

## АНАЛИЗ СВОЙСТВ И ВЫБОР ЭЛЕКТРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ

<sup>1</sup>Кенжаев Туймурод Нематулла угли

<sup>2</sup>U.Mamatkulov

<sup>1</sup>Алмалыкский государственный технический институт, преподаватель.

<sup>2</sup>Заместитель генерального директора ИП ООО "Dall heavy industries"

Рассмотрены свойства важнейших электродных материалов для контактной сварки и основные принципы их выбора в связи с принятием евростандарта. Отмечены три основных свойства электродных материалов: твердость, электропроводность и температура разупрочнения. Эти свойства определяются химическим составом и холодным упрочнением. Для большинства электродов из меди твердость дополнительно повышают при проведении термообработки перед холодным упрочнением. На рис.1 показана зависимость основных свойств электродных материалов, где 1-холодное упрочнение; 2-химический состав; 3-термообработка; 4-твердость (высокая); 5-электропроводность (средняя, высокая); 6-температура разупрочнения (высокая); 7-параметры режима сварки; 8-стойкость электродов.



Рис.1

Применяемые на практике электроды можно разделить на три группы по электропроводности:

- высокой электропроводности (> 90% IACS),
- средней электропроводности (50-85% IACS),
- низкой электропроводности (<50% IACS),

где IACS-электропроводность в процентах от чистой меди. Первые две группы электродов изготавливают из низколегированных сплавов меди (> 97% Си). К третьей группе относятся электроды из вольфрама и молибдена или сплавов вольфрама с медью с содержанием вольфрама > 70%. В табл. 1 даны важнейшие механические и физические свойства электродных материалов.

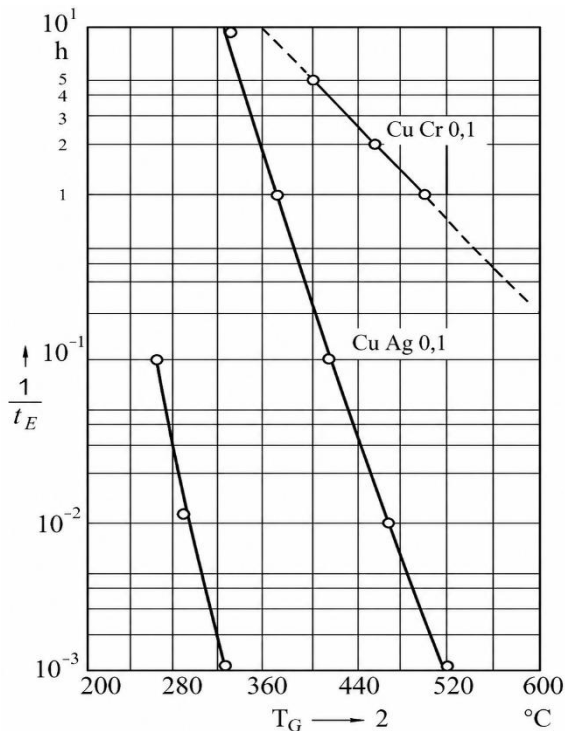


Рис.2

На рис. 2 показано время разупрочнения в зависимости от температуры отпуска для различных материалов из меди, где 1-время размягчения, ч; 2-температура, °С.

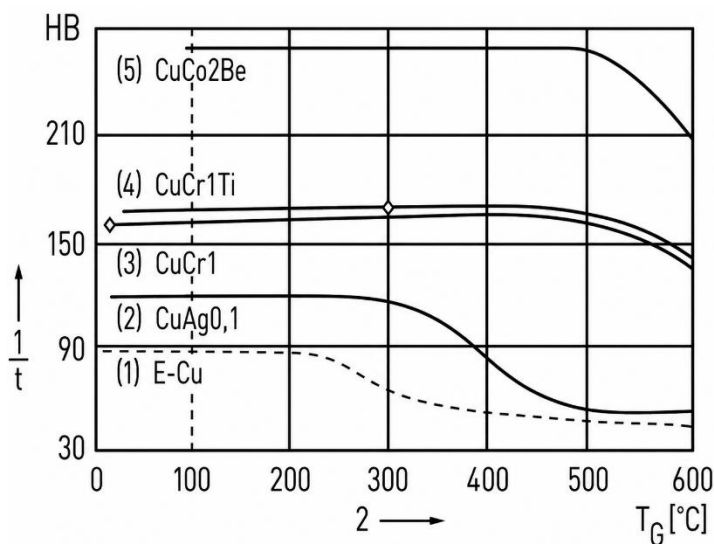


Рис.3

На рис. 3 приведено изменение твердости при отжиге электродных материалов, где 1-твердость, НВ; 2-температура, °С; (1)-(5)-источники информации.

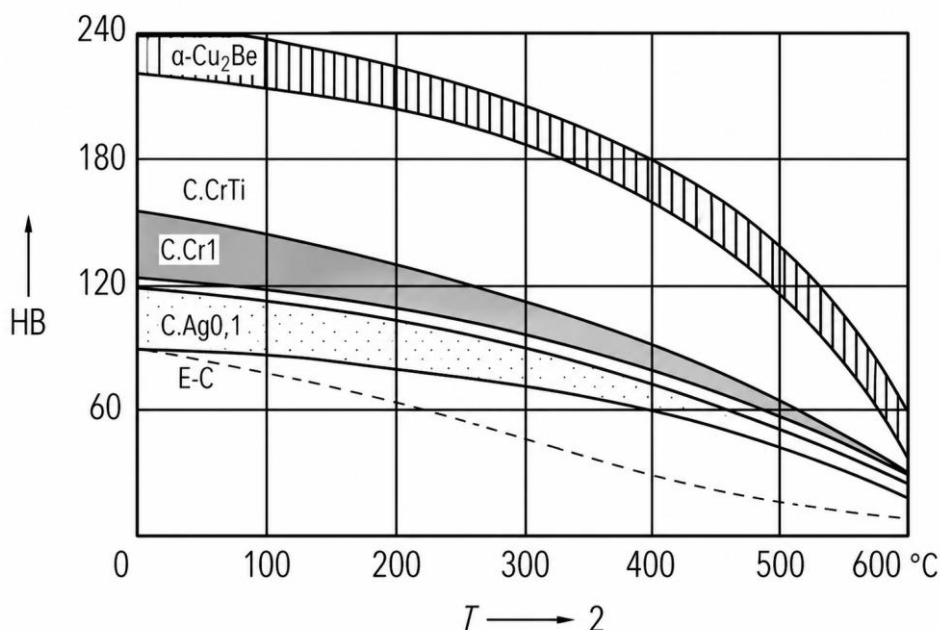


Рис.3

На рис. 4 показана "горячая" твердость, где 1-твердость, НВ; 2-температура, °С.

На выбор электродных материалов влияют следующие факторы: материал свариваемых деталей,

- способ сварки,
- геометрия сварной детали,
- соотношение толщин листов.

Так для сварки сталей рекомендуются электроды из CuCr1 или CuCr1Ti.

При соединении одинаковых материалов равных толщин с обеих сторон применяют одинаковые электроды. При сварке листов разной толщины (например, соотношение 3:1) применяют электроды различных диаметров или из различных материалов с целью обеспечения образования симметричного относительно контакта деталей ядра. При применении для электродов материалов с низкой электропроводностью из этого материала изготавливают, как правило, не весь электрод, а только вставку, что дает технические и экономические преимущества.

Рельефная сварка в обычных случаях выполняется электродами из CuCr1. При сварке листов разной толщины с рельефом на толстом листе применяют электроды из твердого материала (например, W-Cu70/30) преимущественно со стороны тонкого листа. Также при сварке крестообразных соединений из

твердой тонкой проволоки целесообразно использовать электроды из твердого материала. Выгоднее штамповать рельефы в материале с лучшей электропроводностью.

Таблица 1

Материал	Механические свойства				% IACS	$T_E^{1)}$ , °C	Электропровод. MS/м
	Твердост, НВ	$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\delta_5$ , %			
E-Cu	50-100	200-360	100-320	4-40	100	150	58
CuAg0,1	110-140	290	250	5	95-100	350	57
CuCd1	110-130	350-450	220-320	3-5	-	250	46-53
CuCr1	$\geq 130$	400-450	-	10-15	$\geq 78$	$\geq 350$	$> 45$
CuCr1Ti	$\geq 150$	500-550	-	8-12	$\geq 60$	$\geq 350$	$> 35$
CuCr1Zr	160-185	540-640	470-570	10-20	76-86	525	45-50
CuCo2Be	230-270	740-880	610-740	10-18	45-55	500	26-32
Cu70/30	200	-	-	-	35	1000	21
CuCr70/30	240	-	-	-	25	1000	15

Шовная сварка обычно выполняется электродами с хорошей электропроводностью с целью быстрого отвода теплоты. При шовной сварке с раздавливанием кромок особое значение приобретает твердость электродного материала. Новые электроды для этой сварки типа CuCr1 и CuCr1Ti предложены по TGL 14755.

Для пайки, пакетирования, деформации с контактным нагревом используют преимущественно электродные материалы с низкой электропроводностью для обеспечения длительного нагрева. Для пакетирования применяют электроды из вольфрама.

Стандартные размеры электродов для точечной сварки установлены по новому стандарту TGL 39289; им дано другое обозначение и у них несколько увеличивается длина. Официальное обозначение электродов диаметром 10 мм из

CuCr1 (класс материала 22.2 по TGL 200-3079) таково: электроды для точечной сварки A1-10-33 TGL 39289-22.2.

Размеры электродных головок для крестообразных соединений проволоки арматуры бетона четырех различных типов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Обозначение	Диаметры, мм		Схема
	Головки	Конус	
КМ13	25	13	 <p>Рис. 5</p>
КМ16	30	16	
КМ20	30	20	
ФКМ	a×b=50×30	20	

На рис. 5 приведена схема головки, где 1-конус 1:10. По TGL 39289 эта форма электродов обозначается типом Д.

Экспериментальные исследования, направленные на изучение влияния состава защитного газа на микроструктуру и механические свойства сварных соединений, проводились в тесном сотрудничестве с ООО ИП «Dall Heavy Industries». В рамках данного сотрудничества предприятие предоставило необходимую производственно-техническую базу, включая сварочное оборудование и материалы, а также обеспечило практическую поддержку при выполнении опытных работ. Совместная работа позволила получить достоверные результаты и выработать рекомендации, имеющие прикладное значение для промышленного производства.

**Заключение.** Новые электроды из CuAg01 и CuCr- сплавов расширяют номенклатуру электродных материалов в Европе. Новый стандарт TGL 39289 облегчает международное сотрудничество. Для лучшей ориентировки потребителя указаны Евростандарты на оборудование для контактной сварки, на изготовление полуфабрикатов для электродных материалов на металлургических заводах, электродов и электрододержателей, а также указаны заводы-поставщики электродов для контактной сварки.

**Список литературы**

1. Ergashev M. et al. Yeyilgan detallarni qayta tiklash va mustahkamlash texnologiyalarining samaradorligini taqqoslash //Science and Education. – 2023. – Т. 4. – №. 2. – С. 773-778.
2. Abdukaxharov A. A. et al. Payvandlash usullari orqali yeyilgan detallarning o'lchamlarini tiklash va mustahkamlash //IQRO. – 2023. – Т. 2. – №. 2. – С. 786-789.
3. Kenjayev T. N., Mamatkulov R. S., Abdukaxharov A. A. ZANGLAMAYDIGAN PO 'LAT QUVURLARNI KOMBINATSYALASHGAN LAZER VA YOYLI PAYVANDLASH //InnoRes. – 2025. – Т. 1. – №. 5. – С. 25-39.
4. Кенжаев Т. Н. У. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СВАРКЕ //Central Asian Journal of Multidisciplinary Research and Management Studies. – 2024. – Т. 1. – №. 16. – С. 138-142.
5. Fazilov D. S., Kenjayev T. N. o 'g 'li.(2024). MIIP-3, 6-5, 0 sharli tegirmonining jihozlarini yeyilish sabablari //Science and Education. – Т. 5. – №. 4. – С. 262-267.
6. Fazilov D. S., Mamatqulov R. S. o'g'li, Kenjayev, TN o'gli, & Abdukaxharov, AA o'g'li.(2024). Boyitish fabrikalari jihozlarining yeyilish sabablari //Science and Education. – Т. 5. – №. 4. – С. 146-151.
7. Raufov L. M. et al. KOMBINIRLAB ERITIB QOPLASH JARAYONINING TEXNOLOGIK XUSUSIYATLARI //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2025. – Т. 59. – №. 2. – С. 324-328.
8. Fazilov D. S., Kenjayev T. N., Chillaboyev S. B. FRIKSION UZATMALAR VA ULARNING MEXANIK UZATMALARDAGI O 'RNI //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2025. – Т. 59. – №. 4. – С. 205-210.
9. Kenjayev T. N., Jo'raqulov Z. N. PAYVANDLASHDA ISSIQ DARZLARNING PAYDO BO 'LISHI VA ULARNI OLDINI OLISH //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2025. – Т. 59. – №. 4. – С. 211-216.
10. Kenjayev T. N., Nasriddinov I. R. PAYVANDLASHDA SOVUQ DARZLARNING PAYDO BO 'LISHI VA ULARNI OLDINI OLISH //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2025. – Т. 59. – №. 4. – С. 217-222.