

Канд. техн. наук **А.В.ГУЩИН,**
О.А.МАКАРЕВИЧ,
 ЗАО фирма "Кубаньоптпродторг"
 Доктор технических наук
В.П.ЛАТЫШЕВ
 ВНИИХИ

Автоматизированная компаундная аммиачная холодильная установка ЗАО "Кубаньоптпродторг"

ЗАО "Кубаньоптпродторг" представляет собой крупнейшую продовольственную базу по оптовой торговле на юге России. Отсутствие собственных холодильных мощностей сдерживало развитие торговли скоропортящимися продуктами питания и затрудняло обеспечение ими населения края. Это предопределило строительство холодильника.

В качестве хладагента был выбран экологически безвредный, доступный и относительно недорогой аммиак, обладающий хорошими термодинамическими свойствами. Недостаток аммиака заключается в его взрыво- и пожароопасности, что может представлять серьезную угрозу близлежащим объектам и населению. В связи с этим приоритетное направление при разработке схемных решений и подборе холодильного оборудования заключалось в обеспечении безопасности работы холодильной установки.

В результате анализа систем охлаждения с учетом опыта их эксплуатации предпочтение было отдано компаундной схеме [4,5]. Обзор отечественного и зарубежного рынка холодильного оборудования выявил целесообразность применения поршневых компрессорных агрегатов фирмы Grasso.

На основании выбранных технических решений был построен холодильник емкостью 1,5 тыс. т с компрессорным цехом, предназначенный в основном для хранения замороженной рыбы.

Холодильная установка, принципиальная схема которой дана на рис. 1, обеспечивает поддержание температур в камерах до -25 и 0 °С. При этом температура кипения хладагента в испарителях соответственно $t_0 = -35$ °С и $t_0 = -10$ °С.

В установке применена насосно-циркуляционная схема с нижней подачей хладагента в испарители. В качестве бустеров использованы компрессорные агрегаты 9 типа RCU 412 холодопроизводительностью 91 кВт при $t_0 = -40$ °С и $t_{\text{пр}} = -10$ °С. На линии высокого давления установлены компрессорные агрегаты 7 типа RCU 312 холодопроизводительностью 180 кВт при $t_0 = -10$ °С и $t_k = 40$ °С. Блок-картеры компрессоров стальные сварные, охлаждение воздушное. Компрессорные агрегаты с блоками автоматического управления и контроля "Monitron" представлены на рис. 2.



Рис. 2. Размещение компрессорных агрегатов в компрессорном цехе

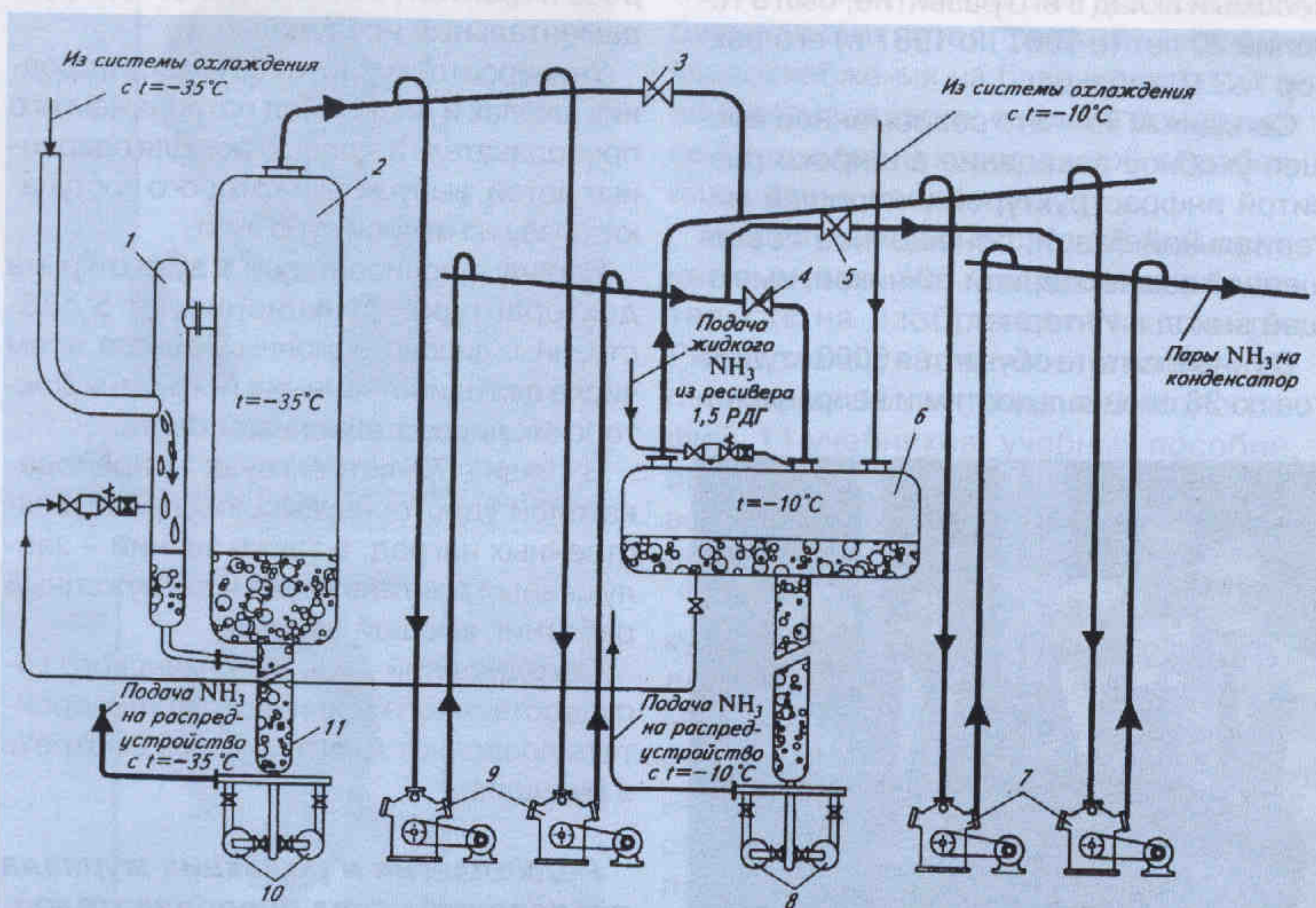


Рис. 1. Принципиальная схема компаундной системы охлаждения:
 1 — разделитель парожидкостного потока хладагента; 2 — циркуляционный ресивер 3,5 РДВ;
 3, 4, 5 — запорные вентили; 6 — компаундно-циркуляционный ресивер РКЦ-4,0Р; 7 — компрессор ступени высокого давления RCU 312; 8 — насос ЦГ 6,3/20; 9 — компрессор RCU 412; 10 — насос 1 ЦГ 12,5/50; 11 — стояк-маслоотделитель

Каждый компрессорный агрегат укомплектован программируемым устройством автоматического управления и контроля (микропроцессор) "Monitron" нового поколения. Требуемая температура кипения как для системы с $t_0 = -35$ °С, так и для системы с $t_0 = -10$ °С поддерживается автоматически путем отключения или включения одного или нескольких цилиндров компрессора. Для этого используется механизм подъема пластин всасывающих клапанов, установленных на каждом цилиндре компрессора. Подъемный механизм активируется гидравлическим напором маслоснабсатора при включении трехходовых соленоидных вентилей.

Для смазки компрессора и работы гидросистемы применяется отечественное масло марки ХА-30. В каждом агрегате предусмотрена система автоматического возврата уловленного масла в картер компрессора.

В системе охлаждения с $t_0 = -35$ °С

Рис. 3.
Размещение в
компрессорном
цехе ресиверов



применен циркуляционный ресивер 2 марки 3,5–РДВ с разделителем парожидкостного потока хладагента 1 и стояком-маслоотделителем 11 (см. рис. 1). Для поддержания требуемого уровня жидкого аммиака в ресивере 2 подача хладагента осуществляется из жидкостной полости компаундно-циркуляционного ресивера 6 в разделитель потоков 1.

Система охлаждения с $t_0 = -10^\circ\text{C}$ укомплектована компаундно-циркуляционным ресивером 6 марки РКЦ-4,0 Р, одновременно выполняющим функции промежуточного сосуда. Жидкий аммиак подается в ресивер 6 из линейных ресиверов. Общий вид размещения ресиверов представлен на рис. 3.

В схеме аммиачной холодильной установки (см. рис. 1) предусмотрен запорный вентиль 3, объединяющий магистральные всасывающие трубопроводы систем охлаждения с $t_0 = -35^\circ\text{C}$ и $t_0 = -10^\circ\text{C}$. Это позволяет использовать только компрессоры высокой ступени при пуске холодильника и понижении температуры в камерах до -15°C , а также для быстрого повышения давления в ресивере 2 при выпуске из него масла.

Установленный в схеме запорный вентиль 5 объединяет магистральные нагнетательные трубопроводы компрессоров 9 и компрессоров ступени высокого давления 7, что дает возможность в зимний период работать всем компрессорным агрегатом в одноступенчатом режиме. Перед открыванием вентиля 5 необходимо отсечь компаундно-циркуляционный ресивер 6, для чего надо закрыть вентиль 4. Компрессоры низкой ступени могут работать при давлении конденсации до 0,6 МПа. При давлении конденсации более 0,6 МПа компрессоры 9 переводятся в режим бустеров.

Во всех камерах холодильника применяется воздушное охлаждение. Камеры с температурами $-20\ldots-25^\circ\text{C}$ снабжены подвесными воздухоохладителями ВО-200 и ВО-125, питание которых осуществляется от центробежного герметичного насоса 5 марки 1 ЦГ 12,5/50. В холодильных камерах с температурами до 0°C используются воздухоохладители ВОН-150 с питанием от насоса 8 марки ЦГ 6,3/20.

Автоматизация испарительных систем позволяет регулировать температуру в камерах. Для этой цели применены многоточечные реле температуры и позиционные исполнительные механизмы, соленоидные вентили фирмы Danfoss и вентиляторы воздухоохладителей.

Автоматическое управление аммиачными насосами осуществляется в зависимости от потребности охлаждаемых объектов в холоде.

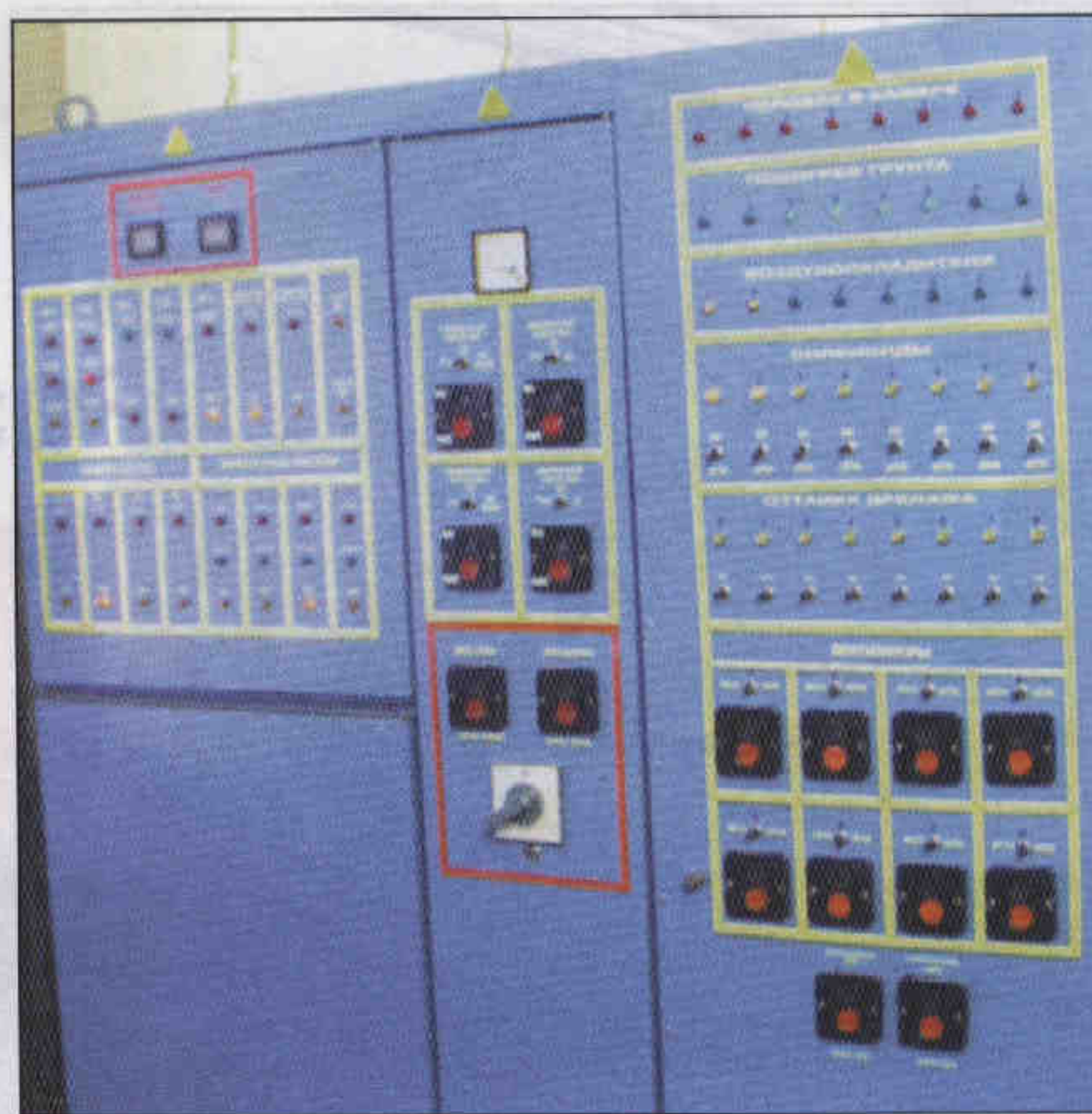


Рис. 4. Щит
контроля,
управления,
сигнализации
и противо-
аварийной
автоматической
защиты АХУ

При закрытии всех соленоидных вентилей на подводящих трубопроводах системы охлаждения аммиачный насос автоматически останавливается, а при последующем открытии одного из вентилей насос автоматически запускается.

Схемы управления насосами обеспечивают возможность любой последовательности их включения, а также автоматическую замену резервными. Щит контроля, управления, сигнализации и противоаварийной автоматической защиты АХУ представлен на рис. 4.

Распределительные устройства холодильных камер размещены в компрессорном цехе в непосредственной близости от потребителей и аммиачных насосов.

Схема подключения барботажного маслоотделителя марки МО-150 представлена на рис. 5. Питание маслоотделителя 2 жидким аммиаком осуществляется через распределитель потоков 7, размещенный на патрубке линии слива хладагента 1 из конденсатора. Для поддержания уровня аммиака в маслоотделителе 2 применен уровнедержатель 3 [2]. Запорный вентиль 4, размещенный на линии слива аммиака II, при работе должен быть открыт полностью, а запорный вентиль 5 — на величину, обеспечивающую заполнение маслоотделителя при максимальной нагрузке компрессорного цеха.

Недоумение авторов вызывает то, что барботажные маслоотделители типа МО, выпускаемые Коростеньским за-

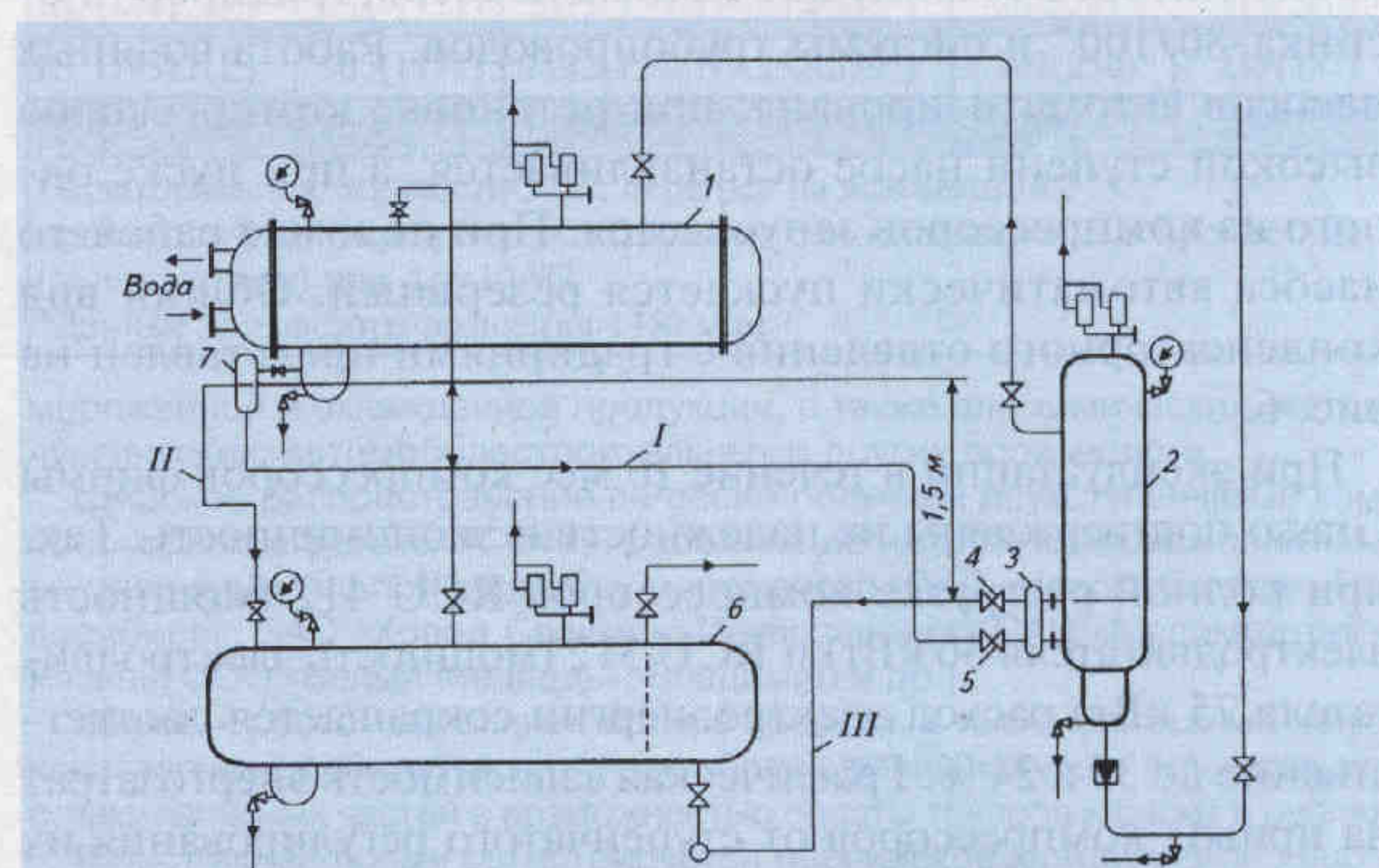


Рис. 5. Схема подключения барботажного маслоотделителя:
1 — конденсатор КТГА-63; 2 — маслоотделитель МО-150; 3 —
уровнедержатель; 4, 5 — запорные вентили; 6 — линейный ресивер
РДГ-1,5; 7 — разделитель потоков жидкого NH_3 ; I — линия слива NH_3
из конденсатора; II — линия слива NH_3 в ресивер; III — переливная
линия уровнедержателя



Рис. 6. Общий вид конденсаторного отделения и градирен

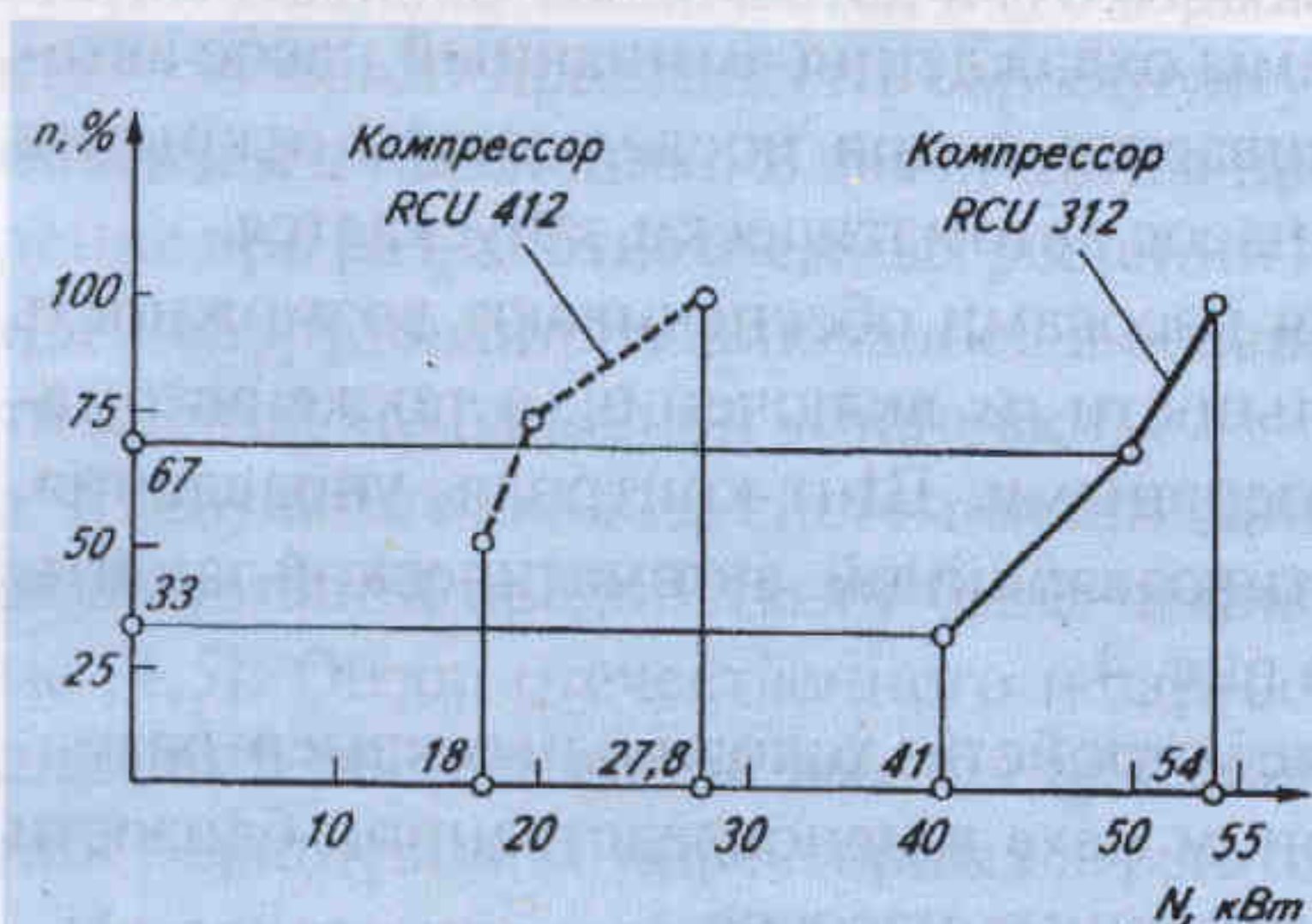


Рис. 7. Зависимость энергозатрат на привод компрессоров от ступенчатого регулирования их холодопроизводительности

водом химического машиностроения, не отличаются по конструкции и принципу действия от своего предшественника — барботажного маслоотделителя Я10-ФМО, защищенного авторским свидетельством [1] и внедренного в Краснодарском крае. Описание Я10-ФМО опубликовано в открытой печати [3].

Конструкция выпускаемых маслоотделителей не предусматривает автоматический выпуск уловленного масла, что представляет существенный недостаток, влияющий на эффективность работы аппарата.

Оборотная система водоснабжения кожухотрубных конденсаторов состоит из водяных насосов, градирен "Росинка-80/100" и системы трубопроводов. Работа водяных насосов автоматизирована: при остановке компрессоров высокой степени насос останавливается, а при пуске одного из компрессоров запускается. При поломке рабочего насоса автоматически пускается резервный. Общий вид конденсаторного отделения с градирнями представлен на рис. 6.

При эксплуатации в течение 10 мес компрессоров фирмы Grasso подтверждены их надежность и экономичность. Так, при полной разгрузке компрессоров RCU 412 (мощность электродвигателя 30 кВт) и RCU 312 (мощность электродвигателя 75 кВт) расход электроэнергии сокращается соответственно до 35 и 24 %. Графическая зависимость энергозатрат на привод компрессоров от ступенчатого регулирования их холодопроизводительности представлена на рис. 7. Значения потребляемой мощности фиксировали для компрессора RCU 412 при $t_o = -33...-37$ °C и $t_{np} = -8...-12$ °C, а для RCU 312 при $t_o = -8...-12$ °C и $t_k = 28...32$ °C.

В зависимости от загрузки мощность компрессора RCU 412

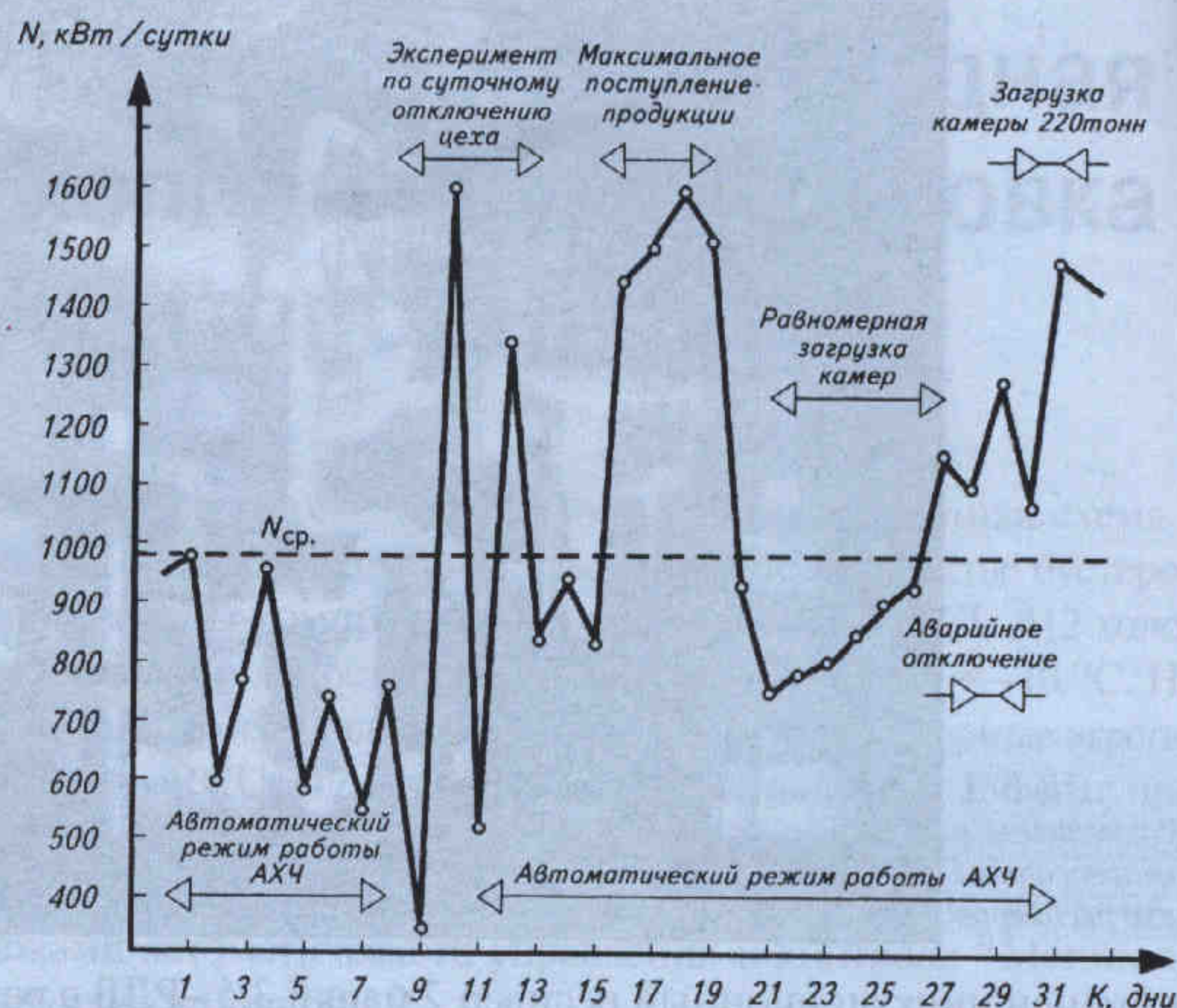


Рис. 8. Зависимость мощности, потребляемой компрессорным цехом, от времени его работы

изменялась слабо, в диапазоне 50...75 %, и резко — в диапазоне 75...100 %. Изменения мощности RCU 312, наоборот, в диапазоне 50...75 % были существенны, а в диапазоне 75...100 % — незначительны.

При эксплуатации холодильной установки периодически проводились эксперименты по отключению компрессорного цеха на срок от 6 до 24 ч с целью снижения энергозатрат на производство холода. На рис. 8 представлена одна из графических зависимостей мощности, потребляемой компрессорным цехом, от времени его работы. Как видно из графика, принудительное отключение цеха в рабочие дни желаемого эффекта не принесло. Среднемесячные энергозатраты практически не изменились.

Отключение цеха в выходные дни, когда холодильник закрыт, позволило получить экономию электроэнергии до 32 % в сутки по сравнению с работой цеха в автоматическом режиме.

Опыт эксплуатации автоматизированной холодильной установки с компаундной схемой подтвердил правильность выбранных технических решений и подбора холодильного оборудования, позволивших повысить безопасность и надежность работы, а также упростивших автоматизацию процесса производства и потребления холода. Наряду с этим компаундная схема более проста и менее громоздка по сравнению с традиционными блочными схемами, что привело к уменьшению строительной площади компрессорного цеха, количества сосудов, арматуры и трубопроводов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. с. 1337625 СССР.
2. Гуцин А. В. Повышение эффективности работы маслоотделителей // Холодильная техника. 1974. № 11.
3. Гуцин А. В., Грабский С. П., Шаззо Р. И. Маслоотделитель Я10-ФМО // Холодильная техника. 1988. № 7.
4. Проектирование компрессорных цехов на базе компаундных схем / А. В. Гуцин, С. П. Грабский, Т. Г. Энгель и др. // Холодильная техника. 1990. № 6.
5. Румянцев Ю. Д. Эффективность компаундных схем холодильных установок // Холодильная техника. 1988. № 4.