

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
И ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЖУРНАЛ

Издается с января 1912 г. Москва

Выходил под названиями:

1912 – 1917 – "ХОЛОДИЛЬНОЕ ДЕЛО"

1923 – 1924 – "Холодильное и боевое дело"

1925 – 1936 – "ХОЛОДИЛЬНОЕ ДЕЛО"

1937 – 1940 – "Холодильная промышленность"

с 1941 – "ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА"

Учредитель –

Издательство «Холодильная техника»

Холодильная техника

10.2004 Kholodilnaya Tekhnika

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ

Министерства образования
и науки РФ

Международной академии холода

Главный редактор

Л.Д.Акимова

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А.М.Архаров	И.И.Орехов
А.В.Бараненко	И.А.Рогов
Г.А.Белозеров	В.В.Румянцев
Б.М.Бершицкий	В.И.Смыслов
О.В.Большаков	И.Я.Сухомлинов
В.М.Бродянский	О.М.Таганцев
А.В.Быков	Н.В.Товарас
В.А.Выгодин	Н.В.Фадеев
Л.В.Галимова	И.Г.Хисамеев
А.А.Гоголин	О.Б.Цветков
А.К.Грезин	И.Г.Чумак
И.М.Калнинь	А.В.Шаманов
А.А.Мифтахов	

Ответственный секретарь

Е.В.Плуталова

Дизайн и компьютерная верстка

Т.А.Миансарова

Компьютерный набор

Н.А.Ляхова, Н.В.Гераскина

Корректор Т.Т.Талдыкина

Ответственность за достоверность
рекламы несут рекламодатели.

Рукописи не возвращаются.

Адрес редакции:

107045, Москва,

Уланский пер., д. 21, стр. 2, оф. 1

Тел.: (095) 207-2396, 207-2426,

207-1145

Тел./факс: (095) 207-2066

E-mail: holodteh@ropnet.ru

ht.info@ropnet.ru

http://www.holodteh.ru

Подписано в печать 21.10.2004.

Формат 60x88¹/₈. Офсетная печать.

Усл. печ. л. 6,5.

Отпечатано в ООО «Сириус»



© Холодильная техника, 2004

В НОМЕРЕ:

IN ISSUE:

НАУКА И ТЕХНИКА GOEDHART Воздухоохладители и воздушные конденсаторы Goedhart	2	SCIENCE AND TECHNIQUE GOEDHART Air coolers and air condensers from Goedhart
ФАБС Мещеряков А.Н., Маслаков В.Н. Сравни- тельный анализ воздушных и плиточ- ных скороморозильных аппаратов	6	FABS Mescheryakov A.N., Maslakov V.N. Comparative evaluation of air and plate freezing apparatuses
Архаров А.М., Бондаренко В.Л., Савинов М.Ю., Симоненко Ю.М. Промышленные установки для комплексной очистки фторуглеродов	8	Arkharov A.M., Bondarenko V.L., Savinov M.Yu., Simonenko Yu.M. Industrial plants for complex purification of fluorocarbons
ГЕА ГРАССО Аммиачные холодильные машины фирмы "Грассо" для пищевой, химической промышленности и систем промышленного кондициони- рования	11	GEA GRASSO Grasso ammonia refrigerating machines for food, chemical industry and for industrial air conditioning systems
Буренин В.В. Фильтры для парокomp- рессионных машин	14	Burenin V.V. Filters for vapor- compression machines
ЭЙРКУЛ Опыт эксплуатации системы мониторинга ADAP-KOOL	20	AIRCOOL Experience of operation of monitoring system ADAP-KOOL
ARMACELL Теплоизоляционный материал Armaflex® – лучший среди аналогов	22	ARMACELL Heat insulating material Armaflex® – the best among the analogues
КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА CARRIER Carrier представляет: холодильные машины нового поколения	26	AIR CONDITIONING CARRIER Carrier presents: refrigerating machines of new generation
Кокорин О.Я., Комиссаров В.В., Сафро- нов А.В. Энергосберегающие режимы приготовления приточного воздуха в комфортных системах кондиционирования	28	Kokorin O.Ya., Komissarov V.V., Safronov A.V. Energy-saving regimes of preparation of plenum air in comfort air conditioning systems
ДЛЯ ПРОЕКТИРОВЩИКОВ СКВ Особенности проектирования venti- ляции и кондиционирования воздуха в зданиях лечебно-профилактичес- ких учреждений (ЛПУ)	34	FOR DESIGNERS OF SKV Peculiar features of designing of ventilation and air conditioning in buildings of curative and prophylaxis establishments
ТОРГОВОЕ ХОЛОДИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ Рябов А. Обзор состояния рынка ТХО в России	38	COMMERCIAL REFRIGERATING EQUIPMENT Ryabov A. Review of the state of the market for CRE in Russia
СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ Продукция, прошедшая сертифика- цию в НП "СЦ НАСТХОЛ" в августе 2004 г. и получившая разрешение Госгортехнадзора России на право применения во взрывопожароопас- ных производствах	42	STANDARDIZATION AND CERTIFICATION Products having passed certification at NP "STs NASTHOL" in August of 2004 and obtained the permit of Gosgortekhnadzor of Russia for the right to be used in explosion-fire- hazard production processes
В МЕЖДУНАРОДНОМ ИНСТИТУТЕ ХОЛОДА Из Бюллетеня МИХ	43	AT INTERNATIONAL INSTITUTE OF REFRIGERATION From Bulletin of IIR
МЕЖДУНАРОДНЫЕ ВЫСТАВКИ "Холодильное оборудование"	46	INTERNATIONAL EXHIBITIONS "Refrigerating equipment"
Международный форум PCVEXPO-2004	48	International forum PCVEXPO-2004



Воздухоохладители и воздушные конденсаторы GOEDHART*

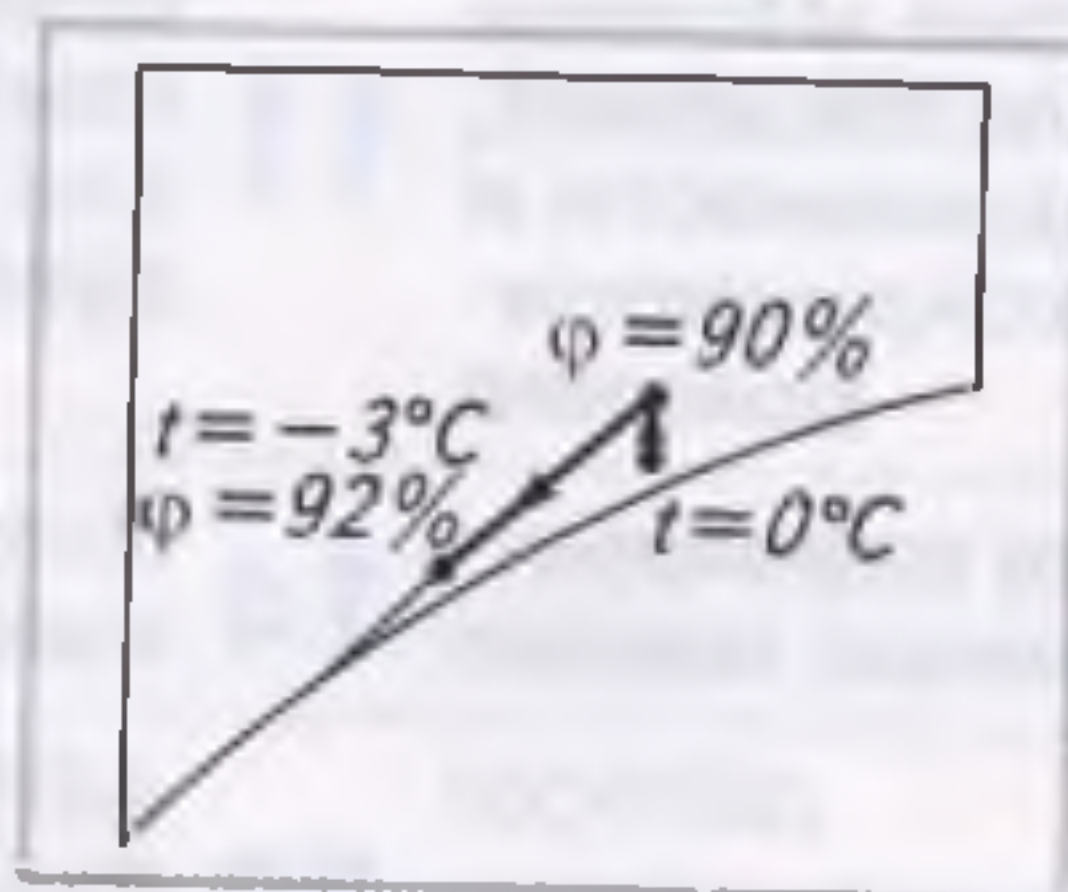
В предыдущей публикации было оценено влияние расположения вентилятора на холодопроизводительность воздухоохладителя.

Продолжаем сравнение эффективности работы воздухоохладителя с двумя вариантами расположения вентилятора – перед теплообменником (подача воздуха от теплообменника) и за теплообменником (подача воздуха от вентилятора).

Влажность воздуха в камере

Подача воздуха от теплообменника

Воздух сначала нагревается теплом, выделяющимся при работе вентилятора, и лишь потом охлаждается. При этом сохраняется его высокая влажность (около 92 % при -3°C).



Подача воздуха от вентилятора

Воздух охлаждается в теплообменнике, а затем нагревается при проходе через вентилятор. Выходящий воздух теряет влажность (при -3°C она составит около 88 %). На этом же принципе работают конденсационные воздухоосушители.

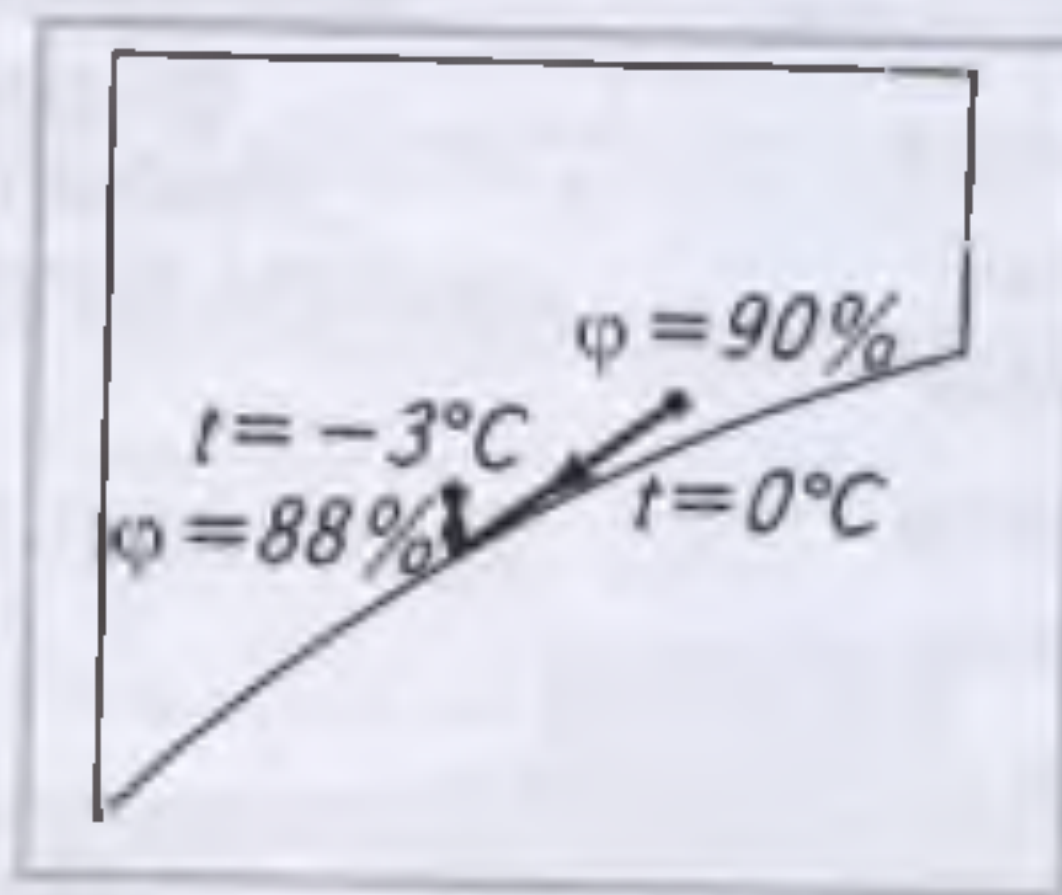


Диаграмма Моля

В действительности при коммерческом охлаждении речь идет о значительно меньших различиях во влажности. Однако при необходимости минимизировать убыль массы продукта (особенно при долгосрочном хранении фруктов и овощей) испарители с напорной подачей воздуха (VNS, VCB, ZFB) лучше справятся с этой задачей.

Эффективность теплообмена

Подача воздуха от теплообменника

Из-за различия скоростей воздуха по торцу теплообменной поверхности тепловая нагрузка на воздухоохладитель неравномерна. В углах испарителя теплопередача менее эффективна. Но этот недостаток компенсируется существенно более высокой эффективностью вблизи вентиляторов.

Подача воздуха от вентилятора

Равномерная скорость воздуха во всем воздухоохладителе позволяет эффективнее использовать всю теплообменную поверхность. Это преимущество реализуется только при удачной конструкции испарителей. Если вентилятор находится очень близко к теплообменной поверхности (ближе, чем 30 % от диаметра вентилятора), то периферийные части испарителя работают неэффективно.

Замораживание в морозильных камерах и туннелях

Подача воздуха от теплообменника

Скорость воздуха, выходящего из испарителя, более равномерна по всему сечению (в среднем 3...5 м/с). Это выгодно, если охлаждаемый/замораживаемый продукт находится в непосредственной близости от теплообменной поверхности (обычно ввиду ограниченного пространства в камере), так как исчезает опасность сбрасывания продуктов с тележки и т. п.

Подача воздуха от вентилятора

Сечение вентилятора относительно невелико. Высокая скорость воздуха, выходящего из испарителя (10...13 м/с), не позволяет поместить мелкие продукты поблизости от вентиляторов. Наоборот, при замораживании полутуш высокая скорость воздуха оказывается преимуществом, так как сокращает время их охлаждения/замораживания.

* Продолжение. Начало см. "Холодильная техника" № 9/2004.

Опасность разбрызгивания капель воды

Подача воздуха от теплообменника

Из-за относительно высокой локальной скорости воздуха возникает опасность разбрызгивания капель воды при оттаивании испарителя (особенно теплым воздухом камеры с температурой несколько выше 0 °C).

Примечание. У испарителей VNS эту опасность предотвращает использование каплеуловителя.

Подача воздуха от вентилятора

Более низкая скорость воздуха в поперечном сечении воздухоохладителя исключает опасность захвата капель оттаявшей воды потоком воздуха.

Обмерзание испарителя

Подача воздуха от теплообменника

Благодаря турбулентному движению воздуха обмерзание по всей поверхности испарителя более равномерно. Это позволяет уменьшить число циклов оттаивания в сутки.

Подача воздуха от вентилятора

На кромках пластин на входе воздуха в испаритель обмерзание более значительно, чем в его глубине. Это требует большего числа циклов оттаивания из-за опасности блокировки подачи воздуха.

Оттайка испарителя воздухом в холодильных камерах с температурой выше нуля

Подача воздуха от теплообменника

Тепло, выделяющееся при работе вентилятора, подогревает входящий воздух, который размораживает часть намерзшего на пластинах испарителя льда. Это особенно важно при долгосрочном хранении фруктов и овощей, так как в камеру возвращается часть влаги, что обеспечивает лучшую сохранность массы продукта, чем при подаче воздуха от вентилятора.

Подача воздуха от вентилятора

Невозможно использовать тепло, образующееся при работе вентилятора, для размораживания теплообменника. Оно поступает непосредственно в камеру, повышая температуру хранящегося в ней товара.

Лишь при подаче воздуха от теплообменника можно выгодно использовать тепло, выделяющееся при работе вентилятора.

Размещение испарителя

Подача воздуха от теплообменника

Минимальное расстояние от стенки до испарителя должно равняться диаметру вентилятора.

Подача воздуха от вентилятора

Минимальное расстояние от стенки до испарителя должно равняться 3/4 высоты охладителя (или теплообменного блока).

Конденсация влаги при оттаивании

Подача воздуха от теплообменника

Возникает риск конденсации влаги на потолке или холодных предметах в камере. Это явление можно предупредить либо понижением мощности оттаивания, либо установкой в промышленных холодильниках диффузора с заслонкой для оттаивания.

Если воздух в камере не очень влажный, то конденсации влажности на воротнике вентилятора или на его лопастях не будет.

Подача воздуха от вентилятора

Существует значительная вероятность образования ледяного нароста вблизи вентилятора и на его лопастях из-за наличия влаги в воздухе, выходящем из охладителя. В случае недостаточного оттаивания не исключена блокировка лопастей, которую можно предупредить организацией автономного оттаивания диффузоров вентиляторов или применением текстильных воздуховодов для оттайки.

Длина воздушного факела (промышленное охлаждение)

Длиной воздушного факела считается такое расстояние от испарителя, где скорость воздуха достигает значения 0,25 м/с.

Подача воздуха от теплообменника

Воздух, выходящий из охладителей со стороны оребренной поверхности, имеет небольшую скорость (около 3...4 м/с) и ламинарный режим течения. Благодаря этому режиму в холодильных камерах с гладкой поверхностью потолка воздух держится вблизи него (так называемый Coanda-эффект) и распространяется дальше, чем можно предположить по его скорости. Низкая скорость желательна, если в холодильнике часто находится обслуживающий персонал, а также если поблизости от охладителя хранится неупакованная продукция (для предотвращения ее усушки).

У промышленных испарителей с четырехполюсными двигателями (около 1400 об/мин^{-1}) длину воздушного факела можно значительно увеличить с помощью диффузора. Скорость возрастет с привычных 3 до 6...8 м/с, и результирующая длина факела (благодаря ламинарному течению) станет больше.

Подача воздуха от вентилятора

В этих охладителях скорость воздуха на выходе достигает 10...13 м/с. Теоретически у них также небольшая длина воздушного факела. Воздушный поток, однако, является очень турбулентным и растянут в ширину.

Эта компоновка удобнее для холодильной камеры, где испаритель находится на более длинной их стороне, т. е. задачей является прежде всего распространить холодный воздух во все стороны. Понижения турбулентности и повышения направленности струи (т. е. увеличения длины воздушного факела) можно достичь с помощью специальных насадок или лучше всего с использованием специальных нагнетательных вентиляторов с высоким "воротником".

Риск обратного засасывания воздуха в испаритель еще до его попадания в камеру (в результате отражения от поддонов и т.п.) всегда больше при подаче воздуха от вентилятора, чем от теплообменника.



Диффузор



Нагнетательные вентиляторы с большим напором

Резюме.

Приведенное сравнение показывает, что при выборе воздухоохладителя не существует единственно правильного решения. Правда, есть общие рекомендации (например, использование воздухоохладителей с подачей воздуха от теплообменника для овоще- и плодохранилищ), но применение той или другой компоновки обычно определяется отдельно для каждого индивидуального проекта. Мы с удовольствием поможем вам с выбором в каждом конкретном случае.

Патрик Заплетал, руководитель отдела продаж Goedhart Bohemia
Юп Маттайсен, управляющий директор Goedhart Holland

А.Н. МЕЩЕРЯКОВ, В.Н. МАСЛАКОВ
ООО «ФАБС Инжиниринг»

При контактном замораживании в плиточных шкафах необходимость в дополнительной теплоизоляции стен, пола и потолка производственных помещений исчезает. В отличие от морозильных камер с воздушным замораживанием не требуется также установка специальных дверей.

* Продолжение. Начало см. журнал «Холодильная техника» № 9/2004.

Энергопотребление. Это основной показатель экономической эффективности холодильной установки. Общее энергопотребление складывается из энергетических затрат на сжатие хладагента в компрессоре и на привод дополнительного оборудования (в плиточных аппаратах это насосы, а в воздушных – вентиляторы). Работа, затрачиваемая на сжатие хладагента в компрессоре, пропорциональна количеству холода, необходимого для замораживания продуктов и для компенсации теплопритоков. Так как количество теплоты, отводимое от замораживаемого продукта в плиточных и воздушных аппаратах одинаково, разница в энергопотреблении компрессора определяется потерями холода из-за теплопритоков. Основные потери холода обусловлены теплопритоками через внешнее ограждение (пропорциональны площади поверхности морозильной камеры), от освещения и инфильтрации воздуха, а также теплопритоками во время загрузки и выгрузки продукта, в том числе от людей, совершающих загрузку и

Использование промежуточного хладоносителя (воздуха) требует снижения температур кипения по сравнению с плиточными аппаратами. Более низкие температуры кипения уменьшают холодильный коэффициент и, как следствие, увеличивают расход электроэнергии в воздушных скоромороозильных аппаратах.

* * *

При использовании воз-

душных аппаратов шоковой заморозки той же производительности требуется холодильный агрегат на базе трех винтовых компрессоров HSN 7461-70 Bitzer (для поддержания температуры кипения -40°C). Общее энергопотребление такой установки с учетом мощности вентиляторов воздушного конденсатора и воздухоохладителей будет составлять приблизительно 145 кВт, что на 53 % выше, чем для плиточных скороморозильных аппаратов.

Обеспечение эксплуатационных требований. Температура внутри производственных помещений с плиточными скороморозильными аппаратами позволяет персоналу выполнять операции основного технологического

процесса, санитарную обработку помещений и оборудования, сервисное обслуживание без каких-либо ограничений по времени.

Внешний вид замораживаемой продукции. Для более плотного контакта продукта с поверхностью испарителя в плиточных аппаратах блоки подпрессовывают, что приводит к потере первоначальной геометрической формы. Поэтому в плиточных аппаратах замораживают продукты, сохранение первоначального внешнего вида которых в процессе замораживания, последующего хранения и реализации значения не имеет. К продукции указанного класса относятся мясной фарш, субпродукты, филе рыбы и птицы, мелкая и средняя рыба, креветки, фрукты.

Результаты проведенного сравнительного анализа представлены ниже.

Воздушные скороморозильные аппараты в сравнении с плиточными

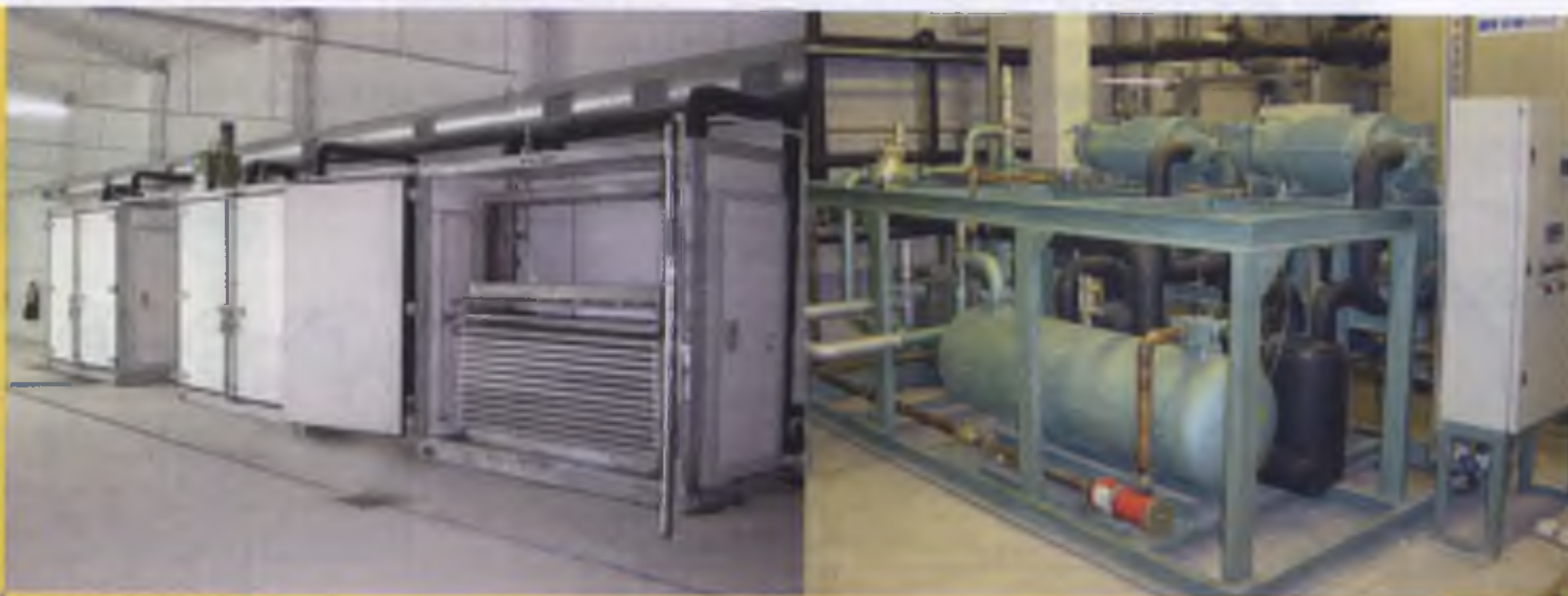
Время замораживания	Больше в 5–10 раз
Энергопотребление	Выше на 30–50 %
Объем морозильных камер	Больше в несколько раз
Усушка	Значительная
Капитальные затраты	Выше
Эксплуатационные требования	Более высокие

Так какому виду морозильного оборудования отдать предпочтение? Приведенные результаты однозначно указывают на предпочтительность плиточных скороморозильных аппаратов для продуктов, сохранение первоначальной формы которых значения не имеет.

Москва, Ленинградский пр-т, 80
Тел.: (095) 737-82-52,
факс: (095) 943-92-26
E-mail: fabs@comail.ru
www.fabs.ru



Москва, Ленинградский пр-т, 80
Тел: (095) 737-8252, факс: 943-9226
E-mail: fabs@comail.ru
www.fabs.ru



Холодильное оборудование ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ

- Холодильные камеры
- Холодильные машины
- Станции центрального холодоснабжения
- Охладители жидкости
- Скороморозильное оборудование
- Климатическое оборудование
- Льдоаккумуляторы



Промышленные установки для комплексной очистки фторуглеродов

Д-р техн. наук **А.М. АРХАРОВ**,
д-р техн. наук **В.Л. БОНДАРЕНКО**,
канд техн. наук **М.Ю. САВИНОВ**
МГТУ им. Н.Э. Баумана,
канд техн. наук **Ю.М. СИМОНЕНКО**
ООО "Айсблик", Одесса

In this paper, plants for producing fluorocarbons, which can be used as refrigerants, with the impurity level of no more than 5 ppm have been described. In the R14 purification plant, the high boiling components are adsorbed in the adsorbers, and the final purification is accomplished in the rectifying columns with packing.

Liquid nitrogen serves as the refrigerant. The design solutions allowing to minimize the R14 losses and reduce the liquid nitrogen consumption have been described.

Substances with a high condensing temperature (RC318 and SF₆) are purified at the plants with the integrated vapor compression refrigeration machines, in which the purified product is used as a working medium.

Октафторциклобутан (RC318) обладает комплексом ценных качеств и уникальных физических свойств

(табл. 1). Благодаря наличию циклической связи он отличается исключительной термической и химической стабильностью. Октафторциклобутан используют в качестве пропеллента и среды для поляризации.

В холодильной технике замена R21 и R142b на RC318 способствует росту эффективности тепловых насосов и турбокомпрессорных агрегатов для кондиционирования воздуха. Перспективная сфера применения RC318 — рабочие тела геотермальных энергетических установок и опреснителей соленой воды [3].

Тетрафторметан R14 (см. табл. 1) используют в качестве хладагента для получения температур 120...150 К, а в смесях с азотом — до 95 К (–158 °С) [1]. Кроме того, он находит применение в качестве ингибитора пламени, стабилизатора озона. Тетрафторметан используется в ряде химических

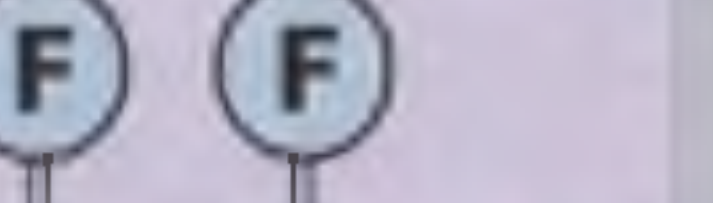
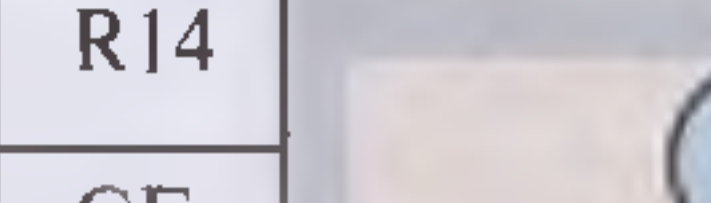
технологий: может служить сырьем при получении высокомолекулярных фторуглеродов и непредельных фторорганических соединений. В последние десятилетия наметился устойчивый рост его потребления в электронной промышленности в качестве реагента для сухого травления интегральных схем.

Названные области применения определяют повышенные требования к чистоте указанных продуктов. Между тем фторуглероды, получаемые на химических предприятиях путем синтеза, не всегда удовлетворяют этим условиям (рис. 1, а). Например, содержание примесей в исходном тетрафторметане достигает 1 % (10000 ppm), в том числе низкокипящих компонентов (N_2 , O_2 , Ar и CO) — 8000 ppm и высококипящих веществ [CO_2 , H_2O , гексафторэтана (R116), SF_6] — 2000 ppm.

В ООО «Айсблик» создана установка для получения фторуглеродов чистотой 99,9995 % (содержание примесей не превышает 5 ppm) [4]. Поглощение высококипящих компонентов осуществляется в блоках адсорберов, а окончательная очистка — в насадочных ректификационных колоннах. Производительность установки для доочистки тетрафторметана (рис. 2) при непрерывной работе достигает 700 кг/сут. Расход жидкого азота, используемого в качестве хладагента, составляет 2 кг на 1 кг чистого продукта.

Таблица 1

Основные свойства тетрафторметана и октафторциклобутана [3]

	<table border="1"> <tr> <th>RC318</th><th>Обозначение</th><th>R14</th></tr> <tr> <td>C_2F_6</td><td>Химическая формула</td><td>CF_4</td></tr> <tr> <td>200</td><td>Молекулярная масса</td><td>88</td></tr> <tr> <td>-6</td><td>Нормальная температура кипения, °C</td><td>-128</td></tr> <tr> <td>1616</td><td>Плотность жидкости, кг/м³</td><td>1605</td></tr> <tr> <td>8,49</td><td>Плотность газа при нормальных условиях, кг/м³</td><td>3,63</td></tr> </table>	RC318	Обозначение	R14	C_2F_6	Химическая формула	CF_4	200	Молекулярная масса	88	-6	Нормальная температура кипения, °C	-128	1616	Плотность жидкости, кг/м ³	1605	8,49	Плотность газа при нормальных условиях, кг/м ³	3,63	
RC318	Обозначение	R14																		
C_2F_6	Химическая формула	CF_4																		
200	Молекулярная масса	88																		
-6	Нормальная температура кипения, °C	-128																		
1616	Плотность жидкости, кг/м ³	1605																		
8,49	Плотность газа при нормальных условиях, кг/м ³	3,63																		

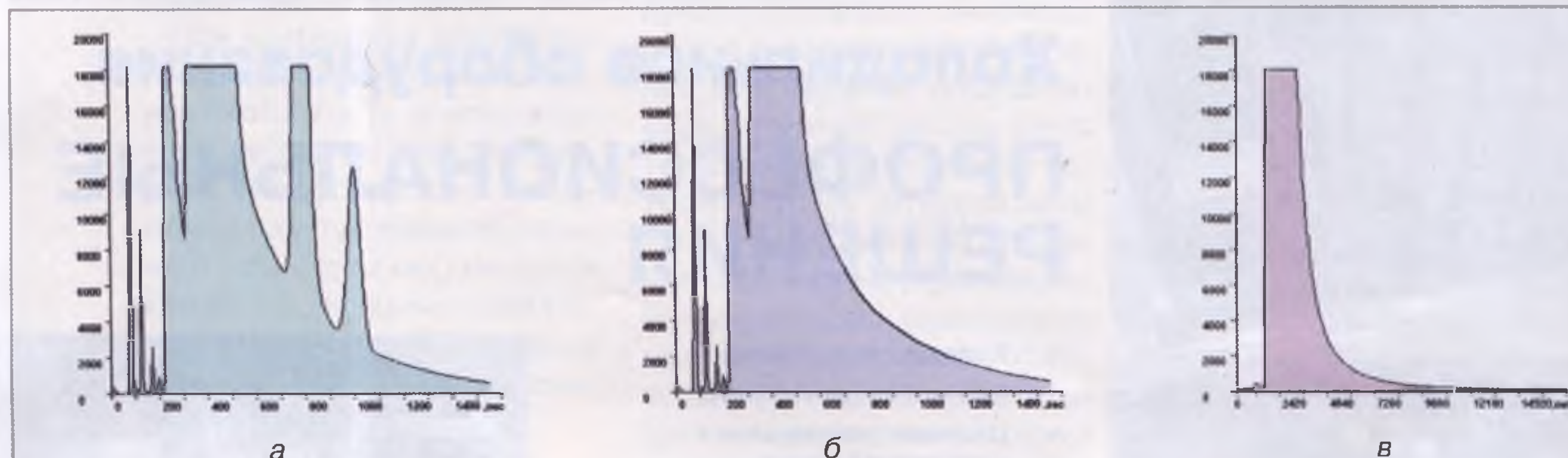


Рис. 1. Результаты газового анализа тетрафторметана на различных стадиях очистки: а – исходное сырье; б – промежуточный продукт на выходе из адсорбера; в – продукт окончательной очистки после колонны



Рис. 2. Установка для непрерывной очистки R14

В ходе испытаний и в процессе промышленной эксплуатации реализованы оригинальные схемные решения, позволившие свести до минимума потери R14 и снизить расход хладагента.

На рис. 3 приведена схема движения потоков продукта и азота в процессе непрерывной очистки фторуглеродов в установке. Показаны циклы с работающим адсорбером A1 (рис. 3, а) и работающим адсорбером A2 (рис. 3, б). Исходное сырье после охлаждения в рекуперативных теплообменниках (на рисунке не показаны) подается в адсорбер A1

(точка а на рис. 3) с расходом около 30 кг/ч. Фреон промежуточной чистоты (рис. 1, б и рис. 3, точка б) направляется в ректификационную колонну, предварительно нагревая жидкость в ее кубе. Чистый продукт (рис. 1, в и рис. 3, точка в) постоянно отбирается из куба мембранным компрессором К. Одновременно происходит подготовка блока A2 (A1) с таким расчетом, чтобы обеспечить непрерывную работу установки при появлении признаков "проскока" на выходе из A1 (A2).

Экономия жидкого азота, выступающего в качестве хладагента и греющей среды при регенерации, достигается за счет его многократного использования. Сначала жидкий N_2 подается в конденсатор ректификационной колонны (см. рис. 3). Далее парожидкостная смесь поступает в охладитель работающего адсорбера, откуда после испарения поток азота направляется в нагреватель НА. Нагретый до температуры около 420 К (147 °С) N_2 используется для регенерации пассивного адсорбера, вымывая накоп-

ленные в нем фракции в атмосферу. При необходимости достигается утилизация поглощаемого из смеси гексафторэтана R116 (C_2F_6).

Подобный принцип работы реализован в установках для очистки шестифтористой серы (SF_6) и октафторциклобутана RC318 (C_4F_8) (рис. 4). Температуры их конденсации относительно высоки. По этой причине применение в качестве хладагента жидкого азота неоправданно. В установках использованы пароконденсационные холодильные машины с внешними или встроенными в контур циклами охлаждения в зависимости от решаемой задачи. При этом в последнем случае в качестве рабочих веществ выступали сами очищаемые продукты (SF_6 и C_4F_8) (рис. 5). После дросселирования хладагент подавался непосредственно в верхнюю часть ректификационной колонны. Газовая фракция отбиралась во всасывающую линию компрессора, а жидкая выступала в роли флегмы, орошающей насадку ректификационного аппарата.

Чтобы смазочное масло не попадало в контур очистки, использовали отечественные двухступенчатые мембранные компрессоры. Компрессор 1,6МК-8/200 при работе на SF_6 обес-

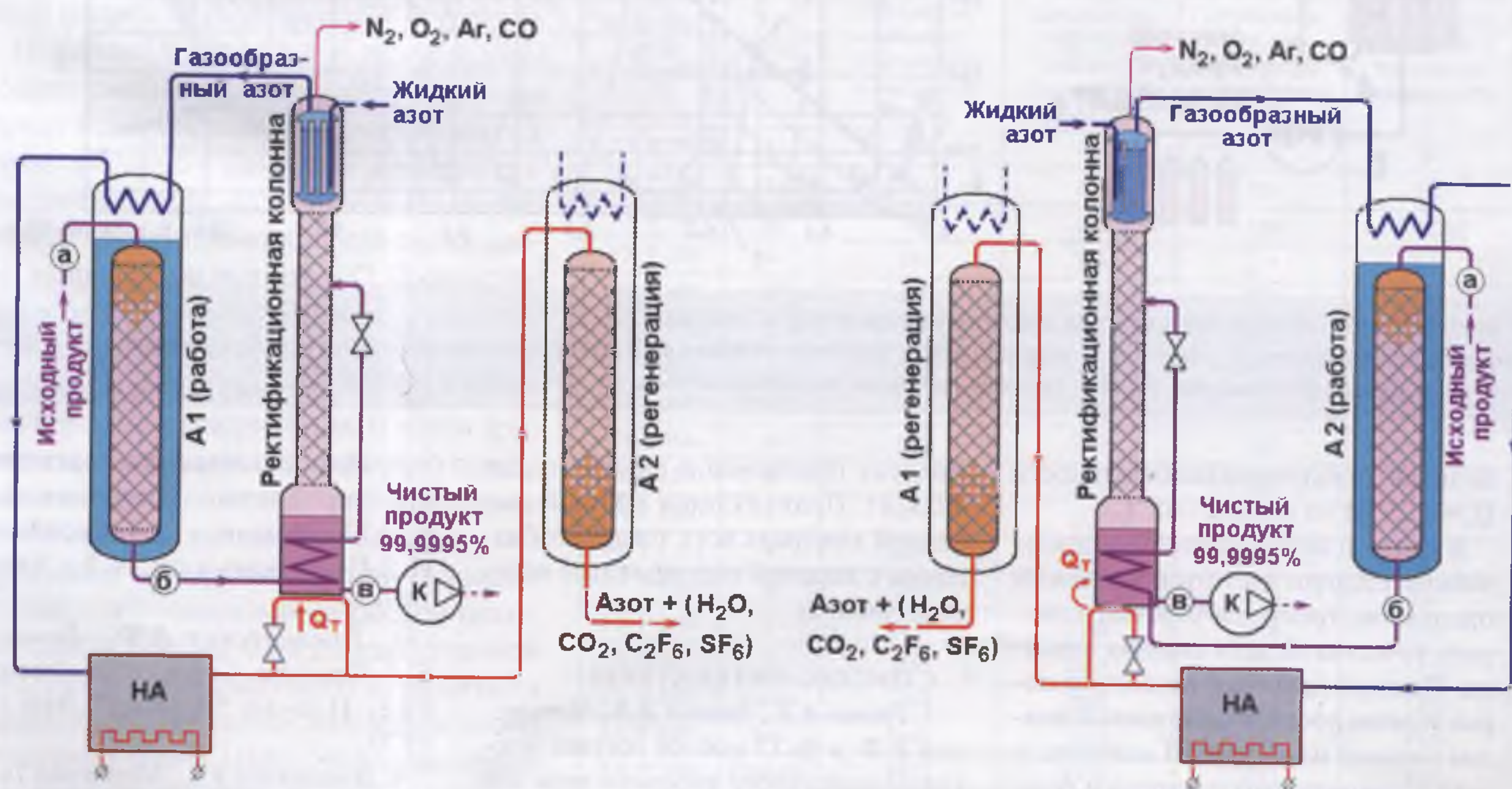


Рис. 3. Схема движения потоков продукта и азота в процессе непрерывной очистки: A1, A2 — адсорберы; НА — нагреватель азота; К — мембранный компрессор; а, б, в — качество продукта согласно рис. 1



Рис. 4. Установка комплексной очистки R€ 318

Образцы сертификатов

CF ₄ (R14)	Объемное содержание примесей						Масса баллона		
	O ₂	N ₂	C ₂ F ₆	CO ₂ +CO	SF ₆	H ₂ O	Σ	Тара	
%	ppm (не более) (1 ppm = 0,0001%)						кг	кг	
99,9995	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	1,0	93,1	65,8	

C ₃ F ₈ (R318)	Объемное содержание примесей					Масса баллона		
	O ₂	N ₂	CO ₂ +CO	H ₂ O	CmHn	Σ	Тара	
%	ppm (не более) (1 ppm = 0,0001%)					кг	кг	
99,9995	0,2	0,2	0,1	2,0	2,0	96,7	64,5	

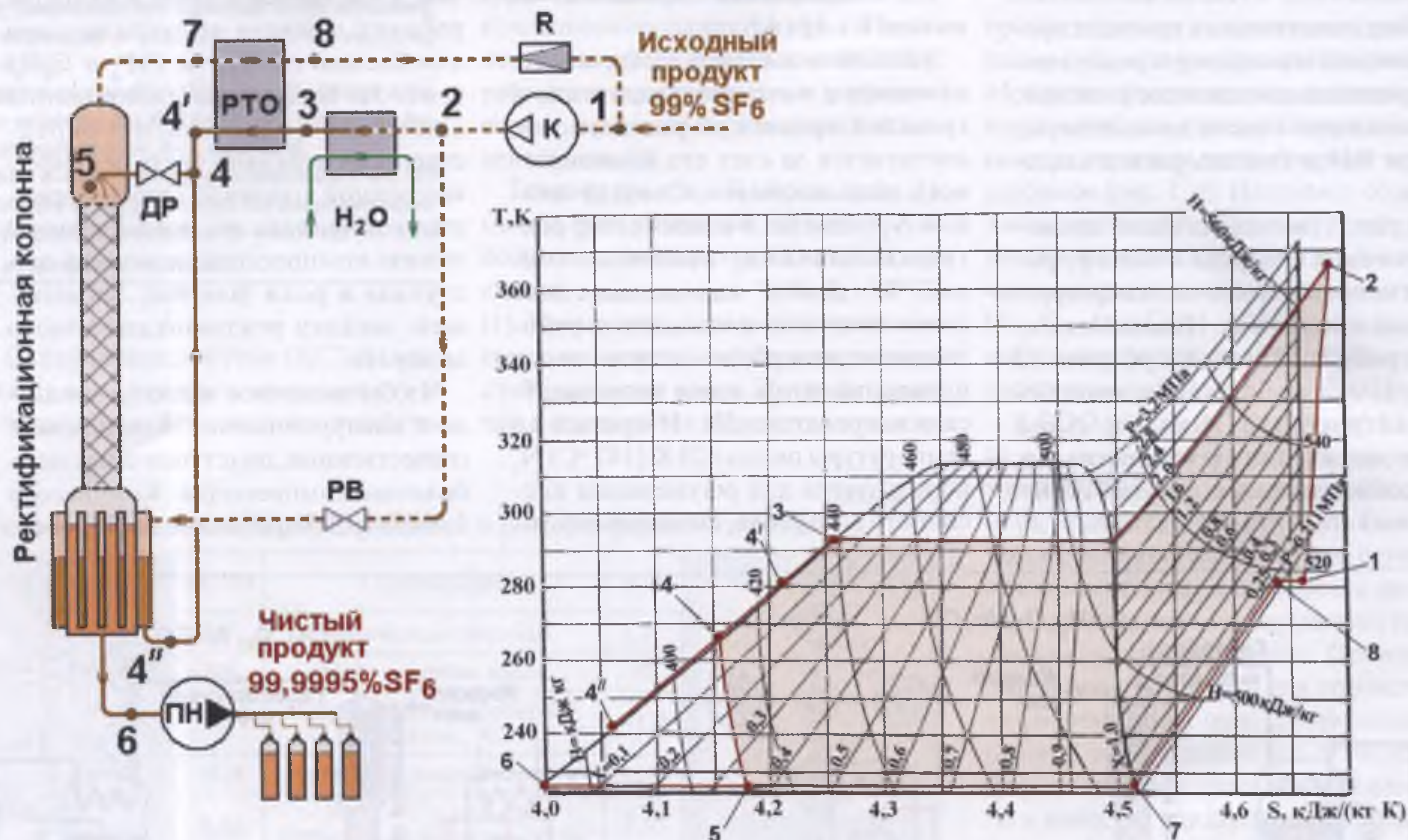


Рис. 5. Встроенный холодильный цикл (на примере установки для очистки SF_6):
 К — мембранный компрессор; ПН — плунжерный насос среднего давления; ДР — дроссельный вентиль; РВ — регулятор тепловой нагрузки куба колонны; РТО — рекуперационный теплообменник; R — обратный клапан

печивал холодопроизводительность $Q_0 = 1,2$ кВт на уровне -45°C .

В связи с необходимостью высочайшей степени чистоты получаемых продуктов, требуется строгий контроль качества на всех стадиях очистки. Помимо проверки исходного сырья ведется постоянный газовый анализ потоков на выходе из колонны, а также контроль работающих и регенерируемых адсорберных блоков. Особое внимание уделяется вопросу подготовки тары под очищенный

продукт (баллонов и емкостей для RC318). Практикуется полный выходной контроль всех товарных баллонов с выдачей сертификатов качества (табл. 2).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грезин А.К., Громов Э.А., Чайковский В.Ф. и др. О выборе состава многокомпонентного рабочего тела для дроссельных рефрижераторных систем // Вопросы глубокого охлаждения: Сб.тр.Омского политех.ин-та. 1972.

2. Промышленные фторорганические продукты. Справочник. Б.Н.Максимов, В.Г.Барабанов, И.Л.Серушкин и др. — Л.: Химия, 1990.

3. *Томановская В.Ф., Колотов Б.Е.* Фреоны. Свойства и применение. Изд-во "Химия" Лен.отд. 1970.

4. Bondarenko V.L., Simonenko Yu.M. et al. Industrial plant for freon-1 complex purifying// Proc. 7 Int. Con "Cryogenics 2002", Praha.

Аммиачные холодильные машины фирмы «Грассо» для пищевой, химической промышленности и систем промышленного кондиционирования



оборудование в течение максимально возможного количества часов в году. По этой причине холодильные машины серии FX P идеально подходят как для получения промышленного холода, так и для систем кондиционирования воздуха.

При необходимости чиллеры могут работать при температуре хладоносителя до -25°C , в качестве которого могут быть применены пропиленгликоль, этиленгликоль, растворы NaCl , CaCl_2 . При использовании агрессивных хладоносителей пластины испарителей изготавливают из титана, в остальных случаях – из нержавеющей стали.

Каждый чиллер поставляется полностью собранным, с надежно выполненными сварными соединениями, оснащенным низковольтным щитом управления с программируемой микропроцессорной системой управления. Варианты конструкций LP и VP также представляют собой полностью собранные холодильные машины с выносными конденсаторами: LP – с воздушным, VP – с испарительным. Использование таких конденсаторов в системе с маслоохладителем типа термосифона позволяет в зимнее время отказаться от применения воды.

Серия холодильных машин для охлаждения жидкости (чиллеры) FX P включает 18 типов. В состав каждой машины входит прекрасно зарекомендовавший себя во всем мире винтовой компрессор фирмы «Грассо». Диапазон холодопроизводительности чиллеров FX P – от 200 до 5800 кВт при температуре охлаждаемой жидкости на выходе 6°C . В качестве хладагента используется аммиак, поскольку он озонобезопасен и удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым сегодня к хладагентам с точки зрения воздействия на окружающую среду. Чиллеры затопленного типа оснащены пластинчатыми теплообменниками – испарителем и конденсатором (вариант PP), смонтированными на общей раме. Благодаря специально разработанной конструкции компактного отделителя жидкости количество заправляемого хладагента очень мало. Чиллеры серии FX P характеризуются высокими значениями КПД и, как следствие этого, прекрасно подходят для случаев, когда необходимо использовать холодильное

Тип холодильной машины	Тип компрессора	Холодопроизводительность, кВт, при температуре охлажденной воды 6°C	Холодопроизводительность, кВт, при температуре охлажденной воды 2°C	Холодопроизводительность, кВт, при температуре хладоносителя -6°C	Холодопроизводительность, кВт, при температуре хладоносителя -16°C	Габаритные размеры Д×Ш×В, мм
FX P 200	C	209	184	133	86	2100x1700x2200
FX P 250	D	245	218	158	102	2100x1700x2200
FX P 300	E	294	261	189	122	2100x1700x2200
FX P 350	G	348	309	224	145	2100x1700x2200
FX P 450	H	445	395	287	185	3400x2000x2300
FX P 550	L	525	465	338	218	3400x2000x2300
FX P 650	M	646	590	429	276	3700x2100x2650
FX P 800	P	795	705	517	337	4000x2100x2650
FX P 900	N	855	759	557	363	3950x2200x2650
FX P 1100	R	1027	911	668	436	4200x2200x2650
FX P 1300	S	1274	1130	828	541	4200x2200x2650
FX P 1700	V	1647	1464	1077	703	4600x2500x2900
FX P 2000	W	1958	1732	1274	832	5000x2500x3650
FX P 2400	Y	2306	2049	1508	984	5000x2500x3650
FX P 2800	Z	2761	2453	1805	1179	6500x2800x3650
FX P 3300	Alpha	3260	2901	2134	1394	6700x3000x3650
FX P 4200	Beta	4169	3703	2724	1779	6500x4000x5000
FX P 5000	Gamma	4923	4374	3217	2102	7000x4500x5000
FX P 5800	Delta	5828	5177	3809	2488	7500x4500x5000

Температура воды на входе в конденсатор 32°C ; перегрев 5°C ; переохлаждение 0°C ; хладагент NH₃.

На все холодильные машины фирмы «Грассо» имеются сертификаты ГОСТ Р, разрешение на применение ГОСГОРТЕХНАДЗОРa РФ.

Грассо Рефрижерейшн, ООО,
Grasso International, Представительство в Москве:
Семеновский вал, 6, строение 1, 105094, Россия, Москва
Тел.: (095) 787-20-11, 787-20-13, 787-20-14, 787-20-16. Факс: (095) 787-20-12
E-Mail: grasso@gea.ru. Адрес в Интернете: <http://www.grasso.nl>

УДК 66.067.12

Фильтры для парокompрессионных машин

Канд. техн. наук **В.В. БУРЕНИН**
МАДИ (ГТУ)

При изготовлении, транспортировке, монтаже и эксплуатации парокompрессионных холодильных машин невозможно полностью исключить попадание механических частиц во внутренние рабочие полости их компонентов, которые соединены между собой трубопроводами и образуют замкнутую герметичную систему, заполненную хладагентом.

Детали и внутренние рабочие полости собранных агрегатов и узлов обезжиривают. Однако при любом методе обезжиривания на поверхности деталей остаются мельчайшие механические частицы. Внутренние рабочие поверхности могут загрязняться также в процессе монтажа. При сварке монтажных швов все каплевидные проплавы и флюсы могут остаться внутри системы и попасть в поток хладагента.

В процессе работы компоненты холодильных машин изнашиваются. Поэтому источниками механических загрязнений системы являются все узлы трения, уплотнительные поверхности в подвижных соединениях запорной, предохранительной и регулирующей арматуры и т. д.

Следовательно, хладагенты содержат твердые примеси (загрязнения), которые отрицательно влияют на работоспособность холодильных машин, вызывают отклонение их параметров от номинальных значений, а также отказы в работе.

Для очистки хладагента от загрязнений механическими примесями (окалиной, песком, ржавчиной и т. п.) в замкнутую герметичную систему парокомпрессионных холодильных машин, где цир-

кулирует хладагент, устанавливают фильтры. Различают **паровые и жидкостные (гидравлические)** фильтры (по месту их размещения — на паровых или жидкостных трубопроводах). Паровой фильтр обычно устанавливают перед компрессором для предотвращения попадания в него частиц загрязнений и, следовательно, его преждевременного износа. В крупных холодильных компрессорах фильтр является самостоятельным аппаратом, в малых и средних — он обычно встроен в компрессор.

Для безотказной работы приборов автоматики на жидкостных трубопроводах парокомпрессионных холодильных машин устанавливают гидравлические фильтры.

Отделение твердых загрязняющих примесей от хладагента осуществляют механическим или силовым способами. В первом случае фильтрация хладагента осуществляется различными сетчатыми и пористыми фильтрующими элементами (материалами), а во втором — силовыми полями: гравитационным, центробежным, магнитным, электрическим и др.

В парокompрессионных холодильных машинах для очистки

хладагента применяют преимущественно механический способ.

При разработке механических фильтров для хладагентов важным этапом является правильный выбор фильтрующего материала. Все фильтрующие материалы обладают определенными свойствами, которые зависят от свойств исходного сырья, технологии производства материала и др. Фильтрующий материал должен обеспечивать: необходимую тонкость очистки хладагента и иметь достаточный ресурс работы; иметь минимальное гидравлическое сопротивление; быть стойким и прочным во всем диапазоне рабочих температур независимо от продолжительности воздействия; не ухудшать физико-химических показателей очищаемого хладагента и не загрязнять его частицами, вымываемыми из фильтрующего материала в процессе его эксплуатации; быть достаточно прочным при воздействии возможных вибрационных нагрузок и гидроударов; обладать хорошими технологическими свойствами и регенерируемостью. Полностью удовлетворить всем этим требованиям практически невозможно, так как улучшение одних показателей ча-

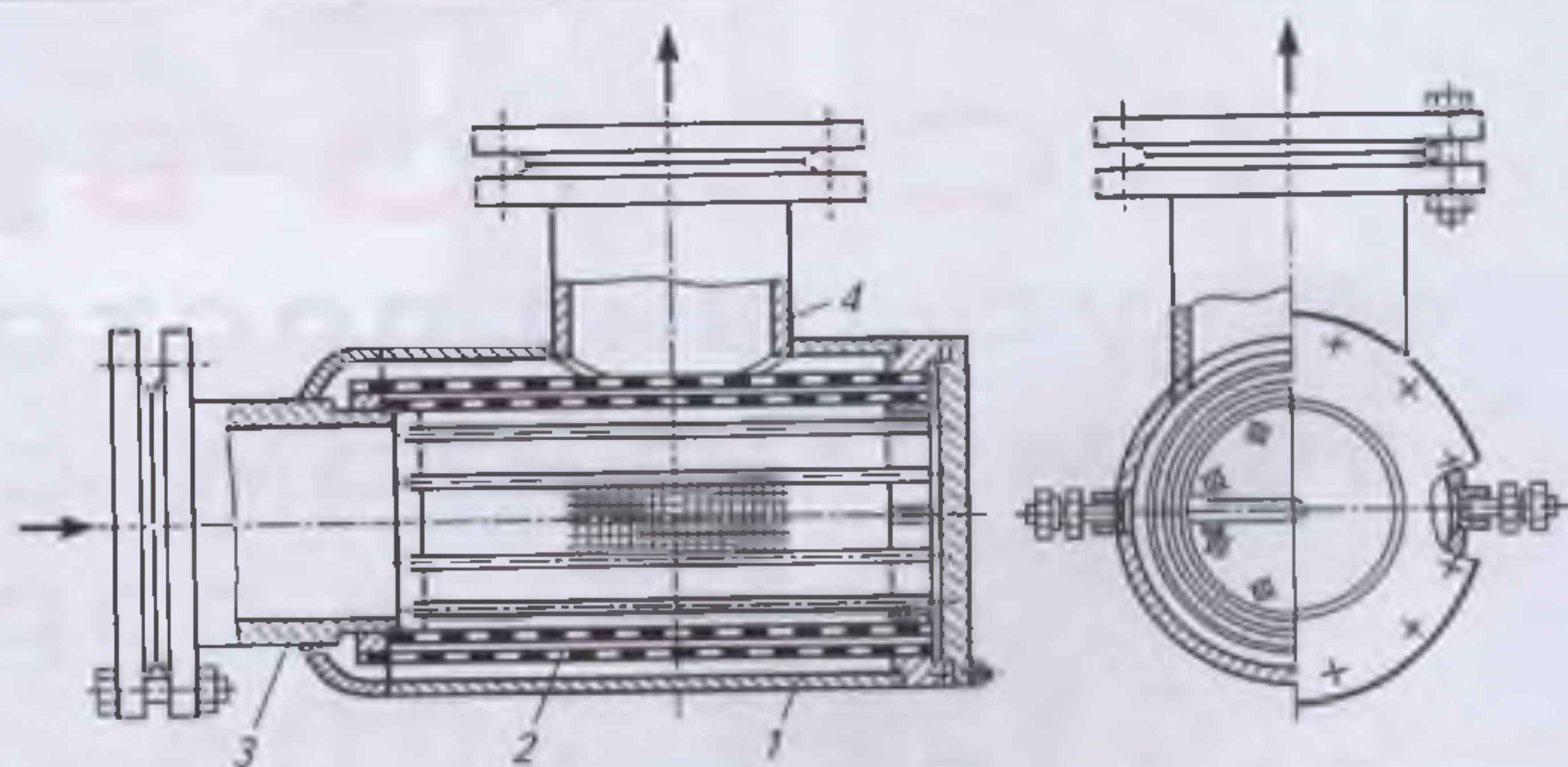
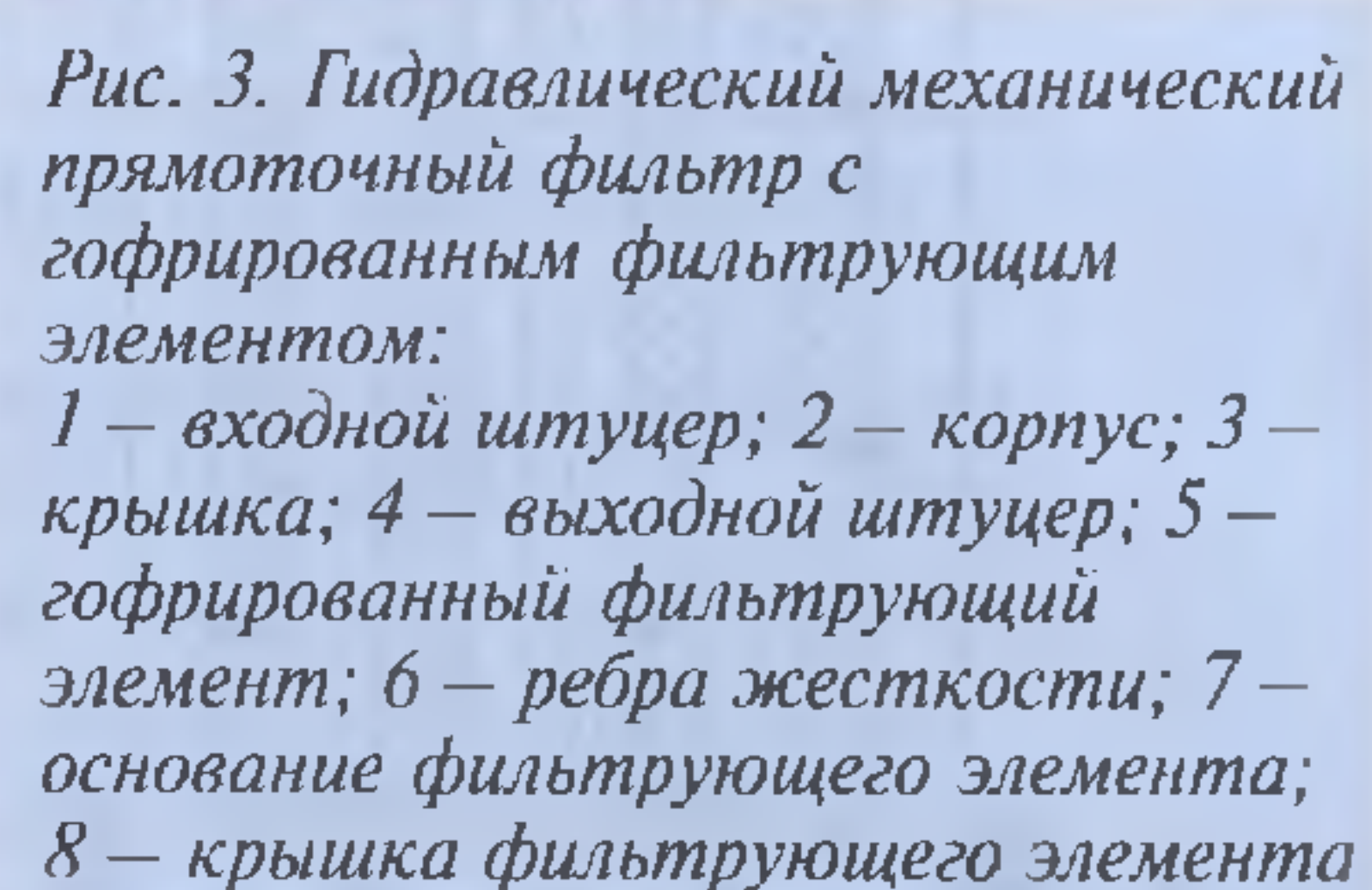
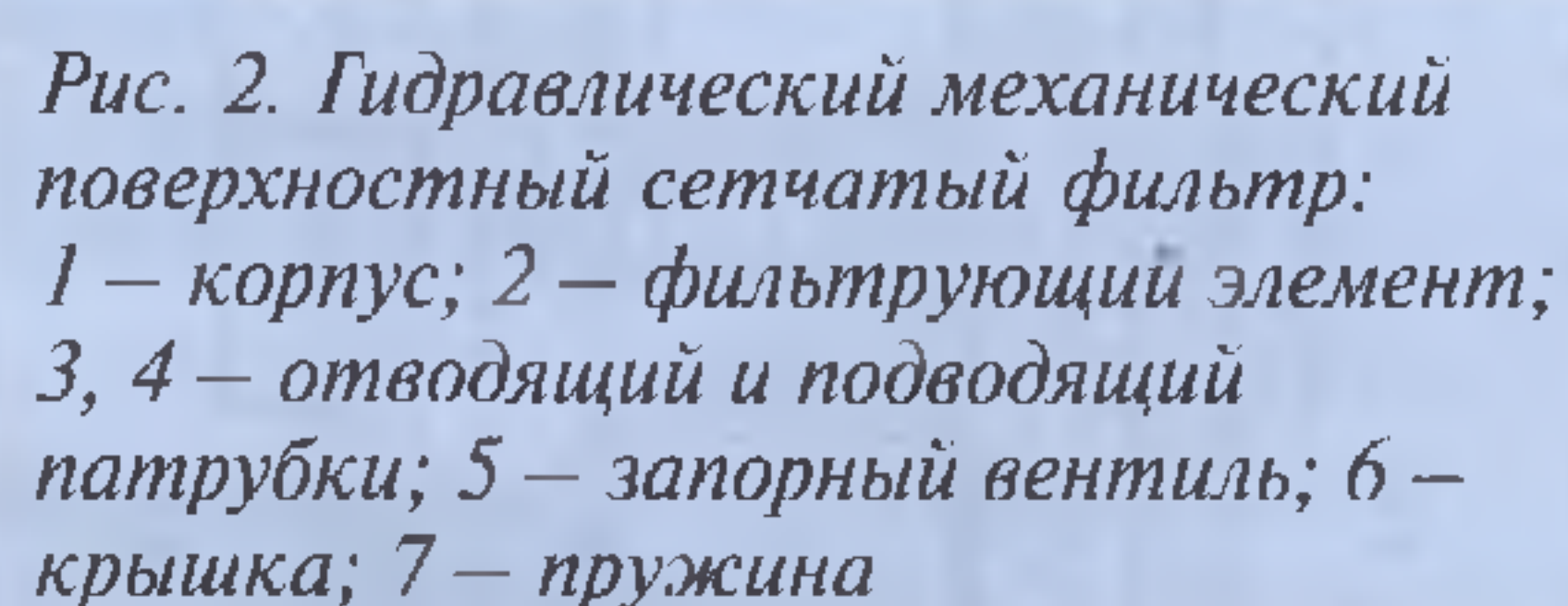
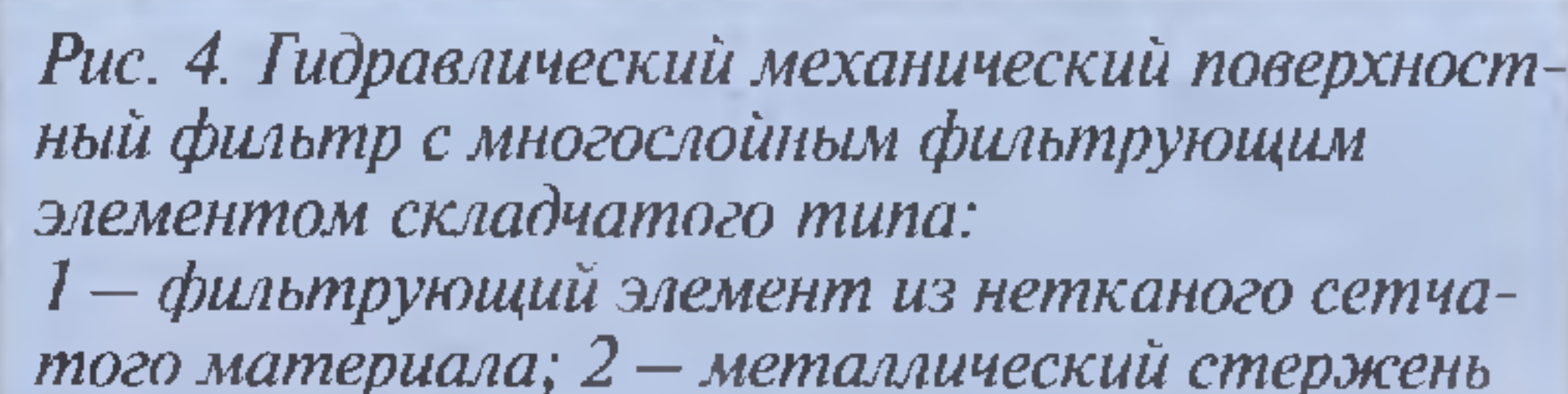


Рис. 1. Паровой механический поверхностный сетчатый фильтр:
1 — корпус; 2 — фильтрующий элемент; 3, 4 — подводящий и отводящий
патрубки

Механические поверхностные сетчатые фильтры отличаются простотой конструкции, способностью сохранять свои фильтру-



В типовом паровом механическом поверхностном сетчатом фильтре (рис. 1) для аммиачных парокомпрессионных холодильных машин фильтрующий элемент 2 изготовлен из стальной сетки двух размеров. Первой по ходу аммиака размещена сетка с крупными ячейками, второй — мелкоячеистая тканая сетка. Фильтр устанавливают в горизонтальном положении. На корпусе 1 имеются подводящий 3 и отводящий 4 патрубки для хла-



Конструкция *типового гидравлического механического поверхностного сетчатого фильтра* для аммиачных парокомпрессионных холодильных машин показана на рис. 2. В корпусе 1 с подводящим 4 и отводящим 3 патрубками для хладагента установлен сетчатый фильтрующий элемент 2, прижи-

маемый пружиной 7. На запорном вентиле 5 устанавливают манометр. Для очистки фильтрующего элемента 2 от задержанных механических примесей (загрязнений) его вынимают через отверстие в корпусе 1, закрываемое крышкой 6.

Простые по конструкции и удобные в эксплуатации *гидравлические механические поверхностные сетчатые фильтры* [6], выпускаемые фирмой Bird Pre-

cision and Co. (США), рассчитаны на тонкость очистки до 5 мкм. Фильтрующая сетка фильтра изготовлена из нержавеющей стали.

Простую конструкцию и небольшое гидравлическое сопротивление имеет *гидравлический механический проточный фильтр* (рис. 3), который состоит из выполненных из прозрачного материала (например, полиамида 610) корпуса 2, входного и

выходного штуцеров 1 и 4, крышки 3 и фильтрующего элемента 5 из гофрированной фильтровальной бумаги, пропитанной специальным составом [5]. Один торец элемента 5 неподвижно закреплен в торцевом кольцевом основании 7, выполненном из прозрачного материала (полиамида 610), другой запрессован в крышку 3. Поверхность основания 7 имеет зубья в виде равнобедренных треугольников, соответствующих гофрам элемента 5. Для герметичности к основанию 7 приваривается прозрачная полиамидная крышка 8. Элемент 5 снабжен ребрами жесткости 6, которые сваркой прикрепляются к крышке 3 и основанию 7. Ребра жесткости 6, а также жестко закрепленные торцы фильтрующего элемента 5 препятствуют его сжатию и расширению при подаче жидкого хладагента на очистку через штуцер 1.

Гидравлический механический поверхностный фильтр с многослойным фильтрующим элементом [2] для очистки жидкого хладагента отличается большим сроком службы (рис. 4). Для увеличения фильтрующей поверхности фильтрующий элемент 1 из нетканого сетчатого материала собирают в складки определенной формы, поддерживаемые металлическими стержнями 2. Благодаря этому удастся получить большую фильтрующую поверхность при минимальных габаритных размерах фильтра.

Низкой стоимостью изготовления, простотой конструкции и высоким качеством очистки жидкого хладагента отличается *гидравлический механический фильтр* (рис. 5) [4] с четырьмя фильтрующими элементами 2, собранными в кассете 4. Фильтр состоит из корпуса 8 с входным 7, выходным 5 и дренажным штуцерами и крышки 1 в виде стакана. Уплотнение неподвижного разъемного соединения между корпусом 8 и крышкой

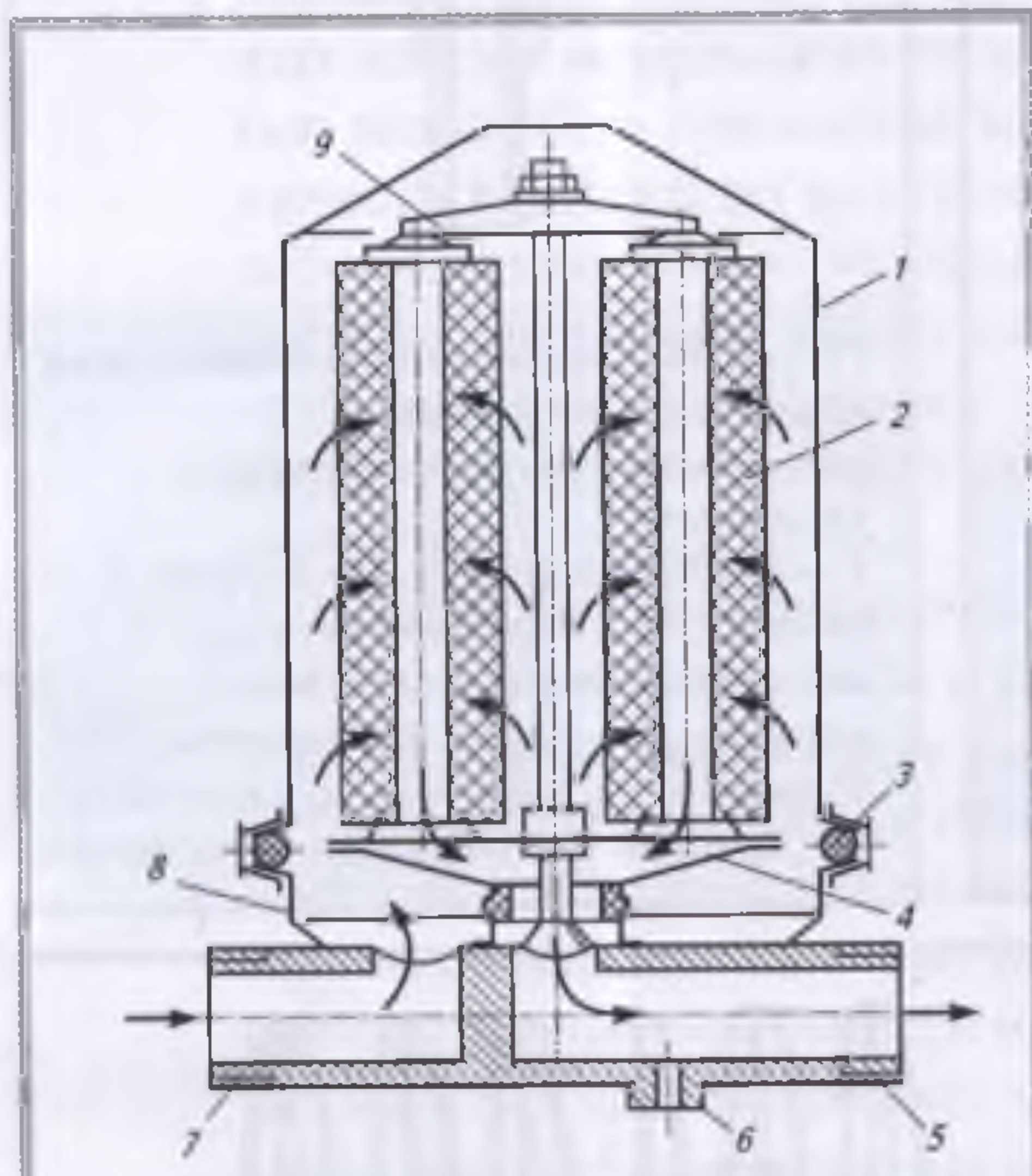
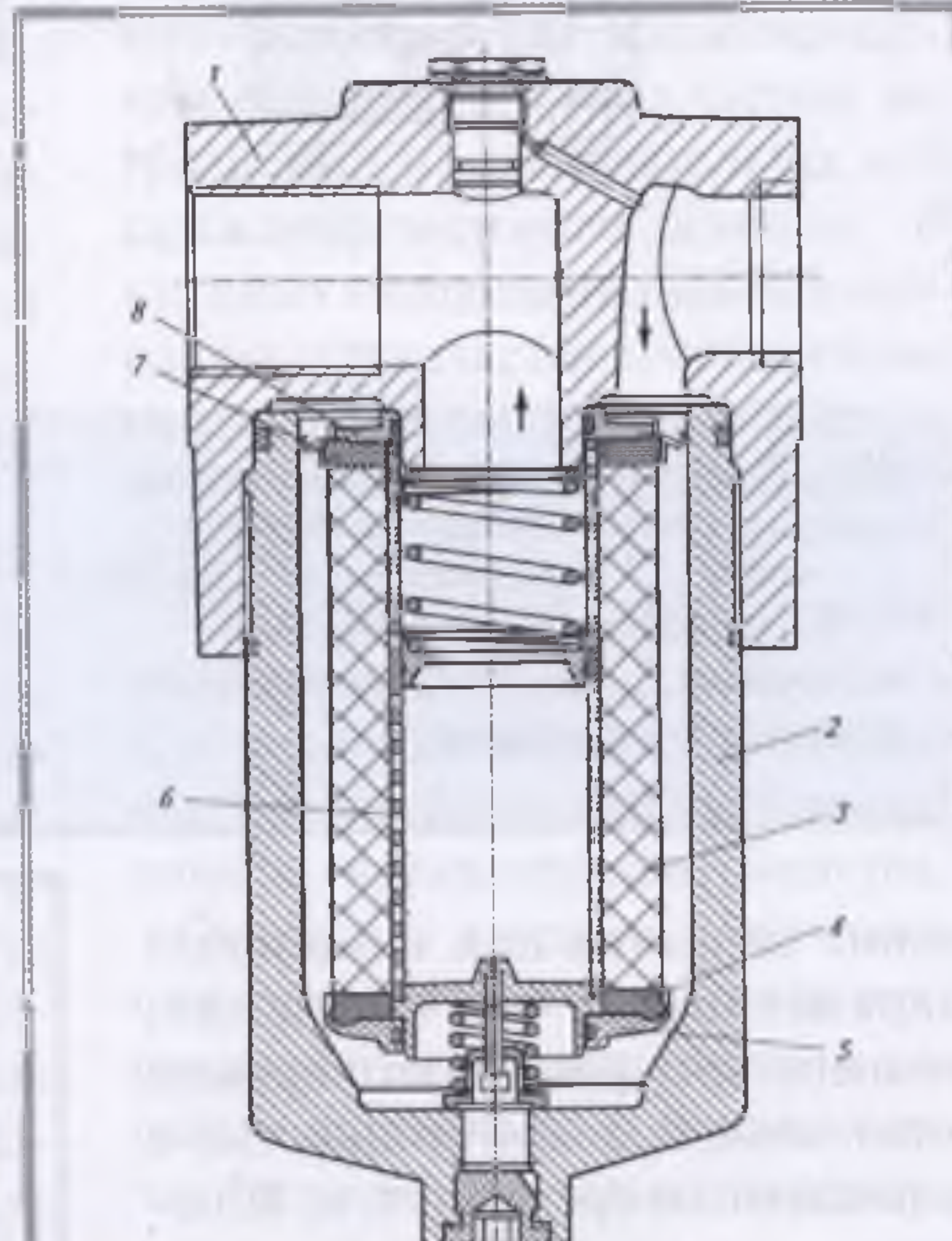
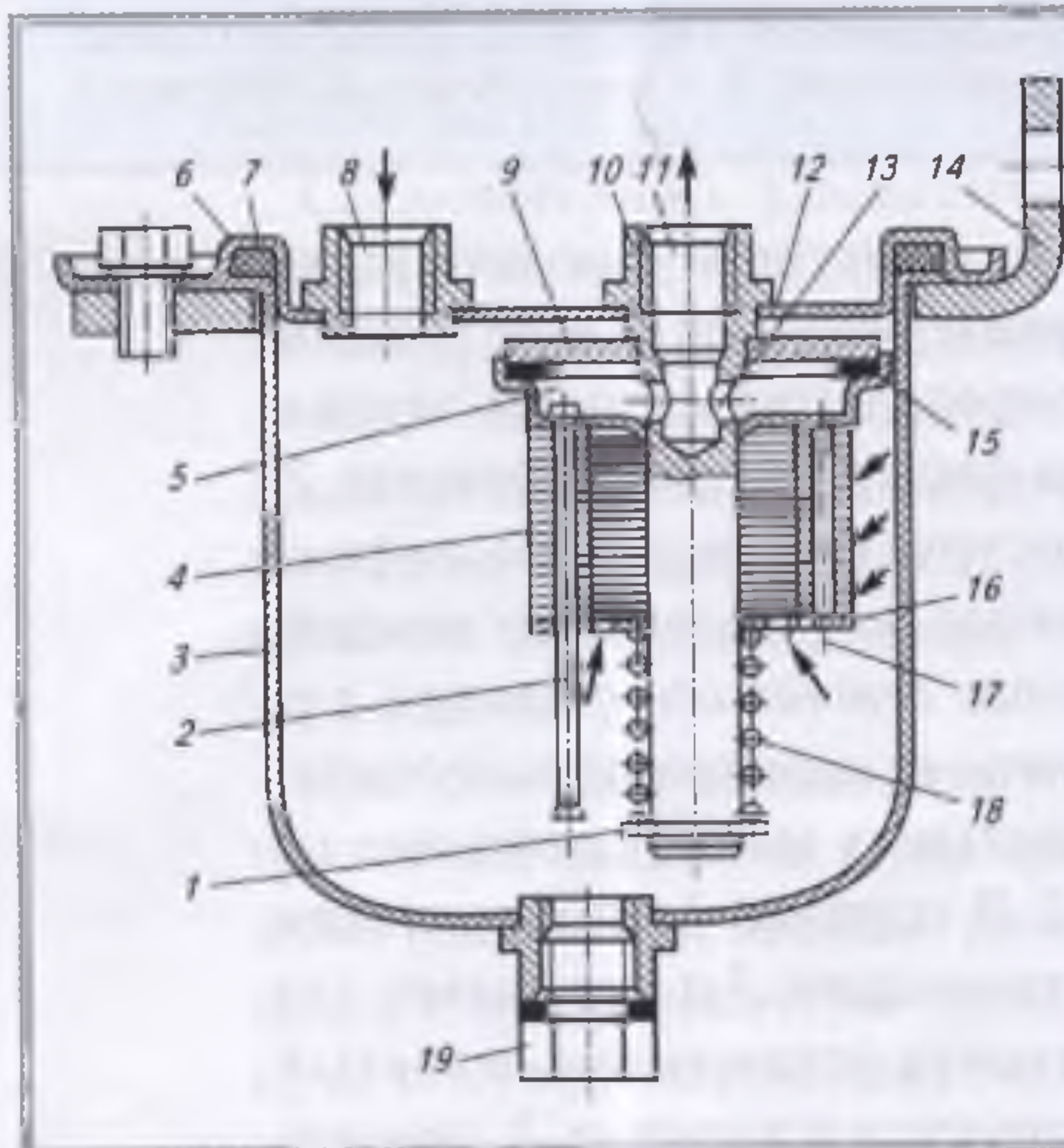


Рис. 5. Гидравлический механический фильтр с четырьмя фильтрующими элементами:
1 — крышка; 2 — фильтрующие элементы; 3 — уплотняющее резиновое кольцо; 4 — кассета с фильтрующими элементами; 5 — выходной штуцер; 6 — дренажный штуцер; 7 — входной штуцер; 8 — корпус; 9 — коромысло



*Рис. 6. Гидравлический механический
фильтр отстойного типа с фильтрующим
элементом:
1 — корпус; 2 — стакан-отстойник; 3 —
фильтрующий элемент; 4, 7 —
уплотнительные кольца; 5, 8 — опорные
шайбы; 6 — решетчатая труба*



*Рис. 7. Гидравлический механический
целевой фильтр отстойного типа:
1 – замковая шайба; 2 – стержни; 3 –
стакан; 4 – фильтрующие пластины; 5 –
полость отфильтрованного хладагента; 6
– крышка; 7 – уплотнительная
прокладка; 8 – входной штуцер; 9 –
верхняя опорная пластина фильтра; 10 –
центральный стержень; 11 – выходное
отверстие; 12 – выступ центрального
стержня; 13 – отверстия для выхода
хладагента; 14 – фигурная пластина; 15
– уплотнение; 16 – нижняя опорная
пластина; 17 – периферийные отверстия
в нижней опорной пластине;
18 – пружина; 19 – пробка*

обеспечивается резиновым кольцом 3 круглого сечения. Фильтрующие элементы 2 прижимаются коромыслом 9 к кромкам гнезд в кассете 4. Отбортованные наружу кромки гнезд внедряются при этом в фильтрующие элементы 2, обеспечивая герметичность соединения.

Гидравлический механический фильтр отстойного типа (рис. 6) [1] состоит из корпуса 1, стакана-отстойника 2 для накапливания отфильтрованных частиц механических примесей, фильтрующего элемента 3, который надевается на решетчатую трубу 6 и закрепляется с помощью опорных шайб 5 и 8. Фильтр имеет малые габаритные размеры при относительно большой фильтровальной поверхности.

Простую конструкцию имеет *гидравлический механический щелевой фильтр отстойного типа* (рис. 7) [3].

Очищаемый жидкий хладагент

поступает в стакан 3 через штуцер 8 в крышке 6, которая прикреплена фигурной пластиной 14 через уплотнительную прокладку 7 к стакану 3. Вследствие потери скорости очищаемым жидким хладагентом все крупные частицы загрязнений оседают на дне стакана 3. Мелкие частицы загрязнений задерживаются в щелях между фильтрующими пластинами 4, закрепленными на стержнях 2. Далее отфильтрованный жидкий хладагент поступает в полость 5 и выходит через отверстия 13 и 11 в центральном стержне 10. Слив отстоя из стакана 3 осуществляется отворачиванием пробки 19. Для промывки фильтрующего элемента крышку 6 отсоединяют от стакана 3, снимают замковую шайбу 1 и пружину 18. При этом пластины 4 фильтрующего элемента, снятые со стержня 10, могут быть отведены относительно друг друга в пределах стержней 2.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Заявка на патент 19613847 Германия, МПК В 01 D 27/08 Фильтрующее устройство для очистки гидравлических масел / Mees Harald, Sakraschinsk Michael Оpubл. 9.10.1997.

2. Заявка на патент 19829100 Германия, МПК В 01 D 39/14 Складчатый фильтр / Koehler Otmar. Оpubл. 30.06.1998.

3. Патент 2081673 РФ, МКИ В 01 D 25/00, 27/00. Топливный фильтр-отстойник / П.В. Куколев, Р.Ф. Шабанова. Оpubл. 20.06.97. Бюл. № 17.

4. Патент 2155091 РФ, МКИ В 01 D 27/00, 29/11 Фильтр очистки жидкости / В.Г. Егоров, В.В. Голуб. Оpubл. 27.08.2000. Бюл. № 24.

5. Патент 2162005 РФ, МКИ В 01 D 27/06 Фильтр для очистки жидкости. / А.Х. Грига. Оpubл. 19.04. 2001. Бюл. № 2.

6. Buildingblok // Hydraul. and Pneum. (USA), 1999, № 1.

7. Olpflege in der Hydraulik // DNE: Folder-, Lager — und Transporttech., Log., Autom. 2002, № 3.

Продолжение следует.

 **NOSKE-KAESER**

Ваш партнер сегодня и завтра



Производитель промышленного оборудования с опытом работы более 100 лет:

- холодильного и морозильного оборудования
- систем вентиляции и кондиционирования воздуха
- отопительных систем
- систем пожаротушения

Носке-Кезер ГмбХ, Германия. Предприятие концерна ТиссенКрупп АГ
Представительство в РФ

123610, Москва, Краснопресненская наб., 12. Центр Международной Торговли, офис 1209

Тел. (095) 2581145 / 2581143, Моб. (095) 7628170

Факс: (095) 2581140 / 2582076, E-mail: S.Kraft@thyssenkrupp.ru

www.noske-kaeser.de



Thyssenkrupp

Опыт эксплуатации системы мониторинга ADAP-KOOL

В настоящий момент на российском рынке различные системы мониторинга предлагают такие известные производители, как Alco Control, Carel, Danfoss, Eliwell. В этой статье фирма "Эйркул" хотела бы поделиться с читателями опытом применения системы мониторинга ADAP-KOOL компании Danfoss.

Система мониторинга ADAP-KOOL производства известной датской компании Danfoss активно устанавливается на промышленных и торговых предприятиях Европы и США с начала 1990 г. Сегодня ADAP-KOOL – это надежная, отработанная система, которая включает в себя уже несколько поколений приборов управления холодильным оборудованием (см. рисунок).

Ядром системы мониторинга ADAP-KOOL является блок АКА 243, который представляет собой индустриальный контроллер, обеспечивающий подключение, синхронизацию и информационную связь всех компонентов системы, включая персональный компьютер с программным обеспечением АКМ. Для связи с удаленным объектом из офиса или сервисного центра могут быть использованы такие возможности АКА 243, как поддержка телефонного или GSM модема, подключение к выделенной линии Интернета или к локальной вычислительной сети предприятия.

Для подключения к системе мониторинга непосредственно на объекте фирма "Эйркул" применяет недорогой блок АКА 241 (PC Gateway). Все приборы ADAP-KOOL соединяются трехпроводным кабелем по топологии "общая шина", управление и информационный обмен осуществляют-

ся по протоколам DUNBASS и LON фирмы Danfoss. Общая протяженность системы в случае применения специальных ретрансляторов может достигать нескольких километров.

К основным электронным блокам управления, входящим в стандартную комплектацию щитов управления холодильным оборудованием фирмы "Эйркул", можно отнести контроллеры производительности АКС 25Н1, ЕКС331Т, ЕКС 531D; контроллеры управления испарителем АКС 114-116, ЕКС 414А,С; электронные термостаты ЕКС 201, 301; электронный блок управления пилотным вентилем ЕКС 361; электронные блоки сбора данных АКЛ 111, АКЛ 25.

Применение данных приборов совместно с программным обеспечением АКМ на объектах, спроектированных фирмой "Эйркул", позволило оптимально настроить холодильное оборудование с минимальными временными затратами. Так, например, дистанционный мониторинг объекта и анализ основных характеристик холодильного агрегата в течение недели при различных нагрузках, позволяют добиться оптимальных настроек параметров "нейтральной зоны" (ширина, задержки включения-отключения) контроллера АКС 25Н1 и соответственно высокой точности поддержания температур, а следовательно минимизировать число циклов включения-выключения компрессоров.

Особо хочется отметить эффект от использования фирмой "Эйркул" электронного блока управления пилотным вентилем ЕКС 361, который обеспечивает управление давлением кипения на входе в испаритель в зависимости от

требуемой рабочей температуры, например в камере хранения. Такой метод, в отличие от традиционного способа управления соле-ноидом подачи жидкости, позволяет добиться точности поддержания температуры в камере порядка 0,1...0,2 °С. Применение приборов ЕКС 361 совместно с системой мониторинга позволяет проектировать многофункциональные камеры хранения продукции (например, для высокотемпературного и среднетемпературного режимов работы), в которых предусмотрено дистанционное изменение режима из сервисного центра или офиса фирмы.

Для проектирования надежных щитов управления с возможностью дистанционного контроля отдельных цепей автоматики, таких как аварийные прессостаты, реле контроля смазки, реле уровня масла или хладагента, реле защиты двигателя, датчики положения дверей и т.д., фирма "Эйркул" применяет в своих разработках электронные блоки сбора данных АКЛ 111 и АКЛ 25. Эти блоки являются универсальными средствами сбора и накопления данных измерений, передачи их по запросу на локальный или удаленный компьютер и формирования аварийных сигналов. Оба блока представляют собой многоканальные устройства, обеспечивающие подключение температурных датчиков Pt1000, сигналов состояния оборудования типа "сухой контакт" или ~ 100...220 В. Блок АКЛ 25 имеет возможность подключения электронных датчиков давления или измерительных приборов с нормированным выходным сигналом 0...5 В. Включая в состав проекта такие устройства, можно

Типовая, структурная схема системы мониторинга "ADAP-KOOL"

Основываясь на эксплуатационном опыте фирмы "Эйркул", можно утверждать, что система ADAP-KOOL дает практически неограниченный контроль над контроллерами Danfoss любого уровня сложности, включая возможность дистанционного перепрограммирования основных функций, входных и выходных контактов, типов датчиков, параметров регулирования, а также позволяет регистрировать и накапливать любые сочетания измеряемых величин, внутренних параметров и состояний всей системы в целом. Расширенные функции АКА 243 дают возможность легко, без использо-

Фирма "Эйркул" отслеживает динамичное развитие системы мониторинга ADAP-KOOL. В начале этого года компанией Danfoss были анонсированы контроллеры ЕКС 531D и ЕКС 414А,С. Первый представляет собой контроллер производительности, аналогичный АКС 25Н1, второй – контроллер управления испарителем, аналогичный АКС 114. Новые приборы при тех же функциях могут комплектоваться выносными блоками управления и индикации, использовать различные типы датчиков и подключаться к системе мониторинга по протоколу LON.

ного обеспечения АКМ обеспечивает работу совместно с распространенной системой мониторинга Danfoss M2 и новой линейкой контроллеров Danfoss AK2.

Более подробно ознакомиться с действующими системами мониторинга ADAP-KOOL можно в центральном офисе фирмы "Эйркул" в Санкт-Петербурге. Грамотные консультации специалистов всегда помогут найти ответы на интересующие потребителя вопросы. Фирма "Эйркул" предлагает деловое сотрудничество в области внедрения систем мониторинга всем заинтересованным предприятиям.

191123, Санкт-Петербург, ул. Шпалерная, 32-6Н
тел. +7(812) 327-3821, факс +7(812) 327-3345
info@aircool.ru, www.aircool.ru



Подробности на www.armacell.ru

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ ARMAFLEX® – ЛУЧШИЙ СРЕДИ АНАЛОГОВ

В марте 2004 г. на ключевой европейской выставке теплоизоляционных материалов ISO в немецком городе Висбадене, представляющей 120 участников из 11 стран мира, компания ARMACELL была удостоена международной награды в области качества ISO Award 2004. Международное жюри признало теплоизоляционный материал ARMAFLEX® лучшим среди аналогов, объяснив свое решение так: "Изобретение материала ARMAFLEX® – первого гибкого изоляционного материала в мире – ознаменовало рождение целой отрасли гибкой технической теплоизоляции. ARMAFLEX® обладает превосходными техническими характеристиками, которые неизменно только улучшаются".



На сегодняшний день материалы серии ARMAFLEX® заслуженно считаются лучшими профессиональными теплоизоляционными материалами для изолирования объектов с температурой носителя -200...+175 °С, обладающими совокупностью нижеперечисленных характеристик:

- ✓ предельно низкая теплопроводность (в частности, по заключению НИИ Мосстрой $\lambda = 0,033 \text{ Вт/(м·К)}$ при 0 °С);
- ✓ высокое сопротивление паропроницанию ($\mu=19600$ по результатам исследований Института FIW, Мюнхен, Германия, 04.04.2003 R-75/02);
- ✓ технически обоснованная толщина стенок теплоизоляционной трубки (чтобы выдерживались расчетные параметры, толщина теплоизоляции должна расти при увеличении диаметра трубопровода);
- ✓ стабильность технических характеристик материала благодаря постоянному мониторингу качества, осуществляемому независимым органом по сертификации MPA NRW (Германия);
- ✓ гарантия безупречной прочности клеевых соединений при использовании оригинального клея Armaflex 520;
- ✓ широкий ассортимент изделий (трубки, пластины, полосы, рулоны в обычном и самоклеящемся исполнении, а также ленты). Самоклеящиеся трубки позволяют сэкономить до 50% трудозатрат на монтаж;
- ✓ высокая гибкость и удобство монтажа.

Центром Госсанэпиднадзора г. Москвы материал признан соответствующим санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам России. Согласно требованиям пожарной безопасности, установленным НПБ 244-97, ARMAFLEX® имеет группу горючести Г1 по ГОСТ 30244-94.

Одно время существовало мнение, что материал с такими высокими характеристиками просто не может иметь невысокую цену. Однако покупатели ARMAFLEX® вполне довольны новыми (с 2003 г.) ценами на этот материал, понимая, что значительно выигрывают в соотношении цена/качество. Приятным моментом для потребителей также является доступность материала на складах официальных дистрибьюторов, что позволяет сократить сроки поставок. Поэтому объем продаж данного материала постоянно растет.

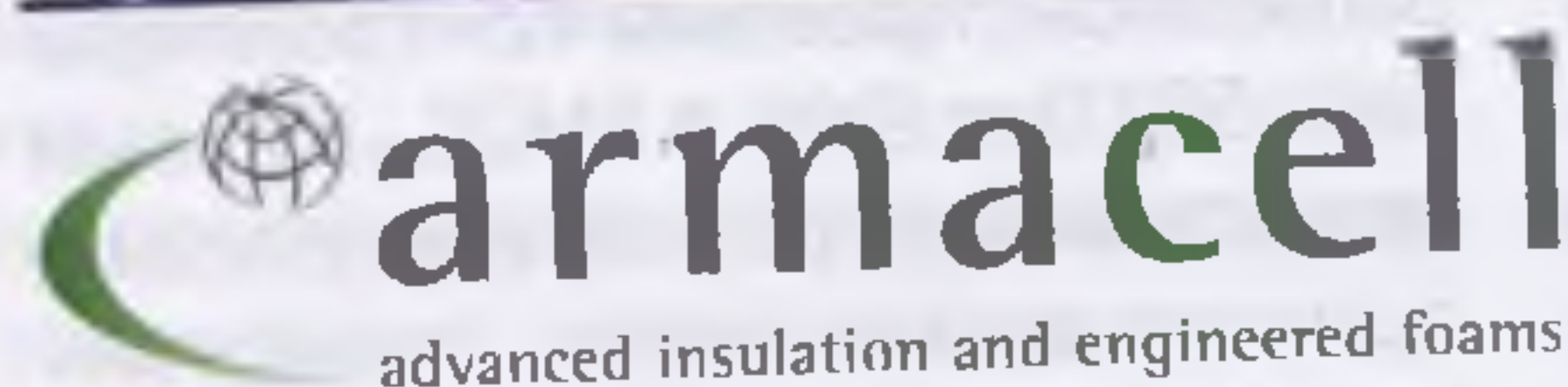
Вышесказанное объясняет, почему

профессионалы своего дела и фирмы с мировым именем отдают предпочтение именно материалу ARMAFLEX®. Он использовался в выставочных автосалонах компаний "VOLKSWAGEN", "MERCEDES", "BMW" и др.; в известных отелях "Hilton", "Sheraton", "Savoy", "Radisson", "Novotel", "Hyatt"; применялся фармацевтическими компаниями "BAYER", "KRKA" (в том числе и в России). Кондитерские предприятия "РОССИЯ", "MARS" и "NESTLE", Дом Правительства и Центробанк России, Кремлевский дворец съездов, международные аэропорты по всему миру, трансконтинентальные круизные лайнеры и многие другие объекты, где требуется высоконадежная теплоизоляция, – вот лишь некоторые примеры использования материалов серии ARMAFLEX®.

Уникальный температурный диапазон применения материалов позволяет использовать их на таких высокотехнологичных предприятиях, как "Криогенмаш" (системы с жидким азотом) и на многих других, связанных с производством и транспортировкой сжиженных газов (г. Нижний Тагил).

Представительство и официальные партнеры компании ARMACELL в России готовы предоставить всю информацию по вопросам теплоизоляции

Тел.: (095) 956-77-93,
www.armacell.com,
www.armacell.ru,
office@armacell.ru



THE MAKERS OF
Armaflex
Tubolit
Oka - Products



Вся продукция компании ARMACELL реализуется на территории стран СНГ через сеть официальных дистрибьюторов:

Москва (Россия)
"Тепло Технолоджи"
"Точка Росы"
"ЮкоВнешТорг"
С.-Петербург (Россия)
"Тепло Изоляционные Материалы"
Астана (Казахстан) "Saulet"
Киев (Украина) "Сивар"

(095) 777-42-32, 176-05-91, 176-05-92
(095) 259-10-29, 259-13-54
(095) 234-30-50, 730-41-99
(812) 166-42-80, 167-15-41, 112-42-80
+7 (3172) 32-39-48, 32-45-02
+38 (044) 567-22-64/65



CARRIER ПРЕДСТАВЛЯЕТ: ХОЛОДИЛЬНЫЕ МАШИНЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

История успеха серии чиллеров Aquasnap – это более 20 000 машин, работающих на всех континентах. Carrier представляет новый ряд чиллеров серии Aquasnap 30RB (только холод, 14 типоразмеров, до 760 кВт) и 30RQ (теплохолод, 8 типоразмеров, до 490 кВт). Целью их разработки было создание модели с новыми свойствами и возможностями для любых нужд и областей применений.

Серия Aquasnap Puron – это комбинация технологических инноваций системы “free-cooling” (свободный холод), теплорекуперации и высокоэффективной работы чиллера в режиме теплового насоса. Характеристики серии Aquasnap Puron превосходят Европейские требования по энергосбережению (“Energy Performance of Building Directive”), которые вступают в силу в 2006 г.

Семь лет назад, предвидя уже-
сточение экологических требо-
ваний, компания Carrier перешла
на озонобезопасный хладагент
R410A, которому было присвое-
но название Puron. Сначала он
был использован в бытовых кон-
диционерах, а затем и в новой
серии коммерческих и промыш-
ленных чиллеров Aquasnap
Puron.

R410A – это зеотропная смесь R32 (50%) и R125 (50%) со стабильными термодинамическими свойствами. Чиллеры серии Aquasnap Puron, работающие на R410A, позволяют получить большую холодопроизводительность при меньших энергозатратах, тем самым косвенно снижая эффект глобального потепления от выброса CO₂ в атмосферу. Carrier также применяет в производстве материалы, поддающиеся вторичной переработке. Заводы компа-

нии сертифицированы по стандарту ISO14001.

Для снижения уровня шума и минимизации поверхности теплообменников были рассмотрены различные схемы расположения конденсаторов. В результате была выбрана V-образная схема с углом развала 50° . Только данный угол развала обеспечивает равномерный поток воздуха через всю поверхность конденсатора, что оптимизирует теплообмен и скорость прохода воздуха.

В чиллерах серии Aquasnap Puron использована уже четвертая модификация вентиляторов "Flying Bird", разработанные Carrier. Их изготавливают из композитных материалов, поддающихся вторичной переработке. Расположение и форма лопастей исключают турбулентцию и дают возможность оптимизировать шумовые характеристики во всем рабочем диапазоне без "пиков" на низких частотах. Внешнее кольцо, закрепленное на лопастях вентилятора, существенно снижает утечку воздуха между ними и обмоткой. В сочетании с новыми высокоэффективными электродвигателями это снижает энергетические затраты по сравнению с обычными вентиляторами в среднем на 35 %.

Применив спиральные компрессоры в чиллерах мощностью 760 кВт, Carrier стал первопроходцем в борьбе с шумом. Конструктивный принцип устройства спирального компрессора гарантирует более стабильное давление в результате чего снижаются вибрации и шум. Компрессоры низкого контура устанавливаются в единое антивибрационное основание, к которому жестко крепятся также нагнетательный трубо-



Энергосберегающие режимы приготовления приточного воздуха в комфортных системах кондиционирования

Д-р техн. наук, проф. **О.Я. КОКОРИН**
МГСУ
В.В. КОМИССАРОВ, А.В. САФРОНОВ
фирма "Вента"

In comfort air conditioning systems during preparation of the inlet outside air its humidification is necessary. The company "Venta" has developed and produces a compact apparatus for adiabatic humidification; its use in systems of ventilation and air conditioning leads to reduction of operational and capital expenditures.

В помещениях жилых и административно-общественных зданий необходимо обеспечивать температуру, влажность, газовый состав и чистоту воздуха на уровне теплового комфорта [2]. Эти требования выполняют системы комфортного кондиционирования [1].

Для обеспечения комфортного газового состава и чистоты внутреннего воздуха в помещения подается наружный воздух, а загазованный и загрязненный воздух удаляется вытяжными системами.

По [2] норма приточного наружного воздуха составляет 3 м³/ч на 1 м² жилого помещения, в административных зданиях санитарная норма приточного наружного воздуха составляет 60 м³/(чел · ч).

Наиболее благоприятные санитарно-гигиенические качества воздуха в обитаемой зоне помещений обеспечиваются при подаче приточного наружного воздуха в зону нахождения людей [1, 4]. Вытяжка загазованного и отепленного воздуха осуществляется под потолком помещений. Такой принцип организации воздухообмена в обслуживаемых СКВ помещениях называется вытесняющей вентиляцией. Он позволяет сократить расход энергии на 10 %. Температуру (°C) удаляемого под потолком воздуха в схеме вытесняющей вентиляции вычисляют по формуле

$$t_y = K_L (t_n - t_a) + t_a \quad (1)$$

где t_n — температура внутреннего воздуха; t_a — температура приточного воздуха; K_L — показатель, зависящий от условий поступления тепловыделений в помещения (в работе [1] представлен в виде графической зависимости). Для административных помещений $K_L = 2,3$ [1, 4].

Нормируемые комфортные параметры воздуха для труда и отдыха людей можно выделить в виде сектора на $I-d$ -диаграмме влажного воздуха (рис. 1). В теплый период года комфортная температура t_n может колебаться в пределах 23...25 °C, относительная влаж-

ность $\phi_n = 30-60$ %. В холодный и переходный периоды года $t_{вх} = 20...22$ °C при $\phi_{вх} = 30-45$ % ([2] — приложение 5 на с. 40).

Пунктирной линией $H-H_n$ на рис. 1 показаны усредненные значения круглогодичного изменения параметров наружного воздуха (по параметрам Б для климата Москвы [2]).

В теплый период года согласно данным приложения 8 [2] средняя суточная амплитуда температуры наружного воздуха в климате Москвы составляет $\Delta t_{н.сут} = 10,4$ °C. Температура приточного наружного воздуха в ночные часы будет

$$t_{н.ноч} = t_n - \Delta t_{н.сут} = 28,5 - 10,4 = 18,1 \text{ °C}.$$

В ночные часы приточный наружный воздух в теплый период года является наиболее дешевым и энергетически целесообразным естественным источником холода. Проведем анализ особенностей формирования теплового режима в климате Москвы в административном помещении площадью 20 м² с окном в наружной стене, ориентированной на юг. В помещении с 9 ч утра до 19 ч вечера находятся три человека, работающие на компьютере. Явные тепловыделения от людей и компьютеров в рабочие часы постоянны и равны $Q_{л+ком} = 520$ Вт. По санитарным нормам [2] в это помещение должно поступать $l_{пн} = 60 \cdot 3 = 180$ м³/ч приточного наружного воздуха. Охлажденный приточный воздух подается в обитаемую зону от местного вентиляционного или эжекторного доводчика [1] с температурой не ниже $t_n = 19$ °C. Вытяжка отепленного и загазованного воздуха осуществляется под потолком и температура вытяжного воздуха по формуле (1) при $t_n = 21$ °C составит

$$t_y = 2,3 \cdot (25 - 21) + 21 = 30,2 \text{ °C}.$$

Для поглощения постоянных явных тепловыделений температура приточного наружного воздуха должна быть

$$t_{пн} = t_y - \frac{Q_{л+ком} \cdot 3,6}{l_{пн} \rho_{пн} c_p} = 30,2 - \frac{520 \cdot 3,6}{180 \cdot 1,2 \cdot 1} = 21,5 \text{ °C},$$

где $\rho_{пн}$ — плотность приточного наружного воздуха кг/м³;

c_p — теплоемкость воздуха, Дж/(кг · К).

Влаговыведения в помещении (от людей) равны $W_{вл} = 3 \cdot 115 = 345$ г/ч. Влагосодержание удаляемого воздуха будет

$$d_y = d_{пн} + \frac{W_{вл}}{l_{пн} \rho_{пн}} = 10 + \frac{345}{180 \cdot 1,2} = 11,6 \text{ г/кг}.$$

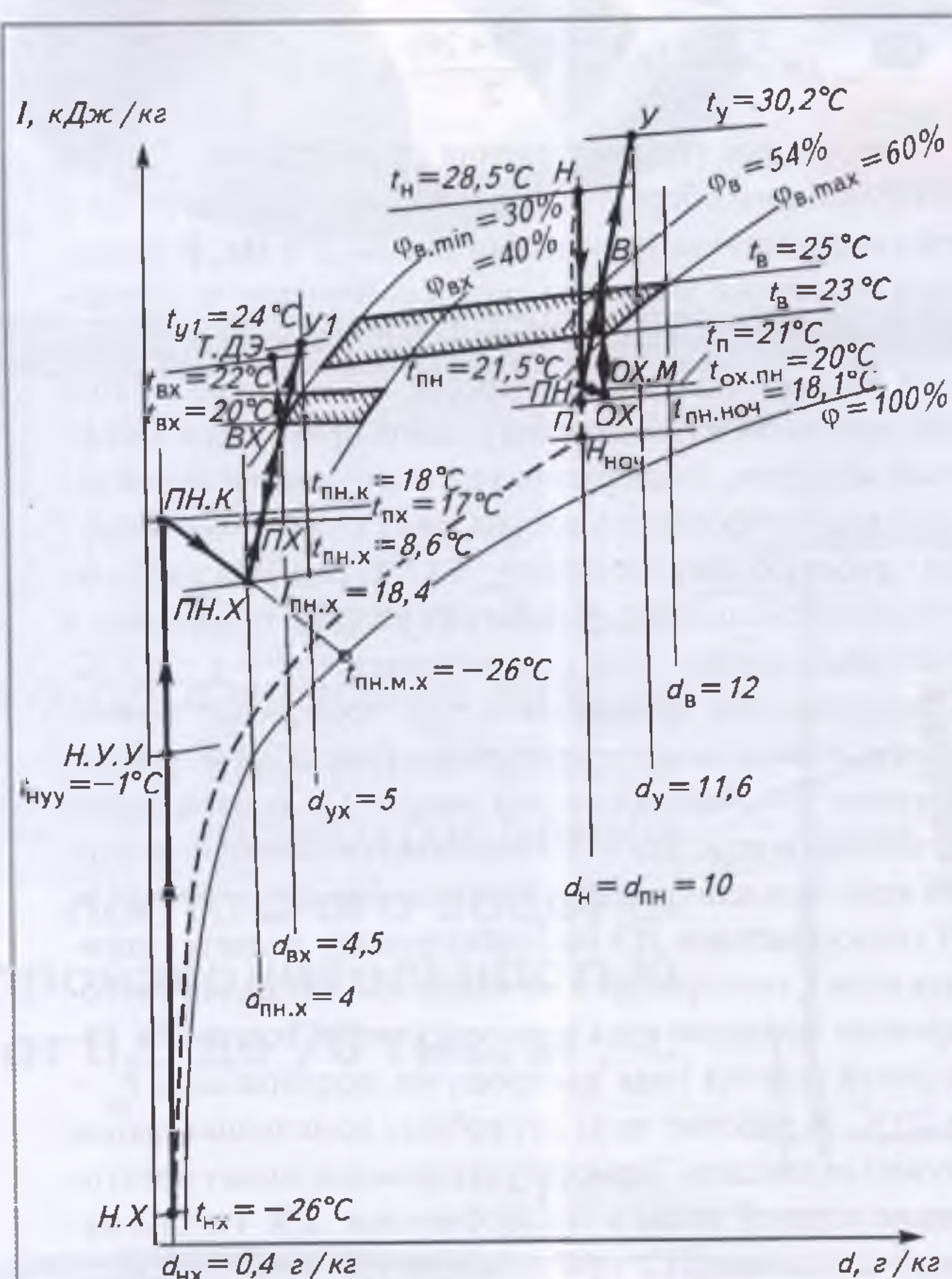


Рис. 1. Построение на I—d-диаграмме круглогодичных режимов работы системы комфортного кондиционирования:

Н–НХ – усредненные значения круглогодовых изменений параметров наружного воздуха в климате Москвы.

Теплый период года:

Н–Н₁₀₀₀ – суточные изменения параметров наружного воздуха; Н–ОХ – охлаждение санитарной нормы приточного наружного воздуха в воздухоохладителе центрального приточного агрегата; ОХ – ПН – нагрев в вентиляторе и приточных воздуховодах; ПН–В–У – поглощение охлажденным приточным наружным воздухом тепло- и влаговыделений в помещении; В–ОХ.М – охлаждение внутреннего воздуха в теплообменнике местного эжекционного доводчика (ДЭ); ОХ.М–В – поглощение теплоизбытков охлажденным в ДЭ внутренним воздухом; ОХ.М–ПН–П – смешение в ДЭ приточного наружного и охлажденного внутреннего воздуха.

Холодный период года:

*НХ–Н.УУ – нагрев приточного наружного воздуха
теплотой вытяжного воздуха в установке утилизации;
Н.УУ–ПН.К – нагрев в калорифере первого подогрева;
ПН.К–ПН.Х – адиабатное увлажнение; ПН.Х–ПХ–В.Х –
смещение в доводчике эжекционном; ПН.Х–У1 –
поглощение тепло- и влаговыведений в обслуживаемом
помещении*

Энергетически целесообразно охлаждать приточный наружный воздух при постоянном влагосодержании $d_{\text{вн}} = d_{\text{н}} = 10$ г/кг (см. рис. 1). В месте пересечения изо-термы $t_y = 30,2$ °С и $d_y = 11,6$ г/кг находим на $I-d$ -диаграмме точку У. Соединяем прямой линией точки У и ПН. Из построения на рис. 1 видим, что эта прямая проходит через сектор комфортных параметров внутреннего воздуха в теплый период года и параметры точки В равны: $t_{\text{в}} = 25$ °С; $\phi_{\text{в}} = 54$ %.

Вторым значительным источником поступления явного тепла в помещение является проникающая через окно теплота солнечной радиации. С 9 ч утра до 19 ч вечера через окно в помещение поступает теплота солнечной радиации, которая достигает максимума в полуденные часы и обуславливает нагрев строительных конструкций, мебели, служебного оборудования. По условиям теплового комфорта для человека температуру на окружающих поверхностях необходимо поддерживать не выше 26 °С.

На графике рис. 2 показаны суточные изменения теплового режима в административном помещении в теплый период года в климате Москвы.

Центральный приточный агрегат работает круглосуточно. С 19 ч вечера до 8 ч утра ($\tau_{\text{ноч.х}} = 13 \text{ ч}$) в помещение подается приточный наружный воздух с темпера-

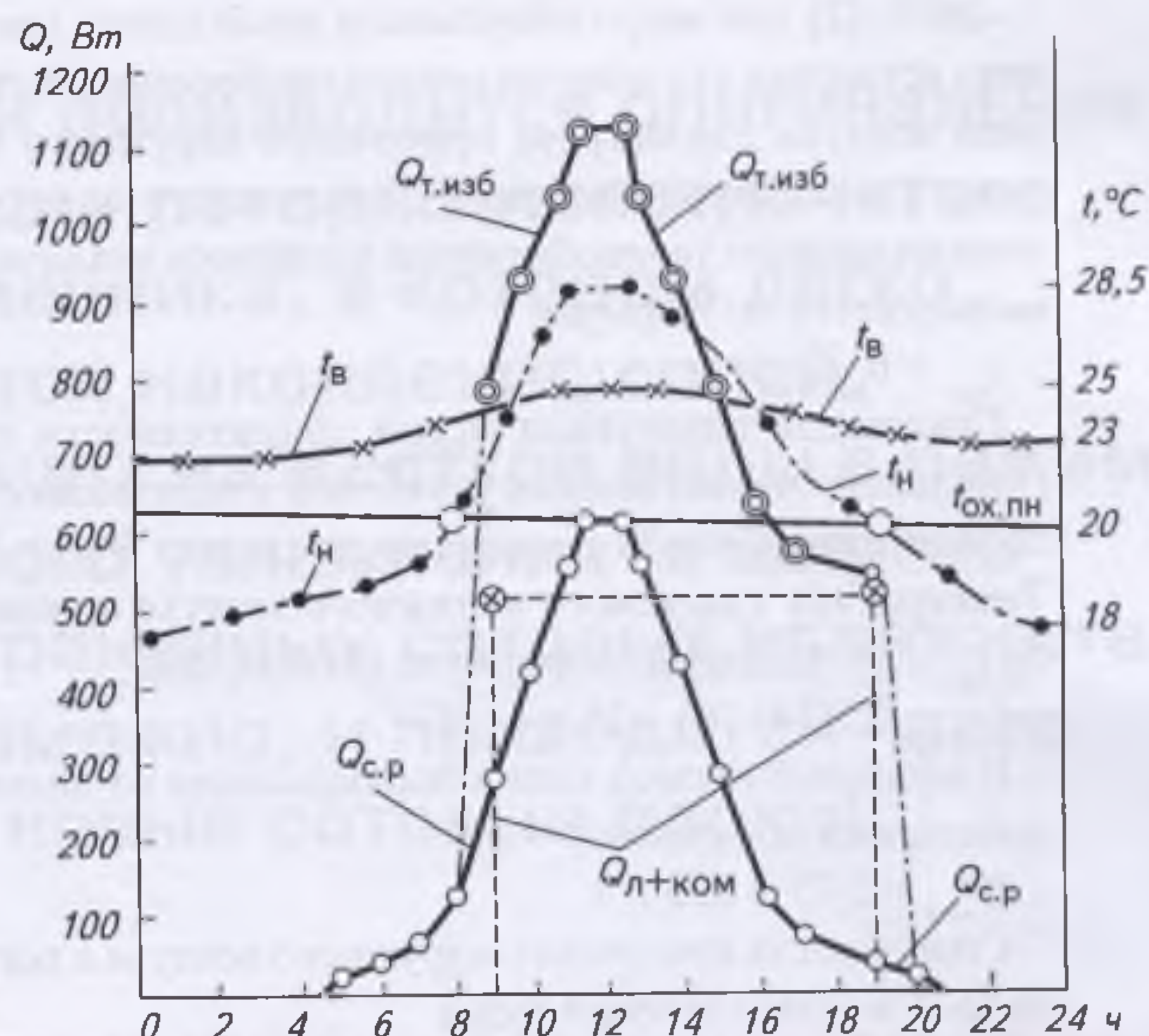


Рис. 2. Суточные изменения теплового режима в административном помещении с окном на юг в климате Москвы в теплый период года:

$t_{\text{в}}$ — температура воздуха в рабочей зоне; $t_{\text{н}}$ — температура наружного воздуха; $t_{\text{ох.пр.}}$ — температура охлажденного приточного наружного воздуха; $Q_{\text{л+ком}}$ — постоянные поступления явного тепла от людей и работы служебного оборудования; $Q_{\text{ср}}$ — теплота проникающей в помещение солнечной радиации; $Q_{\text{т.изб}}$ — суммарные теплоизбытки в помещении

турой ниже $t_{\text{н}} = 21,5^\circ\text{C}$ без потребления искусственного холода. За это время холодом наружного воздуха отводится от ограждающих внутренних строительных конструкций, мебели, служебного оборудования накопившееся за дневные часы тепло в количестве:

$$Q_{\text{х,ноч}} = \tau_{\text{ноч.х}} l_{\text{пн}} \rho_{\text{пн}} c_p (t_{\text{у}} - t_{\text{пн}}) / 3,6 = 13 \cdot 180 \cdot 1,2 \cdot 1 \times (27 - 20) / 3,6 = 5,46 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Ночной холод $Q_{\text{х,ноч}}$ обеспечит снижение температуры поверхностей внутренних строительных конструкций, мебели, служебного оборудования с 26 до 23°C .

Ночное охлаждение помещений позволяет уменьшить установочную мощность холодильных машин и потребление электроэнергии на выработку холода в системе кондиционирования.

Подача холодной воды с температурой 12°C в теплообменник местного доводчика для охлаждения внутреннего воздуха регулируется датчиками контроля верхнего комфортного уровня температуры в рабочей зоне $t_{\text{в}} = 25^\circ\text{C}$, размещенными в каждом помещении.

В переходный период года при $t_{\text{н}}$ от 20°C и ниже не требуется расхода холода в центральном приточном агрегате. При $t_{\text{н}} \approx 10^\circ\text{C}$ температура воздуха в рабочей зоне помещения поддерживается на нижнем уровне теплового комфорта (см. нижний заштрихованный сектор на рис. 1).

В холодный период года в климате Москвы при $t_{\text{нх}} = -26^\circ\text{C}$ [2] для энергосбережения необходимо применять установку утилизации теплоты выбросного вытяжного воздуха для нагрева приточного наружного воздуха. Температура нагрева ($^\circ\text{C}$) наружного воздуха в теплоотдающем теплообменнике установки утилизации вычисляется по формуле

$$t_{\text{н.уу}} = \theta_{\text{уу}} (t_{\text{ул}} - t_{\text{нх}}) + t_{\text{нх}}. \quad (2)$$

Показатель теплотехнической эффективности оригинальных отечественных установок утилизации с насосной циркуляцией антифриза достигает $\theta_{\text{уу}} = 0,5$. Температуру удаляемого вытяжного воздуха принимаем $t_{\text{ул}} = 24^\circ\text{C}$. Тогда по формуле (2) получим

$$t_{\text{н.уу}} = 0,5(24 + 26) - 26 = -1^\circ\text{C}.$$

В холодный период года влаговыделения от людей в помещении составляют

$$W_{\text{вл.х}} = 3 \cdot 75 = 225 \text{ г/ч}.$$

Способность приточного наружного воздуха к поглощению влаговыделений будет

$$\Delta d_{\text{ас х}} = \frac{W_{\text{вл.х}}}{l_{\text{пн}} \rho_{\text{пн}}} = \frac{225}{180 \cdot 1,23} = 1 \text{ г/кг}.$$

При выполнении современных требований по теплозащите зданий [3] приведенное термическое сопротивление наружных ограждающих конструкций жилых и административно-общественных зданий будет не менее $R_0 = 2 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$. В рассматриваемом помещении административного здания поверхность наружных ограждений $F_{\text{н}} = 10 \text{ м}^2$. Теплотери при разности температур ($t_{\text{н}} - t_{\text{нх}}$) через наружные ограждения в расчетном режиме в холодный период составляют

$$Q_{\text{т.пот.тр}} = \frac{F_{\text{н}} (t_{\text{в}} - t_{\text{нх}})}{R_0} = \frac{10(20 + 26)}{2} = 230 \text{ Вт}.$$

Постоянные тепловыделения от работающих людей и служебного оборудования в холодный период года в рассматриваемом помещении равны 610 Вт . В холодные солнечные дни через окно в помещение может поступать в час до 460 Вт теплоты проникающей солнечной радиации. Поэтому энергетически целесообразно теплоизбытки из помещения удалять приточным наружным воздухом, температура которого лимитируется условиями комфортного поступления приточного воздуха в рабочую зону (не ниже $t_{\text{пх}} \leq 17^\circ\text{C}$ [2]). Для вытесняющей вентиляции [1, 4] рабочий перепад температур в холодный период года ограничивается $t_{\text{вх}} - t_{\text{пх}} = 3^\circ\text{C}$. Отечественная промышленность производит оригинальные эжекционные доводчики типа ДЭ-1-6-180 [1], которые устанавливают под окном. От центрального приточного агрегата к ДЭ подводится санитарная норма приготовленного наружного воздуха $l_{\text{пн}} = 180 \text{ м}^3/\text{ч}$. В теплообменник ДЭ по трубопроводу подается горячая вода с температурой не выше $45 \dots 50^\circ\text{C}$. На трубопроводе предусмотрен терморегулятор, который в холодный период года настроен на поддержание $t_{\text{вх}} = 20^\circ\text{C}$. В рабочие часы служебные помещения здания нужно охлаждать. Терморегулятор перекрывает поступление горячей воды в теплообменник ДЭ. Тогда в камере смешения ДЭ при температуре эжектируемого внутреннего воздуха $t_{\text{вс}} = 20^\circ\text{C}$ температура смеси приточного воздуха должна быть не ниже $t_{\text{пх}} = 17^\circ\text{C}$.

Вычисляем допустимую температуру подогретого и увлажненного приточного наружного воздуха $t_{\text{пн.х}}$ при коэффициенте эжекции в отечественной конструкции ДЭ, равном $K_{\text{э}} = 2,8$ [2]:

$$t_{\text{пн.х}} = t_{\text{пх}} (1 + K_{\text{э}}) - K_{\text{э}} t_{\text{в.х}} = 17(1 + 2,8) - 2,8 \cdot 20 = 8,6^\circ\text{C}.$$

На рис. 1 от линии $d_{\text{вх}} = 4,5 \text{ г/кг}$ откладываем $0,5 \text{ г/кг}$ и находим влагосодержание приточного наружного воздуха $d_{\text{пн.х}} = 4 \text{ г/кг}$. В месте пересечения с изотермой $t_{\text{пн.х}} = 8,6^\circ\text{C}$ определяем точку ПН.Х с энтальпией $l_{\text{пн.х}} = 18,4 \text{ кДж/кг}$ и температурой по мокрому термометру $t_{\text{пн.м.х}} = 5^\circ\text{C}$. В калорифере приточного агрегата наружный воздух в расчетном режиме холодного периода года должен быть нагрет до $t_{\text{пн.к}} = 18^\circ\text{C}$, что позволяет получить требуемую энтальпию $l_{\text{пн.к}} = l_{\text{пн.х}} = 18,4 \text{ кДж/кг}$.

Требуемые температура и влажность приточного воздуха в точке ПН.Х достигаются в режиме адиабатного увлажнения в блоке с орошаемым слоем оригинальной отечественной конструкции, разработанном и произведен фирмой "Вента", с различными показателями эффективности режима адиабатного увлажнения E_a , вычисляемыми по формуле

$$E_a = \frac{t_{\text{пн.к}} - t_{\text{пн.х}}}{t_{\text{пн.к}} - t_{\text{пн.м.х}}}.$$

Для расчетного режима (в левой части рис. 1)

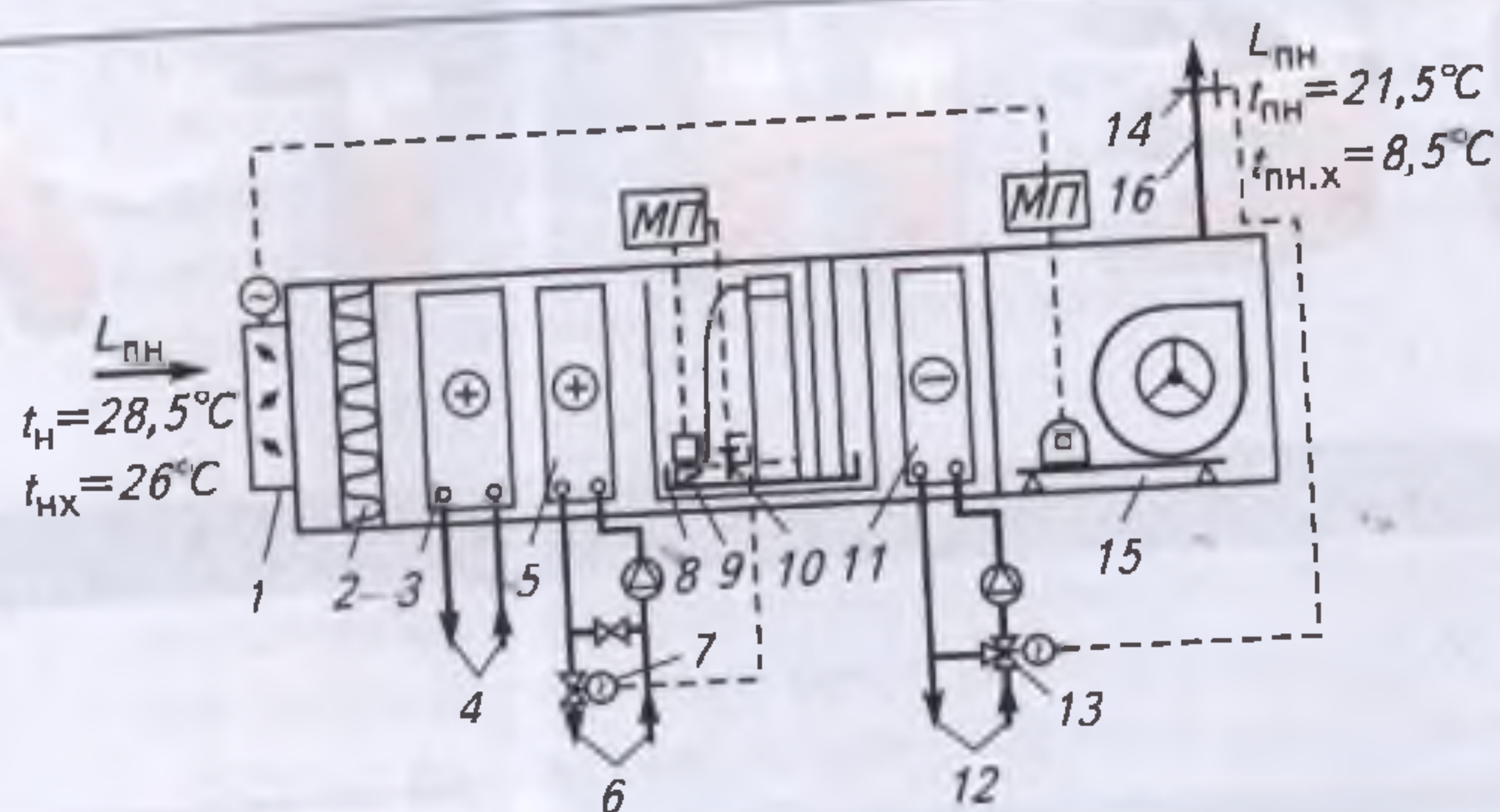


Рис. 3. Схема приточного агрегата из блоков кондиционеров СТА фирмы "Вента":

- 1 – воздушные клапаны, заблокированные с магнитным пускателем МП вентиляторного блока; 2 – воздушный фильтр;
- 3 – теплоотдающий теплообменник установки утилизации;
- 4 – соединительные трубопроводы к теплоизвлекающему теплообменнику в вытяжном агрегате; 5 – калорифер;
- 6 – трубопроводы циркуляции горячей воды через калорифер;
- 7 – автоматический клапан, управляемый от датчика контроля минимального значения температуры приточного наружного воздуха по мокрому термометру $t_{пн.м.х}$; 8 – блок адиабатного увлажнения с орошаемым слоем; 9 – насос циркуляции воды; 10 – датчик контроля $t_{пн.м.х}$, связанный проводами с автоматическим клапаном 7 и насосом 9;
- 11 – воздухоохладитель; 12 – трубопроводы циркуляции холодной воды; 13 – автоматический клапан, связанный с датчиком 14 контроля $t_{пн}$; 15 – приточный вентилятор; 16 – приточный воздуховод к местным ДЭ в помещениях

$$E_a = \frac{18 - 8,6}{18 - 5,0} = 0,72.$$

Фирма "Вента" производит блоки адиабатного увлажнения с $E_a = 0,7; 0,8$ и $0,9$ для центральных кондиционеров типа СТА.

В холодный период года энергетически целесообразно в ночные и вечерние часы (когда в служебных помещениях нет людей) останавливать приточные и вытяжные агрегаты. Задачи дежурного отопления помещений будут выполнять теплообменники ДЭ, нагревающие внутренний воздух в режимах естественной конвекции [1]. На рис. 1 режим дежурного отопления изображен линией ВХ – ТДЭ (в левой части построения).

На рис. 3 представлена схема приточного агрегата из блоков кондиционеров СТА, производимых фирмой "Вента". В холодный период года приточный наружный воздух, количество которого $L_{пн}$ определяется числом ДЭ в обслуживаемых помещениях здания, поступает от вентилятора 15 через открытые створки воздушного клапана 1 в фильтр 2 для очистки. Теплообменник 3 установки утилизации обеспечивает первоначальный нагрев приточного наружного воздуха теплотой вытяжного воздуха, передаваемого в теплоизвлекающем теплообменнике вытяжного агрегата (на схе-

ме рис. 3 не показан) антифризу, циркулирующему по соединительным трубопроводам 4 [1]. Догрев приточного наружного воздуха до энтальпии $I_{пн.х}$ осуществляется в калорифере 5, через который по трубопроводам 6 циркулирует горячая вода. Расход ее через калорифер 5 регулируется автоматическим клапаном 7, управляемым датчиком 10 контроля температуры приточного наружного воздуха по мокрому термометру $t_{пн.м.х} \approx 5,0^\circ\text{C}$. В блоке адиабатного увлажнения 8 от насоса 9 подается вода, орошающая слой из тонкой древесной стружки (осиновой или сосновой), которая быстро принимает температуру $t_w \approx t_{пн.м.х}$, контролируемую датчиком 10. При повышении $t_w > t_{пн.м.х} = 5,0^\circ\text{C}$ датчик 10 подает команду на остановку двигателя насоса 9, закрытие автоматического клапана 7 и прекращение режима адиабатного увлажнения приточного воздуха.

При температуре наружного воздуха от 8 до 21°C (это до 40 % времени работы приточного агрегата за год) энергия на выработку тепла или холода для приточного воздуха не расходуется.

При температурах $t_n \geq 21^\circ\text{C}$ приточный агрегат работает в режиме "лето". По трубопроводам 12 к воздухоохладителю 11 подается холодная вода, расход которой регулируется клапаном 13 по команде датчика 14.

В обслуживаемых помещениях под окнами установлены эжекционные доводчики (ДЭ), к которым по трубопроводам от приточного воздуховода 16 подводится самотеком вода. ДЭ соединены с теплообменниками ДЭ, являющимися центральными источниками тепло- и холодоснабжения. Тепловая производительность теплообменников ДЭ зимой и холодопроизводительность летом регулируются условиями поддержания комфортной температуры воздуха в рабочей зоне помещения. Зимой настройка минимального терморегулятора производится на минимальную комфортную температуру $t_{нх} = 20^\circ\text{C}$, а летом – на максимальную $t_n = 25^\circ\text{C}$.

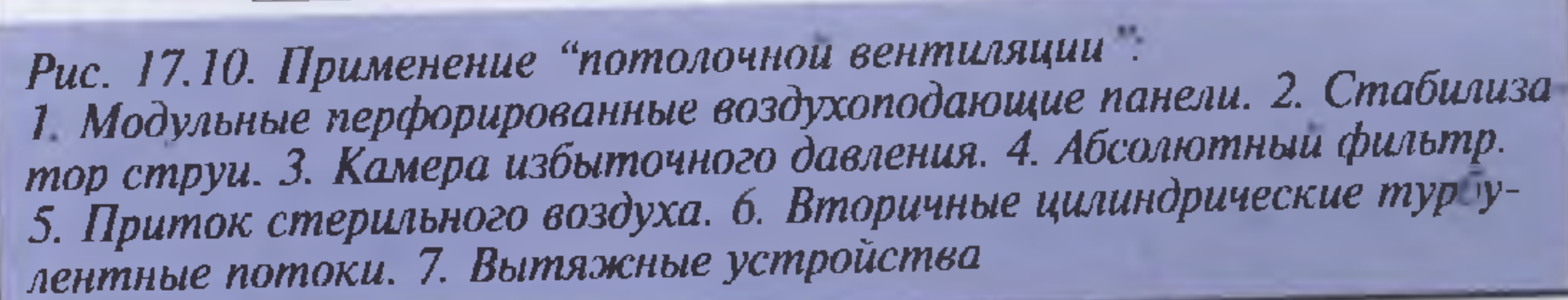
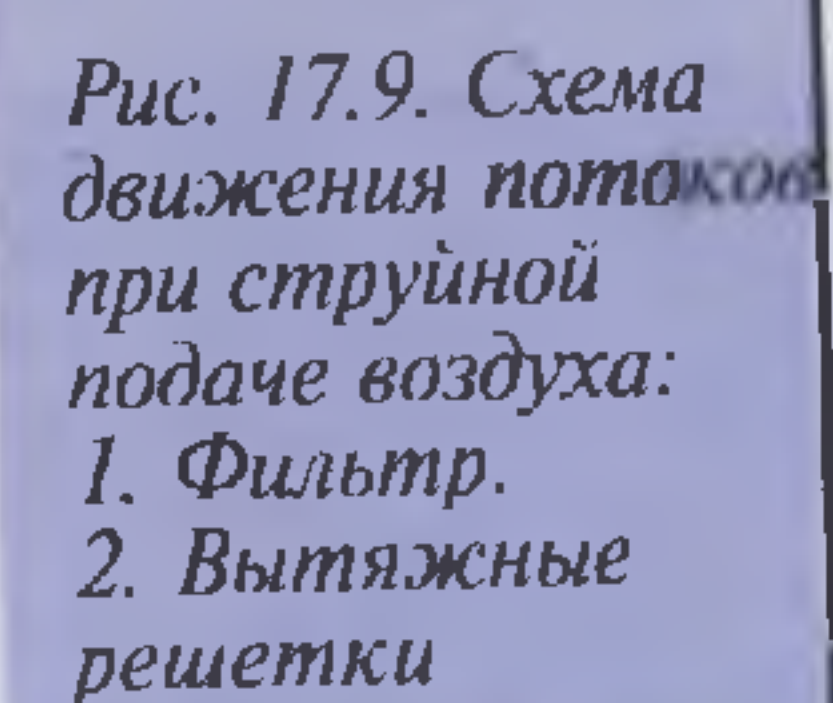
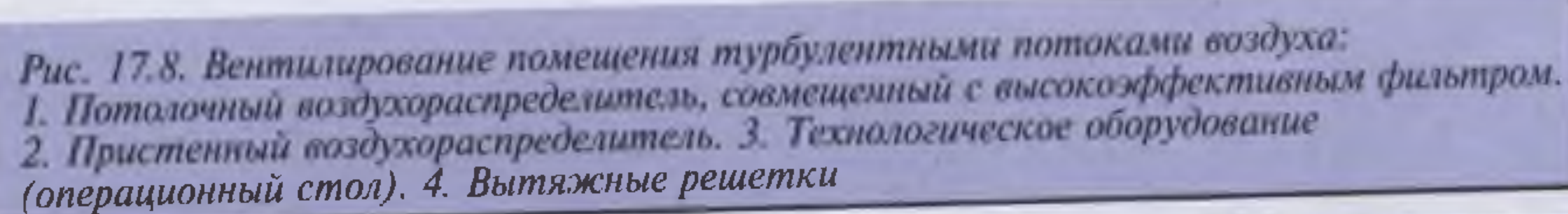
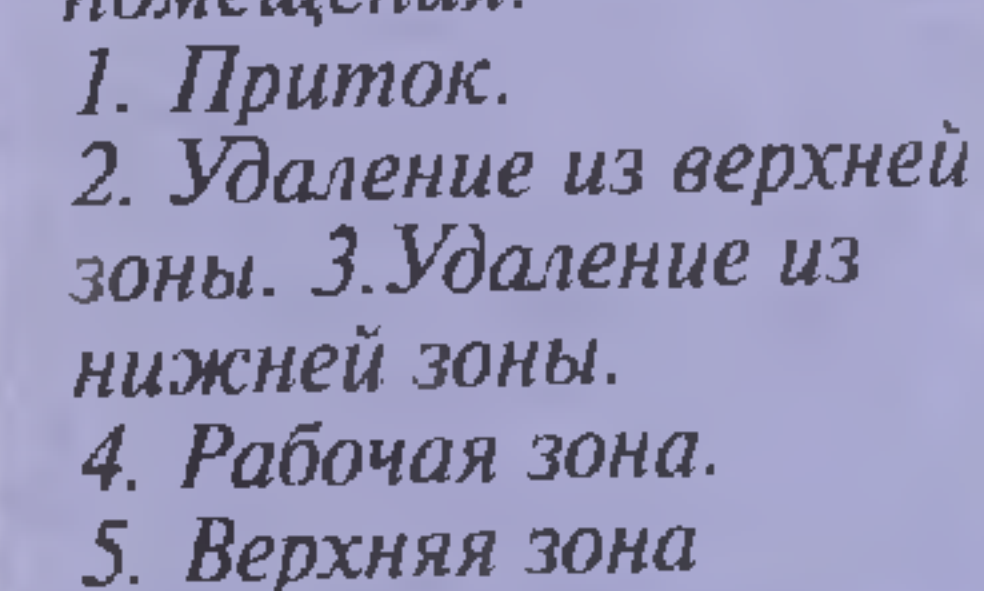
Фирма "Вента" проектирует системы кондиционирования по энергосберегающей технологии круглогодичного функционирования для различных типов зданий. Фирма производит оригинальное отсечественное оборудование, монтирует и налаживает его; проводит обучение персонала методам правильной эксплуатации и обслуживания систем кондиционирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кокорин О.Я. Современные системы кондиционирования воздуха. – М.: Физматлит, 2003.
2. СНиП 2.04.05–91*. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – М.: ГУП ЦПП, 1998.
3. СНиП 23–02–2003. Тепловая защита зданий. Госстрой России, 2004.
4. Справочное руководство № 1. Вытесняющая вентиляция в непроизводственных зданиях. – М.: Пресс, 2003.

34

В "**турбулентно вентилируемом**" помещении воздух, очищенный в фильтрах, следует подавать через воздухо-распределители, установленные в потолке или в верхней зоне стены, которые должны сводить до минимума сквозняки, вызванные высокими скоростями перемещения воздуха. Потоки воздуха распространяются в различных на-



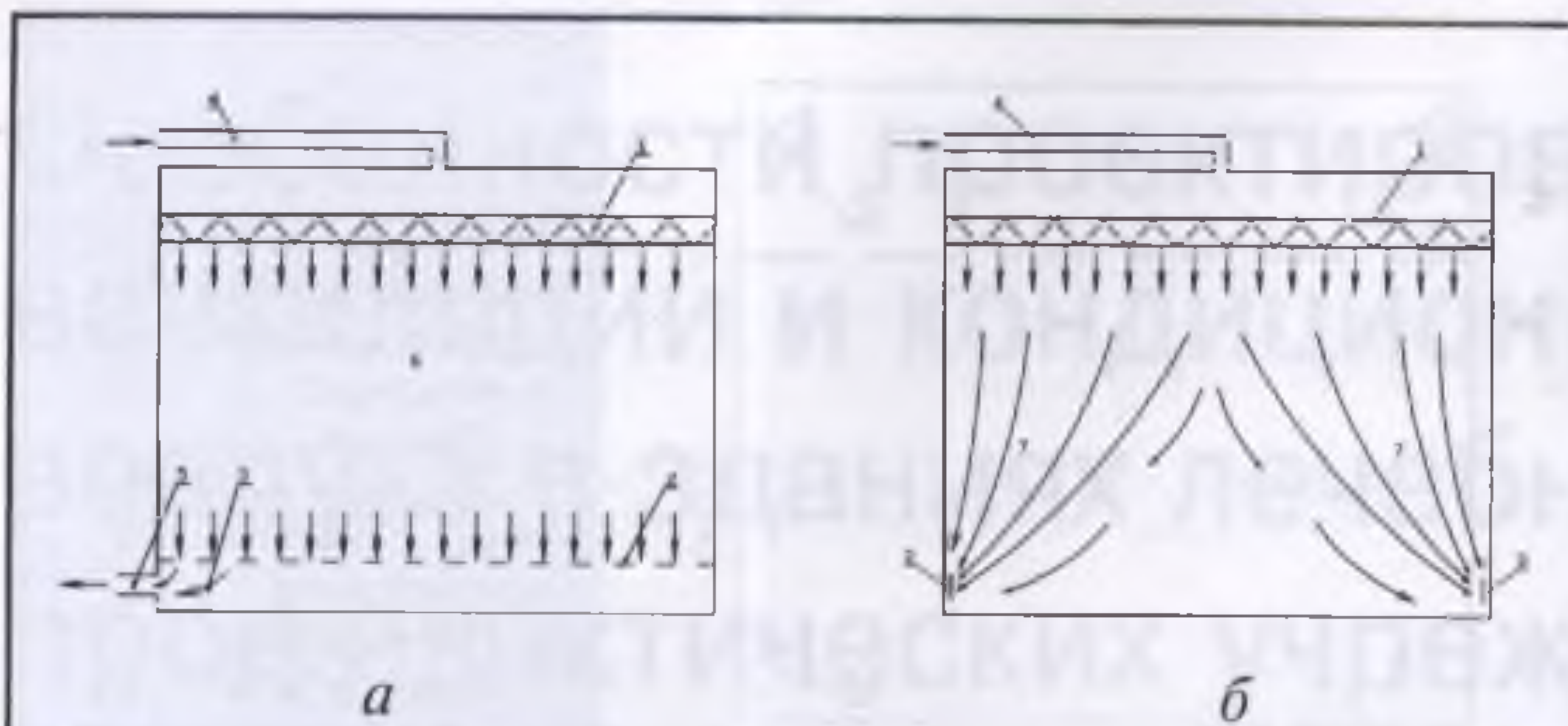


Рис. 17.11. Подача воздуха вертикальным однонаправленным потоком:
а) удаление воздуха через пол; б) удаление воздуха через
вентиляционные решетки, расположенные вдоль стен.

1. Воздухораспределитель однонаправленного потока.
2. Перфорированный пол. 3. Вытяжное отверстие или вытяжные
вентиляционные решетки. 4. Приточный воздуховод. 5. Вытяжной
воздуховод. 6. Однонаправленный поток. Неоднонаправленный поток.

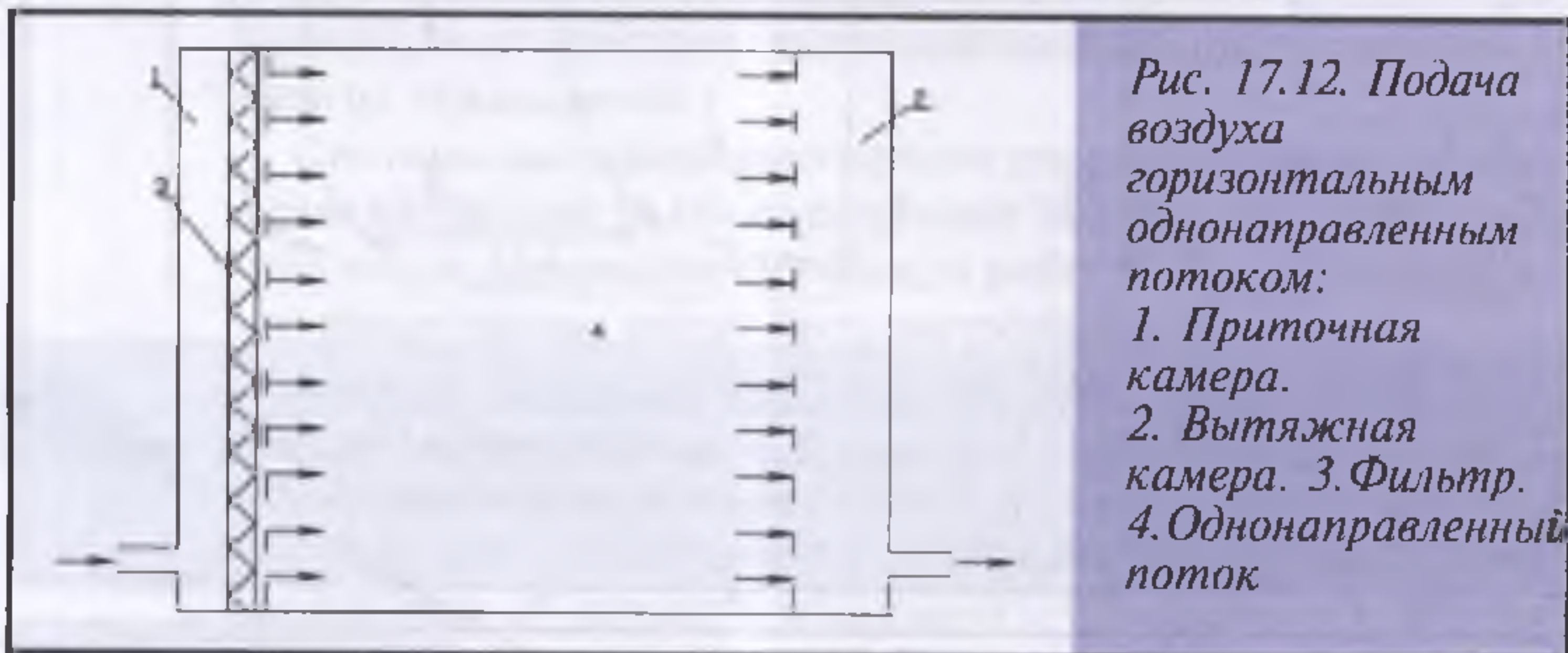


Рис. 17.12. Подача воздуха горизонтальным одноподвешенным потоком:

1. Приточная камера.
2. Вытяжная камера.
3. Фильтр.
4. Одноподвешенный поток



Рис. 17.13.
Помещение с
турбулентными
потоками и
установкой
“ламинарного”
шкафа:
1. Воздухораспреде-
литель турбулентно-
го потока. 2. Шкаф с
“ламинарным”
потоком. 3. Вытяж-
ное устройство

правления и являются турбулентными. Происходит смешение приточного воздуха с воздухом помещения, содержащего загрязнения, выделяемые персоналом и оборудованием, **разбавление** их и удаление через систему вытяжных решеток, находящихся в нижней части стен (рис. 17.8). Важное значение имеют тип, количество и месторасположение воздухораспределителя и вытяжных вентиляционных решеток. Потолочный воздухораспределитель следует располагать над зоной, которая должна быть защищена от загрязнений: в операционных – над операционной зоной (где располагаются операционный стол и персонал), в родовых и реанимационных залах, палатах для ожоговых больных – по центру помещения (рис. 17.8, а), в помещении производства лекарственных средств - над производственно-технологической, т.е. “критической зоной”. Настенный воздухораспределитель турбулентных или слаботурбулентных потоков устанавливают так, чтобы потоки воздуха попадали в “критическую” зону (рис. 17.8, б).

В случаях, когда требуется получить однонаправленный поток с обеспечением низкого уровня загрязнений непосредственно под фильтром, воздухораспределители можно не использовать, подавая воздух вниз струей непосредственно из воздушного фильтра (рис. 17.9). В этом случае происходит ухудшение условий на других участках чистого помещения и в соответствии со стандартами класс чистоты помещения следует определять по самому загрязненному участку. Для обеспечения лучших условий рекомендуется установка фильтров равномерно по всей площади потолка помещения.

В ультрастерильных операционных с классом чистоты 10 или 100 применяется так называемая “потолочная” вентиляция турбулентными или слаботурбулентными потоками (рис. 17.10). Очищенный воздух поступает в приточную камеру 3, расположенную в подшивном потолке. Далее воздух проходит через стабилизатор струи, представляющий собой сопло, установленное под углом к потоку, поступающему из приточной камеры, и перфорированные панели в помещение и удаляется через вытяжные устройства, расположенные в верхней и нижней зонах стены.

В помещении с **“ламинарным”** или **однонаправленным** воздушным потоком приток воздуха осуществляется через высокоэффективные фильтры, установленные по всей поверхности потолка (в некоторых системах – стен), удаление – через пол. Движение воздуха идет в одном направлении, горизонтальном или вертикальном, с равномерной скоростью $v=0,3-0,5$ м/с и сводит к минимуму распространение аэрозольных загрязнений, которые прижимаются к плоскости вытяжных отверстий. Вентилирование помещения происходит по принципу **“вытеснения”**, когда воздух движется через всё помещение от приточных до вытяжных устройств. Находящееся в помещении оборудование, перемещающийся персонал являются препятствиями на пути движения воздуха, в связи с чем вокруг них создаются участки с турбулентным движением воздуха, восстановление которого возможно поддержанием скорости воздуха в требуемых пределах.

Существуют два типа помещений с односторонним потоком воздуха: **вертикальным** (рис. 17.11) **или горизонтальным** (рис. 17.12).

При **вертикальном** движении удаление воздуха производится через всю поверхность пола (рис. 11, а) или через вытяжные решетки, установленные вдоль стены на уровне пола (рис. 17.11, б). Во втором случае однонаправленный поток слабо выражен в центре помещения и имеет отклонение от вертикального в окружающей зоне, в связи с чем персонал является источником загрязнения в случае, если он будет находиться между приточным устройством и стерильной зоной. Такая схема движения воздуха рекомендуется для помещений с максимальной шириной 6 м.

В помещениях с **горизонтальным** однонаправленным потоком воздух поступает через стену, состоящую из высокоэффективных фильтров, проходит через все помещение и удаляется через противоположную стену (рис. 17.12). Эта схема применяется в помещениях для производства лекарственных средств, которые следует планировать таким образом, чтобы “критическая зона” находилась в непосредственной близости к фильтрам.

Как в турбулентно вентилируемых, так и в помещениях с “ламинарными” воздушными потоками, для обеспечения подачи стерильного воздуха используется сочетание применения воздухораспределителя и боксов, шкафов или кабин - изоляторов с однонаправленным потоком на участках с повышенным риском (например, в зоне установки операционного стола) (рис. 17.13).

Продолжение следует

