

# Термитная сварка – наиболее надежный способ соединения элементов заземляющих устройств



В статье рассказано о процессе производства термитной сварки и о преимуществах этой технологии. Показано, что термитная сварка – самый эффективный способ соединения элементов заземляющих устройств и систем уравнивания потенциалов. Она обеспечивает механическую и коррозионную прочность сварных соединений ЗУ на весь срок службы заземляемой электроустановки.

АО «Хакель», Ленинградская обл., Виллозское г. п.

## АО «Хакель» – решения для молниезащиты и заземления

Для зданий, сооружений и промышленных коммуникаций, для предприятий и организаций, чья работа, производственные циклы и ритмичность работы непосредственно связаны с автоматизацией технологических процессов и конвейерным производством, а также для объектов с охраняемыми периметрами, системами диспетчеризации, КИПиА очень важны требования по выполнению заземляющих устройств (ЗУ) и систем уравнивания потенциалов.

АО «Хакель» – компания, которая в своей производственной деятельности опирается на передовой мировой опыт и собственные научно-конструкторские разработки, реализует концепцию производства в России полного спектра элементов и аксессуаров

для молниезащиты и заземления, частью которых являются решения для надежных соединений проводников с помощью термитной сварки. Все необходимые элементы, формы, расходники доступны к заказу и представляют из себя законченные технические решения.

## О термитной сварке

В современном мире, где электротехническое и радиоэлектронное оборудование играет ключевую роль в функционировании многих отраслей промышленности, обеспечение надежности заземляющих устройств становится все более важной задачей. Качественные электрические соединения в системах заземления и уравнивания потенциалов являются критически важными для обеспечения безопасности и надежности работы

электротехнического оборудования. Некачественные соединения могут привести к утечкам тока, коротким замыканиям и другим аварийным ситуациям, которые способны повлечь за собой серьезные последствия, такие как пожары, взрывы и даже человеческие жертвы. Поэтому важно использовать не только коррозионно-стойкие материалы в составе заземляющих устройств, но и надежные методы соединения проводников.

Наиболее эффективным способом соединения элементов заземляющих устройств и систем уравнивания потенциалов является термитная (экзотермическая) сварка в соответствии с требованиями п. 542.2.8 ГОСТ Р 50571.5.54-2013 / МЭК 60364-5-54:2011 «Электроустановки низковольтные. Часть 5-54. Выбор и монтаж электрооборудования. Заземляющие устройст-

Таблица 1. Особенности электрических соединений, выполненных с помощью термитной сварки

Параметр	Электродуговая сварка	Механический болтовой зажим	Опрессовка	Термитная сварка
Переходное сопротивление	$\ll 0,05$ Ом	$\approx 0,05$ Ом	$< 0,05$ Ом	$\approx 0,003$ мОм
Термическая стойкость	$t_{\text{к}}^{\circ} \approx t_{\text{н}}^{\circ} (1500^{\circ})$	$t_{\text{к}}^{\circ} \approx t_{\text{н}}^{\circ} (1500^{\circ})$	$t_{\text{к}}^{\circ} \approx t_{\text{н}}^{\circ} (1000^{\circ})$	$t_{\text{к}}^{\circ} (2000^{\circ}) \geq t_{\text{н}}^{\circ} (1500^{\circ})$
Коррозионная стойкость	Низкая	Средняя	Высокая	Высокая
Механическая прочность	Высокая	Низкая	Средняя	Высокая
Соединяемые металлы	Только черная сталь	Любой металл	Медь, сталь омедненная	Любой металл
Контроль соединения	Не требуется	Требуется	Не требуется	Не требуется



а



б

Рис. 1. Графитовая тигельная форма для термитной сварки: а – процесс сварки; б – верхняя камера

горения не требуется дополнительный атмосферный кислород, так как он в достаточном количестве выделяется окислителем.

Реакция происходит в верхней камере специальной жаростойкой графитовой формы, для каждого типа соединения и сечения свариваемых проводников предусмотрена своя форма (рис. 1). В результате реакции образуется сплав с температурой около 2000 °С, который стекает в сварочную полость и, застывая на проводниках, образует надежное соединение на молекулярном уровне.

Процесс производства термитной сварки за счет его технологичности достаточно прост и позволяет свести к минимуму влияние человеческого фактора на качество выполнения. При термитной сварке однотипных соединений используется типовой технологический процесс, типовое оборудование и материалы, что позволяет выполнять типовые соединения, практически не отличающиеся по качеству друг от друга (рис. 2).

Предпочтительность термитной сварки для соединения элементов заземляющих устройств обусловлена повышенной механической и коррозионной прочностью как самого сварного соединения, так и свариваемого металла вследствие более кратковременного воздействия высоких температур на свариваемые металлы. Шов сварного соединения имеет более высокую температуру плавления ( $\approx 2000$  °С), чем свариваемые металлы, поэтому выдерживает большие нагрузки по току. Применение термитной сварки для соединения элементов заземлителей обеспечивает механическую и коррозионную прочность сварных соединений ЗУ на весь срок службы заземляемой электроустановки.

ва, защитные проводники и защитные проводники уравнивания потенциалов». Особенности, отличающие электрические соединения, выполненные с помощью термитной сварки, от прочих видов соединений, приведены в табл. 1.

Способ соединения с помощью термитной сварки обеспечивает возможность создания связей на молекулярном уровне при соединении различных металлов в любых комбинациях (медь, латунь, бронза, сталь, в том числе оцинкованная, омедненная и нержавеющая) без каких-либо внешних источников энергии и тепла. Переходное электрическое сопротивление сварного соединения не превышает 0,005 мОм.

Принцип термитной сварки основан на использовании термитной смеси, состоящей из окислителей и восстановителей, которые при опреде-

ленной температуре вступают друг с другом в реакцию с выделением большого количества тепла. Чтобы осуществить термохимическую реакцию между восстановителем и окислителем, необходимо наличие определенных условий, таких как: химическая чистота компонентов термитной смеси, их соответствующее измельчение, определенное соотношение составляющих термита в смеси, доведение термитной смеси до температуры начала реакции. Химическая чистота восстановителя и окислителя необходима для обеспечения определенной активности и теплотворной способности термита, а также для качества сварки. Для начала термитной реакции в любой точке термитной смеси необходимо создать температурный толчок около 1000 °С, после чего термитная реакция быстро распространится на всю смесь. Для прохождения реакции



Рис. 2. Примеры соединений, выполненных по технологии термитной сварки

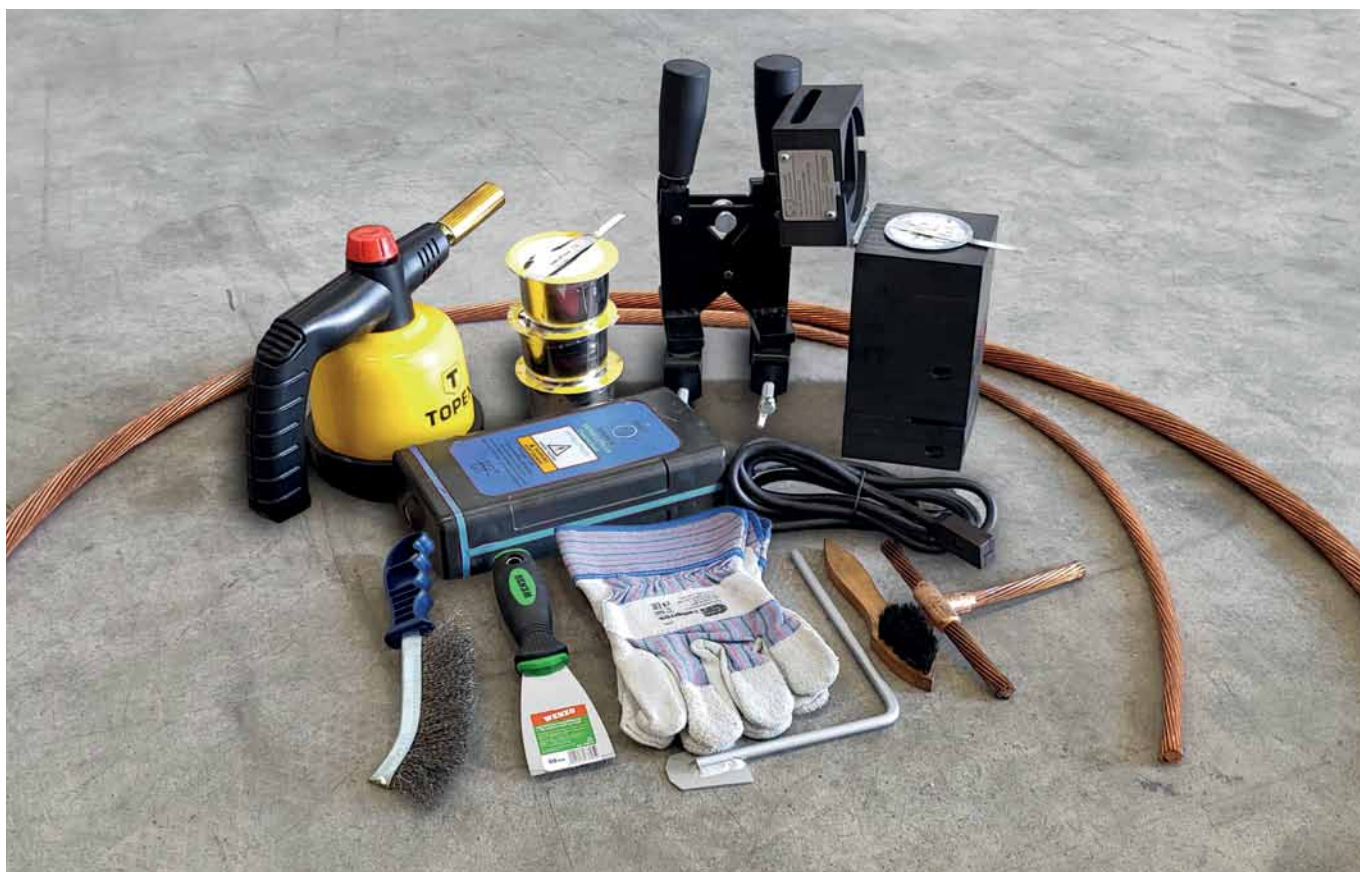


Рис. 3. Комплект для выполнения термитной сварки

Графитовые тигельные формы, сварочный материал и другие комплектующие, необходимые для выполнения термитной сварки, производятся АО «Хакель» по техническим условиям РБНМ.296132.001ТУ «Приспособления и материалы для выполнения термитной сварки» (рис. 3).

На данный момент основными потребителями оборудования и материалов АО «Хакель» для выполнения термитной сварки выступают ГК «Росатом» и ПАО «Газпром». На объекты строительства этих компаний комплекты термитной сварки для выполнения заземляющих устройств и систем уравнивания потенциалов успешно поставляются с 2011 года. Комплекты оснащаются необходимым количеством форм, термитов, держателей и прочей оснастки. В комплект входит технологическая карта производства сварки.

По требованию заказчика компания может разработать и поставить необходимые формы и прочую оснастку для любого типа соединения проводников круглого и плоского сечения разных размеров между собой, а также проводников круглого и плоского сечения разных размеров к стальным

поверхностям (швеллер, уголок и пр.) и арматуре.

Термитная сварка имеет целый ряд неоспоримых преимуществ перед другими методами сварки:

► **высокая прочность и надежность соединения** — термитная сварка создает молекулярное соединение между металлами, что делает его очень прочным и устойчивым к внешним воздействиям;

► **отсутствие необходимости в дополнительных источниках тепла или электроэнергии** — термитная сварка не требует использования внешних источников энергии, что делает ее идеальным выбором для работы в условиях, где доступ к электричеству ограничен или отсутствует;

► **простота и малый вес используемой оснастки** — термитная сварка использует легкие и компактные формы и держатели, что упрощает процесс сварки и снижает затраты на транспортировку и хранение оборудования;

► **возможность проведения сварки в труднодоступных местах** — термитная сварка может быть выполнена в местах, где традиционные методы сварки недоступны или затруднены, напри-

мер, в узких пространствах или на высоте;

► **высокая производительность** — термитная сварка позволяет выполнять большое количество соединений за короткое время, что повышает эффективность производственного процесса;

► **безопасность** — термитная сварка исключает возможность попадания капель расплавленного металла на человека благодаря использованию дистанционного блока управления и герметичных металлических капсул;

► **универсальность** — термитная сварка может использоваться для соединения различных металлов в любых комбинациях, что расширяет область ее применения.

Эти преимущества делают термитную сварку популярным и эффективным методом соединения металлов в различных отраслях промышленности.

АО «Хакель», Ленинградская обл.,  
Виллозское г. п.,  
тел.: 8 (800) 333-2829,  
e-mail: info@k2el.ru,  
сайт: www.k2el.ru