема раствора должна превышать скорость погружения этих частиц в растворе, которая определяется по формуле [1]:

$$\omega = \alpha k \sqrt{\left(\frac{\gamma_n}{\gamma} - 1\right) d} \quad (1)$$

где  $\alpha$  – коэффициент, зависящий от площади кольцевого зазора в затрубном пространстве ( $\alpha=1,1-1,3$ );  $k$  – коэффициент обтекания. Зависит от формы и размеров частиц, для шаров  $k = 40$ , для кубиков – 30, если  $d$  в см, крайние пределы  $k = 18-52$ ;  $\gamma_n$  – удельный вес породы в г/см<sup>3</sup>;  $\gamma$  – удельный вес глинистого раствора, выходящего из скважины в г/см<sup>3</sup>;  $d$  – средний диаметр частиц в см.

Расчетные значения скорости погружения твердосплавных частиц шаровидной формы показаны на рис. 1. Расчет производился для бурового раствора плотностью 1,25 г/см<sup>3</sup>.

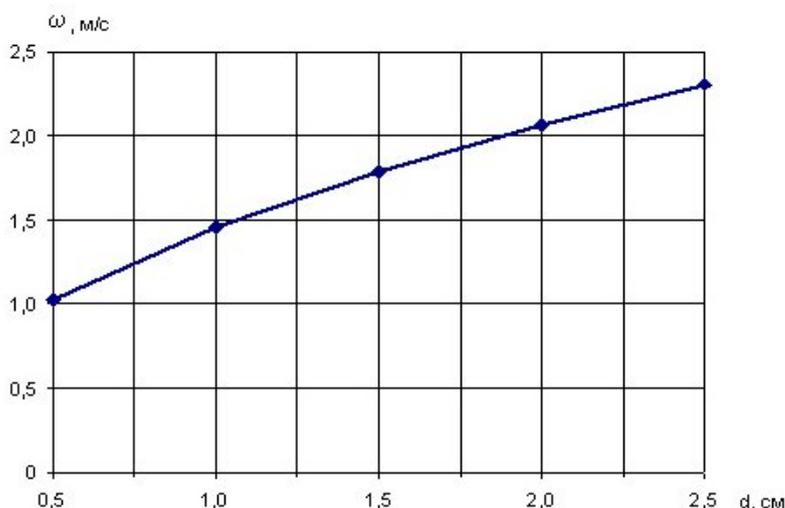


Рис. 1. Зависимость скорости погружения частиц твердого сплава от их размера

Вследствие того, что скорость погружения частиц (1,0 – 2,3 м/с) значительно выше скорости подъема бурового раствора (0,8 – 1,2 м/с) вынос тяжелых частиц на дневную поверхность не возможен.

Для очистки забоя от крупного шлама и металла на практике используют вспомогательные буровые инструменты следующих типов: пауки, магнитные и гидравлические уловители (металлошламоуловители)

Пауки (рис. 2, а) применяют для подъема с забоя скважины крупных предметов.

Магнитные уловители (рис. 2, б) предназначены для извлечения из скважины предметов обладающих ферромагнитными свойствами и представляют собой систему магнитов, иногда совмещенную с фрезерным вооружением. При включении магнита фрезер-ловитель притягивает металлические предметы к полюсу ловушки, после чего производят подъем буровой колонны и очистку уловителя.

При работе уловителями описанных конструкций требуются дополнительные спуско-подъемные операции, что снижает рейсовую скорость бурения.

Более совершенными являются гидравлические металлошламоуловители. Принцип их действия основан на переменной площади поперечного сечения восходящего потока бурового раствора, благодаря чему обеспечивается и высокая скорость для подъема частиц с забоя скважины, и выпадение их в ловильную корзину при падении скорости.

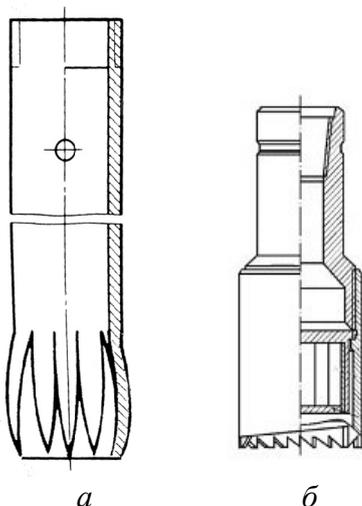


Рис. 2. Схемы вспомогательных инструментов для очистки забоя от металла: а – трубный паук, б – магнитный фрезер-ловитель

Известны металлошламоуловители различной конструкции (рис. 3).

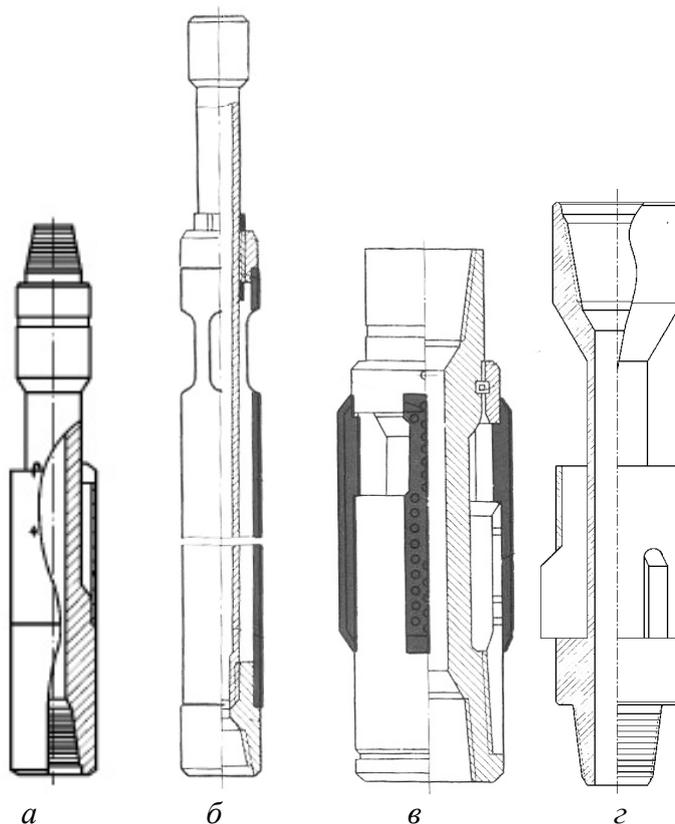


Рис.3. Схемы гидравлических уловителей различной конструкции

На рисунке 3, *а* показан уловитель трубной конструкции [2], корпус которого изготавливается из утяжеленной бурильной трубы (УБТ), корзина — из обсадной трубы. Эта конструкция широко применяется благодаря унифицированным составным частям и простоте изготовления. Однако надежность такого уловителя довольно низкая. Для улавливания поднятых частиц необходимо уменьшать площадь поперечного сечения инструмента над ловильной корзиной, что вызывает утончение стенок УБТ и приводит к снижению прочности. Эта проблема характерна для всех уловителей, изготавливаемых из стандартных труб. К другим недостаткам относится деформация кожуха ловильной корзины, что приводит к нарушению гидравлического режима и, как следствие, к частым поломкам инструмента. Некоторые предприятия [3] самостоятельно изготавливают корпуса МШУ, обеспечивая удовлетворительную толщину стенок корпуса. Однако стойкость конструкций остается невысокой.

На рис. 3, *б* показан МШУ-3 конструкции ВНИИБТ [4]. Инструмент изготавливается из бурильной трубы с верхним резьбовым соединением. Нижнее резьбовое соединение съемное, что обеспечивает возможность чистки уловителя. Кожух фиксируется с помощью насадной резьбовой втулки. Длина инструмента — 8 метров, что обеспечивает большую глубину корзины, но усложняет эксплуатацию устройства. Использование в качестве корпуса стандартной бурильной трубы ограничивает радиальный размер ловильной корзины, что способствует снижению эффективности работы. Наличие дополнительных резьбовых соединений снижает долговечность и надежность инструмента.

Предпринимались попытки создания устройства, совмещающего функции уловителя и калибратора. Калибратор-металлошламо-уловитель (КМШУ) конструкции ВНИИБТ [4] состоит из корпуса, на который навинчивается кожух с приваренными к нему лопастями (рис. 3, *в*). Вверху кожух фиксируется гайкой и пружинным кольцом. Калибрующие элемен-

ты такой конструкции подвержены быстрому износу. Использование дополнительных резьбовых соединений и пружинных элементов снижают срок службы инструмента. В силу перечисленных недостатков конструкция широко не применяется.

На рис. 3, з показан КМШУ конструкции института Гипростокнефть [2]. В качестве корпуса инструмента также используется УБТ. Короткие калибрующие лопасти не обеспечивают достаточной стабилизации и приводят к преждевременному снижению скорости потока в области кожуха. В литературе [1, 3, 4] описываются схожие технические решения, однако в силу недостаточной надежности и эффективности они также широко не применяются. Таким образом, задача создания универсального металлошламоуловителя не была решена оптимально.

В Институте сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины разработана и защищена патентом [6] новая конструкция металлоуловителя-калибратора (МУК) (рис. 4), обеспечивающая достаточную прочность устройства и эффективный подъем металла и шлама.

Инструмент состоит из верхнего и нижнего замковых соединений, между которыми размещен ствол с калибрующими элементами и ловильной корзиной. Калибрующие элементы выполнены в виде отдельных лопастей жестко связанных со стволом и замковыми соединениями. Ловильная корзина образована емкостями, расположенными между калибрующими элементами. При этом емкости наклонены к калибрующим элементам на некоторый угол  $\alpha$ , что уменьшает их абразивный износ. Лопастей в области карманов имеют проемы, позволяющие шламу равномерно распределяться по всему объему корзины. Это способствует стабилизации инструмента относительно оси колонны. Отверстия, выполненные на уровне края корзины и выше (рис. 4), создают круговые завихрения бурового раствора и способствуют захвату шлама в ловильную корзину. Оснащение калибрующих поверхностей алмазотвердосплавными вставками обеспечивают стойкость инструмента 500 – 1000 ч.

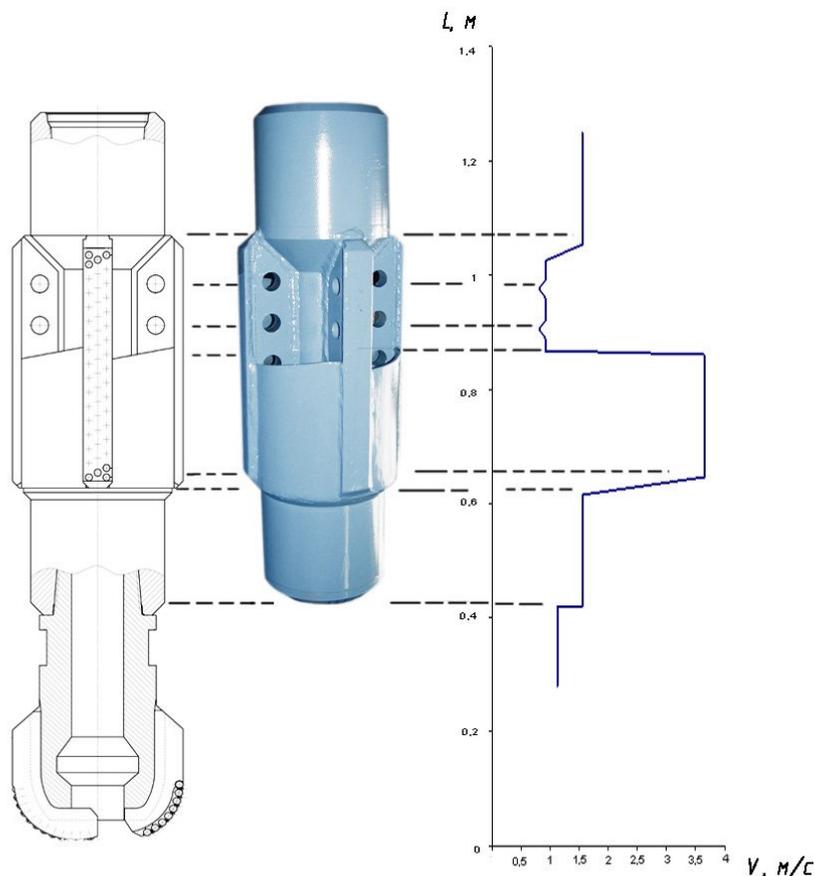


Рис. 4. Диаграмма скорости потока бурового раствора при работе МУК-292

При очистке забоя скважины в новых металлоуловителях-калибраторах создается скорость потока бурового раствора достаточная для поднятия тяжелых частиц шлама. Рекомендуемая скорость подъема раствора — 3 – 5 м/с [4]. В разработанных конструкциях МУК-118, МУК-138, МУК-214 и МУК-292 выдержаны рекомендуемые скорости потока.

В качестве примера на рис. 4 показана диаграмма скорости восходящего потока бурового раствора для МУК-292 при подаче 40 л/с.

МУК выполняет одновременно очистку забоя и калибровку стенок скважины. Ресурс работы инструмента ограничен износом устройства по диаметру. Это позволяет значительно увеличить время его пребывания в скважине и производить обслуживание инструмента только при плановом подъеме колонны.

За счет совмещения в одном устройстве калибрующих элементов и размещенных между ними емкостей увеличивается прочность конструкции и улавливающая способность устройства. Крупный буровой шлам из частиц твердого сплава и породы, извлеченный из ловильной корзины показан на рис. 5



Рис. 5. общий вид крупного шлама из МУК-214.

Металлоуловители-калибраторы типа МУК широко применяются на буровых площадях Украины и Республики Беларусь.

#### **Литература**

1. Н.И. Шацов, В.С. Федоров, С.М. Кулиев и др. Бурение нефтяных и газовых скважин. – М.: Гостехиздат. – 1961 г. – 668 с.
2. Опыт применения металлошламоуловителей при роторном и турбинном бурении. П.Н. Корыпаев, Н. А. Мальковский, В. И. Ткаченко и др. // НТС «Бурение». – 1982. – № 12.
3. Буровое оборудование. Б.Ф. Абубакиров, В.А. Архангельский, Ю.Г. Буримов и др. – Т. 2. – М.: Недра – 2003. – 494 с.
4. И.П. Пустовойтенко. Предупреждение и ликвидация аварий в бурении. – М.: Недра. – 1988. – 280 с.

5. К.В. Иогансен. Спутник буровика. – М.: Недра. – 1981. – 200 с.
6. О.М. Бочковський. Патент України № 64595. Калібратор-металоуловлювач – Опубл. 17. 07. 06. Бюл. № 7.

*Поступила 11.07.08*