

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра аналитической химии и химической экологии

Повышение безопасности аммиачных холодильных установок

АВТОРЕФЕРАТ

студента (ки) 4 курса 441 группы
направления 20.03.01 «Техносферная безопасность»
код и наименование направления, специальности
Института химии

Шебалова Данилы Петровича

Научный руководитель

профессор, д.х.н.
должность, уч. ст., уч. зв.

_____ подпись, дата

Т.Д. Смирнова
инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

д.х.н., профессор
должность, уч. ст., уч. зв.

_____ подпись, дата

Т.Ю. Русанова
инициалы, фамилия

Саратов 2023

ВВЕДЕНИЕ

Бытует мнение, что современные холодильные установки в качестве хладагента обязаны содержать фреон или углекислоту, а аммиачные системы охлаждения являются неактуальными. Такое восприятие, по всей видимости, основано на том, что большие компрессорные отделения аммиачных холодильных установок (АХУ, NH_3 , R717, ГОСТ 6221-90) имеют изжившее себя оборудование постройки конца 20 века с присутствием резкого аммиачного запаха. Принцип работы аммиачного холодильника состоит в испарении аммиака в воде. В дефлегматоре, куда поступает водный раствор аммиака, происходит испарение газа, последовательное сжатие его и переход в испаритель. Механизм действия установки предполагает многократное повторение описанной выше процедуры. В тоже время, аммиак является самым дешевым хладагентом, от 20 до 100 раз дешевле чем наиболее распространенные марки фреонов и другие природные и экологичные хладагенты – такие как углекислота (CO_2) или пропан/бутан, требующие специальной очистки для последующего применения в холодильных системах.

Производственные холодильные установки являются частью пищевых предприятий: мясо- и птицекомбинатов, молочных и консервных комбинатов, где вся вырабатываемая продукция подвергается холодильной обработке, в связи с этим производственные холодильники оборудуют мощными устройствами для охлаждения и замораживания.

Цель работы - изучение схем и принципов действия современного аммиачного холодильного оборудования для выработки рекомендаций по повышению безопасности и снижения травматизма на производстве.

Для выполнения этой цели, необходимо решить следующие задачи:

1. Изучение характеристик оборудования
2. Изучение технологического процесса и требований к оборудованию и помещению

3. Обозначение основных факторов и возможных причин возникновения и развития аварий
4. Проведение и анализ расчетов зон возможного химического заражения
5. Выдвижение рекомендаций по улучшению защиты функционирования установки.

Раздел 1 Литературный обзор.

1.1. Характеристика оборудования. Классификация аммиачных холодильных установок.

Холодильники - это промышленные установки (или цеха), использующие холодильные системы для поддержания условий, необходимых для обработки и хранения скоропортящихся продуктов.

Классификация аммиачных холодильных установок:

1.1. Схема непосредственного охлаждения. В этом методе аммиачный испаритель (устройство) устанавливается в холодильном помещении или камере или встраивается в систему подачи холодного воздуха или технологического охлаждения.

1.2. Схема промежуточного охлаждения, в которой тепло охлаждаемой среды (объекта) передается испарителю охлаждающей водой.

Последняя в свой черед подразделяются:

1.2.1. Открытая промежуточная схема с испарителем с закрытым пространством хладагента, в котором тепло охлаждаемой среды рассеивается в смесительном теплообменнике.

1.2.2. Открытая промежуточная схема с испарителем с открытым уровнем охлаждающей воды, в котором тепло охлаждаемой среды рассеивается смесительным теплообменником.

1.2.3. Закрытая промежуточная схема с испарителем, имеющим замкнутое пространство хладагента, в котором тепло охлаждаемой среды рассеивается в теплообменнике-рекуператоре.

1.2.4. Закрытая промежуточная схема с испарителем с открытым уровнем охлаждающей воды, в котором тепло отводится от охлаждаемой среды в теплообменнике-рекуператоре.

1.2.5. Открытая сдвоенная промежуточная схема, в котором тепло отбирается от охлаждаемой среды испарителем с закрытым пространством хладагента в смешанном теплообменнике и передается последовательно двумя отдельными потоками хладагента.

1.2. Физико-химические свойства и степень опасности веществ, характер воздействия на организм. Индивидуальные средства защиты

Аммиак - это бесцветный газ с резким запахом нашатырного спирта, в 1,7 раза легче воздуха и хорошо растворим в воде. Аммиак более растворим в воде, чем все другие газы, при этом примерно 700 объемов аммиака растворяется в одном объеме воды при 20°C.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) от аммиака:

Для защиты от паров аммиака эффективны промышленные фильтрующие противогазы марки "К" и "М", при смеси аммиака с сероводородом - марки "ВК".

Наиболее часто используемыми промышленными противогазами являются КД (серая коробка) и КД 8. Если нет точных данных о концентрации аммиака, время защиты в противогазах КД не должно превышать 120 минут. Если в воздухе нет органических веществ, можно использовать тип "М" со временем защиты 90 минут.

1.3. Основные факторы и возможные причины возникновения и развития аварий в цеху

Основными опасностями при авариях на аммиачных холодильных установках являются утечка паров аммиака и утечка вследствие

разгерметизации резервуара, что может привести к многочисленным жертвам внутри и снаружи установки, в зависимости от погодных условий.

Причинами аварий могут быть:

- превышение предельно допустимого давления нагнетания;
- переполнение аппарата жидким аммиаком;
- замерзание рассола в трубах испарителя;
- гидравлические удары;
- образование взрывоопасной смеси аммиака с воздухом;
- высокая температура перегрева нагнетаемых паров аммиака.

1.4. Возможные причины и последствия при разгерметизации технологического оборудования

Возможными причинами разгерметизации являются коррозия, ослабление или неправильная затяжка фланцевых соединений, использование неподходящих материалов в качестве прокладки, выход из строя отдельных подвижных частей запорной арматуры и предохранительного клапана, вибрация, дефектные материалы, оборудование, трубопроводы и прокладки. Опыт эксплуатации показал, что утечка в сальнике запорного клапана происходит через утечку из прокладок в оборудовании и фланцевых соединений трубопроводов, образующихся в процессе эксплуатации

Раздел 2 Технологический процесс.

2.1. Основные правила ведения технологического процесса, обслуживания и ремонта используемого оборудования, защиты от аварий и исключения вероятности их возникновения

В состав аммиачной холодильной установки (АХУ) входят следующие сооружения:

- компрессорный цех;
- помещение линейных ресиверов;
- конденсаторная площадка;

- площадка под аккумуляторные баки;
- основной и производственный корпус

2.2. Требования к аппаратному оформлению, размещению, зданию и помещениям установок.

В системе холодоснабжения должны быть предусмотрены устройства, предотвращающие попадание капель жидкого аммиака во всасывающую полость компрессоров.

Блок испарителя для охлаждения хладоносителя должен включать в себя устройство для отделения капель жидкости из парожидкостной аммиачной смеси и возврата отделенной жидкости в испаритель

2.3. Требования к инженерному оборудованию зданий и сооружений

Системы отопления и вентиляции машинного и аппаратного отсеков должны соответствовать требованиям Технического регламента, Правил Российской Федерации и настоящих Правил в части их назначения, конструкции, характеристик, производительности, технического обслуживания и условий эксплуатации

2.4. Требования к системам контроля уровня загазованности и оповещения об аварийных утечках аммиака

Система контроля уровня загазованности и оповещения об аварийных утечках аммиака (далее по тексту - система контроля уровня загазованности) контролирует уровень газа в связи с возможными утечками аммиака на заводе и внутри него.

2.5. Требования к предохранительным устройствам

Кожухотрубные аппараты, технологическое оборудование с непосредственным охлаждением (скороморозильные аппараты, фризеры и льдогенераторы), и сосуды под давлением с внутренним диаметром более 150 мм должны быть оснащены предохранительным устройством от превышения давления.

2.6. Системы контроля, управления, сигнализации и противоаварийной автоматической защиты холодильных установок

Системы контроля, автоматического и дистанционного управления, системы противоаварийной автоматической защиты (далее - ПАЗ), в том числе поставляемые в комплекте с оборудованием, должны отвечать требованиям настоящих Правил, действующей нормативной технической документации, проектной документации, технологическим регламентам и обеспечивать установленную в соответствии с технологическими регламентами точность поддержания технологических параметров, надежность и безопасность эксплуатации систем холодоснабжения

Раздел 3 Расчеты зоны возможного химического заражения

3.1. Методика СП165

Методика оценки потенциала загрязнения от химических веществ фактически известна еще со времен бывшего Советского Союза. Она применяется при выбросе аварийно химически опасных веществ (АХОВ) в атмосферу в виде газа, пара или аэрозоля.

3.2 Методика «Токси»

Долгое время одним из основных документов, предлагаемых для оценки последствий химических аварий, была методология Токси. В этой методологии используется около 140 параметров, величин, констант и переменных. Некоторые из них выбираются из таблиц, другие рассчитываются. В зависимости от общего состояния опасных химических веществ (ОХВ) в оборудовании и характера разрушения оборудования, методология позволяет рассчитать четыре основных сценария аварии.

3.3 Пример расчета зоны заражения (на примере аммиачной холодильной установки)

Результаты расчета ЗВХЗ по СП165

$$Q_{31} = 0,18 * 0,04 * 0,23 * 1 * 2,5 = 0,00414т$$

$$T = \frac{0,05 * 0,681}{0,025 * 1,67 * 1} = 0,815$$

$$Q_{32} = (1 - 0,18) * 0,025 * 0,04 * 1,67 * 0,23 * 1 * 1 * \frac{2,5}{\frac{0,05 * 0,681}{2,5}} = 0,82 * 0,025 * 0,04 * 1,67 * 0,23 * \frac{2,5}{0,0341} = 0,0231т$$

$$\Gamma_1 = \frac{0,22}{0,01} * 0,00414 = 0,0911 \text{ км}$$

$$\Gamma_2 = 0,22 + \left(\frac{0,48 - 0,22}{0,05 - 0,01} \right) * (0,0231 - 0,01) = 0,22 + \frac{0,26}{0,04} * 0,0131 = 0,3052 \text{ км}$$

$$\Gamma = 0,3052 + 0,5 * 0,0911 = 0,3508 = 0,351 \text{ км}$$

$$\Gamma_{п} = 1 * 18 = 18 \text{ км}$$

Результаты расчета ЗВХЗ по методике «Токси»

Давление насыщенных паров ОХВ при равно 714060 Па.

Плотность газообразного ОХВ равна 5,08 кг/м³.

Скорость выброса равна 67,26 кг/с

Количество газа в первичном облаке равно 22,58 кг.

Расход ОХВ во вторичном облаке от пролива равен 67,26 кг/с.

Площадь пролива равна 36,13 м²

Скорость испарения из пролива определяем по формуле равна 88,64 кг/с.

Длительность испарения равна 1 с.

Раздел 4 Предложения по улучшению защиты функционирования установки

Для повышения безопасности и надежности работы АХУ можно предложить следующее:

Особое внимание следует уделить обеспечению безопасной эксплуатации АХУ со сроком службы 20 лет и более. В случае финансовых затруднений замены устаревшего оборудования требуется многоэтапный скоординированный подход для обеспечения безопасной эксплуатации

установок. Первый этап модернизации должен отвечать основным требованиям существующих нормативно-правовых актов и технических нормативно-правовых актов в области промышленной безопасности и обеспечивать дополнительную эксплуатационную надежность. Второй этап, требующий значительных финансовых затрат, связан с полной модернизацией установки. При этом, обеспечение эксплуатационной безопасности действующих установок является национальной задачей.

Повышение безопасности работы АХУ старой установки может быть обеспечена заменой существующей системы охлаждения на систему с низким, либо с максимально сниженным, содержанием аммиака

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Аммиачные системы охлаждения долгое время имели негативный имидж устаревших, дорогих, непрактичных и опасных, но во многих отношениях аммиак может стать лидером в технологических вариантах охлаждения для современных проектов. Новые разработки в области современного охлаждения позволяют снизить затраты и минимизировать негативные аспекты использования аммиака в системах охлаждения.

-Аммиачные холодильные системы более энергоэффективны, чем все типы фреонов и CO₂,

-Аммиак является легковоспламеняющимся и взрывоопасным хладагентом, хотя вероятность его возгорания или взрыва меньше. А современные фреоны, обладая низким потенциалом глобального потепления, значительно уступают аммиаку по энергоэффективности,

-С учетом растущей стоимости ХФУ, текущих тенденций в пользу защиты климата и новых климатических соглашений, аммиачные и ХФУ системы охлаждения могут стать равноценными или даже превосходящими друг друга в ближайшем будущем.

Наиболее перспективными являются недорогие аммиачные системы, поскольку они обладают основными преимуществами энергоэффективности и

экологичности, при этом минимизируя риски, прочие затраты и мероприятия, связанные с безопасной эксплуатацией.

В целом, используемые методики основаны на схожих принципах и моделях. Однако различия не позволяют провести полное и корректное сравнение методик; СП165 намного проще, поскольку в ней вместо формул используются таблицы. Для промежуточных значений (не табличных) может использоваться линейная интерполяция или экстраполяция. Однако результаты "Токси" более информативны; для оценки глубины ЗВХЗ изображенные методики дают практически одинаковые результаты, что означает, что упрощенная методика СП165 может быть использована для оценки радиуса ЗВХЗ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Обеспечение промышленной безопасности при эксплуатации аммиачных холодильных установок. – Уфа: Гилем, 2006. - 60 с.
2. Семенов, В.П. Производство аммиака / под редакцией В. П. Семенова. –М.: Химия, 1985. - 368 с.
3. Логвинов, А.М. Промышленная безопасность аммиачных холодильных установок предприятий пищевой промышленности Алтайского региона// Безопасность труда в промышленности – 2003. – №7. – 19–21 с.
4. Котляревский, В.А. Безопасность резервуаров и трубопроводов / В.А. Котляревский, А.А. Шаталов, Х.М. Ханухов. – М.: Изд-во «Экономика и информатика», 2000. – 555 с.
5. Курылев, Е.С. Холодильные установки: Учебник для студентов вузов специальности «Техника и физика низких температур», «Холодильная криогенная техника и кондиционирование» / Курылев Е.С., Оносовский В.В., Румянцев Ю.Д. – 2-е изд., стереотип. – СПб.: Политехника, 2002. – 576 с.
6. ГОСТ Р 22.0.07-95. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров // [Электронный ресурс]: [сайт]. - URL:

<https://docs.cntd.ru/document/1200001514> (дата обращения: 4.04.2023). Загл. с экрана. - Яз. рус.

7. Иванов, Ю. А. Хранение и транспортировка жидкого аммиака / Иванов Ю. А., Стрижевский И. И. – М.: Химия, 1991. – 75 с.

8. Кулаковский, А.И. Ремонт и эксплуатация холодильных установок: Практик. пособие/ А.И. Кулаковский, В.И. Новиков, С.С. Червяков. – М.: Высш. шк., 1992. – 256 с.

9. Чумак, И.Г. Холодильные установки / И.Г. Чумак, В.П. Чепурненко и др. – 3-е изд., перераб. – М.: Агропромиздат, 1991. – 495 с.

10. Декларация безопасности аммиачной холодильной установки ОАО КПБН «Шихан», 2004. – 160 с.