

С.Н. ЕНГИБАРЯН, В.К. АБРАМЯН

СПОСОБ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ИСКРОВЫХ РАЗРЯДОВ ЭЛЕКТРИЗОВАННЫХ ЖИДКОСТЕЙ В ЕМКОСТЯХ

Показано, что эффективность и надежность отвода зарядов электризованной жидкости в емкостях можно повысить покрытием зеркала жидкости электропроводящими поплавками, обладающими свойствами определенной ориентации и погружения в жидкость 85...90 % объема, в количествах, образующих также полностью погруженный слой поплавков, прижатых архимедовыми силами к поплавкам верхнего слоя и покрывающих 10...20 % площади сечения емкости. Пристеночные два или три поплавка с каждой стороны электрически соединяются со стенкой емкости.

Ключевые слова: электризация, статическое электричество, поплавок, ориентация, погружение, искровой разряд, диэлектрический, заряд.

Известно, что при загрузке емкости электризованной при транспортировке жидкостью, вследствие дополнительной электризации и накопления зарядов статического электричества (СЭ), напряженность электрического поля над поверхностью жидкости повышается. При достижении последнего пробивного напряжения паровоздушной смеси образуются искровые разряды. В зависимости от энергии искровых разрядов, минимальной энергии зажигания паровоздушной смеси и концентрации кислорода могут произойти процессы окисления паров органики, воспламенение или взрыв паровоздушной смеси [1-3]. Для уменьшения величины заряда загружаемой в резервуар жидкости предложено на загрузочном трубопроводе, непосредственно у входа в резервуар, устанавливать релаксационные емкости [4, 5] или нейтрализаторы с заземленными игольчатыми электродами [6]. Однако опыт показывает, что они малоэффективны и в лучшем случае уменьшают заряд поступающей в резервуар жидкости лишь вдвое. С другой стороны, они применимы для жидкостей с временем релаксации $\tau_p < 2$ с, т.е. у которых объемное электрическое сопротивление $\rho \leq 10^{11}$ Ом(м). С этой целью разработаны также устройства для отвода зарядов СЭ с поверхности диэлектрических жидкостей, например, покрытием поверхности электропроводящей сплошной гибкой металлизированной пластиной-электродом, электрически соединенной со стенкой емкости и перемещающейся по вертикальной направляющей [7]. Однако следует указать, что нестационарные по величине и месте усилия жидкости под сплошным электродом, направленным вверх, возникающие при нестационарном режиме работы (транспортировка, загрузка и др.), быстро выводят из строя пружинное контактное приспособление устройства, создают возможность дополнительной электризации жидкости, отрывают электрод от жидкости, создавая возможность образования искрового разряда и др.

Согласно другой разработке [8], поверхность диэлектрической жидкости покрывается плавающим слоем металлизированных частиц смолы с размерами в пределах $(2 \dots 100) \cdot 10^{-6}$ м. Частицы электропроводящего слоя соприкасаются друг с другом и простираются от стенки до стенки резервуара. Недостатками данного способа отвода зарядов являются: отвод зарядов осуществляется только с поверхности жидкости; контактная поверхность частиц смолы с жидкостью маленькая; из-за отсутствия прижимающих усилий между частицами электрическое сопротивление цепей “частица смолы-земля” высокое; частицы смолы в случаях окисляющихся и полимеризующихся смазочных масел при нестационарных режимах покрываются пленкой масла. Оказавшись в воздушном пространстве, пленки масел окисляются и полимеризуются, образуя на частицах диэлектрические пленки полимера, которые электропроводящие частицы смолы превращают в диэлектрики. В другом аналогичном устройстве поверхность электризованной жидкости покрывается полыми металлическими шарами, соприкасающимися между собой и простирающимися от стенки до стенки заземленной емкости [9]. Данное устройство тоже непригодно для отвода зарядов СЭ окисляющихся и полимеризующихся смазочных масел по тем же причинам и имеет те же недостатки.

Целью настоящей работы является разработка способа предотвращения образования искровых разрядов на поверхности электризованных жидкостей в емкостях.

Поставленной цели достигают повышением эффективности и надежности отвода зарядов СЭ путем покрытия зеркала электризованной жидкости в емкостях электропроводящими поплавками 50...60 %, массы которых сосредоточены в самой нижней части рабочего положения поплавков и определяются из условия погружения в жидкости 85...90 % объема в количествах, на 10...20 % превышающих расчетное количество поплавков для покрытия зеркала жидкости в емкости. Благодаря указанным параметрам и количеству поплавки приобретают определенную ориентацию и способность занимать определенное положение в жидкости по отношению к зеркалу жидкости (см. рис.).

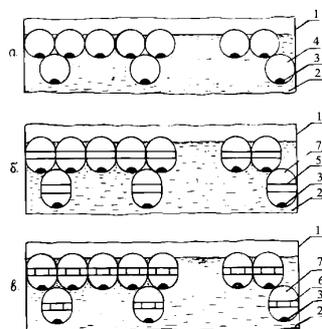


Рис.

Устройство отвода зарядов электризованной жидкости: а-в случае шаров; б-цилиндров; в-многогранных призм; 1-стенка емкости; 2-основа смазочного масла; 3-место сосредоточения 50...60 % массы поплавка; 4-полый металлизированный шар; 5-полый металлизированный цилиндр; 6-полая металлизированная многогранная призма; 7-полый металлизированный полушар. Пристеночные 2 или 3 поплавка с каждой стороны электрически соединяются с заземленной стенкой

Вследствие этого контактная поверхность поплавков электропроводящего слоя становится определенной и постоянно погруженной в жидкость, что исключает доступ кислорода, а также

возможность протекания окислительных и полимеризационных процессов и образование диэлектрической пленки полимера на контактной поверхности; покрывает зеркало жидкости, образуя электропроводящий слой с погруженными в жидкость на 80...90 % объема поплавками, а дополнительные 10... 20 % поплавков полностью погружаются в жидкость, образуя неполный слой с неравномерно распределенными поплавками, прижатыми архимедовыми силами к поплавкам верхнего слоя. В результате в верхнем заземленном слое образуются горизонтальные прижимающие силы между поплавками и поплавками со стенкой, которые резко уменьшают электрическое сопротивление любой цепи "поплавок-земля" электропроводящего слоя. Тем самым все поплавки находятся прижатыми друг к другу и к стенке емкости. Два или три поплавок верхнего слоя с каждой стороны электрически соединяются со стенкой емкости; металлические или металлизированные, жесткие или упругие электропроводящие поплавки с размерами $d_{\text{экв}} = 0,03 \dots 0,1 \text{ м}$ - геометрически правильные тела (пустые шары, цилиндры или многогранные призмы, запаянные с двух сторон пустыми полусферами и др.), которые соприкасаются точками, линиями или площадями. Предложенный способ отвода зарядов электризованной жидкости, кроме упомянутых выше, имеет также и другие преимущества: увеличивает поверхность контакта поплавков с жидкостью; отвод заряда осуществляется не только с поверхности, но и из близлежащих к поверхности слоев жидкости, т.е. из объема жидкости; упрощает конструкцию и изготовление электропроводящих поплавков, обслуживание и срок службы системы отвода зарядов.

Устройство отвода зарядов работает следующим образом: расчетное количество элементов заполняет частично заполненную емкость. При этом они быстро ориентируются и образуют слой с прижатыми друг к другу и к стенкам емкости электропроводящими поплавками, который вместе с зеркалом жидкости в емкости при загрузке и выгрузке поднимается и опускается по вертикали.

Способ апробирован на полупромышленной установке перекачивания жидкостей (основы технологической смазки марки Укринол-2) при следующих условиях: объем жидкости - 0,2 м³; диаметр стального трубопровода - 0,016 м; скорость перекачивания - 10 м/с; диаметр пустых металлизированных шаров 0,05 м и 0,1 м; количество шаров - на 10 % больше расчетного количества; утяжеление - на любой небольшой части поверхности из расчета погружения в масло 90 % объема шаров. Испытания проводились следующим образом: в емкости создавали заземленный электропроводящий слой, вертикально устанавливали измеритель потенциала СЭ марки ПК-2 и фиксировали показания прибора при заполнении емкости со скоростью перекачки электризованной жидкости 10 м/с. Сравнением значений потенциала поля СЭ при отсутствии и наличии слоев электропроводящих поплавков оценивали эффективность их работы. Полученные данные напряженности электрического поля в зависимости от степени заполнения емкости сведены в таблицу.

Испытания показали: при подаче в емкость металлизированных шаров диаметром 0,05 м или 0,1 м, способных покрывать 110 % площади зеркала жидкости, дополнительные 10 % шаров сразу же полностью погружаются в жидкость. При этом все поплавки быстро ориентируются и образуют

покрывающий площадь зеркала жидкости заземленный слой с погруженными в жидкость на 80...90 % объема поплавками и полностью погруженный в жидкость слой с неравномерно распределенными по сечению поплавками, покрывающие 10 % площади сечения емкости.

Таблица

Степень заполн. емкости в доли ед.	Напряженность эл. поля над поверхностью жидкости, кВ/см	Напряженность эл. поля над поверхностью жидкости после установки уст-ва, кВ/см
1/4	10...12	0
1/2	20...28	0
3/4	20...30	0

Эти поплавки прижимают архимедовыми силами поплавки верхнего слоя и образуют в нем горизонтальные прижимающие силы. Таким образом, все поплавки находятся прижатыми друг к другу и к стенке емкости и при загрузке и выгрузке вместе с зеркалом жидкости поднимаются и опускаются по вертикали; при наличии электропроводящего слоя, покрывающего почти вся площадь зеркала жидкости и электрически соединенного со стенкой емкости, жидкость оказывается окруженной эквипотенциальной поверхностью. В результате электрическое поле между верхним слоем электропроводящих поплавков, боковыми стенками и верхом емкости отсутствует, т.е. в паровоздушном пространстве исключена возможность образования искрового электростатического разряда, о чем свидетельствуют полученные данные; электрическое сопротивление любой цепи "поплавок-земля" не превышает 100 Ом; эффективность отвода зарядов не меняется в случаях применения электропроводящих поплавков диаметрами 0,05 и 0,1 м; на основании многочисленных загрузок и выгрузок емкости в течение двух месяцев нагретой до 70...80 °С основы смазочного масла установлено, что на контактных поверхностях поплавков диэлектрической пленки полимера не образуется; заземленное устройство с заданными параметрами поплавков обеспечивает полный отвод зарядов СЭ, о чем свидетельствует отсутствие напряженности электрического поля над поверхностью жидкости и постоянство электрического сопротивления любой цепи "поплавок-земля".

Таким образом, предложенный способ обеспечивает эффективный и надежный отвод зарядов СЭ и предотвращает образование искрового разряда и в случае окисляющихся и полимеризующихся жидкостей. Благодаря простоте конструкции и обслуживания, эффективности и надежности отвода зарядов и универсальности, предложенный способ может найти широкое применение в различных отраслях промышленности для безопасного проведения процессов загрузки, хранения, выгрузки и транспортировки горючих диэлектрических и электризующихся жидкостей, где есть возможность образования паровоздушной смеси с воспламеняющей и взрывоопасной концентрацией.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Захарченко В.В., Лрячко Н.И., Мажара Е.Ф., Севриков В.В., Гавриленко Н.Д.** Электризация жидкостей и ее предотвращение. - М.: Химия, 1975.-128 с.
2. **Бобровский С.А., Яковлев Е.И.** Защита от статического электричества в нефтяной промышленности. -М.: Недра, 1983. -160 с.
3. Статическое электричество в химической промышленности. - Л.: Химия, 1971. - 208 с.
4. Правила защиты от статического электричества в производствах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности. - М.: Химия, 1973. - 60с.
5. **Отака Д., Кобуиси.** Т. //ВИНИТИ № 36568/3. -1961. -Т.10, №4. - 363 с.
6. **Максимов Б.К., Обух А.А., Зубов М.И.** и др. Защита от вредного воздействия статического электричества в народном хозяйстве.- Черкассы: НИИТЭХим, 1973.- С.33.
7. А.с. № 562062, Н 05 F 3/00, 1977.
8. Патент США № 2907923 от 06.10.1959, НКИ 317-2.
9. А.с. СССР, 1285632, 1977.

Институт общей и неорганической химии НАН РА. Материал поступил в редакцию 06.06.2006.

Ս. Ն. ԵՆԳԻԲԱՐՅԱՆ, Վ.Կ. ԱԲՐԱՀԱՄՅԱՆ ՏԱՐՈՂՈՒԹՅԱՆ ՄԵՋ ԳՏԼՎՈՂ ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆԱՑԱԾ ՀԵՂՈՒԿԻ ԿԱՑՕԱՅԻՆ ՊԱՐՈՄԱՆ ԿԱՆԽԱՐԳԵԼՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿ

Ցույց է տրված, որ տարողության մեջ գտնվող էլեկտրականացած հեղուկի լիցքերի հեռացման արդյունավետությունը և հուսալիությունը կարելի է բարձրացնել հեղուկի մեջ որոշակի կողմնորոշում, 85---90% խորասուզման աստիճան ունեցող էլեկտրահաղորդիչ լողաններով հեղուկի հայելային մակերեսը լողանների այնպիսի քանակով ծածկելու ճանապարհով, որն առաջացնում է նաև լրիվ խորասուզված, արքիմեդյան ուժերով վերին շերտի լողաններին հպված և սեղմող, տարողության կտրվածքի մակերեսի 10...20%-ը ծածկող լողանների շերտ: Պատին շփվող 2 կամ 3 լողան ամեն կողմից էլեկտրականապես միացվում են պատին:

Առանցքային բառեր. էլեկտրականացում, ստատիկ էլեկտրականություն, լողան, կողմնորոշում, խորասուզում, կայծային պարպում, մեկուսիչ, լիցք:

S.N. YENGIBARYAN, V.K. ABRAHAMYAN THE WAY OF PREVENTING SPARK DISCHARGES OF ELECTRIFIED LIQUIDS IN CONTAINERS

It is shown that the effectiveness and relativity of tapping of charges in electrified liquids in containers can be raised by covering the surface of the liquid with current-conducting floats having certain properties and submergence by 85---90 % of the volume and in quantities forming a fully submerged layer of floats covering the 10---20 % of the sectional area (area of cut) of the container 2 or 3 parietal floats from each side are electrically connected to the wall.

Keywords: electrization, static electricity, float, orientation, sparkling discharge, dielectric, charge.