

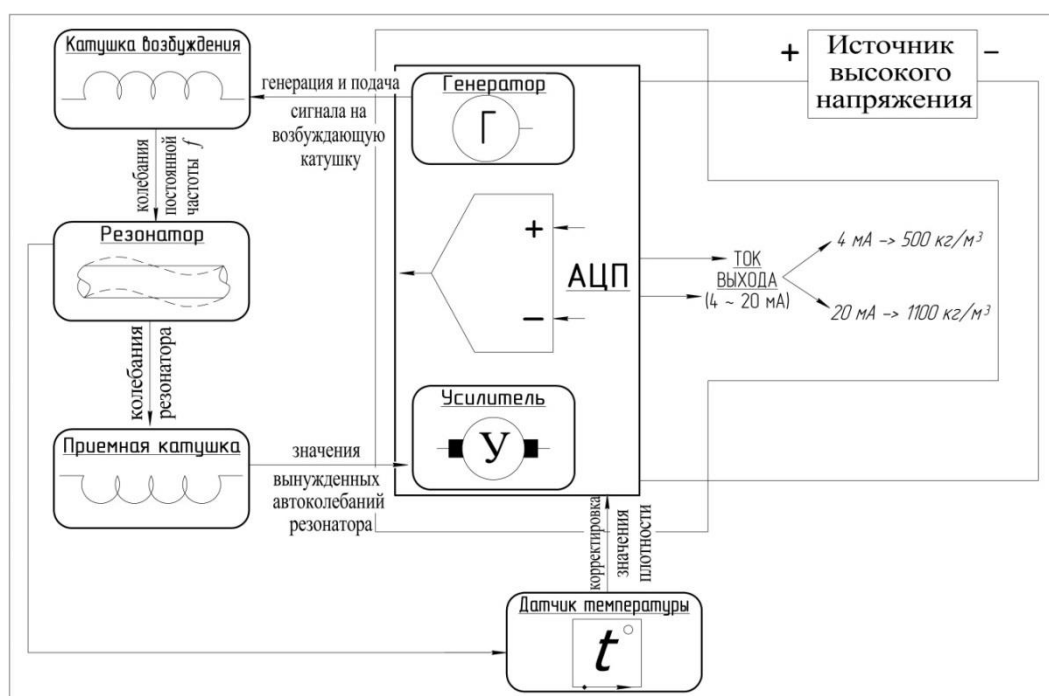


Рис. 4. Схема работы вибрационного поточного плотнмера

Литература

1. Жуков Ю. П. Вибрационные плотномеры. – М.: Энергоавтомиздат, 1991. – 144 с.
2. Квилис С. С. Плотномеры. – М.: Энергия, 1980. – 278 с.: Ил.
3. Фатхутдинов А. Ш. Автоматизированный учет нефти и нефтепродуктов при сборе, транспорте и переработке. – Уфа: АО «Нефтеавтоматика», 1999.
4. Пособие для метрологов. – Уфа: АО «Нефтеавтоматика», 1999.

ОПАСНОСТЬ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА ПРИ ХРАНЕНИИ НЕФТИ И МЕТОДЫ ЕЁ УСТРАНЕНИЯ

А.Н. Чехлов

Научный руководитель доцент М.С. Салтымаков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Жидкие углеводороды являются хорошими диэлектриками, низкая электропроводность обуславливает их склонность к электризации. При заполнении резервуара происходит накопление зарядов статического электричества, которые создают внутри емкости электрическое поле. Напряженность поля может быть довольно высокой, и при достижении определенных значений возникает опасность электрического разряда в пространстве над жидкостью, который влечет воспламенение паров углеводородов и возникновение аварийной ситуации на объекте [1]. Данный опасный фактор в большей мере присущ объектам хранения нефтепродуктов, однако опасность воспламенения паров товарной нефти от разрядов статического электричества также достаточно велика, поэтому изучение способов её снижения заслуживает особого внимания.

При движении нефти по трубопроводу происходит разделение зарядов на положительные и отрицательные. В местах соприкосновения жидкости со стенкой происходит образования двойного электрического слоя: стенка трубы оказывается заряженной отрицательным электрическим зарядом, а нефть, прилегающая к трубе, зарядом противоположного знака. Оставшиеся отрицательные ионы (диффузионная часть двойного слоя) имеют меньшую плотность, из-за низкой электропроводности нефти заряды не успевают приблизиться к стенке и при движении нефти в трубе увлекаются потоком [6]. Также свободные заряды возникают при прохождении нефти через насосы, фильтры и другое оборудование. Попадая в резервуар, заряды статического электричества создают поле, способное вызывать электрические разряды: внутри жидкости они неопасны, а при прохождении через пространство, заполненное парами нефти, могут вызвать воспламенение газозвушной смеси [1].

Обязательные мероприятия по защите резервуаров от статического электричества регламентируются руководящим документом министерства энергетики РФ «Правила технической эксплуатации резервуаров магистральных нефтепроводов и нефтебаз»:

- заземление всех электропроводных узлов и деталей резервуаров и трубопроводов;
- исключение процессов разбрызгивания и распыления нефти;

- ограничение скорости истечения нефти при заполнении резервуаров;
- осуществление отбора проб и измерения уровня нефти не ранее, чем через 10 минут после заполнения резервуара [5].

Однако данные методы не всегда обеспечивают стопроцентную защиту от статического электричества и сильно снижают интенсификацию технологических процессов налива нефти в резервуары. Существуют и более совершенные способы снизить опасность электризации нефти, к ним относятся технологические мероприятия по использованию специальных присадок, внесение изменений в конструкцию резервуаров, а также включение в технологическую схему нейтрализаторов.

Добавление к транспортируемым углеводородам специальных присадок (обычно ПАВ – поверхностно активных веществ) осуществляется с целью увеличения их электрической проводимости. Заряды диффузионной части двойного электрического слоя начинают двигаться более интенсивно, благодаря чему большая их часть уходит из нефти через заземление трубопровода ещё до попадания в резервуар. Однако эффективность данного способа применительно к нефти невелика, поскольку недорогие присадки (олеат хрома, олеат кобальта и др.) хорошо повышают проводимость веществ с электрическим сопротивлением более 10^9 Ом.м (сопротивление нефти 10^5 Ом.м), а использование более дорогих веществ нецелесообразно, поскольку действие поверхностно активных веществ ухудшается со временем [1].

Снизить напряженность электрического поля зарядов нефти, поступающей в резервуар, возможно за счет изменения его конструкции. Повышение искробезопасности достигается за счет максимального приближения выходящей из наливной трубы струи к дну резервуара, для достижения нужного эффекта используются различные формы насадок наливной трубы: «диффузор», «конус», «пикколо». Особенно эффективно применение вводного устройства «двойное дно» (рис. 1), оно позволяет снизить потенциал электрического поля в 3 раза. При заполнении резервуара через это устройство нефть долгое время движется тонким слоем по узкой щели большой площади, интенсивно при этом релаксируя. В результате на выходе из вводного устройств нефть поступает в резервуар, уже потеряв значительную часть своего заряда [3].

Ещё одной конструктивной особенностью, позволяющей снизить опасность разряда статического электричества, является разделение резервуара на секции. При заполнении резервуара нефтью практически все секции заполняются одновременно, так как нефть перетекает через имеющиеся в перегородках отверстия. Следовательно, резервуар заполняется как единое целое, но электрическое поле в нем при наличии секционирования значительно слабее, чем при отсутствии перегородок. Однако громоздкость таких конструкций, сложность эксплуатации, чистки, большой расход металла на изготовления препятствуют широкому внедрению подобных устройств в практику [3].

Заземление трубопроводов и резервуаров - неотъемлемая часть комплекса мер по защите от статического электричества. Существенным недостатком этого метода является то, что через электроды заземления уходит лишь малая часть зарядов, находящихся в слое нефти, граничным со стенкой резервуара или трубы. Малая проводимость нефти не позволяет зарядам, находящимся в объеме жидкости, быстро приблизиться к электроду. В движущейся нефти они уносятся потоком, а в резервуаре заряды медленно стекают через заземление в промежутки времени релаксации, в течение которого опасность разряда наиболее высока [1].

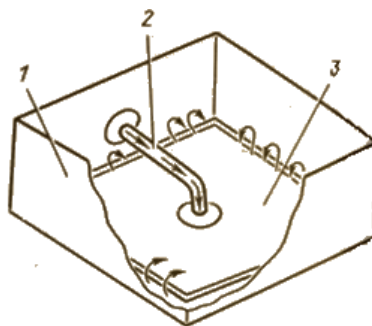


Рис. 1. Вводное устройство «двойное дно» [3]:
1 – резервуар; 2 – вводная труба; 3 – пластина двойного дна

Снять заряд из объема жидкости позволяют специальные устройства – нейтрализаторы статического электричества, которые устанавливаются на трубопроводе после фильтров, насосов или непосредственно перед резервуарами. Простейший нейтрализатор состоит из камеры нейтрализатора, разрядного электрода, стыковочного патрубка и изолятора. Однако он недостаточно эффективен, так как значительная часть ионов переносится через нейтрализатор, не успев попасть на единственный центральный электрод и стечь через него на землю [2].

Данный недостаток устранен в устройстве нейтрализатора, разработанном группой ученых Тюменского государственного нефтегазового университета (рис. 2). Нейтрализатор состоит из пластмассового корпуса и двух торцевых металлических колец, соединенных металлическими струнами и снабжен трехфазным статором, обмотки которого создают вращающееся магнитное поле. Под действием магнитного поля траектории движения статических зарядов в нефти приобретает форму спиралей, что значительно удлиняет их путь в камере устройства и увеличивает вероятность попадания заряда на одну из струн нейтрализатора. Ещё одним фактором,

повышающим эффективность работы нейтрализатора, является наличие в устройстве генератора постоянного тока, напряжение которого образует дополнительное стационарное электрическое поле, заставляющее ионы сближаться со струнами, что повышает интенсивность отвода зарядов из нефти [4]. Внедрение подобных устройств в производство является перспективным направлением повышения пожаровзрывобезопасности объектов хранения нефти.

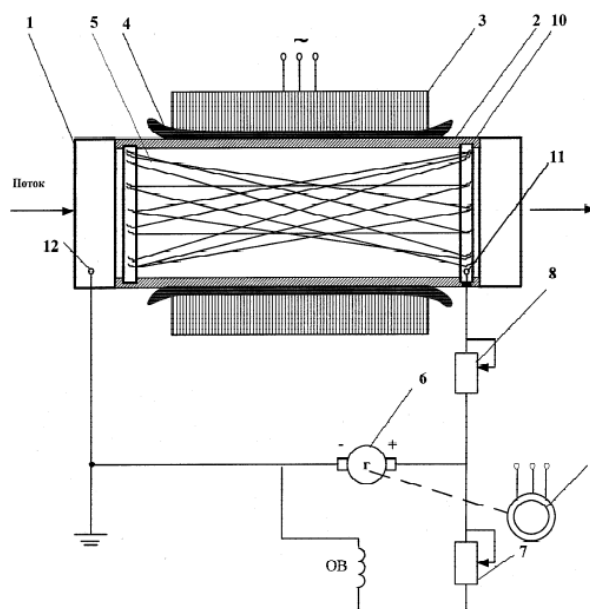


Рис. 2. Нейтрализатор статического электричества [4]:

- 1 – входной патрубок; 2 – корпус; 3 – трехфазный статор; 4 – трехфазная обмотка;
5 – металлические струны; 6 – генератор постоянного тока; 7, 8 – регулировочные сопротивления;
9 – двигатель генератора; 10 – металлические кольца; 11 – положительная клемма;
12 – отрицательная клемма

Для возникновения электрического разряда, способного воспламенить пары нефти в резервуаре, одновременно должно сложиться несколько негативных условий, вероятность каждого из которых невелика. Однако это не должно снижать бдительность по отношению к вопросу обеспечения безопасности хранения нефти в области защиты от статического электричества, поскольку большинство действующих мер борьбы с электризацией нефти не обеспечивают стопроцентной защищенности. Повышение безопасности в данной области должна достигаться, прежде всего, за счет использования устройств, снимающих свободные заряды из объема нефти при её транспортировке (нейтрализаторы) или наполнении резервуара (вводные устройства). Это позволит избежать аварий, происходящих из-за нарушения правил эксплуатации резервуаров, а также повысит допустимую скорость наполнения резервуаров, что увеличит интенсивность процессов налива нефти.

Литература

1. Бобровский С.А., Яковлев В.И. Защита от статического электричества в нефтяной промышленности. – М.: Недра, 1983. – 160 с.
2. Власова Е. П. Повышение безопасности систем хранения нефти путем нейтрализации статического электричества. – Тюмень, 2009. – 110 с.
3. Максимов Б. К., Обух А. А., Тихонов А. В. Электростатическая безопасность при заполнении резервуаров нефтепродуктами. – М.: Энергоатомиздат, 1989.
4. Патент №2351100 Российская Федерация, МПК⁸ НО 5F3/2. Нейтрализатор [текст]/ Кисиц С. И., Власова Е. П., Шимко Т. Ф. – заявитель и патентообладатель ТюмГНУ - № 2007127226/28, заявл. 16.07.2007; опубл. 27.03.2009, бюл. № 9 – 5 с.
5. Руководящий документ 153-39.4-078-01 «Правила технической эксплуатации резервуаров магистральных нефтепроводов и нефтебаз», 2001.
6. Титова Е. С., Сырбу А. А., Кропотова Н. А. К вопросу о возникновении статического электричества в жидкостях. – Иваново, 2013. – С. 94-96.