После применения ПАВ продукты коррозии были практически полностью удалены, а сформированная на очищенных поверхностях пленка (рис.3), заблокировала коррозионные процессы, в результате чего, качество теплоносителя значительно улучшилось. Степень влияния ПАВ в конкретном случае будет зависеть от вида теплоносителя, наличия изменения его агрегатного состояния, геометрии поверхности теплообмена и концентрации ПАВ [4].

Рис. 3. Состояние внутренней поверхности трубопровода после применения ПАВ.

Использование ПАВ в системах ГВС и системах отопления способствует очистке оборудования от различных видов термобарьерных отложений, позволяет повысить качество подготовки теплоносителя, препятствует распространению коррозионных процессов в системах теплоснабжения и значительно снижает затраты на профилактические и ремонтные работы.

1. ПАВ как средство очистки теплообменников. Кузнецов А.В., Марюшин Л.А., Чугаев Е.А., Сборник статей X международной научно-практической конференции, Москва: «Научно-издательский центр «Актуальность.РФ», 2017, с.86-87.
2. Витальев В.П. и др. «Эксплуатация тепловых пунктов и систем теплоснабжения»: Справочник. – М.:Стройиздат, 1988 – 623, с. 65-67.
3. О повышении эффективности эксплуатации городских систем теплоснабжения на основе ПАВ-технологий. Рыженков В.А., Куршаков А.В., Рыженков А.В., Пульнер И.П., Щербаков С.Н. Журнал «Новости теплоснабжения» №12 (88), 2007 г., с.45-50.
4. Некоторые особенности эксплуатации рабочих поверхностей рекуператоров в присутствии поверхностно-активных веществ. Корнеев С.Д., Савельев И.Л., Голубев М.И. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции «Проблемы и достижения в науке и технике», Омск, 2014, с.17-18.

Федоров Л.Н., Ермаков С.А., Федоров И.В.

**Оценка прочности разъемного крепления снабженных стальным хвостовиком
резцов буровых коронок**

*Институт горного дела Севера им. Н.В. Черского СО РАН
(Россия, Якутск)*

doi: 10.18411/lj-09-2019-19

idsp: ljjournal-09-2019-19

Аннотация

Показана возможность разработки новых разъемных комбинированных способов крепления резцов из алмазно-твердосплавной пластины (АТП). Авторами на макете крепления по предложенным способам экспериментально определено сопротивление сдвигу от силы, имитирующей действие стенок скважины и керна при

бурении. В результате выявлено, что наибольшей прочностью и безопасностью перегрева резцов обладают крепления сваркой хвостовика к стенкам паза с последующей пайкой к нему резца из АТП.

Ключевые слова: буровая коронка, алмазно-твердосплавная пластина (АТП), разъемное крепление, клиновой зажим, прочность, пайка, трехслойный припой.

Abstract

The possibility of developing new detachable combined methods of fastening cutters from diamond-carbide plate (DCP) is shown. The authors experimentally determined the shear resistance from the force simulating the action of the well walls and core during drilling on the layout of the proposed fastening methods. As a result, it was found that the greatest strength and safety of overheating cutters have welding attachment shank to the walls of the groove, followed by soldering it to the cutter of DCP

Keywords: drill bit, diamond-carbide plate (DCP), split mount, wedge clamp, strength, soldering, three-layer solder.

Во многих технически развитых странах для нужд металлообрабатывающей, горной и строительной промышленности на основе композитов наноалмаза и нитрида бора, и различных структурных модификаций углерода (графены, фуллерены и др.) создаются новые более износостойкие и сверх – и ультратвердые материалы [1,2,3]. Однако с созданием новых материалов всегда возникает проблема их крепления, особенно, к корпусу буровой коронки. В металлообработке в связи с отсутствием вибраций и сильных ударных нагрузок, с разработкой и освоением съемных механических креплений подобной проблемы нет [4]. В настоящее время в буровых коронках для крепления резцов применяют пайку или пропитку жидким металлом. Однако эти способы крепления резцов не обладают важнейшим свойством механических креплений – съемность для заточки резцов при износе или их замены при поломке. Поэтому, когда выходит из строя даже один резец, снимают с работы весь инструмент при полной работоспособности остальных резцов. При современных ценах на алмазы такая эксплуатация коронок с резцами из алмазно-твердосплавной пластины (АТП) резко снижает эффективность бурения ими. По нашему мнению, разработка новых разъемных креплений способствовала бы успешному применению в геологоразведочном бурении резцов не только из АТП, но и из новых алмазоподобных инструментальных материалов.

В научной и патентной литературе немало источников, где предлагаются съемные механические крепления, в том числе и для резцов из АТП [5,6]. Однако механическое крепление резцов, например, для буровых коронок, имеет существенный недостаток. Так при незначительной механической деформации корпуса инструмента значительно ослабевает крепление резцов, что даже может привести к их выпадению, например, при клиновом креплении. Возможным решением этого недостатка клинового крепления является его комбинация со сварным и/или паяным соединением. Однако сварка и пайка относятся к неразъемным соединениям. Но, тем не менее, в некоторых случаях, когда механические пропилы по швам сварки или пайки в узлах крепления резцов отвечают условиям сварки или пайки и наоборот, возможна их комбинация с механическими способами крепления с получением новых комбинированных разъемных креплений [7]. Однако для этого алмазные резцы должны снабжаться стальным хвостовиком, прикрепленным к твердосплавной подложке АТП. После пропила и смены резца разделка сварочного шва и повторная сварка по пропилу очевидны. Но при обычной капиллярной пайке после пропила и смены резцов повторная пайка невозможна, так как зазор между паяемыми деталями должен быть не более 0,1-0,2 мм, а после механического пропила зазор составляет 0,8-1,0 мм. Поэтому пайка должна проводиться некапиллярной пайкой припоем типа ТП-1М, имеющим

толщину 0,7-0,8 мм. При этом устранение зазора и необходимое давление для уплотнения шва пайки проводится клиновым зажимом. Благодаря этому становится возможным многократная пайка резцов после их переустановки или замены. На рис. 1 показаны пропилы по шву сварки ручной пилой по металлу, которые обеспечивают съем резцов для их заточки или замены и последующую сварку или пайку.

Рис. 1. Пропилы по швам хвостовика: а – кернообразующего резца; б – скважинообразующего резца

Таким образом, стальной хвостовик у АТП и пайка полосовым трехслойным припоем могут стать основой комбинированных креплений, включающих механический зажим, сварку, конструктивные и технологические решения, которые также являются основными элементами креплений. Различные сочетания этих элементов друг с другом образуют разнообразные способы крепления (рис. 2).

Рис. 2. Схема комбинаций основных элементов разъемного крепления резцов со стальным хвостовиком:

1 - сварка хвостовика к корпусу коронки с последующей в пазу пайкой к резцу с упором; 2 - сварка хвостовика к корпусу коронки с последующей в пазу пайкой к резцу без упора; 3 - сварка хвостовика к корпусу коронки с припаянным резцом с упором; 4 - сварка хвостовика к корпусу коронки с припаянным резцом без упора; 5 - пайка хвостовика к корпусу коронки с последующей в пазу пайкой к резцу с упором; 6 - пайка хвостовика с припаянным резцом с упором

Для экспериментальной оценки работоспособности этих способов крепления разработаны и изготовлены макеты крепления резцов (рис.3), в которых вместо резцов АТП применены твердосплавные пластины. Макет состоит из корпуса 1, резцов 2 с прикрепленным пайкой 3 хвостовиком 4.

Рис. 3. Макеты креплений с боковым упором на дне паза: а) – корпус макета креплений; б) – вид на разрез макета крепления: 1 – корпус макета; 2 – резец; 3 – шов пайки; 4 – хвостовик стальной; 5 – шов сварки или пайки; 6 – боковой упор; 7 – сварной шов.

Резцы прикреплены к корпусу макета сварным или паяным швом 5. Если способы крепления выполнены с упором, то на дне паза выполняется боковой упор 6, прикрепленный к корпусу макета сварным швом 7.

При этом резец установлен в паз таким образом, что часть его боковой стороны образует с боковым упором плотный контакт. Испытание прочности крепления проводится методом выдавливания резцов из паза на прессе, снабженном силоизмерительной частью с выходом на персональный компьютер (рис. 4).

Рис. 4. Испытание на сдвиг резцов, установленных в пазы и прикрепленных некапиллярной пайкой: 1 – корпус макета; 2 – подложки; 3 – проставка со шляпкой; 4 – резцы твердо-сплавные; 5 – корпус тензодатчика; 6 – обойма зажимная.

В экспериментах для уменьшения количества влияющих факторов оценка прочности крепления резцов проводится без клинового зажима, но он используется в процессе пайки только для пригрузки. Усилие пресса через проставку 3 выдавливает пластину из паза, срезая и пластически деформируя шов сварки и стенки паза. Усилие сдвига (среза), зафиксированное тензодатчиком пресса, передается на тензоусилитель и регистрируется на мониторе ПК. Испытанию подвергаются шесть способов крепления,

для удобства пронумерованные в растущем порядке (рис. 2). Средние значения прочности шести способов крепления твердосплавных пластин-резцов в пазу корпуса макета приведены в таблице.

Таблица 1

Прочность крепления твердосплавных пластин

№№ наименований способов крепления	Статистическая характеристика				
	P_{cp}	σ	К вар	V_{max}	$V_{кр}$
1	20420	1,55	7	1,28	1,87
2	13680	1,88	13,7	2,5	1,87
3	21080	1,8	8	1,6	1,87
4	11120	0,41	3,7	1,65	1,87
5	8200	1,06	13	2,45	1,87
6	13480	0,96	7	2,6	1,87

Анализ данных статистической обработки экспериментальных измерений показывает корректность полученных результатов. Об этом говорят низкие значения коэффициентов вариаций от 3,7 до 8 4-ех способов крепления. Но некоторые значения коэффициентов вариаций, превышающие общепринятые в металлообработке ($K_{вар} = 10$) [7], могут быть не приняты во внимание, учитывая оценочный и сравнительный характер работы. По данным таблицы построена сравнительная диаграмма прочности на сдвиг (срез) всех шести способов крепления, отображенных на рис. 2.

Рис. 5. Сравнительная диаграмма прочности способов крепления (расшифровку нумераций способов крепления см. на рис 2)

Общим достоинством всех шести способов крепления является следующее:

- возможность и простота технологии съема резцов;
- клин кроме основной функции крепления резцов выполняет функцию пригруза при пайке.

Нужно отметить и некоторые недостатки, которые в основном вызваны установкой на разъемность креплений:

- многооперационность: сварка, пайка, заклинивание, пиление и др.;

- наличие стального хвостовика как конструктивного элемента;
- недостаточная паяемая площадь контактной поверхности хвостовика резцов с корпусом коронки. Отсюда и пониженная прочность крепления;
- пропилены для разъема резцов захватывают и корпус коронки, что его значительно ослабляет;
- наличие клиньев уменьшает число устанавливаемых на коронке резцов.

Заключение

Анализ диаграммы показывает, что все способы крепления с боковым упором оказывают наибольшее сопротивление усилию выдавливания из паза, чем без упора. При этом прочность способа крепления сваркой примерно на 60% больше прочности крепления пайкой. Но наиболее предпочтительным является способ крепления сваркой хвостовика без резца в пазу, вследствие чего нет опасности перегрева АТП. И, наоборот, наибольшая опасность перегрева резца наблюдается при втором способе, когда проводится сварка хвостовика с припаянным АТП. В заключение заметим, что вышеуказанные недостатки говорят о необходимости продолжения работ по совершенствованию и поиску новых способов крепления.

1. МОСКВА, 16 янв — РИА Новости. Новый наноматериал из нитрида бора оказался тверже алмазов. URL: <http://ria.ru/science/20130116/918441369.html>. (Дата обращения 10.02.2019).
2. Зимина Т.Ю. Изящное решение. Синтез самого твёрдого материала в мире. Наукажизнь. 2014. №14.- С. 53-57
3. Solopova N. Dubrovinskaya N., Dubrovinsky L. Synthesis of nanocrystalline diamond from glass carbon balls. J. Cryst. 412, (2015), pp. 54-59. Google Scholar.
4. Васин С. А., Хлудов С. Я. Проектирование сменных многогранных пластин. Методологические принципы. - М.: Машиностроение, 2006. – 352 с.
5. Третьяк А. А. Теоретическое обоснование, разработка конструктивных параметров технологии бурения скважин коронками, армированными алмазно-твердосплавными пластинами: Дис. Докт. техн. наук. – Новочеркасск: Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, 2017. – 319 с.
6. Патент Российская Федерация №2574091 МПК E21B 10/48 Буровая коронка с клиновым зажимом резцов / Фёдоров Л.Н., Ермаков С.А.; заявитель Федер. гос. бюджет. учреждение науки, Инс-т горн. дела Севера им. Н.В. Черского Сиб. отд-ния Рос. акад. наук.; заявл. 11.11.2014; опубл. 10.02. 2016.
7. Патент Российская Федерация №2631756 МПК E21B 10/46 (2006.01) E21B 10/633 (2006.01) Способ разъемного крепления пластин-резцов с двумя или тремя сверхтвердыми слоями и твердосплавной подложкой / Фёдоров Л.Н., Ермаков С.А., Иванов И.И., Ткаченко В.В., Шипков А.Н.; заявитель Федер. гос. бюджет. учреждение науки, Инс-т горн. дела Севера им. Н.В. Черского Сиб. отд-ния Рос. акад. наук; заявл. 31.05.2016; опубл. 26.09.2017 Бюл. № 27.
8. Петров К. Г., Усманов З. И., Лукьянов А. А. [и др.]. Применение методик математического планирования экспериментов для оптимизации параметров диффузионной сварки твёрдых сплавов со сталями // молодежный научный форум: технические и математические науки: электр. сб. ст. по мат. XXIX междунар. студ. науч.-практ. конф. № 10 (29). URL: [https://nauchforum.ru/archive/mnf_tech/10\(29\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/mnf_tech/10(29).pdf) (дата обращения: 18.09.2018).

Шамутдинов А.Х.

Вертикальное перемещение рабочей платформы манипулятора

*Омский автобронетанковый инженерный институт – филиал ФГКВОУ ВО «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева»
Министерства обороны РФ
(Россия, Омск)*

doi: 10.18411/lj-09-2019-20

idsp: ljjournal-09-2019-20

Аннотация

Целью данного исследования является определение скорости вертикального перемещения рабочей платформы манипулятора нетрадиционной компоновки.