



ЭКСПЛУАТАЦИЯ, МОНТАЖ И НАЛАДКА

Развитие сильноточных контактных систем шунтирующих выключателей для химической промышленности

Шалагинов А. А., инж.

ООО "НИИ морских систем", Санкт-Петербург

В электролизных цехах предприятий химической промышленности через последовательно включенные электролизеры протекает постоянный ток, измеряемый десятками и сотнями тысяч ампер при напряжении 440–550 В [1–3]. Для периодического осмотра и ремонта каждого электролизера без нарушения работы остальных используются сильноточные шунтирующие выключатели (СШВ), подключаемые параллельно электролизерам. При замыкании контактов выключателя ток протекает через него, электролизер же при этом можно отключить. После окончания ремонтных работ электролизер включают в цепь, а СШВ отключают, и ток снова протекает через электролизер.

В качестве основного СШВ на химических предприятиях России уже более 15 лет применяется шунтирующий выключатель В-61 на номинальный ток 63 кА, выпускаемый ульяновским заводом "Контактор". Его главная контактная система (ГКС) имеет 24 серебряных роликовых контакта, поэтому на изготовление большого количества таких выключателей требуется значительное количество дефицитного металла. Кроме того, выключатель В-61 имеет ограниченный ресурс работы — не более 100 операций включений-отключений ГКС, а его ремонт в условиях действующего производства достаточно сложен. Вместе с тем в связи с постоянным ростом мощностей энергоемких производств значительно увеличилась потребность в сильноточных электрических аппаратах, поэтому необходимо серебряные контакты заменять, например, на композиционные жидкометаллические контакты (КЖМК) на основе галлия и его сплавов [4–6]. Известно, что по сравнению с твердометаллическими контактами, включая серебряные, КЖМК имеют ряд достоинств [7], в том числе высокую механическую износостойкость

(до 10 000 операций включений-отключений), минимальное контактное сопротивление, небольшое усилие нажатия, отсутствие сваривания, вибрации и залипания контактов, простоту в эксплуатации и ремонте.

Одной из первых наиболее удачных разработок стала многоамперная контактная система мостикового типа [8], созданная в Северо-Западном заочном политехническом институте под руководством доктора техн. наук О. Б. Брона. Ее недостатками являются ограниченный срок службы, большой расход жидкого металла (вследствие открытого исполнения углублений, что ведет к его разбрызгиванию во время включений-отключений и преждевременному окислению), значительные потери электроэнергии.

Поэтому НИИ морских систем был предложен ряд уникальных конструкций сильноточных контактных систем (СКС), имеющих большой срок службы и расходующих меньше жидкого металла и электроэнергии. Это достигается благодаря тому, что СКС мостикового типа снабжены еще и крышками (по числу неподвижных контактов) и резиновыми прокладками. Подвижный мостиковый контакт выполнен составным и включает в себя два соединенных между собой контактирующих элемента, каждый из которых имеет форму заклепки, расположенной головкой вниз. У крышек предусмотрены осевое отверстие и кольцевой выступ, а у неподвижных контактов — кольцеобразная полость для выступа крышки. Групповые резиновые прокладки расположены между торцевыми поверхностями крышки неподвижных контактов и закреплены на головке каждого контактирующего элемента [9].

Разработанная автором статьи конструкция "Сильноточная контактная система № 2 Шалагинова" (рис. 1) состоит из неподвижных контактов 1, имеющих углубления 2, в которых

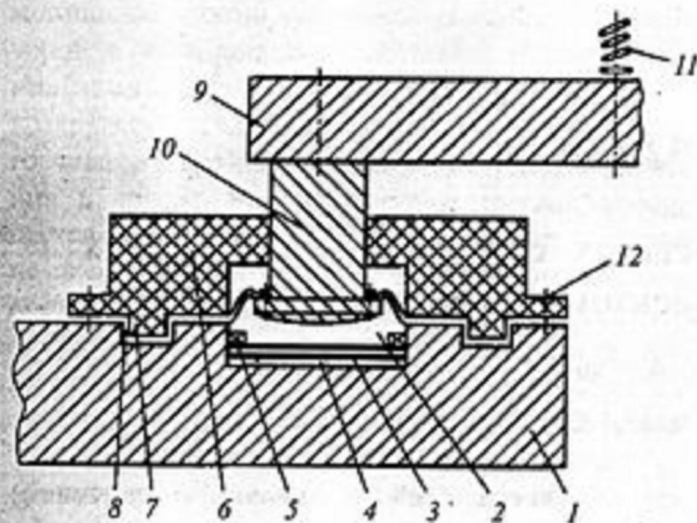


Рис. 1

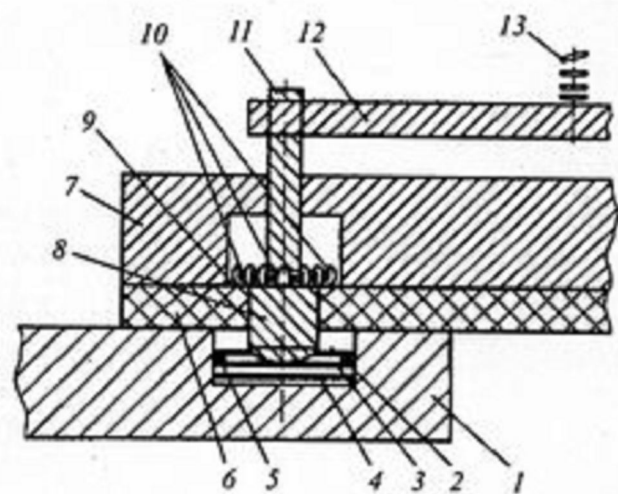


Рис. 2

размещены пористые прокладки 3, пропитанные жидким металлом 4 и закрепленные на дне углубления кольцами 5, крышки 6, имеющей в месте сопряжения с неподвижным контактом 1 кольцеобразный выступ 7, расположенный на резиновой прокладке 8 подвижного мостикового контакта, состоящего из соединительного элемента 9 и контактирующего элемента 10, нажимного устройства 11. Крышка 6 и подвижный мостиковый контакт закрепляются с помощью крепежа 12. Устройство работает следующим образом. При воздействии нажимного устройства 11 подвижный мостиковый контакт благодаря направляющей отверстия в крышке 6 перемещается вниз до замыкания (включения) контактирующего элемента 10 через пористую прокладку 3. В результате давления элемента на прокладку из нее выступает жидкий металл 4, который равномерно соприкасается с полусферической частью головки контактирующего элемента 10. Отключение происходит в обратной последовательности.

По сравнению с прототипом данная конструкция имеет ряд достоинств:

увеличение срока службы благодаря надежной изоляции (в виде крышки 6, резиновой прокладки 8, полусферической поверхности контактирующего элемента 10) жидкого металла 4 от окружающей среды;

экономии жидкого металла 4 вследствие сохранения его постоянного объема в закрытом пространстве углублений 2;

снижение расхода электроэнергии вследствие постоянства электрического сопротивления жидкого металла при воздействии окружаю-

щей агрессивной среды и неизменности его объема.

Конструкция "Сильноточная контактная система №1 Шалагинова" (рис. 2) радикально отличается от СКС на рис. 1 тем, что она имеет диэлектрическую плиту 6 с отверстием и дополнительным неподвижным мостиковым контактом 7 контактирующего элемента 8 и подвижную часть из скользящих контактов 9, прижимных кольцеобразных пружин 10, траверсы 12, связанной с прижимным приспособлением 13. Каждый контактирующий элемент 8 состоит из двух частей — 11 и 12. Первая имеет форму цилиндра, контактирующая часть которого представляет собой полусферу, а вторая — вид круглого стержня.

Устройство работает следующим образом. При воздействии прижимного приспособления 13 на траверсу 12 происходит вертикальное перемещение контактирующего элемента 8 во внутренних областях неподвижного контакта 7, диэлектрической плиты 6 и неподвижного контакта 1 (это возможно при контактировании скользящих контактов 9 с внутренней областью неподвижного контакта 7) вплоть до замыкания (включения) контактирующего элемента 8 через пористую прокладку 3. В результате давления элемента из прокладки 3 выступает жидкий металл 4, который равномерно соприкасается с полусферической частью головки контактирующего элемента 8 вследствие ограниченного объема углубления 2. Отключение происходит в обратном порядке.

Данная СКС по сравнению с предыдущей характеризуется большими ресурсом работы и объемом сэкономленного металла, меньшими электродинамическими усилиями, имеет облег-

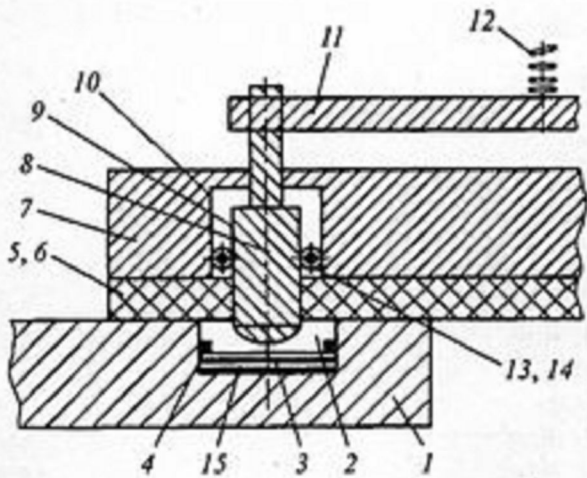


Рис. 3

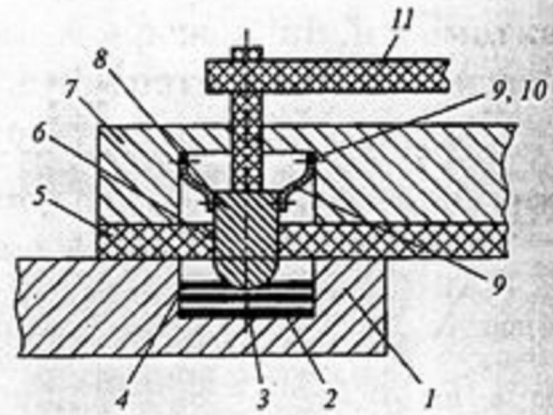


Рис. 5

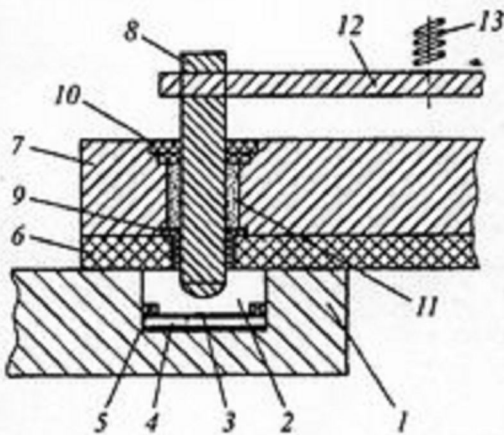


Рис. 4

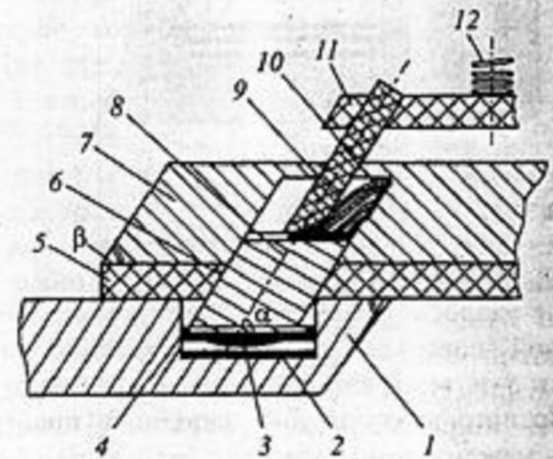


Рис. 6

ченную конструкцию приводного механизма [10].

Последующие разработки конструкций были осуществлены с целью получения возможности увеличения номинального тока, уменьшения переходного электрического сопротивления, повышения надежности работы и увеличения срока эксплуатации. Электрический контакт между боковыми поверхностями внутренней полости неподвижного мостика 7 и контактирующего элемента 8 в этих системах осуществляется по-разному: в СКС № 4 (см. рис. 3) он реализуется с помощью роликовых контактов 13, расположенных по всей поверхности данных элементов; в СКС № 5 (см. рис. 4) — посредством жидкого металла 11, сосредоточенного вокруг контактирующего элемента 8 и находящегося между нижней диэлектрической втулкой 9 (расположенной в отверстии верхней плоскости диэлектрической плиты 6) и верхней диэлектрической втулкой 10 (в отверстии верхней плоскости неподвижного мостика 7); в СКС № 6 (см. рис. 5) —

с помощью гибких металлических связей 9, расположенных по всей боковой поверхности данных элементов. В СКС № 7 (см. рис. 6) электрический контакт также осуществляется посредством гибких металлических связей, расположенных со стороны траверсы 11 и прижимного приспособления 12. При этом неподвижные контакты 1, неподвижный мостик 7, отверстие в диэлектрической плите 5 и траверсе 11 выполнены под углом α (где $\alpha = 35 + 45^\circ$), а контактирующий элемент 8 имеет в сечении прямоугольник.

Использование в СКС № 9 (см. рис. 7) составной конструкции контактирующего элемента 8 (из проводника и диэлектрика) позволило уменьшить массу приводного механизма 14 (соответственно, облегчить его и сделать более долговечным), а также повысить надежность работы выключателя.

В СКС № 10 (см. рис. 8) за счет изменения конструкции контактирующего элемента 8 путем увеличения его диаметра на расстоянии, равном половине расстояния между нижней 10 и верхней 11 уплотнительными втул-

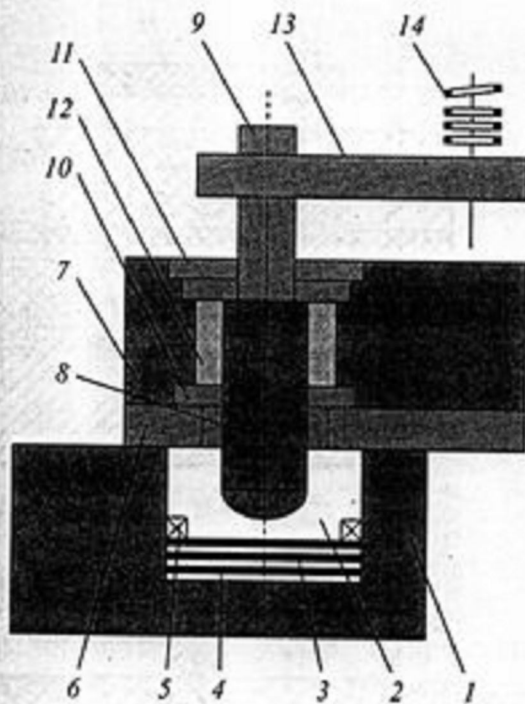


Рис. 7

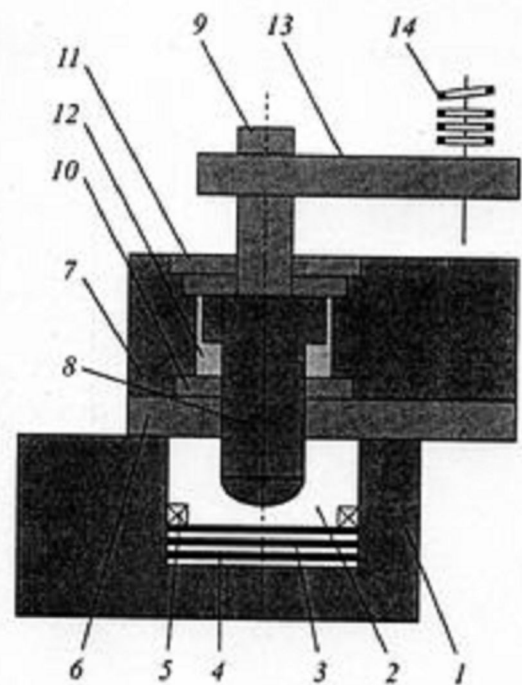


Рис. 8

ками, удалось уменьшить расстояние между боковой поверхностью контактирующего элемента 8 и внутренней полостью верхнего неподвижного контакта 7 и заполнить пространство между ними жидким металлом 12. В результате этого значительно улучшился электрический контакт, уменьшилось переходное электрическое сопротивление и снизились потери электроэнергии. Использование в СКС № 10 составной конструкции контактирующего элемента 8, обеспечило те же преимущества, что и у СКС № 9.

Рассмотренные конструкции СКС с КЖМК можно рекомендовать к использованию в качестве ГКС при разработке как шунтирующих выключателей для электролизных цехов предприятий химической и металлургической промышленности, так и сильноточных электрических аппаратов для электротехнической и ряда других энергоёмких отраслей.

Список литературы

1. Фанштейн С. Я. Производство хлора методом диафрагменного электролиза. — М.-Л.: Химия, 1964.
2. Якименко Л. М. Производство хлора, каустической соды и неорганических хлорпродуктов. — М.: Химия, 1974.

3. Брон О. Б. Электрические аппараты с водяным охлаждением. — М.-Л.: Энергия. Ленингр. отделение, 1967.
4. Шалагинов А. А. Перспективы развития сильноточных шунтирующих выключателей в химической промышленности. — Химическая промышленность, 1991, № 10.
5. Шалагинов А. А. Исследование возможности увеличения номинального тока сильноточных шунтирующих выключателей химической промышленности с помощью ЭВМ. — Химическая промышленность, 1992, № 1.
6. Хадсон Г., Шалагинов А. А. Перспективные конструкции сильноточных контактных систем электрических аппаратов. — Промышленная энергетика, 2000, № 11.
7. Беляев В. Л. Многоамперные электрические аппараты постоянного тока. — М.: СЗТУ, 2003.
8. А.с. 609138 СССР МКИ Н01Р 29/16. Многоамперная контактная система мостикового типа / О. Б. Брон, В. Л. Беляев, Н. Г. Мясникова. — Оpubл. в Б. И., 1978, № 20.
9. Пат. 1795524. Сильноточная контактная система № 2 Шалагинова / А. А. Шалагинов. — Оpubл. в Б. И., 1993, № 6.
10. Пат. 1805509. Сильноточная контактная система № 1 Шалагинова / А. А. Шалагинов. — Оpubл. в Б. И., 1993, № 12.