

**РАССЛЕДОВАНИЕ АВАРИЙ НА ОПО
ХРАНЕНИЯ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ**

СОСТОЯНИЕ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ПО МОЛНИЕЗАЩИТЕ

РД 34.21.122-87 Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений (Утверждена Главтехуправлением Минэнерго СССР 12 октября 1987 г.)

СО 153-34.21.122-2003 Инструкция по молниезащите зданий, сооружений и промышленных коммуникаций (Утверждена приказом Минэнерго России от 30.06.2003 №280)

Ведомственные нормативные документы АК «Транснефть» (РД 153-39.4-03, РД-91.020.00-КТН-276-07)

СОСТОЯНИЕ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ПО МОЛНИЕЗАЩИТЕ

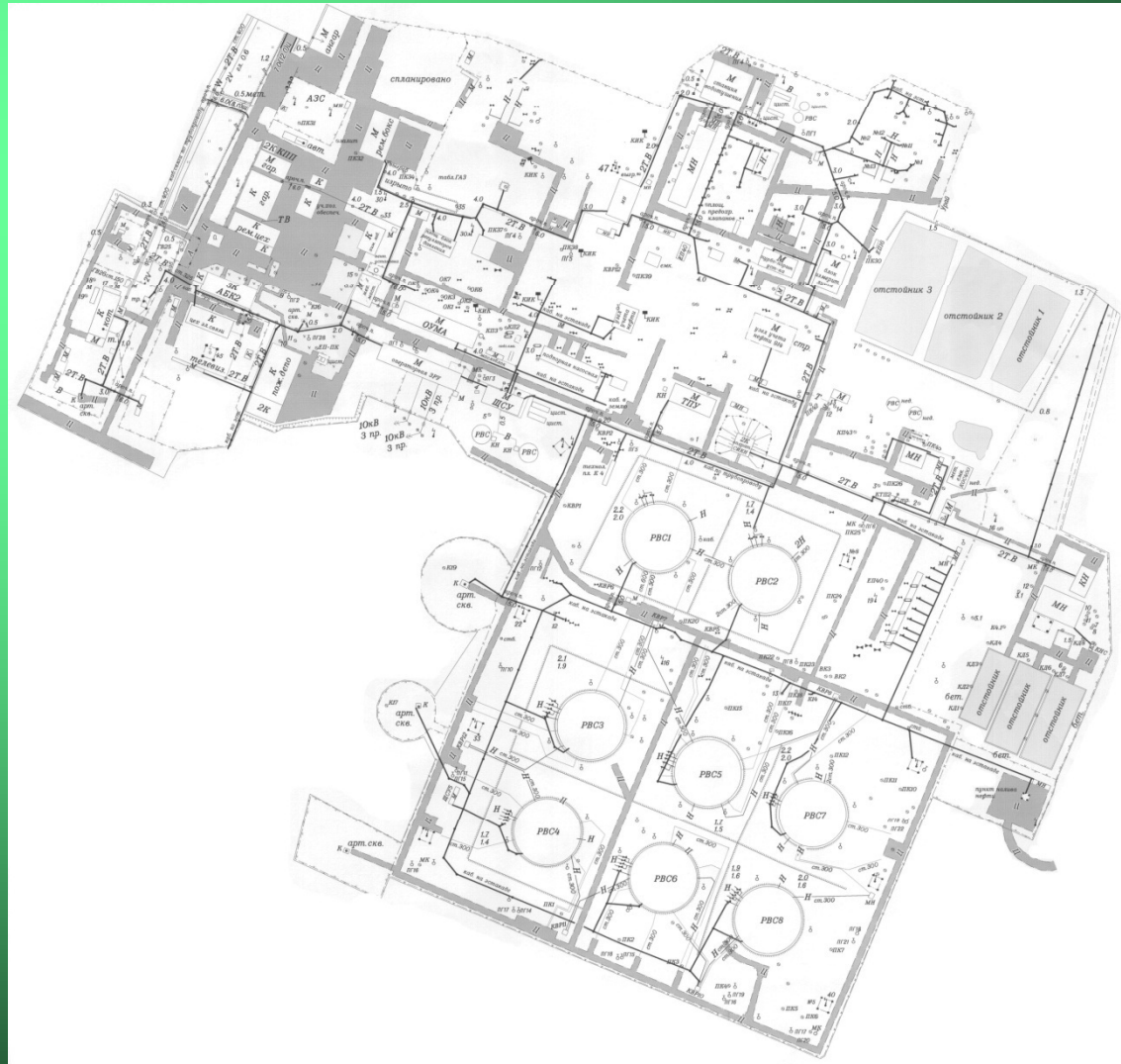
РД 34.21.122-87

- ✓ Сопротивление растеканию тока (переменного)
- ✓ Сопротивление металлической связи проводников заземляющих устройств
- ✓ Удельное сопротивление грунта

СО 153-34.21.122-2003

- ✓ Сопротивление растеканию тока (импульсного)
- ✓ Распределение импульсных потенциалов при по металлоконструкциям объекта при ударе молнии в молниеприемник
- ✓ Наведенные на кабелях импульсные потенциалы при ударе молнии в молниеприемник

РАССЛЕДОВАНИЕ АВАРИИ НА РЕЗЕРВУАРНОМ ПАРКЕ НЕФТИ



РАССЛЕДОВАНИЕ АВАРИИ НА РЕЗЕРВУАРНОМ ПАРКЕ НЕФТИ



РАССЛЕДОВАНИЕ АВАРИИ НА РЕЗЕРВУАРНОМ ПАРКЕ НЕФТИ



РАССЛЕДОВАНИЕ АВАРИИ НА РЕЗЕРВУАРНОМ ПАРКЕ НЕФТИ



РАССЛЕДОВАНИЕ АВАРИИ НА РЕЗЕРВУАРНОМ ПАРКЕ НЕФТИ

- ✓ Во время грозы на РВС № 7 произошло возгорание находящейся в нем сырой нефти.
- ✓ Спустя 29 минут произошел взрыв резервуара РВС №8 в результате которого, был разрушен полностью резервуар, металлические части конструкций которого взрывной волной разлетелись по территории парка и за ее пределы на расстояние до 300 м. Произошел разлив горячей нефти за пределы каре обвалования РВС №8 на дорогу и прилегающую к ней территорию, а также в каре соседних резервуаров №5, 6,7.
- ✓ Спустя 13 минут горел резервуар №5
- ✓ Спустя 8 часов горели резервуары РВС №5, 7, разлив нефти в каре резервуаров №6,7,8. В РВС №4 горения не наблюдалось.
- ✓ Спустя 2,5 часа произошло вскипание и выброс нефти из резервуара РВС №5, в результате которого огонь распространился на РВС №4

РАССЛЕДОВАНИЕ АВАРИИ НА РЕЗЕРВУАРНОМ ПАРКЕ НЕФТИ

- ✓ Пожар длился 18 часов (локализован через 13 часов)
- ✓ В результате пожара полностью разрушены РВС № 5,7,8
- ✓ Частично повреждены резервуары № 3,4,6
- ✓ Повреждено оборудование РВС № 1,2, оборудование подпорной насосной
- ✓ Погибло 4 человека (работников ПО)
- ✓ Безвозвратные потери нефти 19 655 т
- ✓ Прямые потери от аварии составили 146,2 млн. рубл.

РАССЛЕДОВАНИЕ АВАРИИ НА РЕЗЕРВУАРНОМ ПАРКЕ НЕФТИ



ГРОЗОВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

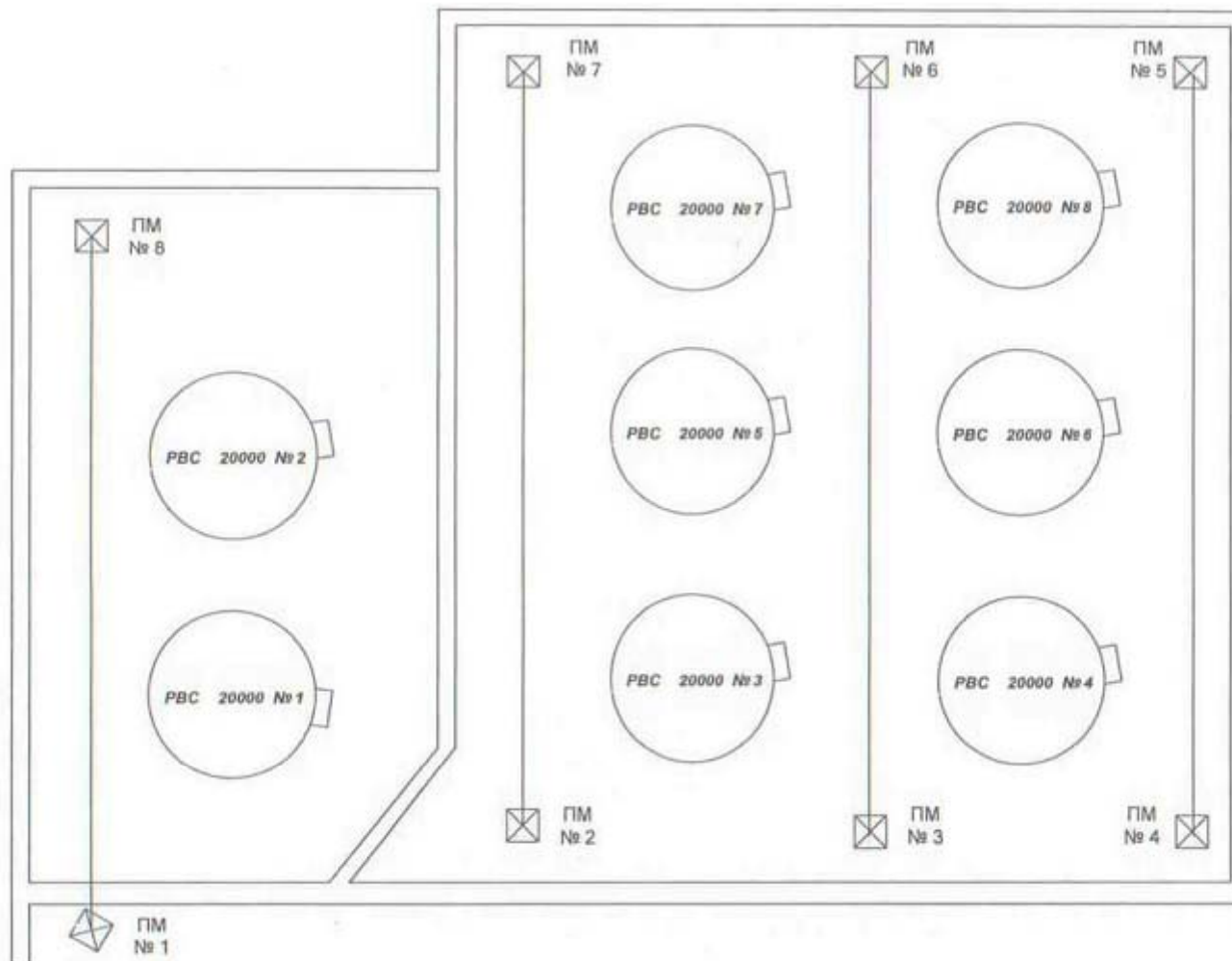
Время (Москва)	Координаты разряда		Полярность	Сила тока [кА]
	долгота	широта		
16:52:53	65,7911	59,5194	+	69
16:57:40	65,8466	59,5286	+	60
17:05:48	65,8886	59,5813	+	45
17:08:36	65,8397	59,6097	-	7
17:22:47	65,9138	59,5722	+	31

СИСТЕМА МОЛНИЕЗАЩИТЫ

В резервуарном парке установлена система тросовой молниезащиты. Предусмотрена защита резервуарного парка тросовыми молниеприемниками диаметром 9,2мм (сечение 66,4 мм²), закрепленными на прожекторных мачтах серии ПМТМ-2 высотой 45м.+4м. Надежность молниезащиты согласно проекта составляла для зоны А - 0,995.

Система молниезащиты на момент аварии была исправна и обеспечивала требуемый уровень защиты по зоне А

СИСТЕМА МОЛНИЕЗАЩИТЫ



СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

- Система автоматического пенного пожаротушения
 - находилась в исправном и работоспособном состоянии
 - Запас раствора пенообразователя соответствовал нормативному
 - на 4-й минуте пожара зафиксирован факт запуска системы пожаротушения
- Система противопожарного водоснабжения
 - находилась в исправном и работоспособном состоянии
 - противопожарный запас воды соответствовал нормативному
 - на 11-й минуте пожара дистанционно были открыты задвижки и запущено охлаждение РВС №5 и №8
- Система подслоного пожаротушения
 - в течение 3-го – 9-го часа пожара было организовано 3 пенных атаки подслоным способом на РВС №4.
 - применение подслоного способа позволило практически полностью прекратить горение и предотвратить взрыв в резервуаре РВС №4

ВЫВОДЫ КОМИССИИ

- Нарушений технологического режима эксплуатации не выявлено
- Причиной возгорания РВС №7 является «обстоятельство непреодолимой силы малоизученного природного явления – грозовой разряд»
- Взрыв РВС №8 обусловлен:
 - а) Потеря устойчивости стенки РВС №7
 - б) Термическое воздействие от РВС №7
 - в) Разгерметизация РВС №8 по причине потери прочности и устойчивости стенки резервуара
- Возгорание РВС №5 произошло от попадания в него частей РВС №8 и горячей нефти
- Пожар на РВС №4 возник от теплового воздействия разлившейся нефти и её вскипания в РВС №5

ВЫВОДЫ ЭКСПЕРТИЗЫ

- Надежность защиты от прямых ударов молнии исключительно велика. Ее расчетное значение находится на уровне 0,99999.
- Вероятной причиной пожара в резервуарном парке следует считать удар молнии в тросовый молниеотвод, при котором сформированные короткие искровые каналы от ограждения резервуара и (или) от металлических элементов дыхательных клапанов проникли во взрывоопасную зону газовых выбросов и подожгли их. Вспышка осталась бы без последствий при штатной работе огнепреградителей, но в случае проникновения пламени во внутренний объем лишь частично заполненного резервуара неизбежен взрыв последнего и возникновение пожара.

НЕЗАВЕРШЕННЫЕ ИСКРОВЫЕ РАЗРЯДЫ

➤ Помимо прямого удара молнии в резервуар или в зону горючих газовых смесей над его крышей причиной пожара может стать образование незавершенных искровых каналов, которые возбуждаются электрическим полем грозового облака, а также электрическими зарядами канала молнии, проходящей в непосредственной близости от резервуара, например при ударе в молниеотвод.

НЕЗАВЕРШЕННЫЕ ИСКРОВЫЕ РАЗРЯДЫ

- Незавершенные искровые разряды стартуют от внешних обстроек резервуара (ограждение крыши, элементы дыхательных клапанов и т.п.), когда напряженность электрического поля там превышает порог ионизации воздуха, приблизительно равный 30 кВ/см в нормальных атмосферных условиях. Канал разряда способен к поджигу горючей газовой смеси даже при длине порядка 1-10 см.
- Установка молниеотводов опасности развития искровых разрядов не снимает.

УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ НЕЗАВЕРШЕННЫХ ИСКРОВЫХ РАЗРЯДОВ

Если проводник высотой h с характерным радиусом закругления вершины r установлен во внешнем поле E_0 у его вершины благодаря наведенному заряду возникает поле

$$E_1 \sim E_0 \cdot h/r \gg E_0$$

Поле быстро убывает (на расстоянии нескольких r), создавая разницу потенциалов между проводником и окружающим пространством

$$\Delta U \sim E_0 \cdot h$$

Когда нижняя часть облака заряжена отрицательно, заземленный проводник заряжается положительно, т.к. часть отрицательного заряда под действием поля уходит в землю

УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ НЕЗАВЕРШЕННЫХ ИСКРОВЫХ РАЗРЯДОВ

При среднем поле грозового облака в месте размещения заземленного сооружения $E_0=150$ В/см достаточно

$$h \approx \Delta U_{r \min} / E_0 \approx 20-30 \text{ м}$$

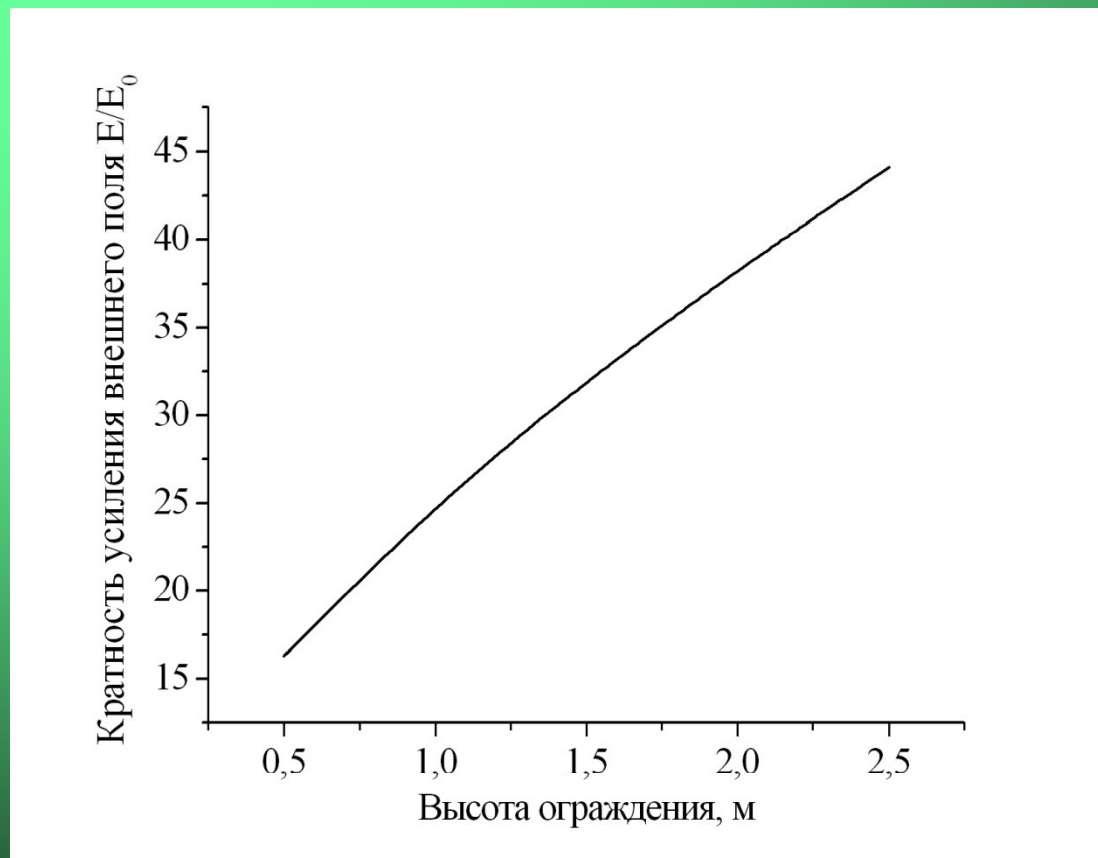
чтобы на заостренных конструкциях ($r=1/10$ см) возник перепад потенциалов

$$\Delta U_{r \min} \approx 300-400 \text{ кВ}$$

достаточный для начала ионизации воздуха и формирования коронного разряда.

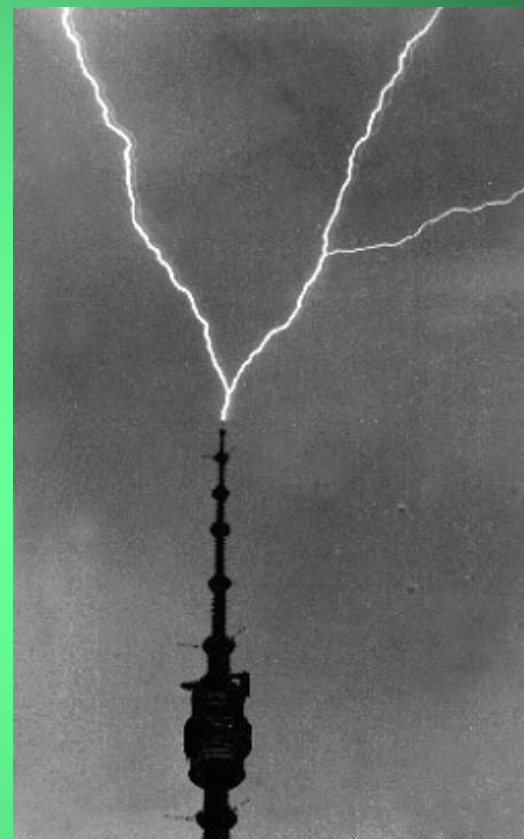
НЕЗАВЕРШЕННЫЕ ИСКРОВЫЕ РАЗРЯДЫ

➤ На рисунке показано как меняется напряженность электрического поля на поверхности горизонтальной полосы ограждения крыши резервуара в зависимости от высоты ограждения. Все размеры резервуара аналогичны резервуарам парка; эквивалентный радиус полосы ограждения 20 мм.



НЕЗАВЕРШЕННЫЕ ИСКРОВЫЕ РАЗРЯДЫ

Длина формирующегося канала растет с высотой объекта. На сверхвысоких объектах такие каналы достигают облака и превращаются в так называемые восходящие молнии.



НЕЗАВЕРШЕННЫЕ ИСКРОВЫЕ РАЗРЯДЫ

- В действующих национальных нормативах по молниезащите опасность возгорания за счет искровых каналов вторичного происхождения не констатируется, а средства защиты от них не регламентируются (в норматив РД 34.21.122-87 введено только требование об обязательном включении в зону защиты молниеотводов загазованного объема).
- Исключением является принятый в 2008 г. стандарт по молниезащите ОАО «Газпром» (СТО Газпром 2-1.11-170-2007), где сформулированы основные принципы защиты от таких разрядов.

НЕЗАВЕРШЕННЫЕ ИСКРОВЫЕ РАЗРЯДЫ

- Подавление искровых каналов в воздухе осуществляется выбором специальной конструкции ограждений резервуаров и других конструктивных элементов, возвышающихся над крышей на 0,5 м и более.
- Альтернативной мерой является устройство электростатических экранов на существующих конструкциях. При расположении опор молниеотводов в зоне горючих газовых выбросов следует использовать искробезопасные опоры.

ЗАЩИТА ОТ НЕЗАВЕРШЕННЫХ ИСКРОВЫХ РАЗРЯДОВ

Мероприятия по подавлению встречных незавершенных искровых разрядов осуществляются для:

- частей молниеприемников и токоотводов, которые располагаются в зоне опасных газовых выбросов либо удалены от них в радиальном направлении или вниз на расстояние менее 1,0 м;
- металлоконструкций зданий и сооружений, возвышающихся более чем на 0,5 м над крышей и соприкасающихся с зоной опасных выбросов.