

Точность в деталях

Применение промышленных разъёмов на предприятиях и в строительстве

При подключении электрооборудования на промышленных предприятиях и строительных объектах нет второстепенных вопросов. Несерьёзное отношение к контактным соединениям представляет собой потенциальную угрозу. Напротив, грамотный подход к эксплуатации кабельных линий, с использованием промышленных разъёмов, гарантирует безопасность, надёжность и долгий срок службы системы. Важно помнить, что разъёмный тип соединения придаёт системе гибкость, возможность оперативного расширения и перепланировки.

Безопасный контакт

Подключение электрооборудования (станки, инструмент и т.д.) на предприятии или при строительстве обычно выполняется двумя способами: при помощи силовых вилок и розеток (см. рис. 1) либо используется неразъёмное соединение, когда кабельная линия от потребителя подключается непосредственно под клемму автоматического выключателя.



Рисунок 1. Общий вид промышленных разъёмов

«На нашем предприятии силовые розетки установлены для подключения переносного оборудования с целью обеспечения гибкого соединения. Для стационарно установленных станков промышленные разъёмы не используем», – рассказывает **Сергей Трофимов**, главный энергетик производственной компании «Станкоагрегат».

Такой подход встречается на многих промышленных объектах, но в последнее время всё чаще и для стационарно подключенного оборудования применяются силовые вилки и розетки. На это есть ряд причин, и самая основная – использование промышленных разъёмов значительно повышает безопасность эксплуатации сети энергоснабжения. Для того чтобы обесточить оборудование, подключённое напрямую, необходимо получить доступ к электрощитовой, и сделать это может только квалифицированный электрик. Но порой возникают аварийные ситуации, требующие оперативного отключения питания, и персонал, работающий за станком или с инструментом, несанкционированно проникает в электрощитовую, что чревато электротравмой. Стоит отметить, что, по официальной статистике, в России на долю поражений током приходится более 3% общего числа производственных травм, при этом 12-13% из них являются смертельными. В столице от воздействия тока погибает 40

человек в год, а в Московской области – в среднем 100 человек.¹ Основные причины получения электротравм – прикосновение к незаизолированным токоведущим частям распределительных устройств и ошибочная подача напряжения на оборудование.

Использование силовых разъёмов полностью исключает необходимость вмешательства непрофессионалов в электрический распределительный щит, а значит, снижает вероятность поражения персонала электрическим током.

Другой немаловажной причиной использования промышленных разъёмов является то, что сегодня цеха, которые строились «на века», модернизируются, расширяются, дополняются новым оборудованием, проводятся реконструкции электрических сетей. Использование силовых вилок и розеток делает систему энергоснабжения более гибкой, в неё проще вносить изменения – при перестановке оборудования не нужно заново прокладывать кабели к каждому станку.

«Существует мнение, что использование силовых разъёмов значительно повышает расходы на организацию электрической сети на предприятии, – рассказывает **Илья Абрамов**, инженер-проектировщик систем электроснабжения. – На самом деле далеко не всегда это так. Часто, сравнивая стоимость двух систем, забывают о том, что применение разъёма избавляет от необходимости прокладывать кабель непосредственно к самому станку. А ведь, несмотря на то, что расстояние небольшое, именно там кроется определённая часть расходов. Как правило, провода прокладываются в трубах или металлических коробах, которые стоят гораздо дороже обычной трёхфазной розетки».

Ещё одним распространённым заблуждением является мнение, что в сравнении с неразъёмными (например, клеммными) соединениями разъёмы обладают большим значением переходного контактного сопротивления², грозящим повышенным нагревом.

По мнению **Алексея Грязнова**, инженера по продажам компании АББ, лидера в производстве силового оборудования и технологий для электроэнергетики и автоматизации, простой и наглядный расчёт показывает обратное. Каждому профессионалу в электротехнической отрасли знакома формула, по которой рассчитывается сопротивление:

$$R = \rho \frac{l}{S}.$$

где ρ – удельное сопротивление материала, Ом·м;

l – длина проводника, м;

S – площадь поперечного сечения проводника, мм².

Для определения переходного контактного сопротивления в данном выражении необходимо заменить длину проводника l на высоту микронеровностей поверхности h_v , т.к. известно, что независимо от вида механической обработки на контактирующих деталях остаются микроскопические возвышения и впадины. Также необходимо учесть, что при простом наложении поверхностей соединяемых проводников полезная площадь контактирования S_k значительно меньше визуальной геометрической площади контакта и должна рассчитываться как отношение величины контактного нажатия F_k к модулю упругости материала E :

$$S_k = \frac{F_k}{E}$$

В итоге, введя поправочный коэффициент пропорциональности³, получаем выражение для определения переходного контактного сопротивления:

$$R_n = 0,17 \rho_n \cdot \frac{h_v \cdot E}{F_k}.$$

где 0,17 – поправочный коэффициент пропорциональности;

¹ http://note-s.narod.ru/pte/1trupp.htm#_Toc94694528

² Переходное контактное сопротивление – это резкое увеличение активного сопротивления вместе перехода тока из одной детали в другую

³ Сахаров П.В. Проектирование электрических аппаратов. – М: Энергия, 1971 г.

E – модуль упругости материала (модуль Юнга), Н/мм²;

F_k – величина контактного нажатия, Н.

Если произвести расчёт, например, для разъёма с контактами из латуни, получается следующее значение:

$$R_{\Pi} = 0,02 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}$$

Для сравнения – сопротивление медного проводника длиной 1м и сечением 2,5мм²:

$$R_{\Pi} = 6,72 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}$$

Очевидно, что значение переходного сопротивления промышленного разъёма на самом деле очень мало, соответственно, оно не способно негативно повлиять на работу электрической сети и тем более привести к аварийной ситуации.

Таким образом, в современных условиях использование промышленных разъёмов становится всё более актуальным. Специалисты компании RIDGID, ведущего мирового производителя профессионального инструмента для монтажа и эксплуатации трубопроводов, отметили, что некоторое оборудование сразу, ещё на заводе-изготовителе оснащается силовыми вилками. Это делается для того, чтобы повысить безопасность эксплуатации техники и обеспечить более гибкий метод подключения инструмента к электрической сети.

О промышленных разъёмах в лицах

К выбору промышленных разъёмов нужно относиться очень внимательно. То, что на первый взгляд кажется незначительным, в итоге может отразиться на безопасности, сроке службы, скорости монтажа, удобстве эксплуатации соединения. О важных характеристиках промышленных разъёмов рассказывают профессионалы.

1. Материал корпуса силовой розетки

Алексей Кудрявцев, руководитель телеком-направления отдела инженерного сопровождения компании «Связь инжиниринг»: «При подборе силовых разъёмов в первую очередь важны технические характеристики, такие как номинальный ток и напряжение, а также температура и условия эксплуатации. А уже эти параметры определяются материалами, используемыми при изготовлении изделия. К примеру, большое количество разъёмов допускает эксплуатацию при температуре до -25⁰С, но часто нужны решения, которые позволяют использовать вилки и розетки и при -40⁰С (как правило, для подключения питания на строительных площадках в зимнее время года). Если применять разъёмы, не приспособленные для эксплуатации при низких температурах, при сильном морозе корпус изделия треснет, что может привести к короткому замыканию. Также появится опасность поражения персонала электрическим током. Поэтому в своей работе мы используем промышленные разъёмы, изготовленные из полибутилентерефталата (ПБТ), материала, который может использоваться при температурах окружающей среды от -55⁰С до +55⁰С. Кроме того, ПБТ абсолютно устойчив к коррозии и воздействию ультрафиолета».

2. Материал контактов

Илья Абрамов: «Детали, обеспечивающие протекание тока в разъёме, должны быть изготовлены из сплавов с высоким содержанием меди: например, из латуни. Это исключает возникновение гальванической коррозии и, соответственно, влияет на срок службы всего изделия. Кроме того, необходимо, чтобы контакты механически очищались в процессе включения/отключения. Это возможно при использовании кольцевой пружины, которая, в отличие от ламельной (применяющейся в контактах некоторых силовых розеток), не только обеспечивает функцию самоочистки, но и усиливает контактное давление».

3. Условия эксплуатации

Алексей Грязнов: «Помимо вышеобозначенных характеристик, при выборе промышленных разъёмов необходимо учитывать их условия эксплуатации. Для удобства

подбора, например, продукция АББ поделена на три группы. Первая – разъёмы Easy&Safe, изготовленные из полиамида, имеющие степень защиты IP44 и рассчитанные на токи 16-32А. Эти разъёмы характеризуются высокой функциональностью и эргономичностью. Во вторую группу, Tough&Safe, входят разъёмы, предназначенные для применения в электроустановках, эксплуатирующихся в тяжёлых условиях. Эти силовые розетки изготовлены из ПБТ и выпускаются в двух исполнениях – водонепроницаемом (IP67, 16-125А) и брызгозащищённом (IP44, 63А). И третья группа – разъёмы Critical&Safe, оборудованные дополнительными устройствами защиты и обладающие наивысшим уровнем безопасности. Данные разъёмы отлично выдерживают многократные коммутации, абсолютно безопасны, поэтому обычно эксплуатируются в общественных помещениях. Корпус розетки изготовлен из ПБТ или сплава алюминия и кремния. Разъёмы изготавливаются как водонепроницаемые, так и брызгозащищённые, на токи от 16 до 125А».

4. *Возможность использования комбинированных решений*

Андрей Никитин, инженер компании «АСП Архитектурно-инженерная компания»: «Промышленные разъёмы я использую при проектировании каждого крупного объекта. И часто на строительных площадках или промышленных предприятиях возникает необходимость использования и трёхфазных розеток (на 380В), и обычных (на 220В). В этом случае можно применять уже готовое решение: например, объединяющее стандарты розеток МЭК 60309 и Schuko от АББ. Это позволяет значительно сэкономить не только время, но и место для установки оборудования. Также можно использовать модульную систему Комби, позволяющую разместить промышленные разъёмы разных типов и другие элементы, необходимые для организации распределительного устройства в одном корпусе (пластмассовом или металлическом), причём сделать это очень быстро. Модули легко заменяются, что позволяет в процессе эксплуатации подбирать необходимые устройства и расширять функциональные возможности установки».



Рисунок 2. Модульные устройства Комби



Рисунок 3. Разъём объединяющий стандарты МЭК 60309 и Schuko

Пожалуй, в современных реалиях, где требования к безопасности труда постоянно повышаются, а сами производства неустанно расширяются и модернизируются, промышленные разъёмы просто необходимы. Причём эти устройства уже нашли широкое применение не только в промышленности и на стройках, но также в аэропортах, прачечных, химчистках, на концертных площадках и парках аттракционов, что лишний раз говорит об удобстве эксплуатации разъёмных соединений.