

**Концепции модельной технологической модернизации аммиачных
холодильных установок в холодильниках Российской Федерации с
целью повышения их безопасности и экономичности и уменьшения
потенциала экологической опасности**

FKZ 380 01 016

Берлин, декабрь 2001 г.

Данный заключительный отчет является конфиденциальным! Передача и размножение может осуществляться по разрешению Федерального ведомства охраны окружающей среды, Берлин.

Руководство проекта:	г-н Винкельманн Федеральное ведомство охраны окружающей среды, Берлин; отдел промышленной безопасности	
Рабочая группа:	г-н Абреимов г-н д-р Борманн г-н Гусев г-н д-р Херцог г-жа д-р Медникова г-н Миславский г-н Нечаев г-н Никонов г-н Ротару г-н Зальвик г-н д-р Сойреф г-н д-р Ягуд	Российский Центр «Хлорбезопасность» Грассо ГмбХ, Москва АО «Москворецкое» ВТТЦ ВНИИ холодильной промышленности Российский Центр «Хлорбезопасность» АО «Хладокомбинат 7» Грассо ГмбХ, Москва Грассо ГмбХ, Москва Грассо ГмбХ, Берлин ВТТЦ Российский Центр «Хлорбезопасность»
Экспертная группа:	г-н Баранов г-н Иванов г-н д-р Петтелькау г-жа Кострюкова г-н Людвичак г-н д-р Шаталов г-н Винкельманн	Госгортехнадзор России Московское Городское Управление Госгортехнадзора России Федеральное министерство охраны окружающей среды и безопасности ядерных реакторов Московское Городское Управление Госгортехнадзора России ЕСЕ ООН Госгортехнадзор России Федеральное ведомство охраны окружающей среды
Головной исполнитель:	ВТТЦ, Берлин	
Партнер в РФ:	Российский центр «Хлорбезопасность»	
Партнер в ФРГ:	Грассо ГмбХ, Берлин	
Продолжительность проекта:	15.9.2000 – 31.7.2001	

Berichtskennblatt (russisch)

Номер отчета		
1.	2.	3.
4. Название отчета Консалтинговая помощь в области охраны окружающей среды в России: проект «Трансфер технологий в области охраны окружающей среды с целью повышения промышленной безопасности на примере аммиачных установок»		
5. Автор(ы), фамилия, имя А.П. Абреимов, О. Борманн, В.М. Гусев, М. Херцог, Б.Ю. Ягуд, Н.М. Медникова, Н.О. Миславский, П. Молитор, Д. Сойреф		8. Дата завершения август 2001
		9. Дата публикации
6. Исполнитель (название, адрес) WTTC - Werkstoffe und Technologien, Transfer und Consulting Rudower Chaussee 29 (OWZ) 12489 Berlin		10. UFOPLAN - Nr. FKZ: 380 01 016
		11. Страниц 185
7. Заказчик (название, адрес) Федеральное ведомство охраны окружающей среды, Bismarkplatz 1, 14193 Berlin		12. Литературных ссылок 21
		13. Таблиц и диаграмм 12
		14. Рисунков 10
15. Дополнительные данные		
16. Краткое содержание Основу проекта составляет разработка концепций модельной технологической модернизации аммиачных холодильных установок в холодильниках Российской Федерации с целью повышения промышленной безопасности и экономичности и уменьшения потенциала экологической опасности. Необходимость модернизации обуславливается низким уровнем инвестиций и существующим потенциалом опасности. Отказ от технологий, связанных с применением FCKW, привел к ренессансу аммиака, являющегося прекрасным хладагентом, обращение с которым вследствие его токсичности требует соблюдения мер безопасности обращения с опасными веществами. На базе детализованного анализа сложившейся ситуации были разработаны модельные концепции модернизации для двух московских предприятий – АО «Москворецкое» и АО «Хладокомбинат 7». Рекомендовано применение составленных каталогов мероприятий для подобных установок. В предпочитаемом варианте модернизации достигается снижение количества аммиака до примерно 10 % от исходного количества в т.ч. за счет применения схемы с вторичным хладагентом и прочих современных технологических компонентов. В непосредственной связи с вопросами технологической модернизации были разработаны предложения относительно новелирования российских «Правил устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок» в аспекте их гармонизации с нормативами EN-378.		
17. Ключевые слова Российская Федерация, аммиачные холодильные установки, концепции модернизации, промышленная безопасность, новелирование технических предписаний		
18. Цена	19.	20.

СОДЕРЖАНИЕ

Часть I	стр.
1. Обоснование и цели проекта	5
2. Реализация проекта	8
3. Аспекты безопасности	12
3.1 Хладоагрегат	12
3.2 Рассмотрение альтернативных хладоагентов	13
3.3 Свойства аммиака	15
3.4 Требования, предъявляемые к аммиачным холодильным Установкам с точки зрения обеспечения их безопасности	17
4. Подходы при разработке концепций модернизации	21
5. Разработка концепций модернизации для АО «Москворецкое»	26
5.1 Результаты анализа исходной ситуации	26
5.2 Альтернативные концепции модернизации установок	35
6. Разработка концепций модернизации для АО «Хладокомбинат 7»	49
6.1 Результаты анализа исходной ситуации	49
6.2 Предложения по повышению безопасности существующих установок	54
6.3 Концепция полного обновления хладоснабжения	56
6.4 Каталог мероприятий поэтапной модернизации	61
7. Разработка предложений по новелированию российских правил РВ-09-22-98 в аспекте их гармонизации с нормативом EN 378 1-4	63
7.1 Структура нормативных документов	63
7.2 Сравнительный анализ РВ-09-22-98 и EN 378:2000	66
7.3 Предложения по новелированию «Правил устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок» РВ-09-22-98	70
8. Финансирование	75
9. Список литературы	78

1. Обоснование и цели проекта

Проект был реализован в рамках Межправительственного соглашения между Федеративной Республикой Германия и Российской Федерацией о сотрудничестве в области охраны окружающей среды от 28.05.1992. Финансирование проекта осуществлялось в рамках Программы консалтинговой помощи Министерства охраны окружающей среды ФРГ в области охраны окружающей среды странам Средней и Восточной Европы а также странам СНГ.

Партнером международного сотрудничества в области промышленной безопасности выступал Госгортехнадзор России.

Необходимость реализации проекта обосновывается острой необходимостью модернизации большого количества эксплуатируемых в настоящее время в Российской Федерации аммиачных холодильных установок, характеризующихся следующими недостатками:

- устаревшее оборудование (поскольку ощутимая доля оборудования была введена в эксплуатацию в 30 – 60-х годах), характеризующееся высокой степенью износа и применением устаревших технологий (например, распространено прямое охлаждение на аммиакотводящих частях, съем холода осуществляется путем естественной конвекции, в результате чего необходимо применение соответствующих больших площадей прямого теплообмена, транспортировка хладагента на территории предприятий по аммиачным трубопроводам протяженностью в несколько сот метров, высокая степень износа, наличие разуплотнений оборудования и арматуры, приводящих к ощутимым технологическим потерям хладагента, недостаточная распространенность применения технологических схем с вторичным хладагентом);
- используемые хладосистемы требуют применение больших количеств аммиака, что в сочетании с изношенной техникой обуславливает наличие серьезного потенциала опасности в аспекте надежности и безопасности оборудования. Проблемы усугубляются тем, что большая часть подобных установок расположена в непосредственной близости от жилых массивов крупных городов (например, Москвы, С.-Петербурга, Красноярска), в результате чего аварии на этих предприятиях могут представлять непосредственную угрозу для населения. По мнению Госгортехнадзора и российских экспертов в Москве и Московской области находится около 40 установок, которые должны были бы быть модернизированы.
- Эксплуатация этих установок малоэкономична в современных условиях, например в результате чрезвычайно высокого потребления электроэнергии. Так в случае АО «Москворецкое» потребление электроэнергии при количестве аммиака в системе порядка 80 т составляет примерно 1 млн. КВтчас.

Установки применяются главным образом для хранения и переработки продуктов питания и играют тем самым важную роль в обеспечении снабжения населения.

Основная цель проекта заключается в демонстрации возможностей модернизации существующих аммиачных холодильных установок в аспекте обеспечения безопасности и экономичности их эксплуатации. С этой целью должны были быть разрабо-

таны образцы концепций модернизации, реализация которых позволила бы повысить уровень безопасности установок и экономичность холодильников, прежде всего за счет уменьшения количества аммиака в системе.

Учитывая все еще практикуемое введение в эксплуатацию оборудования ряда западных производителей, применяющих FCKW-хладоагенты, в странах Средней и Восточной Европы, в том числе и в России, реализация проекта имеет дополнительный существенный фактор в аспекте намерения ФРГ способствовать реализации монреальского протокола, направленного на уменьшение применения газов, приводящих к проявлению парникового эффекта (прежде всего FCKW).

Особое место при этом должно было быть отведено трансферу имеющихся в ФРГ «ноу-хау» и практического опыта при обследовании состояния существующих аммиачных холодильных установок (вкл. оценку состояния на базе соответствующих чек-листов) и при разработке концепций модернизации. Указанную цель следовало достичь в рамках работы совместной российско-германской рабочей группы.

Проект должен был быть реализован на двух модельных объектах, предложенных для этого Госгортехнадзором: АО «Москворецкое» (хранение пищевых продуктов) и АО «Хладокомбинат 7» (производство мороженого).

Для указанных предприятий, исходя из результатов детального обследования, следовало разработать модельные концепции приведения их оборудования в соответствие с современным уровнем техники.

Концепции должны являться поэтапными концепциями, содержащими альтернативные решения.

В концепции должны были быть вработаны предложения немецких производителей соответствующего оборудования и снаряжения.

Можно полагать наличие аналогий в техническом оснащении холодильников в Российской Федерации, что не в последнюю очередь связано с плановым механизмом ведения хозяйства в прошлом. В результате представляется возможным исходить из того, что полученные результаты обследования, а также разработанные концепции решения существующих проблем могут быть применены для большого количества аналогичных предприятий Российской Федерации. Для это следует реализовать мероприятия, которые позволили бы распространить результаты проекта. С этой целью, помимо привлечения к работе в совместной российско-германской рабочей группы представителей ответственных российских организаций и ведомств, проектных институтов и предприятий, эксплуатирующих установки, был проведен заключительный семинар, в рамках которого были представлены и обсуждены результаты проекта.

Важную роль при решении проблем в области повышения безопасности промышленных установок в рамках протекающего в настоящее время в Российской Федерации сложного процесса трансформации играет новелирование комплекса подзаконных актов. В связи с этим в рамках проекта была проведена оценка важнейших российских предписаний, касающихся аммиачных холодильных установок. Основываясь на соответствующих документах, действующих на территории Европейского Сообщества, в рамках деятельности рабочей группы были разработаны предложения по новелированию существующих российских «Правил устройства и

безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок», которые позволят инициировать их гармонизацию с предписаниями, действующими в ЕС.

Проект логично вписывается в список билатеральных российско-германских проектов в области промышленной безопасности, которые были реализованы в рамках программы Трансформ Федеративной Республики Германии.

Наследственность работ нашла отражение и в том, что для установок АО «Москворецкое» уже была проведена работа над Декларацией безопасности в рамках проекта «Мероприятия по повышению безопасности промышленных установок г. Москвы», реализованного в 1997 – 1999 гг..

При этом помимо прочего был проведен анализ разработанной российскими специалистами Декларации безопасности и был составлен каталог кратко-, средне- и долгосрочных мероприятий. Часть этих мероприятий была реализована. Особое внимание при этом следует уделить уже реализованному уменьшению количества аммиака с изначально имеющихся 140 т до примерно 80 т в настоящее время, что привело к соответствующему уменьшению потенциала опасности установок предприятия.

Необходимость дальнейшего улучшения ситуации потребовала детального рассмотрения возможности модернизации аммиачных холодильных установок с целью повышения их безопасности и экономичности с привлечением имеющихся в ФРГ богатого опыта и «ноу-хау».

Соответствующие просьбы высказывались представителями российских экологических ведомств, управления г.Москвы и ведомствами, ответственными за исполнение изданного 20.06.1997 нового Закона о промышленной безопасности.

Заинтересованность в продолжении работ была просигнализирована также в письме заместителя Председателя российского надзорного ведомства Госгортехнадзор господина В.Лозового на имя Министра г. Триттина от 02.09.1999.

2. Реализация проекта

Началом проекта, который был реализован в период с 15.9.2000 – 31.7.2001, послужило создание билатеральной рабочей группы. Состав рабочей группы был согласован с российской стороной во время рабочей встречи в сентябре 2000 г. и утвержден во время совещания, состоявшегося в Москве 8 декабря 2000 г..

Помимо сотрудников фирмы ВТТЦ и сотрудников фирмы Грассо (Берлин – Москва), в состав рабочей группы входили сотрудники российского центра «Хлорбезопасность», представители обследуемых предприятий и ведущие специалисты ВНИИ холодильной промышленности.

Члены рабочей группы:

г-н Абреимов	Российский Центр «Хлорбезопасность»
г-н д-р Борманн	Грассо ГмбХ, Москва
г-н Гусев	АО «Москворецкое»
г-н д-р Херцог	ВТТЦ
г-жа д-р Медникова	ВНИИ холодильной промышленности
г-н Миславский	Российский Центр «Хлорбезопасность»
г-н Нечаев	АО «Хладокомбинат 7»
г-н Никонов	Грассо ГмбХ, Москва
г-н Ротару	Грассо ГмбХ, Москва
г-н Зальвик	Грассо ГмбХ, Берлин
г-н д-р Сойреф	ВТТЦ
г-н д-р Ягуд	Российский Центр «Хлорбезопасность»

Непосредственное участие представителей указанных российских организаций в работе рабочей группы обеспечило привлечение имеющихся в Российской Федерации знаний и богатого опыта и поддержку при распространении результатов проекта.

В состав экспертной группы, сопровождающей проект, вошли представитель Федерального министерства охраны окружающей среды и безопасности ядерных реакторов (г-н д-р Петтелькау), Федерального ведомства охраны окружающей среды (г-н Винкельманн), Госгортехнадзора России (г-н д-р Шаталов, г-н Баранов), ЕСЕ ООН (г-н Людвиг), Московского управления Госгортехнадзора России (г-н Иванов, г-жа Кострюкова).

Выбор предприятий, служащих конкретными примерами при рассмотрении вопроса о модернизации – московских предприятий АО «Москворецкое» (хранение пищевых продуктов) и АО «Хладокомбинат 7» (изготовление мороженого) – осуществлялся на подготовительном этапе проекта совместно с представителями российских ведомств, экспертных организаций и предприятий.

Разработка концепций модернизации предприятий с целью приведения их установок в соответствие с современным уровнем техники/техники безопасности осуществлялась в рамках реализации рабочих пакетов и включала в себя:

- Проведение анализа исходной ситуации на базе чек-листов; получение необходимой информации происходило итеративным путем, включающем посещения предприятий членами рабочей группы и членами экспертного совета. После об-

работки информационного материала для каждого предприятия составлялись отчеты, которые подвергались обсуждению на заседаниях рабочей группы. Соответствующие отчеты вошли в состав глав 5 и 6 данного отчета. Материал был подготовлен на обоих языках и представлен членам рабочей группы и экспертного совета;

- Разработку концепций модернизации членами рабочей группы и обсуждение альтернативных концепций во время заседаний. Соответствующие проектные предложения для обоих предприятий также представлены в главах 5 и 6 заключительного отчета.

Разработанные концепции модернизации были представлены на заключительном семинаре, состоявшемся 17 мая 2001 г. в Москве.

Было установлено некоторое различие с точки зрения требований по обеспечению безопасности установок при проектировании либо при модернизации существующих аммиачных холодильных установок в Российской Федерации и в Германии (или в странах, на территории которых действуют стандарты EN). Предписания, действующие в Российской Федерации, соотносят с аммиаком сравнительно более высокий и тяжелее контролируемый потенциал опасности, в то время как EN-стандарты предполагают действенную в т.ч с точки зрения обеспечения безопасности более высокую степень автоматизации установок.

Гармонизация российских «Правил устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок» (РВ-09-22-98) с действующими на территории Европейского Сообщества нормативами (EN 378 1-4) послужит в конце концов облегчению получения разрешения на эксплуатацию импортных, в т.ч. немецких установок. В рамках рабочей группы были изложены соответствующие точки зрения эксплуатирующих оборудование, надзорных ведомств, изготовителей оборудования, экспертов а также определены и обсуждены возможные технические и организационные пути гармонизации.

Анализ нормативных документов лег в основу разработки соответствующих конкретных предложений, которые будут приняты во внимание при будущем новелировании РВ-09-22-98. Предложения были представлены на заключительном семинаре в детализированной форме, их изложение приводится в главе 7 данного отчета. В рамках реализации проекта возникла необходимость перевода РВ-09-22-98 на немецкий, перевод содержится в приложении 10.4.

Российским экспертам были переданы тексты европейских нормативов EN 378 1-4 и «Руководства» Технического совета по промышленной безопасности ТАС-GS-12 «Требования к аммиачным холодильным установкам с точки зрения обеспечения безопасности».

Роль координатора с российской стороны в соответствии с предложением Госгортехнадзора России была возложена на Российский центр «Хлорбезопасность», Москва (директор г-н д-р Ягуд).

Российский центр «Хлорбезопасность» был создан по инициативе Госгортехнадзора России в 1992 г. на основе отдела Государственного научно-исследовательского института хлорной промышленности. По указанию Роскомхимнефтепрома центр «Хлорбезопасность» является головной организацией в Российской Федерации в вопросах обеспечения безопасности при обращении с хлором. В настоящее время центр также занимается активно проблемами аммиачных холодильных установок в

том числе по заданию Госгортехнадзора. Основные направления деятельности центра:

- проведение научных, проектных, конструкторских и исследовательских работ по созданию технологий и модернизации установок взрыво-, пожароопасных и токсичных производств,
- проведение обследований предприятий, техническая экспертиза проектов, технические документации,
- координация деятельности исследовательских, проектных и конструкторских организаций, промышленных предприятий и проведение совместных комплексных работ в области безопасности для потенциально опасных промышленных установок.

По заданию Госгортехнадзора России центром были разработаны «Правила устройства и эксплуатации аммиачных холодильных установок», принятые в 1998 г..

С целью презентации результатов проекта и инициирования эффекта мультипликации был проведен заключительный семинар, состоявшийся 17.5.2001 г. в Москве. При этом был продемонстрирован модельный характер проекта, т.е. возможность применения его результатов для ряда других холодильников России. Семинар был проведен совместно с Госгортехнадзором России. Во время семинара результаты проекта были представлены широкому кругу представителей российских ответственных ведомств и организаций, проектных институтов и предприятий, эксплуатирующих аммиачные холодильные установки. Кроме того были обсуждены предложения рабочей группы относительно новелирования российских «Правил устройства и эксплуатации аммиачных холодильных установок» в аспекте их гармонизации с нормативными документами, действующими на территории Европейского Сообщества.

Повестка дня семинара содержится в приложении 10.2.2.

Значение и актуальность проблем, которым был посвящен проект, нашли свое отражение и в том, что в работе семинара приняло участие около 50 российских экспертов, в т.ч. представители таких организаций, как:

- Госгортехнадзора России,
- МЧС,
- Московского управления Госгортехнадзора,
- Министерства природных ресурсов,
- ВНИИ холодильной промышленности,
- Государственного проектного института «Гипрохолод»,
- АО «Промхолод»
- ООО «Химхолодсервис»,
- Проектного института «Гипромясомолоко»,
- Проектного института «Гипрорыбхоз»,
- Техагропромсервис,
- АО «Красный Октябрь»,
- Мосрыбокомбинат,
- Предприятий, эксплуатирующих аммиачные холодильные установки, которые явились базовыми при реализации проекта: АО «Москворецкое» и АО «Хладокомбинат 7».

Полный список участников приведен в приложении 10.2.1.

С немецкой стороны на семинаре были представлены доклады следующих референтов:

- г-на д-ра Хафнера (Правительственный президиум Карлсруэ, Экологическое ведомство Висбаден): «Опыт федеральной земли Хессен в рамках специальной программы надзора за установками, потенциально подверженными авариям»,
- г-жи Чидель (Экологическое ведомство Франкфурт-Одер): «О проблемах и опыте, накопленном при модернизации аммиачных холодильных установок в новых федеральных землях в соответствии с нормативными документами, действующими в ФРГ»,
- г-на д-ра Мюллера (Представительство АО «Мюнхенское перестраховочное общество» в Российской Федерации): «Основы и опыт при страховании риска потенциально аварийных промышленных установок».

Доклады немецких референтов вызвали интерес у российских участников и завершились оживленной дискуссией.

Материалы избранных докладов приведены в приложении 10.2.3.

Результатом обсуждения перечисленных вопросов явились:

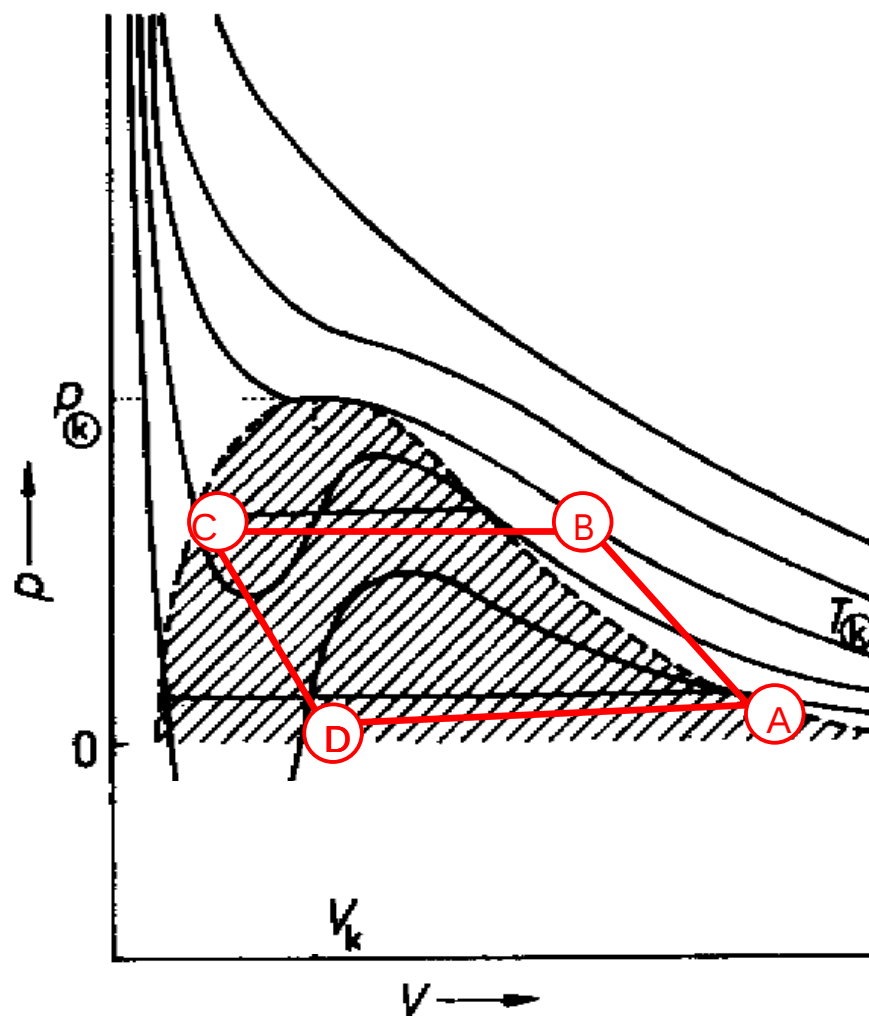
- одобрение участниками семинара результатов проекта, т.е. чек-листов, концепций модернизации, каталогов мероприятий и предложений по новелированию предписаний;
- рекомендация проектным организациям и эксплуатирующим аммиачные холодильные установки применять технические решения и каталоги мероприятий кратко-, средне- и долгосрочного характера, реализация которых позволит повысить безопасность и экономичность эксплуатации установок и снизить связанный с их эксплуатацией потенциал экологической опасности, разработанные при рассмотрении концепций модернизации аммиачных холодильных установок АО «Москворецкое» и АО «Хладокомбинат 7», при проведении работ по модернизации аммиачных холодильных установок;
- рекомендация учета предложений рабочей группы по гармонизации «Правил устройства и эксплуатации аммиачных холодильных установок» (РВ-09-220-98) с европейскими предписаниями (EN-378) при новелировании российских «Правил»;
- рекомендация в адрес АО «Москворецкое» и АО «Хладокомбинат 7» использовать в качестве основы при планировании и проведении модернизации холодильных установок и камер разработанные в рамках проекта концепции модернизации, реализация которых позволила бы:
 - о обеспечить 90 % - снижение количества аммиака в системе,
 - о уменьшить протяженность аммиачных трасс на 30 – 80 %,
 - о действительно уменьшить технологические потери хладагента,
 - о ощутимо повысить безопасность и экономичность установок в результате применения оптимизированных технологических схем и современного оборудования.

Положительная оценка проекта российскими экспертами нашла свое отражение также и в том, что важнейшие результаты проекта и информация о заключительном семинаре были опубликованы в российском специализированном журнале «Холодильная техника» (номер 3, 2001).

3. Аспекты безопасности

3.1 Хладоагрегат

В принципе все газы могут быть применены в определенных температурных областях в качестве хладоагентов в хладоагрегатах.



P	давление
V	объем
T	температура
P_k, V_k, T_k	критические (для каждого вещества специфические) константы, выше уровня которых невозможно существование жидкой фазы. Заштрихованная площадь маркирует область жидкого состояния.

Рис. 3.1 Схематическая диаграмма состояния хладоагента

На выше расположенном рисунке кривые соответствуют изотермам. Изменение состояния обозначено линиями, соединяющими точки A, B, C и D. Процесс хладоагрегата начинается на A-B (адиабатическая компрессия газообразного хладоагента компрессором). В так называемом конденсаторе протекает изобарическая конденсация с отдачей

тепла (B-C). Понижение давления жидкости происходит на дросселе, в результате чего жидкость попадает в область низкого давления (C-D). В «холодопользователе» происходит изобарное испарение (C-D) и газообразный хладагент подается обратно к конденсатору. Площадь, ограниченная линиями, соединяющими точки A, B, C и D соответствует холодильной мощности системы.

Таким образом компрессионные холодильные установки представляют собой систему сосудов, находящихся под давлением. Частое использование аммиачных холодильных установок при промышленном производстве холода определяется их высокой объемной мощностью. Аммиачные холодильные установки подпадают под действие предписаний по обращению с сосудами, находящимися под давлением. Коэффициент мощности аммиачных установок (соотношение отдаваемого тепла и энергетических затрат) находится в пределах 2 – 3.

С точки зрения рассмотрения состояния вещества процесс протекает в двух замкнутых циклах: изготовление холода и потребление холода.

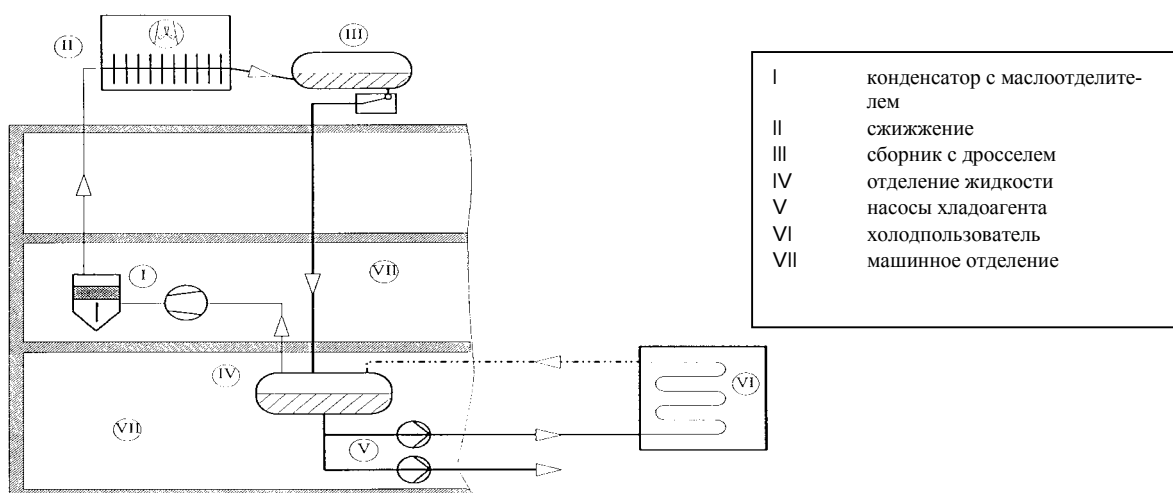


Рис. 3.2: Схема холодильной установки

Для производства холода происходит всасывание газообразного хладагента на стадии отделения жидкой фазы, его сжатие компрессором, перевод в жидкую фазу вследствие теплоотдачи, подача в сборник.

Для потребления холода осуществляется подача жидкого хладагента потребителю и затем в газообразном или в двухфазовом состоянии обратно к сборнику.

Производство холода, как правило, сосредоточено в машинном отделении. Потребление холода происходит непосредственно там, где холод необходим, при этом в случае средних и крупных установок прибегают к применению вторичного хладагента. С точки зрения обеспечения безопасности особенно в случае средних и крупных установок предпочтительнее организация централизованного производства холода и передача холода с применением безопасного хладагента (например организация опосредованного охлаждения с применением водных солевых растворов или гликолей).

3.2 Рассмотрение альтернативных хладагентов

Вследствие их токсикологических параметров и низкой горючести широкое распространение в последние десятилетия получили синтетические хладагенты (в т.ч. FCKW).

После установления факта их отрицательного воздействия на земную атмосферу международным сообществом было принято решение об отказе от применения и производства подобных веществ, задокументированное Монреальским протоколом 1987 г.. В соответствии с 1.1.2000 вступившим в силу Предписанием ЕС №г. 2037/2000 в ближайшем будущем будет заметно уменьшено количество на рынке и к 2010 г. полностью исключен R 22 (хлордифлорметан) – важнейший частично галогенизированный хладагент (H-FCKW). В результате будет существенно уменьшено применение синтетических хладагентов и будут созданы условия для ренессанса естественных хладагентов.

Значимые с точки зрения потенциального воздействия на климат свойства хладагента характеризуют два нижеследующих параметра:

- **GWP₁₀₀** (Global Warming Potential /потенциал глобального парникового эффекта в течение 100 лет), сопоставительная величина для CO₂=1 и
- **ODP** (Ozone Depletion Potential / эффект озоноразрушения), сопоставительная величина для R11=1

	GWP ₁₀₀	ODP
FCKW	10 ³	1
FKW	10 ³	0
Углеводороды	3	0
CO ₂	1	0
NH ₃	0	0
Воздух, вода	0	0

Таб. 3.1: Сопоставление свойств различных хладагентов, значимых в аспекте климатического воздействия

Не содержащие хлор хладагенты (FKW) со значением параметра ODP=0, являются с одной стороны подходящими заменяющими хладагентами, однако величина параметра GWP₁₀₀ для них расположена в области 10³ и превышает таким образом на два порядка аналогичный параметр естественных хладагентов, которые будут ниже перечислены.

Углеводороды

Углеводороды, например, пропан (R290), пропилен (R 1270) или изобутан (R600a) в принципе могли бы быть использованы в качестве хладагентов, но они горюче- и взрывоопасны. Их применение в количествах, обычных для производственного масштаба означало бы необходимость взрывобезопасного исполнения оборудования. Помимо этого их использование было бы связано с повышенными требованиями относительно чистоты и остаточного содержания влаги. В случае домашних холодильников эти хладагенты между тем уже применяются. Использование указанных хладагентов позволяет минимизировать отрицательное воздействие на окружающую среду[12].

Двуокись углерода

В долгосрочной перспективе возможно допущение того, что и на использование FKW будут наложены ограничения. FKW не содержат хлор, однако представляют собой негативный потенциал с точки зрения воздействия на парниковый эффект. На долгосрочной основе альтернативой может, например, явиться применение CO₂, которая является в рассматриваемых нами рамках в широком аспекте нейтральной с точки зрения воздействия на окружающую среду. Специфика проблематики использования CO₂ при повышенных температурах определяется с одной стороны транскритическим характером процесса и высоким уровнем давления с другой стороны.

При обычных температурах CO_2 —процесс становится транскритичным (сравн. рис. 3.1.). При этом не производится сжижение хладагента на линии высокого давления, а охлаждение в охладителе газа. Лишь после расширения достигается область двухфазного состояния и испарение происходит по аналогии с традиционными холодильными установками. Проблемы при этом могут возникнуть при регулировании высокого давления, поскольку конечное давление сжатия независимо от температуры. Высокий уровень давления – до 120 бар – не позволяет использовать традиционные компрессорные агрегаты (проблемы при обеспечении надежности компрессора при повышенном давлении и при обеспечении работы привода) [13].

В связи с прекрасными показателями по теплопроводности CO_2 может быть успешно использована в качестве промежуточного хладагента и нашла широкое применение в области низкотемпературного хранения.

CO_2 практически не ядовита, не горюча, поскольку CO_2 не обладает запахом, при возникновении неплотностей отсутствует прямая индикация (которая возможна при определенных уровнях концентрации в случае аммиака).

Воздух и вода

Нейтральными с точки зрения воздействия на окружающую среду веществами естественно являются воздух и вода. Однако поскольку воздушные холодильные установки с энергетической точки зрения значительно менее выгодны традиционных, не представляется возможным предположить дальнейшее распространение воздушных холодильных установок.

Вследствие весьма низкого давления испарения (область вакуума) в случае водяных холодильных установок пришлось бы иметь дело со специально организованными крупными потоками. Подходы к этой технологии разработаны лишь на лабораторном уровне. Технически охлаждение возможно лишь до уровня $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. При этом при прямом испарении и при конденсации нет необходимости в организации площадей теплообмена.

Аммиак

Аммиак является одним из старейших и зарекомендовавших себя хладагентов, известным из классической холодильной техники. Аммиак обладает прекрасными термодинамическими свойствами, характеризуется наибольшей объемной холодильной мощностью в ряду известных хладагентов. Указанные факторы определяют его широкое применение прежде всего в крупных холодильных установках.

Аммиак ядовит, при определенных концентрациях горюч и взрывоопасен.

В соответствии с ISO 817 аммиак обозначается как хладагент R-717 и внесен в группу опасности L2.

Поскольку аммиак является прекрасным хладагентом, но в связи с его токсичностью является опасным веществом, безопасная эксплуатация установок требует реализации соответствующих мероприятий. С 1993 г. установки, содержащие более 3 т аммиака относятся в Германии к установкам, на эксплуатацию которых должно быть получено разрешение, и подпадают таким образом под действие Предписания по аварийным ситуациям (12. Предписание к Федеральному закону защиты от имиссий).

3.3 Свойства аммиака

физические свойства:

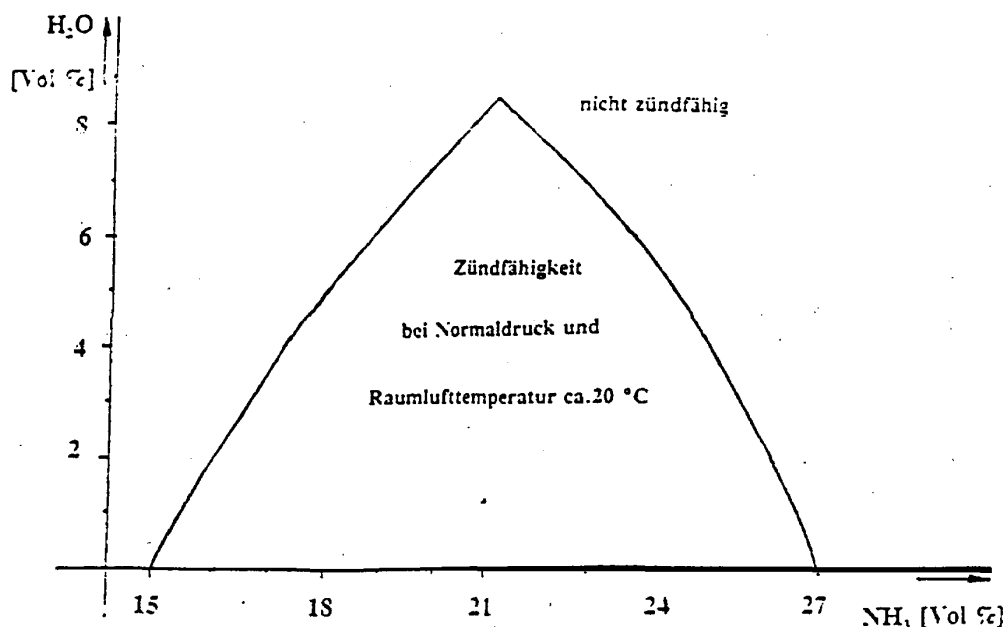
плотность газа ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$, 1 бар):	$0,771\text{ кг/м}^3$ (т.е. легче сухого воздуха, однако NH_3 гигроскопичен и ведет себя при утечке как тяжелый газ и вначале распространяется на поверхности)
температура плавления	$-77,71\text{ }^{\circ}\text{C}$;

температура кипения (при 1 бар): - 33,43 °С;
 (при 26 бар): + 60 °С
 теплота испарения (при 1 бар): 1370 кДж/кг (примерно треть показателя воды);
 температура возгорания (при 1 бар): 630 °С (температурный класс Т 1, класс взрыво-
 опасности 11 А;

химические свойства:

- NH_3 разлагается при температуре выше 450 °С (при нормальном давлении) в N_2 и H_2 ;
- NH_3 характеризуется основной реакцией;
- "сухой" NH_3 не реагирует с железом и сталью;
- в присутствии воздуха и H_2O протекает медленная коррозия поверхности;
- цветные металлы (Cu, Zn) и легированные на их основе подвержены сильной коррозии (т.н. трещинонапряженной коррозии).
- NH_3 – пары образуют с сухим воздухом взрывоопасные смеси (15 - 28 % NH_3), на открытой местности в условиях средневропейского климата подобные смеси практически не могут образовываться (рис. 3.3).

Рис. 3.3: Границы образования вспышки смесей NH_3 /воздух при различных содержаниях водяных паров



биологические свойства:

от 5 ppm	ощущение запаха;
от 20 ppm	начало раздражающего действия на верхние дыхательные пути и на глаза;
от 50 ppm	достигнут показатель МАК; большинство переносит концентрацию 100 ppm в течение продолжительного периода времени;

от 200 ppm	достигнут показатель ERPG-2-Wert ¹ ; тошнота, головная боль; в отдельных случаях опасность для жизни;
от 500-5000 ppm	в течении нескольких минут летальный исход (в зависимости от конкретных условий);

Класс опасности для водных ресурсов: WGK 2 (вещество, представляющее собой опасность для воды)

3.4 Требования предъявляемые к аммиачным холодильным установкам с точки зрения обеспечения их безопасности

Нижеследующие свойства аммиака являются решающими с точки зрения формулирования требований, предъявляемых в аспекте обеспечения безопасности аммиачных холодильных установок:

нижняя граница сигнала тревоги (тревога, включение вентиляции)	500 ppm (EN 378-3, 2000), 200 ppm (TAA-G 12, '97), 200-500 ppm (EN 8975)
верхняя граница сигнала тревоги (автоматическое отключение установки, вкл. вентиляцию)	30 000 ppm = 3 Vol %
нижняя граница взрывоопасности	15 Vol %
верхняя граница взрывоопасности	28 Vol %
температура возгорания	651 °C

Техническая вентиляция машинного зала обеспечивает избежание образования опасных взрывоопасных смесей. При наличии таковой в соответствующем исполнении обычно отпадает необходимость в реализации прочих защитных мер. Таким образом отпадает необходимость взрывозащитного исполнения электрики в помещениях аммиачной установки.

Исходящие газы/пары могут быть обработаны струей воды (сборники сточных вод). Следует избегать прямого воздействия струи воды на жидкий аммиак, которое может способствовать его испарению. Слой жидкости можно покрыть сухой пеной.

Недопустимо размещение автоматических водораспределительных установок и водных средств пожаротушения в помещениях, в которых находятся установки с жидким аммиаком.

При нормальном давлении температура кипения жидкого аммиака составляет $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$, это означает, что находящийся под давлением аммиак охлаждается до $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$ за счет его быстрого частичного испарения в условиях установки (вследствие высокого уровня теплоты испарения примерно лишь 20%) и при этом охлаждает жидкость (теплота испарения составляет примерно 1400 кДж/кг).

В соответствии с современными требованиями в случае расположения установок в непосредственной близости от жилых районов следует стремиться к двухстенному исполнению конденсаторов по возможности с осуществлением контроля межстенного пространства.

¹ ERPG-2-показатель соответствует максимальной концентрации газа, при которой исходят из того, что ниже указанной концентрации пребывание людей в течение часа не приводит к таким необратимым или серьезным последствиям для здоровья или серьезным симптомам, которые могли бы помешать пострадавшему принять защитные меры.

Прочие основные части оборудования как правило расположены в отдельных помещениях (машинный зал либо холодильные камеры). Потенциал определяемый ими опасности прежде всего важен с точки зрения охраны труда. С некоторой временной задержкой они могут служить источником эмиссии.

Современный уровень автоматизации позволяет избежать исполнения машинных залов в виде помещений, в которых находится рабочий персонал; на старых установках доля ручного труда по обслуживанию и проведению сервисных работ агрегатов настолько велика, что следует исходить из необходимости постоянного пребывания персонала в машинных отделениях. Это приводит не только к повышению уровня требований, предъявляемых с точки зрения обеспечения безопасности, но и требований относительно уровня квалификации персонала.

К требованиям специального характера относится требование относительно организации отсутствия напряжения в машинном отделении (за исключением низковольтного сигнального оборудования).

Моторы вентиляции должны быть либо расположены изолированно от воздушного потока, либо следует прибегать к установке моторов во взрывобезопасном исполнении.

Измерения сборника хладагента должны позволить вместить весь аммиак холодильной установки (например при проведении технического обслуживания).

На установке следует предусмотреть наличие как минимум двух противогазов и аварийных душей, а также установки для промывки глаз.

В смысле обеспечения на случай необходимости проведения спасательных работ достаточно предусмотреть наличие устойчивых к воздействию химических веществ костюмов защиты и изолированных противогазов у специализированных организаций (фирмы, ответственные за проведение технического обслуживания, противопожарные службы).

Машинные отделения должны быть снабжены плотными, самозакрывающимися, открываемыми изнутри и устойчивыми к воздействию пожара в течение 30 минут дверьми (т.н. называемая «система, срабатывающая в условиях паники»).

Требование относительно постоянного присутствия персонала в центральной службе оповещения в период эксплуатации установки считается выполненным, если обеспечено прибытие квалифицированного персонала на место в течение 30 минут после сигнала тревоги. Для связи могут быть использованы средства мобильной коммуникации.

Требования, предъявляемые с точки зрения обеспечения безопасности обращения с аммиаком, являющимся опасным веществом, включают в целом в себя наличие:

- Замера давления (манометр, автоматическая регистрация и оповещение)
- Выключателя безопасности
- вентилей безопасности, мембранных предохранительных систем, вентилей перетока, трубопроводов снятия давления
- сборников
- проверок, проводимых специалистами, не относящимся к персоналу предприятия
- проверок сосудов, находящихся под давлением
- нанесения обозначений на части холодильной установки
- правил обслуживания, декларации безопасности, внутрепроизводственных планов защиты от опасности, сертификации в соответствии с предписаниями стандартов, в т.ч. ISO 9000
- соответствия законным и нормативным актам
- приборов, оповещающих о наличии газов в воздухе, вентиляции

К общим требованиям, предъявляемым при эксплуатации аммиачных холодильных установок, относится также реализация соответствующих мероприятий организационного характера:

- определение ответственных на предприятии,
- инструктаж персонала,
- наличие планов оповещения об опасности и действий на случай возникновения аварийных ситуаций,
- проведение регулярных проверок,
- документирование нарушений рабочего режима, проводимых ремонтных работ, предпринятых изменений конструкции установки,
- обеспечение наличия путей эвакуации персонала и предотвращения доступа посторонних лиц (регулируются в ответствии предприятия),
- соблюдение удаления до соответствующих объектов с целью ограничения отрицательного воздействия аварии на защищаемые объекты, либо предусмотрение мер защиты указанных объектов,
- тренировка персонала в аспекте обеспечения безопасности,
- информирование всех лиц, которые могут быть подвержены опасности при возникновении аварийной ситуации о мерах безопасности и о правилах поведения при возникновении аварийной ситуации.

С возрастанием степени автоматизации уменьшается количество персонала, знакомого с деталями работы аммиачной холодильной установки, и персонала, занятого на установке. Зачастую проведением технического обслуживания и ремонтных работ занимается персонал специализированных фирм. Связанная с этим потеря имеющегося у персонала установки опыта может быть возмещена за счет организации соответствующей тренировки персонала, которая должна включать:

Элемент теоретической подготовки относительно обращения с аммиаком

- данные вещества, токсикологический аспект
- опасность воспламенения, взрывоопасность, нейтрализация двуокисью углерода, обращение с водой (R 717)
- правила поведения при возникновении внештатной ситуации
- первая помощь

Персональные средства защиты

- противогазы, прочие средства защиты органов дыхания
- химический защитный костюм для обращения с аммиаком (и хлором, температура до -74°C)

Первая помощь

- снаряжение
- меры защиты здоровья
- спасение людей из аварийных помещений

Практические учения

- демонстрация R717
- демонстрация средств защиты, средств защиты органов дыхания
- демонстрация сигнального и предупреждающего оборудования
- учения по поведению в дымовой завесе
- перекрытие крупной протечки R717

- уничтожение вытекшего R717.

Хотя и кратко, следует упомянуть значение современных систем управления качеством, являющихся важным инструментом современного управления предприятием. Результатом введения сертификации всего производственного процесса в соответствии со стандартами качества (например, ISO 9000, 14000) удастся гарантировать не только повышение надежности эксплуатации холодильной установки, но и обеспечить непрерывность т.н. холодильной цепочки.

4. Подходы при разработке концепций модернизации

Важнейшими элементами серьезной основы разработки концепции модернизации являются результаты анализа исходной ситуации и обоснованно дефинированные цели намеченной модернизации.

При этом результаты анализа исходной ситуации должны включать в себя информацию соответственного уровня, которая затрагивает, как минимум, следующие аспекты эксплуатации установки:

- состояние и технические параметры компонентов имеющейся холодильной установки,
- безопасность установки и возможное воздействие на окружающую среду,
- рентабельность предприятия.

Определение целей модернизации происходит с учетом:

- современного состояния техники установок аналогичного назначения,
- требований, которым должна соответствовать установка, изложенным в соответствующих технических нормативных документах, регулирующих выдачу разрешений на эксплуатацию установок,
- экономические перспективы, информация о которых может быть получена на основе анализа рынка.

Технический анализ

Технический анализ аммиачной холодильной установки включает в себя помимо анализа состояния зданий, изоляции, технической инфраструктуры и автоматических устройств детализированный анализ следующих компонентов оборудования:

- компрессора
- сосудов, находящихся под давлением
- трубопроводов
- насосов
- вентилей безопасности
- вентиляции

Особое внимание уделяется системе хладоснабжения и непосредственно связанными с ней вопросами уровня использования холодильной мощности и потребления энергии. Уже на стадии проведения технического анализа опытные и ознакомленные с современным уровнем техники специалисты могут составить наброски различных путей модернизации как установки в целом, так и отдельных ее частей.

Анализ безопасности и воздействия на окружающую среду

Анализ безопасности и потенциального воздействия на окружающую среду проводится в соответствии с действующими нормативами. Основой служит декларация безопасности, разработка которой предписывается нормативными документами для всех крупных российских аммиачных установок (в соответствии с Законом о промышленной безопасности от 20.06.1997, в соответствии с которым декларация безопасности должна содержать информацию об эксплуатирующей установке, о соорудившем установку, о месте ее расположения и цели эксплуатации, план установки, конструкционные черте-

жи сосудов и агрегатов, схему холодильной установки, схему процесса и потоков, спецификацию арматуры, насосов и компрессоров, информацию организационного характера, оценку потенциала, связанного с эксплуатацией установки, информацию о мероприятиях, направленных на обеспечение безопасности эксплуатации установки, на обеспечение ее взрыво- и пожаробезопасности).

Определяющую роль при оценке потенциала опасности, связанного с эксплуатацией установки играют:

- общее количество аммиака в установке,
- меры, направленные на предупреждение возникновения критического состояния установки и
- меры, направленные на ограничение последствий возникновения аварийной ситуации.

В систематичной форме должны быть изложены причины, приводящие к возникновению потерь аммиака и холода.

В качестве действенного и полезного инструментария при проведении анализа на установках в ФРГ зарекомендовали себя т.н. чек-листы по проверке безопасности установок. Пример такого чек-листа для аммиачных холодильных установок, который использовался также при проведении анализа исходной ситуации обеих московских установок, приведен в приложении к заключительному отчету (приложение 10.3).

Применение чек-листа было рекомендовано участниками заключительного семинара проекта и в случае других российских аммиачных установок.

Чек-лист с соответствующими комментариями позволяет эксплуатирующим аммиачную холодильную установку, а также представителям соответствующих ведомств и, не в последнюю очередь, разработчикам концепции модернизации получить достоверную информацию о состоянии дел на анализируемой установке в аспекте обеспечения безопасности.

Содержащиеся в чек-листе требования содержат «максимальные» требования, предъявляемые с точки зрения реализации Предписания об аварийных ситуациях в соответствии с современным уровнем техники (включая требования, изложенные в технических нормативных документах). Вопросы и требования, содержащиеся в чек-листе, изложены с учетом положений Предписания по аварийным ситуациям, отнесенных к категории «Основных требований» и расположены в аналогичном порядке.

Таким образом соответствуют содержащиеся в чек-листе вопросы и требования техническому уровню безопасности, которому должны прежде всего соответствовать вновь сооружаемые установки; а в отдельных разделах, например в разделе, посвященном рассмотрению безопасности, вопросы и требования сформулированы в соответствии с требованиями, предъявляемыми к «Заявлению на выдачу разрешения на эксплуатацию промышленной установки».

В случае старых установок лишь часть изложенных требований может быть выполнена. В этом случае эксплуатирующий установку должен разработать концепцию обеспечения безопасности (или выдать заказ на разработку концепции), содержащую график реализации работ по приведению установки в соответствие с требованиями (с учетом фактора износа оборудования или т.н. остаточного ресурса установки и связанного с эксплуатацией установки потенциала опасности).

Концепция обеспечения безопасности должна быть согласована с ответственным надзорным ведомством. При этом должен соблюдаться принцип соответствия или целесообразности, это означает, что одни мероприятия могут быть заменены другими, или например, от реализации некоторых мероприятий можно отказаться. Концепция обеспечения безопасности представляет собой важный элемент разрабатываемой концепции модернизации.

Экономический анализ

Отправной точкой проведения анализа экономичности является оценка рамочных экономических условий.

Большое число российских аммиачных установок входят в состав предприятий с привлечением частной формы собственности и одновременно находится частично в коммунальном владении. Холодильникам придается большое значение в связи с выполнением ими относящейся к стратегическим важным задачи снабжения населения продуктами питания.

При организации хранения продуктов питания необходимо проведение анализа потребности и процесса, включающего в себя следующие элементы:

- *продукты*: рассмотрение развития покупательского спроса свидетельствует об уменьшении спроса на классические хранимые в условиях охлаждения продукты и об увеличении спроса на содержащие большое количество витаминов овощи и фрукты практически независимо от вегетационного периода в течение всего года. Дальнейшее открытие российского рынка скорее всего приведет к дальнейшему развитию этой тенденции. Однако рестриктивные меры по воздействию на процесс ценообразования важнейших продуктов питания препятствуют принятию решений исходя из принципов свободного предпринимательства (например, предписываемые количества картофеля, закладываемые на хранение на плодоовощных базах).

- *Хранение и подготовка к хранению*: например, производство льда, мороженого, замораживание или хранение в защитной атмосфере.

- *Методы дистрибутирования*: важнейшим требованием с точки зрения обеспечения качества является обеспечение непрерывности холодильной цепочки. Зачастую ограниченная возможная продолжительность хранения требует наличия возможности обеспечения высоких скоростей перегрузки и соответствующего уровня менеджмента.

Имеющиеся холодильные установки или имеющиеся в регионе холодильные мощности: неизбежным при проведение модернизации является учет необходимости приведения имеющихся в регионе холодильных мощностей в соответствие с развитием рынка. Так, например, в соответствии с информацией, изложенной Объединением производителей мороженого Российской Федерации отмечается падение спроса на соответствующую продукцию предприятий. Результатом является незагруженность мощностей даже в пик сезона. Процесс «очистки» рынка должен был бы привести к остановке ряда производств, при этом речь могла бы идти прежде всего об установках с наивысшей степенью износа. Одновременно такой процесс не лишен политического влияния в связи с ориентацией на сохранение максимально возможного числа рабочих мест.

Локальные экономические, демографические и климатические условия: этот пункт важен прежде всего с точки зрения определения необходимой мощности холодильных установок, отражения покупательной способности населения и учета долгосрочного

прогнозирования покупательной способности и потенциала использования естественного холода.

Методы хранения: Хранение-складирование, перегрузка и транспортировка складировемых продуктов с применением палетт, полок или насыпью.

Важно с самого начала получить верную ориентировку при разработке концепции модернизации, поскольку мировая практика показала, что инвестиционные расходы (в виде списываемых средств) составляют обычно лишь примерно 30% оперативных расходов, и расход энергии на холодильную установку составляет примерно 90 % общего потребления электроэнергии холодильником.

Анализ актуальных экономических показателей предприятия таких, как степень загрузки, расходы на электроэнергию и на проведение технического обслуживания и их доля в общей сумме расходов является неотъемлемым элементом основы планирования модернизации. В принципе указанная информация должна быть без проблем получена из текущего анализа производственных расходов.

Разработка концепций модернизации

Концепции модернизации должны по возможности иметь ступенчатый характер, содержать предложения альтернативного характера и сопровождаться каталогами мероприятий кратко-, средне- и долгосрочного характера, подлежащих реализации. Должна быть произведена оценка финансовых рамок реализации мероприятий и альтернативных решений и их сопоставление.

При принятии генерального решения относительно проведения модернизации и о сроках ее проведения должны быть опционально рассмотрены варианты частичной модернизации (например с использованием имеющихся зданий и элементов инфраструктуры), поэтапной модернизации и полного обновления установок. Должны быть учтены также экономические аспекты, равно как и аспекты обеспечения безопасности производства и вопросы возможности осуществления финансирования работ.

Использование современных информационных и коммуникационных технологий при проектировании

Разработка проектной документации в настоящее время может быть проведена у компьютерного монитора. Соответствующие CAD-системы нашли широкое применение в работе конструкторских организаций.

Многие производители холодильной техники интенсивно представлены в интернете, причем не только в форме представления каталога; представлены небольшие программные пакеты для подбора конденсаторов (с подразделением на хладагент и необходимую холодильную мощность при заданных температурах испарения и перевода в жидкую фазу – вплоть до варианта, который может быть напрямую «скачан» из интернета в формате .dfx), прочих изделий и вспомогательных конструктивных средств. Ряд программ позволяет производить расчет холодильных камер и проводить подбор необходимых компонентов их конструкции. Квалифицированному специалисту таким образом предоставляется возможность конкретизации его представлений а также сопоставления различных вариантов конструкции, т.е. предоставляется возможность самому осуществлять непосредственное руководство проектированием.

Существуют различия в подходах фирм-изготовителей к реализации доступа к программному обеспечению, к чертежам, к справочникам и технической документации, руководствам по обслуживанию и к спискам запасных частей и к прейскурантам; следует отметить, что открытая информационная политика является отличительной чертой современной философии политики фирм.

5. Разработка концепций модернизации для АО «Москворецкое»

5.1 Результаты анализа исходной ситуации

5.1.1 Общие сведения о предприятии

С 1929 г. на территории АО «Москворецкое» находятся холодильные установки, используемые для хранения и изготовления продуктов питания. Часть помещений сдается в наем, предлагаются сервисные услуги по техническому обслуживанию холодильных камер.

Хладоснабжение осуществляется центральной системой производства холода, включающей 19 агрегатов А-350-7-0 с общей мощностью по холоду 6650 тыс. ккал/час.

Последняя реконструкция компрессорного отделения была проведена в 1980 – 1983 гг., было построено новое здание холодильных камер на 30.000 т, позднее были произведены изменения в связи с вводом в эксплуатацию холодильников, вмещающих соответственно 38.000 т и 9.000 т.

В 1986 г. был введен в строй квасильно-маринадный цех и экспериментальный цех.

В 1997 г. введен в эксплуатацию низкотемпературный холодильник.

В 1992 г. в результате преобразования учрежденного членами трудового коллектива арендного предприятия Москворецкого оптово-розничного плодоовощного объединения в процессе приватизации имущественного комплекса было создано АО «Москворецкое», зарегистрированное 04.12.1992 под номером № 051.652 Московской регистрационной палатой.

Общая площадь земельного участка - 25,17 га.

Последняя реконструкция холодильной установки совершалась в 1980 – 82 гг.

09.06.1998 была зарегистрирована внештатная ситуация – утечка 38,1 кг аммиака в результате разгерметизации фланцевого соединения, повреждения или пострадавшие отсутствуют.

5.1.2 Описание установки

Компрессорный цех состоит из открытой площадки (первый этаж: линейный ресивер и маслоотделители, второй этаж: конденсаторы испарительного типа) и машинного отделения, расположенного в одноэтажном здании. В машинном отделении установлены компрессоры, циркуляционные ресиверы с аммиачными насосами. Под вентиляционной камерой и щитовой КИП расположены резервуары с водой и водяные насосы. Общий объем компрессорного цеха составляет 8280 м³ (6912 м³ машинное отделение + 1296 м³ открытая площадка).

Компрессорный цех был введен в эксплуатацию в 1980 г. (1.линия) и в 1983 г. (2.линия). Мощность производства (проектная) составляет 6.650 тыс. ккал/час.

Компрессорный цех НТХ с мощностью 560 тыс. ккал/час был введен в эксплуатацию в 1997 г..

Ниже описываются характеристики потребителей холода и холодильных устройств.

Холодильник 38.000 т

Предназначен для охлаждения и длительного хранения фруктов, картофеля и прочих овощей. Представляет собой трехэтажное здание с подвалом (96 холодильных камер). В зависимости от вида хранимого продукта в камерах поддерживается необходимый температурный режим от -3°C до $+4^{\circ}\text{C}$. Снабжение камер холодом производится от централизованного машинного отделения, расположенного в отдельно стоящем здании. Проектом предусмотрены три температуры кипения аммиака. Для камер хранения картофеля $t_{\text{и}} = -3^{\circ}\text{C}$ (камеры отключены), для фруктов, свеклы, моркови и капусты $t_{\text{и}} = -6^{\circ}\text{C}$, для лука $t_{\text{и}} = -10^{\circ}\text{C}$.

Охлаждение камер производится при помощи подвесных воздухоохладителей типа “Х-100” и “Х-160” (Венгрия). Подобные воздухоохладители установлены в большом числе холодильников стран бывшего СЭВ.

№г.	Наименование	Кол-во	Примечания
1.	- Воздухоохладитель аммиачный подвесной типа “Х-100”, 100 м^2 , - 2 вентилятора производительностью по $6500\text{ м}^3/\text{час}$, - электроподогрев для оттайки инея и для подогрева поддона	234	фирма “Diger”, Венгрия
2.	- Воздухоохладитель аммиачный подвесной типа “Х-160”, 160 м^2 , - 2 вентилятора производительностью по $9000\text{ м}^3/\text{час}$, - электроподогрев для оттайки инея и для подогрева поддона	159	фирма “Diger”, Венгрия
3.	- то же типа “Х-160” и - дополнительно с электрокалорифером	54	фирма “Diger”, Венгрия

Таб. 5.1: Воздухоохладители холодильника 38.000 т

Нижняя подача аммиака в оребренные батареи воздухоохладителей осуществляется при помощи герметичных насосов ЦГ 50\50.

Аммиак посутает в воздухоохладители через соленоидный и регулирующий вентили. Запорная и регулирующая арматура воздухоохладителей размещается в помещениях распреустройств.

Холодильник 30.000 т (картофелехранилище)

Предназначен для охлаждения и длительного хранения картофеля и прочих овощей. Холодильник представляет собой трехэтажное здание плюс подвал (49 камер).

В зависимости от вида хранимого продукта в камерах поддерживается необходимый температурный режим в пределах от -3°C до $+4^{\circ}\text{C}$.

Снабжение камер холодом производится от централизованного машинного отделения, расположенного в отдельно стоящем здании.

Охлаждение воздуха в камерах производится подвесными воздухоохладителями типа «ТХ-100» и «ТХ-160» фирмы «KOMPLEX» (Венгрия).

Нижняя подача аммиака в оребренные батареи воздухоохладителей осуществляется при помощи герметичных насосов ЦГ 50\50.

Таб. 5.2: Воздухоохладители холодильника 30.000 т

№.	Обозначение	Кол-во	Примечания
1.	Подвесной воздухоохладитель TX-100/12 D,E,S,R,N, 100 м ² .	197	Фирма "КОМ- PLEX", Венгрия
2.	Подвесной воздухоохладитель TX-160/10-14 D,E,S,R,N, 160 м ² .	80	Фирма "КОМ- PLEX", Венгрия
3.	Подвесной воздухоохладитель TX-100/12 D,E,K,S,R,N, 100 м ² .	1	Фирма "КОМ- PLEX", Венгрия
4.	Подвесной воздухоохладитель TX-160/12 D,E,K,S,R,N, 160 м ² .	30	Фирма "КОМ- PLEX", Венгрия

Аммиак посупает в воздухоохладители через соленоидный и регулирующий вентили. Запорная и регулирующая арматура воздухоохладителей размещается в помещениях распредустройств.

Проектом предусмотрены три температуры кипения аммиака. Для камер хранения картофеля $t_{\text{н}} = -3^{\circ}\text{C}$ (камеры отключены), для фруктов, свеклы, моркови и капусты $t_{\text{н}} = -6^{\circ}\text{C}$, для лука $t_{\text{н}} = -10^{\circ}\text{C}$.

Холодильник 9.000 т

Предназначен для охлаждения и длительного хранения фруктов, капусты и прочих овощей.

Холодильник представляет собой двухэтажное здание с надстроенным на крыше техническим этажом (общая площадь 11.478 м², 44 камеры).

В зависимости от вида хранимого продукта в камерах поддерживается необходимый температурный режим в пределах от -3°C до $+4^{\circ}\text{C}$.

Снабжение камер холодом производится от централизованного машинного отделения, расположенного в отдельно стоящем здании.

Охлаждение камер воздушное при помощи постаментных воздухоохладителей ($F = 455\text{м}^2$), расположенных:

- 29 штук на техническом этаже,
- 14 штук в камерах,
- 1 штука в пристройке у камеры.

Нижняя подача аммиака в оребренные батареи воздухоохладителей осуществляется при помощи герметичных насосов ЦГ 50\50.

На техническом этаже находится распредустройство для регулирования подачи аммиака в камеры.

Квасильный цех с холодильником для солений

Предназначен для квашения и хранения квашенной капусты, емкость 2.000 т и солений емкостью 3.600 т.

Представляет собой двухэтажное здание с подвалом (30 холодильных камер).

Снабжение камер холодом производится от централизованной станции холодоснабжения.

Охлаждение камер производится при помощи подвесных воздухоохладителей типа "ДХ-100" и "ДХ-160" фирмы „KOMPLEX“ (Венгрия).

Таб. 5.3: Воздухоохладители квасильного цеха

№г.	Наименование	Кол-во	Примечания
1.	- Воздухоохладитель подвесной типа "DX-100", 100 м ²	38	фирма "КОМ- PLEX", Венгрия
2.	- Воздухоохладитель подвесной типа "DX-160", 160 м ²	64	фирма "КОМ- PLEX", Венгрия

Нижняя подача аммиака в оребренные батареи воздухоохладителей осуществляется при помощи герметичных насосов ЦГ 50\50.
Температура в камерах 0 по -3°C.

Низкотемпературный холодильник

Емкость 2.000 т, предназначен для замороженной продукции.

Представляет собой одноэтажное здание с двухэтажной пристройкой, где размещается машинное отделение, бытовые и вспомогательные помещения.

Общее количество камер 12. Снабжение камер холодом производится от центральной станции холодоснабжения. Хранение замороженной продукции осуществляется при температуре -18° С.

Каждая из двенадцати холодильных камер оборудована тремя потолочными однорядными коллекторными оребренными батареями из труб.

Нижняя подача аммиака в оребренные батареи воздухоохладителей осуществляется при помощи герметичных насосов ЦГ 50\50.

5.1.3 Расчетные данные

а) По тепловым нагрузкам холодильных систем.

Таб. 5.4: Проектный расход холода составляет (ккал/час):

Наименование объекта	Q _p
По холодильнику 38.000 т:	
При t _н = -3°C (система отключена)	830.000
При t _н = -6°C	2.040.000
При t _н = -10°C	410.000
По холодильнику 30.000 т:	2.344.200
По холодильнику 9.000 т:	1.970.000
По квасильному цеху:	1.090.000
По НТХ:	560.000

б) О достаточности имеющегося холодильного оборудования

Центральная станция холодоснабжения: имеющееся холодильное оборудование – 19 компрессоров:

- по 350.000 ккал/час при температуре кипения -15°C и температуре конденсации +30°C, всего 6.650.000 ккал/час,
- по 680.000 ккал/час при температуре кипения 0°C и температуре конденсации +35° С, всего 12.920.000 ккал/час.

Компрессорный цех НТХ: 2 компрессора:

- по 280.000 ккал/час при температуре кипения -15°C и температуре конденсации $+30^{\circ}\text{C}$, всего 560.000 ккал/час.

с) Таб. 5.5: Номинальная аммиакоемкость технологических блоков.

Наименование оборудования	Марка, тип	Кол-во, штук	Тем-ра, max.	Давл., МПа	Кол-во аммиака
1. Винтовой автоматизированный агрегат	A 350-7-0	19	95°C	max. 1,8	Пары аммиака
Ресивер					
2. циркуляционный	5 RDW	17	50°C	1,2	460 кг
3. дренажный	5 RDW	4	50°C	1,2	Не знач.
4. линейный	5 RD	16	50°C	1,8	2750 кг
5. конденсатор испарительный	EWAKO 400	24	60°C	1,8	Не знач.
6. маслоотделитель	OMM 200	6	80°C	1,8	Не знач.
7. насос аммиачный	ZG 50/50	17	50°C	1,2	Не знач.
Компрессорный цех НТХ					
8. винтовой автоматизированный агрегат	21A280-7-1	2	95°C	1,0	Не знач.
Ресиверы					
9. циркуляционный	3.5 RDWM	2	27°C	1,0	по 235 кг
10. дренажный	5 RDM	1	27°C	1,0	Не знач.
11. промсосуд	PS ₃ 80	1	27°C	1,0	380 кг
12. насос аммиачный	ZG 6.3/32	2	27°C	1,0	Не знач.
13. трубопроводы основные	St. 20	816 м	27°C	1,0	620 кг
14. батареи потолочные	St. 20	5040 м	27°C	1,0	1530 кг

d) Таб. 5.6: Номинальная аммиакоемкость АХУ.

Наименование производств, объектов, потенциально опасных блоков		Максимальное количество NH_3 в производстве
АХУ (машинный зал)	Хладоцентр	4,5 т
АХУ (открытая площадка)	Хладоцентр	27 т
Батареи потолочные камерные	НТХ	1,5 т
Аммиакопроводы		
$t_0 = -10^{\circ}\text{C} - 300 \text{ м}$, $t_0 = -6^{\circ}\text{C} - 300 \text{ м}$ $t_0 = -3^{\circ}\text{C} - 300 \text{ м}$ (отключена)	холодильник 38.000 т	10 т
$t_0 = -10^{\circ}\text{C} - 230 \text{ м}$, $t_0 = -6^{\circ}\text{C} - 230 \text{ м}$ $t_0 = -3^{\circ}\text{C} - 230 \text{ м}$ (отключена)	Холодильник 30.000 т	5,5 т
$t_0 = -8^{\circ}\text{C} - 100 \text{ м}$	Холодильник 9.000 т	1,1 т
$t_0 = -10^{\circ}\text{C} - 350 \text{ м}$	Квасильно-маринадный цех	3,5 т
$t_0 = -3^{\circ}\text{C} - 450 \text{ м}$	НТХ	2 т
Камеры холодильные		
всего: 238 штук, из них отключены 49 штук (аммиак откачан), с аммиаком – 189 камер		22,9 т
Всего:		78 т

Соответствует уровню на 05.10.2000.

5.1.4 Характеристика систем

a) Характеристика систем общеобменной и аварийной вентиляции.

Проектом предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция в холодильных камерах, рассчитанная на 3 - 4-кратный обмен воздуха в сутки.

В помещениях распределительных устройств имеется вытяжная вентиляция, рассчитанная на 7-кратный обмен воздуха в час.

В низкотемпературном холодильнике кратность вытяжной циркуляции в рабочем режиме равна 3, в аварийном режиме 11. Кратность приточной вентиляции в приточном режиме равна 2.

b.) Характеристика систем ремонтного и аварийного освобождения оборудования и технологических блоков от жидкого аммиака:

Для освобождения от жидкого аммиака имеется 4 дренажных ресивера РДВ5 по 5 м³. Жидкий аммиак выдавливается горячими парами аммиака.

c.) Характеристика систем оттайки от снеговой шубы охлаждающих устройств помещений.

На холодильнике на 9000 т оттайка снеговой шубы проводится горячими парами аммиака в соответствии с типовой инструкцией («Правил устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок») (см. Приложение 9.5).

На остальных холодильниках оттайка снеговой шубы проводится штатными электронагревателями ВОПОВ.

d.) Характеристика систем масло – и воздухоудаления из холодильной установки.

e.) Масло удаляется по графику в общую систему сосудов со снижением давления и удалением аммиака из конденсаторов, линейных ресиверов, маслоотделителей, маслосборников, гидроциклонов, регулирующих станций, распределительных устройств.

Воздух удаляется через воздухоотделитель периодически по несоответствию температуры и давления конденсации.

f.) Характеристика систем охлаждения.

Компрессоры:

Охлаждение сжатых паров и уплотнение зазоров между корпусом и роторами винтового компрессора осуществляется маслом. Через распределительный коллектор масло подается в компрессор. Из компрессора масло-аммиачная смесь поступает в трехступенчатый маслоотделитель-сепаратор, где происходит освобождение паров аммиака от частиц масла. Масло стекает в маслосборник, проходит фильтр грубой очистки и нагнетается маслососом в блок маслоохладителей (вода на их охлаждение подается водяными насосами из резервуара). Затем масло проходит фильтр тонкой очистки и подается на распределительный коллектор. Рабочая температура масла на коллекторе 25-45°C. Для снижения температуры масла в летний период дополнительная секция маслоохладителя омывается жидким аммиаком.

Конденсаторы:

Горячие пары аммиака при высоком давлении поступают из компрессора в находящийся в верхней части конденсатора оребренный фторконденсатор, где теряют тепло нагрева. Из фторконденсатора пары хладагента поступают в конденсационный змеевик, где внутри гладких труб происходит их конденсация.

Теплоперегрев паров аммиака и теплота конденсации передаются окружающей среде от воды при помощи воздуха, подаваемого вентиляторами. Вода, стекающая с труб, падает в поддон, образующий нижнюю часть конденсатора, откуда самотеком сливается в резервуар.

5.1.5 Информация о системах:

противоаварийной автоматической защиты (ПАЗ) и контроля:

Наименование стадии и потоков хладагента, технологические показатели	Технологический параметр		
	Оптим. знач.	Максим. доп.	Наимен. приб.
<i>Агрегат винтовой автоматизированный А350-7-0</i>			УК-74
Давление всасывания	2; 2,5; 3;	0,1 кг/см ² -	Датчик-реле
Давление нагнетания	6-12 кг/см ²	16 кг/см ²	
Разность давлений в системе смазки	1,7 – 3,5	Min. 1,7	РКС1А-01
Температура всасывания	-10°, -6°, -3° С	-30° С	Датчик-реле температура
Температура нагнетания	50 – 80° С	95° С	
Температура масла	25 – 45° С	15 – 55° С	
<i>Аммиачный насос ЦГ50/50</i>			
Разность давления нагнетания и всасывания	4 – 5 кг/см ²	Min. 2,5 кг/см ²	РКС1А-02
Температура средней части насоса должна быть не выше 30° С.			
<i>Насос воды 8К-12у</i>			
Давление воды	1 – 1,5 кг/см ²	Min. 0,7 кг/см ²	ЭКМВ-1У
Уровень воды	90 %		ПРУ-5М
<i>Циркуляционный ресивер</i>			
Уровень жидкого аммиака:	В ЦР 5 – 15 %	0 – 80 %	
Верхний аварийный		80 %	ПРУ-5М
Верхний рабочий			“MERTIK”
Нижний рабочий			”MERTIK”
Нижний аварийный		4 %	”MERTIK”
Давление на стороне кипения		12 кг/см ²	25 АПК
Давление на стороне конденсации		18 кг/см ²	25 АПК
<i>Дренажный ресивер</i>			
Контроль уровня аммиака			
верхнего		80 %	ПРУ-5М
нижнего		4 %	ПРУ-5М
Импульсное вкл. и фиксация световой и звуковой сигнализации при аварийной ситуации в работе оборудования		Реле импульс. сигнализации	РИС-ЭЗМ-УХЛЧ
Продолжительность звучания зафиксированного звукового сигнала		Реле времени	РВ-248-УХЛ4
Фиксация аварийного сигнала в системе аварийной сигнализации		Реле-блинкер	РУ-21-У4
Продолжительность звучания зафиксированного аварийного звукового сигнала		Реле времени	
Звуковой сигнал аварийной сигнализации		Звонок громкого боя	МЗ-1
Звуковой сигнал авар. сигнализации в системе подачи воды		ревун	РМ-4
Остановка работающего оборудования при аварийной ситуации и включение аварийной вентиляции		кнопка “стоп”	ПКЭ-222-1У

Сведения по системе контроля уровня загазованности:

- Сигнализатор утечки аммиака СА-1-04 установлен в машинном отделении компрессорного цеха и в машинном зале НТХ и предназначен для непрерывного контроля концентрации паров аммиака в воздухе, выдачи сигналов включения вентиляции и обесточивания стационарной холодильной установки при достижении концентрации паров аммиака соответствующих установленных порогов.
- Автоматический переносной газоанализатор-течеискатель аммиака КОЛИОН -1 предназначен для измерения концентрации аммиака в воздухе в широком диапазоне концентраций, а также обнаружения мест и определения интенсивности утечек и выбросов. Газоанализатор работает в режиме реального времени и является средством экспресс-анализа и сигнализации о превышении заданного значения концентрации.
Диапазон измерения: 0 – 2000 мг/м³.

Сведения по системе управления:

Пунктом управления является щитовая КИП, куда подается вся информация о работе оборудования и аппаратов с включением световой и звуковой сигнализации. Из щитовой КИП возможна остановка вентиляторов конденсаторов, водяных насосов, пуск и остановка аммиачных насосов, кроме того все оборудование пускается и останавливается органами управления по месту в ручном режиме.

Щитовая КИП имеет подпор воздуха, выход в цех и на открытую площадку, снабжена местным и городским телефоном, метеостанцией, аптечкой.

Сведения по системе связи:

Хладоцентр обеспечен городским, мобильным и местными телефонами, рациями, имеется список номеров телефонов для связи с органами администрации, МВД, ГОЧС, ПЧ, медучреждениями.

Сведения по системе оповещения по холодильной установке:

На предприятии смонтирована система локального оповещения СГС -22М-1000, обеспечивающая оповещение прилегающих объектов и населения:

- i. В речевом режиме 500 м,
- ii. В режиме sireны 2500 м.

Также имеется переговорное устройство между центральной станцией холодоснабжения и машинным залом НТХ.

Сведения по предохранительным клапанам и выводным трубопроводам от них:

Выброс с предохранительных клапанов объединен в 6 групп аварийного трубопровода и выведен выше крыши здания.

Предохранительные клапана проверяются на давление срабатывания:

- i. На компрессорных агрегатах - 1 х в год;
- ii. На сосудах и аппаратах - 1 х в 6 месяцев.

5.2. Альтернативные концепции модернизации установок

В результате работы рабочей группы были разработаны 2 альтернативные концепции модернизации установок предприятия, которые будут приведены ниже:

- Ступенчатая концепция модернизации системы хладоснабжения, реализация которой позволит уменьшить количество аммиака в системе с 78 т до примерно 12 т (5.2.1),
- Концепция полного обновления системы хладоснабжения, в результате реализации которой общее количество аммиака в системе может быть уменьшено до примерно 3,2 т (5.2.2).

5.2.1. Ступенчатая концепция модернизации

Концепция предусматривает возможность максимально допустимого использования частей оборудования с низкой степенью износа. В связи с относительно низким уровнем инвестиционных расходов по сравнению с вариантом полного обновления системы хладоснабжения данная концепция является предпочтительной по мнению предприятия.

В рамках данной концепции предусматривается частичная децентрализация хладоснабжения и использование вторичного хладагента.

Учитывая значительный невыработанный ресурс оборудования хладоцентра (за исключением отдельных элементов), а также потенциальную возможность переоборудования находящихся по соседству холодильников на 9000 т и 30000 т под использование в качестве низкотемпературных, предполагается использование части оборудования хладоцентра для получения температур хранения от -12 до -20 °С на II. и III. этажах холодильника на 30000 т и на II. этаже холодильника на 9000 т. Данная схема непосредственного охлаждения будет содержать около 10 т аммиака. По мнению предприятия такой подход оправдан, поскольку применение вторичного хладоносителя при столь низких температурах является проблематичным. Данный вариант применения схемы прямого охлаждения предусматривает наличие на объекте только постоянных рабочих, соответственно аттестованных и обеспеченных средствами защиты.

При модернизации холодильника на 38000 т предусмотрено создание собственного компрессорного цеха, оснащенного установками с дозированной заправкой аммиаком, пластинчатыми теплообменниками и вторичным хладоносителем. Данная схема не будет подсоединена к существующей системе хладоснабжения и может быть оснащена самым прогрессивным оборудованием. Применение вторичного хладоносителя здесь наиболее оправдано с учетом принудительных температур и малых протяженностей трубопроводов, проложенных в пределах одного здания.

В процессе модернизации низкотемпературного холодильника (НТХ) будет сохранена схема непосредственного охлаждения аммиаком, ввиду отсутствия экономически оправданного хладоносителя для температуры -30 °С.

С этой целью машинный зал будет снабжен конденсатором и прочими вспомогательными элементами для автономной выработки холода. Потолочные охлаждающие батареи будут заменены на воздухоохладители, что позволит радикально сократить количество аммиака, автоматизировать оттайку, исключить ручной труд при уборке снеговой шубы, снизить разность температур кипения аммиака и хранения.

Модернизация системы хладоснабжения квасильно-маринадного цеха предусматривает два подхода:

- Создание собственного автономного компрессорного цеха с установками малой дозировки заправки аммиака и вторичным носителем,
- Охлаждение вторичного носителя с использованием оборудования машинного зала НТХ (работа компрессора на две различные температуры кипения).

объект	Температура хранения, °С	Машинное отделение	хладоагент	К-во NH ₃ , т	Примечание
			Хладо-носитель		
38000 т	0 до +4	встроенное	аммиак/хладоноситель	0,5	
30000 т	I. этаж, подвал +2 bis +4	Хладоцентр *	Аммиак, непосредственная схема	10	Переход на вторичные хладоносители с применением пластинчатых теплообменников на «+» температуры
	II. и III. этаж -12 bis -20				
9000 t	I. этаж +2 bis +4				
	II. этаж -20				Перевод II. этажа на температуру -20 °С с установкой воздухоохлаждителей
Квасильно-маринадный цех	+2 до +4	автономное	аммиак/хладоноситель	0,2	2 варианта: отдельно стоящее машинное отделение на оба хранилища или только на квасильно-маринадный цех
Капустохранилище (25цех)					
НТХ	-20	встроенное	Аммиак, непосредственная схема	1,5	Замена батарей на воздухоохлаждители , резерв оборудования на расширение НТХ
Общее количество аммиака				12,2 т	

* Сохранившаяся часть хладоцентра подвергается коренной реконструкции с заменой емкостных теплообменников на пластинчатые.

5.2.2 Концепция полного обновления установок

В данной главе излагаются важнейшие элементы концепции полного обновления оборудования, разработанной фирмой Grasso International (Берлин-Москва), предусматривающей установку новой холодильной установки.

Описание холодильной установки

Аммиачная холодильная установка спроектирована для охлаждения камер в зданиях: холодильники на 9.000 т, 30.000 т, 38.000 т и в квасильно-маринадном цехе.

Предусмотрено размещение оборудования в границах аммиачного компрессорного цеха.

Согласно данным, полученным от АО «Москворецкое» потребная холодопроизводительность составляет 10.100 кВт, с учетом коэффициента неравномерности $Q_0=8585$ кВт.

Предлагается концепция установки 6 блочных холодильных машин (чиллеров) для охлаждения промежуточного хладоносителя (пропиленгликоля). Для охлаждения воды, идущей на охлаждение конденсаторов и маслоохладителей, используются 6 градирен с водяными насосами.

Холодопроизводительность каждой холодильной машины составляет 1550кВт при $t_0 = -14^\circ \text{C}$ / $t_k = +35^\circ \text{C}$.

Общая холодопроизводительность составляет 9300 кВт.

Расчетные параметры

Температура окружающей среды	$t_{\max.} +32^\circ \text{C}$
Температура по влажному термометру	$+22,5^\circ \text{C}$
Температура в машинном зале	$+5^\circ \text{C}$ bis $+40^\circ \text{C}$
Рабочее напряжение	3 x 400 В – 50 Гц
Напряжение управления	220 В – 50 Hz
Хладагент	R717 (аммиак)
Заправка системы хладагентом	примерно 1,68 т
Рефрижераторное масло	ХА-30

Нормативные предписания

Сосуды, работающие под давлением, изготавливаются в соответствии с официальными предписаниями ФРГ (DruckBeV), проходят заводские испытания (контрольные испытания конструкции и опрессовку) с приемкой TÜV. Холодильная установка изготавливается с учетом нормативов VBG 20 и стандарта EN 378. Кроме того, при ее изготовлении учитываются утвержденные Госгортехнадзором России «Правила устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок», ПБ-09-220-98, от 30. июня 1998 г.

Холодильная установка имеет сертификат ГОСТ-РФ и разрешение на применение в России, выданное Госгортехнадзором России.

Установка состоит из следующих основных компонентов:

GRASSO аммиачной холодильной машины для охлаждения жидкости, тип FX PP 2800/s с винтовым компрессором, испарителем и конденсатором (пластинчатый теплообменник), изготовлена в качестве компактного с предварительной заводской сборкой готового к подключению блока. Аммиачная холодильная установка для охлаждения жидкости проходит комплексные испытания на работоспособность и герметичность, а также заполняется защитным газом азотом.

Техническая безопасность агрегата соответствует нормативам UVV/VBG20, стандарту DIN 8975 и предписаниям для сосудов, работающих под давлением.

Техническое описание аммиачной холодильной установки для охлаждения жидкостей
тип FX PP 2800/s

Число холодильных машин для охлаждения жидкости	6
Холодопроизводительность по DIN 8976	1550 kW
Хладагент	NH ₃
GRASSO винтовой компрессор тип H-2	
Потребляемая мощность на валу	443 kW
Приводной электродвигатель	
Номинальная мощность	560 кВт
Номинальная скорость	2940 об/мин
напряжение/фазы/частота	400/2/50 В/-Гц
Испаритель	
хладоноситель	пропиленгликоль 30%
температура хладоносителя на входе	-5 °C
температура хладоносителя на выходе	-10 °C
расход	332 м ³ /ч
потеря давления на стороне хладоносителя	87 кПа
макс. рабочее давление на стороне хладоносителя	10 бар
макс. рабочее давление на стороне хладагента	16 бар
коэффициент загрязнения	0,43 x 10 ⁻⁴ м ² К/Вт
конденсатор	
производительность конденсации	2098 кВт
температура конденсации	+35 °C
охлаждающая среда	вода
температура охлаждающей среды на входе	+27 °C
температура охлаждающей среды на выходе	+32 °C
расход охлаждающей среды	360 м ³ /ч
потеря давления на стороне охлаждающей среды	26 кПа
макс. рабочее давление на стороне охлаждающей среды	10 бар
макс. рабочее давление на стороне хладагента	23 бар
коэффициент загрязнения	0,86 x 10 ⁻⁴ м ² К/Вт
Маслоохладитель	
Производительность	174 кВт
Охлаждающая среда	вода
Температура охлаждающей среды на входе	+27 °C
Температура охлаждающей среды на выход	+32 °C

Расход охлаждающей среды	30 м ³ /ч
Потеря давления на стороне охлаждающей среды	30 кПа

Компактные холодильные агрегаты (чиллеры) состоят из следующих компонентов:

Винтовой компрессорный агрегат (винтовой компрессор LT-Screw)

Сальниковый с постоянной герметической степенью сжатия и бесступенчатым микропроцессорным регулированием мощности от 10 до 100 %. В компрессоре интегрированы обратный клапан на стороне всасывания, масляный насос, всасывающий фильтр, соленоидные клапаны для регулирования производительности, а также система регулирования масляного контура.

Масляный контур

Закрытая масляная система винтового компрессорного агрегата состоит из: маслоотделителя, маслоохладителя, масляного фильтра вместе с системой регулирования масляного контура, включая устройства для регулирования и контроля давлений и температур винтового компрессора. Стальные трубопроводы проходят заводские контрольные испытания давлением и на герметичность, сварные швы испытываются методом неразрушающего контроля.

Маслоотделитель

Вертикальный маслоотделитель с интегрированной системой точного отделения, с отдельным возвратом масла после ступени точного отделения, со смотровым стеклом, сменными патронами фильтра для тонкой фильтрации, оптическим указателем уровня жидкости и подогревом масла. Оснащен 2 предохранительными клапанами с переключающим устройством. Расчетное/контрольное давление: 23,0 бар / 29,9 бар.

Маслоохладитель для коррозионной воды

Охлаждается водой и представляет из себя пластинчатый теплообменник.

Контур хладагента

Затопленная система испарителя с отделителем хладагента и модулируемым поплавковым регулятором высокого давления. Включает пластинчатый теплообменник, отделитель хладагента, линию автоматического возврата масла со смотровым стеклом, стальные трубопроводы (сварные швы испытаны методом неразрушающего контроля), вентиль для заправки хладагента, воздушный вентиль, индикацию на дисплее давления всасывания и нагнетания компрессора, давления масла, а также индикацию температуры всасывания и нагнетания компрессора, температуры масла. Фильтр на стороне всасывания перед компрессором, запорно-обратный вентиль на сторонах всасывания и нагнетания.

Испаритель

Пластинчатый теплообменник в кассетносварном исполнении из нержавеющей стали. Поддон для талой воды под испарителем. Расчетное /контрольное давление: 16,0 бар / 20,8 бар.

Конденсатор

Пластинчатый теплообменник в кассетносварном исполнении из нержавеющей стали. Пластинчатый теплообменник со спецификацией, аналогичной испарителю. Расчетное / контрольное давление: 23,0 бар / 29,9 бар.

Автоматический возврат масла

Устройство автоматического удаления масла из контура хладагента. По сигналу программируемого режима времени устройства управления SPS масло периодически возвращается из системы испарителя к стороне всасывания компрессора.

Отделитель хладагента

Вертикальный сосуд под давлением для разделения газовой и жидкой фаз хладагента с оптическим указателем уровня жидкости. Оснащен 2 предохранительными клапанами с переключающим устройством. Изготовлен в соответствии с действующими законодательными нормативами UVV / VBG 20 вкл. приемку TÜV. В отделителе хладагента смонтированы воздушный клапан и 2 регулятора уровня. Расчетное / контрольное давление: 16,0 бар / 20,8 бар.

Органы управления и регулировки

Холодильная машина для охлаждения жидкости имеет все необходимые для эксплуатации устройства переключения, регулировки, измерения и безопасности.

Все электродвигатели, устройства переключения, регулировки и безопасности имеют комплектную электропроводку, поэтому необходима только одна защищенная предохранителями линия подвода электропитания.

Смонтирован щит манометров для индикации давления всасывания и нагнетания компрессора, давления масла и давления в компрессорно-испарительном блоке. Щит манометров смонтирован на маслоотделителе.

Устройства безопасности

Включают два комбинированных блока каждый с 2 предохранительными клапанами и переключающим устройством, перепускной вентиль, аварийный ограничитель давления, преобразователь давления для ограничения давления всасывания, давления нагнетания компрессора и давления масла, ограничение температуры для температуры нагнетания компрессора и температуры масла, регулирование давления конденсации, регулирование с ограничением номинального тока, реле расхода в контуре хладоносителя. В отделителе хладагента смонтированы 2 регулятора уровня.

Свободно программируемое микропроцессорное управление SPS

С помощью устройства управления SPS SIMATIC C7-633/P реализуется общий контроль холодильной машины для охлаждения жидкости: давления всасывания, давления конденсации, давления масла, разницы давления масла и давления нагнетания компрессора, температуры нагнетания компрессора, температуры масла, исходной температуры хладоносителя, номинального тока электродвигателя, позиции регулирующего золотника. Имеется возможность дистанционного обслуживания через контакты без потенциалов или через интерфейс SINEC-L2. Обслуживание и задание параметров осуществляется через терминал.

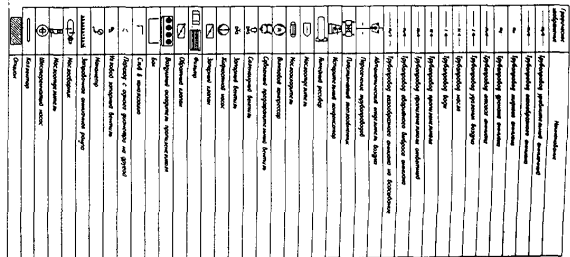
Регулируемой величиной является температура хладоносителя на выходе из испарителя с учетом ограничений давления всасывания, давления конденсации и номинального тока электродвигателя.

Основными функциями управления являются:

1. регулирование температуры хладагента на выходе из испарителя.
2. электронная защита агрегата и запоминание рабочих часов.
3. контакты деблокировки для насосов хладагента и системы конденсатора (без регулирования давления конденсации).
4. контрольная сигнализация работы технологического оборудования, индикация всех аналоговых величин.
5. сигнализация повреждений для рабочего контроля, световая сигнализация и текст.
6. беспотенциальная сигнализация состояний агрегата охлаждения жидкости.

Следующая страница № 42:

Рис. 5.1: Проектированная холодильная установка



CEA

5.2.3 Проектирование холодильной установки для НТХ АО «Москворецкое»

Описание установки

Аммиачная холодильная установка спроектирована для охлаждения камер, расположенных в здании НТХ.

Размещение оборудования в границах аммиачного компрессорного цеха, расположенного в здании НТХ.

Согласно данным, полученным от АО «Москворецкое» потребная холодопроизводительность для НТХ (с учетом коэффициента неравномерности 0,85) составляет 652 кВт.

Предлагается концепция установки 2-х компрессорных агрегатов, 2-х пластинчатых теплообменников, циркуляционного ресивера, 3-х аммиачных насосов (2 в работе, 1 в резерве) для подачи жидкого хладагента в воздухоохладители, в каждой камере устанавливается по 2 воздухоохладителя, всего 24 шт., для охлаждения конденсаторов и пластинчатых маслоохладителей используются насосы оборотной воды 2 рабочих (по одному на каждый агрегат) и 1 насос в резерве. Для охлаждения воды используются 2 градирни с водяными насосами (1 насос в резерве).

Холодопроизводительность каждого винтового компрессорного агрегата 375 кВт при $t_0 = -28\text{ }^{\circ}\text{C}$; $t_k = +35\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Общая холодопроизводительность установки составляет 750 кВт.

Расчетные параметры

Температура окружающей среды	$t_{\max.} +32\text{ }^{\circ}\text{C}$
Температура по влажному термометру	$+22,5\text{ }^{\circ}\text{C}$
Температура в машинном зале	$+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$
Рабочее напряжение	3 х 400 В – 50 Гц
Напряжение управления	220 В – 50 Гц
хладоагент	R717 (аммиак)
заправка системы хладагентом	<u>прим. 1,5 т</u>
рефрижераторное масло	ХА-30

нормативные предписания

аналогично изложению в 5.2.

Установка состоит из следующих основных компонентов:

2 аммиачных винтовых компрессорных агрегата тип SB-3AK, полностью смонтированных на основной раме, состоящих из:

GRASSO винтового компрессора низкого давления тип Y-3 с постоянной геометрической степенью сжатия $V_i = 4,8$ и бесступенчатым регулированием производительности от 10 до 100 %, с современным асимметричным профилем роторов со значениями COP выше среднего в режиме частичной и полной нагрузки, с защитой от пульсации газа в нижней зоне частичной загрузки.

Компрессор имеет отдельную блокировку и отличается высокой степенью эксплуатационной готовности, надежностью и простотой в обслуживании.

- Маслоотделитель вертикального расположения с интегрированной ступенью точного отделения, возвратом масла к компрессору через заслонку.
- Маслоохладитель типа термосифон (теплообменник кожухотрубный).
- Арматура масляного контура.
- Обратный клапан (напорная сторона).
- Обратный клапан (всасывающая сторона).
- 4 магнитных клапана для регулирования производительности.
- 60 μm – всасывающий фильтр.
- Маслонасосный агрегат, объемная подача 76 л/мин., 1,5 кВт, 400 В, 3,5 А, 3 фазы, 50 Гц.
- Клапан регулирования давления масла.
- 3-х ходовой клапан, регулирующий температуру масла.
- 16 μm – масляный фильтр.
- Износостойкая стальная дисковая муфта с защитным колпаком муфты.
- Фиксаторы для точного расположения приводного двигателя компрессора под любое основание двигателя.
- Устройства для измерения давлений и температур, преобразователь давления для давления всасывания, конечного давления и давления масла, термометр сопротивления для температуры всасывания, конечной температуры компрессора и температуры масла.

Устройство управления компрессором Simatic C7 фирмы Siemens

Модульная стандартная система программного управления SPS смонтирована на винтовом компрессорном агрегате. Щит управления со свободным программированием с интегрированной системой обслуживания и показаний смонтирован в одном корпусе с дверью и предназначен для обеспечения безопасности агрегата путем контроля и индикации давлений и температур, реализации режимов пуска и останова, регулирования производительности компрессора (величины давления всасывания или рабочей температуры), автоматизированного управления компрессора в зависимости от параметров процесса.

Имеется возможность дистанционного обслуживания через контакты без потенциалов или через интерфейс SINEC-L2.

Обслуживание и задание параметров осуществляются через терминал, индикаторное табло которого имеет 4 строки текста (буквенного и цифрового).

Сенсорные и акторные элементы винтового компрессорного агрегата соединены кабелем с устройством управления компрессором.

Электродвигатель для компрессора смонтирован на винтовом компрессорном агрегате. Винтовой компрессор приводится в действие трехфазным электродвигателем с безредукторным приводом с переключением при пуске со звезды на треугольник и с использованием зубчатой муфты..

Для полной защиты электродвигателя используются термочувствительные патроны в каждой обмотке мотора. Монтируется вместе с фиксаторами для упрощенного центрирования двигателя относительно компрессора.

мощность	250 кВт
напряжение	400 В
частота	50 Гц
степень защиты	IP 54
термисторы для контроля температуры в обмотке	

Конструкционное исполнение по TUV

- Акт приемки сосудов высокого давления.
- Перепускной вентиль между напорной стороной и стороной всасывания DN 20 (давление срабатывания 22 бар), подключается на всасывающем трубопроводе.
- Два предохранительных вентиля с переключающим устройством на маслоотделителе DN 15 (рабочее давление 23 бар).
- Ограничитель предельно допустимого давления с двумя отдельными возвратными блокировочными устройствами.

Дополнительные вентили (со стороны всасывания и напорной стороны)

Со стороны всасывания: запорный обратный вентиль вместо обратного вентиля DN 150.

С напорной стороны: запорный обратный вентиль вместо обратного вентиля DN 80.

Нагревательный элемент для маслоотделителя

маслонагрев 1,5 кВт, 400 В, 2 фазы, 50 Гц для работы агрегата при температуре окружающей среды от +5 до +15 °С, с термостатом и тепловым реле.

Щит манометров с расширенным диапазоном измерений

Масляный контур

Закрытая масляная система винтового компрессорного агрегата состоит из: маслоотделителя, масляного насоса, пластинчатого маслоохладителя, 3-х ходового клапана для ограничения температуры масла, масляного фильтра вместе с системой регулирования масляного контура, включая устройства для регулирования и контроля давлений и температур винтового компрессора. Стальные трубопроводы проходят заводские контрольные испытания давлением и на герметичность, сварные швы испытывают методом неразрушающего контроля.

Маслоотделитель

Вертикальный маслоотделитель с интегрированной системой точного отделения, с отдельным возвратом масла после ступени точного отделения, со смотровым стеклом, сменными патронами фильтра для тонкой фильтрации, оптическим указателем уровня жидкости и подогревом масла.

Оснащен двумя предохранительными клапанами с переключающим устройством.

Расчетное / контрольное давление 23,0 бар / 29,9 бар

Маслоохладитель

охлаждается водой и представляет из себя пластинчатый теплообменник.

Технические характеристик винтового компрессорного агрегата YB-3AO

Хладагент	аммиак
Теоретический объем всасывания	1290 м ³ /ч
холодопроизводительность *	375 кВт
мощность привода	189 кВт
скорость вращения	2940 об./мин.
Температура кипения	-28 °С
Температура конденсации	35 °С
перегрев	5 К

температура окружающей среды (мин./макс.)	15 / 40 °C
температура масла на входе компрессора	60 °C
производительность охлаждения масла	126 кВт
габариты:	
- Длина	3420 мм
- ширина	1370 мм
- высота	2089 мм
- вес	3930 кг
- подключение всасывающего трубопровода	150 DN
- подключение нагнетательного трубопровода	80 DN

* по DIN 8976

b) 2 аммиачных пластинчатых водяных конденсатора

производительность теплообмена	585 кВт
температура конденсации	35 °C
расход охлаждающей воды	193,8 м ³ /ч
материал пластин	нержавеющая сталь AISI 316/0.6 мм
рабочий вес	1646 кг
габариты:	1815 x 650 x 1486 мм

Комплектующие включают:

- ручные запорные клапаны на входе и выходе аммиака в конденсатор;
- манометр с запорным манометрическим вентилем для визуального контроля давления на стороне аммиака;
- сдвоенный предохранительный клапан с переключающим устройством;
- реле протока воды;
- термометр для визуального контроля температуры воды.

c) 3 аммиачных насоса

расход хладагента	1,0 - 10,0 м ³ /ч
давление	25 - 32 м
мощность электромотора	3,0 кВт
габариты:	536 x 218 x 250 мм

d) электрораспределительное устройство

предназначено для упомянутого в предложении электротехнического оборудования, изготовлено из стального листа и имеет секционную конструкцию, с готовой к монтажу электропроводкой.

e) арматура для аммиачного и водяного контура

включает в себя запорную, регулирующую и предохранительную арматуру аммиачного и водяного контура.

f) циркуляционный ресивер

емкость линейного ресивера около 6,5 м³. Снабжен запорной и регулирующей арматурой.

g) отделитель неконденсируемых газов

GRASSO автоматический агрегат для отделения неконденсируемых газов „Purger“.

Запатентованная автоматическая система для отделения неконденсируемых газов включает в себя следующие компоненты:

- герметический компрессорно-конденсаторный блок
- теплообменник
- предохранительный выключатель, действующий от давления
- реле времени
- контрфланец (незакрепленный)
- запорный клапан для подключения
- вариант с доп. предохранительным выключателем высокого давления и сигнальной лампой
- макс. температура окр. среды 45 °С
- мин. давление конденсации установки 6 бар_{abs.}
- напряжение 230 В/50 Гц
- мощность подсоединения 400 Вт
- габариты 695/330/400 мм; вес: 57 кг.

h) 2 градирни

i) 3 насоса подачи оборотной воды на градирни (2 рабочих, 1 в резерве)

j) 3 насоса подачи охлаждающей воды на конденсаторы и маслоохладители (2 рабочих, 1 в резерве)

k) комплект запорной и регулирующей аппаратуры

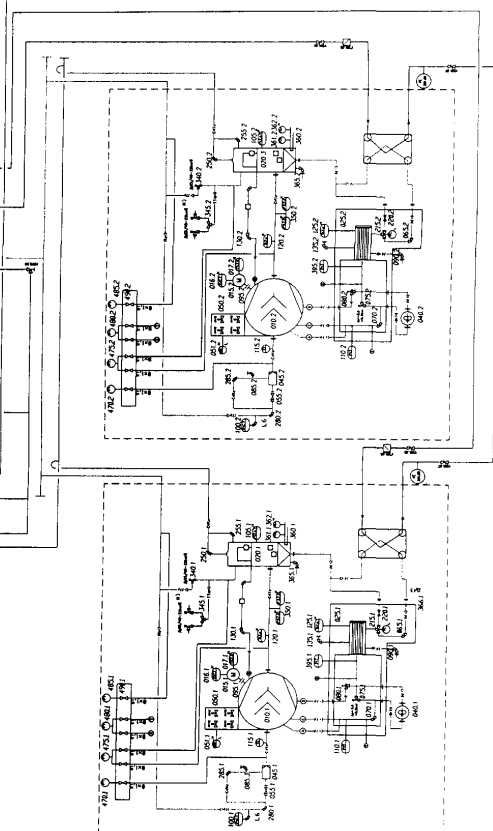
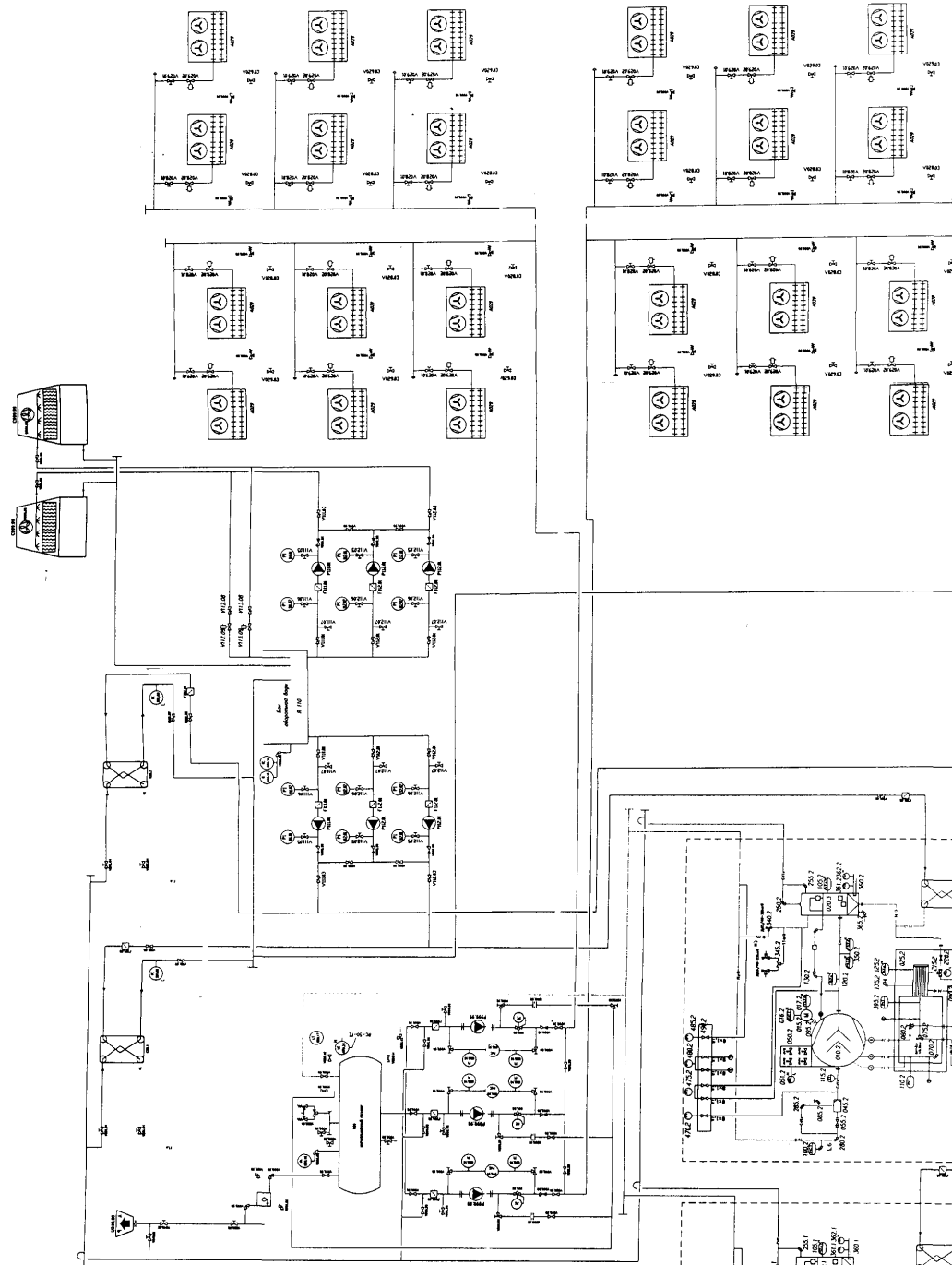
l) комплект трубопроводов холодильного агента и системы оборотного водоснабжения

m) комплект изоляции

Следующая страница № 48:

Рис. 5.2: Проектированная холодильная установка для НТХ

Символ	Наименование
	Трёхфазное напряжение
	Однофазное напряжение
	Земля
	Нейтраль
	Фаза
	Нуль
	Земля
	Нейтраль
	Фаза
	Нуль
	Земля с током
	Нейтраль с током
	Фаза с током
	Нуль с током
	Земля с током и путём
	Нейтраль с током и путём
	Фаза с током и путём
	Нуль с током и путём
	Земля с током, путём и сопротивлением
	Нейтраль с током, путём и сопротивлением
	Фаза с током, путём и сопротивлением
	Нуль с током, путём и сопротивлением
	Земля с током, путём, сопротивлением и напряжением
	Нейтраль с током, путём, сопротивлением и напряжением
	Фаза с током, путём, сопротивлением и напряжением
	Нуль с током, путём, сопротивлением и напряжением



6. Разработка концепций модернизации для АО «Хладокомбинат 7»

6.1 Результаты анализа исходной ситуации

Изложенные ниже результаты анализа исходной ситуации базируются преимущественно на результатах двух осмотров предприятия, при этом один из осмотров был проведен совместно членами рабочей группы и членами совета экспертов, сопровождающего реализацию проекта.

Отсутствовали схемы аммиачной установки и трубопроводов, а также сведения о производственных расходах, учитывающих расходы на персонал, на техническое обслуживание, на оплату энергетических расходов, на материал и производственные материалы.

6.1.1 Общие сведения о предприятии

Предприятие АО «Хладокомбинат 7» было создано в 1934 г. в качестве предприятия для производства мороженого. Снабжение холодом 63 холодильных камер осуществляется центральной холодильной установкой (температура испарения - 30 °C und - 45 °C).

Проектное количество аммиака в системе составляет 110 т, по сведениям, предоставленным предприятием, в настоящее время в системе находятся 62 т аммиака. Годовые потери аммиака составляют 12 – 15 т.

Предприятие непосредственно граничит с городской магистралью с высокой интенсивностью движения транспорта, и находится в непосредственной близости от жилой застройки (удаление < 500 м) (рис. 6.1).

6.1.2 Описание установки

Речь идет о двухступенчатой холодильной аммиачной установке (рис. 6.2), с двумя температурными уровнями на всасывании:

- Температура испарения –45° C: к этому циклу подключены машины, работающие на цех мороженого (фризеры и скороморозильные машины),
- Температура испарения – 30° C: к этому циклу подключены холодильные камеры для готовой продукции льда и производство ледяной воды.

Холодильная установка

Установка для производства холода состоит в основном из следующих главных компонентов:

- 4 пар поршневых компрессоров, работающих через приводной механизм с одной передачей (русская конструкция 1939 г.),
- 3 двухступенчатых винтовых компрессорных агрегатов F2MS3-900/2500,
- винтового компрессорного агрегата S3-900,
- винтового компрессорного агрегата S3-2500 (без муфты сцепления, в настоящее время не работает).

Все винтовые компрессорные агрегаты производства фирмы K hlautomat Berlin.

- 4 кожухотрубных конденсаторов (3 x 280 м², 1 x 315 м²), один из них в настоящее время на ремонте,
- 4 ресиверов для жидкого NH₃ по 3,5 м³

- 5 испарительных конденсаторов, 3 из них венгерского производства, 2 российского производства (2 не работают),
- 8 ресиверов для жидкого NH_3 по $3,5 \text{ м}^3$, 4 из них для хранения жидкого аммиака (резерв), годовое потребление прим. 15 т, (кожухотрубные и испарительные конденсаторы эксплуатируются параллельно),
- 6 циркуляционных ресиверов для NH_3 по 5 м^3 для циркуляционного цикла -45° С , каждый имеет по одному насосу для хладагента, производительность $30 \text{ м}^3/\text{ч}$, высота напора 40 м,
- 6 циркуляционных ресиверов для NH_3 по 5 м^3 для циркуляционного цикла -30° С , каждый имеет по одному насосу для хладагента, того же производства, что и для цикла -45° С .

Холодильная установка

В цехе холодильных машин установлены в основном все холодильные компрессоры. Четыре пары поршневых компрессоров частично оснащены открытыми коммутационными устройствами, защищенными барьерами. Старые поршневые компрессоры работают на цикле -30° С , дополнительно на этом цикле работает винтовой компрессорный агрегат (S3-900).

Двухступенчатые винтовые компрессорные агрегаты работают все на цикле -45° С , когда при нормальном режиме работает только один двухступенчатый агрегат. Только в часы пиковых нагрузок и в пусковом режиме в утренние часы временно подключается второй компрессорный агрегат.

В машинном зале компрессорного цеха ощущался запах аммиака, причинами которого могли быть:

- используемая арматура по своей конструкции (фланцевые вентили с сальником на винтовой уплотнительной прокладке) не соответствуют современным требованиям к арматуре.
- использование винтовых компрессоров с сальниками устаревшей конструкции.

Прокладка трубопроводов внутри машинного цеха преимущественно подземная. Видимые неизолированные и изолированные трубопроводы были в хорошем состоянии. Имелись предохранительные устройства, включая предохранительные клапаны, на сосудах высокого давления компрессорных агрегатов.

Цех емкостей конденсаторы /ресиверы

В цехе, примыкающем справа к машинному цеху, расположены кожухотрубные конденсаторы с четырьмя ресиверами. Емкости оснащены соответствующими манометрами и предохранительными вентилями.

К цеху емкостей примыкает открытая территория, на которой установлены испарительные конденсаторы и к ним восемь ресиверов. Один конденсатор был в нерабочем состоянии (демонтирован вентилятор).

Помещение с 12 циркуляционными ресиверами

Этот цех с ресиверами примыкает к компрессорному цеху с левой стороны, по шесть циркуляционных ресиверов расположено у стен с проходом посередине. Состояние этого цеха и его оборудование критическое.

Обоснование:

- изоляция всех циркуляционных ресиверов изношена, местами отслоилась от сосудов, в результате чего на наружных сторонах имеются снежные и ледяные отложения, распространяющиеся до здания,

- все насосы для хладоагентов оснащены ограждениями от разлива масла на сальниках, в которые постоянно должно поступать масло.

Рис. 6.1 План АО «Хладокомбинат 7»



ОАО "Хладокомбинат № 7"

6.1.3 Холодильные камеры и производственные установки

В общее здание встроено складское строение с холодильными камерами (подвал - 5. этаж). Осмотр холодильной камеры показал следующее:

- складирование осуществляется только на уровне высоты одного поддона (примерно 1,70 м), хотя помещение позволяет производить складирование с более оптимальным использованием высоты помещения,
- охлаждение внутри помещения производится при помощи системы трубопроводов, в которые поступает аммиак, встроенных на стенах и на потолке помещения (настенные трубы: 2 х 7 м х 2,5 м, сечение труб 150 мм; подвесные трубы на потолке: длина 2 х 8 м, ширина пучка 2 х 4 м, трубы в двойной связке, сечение 150 мм. Все размеры примерные).
- какое-либо существенное испарение в системах охлаждения не происходит, прокачивается жидкий аммиак, используемый в качестве прямого хладагента,
- величина показателя рециркуляции γ лежит по оценкам на уровне 14 - 16. При эффективном использовании мощности компрессорного оборудования должен был бы составлять $\gamma = 4 - 5$,
- системы охлаждения покрыты толстым слоем инея /льда (50 – 60 мм), что позволяет сделать вывод о том, что изоляция помещения находится в неудовлетворительном состоянии,
- в одном помещении находилось 13 охлаждающих батарей размером 3 х 4 м. Вся влага, попадающая в помещение с охлаждаемыми продуктами, оседает на холодильных батареях, стенах и потолке. Оттаивание холодильных батарей возможно лишь при выводе помещения из эксплуатационного режима и с применением обогрева. Невозможно предсказать, выдержат ли строительные элементы без последствий полный обогрев помещения.

На производстве были представлены автоматы для производства льда и машины для затверждения льда, работающие на аммиаке. В одном помещении находились также 2 установки для производства ледяной воды, которые были подключены через устройство регулирования давления всасывания к циклу - 30° С. Соединительные трубопроводы на стороне NH_3 к машинам для производства и затверждения льда частично покрыты снаружи инеем, причиной этого является пробой изоляции.

6.1.4 Рассмотрение количества аммиака

Рассматривались следующие количества:

- степень заполнения каждого ресивера составляет примерно 80 %, что означает, что в случае 12 ресиверов общий объем аммиака в ресиверах составляет $33,6 \text{ м}^3$,
- 12 ресиверов степень заполнения примерно 40 %, общее содержание аммиака 24 м^3 ,
- прочие емкости, как например, конденсаторы, промежуточные холодильники, системы NH_3 в холодильных камерах – содержат примерно 30 м^3 жидкого NH_3 .

Таким образом общий объем жидкого аммиака в системе составляет примерно 88 м^3 , что соответствует примерно 62 т аммиака в системе.

При принятии во внимание нижеследующей производительности в отдельных циклах:

- цикл -45° С – холодопроизводительность составляет примерно 600 кВт (соответствует примерно 1,5-разовой мощности двухступенчатого винтового компрессорного агрегата),
- цикл -30° С – холодопроизводительность составляет примерно 1500 кВт

современная холодильная установка указанной мощности могла бы содержать порядка 5 – 8 т аммиака.

6.1.5 Выводы

Холодильная установка и ее составные элементы, как в плане концепции холодильной установки, так и в плане состояния ее частей устарели и соответствуют уровню техники 50-х годов.

Состояние отдельных элементов таких, как емкости, арматура, предохранительная арматура, трубопроводы оценить сложно. Установка поддерживается в рабочем состоянии имеющимся квалифицированным персоналом. Отдельные участки, например, ресиверный цех, холодильные камеры, изоляция трубопроводов находятся в неудовлетворительном состоянии. Вследствие проведенных ранее расширений производства (участки конденсаторов и ресиверов), объем установок заметно увеличился, что привело к увеличению количества заполняемого аммиака.

Правила техники безопасности как по стандарту EN378 (Правила техники безопасности для аммиачных холодильных установок), так и российские предписания не соблюдаются или не могут быть соблюдены при теперешнем состоянии установки. Наибольшие проблемы связаны с большим количеством аммиака в системе. Факт наличия годовых потерь аммиака порядка 15 т и необходимости пополнения количества аммиака для обеспечения бесперебойной эксплуатации оборудования позволяет сделать вывод о наличии постоянной негерметичности установки и оборудования.

Вследствие падения потребления мороженого (см. 4), мощности АО «Хладокомбинат 7» недозагружены. Имеющаяся на предприятии концепция предусматривает эксплуатацию мощностей на прежнем уровне. Концепции модернизации отсутствуют в связи с негативной оценкой возможности получения инвестиций.

6.2 Предложения по повышению безопасности и улучшению состояния существующей установки

6.2.1 Повышение безопасности

- по согласованию с Госгортехнадзором следует выяснить, насколько возможно снизить количество ресиверов и степень их заполнения,
- в помещениях, в которых персонал предприятия работает с холодильными машинами, следует установить предупредительную сигнальную систему на наличие NH_3 в воздухе. При этом представляется разумным исходить не из предписываемых Госгортехнадзором пороговых значений (поскольку они не отвечают практическому опыту и не могут быть соблюдены при эксплуатации устаревшей установки). Представляется разумным рассмотреть возможность приведения пороговых значений в соответствие со значениями, приведенными в европейских нормах, что позволило бы продолжать эксплуатацию установок и исключило бы необходимость их отключения.
- следует проверить возможность дооснащения отдельных линий, в которых циркулируют большие массы хладагента, автоматическими запорными вентилями, которые могли бы при выбросе NH_3 перекрыть эти линии и свести до минимума количество вытекающего хладагента.
- необходимо актуализировать или разработать план действий на случай возникновения аварийной ситуации с выбросом большого количества аммиака и согласовать его с местными надзорными органами (например, с управлением охраны окружающей среды, пожарной охраной и т.д.).

6.2.2. Возможности улучшения состояния отдельных составных частей установки

Предлагаемые меры направлены как на повышение безопасности установки путем сокращения количества аммиака в системе, так и на повышение экономичности установки в результате возможного снижения производственных расходов:

- следует проверить необходимость эксплуатации старых поршневых компрессоров компрессорной установки и возможность покрытия общей потребности имеющимися винтовыми компрессорными агрегатами,
- замена устаревшей и изношенной конденсаторной установки одним или двумя мощными испарительными конденсаторами. Благодаря этому возможно было бы сократить количество циркуляционных ресиверов с 12 до 2,
- 6 циркуляционных ресиверов (-45°C) следует заменить на один централизованный циркуляционный ресивер (-45°C). Необходимые для этого сальниковые насосы для хладагента с масляной смазкой следует заменить герметичными насосами для хладагента,
- аналогичную замену следует провести и в случае 6 циркуляционных ресиверов цикла -30°C ,
- с целью снижения потерь хладагента на отдельных участках следует заменить изоляцию трубопроводов и емкостей,
- холодильные камеры по состоянию техники, состоянию строительных конструкций, изоляции холодильных помещений находятся в таком плохом состоянии, что улучшение ситуации может быть получено лишь в результате строительства новых помещений. Новое строение должно быть оснащено этажными полками (не менее трех штабелей), чтобы на меньшей площади реализовать вместимость помещений, расположенных в настоящее время на пяти этажах. Новое холодильное помещение должно быть оснащено испарителями NH_3 с системой автоматического оттаивания нагретым газом. В результате вся попадающая в холодильник влага будет выводиться из помещения через оттаивание воздухоохладителей и удастся избежать образования снежного покрытия внутри помещения (на потолке и стенах). Альтернативно помещение в имеющемся складском помещении может быть оснащено воздухоохладителями NH_3 , которые будут оттаиваться с помощью подогретого газа (таким образом будет осуществляться удаление попадающей в помещение влаги). Для этого необходимо провести соответствующую подготовку помещения, которая включала бы в себя: удаление из помещения всех регистров трубопроводов, комплексную санацию помещения, в т.ч. проверку и при необходимости замену изоляции. По истечении определенного периода эксплуатации, исходя из накопленного опыта, может быть принято решение о проведении аналогичных мероприятий и в других помещениях предприятия.

Неоднозначен ответ на вопрос, окажутся ли мероприятия по санации дешевле строительства новых зданий; данный вопрос требует дополнительной проверки перед принятием решения о реализации мероприятий.

6.3 Концепция полного обновления хладоснабжения

Концепция разработана фирмой Grasso International (Берлин-Москва) и предусматривает обновление холодильной установки и размещение оборудования в границах существующего аммиачного компрессорного цеха

Описание установки

Аммиачная холодильная установка спроектирована для охлаждения низкотемпературных камер, снабжения холодом технологического оборудования по производству мороженого и получения ледяной воды.

В соответствии с данными, полученными от предприятия, требуемая холодопроизводительность составляет:

- 460 кВт при температуре кипения $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (получение ледяной воды)
- 715 кВт при температуре кипения $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ (для технологического оборудования)
- 1200 кВт при температуре кипения $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (низкотемпературные камеры).

Предлагается концепция установки 5 компрессорных агрегатов, 4 пластинчатых конденсаторов, 3 циркуляционных ресиверов (по одному на соответствующий температурный уровень), 4 аммиачных насосов (2 насосов для системы снабжения аммиаком низкотемпературных камер и 2 насосов для снабжения технологического оборудования). В каждой камере устанавливается по 2 воздухоохладителя, всего 120 шт., для охлаждения конденсаторов и пластинчатых маслоохладителей используются 6 насосов оборотной воды. Для охлаждения воды используются 3 градирни.

Холодопроизводительность каждого винтового компрессорного агрегата составляет 617 кВт при $t_0 = -30\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_k = +35\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Расчетные параметры

Температура окружающей среды	$t_{\text{max.}} +32\text{ }^{\circ}\text{C}$
Температура по влажному термометру	$+22,5\text{ }^{\circ}\text{C}$
Температура в машинном зале	$+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$
Рабочее напряжение	3 x 400 В – 50 Гц
Напряжение управления	220 В – 50 Гц
Хладагент	R717 (аммиак)
Заправка системы хладагентом	прим. 7,5 т (вкл. воздухоохладители в камерах и искл. технологическое оборудование)
Рефрижераторное масло	ХА-30

Нормативные предписания

Сосуды, работающие под давлением, изготавливаются в соответствии с официальными предписаниями ФРГ (DruckBeV), проходят заводские испытания (контрольные испытания конструкции и опрессовку) с приемкой TÜV. Холодильная установка изготавливается с учетом нормативов VBG 20 и стандарта EN 378. Кроме того, при ее изготовлении учитываются утвержденные Госгортехнадзором России «Правила устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок», ПБ-09-220-98, от 30. июня 1998 г..

Холодильная установка имеет сертификат ГОСТ-РФ и разрешение на применение в России, выданное Госгортехнадзором России.

Установка состоит из следующих основных компонентов:

5 аммиачных винтовых компрессорных агрегатов тип YB-3AO

GRASSO винтовой компрессорный агрегат, полностью смонтированный на основной раме, для стационарной установки на ровном фундаменте.

Технические характеристики:

теоретический объем всасывания	2296 м ³ /ч
холодопроизводительность по DIN 8976	361/617 кВт
мощность привода	315/355 кВт
скорость вращения	2940 об/мин.
температура кипения	-40/-30 °C
температура конденсации	35 °C
перегрев	5 K
температура окружающей среды (min./max.)	15 / 40 °C
температура масла на входе компрессора	60 °C
производительность охлаждения масла	180 кВт
габариты:	3798 x 1470 x 2150 мм

GRASSO винтового компрессора низкого давления тип Y-3 с постоянной геометрической степенью сжатия $V_i = 4,8$ и бесступенчатым регулированием производительности от 10 до 100 %, с современным асимметричным профилем роторов со значениями COP выше среднего в режиме частичной и полной нагрузки, с защитой от пульсации газа в нижней зоне частичной загрузки.

Компрессор имеет отдельную блокировку и отличается высокой степенью эксплуатационной готовности, надежностью и простотой в обслуживании.

- Маслоотделитель вертикального расположения с интегрированной ступенью точного отделения, возвратом масла к компрессору через заслонку.
- Маслоохладитель типа термосифон (теплообменник кожухотрубный).
- Арматура масляного контура.
- Обратный клапан (напорная сторона).
- Обратный клапан (всасывающая сторона).
- 4 магнитных клапана для регулирования производительности.
- 60 μm – всасывающий фильтр.
- Маслонасосный агрегат, объемная подача 150 л/мин., 3 кВт, 400 В, 3 фазы, 50 Гц.
- Клапан регулирования давления масла.
- 3-х ходовой клапан, регулирующий температуру масла.
- 16 μm – масляный фильтр.
- Износостойкая стальная дисковая муфта с защитным колпаком муфты.
- Фиксаторы для точного расположения приводного двигателя компрессора под любое основание двигателя.
- Устройства для измерения давлений и температур, преобразователь давления для давления всасывания, конечного давления и давления масла, термометр сопротивления для температуры всасывания, конечной температуры компрессора и температуры масла.

Устройство управления компрессором Simatic C7 фирмы Siemens

Модульная стандартная система программного управления SPS смонтирована на винтовом компрессорном агрегате. Щит управления со свободным программированием с

интегрированной системой обслуживания и показаний смонтирован в одном корпусе с дверью и предназначен для обеспечения безопасности агрегата путем контроля и индикации давлений и температур, реализации режимов пуска и останова, регулирования производительности компрессора (величины давления всасывания или рабочей температуры), автоматизированного управления компрессора в зависимости от параметров процесса.

Имеется возможность дистанционного обслуживания через контакты без потенциалов или через интерфейс SINEC-L2.

Обслуживание и задание параметров осуществляются через терминал, индикаторное табло которого имеет 4 строки текста (буквенного и цифрового).

Сенсорные и акторные элементы винтового компрессорного агрегата соединены кабелем с устройством управления компрессором.

Электродвигатель для компрессора смонтирован на винтовом компрессорном агрегате. Винтовой компрессор приводится в действие трехфазным электродвигателем с безредукторным приводом с переключением при пуске со звезды на треугольник и с использованием зубчатой муфты.

мощность 315 кВт (2 агрегата для температуры кипения $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$)

мощность 350 kW (3 агрегата для температуры кипения $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$)

степень защиты IP 54

термисторы для контроля температуры в обмотке

Дополнительные вентили (со стороны всасывания и напорной стороны)

Со стороны всасывания: запорный обратный клапан вместо обратного клапана DN 200.

С напорной стороны: запорный обратный клапан вместо обратного клапана DN 125.

Нагревательный элемент для маслоотделителя

маслонагрев 1 кВт с термостатом и тепловым реле.

Щит манометров с расширенным диапазоном измерений

Масляный контур

Закрытая масляная система винтового компрессорного агрегата состоит из:

маслоотделителя, масляного насоса, пластинчатого маслоохладителя, 3-х ходового клапана для ограничения температуры масла, масляного фильтра вместе с системой регулирования масляного контура, включая устройства для регулирования и контроля давлений и температур винтового компрессора.

Маслоотделитель

Вертикальный маслоотделитель с интегрированной системой точного отделения, с отдельным возвратом масла после ступени точного отделения, со смотровым стеклом, сменными патронами фильтра для тонкой фильтрации, оптическим указателем уровня жидкости и подогревом масла.

Оснащен двумя предохранительными клапанами с переключающим устройством.

Расчетное / контрольное давление 23,0 бар / 29,9 бар

Маслоохладитель

охлаждается водой и представляет из себя пластинчатый теплообменник.

4 Аммиачных пластинчатых водяных конденсатора

производительность теплообмена	888 кВт
температура конденсации	35 °С
расход охлаждающей воды	290 м ³ /ч
материал пластин	нержавеющая сталь
габариты:	1515 x 650 x 1486 мм

Комплектующие включают:

- ручные запорные клапаны на входе и выходе аммиака в конденсатор;
- манометр с запорным манометрическим вентилем для визуального контроля давления на стороне аммиака;
- сдвоенный предохранительный клапан с переключающим устройством;
- реле протока воды;
- термометр для визуального контроля температуры воды.

4 аммиачных насоса

расход хладагента	1,0 - 10,0 м ³ /ч
давление	25 - 32 м
мощность электромотора	3,0 кВт

Электрораспределительное устройство

Арматура для аммиачного и водяного контура

включает в себя запорную, регулирующую и предохранительную арматуру аммиачного и водяного контура.

3 циркуляционных ресивера

Снабжены запорной и регулирующей арматурой.

отделитель неконденсируемых газов

GRASSO автоматический агрегат для отделения неконденсируемых газов „Purger“.

Холодильник, 6 насосов для подвода охлаждающей воды к конденсаторам и маслоохладителю, запорная и регулирующая арматура, теплообменник для производства ледяной воды, 2 насоса для подачи ледяной воды к теплообменнику.

Следующая страница № 60:

Рис. 6.3: Проектированная холодильная установка
для «Хладокомбината № 7»

6.4 Каталог мероприятий поэтапной модернизации

мероприятия	период	Достигаемые эффекты	Ориентир. ² стоимость
1	2	3	4
Замена изношенной конденсаторной установки на мощные испарительные конденсаторы (инсталляция оборудования для водоподготовки)	2002	Повышение безопасности оборудования, уменьшение количества аммиака и потребления электроэнергии (вкл. использование естественного холода в зимний период)	>10 тыс. DM за единицу
Уменьшение числа ресиверов (после согласования с Госгортехнадзором)	2003	Повышение безопасности в результате существенного уменьшения количества аммиака, уменьшение установки	Малые расходы, возможность реализации персоналом предприятия
Уменьшения числа отделителей жидкости	2004	Повышение безопасности в результате уменьшения количества аммиака	Персонал предприятия
Замена сальниковых насосов для хладагента с масляной смазкой на герметичные насосы для хладагента	2005	Повышение безопасности в результате уменьшения потерь аммиака	> 10 тыс. DM за ед.
Инсталляция NH ₃ –воздухоохладителей (с оттаиванием нагретым газом) в имеющихся холодильных камерах. Предполагает проведение большого комплекса подготовительных работ (полная санация помещений, удаление всех трубных регистров, проверка и санация изоляции)	2006	Повышение безопасности вследствие уменьшения показателя рециркуляции, уменьшение количества аммиака и потребления электроэнергии (уменьшение требуемой мощности насосов хладагента)	В зависимости от мощности несколько тыс. DM за ед.
Проверка необходимости эксплуатации элементов имеющегося оборудования (например, демонтаж устаревших конденсаторов)	2002	Повышение безопасности, уменьшение потребления энергии, высвобождение площадей	Персонал предприятия
Санация изоляции трубопроводов и аппаратов-сосудов	2002	Повышение безопасности, уменьшение потерь холода, снижение потребления электроэнергии	Расходы на тех.обслуживание
Полная проверка герметичности частей установки (напр. Проверка всех уплотнений и винтовых компрессоров, а также фланцевых соединений с учетом возможности их замены на сварные соединения)	2003	Повышение безопасности, уменьшение к-ва аммиака и технологических потерь аммиака	Расходы на тех.обслуживание
Оснащение камер современными NH ₃ -сенсорами	2003	Повышение безопасности установки, прежде всего улучшение охраны труда	Прим. 10 тыс. DM за ед.
Оснащение отдельных линий (с циркуляцией больших к-в хладагента, например холодильных камер, протяженных трубопроводов) автоматическими запорными вентилями	2004	Повышение безопасности в результате исключения возможности пролива больших к-в аммиака	В зависимости от типа несколько тыс. DM за ед.

² Речь идет не «твердых» коммерческих предложениях, а об ориентировочных показателях, приведенных с целью оценки уровня расходов

Улучшение изоляции холодильных камер (напр. снабжение камер дверными шторами, улучшение изоляции стен и т.д.)	2004	Уменьшение хладопотерь, повышение, снижение привноса влаги	Расходы на тех.обслуживание
Приведение к-ва используемых холодильных камер в соответствие с потребностью	2002	Повышение безопасности, уменьшение к-ва аммиака, требуемой холодильной мощности, снижение потребления электроэнергии	Производственные расходы
Максимальное использование вместимости холодильных камер (хранение в штабелях), уменьшение числа используемых холодильных камер	2002	Повышение безопасности, уменьшение к-ва аммиака, требуемой холодильной мощности, снижение потребления электроэнергии	Неск. тыс. DM
Сооружение новых холодильных камер с NH ₃ – испарителями с автоматическим оттаиванием нагретым газом (избежание образования снежной шубы в холодильных камерах)	2005	Повышение безопасности, уменьшение к-ва аммиака, требуемой холодильной мощности, снижение потребления электроэнергии	Неск. мил. DM
Строительство новой холодильной установки с оптимизированной технологической схемой (напр. с использованием вторичного хладагента или альтернативных безвредных для окружающей среды хладагентов)	2010	Существенное повышение безопасности установки, снижение к-ва аммиака в системе до 10% от используемого в настоящее время к-ва	Неск. мил. DM
Актуализация аварийного плана на случай протечки большого к-ва аммиака (прежде всего в аспекте ограничения последствий аварии), обучение персонала	2002	Повышение безопасности населения в соседних жилых зданиях	Обязанность предприятия
Внедрение системы сертификации всего производственного процесса в соответствии со стандартами качества (напр. ISO 9000, 14000)	2004	Обеспечение надежной эксплуатации холодильной установки и качества продукции (непрерывность цепочки охлаждения)	Неск. тыс. DM

7. Разработка предложений про новелированию российских Правил ПБ-09-220-98 в аспекте их гармонизации со стандартом EN 378 1-4

Глобализация рынков определяет необходимость всесторонней гармонизации и согласования предпосылок допуска к эксплуатации технических установок.

Гармонизация технических нормативных документов, являющаяся одним из аспектов проекта, облегчает работу европейских изготовителей оборудования в Российской Федерации вследствие признания западно-европейских сертификатов. Диалог в области нормативных документов является составной частью процесса дальнейшего развития российско-германского сотрудничества в области охраны окружающей среды.

7.1 Структура нормативных документов

Немецкий институт нормирования (Deutsche Institut für Normung e.V. - DIN) является негосударственной организацией. С момента его создания в 1917 г. спектр его деятельности постоянно расширялся. Заключенный в 1975 г. договор между DIN и ФРГ зафиксировал его статус в качестве организации, ответственной за нормирование на федеральном уровне и за представление интересов страны в негосударственных международных организациях, занимающихся нормированием (напр., ISO, CEN, IEC).

Публикация материалов DIN осуществляется берлинским издательством Beuth.

Нормативы, а их число составляет более 25000, соблюдаются исходя из принципа добровольности.

Важной вехой в истории нормативных предписаний в России явился декрет о метрических нормах, изданный в 1918 г.. Создание систематичной государственной системы нормирования осуществляется с 1925 г.. С 1991 г. существует Госкомитет РФ по нормированию и метрологии (ГОСТ РФ), являющийся наследником соответствующего Комитета бывшего Советского Союза. Он представляет интересы Российской Федерации в региональных и международных организациях таких, как ISO, ETSI и IEC. 70% из общего числа нормативов (всего примерно 20000) носят обязательный характер, для 30% действует принцип добровольности. Аналогичная ситуация сложилась на Украине и в Белоруссии.

Особое значение в последние годы приобрело нормирование в Европе, что связано с деятельностью Европейского комитета по нормированию (CEN). Это связано с процессом сращения структур в Европе и соответственно наряду с техническими и хозяйственными интересами, которые обычно являются определяющими для нормирования, определенную роль играют и политические интересы. Общий рынок определяет необходимость наличия одновременно разработанных для разных стран и лишенных противоречий европейских нормативов, равнозначно действующих на территории всех стран-членов Европейского Сообщества. Так например, Европейские нормативы (EN) являются на сегодняшний день одновременно немецкими нормативами (DIN) (аналогично BSI-стандарт, AFNOR-нормы и т.д.). Содержание каждого европейского норматива EN перенимается в качестве национального норматива стран-членов сообщества.

Формально процесс гармонизации, перепроверка различных норм стран-членов Сообщества будет завершён в ближайшее время, при этом предполагают существование примерно 20000 EN-нормативов. Остальные нормативы будут затрагивать чисто национальный характер, необходимость гармонизации которых не является необходимой по мнению большинства международных или европейских партнеров.

Организации, занимающиеся нормированием, несут ответственность за представление интересов отдельно взятых стран в аспекте нормирования в рамках глобальной конкуренции на европейском и на международном уровне в целом.

Поскольку Российская Федерация не является членом CEN, Россия практически не привлечена к европейскому нормированию, соответственно не могут быть представлены интересы страны в рамках деятельности CEN.

Существенное различие между нормативами в РФ и в ЕС заключается в том, что большая часть стандартов и технических правил в России имеют законодательный характер, в то время, как в ЕС нормативы (за некоторыми исключениями) появляются в результате добровольного консенсуса, достигнутого на добровольной основе.

Правила, значимые с точки зрения безопасности промышленных установок (§ 31a BimSchG – Федерального закона защиты от имиссий) могут быть опубликованы Федеральным министерством охраны окружающей среды.

Руководства содержат требования организационного и технического характера, направленные на предотвращение аварий и ограничение их последствий, предъявляемые к аммиачным холодильным установкам, на эксплуатацию которых должно быть получено разрешение. Речь идет при этом не о документах законодательного характера, обязательных к исполнению судами и ведомствами, а о квалифицированных оценках, соответствующих уровню техники, и рекомендуемых к применению при правовой оценке. Таким образом речь идет о разумных с точки зрения экспертов мероприятиях технического характера, реализация которых должна применяться при оценке соблюдения требований, предъявляемых например в рамках Федерального закона о защите от имиссий или Предписания по аварийным ситуациям. Ответственность отдельно взятых ведомств за установки, на эксплуатацию которых должно быть получено разрешение, в том числе и за аммиачные холодильные установки регулируется на национальном уровне и не рассматривается детально.

Нормативные документы в Европейском Сообществе и в Федеративной Республике Германии:

- Council Directive 96/82/EC of 9 December 1996 on the control of major-accident hazards involving dangerous substances,
- Предписание по реализации Федерального закона о защите от имиссий (BimSchV),
- EN 378 (1-4): холодильные установки и тепловые насосы. Требования, предъявляемые с точки зрения обеспечения безопасности и охраны окружающей среды, 2000,
- DIN 8975-11 „Холодильные установки и тепловые насосы с аммиаком в качестве хладагента, дополнительные требования “,
- TAA-GS-12 „Руководство по требованиям , предъявляемым к безопасности аммиачных холодильных установок “ Технического экспертного совета по промышленной безопасности,
- TRAS 110 „требования, предъявляемые с точки зрения обеспечения безопасности к аммиачным холодильным установкам “.

Нормативные документы в Российской Федерации:

- Закон о промышленной безопасности № 116-ФЗ от 21.07.1997,
- Правила устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок (ПБ-09-220-98)

- Правила ПБ 10-115-96 по изготовлению и безопасной эксплуатации сосудов, находящихся под давлением,
- Правила ПБ 03-108-96 по изготовлению и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов,
- ГОСТ 12.2.085-82 „Сосуды, находящиеся под давлением и вентили безопасности “,
- ГОСТ 28564-90 „Холодильные системы с использованием холодильных компрессорных агрегатов“

В данном отчете не производится описание прочих общепризнанных правил, предписаний и руководств в области холодильных установок.

7.2 Сравнительный анализ ПБ 09-220-98 и EN-378:2000

Основой разработки рекомендаций по гармонизации европейских и российских нормативов является их детализированное сопоставление. Результаты этого сопоставления, подразделенного тематически и структурно, приведены в нижеследующей таблице.

EN 378:2000			ПБ 09-220-98	
№ п/п	Раздел	Содержание пункта	Раздел	Содержание пункта
1	EN 378-1 5.3.1. Табл.2	3 категории размещения в зависимости от числа людей, их состояния и осведомленности в вопросах эксплуатации аммиачных установок. Категория А объединяет категории А, В, С российских ПБ 09-322-98.	Приложение 1, табл. 2.	5 категорий размещения. Категории А, В, С соответствуют категории А европейского стандарта EN 378-1
2	EN 378-1 С.1	Три варианта размещения холодильной установки: - Отсутствует специальное помещение для АХУ, - Сторона высокого давления (кроме конденсаторов с воздушным охлаждением) размещена в отдельном помещении или на открытой площадке, - Все оборудование с хладагентом размещено в отдельном помещении или на открытой площадке.	Приложение 1, п.3	Три варианта размещения холодильной установки: - Машинное отделение отсутствует и все оборудование размещено в отдельном помещении, - Холодильная установка пристроена к зданию или все оборудование размещено на открытой площадке, - Холодильная установка размещена в отдельно стоящем здании или на открытой площадке.
3	EN 378-1 С.2.2, табл. С.1.	Нормы заполнения холодильной системы аммиаком в зависимости от категории и варианта размещения аммиачной установки	Приложение 1, п.4, табл. 3	Более жесткие ограничения в особенности для промежуточных закрытых систем и промежуточной открытой двоярной системы.
4	EN 378-1 3.3.2. EN 378-2 5.1.4.1., табл.2.	Максимальное допустимое давление (p_s) – максимальное давление для которого оборудование разработано, как точно определено производителем оборудования. Расчетное давление для оборудования $p_r \geq p_s$. Давление испытаний на прочность в соответствии с готовящимся стандартом «Оборудование, работающее под давлением для холодильных систем и тепловых насосов – часть 1: Сосуды. Основные требования». Давление испытаний на плотность $p \leq 1,0 \times p_s$. Уставка приборов, ограничивающих давление с предохранительными клапанами $p \leq 0,9 \times p_s$. Уставка приборов, ограничивающих давление без предохранительных клапанов $p \leq 1,0 \times p_s$. Уставка предохранительных	11.4. 13.11., табл.13.1.	Расчетное давление (p_r) равно максимальному избыточному, которое может возникнуть на соответствующей стороне работающей или остановленной холодильной установки. Давление испытаний на прочность и плотность принимается равным давлению конденсации аммиака при соответствующих температурах окружающей среды и типа конденсатора, что соответствует минимальному допустимому давлению (p_s) по европейскому стандарту EN 378-2 (п. 5.1.2.). Срабатывание предохранительных устройств $p \leq 1,15 \times p_r$ Настройка реле высокого давления $p \leq 1,0 \times p_r$

		клапанов $p=1,0 \times p_s$ Давление для расчета пропускной способности предохранительного клапана $p=1,1 \times p_s$		
5	EN 378-2 7.4 .4.1.4. EN 378-2 6.5.2.2.4. EN 378-2 7.4.1. EN 378-2 7.4.7.3.	Допускает аварийный сброс аммиака со стороны высокого на сторону низкого давления (помимо предклапанов компрессоров) Предусматриваются отдельные отводящие линии от предохранительных клапанов стороны высокого и низкого давления кроме случая, предусмотренного п. 7.4.7.3. На стороне высокого давления до срабатывания предохранительного клапана должно быть предусмотрено срабатывание устройства безопасности, отключающего источник создания давления (компрессор). На стороне низкого давления должен быть предохранительный клапан, срабатывающий предпочтительно в атмосферу. Для общей отводящей трубы потери давления в ней должны рассчитываться на основе наименьшего давления срабатывания и одновременного срабатывания всех присоединенных предклапанов.	Отсутствует в общем виде, частично п. 9.2. 10.4 9.10.	Касается аварийного сброса с нагнетательной на всасывающую сторону насосов и компрессоров Не оговаривается Предусматриваются реле давления, отключающие компрессор, но не исключающие установки на оборудовании предохранительных клапанов. Сечение общей отводящей трубы равно сумме сечений отводящих труб от 1-4 предклапанов или половине суммы сечений труб при большем количестве присоединенных клапанов
6	EN 378-2 7.5.2.2.1.	В установках аммиакоемкостью от 2,5 до 25 кг допускается вместо стационарных индикаторов давления предусматривать места для подключения индикаторов давления (стационарные индикаторы не обязательны)		Возможность применения подключаемых мановакууметров вместо стационарных не оговорена
7	EN 378-2 7.5.3.2.	Предписывает в системах с аммиакоемкостью более 25 кг установку на ресиверах, которые могут быть изолированы от схемы установки, по крайней мере, одного индикатора максимального уровня хладагента	10.10.	Предписывает два сдублированных реле верхнего уровня с предаварийной сигнализацией. На защитных и дренажных ресиверах дополнительно контроль нижнего уровня.
8	EN 378-2 6.4.3., 6.4.4.	Трубопроводы с разъёмными соединениями не допускается прокладывать в проходах, корридорах, лестничных клетках, выходах и каналах, сообщающихся с этими помещениями. Неразъёмные трубопроводы могут прокладываться в этих помещениях на высоте не ниже 2,2 м. Каналы содержащие аммиакопроводы должны принудительно вентилироваться.	5.4., 5.7.	Запрещается прокладка аммиакопроводов в проходных и непроходных каналах и через бытовые, подсобные, административно-хозяйственные, лестничные клетки и ряд др. помещений.

9	EN 378-3 6.5.2.2.2. EN 378-4 6.3.2.1.	Холодильные системы должны иметь необходимые запорные устройства и/или присоединительные устройства, обеспечивающие компрессору системы или внешним приспособлениям для эвакуации удаление хладагента и масла во внутренние или внешние по отношению к системе сборники жидкости. Если компрессор холодильной системы не может быть использован для перемещения аммиака, то оборудование для восстановления хладагента должно быть подсоединено к холодильной системе, чтобы переместить хладагент или в другую часть системы, или в отдельный контейнер.	3.8	Для аварийного (ремонтного) освобождения системы от аммиака необходимо предусматривать дренажный ресивер, рассчитанный на прием аммиака из наиболее аммиакоемкого аппарата.
10	EN 378-3 5.5.1.	В специальных машинных отделениях, расположенных полностью или частично под землей или других машинных отделениях, где естественная вентиляция не возможна, например, на кораблях и в шахтах, должна работать механическая вентиляция, когда персонал присутствует. Когда персонал отсутствует аварийная вентиляция должна автоматически включаться от датчика контроля хладагента в воздухе.	6.7. 6.13. <i>Замечание.</i>	Запрещается размещение машинного (аппаратного) отделения в подвальных и цокольных этажах. Не допускается размещение машинного или аппаратного отделения ниже уровня планировочной отметки. <i>Отечественные СНИПы предусматривают в зданиях с производствами категории Б организацию естественного воздухообмена в помещениях за счет организации вентиляционных проемов в перекрытиях или перекрытия с решетчатым настилом.</i>
11	EN 378-3 6.2.4. EN 378-3 6.2.5.	Электрическое оборудование в помещениях, где размещена аммиачная холодильная установка не должно соответствовать требованиям для опасных зон. Для холодильных систем с содержанием аммиака более 10 кг в машинном отделении должны быть предусмотрены: • Выключатели силовых электрических сетей внутри помещения в закрытом исполнении или вынесенные из машинного отделения, • Автоматические выключатели, срабатывающие по сигналу датчика контроля аммиака в воздухе, • Отдельную систему вытяжной вентиляции, включающуюся по сигналу датчика утечек аммиака с электрооборудованием во взрыво-защищенном исполнении или удаленном из машинного отделения и потока отсасываемого воздуха.	10.2.	Степень защиты оболочек электроприборов и средств автоматического и дистанционного управления, располагаемых в помещениях с аммиачным оборудованием должна быть не ниже IP44 по ГОСТ 14254-96.

	EN 378-3 5.4.	Машинное отделение должно быть оборудовано выходами наружу в достаточном количестве. Степень огнестойкости дверей наружу не менее 30 мин. Внутренние перегородки, перекрытия, двери должны иметь степень огнестойкости не менее 1 часа. Все двери должны быть самозакрывающимися, плотными и открываться как наружу помещения, так и внутрь.	6.9., 6,10, 6.12	Предусматривается не менее двух выходов (один наружу). Если машинное и аппаратное отделение смежные, то не менее одной двери из каждого помещения и с проемом в перегородке. Двери открываются в сторону более безопасного помещения
12	EN 378-3 7.4.1. 7.4.2. 7.5.	Если холодильная система для хладагента группы L2 без запаха оборудована детекторами утечек хладагента, то она должна функционировать при концентрациях не превышающих практического предела хладагента (для $\text{NH}_3 = 350 \text{ мг/м}^3$). Детекторы утечек аммиака должны обеспечивать контроль за утечкой, запуск системы сигнализации, для выполнения необходимых действий персоналом и/или обеспечивать перекрытие разрушенных линий соответствующей арматурой для снижения объема возможной утечки. В машинных отделениях должны быть установлены двухуровневые системы противопожарной сигнализации, обеспечивающие при: • 380 мг/м^3 (500 ppm) включение аварийной вентиляции, • 22800 мг/м^3 (30000 ppm, 25% НКПВ) автоматическую остановку холодильной установки.	Раздел 8. 7.11.	Двухконтурная и двухуровневая система контроля за утечками аммиака обеспечивает при достижении у мест установки датчиков: • свето-звуковую сигнализацию об аварийной утечке аммиака при концентрации 20 мг/м^3, • при 60 мг/м^3 включение аварийной вентиляции в машинном отделении, отключение подачи аммиака к потребителям холода, • при 500 мг/м^3 отключение аммиачного оборудования, включение систем локализации аварии. Помещения машинных и аппаратных отделений, ТП и РУ, электрощитовые, диспетчерские пункты, операторские должны быть оборудованы автоматической пожарной сигнализацией.
13	EN 378-3 9.2., 9.3.	Весь обслуживающий персонал должен быть обеспечен: • защитными перчатками, • фильтрующим противогазом с полнолицевой маской или автономным дыхательным аппаратом. Для устранения аварийной ситуации на установке должно быть: • по крайней мере 2 автономных дыхательных аппарата, • средства и оборудование первой медицинской помощи, • аварийные душ и фонтан для промывки глаз, если содержание аммиака более 50 кг.		Не оговаривается.
14	EN 378-4 A.1. EN 378-2 6.5.2.2.1	Линии слива масла из системы должны быть оборудованы по ходу движения потока запорным и автоматическим отсечным клапаном или клапаном совмещающим эти функции. Ловушка масла	15.2.6.	Выпуск масла из системы должен осуществляться через маслосборники и т.д., наличие автоматической арматуры не оговаривается.

		должна обеспечивать безопасное удаление хладагента из масла и перекрытие линии паров перед сливом масла.		
15	EN 378-4	Содержит комплекс организационно-технических требований, обеспечивающих контроль за качеством хладагента, его безопасный слив, хранение и повторное использование в системе.		Аналогичные разделы отсутствуют.

7.3 Предложения по новелированию „Правил устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок“ (ПБ-09-220-98)

«Правила устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок» (ПБ-09-220-98) являются одним из самых важных документов при проектировании и эксплуатации аммиачных холодильных установок в Российской Федерации. Они обеспечивают высокий уровень надежности и безопасности эксплуатации в течение всего срока работы установки. Правила должны быть соблюдены как российскими, так и зарубежными проектировщиками и изготовителями оборудования.

Одновременно, по мнению экспертов, Правила содержат ряд положений, которые не всегда удобно (а иногда невозможно) выполнить на практике. В связи с этим рабочей группой проекта разработаны нижеследующие дополнения и исправления, которые:

- не затрагивают сути правил,
- их внесение означало бы эффективный шаг в направлении гармонизации с европейскими стандартами EN 378 1-4 и одновременно
- могут сделать реализацию проектов эффективнее и удешевить установки.

Указанные предложения были представлены на заключительном семинаре проекта вниманию присутствующих специалистов и представителей российских ведомств и предприятий. После состоявшейся дискуссии участники семинара рекомендовали учесть предложения рабочей группы при следующем новелировании «Правил».

Предложения:

1. п.2.3 „холодильные станции, поставляемые в виде контейнеров полной заводской готовности, а также холодильные машины блочной поставки должны разрабатываться и изготовляться соответствующими предприятиями по техническим условиям, согласованным с Госгортехнадзором России в установленном порядке» заменить на „холодильные станции, поставляемые в виде контейнеров в полной заводской готовности, а также холодильные машины блочной поставки должны соответствовать техническим условиям, согласованным с Госгортехнадзором России в установленном порядке “. Современные блочные холодильные машины, изготавливаемые за рубежом, и соответствующие требованиям Госгортехнадзора России, изготавливаются не по техусловиям Госгортехнадзора России.
2. Раздел 3. Требования к аппаратурному оформлению. Предлагается убрать предписывающие пункты 3.2 – 3.7. Это связано с тем, что в каждом отдельном случае проектирования могут быть различные безопасные параметры холодильной установки.

Выбор схемы холодильной установки предлагается оставить на усмотрение проектировщика и заказчика.

3. п. 3.8 предлагается отменить обязательную установку дренажного ресивера. В некоторых случаях роль дренажного ресивера могут играть циркуляционный или линейный ресивер. Общий уровень безопасности при установке отдельного дренажного ресивера не повышается, вместо этого повышается аммиакоемкость системы.
4. п. 4.7 регламентирующий ширину проходов для вновь строящихся и реконструируемых холодильных установок. Предлагается минимальную ширину проходов (кроме расстояния до внутренних колонн) изменить на 1 м. Как показывает практика, этого расстояния вполне достаточно для обслуживания оборудования; делать более широкие проходы в отдельных случаях чрезвычайно затруднительно.
5. п. 4.9. „*Под циркуляционными и защитными ресиверами и аммиачными насосами следует предусматривать поддоны и приямки*“. Предлагается добавить к этому пункту следующий абзац: „*Вместо оборудования приямков под каждый сосуд допускается делать бортик по периметру компрессорного цеха. При этом оборудование должно стоять на возвышающихся над уровнем пола фундаментах*“. Аммиак при разливе (что для современной установки с высоким уровнем автоматизации является практически невозможным) не покинет пределы компрессорного цеха. Находиться в цеху, где разлит аммиак, в любом случае невозможно. При нормальной эксплуатации углубления являются дополнительным фактором опасности для обслуживающего персонала, не говоря уже о том, что они понижают общий эстетический уровень компрессорного цеха.
6. п. 4.10 – из этого пункта предлагается исключить абзац „*Линейные и дренажные ресиверы следует размещать в специальном поддоне*“ на „Линейные и дренажные ресиверы следует размещать в специальном поддоне, если они находятся вне пределов компрессорного цеха“. Это связано с тем, что при оборудовании поддона под весь компрессорный цех (как было предложено в п.5) оборудование отдельного поддона под линейный и дренажный ресивер в компрессорном цехе теряет смысл.
7. п. 4.12 – из этого пункта предлагается исключить абзац „*С этой целью (для пневматического испытания трубопроводов, аппаратов и сосудов) следует предусматривать систему стационарных трубопроводов сжатого воздуха для возможности проведения испытания каждого сосуда, аппарата или участка аммиачного трубопровода*“. Вместо него предлагается внести абзац „*с этой целью следует предусмотреть подключение для возможности проведения испытания каждого сосуда, аппарата или участка аммиачного трубопровода. Опрессовку допускается производить при помощи передвижной ramпы для опрессовки*“. Из этого же пункта предлагается исключить фразу „*Использование воздушного компрессора для других целей (кроме испытания трубопроводов на прочность и плотность) не допускается*“.
8. п. 5.5 предписывает такую разводку аммиачных трубопроводов, которая не всегда возможна на практике. Этот пункт предлагается заменить на „*аммиачные трубопроводы следует проектировать так, чтобы в них (при неработающих компрессорах) не скапливалось масло или жидкий аммиак*“, а конкретные варианты разводки трубопроводов оставить на усмотрение проектных организаций и заказчика.

9. п. 5.18 „На жидкостном трубопроводе от линейных ресиверов должен предусматриваться запорный клапан, управляемый автоматически “ предлагается исключить. Это связано с тем, что установка такого устройства не понижает работоспособность системы (а например, в случаях с непосредственным испарением делает работу системы невозможной).
10. Из п. 5.27 „Схема аммиачных трубопроводов должна обеспечивать возможность удаления жидкого аммиака из любого аппарата, сосуда или технологического блока, в случае их аварийной разгерметизации или ремонта, в дренажный ресивер“ предлагается исключить слова „дренажный ресивер“. Аргументы аналогичны приведенным в п. 3.8.
11. п. 6.13 – предлагается исключить абзац „не допускается заглубление машинного или аппаратного отделения ниже уровня планировочной территории “. Выполнение названного условия не повышает общий уровень безопасности системы, но не позволяет избавиться от углублений в компрессорном цехе (см. п.5).
12. п. 7.2 – предлагается исключить слова „приточно-вытяжной и аварийной вытяжной “. Оборудование дополнительной аварийной системы вентиляции, простаивающей большую часть времени, нецелесообразно, если общеобменная приточно-вытяжная вентиляция может обеспечить достаточный воздухообмен в случае аварийной ситуации. Подбор вентиляции осуществляется из соображения снятия избыточной тепловой нагрузки летом, чтобы температура в компрессорном цехе не повышалась выше допустимой для эксплуатируемого оборудования. Как правило, такой воздухообмен не ниже требуемого в аварийных ситуациях. Обязательным требованием к такой вентиляции должно быть взрывозащитное исполнение электродвигателя.
13. п.п. 7.7, 7.8 . Предлагается заменить фразу „...аварийную и общеобменную вентиляцию“ на „вентиляцию“.
14. п. 8.2.4 . Предлагается исключить второй абзац „на площадке должно быть установлено устройство, замеряющее направление и скорость ветра, данные которого используются при расчетах возможных масштабов загазованности “. Установка такого устройства нецелесообразна, т.к. возможные масштабы загазованности рассчитываются при разработке проекта.
15. п. 8.3.2. Предлагается заменить фразы „общеобменная вентиляция“ и „аварийная вентиляция“ на слово „вентиляция“ .
16. п. 9.5. В фразе „Сосуды и аппараты холодильных систем должны оснащаться двумя предохранительными клапанами с переключающим устройством, исключающим одновременное перекрытие обоих клапанов“ предлагается заменить „сосуды и аппараты“ на „сосуды“, поскольку потенциально аппараты гораздо менее опасны сосудов. К тому же сосуды и аппараты, как правило, соединены трубопроводами достаточного сечения, и в случае опасного повышения давления сработает предохранительный клапан на сосуде.
17. п. 9.11 во фразе „Предохранительные устройства компрессорных агрегатов должны проверяться на давление срабатывания (открытие и закрытие) не реже одного раза в год, а предохранительные устройства на сосудах и аппаратах – не реже

одного раза в шесть месяцев“ предлагается изменить срок освидетельствования предохранительных устройств на *„не реже одного раза в год“*. Современные предохранительные устройства обеспечат надежность и безопасность при освидетельствовании 1 раз в год.

18. п. 10.2 *„степень защиты оболочек электроприборов и средств автоматического и дистанционного управления, располагаемых в помещениях с аммиачным оборудованием, должна быть не ниже IP44 по ГОСТу 14254-96“* предлагается заменить на IP23. Как показала практика работы современных холодильных установок, степень защиты электродвигателя IP23 является достаточной для обеспечения высокого уровня безопасности. Возможно сделать оговорку, что это изменение будет касаться только современного электрооборудования выпуска не ранее 2000 г.
19. п. 10.10 предписывает, какую защиту должны иметь сосуды (аппараты) холодильной системы. Предлагается по тексту *„...два сдублированных реле уровня“* заменить на 1 реле уровня. Современный уровень автоматики обеспечивает надежность работы и с одним реле уровня.
20. п. 10.15 Предлагается исключить предложение *„Запрещается одновременное использование одного и того же прибора для регулирования и защиты“*.
21. п. 10.23, предписывающий установку манометров, предлагается исключить. Современные холодильные системы оснащены достаточным количеством датчиков, показания которых выводятся на центральную панель управления, на дисплее которой представлены показания давления и температуры. Установку манометров предлагается передать на усмотрение планирующей организации и заказчика. Вместо этого предлагается добавить предложение *„В холодильной установке следует предусмотреть сервисные подключения для манометров с целью обеспечения безопасности проведения ремонтных работ“*.
22. п. 10.25 *„Исправность автоматических приборов защиты аммиачных компрессоров, а также сигнализаторов концентрации паров аммиака в воздухе помещений и наружных площадок, должна проверяться не реже одного раза в месяц, а исправность защитных реле уровня на аппаратах (сосудах) – один раз в 10 дней.“* Предлагается увеличить срок проверки защитных реле, сигнализаторов концентрации паров аммиака в воздухе и приборов защиты аммиачных компрессоров до 1 раза в год. В современных холодильных установках центральная система управления во время пуска опрашивает все датчики, и в случае их отказа сразу же подается соответствующий сигнал. Дополнительным аргументом является высокий уровень надежности современных датчиков и реле уровня.
23. п. 11.11 *„На сосудах и аппаратах, геометрический объем которых по полости аммиака более 0,3 м³, должны устанавливаться указатели уровня жидкого хладагента (для визуального контроля)“* Предлагается исключить выражение *„для визуального контроля“*. Это связано с тем, что в современных холодильных установках используются различные типы указателей. Выбор конкретного типа указателей уровня предлагается оставить на усмотрение проектной организации и заказчика. Кроме того, установка визуальных указателей может привести к снижению герметичности аммиачной системы.

24. п. 12.12 Предлагается исключить фразу „*Установка ручной сальниковой арматуры маховичками вниз не допускается*“. Сальники современных вентилей обеспечивают высокую степень герметичности.
25. п. 15.3.9 Предлагается исключить абзац „*Оттаивание должно проводиться в соответствии с инструкцией (приложение 7).*“. В современных установках могут быть применены различные эффективные методы оттайки (в том числе электрической), не описанные в приложении 7.
26. п. 17.3 „*Установки подавления испарения и нейтрализации возможных проливов хладагента должны основываться на защитном эффекте покрытия зеркала жидкого аммиака пенными растворами или на других методах, согласованных с Госгортехнадзором в установленном порядке*“. Предлагается добавить выражение „за исключением методов, усиливающих процессы испарения“.

8. Финансирование

Успех реализации модернизации в существенной степени зависит от возможности обеспечения финансирования. Требуемый уровень финансирования определяется закладываемым в разработку концепции техническим стандартом, соотношением инвестиций и эксплуатационных расходов, на него оказывают значительное влияние также так называемые «Финансовые параметры», к которым относятся процентные ставки, продолжительность кредитования, оценка рисков, налоговые аспекты, возможность трансфера доходов, законодательство в области защиты капиталовложений (в т.ч. договора о защите иностранных капиталовложений). Наряду с владельцем предприятия и поставщиками оборудования в финансировании могут принимать участие финансовые институты, которые могут располагать опцией приобретения долевого участия в предприятии и таким образом участвовать в его эксплуатации.

Рыночная ситуация целевого региона такова, что рассматриваемая отрасль промышленности является малообеспеченной с точки зрения притока капитала. Приобретение долевого участия может в связи с этим играть важную роль при рассмотрении вопросов обеспечения финансирования.

Существующая в странах Европейского Сообщества, в т.ч. и в Германии хорошо функционирующая и получившая интернациональное признание банковская система определяет возможность финансирования проектов в рамках глобализованного рынка капитала на гармонизированных до определенной степени условиях.

Важным источником финансирования наряду с частными финансовыми институтами с интернациональным полем деятельности являются национальные и международные банки льготного финансирования и поддержки экспорта. Условия предоставления кредитов последними несколько более благоприятные, чем в случае частных финансовых институтов (уровень процентных ставок, продолжительность предоставления кредитов, предоставление гарантий), однако предоставление кредитов связано с соблюдением определенных предпосылок. К таковым относятся, например, страна происхождения-изготовления поставляемых товаров (в случае банков, занимающихся поддержкой экспортной деятельности) или страна получателя кредита (банки предоставления льготных кредитов и оказания поддержки). В Германии функции поддержки экспортной деятельности и оказания содействия другим странам возложены на Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW – Кредитное ведомство по реконструкции).

Крупнейшим и важнейшим международным финансовым институтом является группа Всемирного банка, которая в том числе предоставляет кредиты для реализации значимых с точки зрения охраны окружающей среды проектов в странах Средней и Восточной Европы (например, кредиты для модернизации оборудования предприятий водоподготовки в различных регионах Российской Федерации).

European Bank for Reconstruction and Development (EBRD) также активно работает в восточноевропейском регионе. Одновременно в программе деятельности EBRD зафиксировано, что не менее 60 % всех предоставляемых средств должны выделяться на реализацию проектов в сфере частного предпринимательства. EBRD уже предоставил возможность реализации ряда проектов в Российской Федерации.

Следующим примером международного источника финансирования является Global Environmental Facility (GEF). Данная организация, созданная в 1990 г. по совместной немецко-французской инициативе, поддерживает реализацию значимой с точки зрения охраны окружающей среды компоненты проектов в странах третьего мира, в том числе и в странах Средней и Восточной Европы, находящихся на стадии общественных и экономических превращений. В целом статья бюджета GEF на реализацию проектов в области «свободных от FCKW» технологий, для решения проблем снабжения водой, охраны климата и природного разнообразия составляет 2,5 млрд. US-\$.

В целом средства для финансирования крупных проектов на рынке капитала имеются в достаточном количестве; решающую роль играют параметры проекта (прежде всего доля самоучастия в финансировании и наличие гарантий), а также наличие опыта в таких областях как знание программ финансовых институтов, предоставляющих кредиты на льготных условиях, оценка политического и хозяйственного рисков (которые могут быстро изменяться – пример последнего финансового кризиса в Российской Федерации).

Важную роль при разработке финансирования играет кооперация с банками в стране получателя кредита. После уже упомянутого кризиса в России ошутимое число проектов не могло быть реализовано вследствие отсутствия надежных банков – партнеров в Российской Федерации, несмотря на то, что иностранные кредиторы были готовы открыть соответствующие кредитные линии.

Основные проблемы обеспечения финансирования проектов по модернизации в Российской Федерации связаны с аспектами:

- Предоставления гарантий, страхования кредитов
- Организации сотрудничества между западными и российскими банками.

В некоторых случаях западные банки готовы акцептировать гарантии, предоставленные администрациями российских городов и регионов. При этом при определении проектов, для которых выделяются средства, важную роль играют не только хозяйственные, но также политические и социальные аспекты. Опыт показывает, что успех удастся достичь прежде всего в областях, связанных с обеспечением функционирования жизненно важных элементов инфраструктуры.

Наряду с уже приведенным примером предоставления кредитной линии группой Всемирного банка для модернизации установок предприятий водоподготовки в российских регионах (признание удовлетворительными гарантий, предоставленных администрациями регионов) можно привести пример успешно реализованного проекта по строительству предприятия по очистке сточных вод в Москве (проект «Бутово»).

Финансирование немецкого партнера осуществлялось в рамках кредита, предоставленного банком WestLB, предоставление гарантий – городской администрацией.

Разработанные в рамках реализации проекта технические концепции модернизации аммиачных холодильных установок содержат указание на мероприятия долгосрочного характера, оценочные рамки финансирования которых лежат в пределах от 4 до 10 млн. Евро. Хозяйственная ситуация на предприятиях, эксплуатирующих аммиачные холодильные установки, используемые для хранения и производства продуктов питания (за исключением российских производителей пива) не позволяет предоставить необходимые для открытия кредитных линий гарантии. Возможным путем решения проблемы было бы предоставление кредитов, которые по аналогии с проектом «Бутово» базировались бы на гарантиях, предоставленных администрацией города Москвы.

В рамках комплексной программы развития города Москвы администрацией города разработана программа повышения безопасности потенциально опасных химических предприятий. Реализация мероприятий по модернизации аммиачных холодильных установок обоих предприятий, рассмотренных в данном проекте, в принципе могла бы быть осуществлена в рамках указанной программы (в рамках программы могла бы быть осуществлена соответствующая ошутимая финансовая поддержка предприятий). При этом возможным является например предоставление правительством Москвы необходимых гарантий для открытия кредитной линии (исходя из значения модернизации предприятий как для надежного обеспечения населения города продуктами питания, так и для снижения существующего потенциала опасности аммиачных холодильных установок), либо реализация предусмотренной программой возможности

активного снижения уровня процентных ставок кредита (т.е. фактически его удешевление). Прямое долевое участие города в предприятиях, являющихся акционерными обществами, могло бы способствовать активному участию администрации города в решении проблемы.

Разработанные в рамках проекта модели модернизации представляют собой основу действий для владельцев предприятий или для эксплуатирующих установки для инициирования проверки возможности привлечения городской администрации к разработке моделей финансирования.

Обоснование необходимости модернизации российского предприятия исходя из значимости учета фактора производственных расходов (прежде всего расходов на персонал, на техобслуживание, затраты на электроэнергию) отличается от зарубежного опыта. Это означает, что значимость снижения производственных расходов при оценке эффективности реализации инвестиций не всегда достаточна. Причиной этого являются относительно низкий уровень расходов на персонал и на электроэнергию. По мнению г-на В. Синюгина (член наблюдательного совета объединения российских производителей электроэнергии) цена электроэнергии в России составляет порядка 1,4 US-цента за кВтчас и по прогнозам российского исследовательского института энергетических исследований достигнет к 2010 г. уровня 3 – 3,5 US-центов.

9. Список литературы

- [1] TRAS 110: Technische Regel für Anlagensicherheit , Sicherheitstechnische Anforderungen an Ammoniak-Kälteanlagen, Technischer Ausschuss für Anlagensicherheit 04/2000
- [2] TAA-GS-12: Leitfaden Sicherheitstechnische Anforderungen an Ammoniak Kälteanlagen, Technischer Ausschuss für Anlagensicherheit 17.04.1997
- [3] EN 378 1-4: Kälteanlagen und Wärmepumpen, DIN-Taschenbuch 156 „Kältetechnik“, Beuth-Verlag Berlin 2000
- [4] BimSchV Störfallverordnung (BGBl. I, Nr. 54)
- [5] Information zur Anlagensicherheit bei NH₃-Kälteanlagen, Landesumweltamt Brandenburg (1995)
- [6] VGB 20 Unfallverhütungsvorschrift: Kälteanlagen Wärmepumpen und Kühleinrichtungen
- [7] Sonderprogramm des Landes Hessen zur Überwachung von Störfallanlagen, 1994
- [8] Предписание ЕС 2037/2000 und 3093/94
- [9] UN/ECE Convention on the transboundary effects of industrial accidents (1996)
- [10] Council Directive 96/82/EC of 9 December 1996 on the control of major-accident hazards involving dangerous substances,
- [11] DIN 8975-11 „Kälteanlagen und Wärmepumpen mit dem Kältemittel Ammoniak (zusätzliche) Anforderungen“,
- [12] Die Kälte- und Klimatechnik 9/94 s. 696 ff
- [13] Tagungsmaterialien der DKV-Tagung 2000: H. Sievers (S. 17); W. Ehrle, A. Erhard (S. 33); G. Holm (S. 35)
- [14] Закон Российской Федерации «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» №. 116 ФЗ от 21.07.1997
- [15] Правила устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок (ПБ-09-220-98)
- [16] Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением (ПБ 10-115-96)
- [17] Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов (ПБ 03-108-96)
- [18] ГОСТ 12.2.085-82 „Сосуды, находящиеся под давлением. Клапаны предохранительные“
- [19] ГОСТ 28564-90 „Холодильные установки с конденсатором“
- [20] ISO 9000 ff
- [21] Maßnahmen zur Erhöhung der Anlagensicherheit in Moskauer Betrieben (UBA 1998)