

М.Т. АХМЕТЗЯНОВ
ООО "ФАБС Инжиниринг"

Плиточные скороморозильные аппараты – сложное и дорогостоящее оборудование, покупка которого – это долгосрочные инвестиции. Правильный его выбор (производительность, надежность, удобство эксплуатации, ремонтпригодность) определяет отдачу от вложенных средств. Чтобы облегчить потребителю сложную задачу выбора плиточного скороморозильного оборудования, приводим описание принципов его работы и различные варианты технического исполнения.

Контактное плиточное замораживание – один из наиболее эффективных его способов. Непосредственный контакт испарителя и замораживаемого продукта позволяет достигнуть максимальной интенсивности теплообмена и соответственно максимальной скорости замораживания.

Для увеличения поверхности контакта с плитами и, следовательно, повышения эффективности аппарата замораживаемый продукт подпрессовывают (рис. 1).

В плиты может подаваться как непосредственно хладагент, так и промежуточный хладоноситель. Непосредственное кипение хладагента в плитах имеет ряд преимуществ: температура кипения хладагента в плите

достаточно близка температуре всасываемого пара (разница около 1°C), а в некоторых схемах она постоянна по всей длине каналов, что обеспечивает максимально низкую температуру поверхности плит, и, соответственно, равномерно-интенсивное замораживание. Отсутствие промежуточного хладоносителя обеспечивает режим, оптимизирующий работу компрессора, а именно повышение холодопроизводительности и понижение удельного энергопотребления.

Схемы с непосредственным кипением разделяются на схемы с перегревом и затопленные.

В схемах с перегревом весь хладагент, подаваемый в плиты, при прохождении через скороморозильный

аппарат испаряется. Безопасность работы компрессора в таких условиях зависит от перегрева – разности между температурой кипения и температурой пара на входе в компрессор. Величина перегрева задается различными регулирующими приборами. Точность настройки определяет надежность работы системы.

Схематично процесс кипения в плитах при различных значениях перегрева представлен на рис. 2.

При значительном изменении тепловой нагрузки величина перегрева сильно колеблется и часто становится нулевой, т.е. компрессор подвергается опасности гидравлического удара. Для полной защиты от гидроударов после испарителя необходимо устанавливать отделитель жидкости, вместимость которого должна быть не менее всего объема хладагента, заполняющего плиточный испаритель.

В схемах с затопленным испарителем, как видно из названия, весь его внутренний объем заполнен жидким хладагентом. В плитах скороморозильного аппарата испаряется только часть хладагента. Неиспарившийся жидкий хладагент обеспечивает более высокий коэффициент теплопередачи, и процесс замораживания протекает более интенсивно. Кроме того, в таком испарителе отсутствует зона 100%-ного пара (зона перегрева), где интенсивность теплообмена на порядок ниже, чем в зоне кипения.

При одинаковой площади поверхности испарителя интенсивность теплообмена в схеме с затопленным испарителем на 10–30% выше, чем в схеме с перегревом. Иными словами, при одинаковой геометрии плиточного испарителя и одинаковой холодопроизводительности компрессора можно заморозить на 10–30% больше продукции.

Жидкий хладагент в плиты испарителя подается из циркуляционного ресивера с помощью насоса или под действием силы тяжести. При этом большое значение для скорости замо-

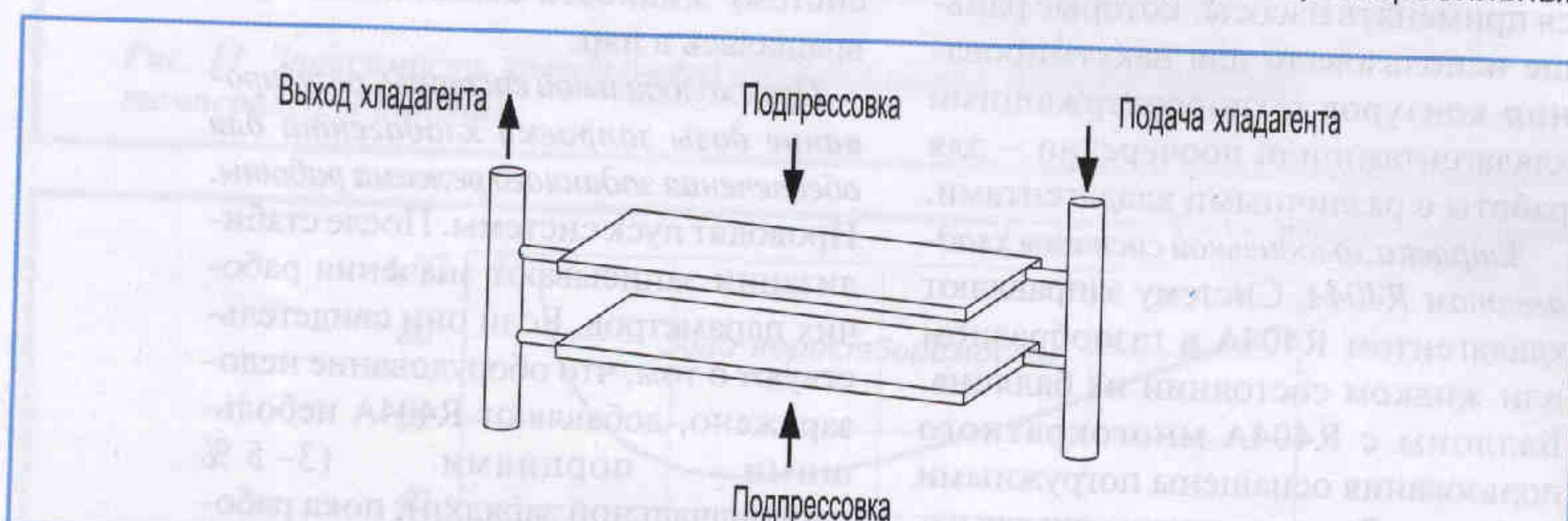


Рис. 1. Схема плиточного аппарата

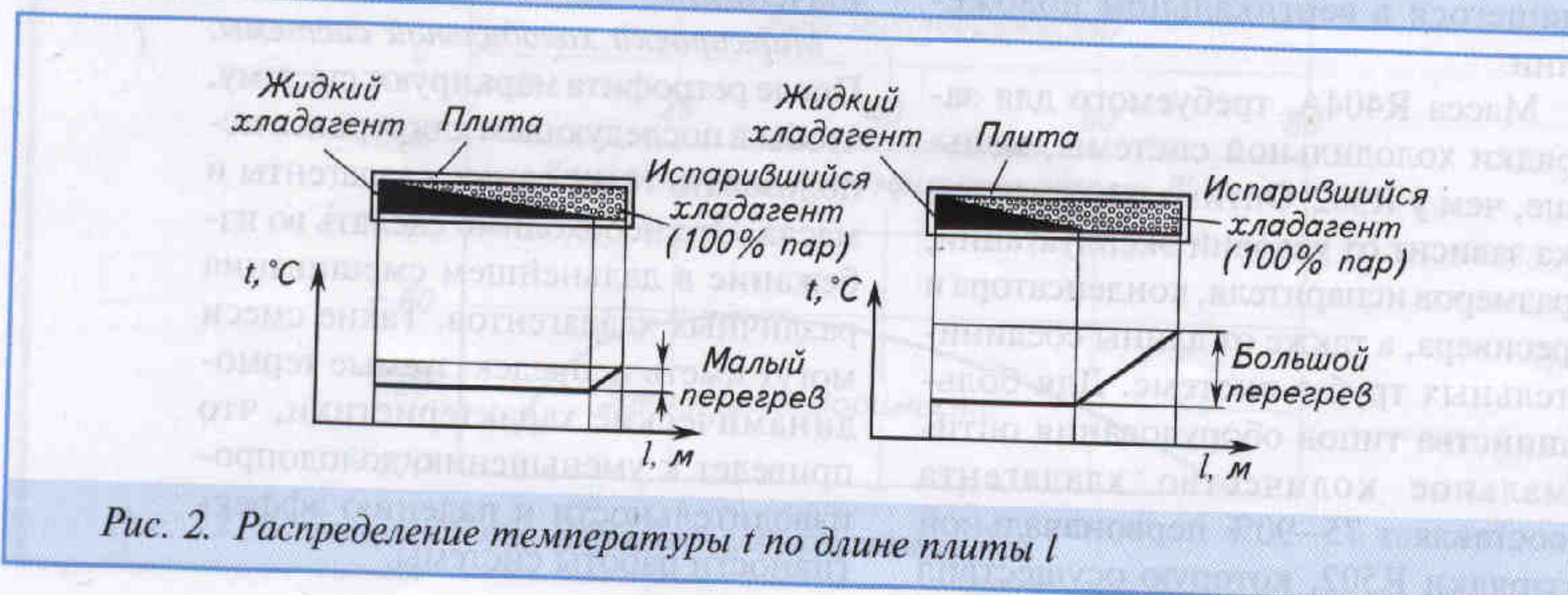
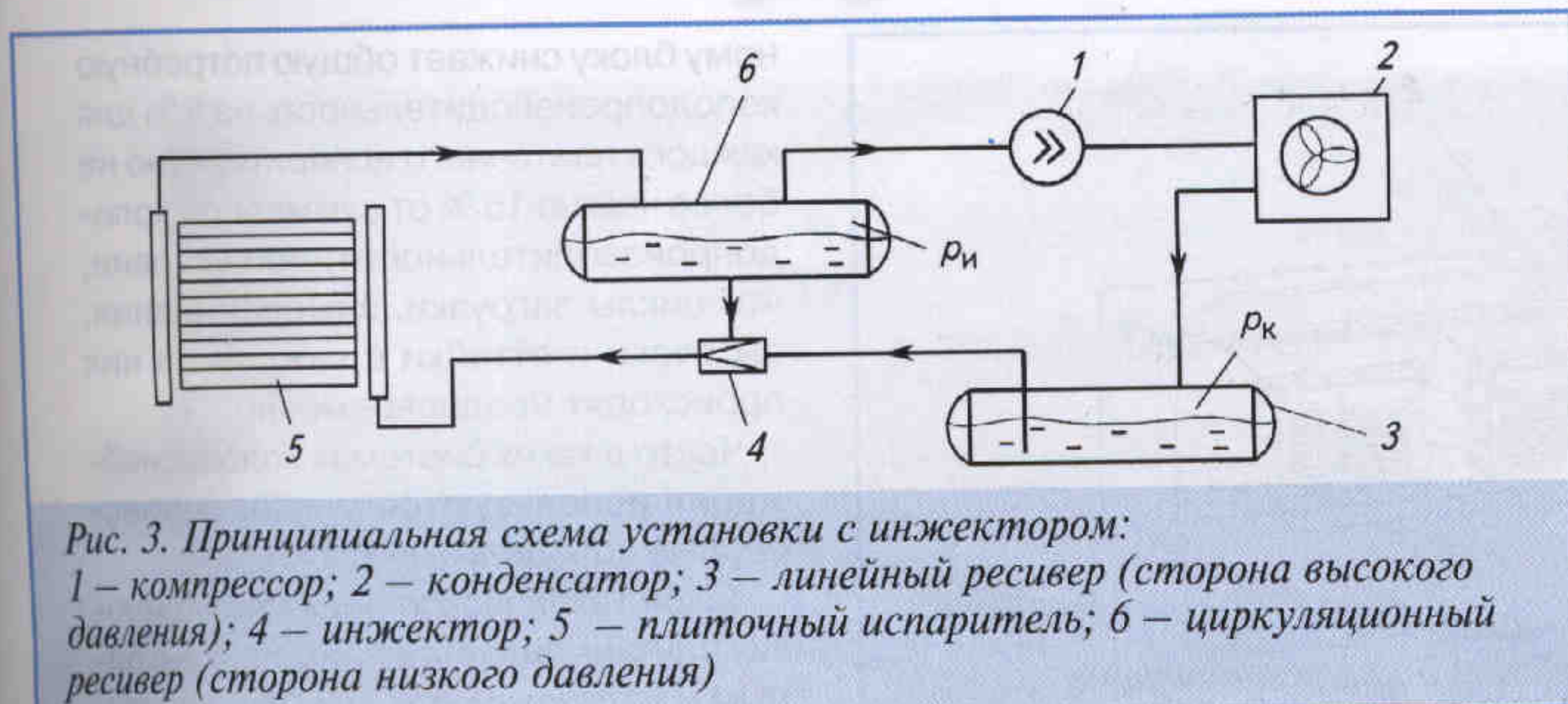


Рис. 2. Распределение температуры t по длине плиты l



больших производительностях скоромороозильных аппаратов (от 10 т в сутки).

Многие широко распространенные скоромороозильные аппараты комплектуются встроенными холодильными компрессорными агрегатами (рис. 5). К преимуществам таких аппаратов можно отнести компактность и относительную дешевизну, а также минимальные затраты на пуск в эксплуатацию. Но, пожалуй, этим все их достоинства и исчерпываются.

В процессе эксплуатации компрессорный агрегат подвергается воздействию множества неблагоприятных факторов, прежде всего агрессивной среды, используемой для оттайки плит и т. д. Не исключено нежелательное вмешательство в работу агрегата находящегося рядом персонала. Кроме того, компрессорный агрегат сам является источником шума и тепла.

Производительность скоромороозильных аппаратов со встроенным компрессорным агрегатом, как правило, ограничивается 5...7 т/сут.

Для увеличения производительности (10 т/сут и выше) оптимальным решением является использование выносного компрессорного агрегата, что обеспечивает ряд преимуществ:

- исключается вредное воздействие агрессивных сред;
- ограничивается доступ к агрегату (обслуживает только специально обученный квалифицированный персонал);
- шум и дополнительное тепло от агрегата не проникают в технологическое рабочее помещение;
- при проведении регламентных работ технический персонал большую часть времени находится вне техноло-

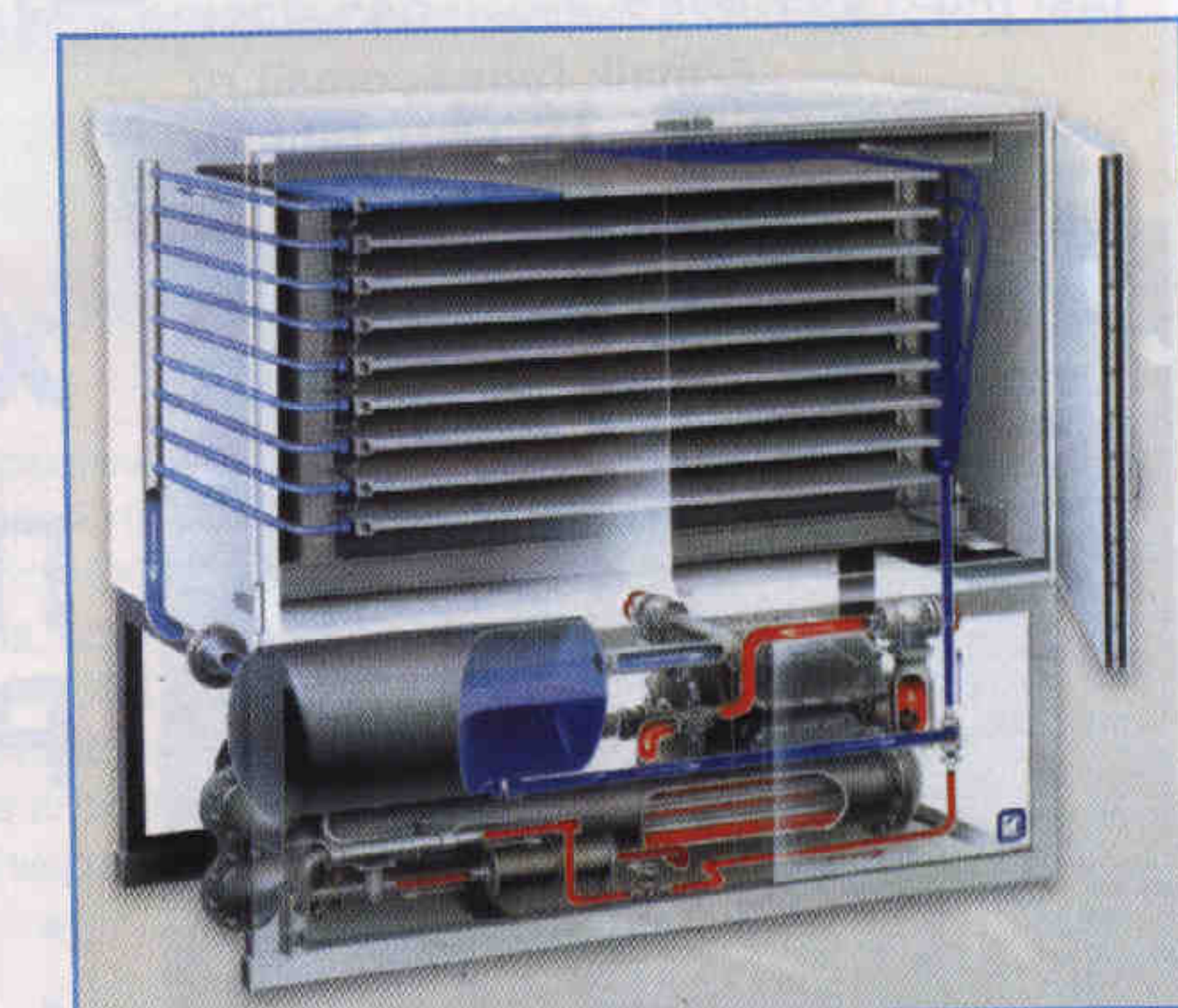


Рис. 5. Плиточный скоромороозильный аппарат со встроенным холодильным компрессорным агрегатом

раживания имеет кратность циркуляции, т. е. отношение массы жидкости, перекачиваемой в системе за единицу времени, к массе испарившегося газа.

Существует два принципиально разных типа насосов, которые нашли широкое применение в плиточных скоромороозильных аппаратах. Это струйные насосы, более известные как инжекторы (далее – инжекторы), и центробежные насосы (далее – насосы).

Инжекторы обеспечивают подачу струи хладагента из циркуляционного ресивера в плиты скоромороозильного аппарата в результате смешения потоков подаваемой и подающей жидкости. Принципиальная схема холодоснабжения с инжектором представлена на рис. 3.

При инжекторной подаче хладагента в плиты кратность циркуляции, скорость потока жидкости зависят от большого числа переменных факторов (давлений нагнетания и всасывания, качества изготовления самого инжектора, потерь давления в системе и др.), многие из которых изменяются по времени. В инжекторной схеме не рекомендуется снижать давление конденсации, что, в свою очередь, не позволяет оптимизировать энергозатраты на единицу замороженной продукции, а также увеличить производительность компрессора.

При использовании центробежного насоса (рис. 4) многие из перечисленных факторов практически не оказывают никакого влияния на объемную подачу хладагента в плиты, которая, как и интенсивность теплообмена и скорость замораживания продукта, определяется только характеристиками насоса. Для достижения заявленного времени замораживания в плиточных скоромороозильных аппаратах производители рекомендуют обеспечить кратность циркуляции 4:1–5:1 для R22 и 7:1 для аммиака.

Насос обеспечивает равномерную подачу хладагента в плиты, благодаря чему исключается образование застойных зон и поддерживается интенсивный теплоотвод от замороженного продукта. Насосная циркуляция хладагента позволяет получать одинаковые температуры кипения в плитах независимо от их расположения по высоте и соответственно одинаковые температуры в замороженных блоках независимо от того, в какой части (внизу или наверху) плиточного испарителя находился замораживаемый блок. Высокая скорость хладагента в плитах препятствует «замасливанию» (накоплению масла в испарителе) и снижению интенсивности теплообмена (уменьшению скорости замораживания).

Использование насосно-циркуляционной схемы оправдано при средних и

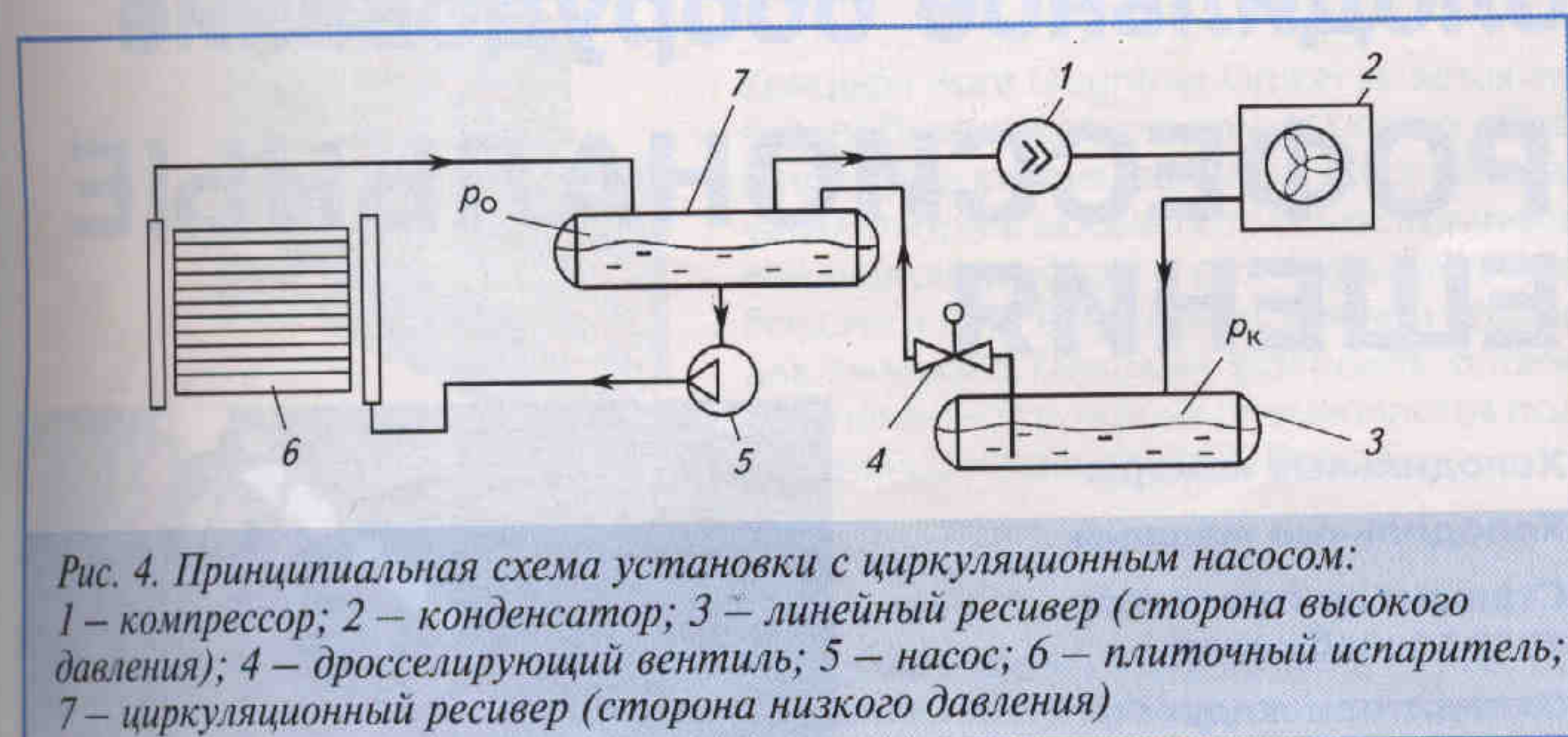


Рис. 4. Принципиальная схема установки с циркуляционным насосом: 1 – компрессор; 2 – конденсатор; 3 – линейный ресивер (сторона высокого давления); 4 – дросселирующий вентиль; 5 – насос; 6 – плиточный испаритель; 7 – циркуляционный ресивер (сторона низкого давления)

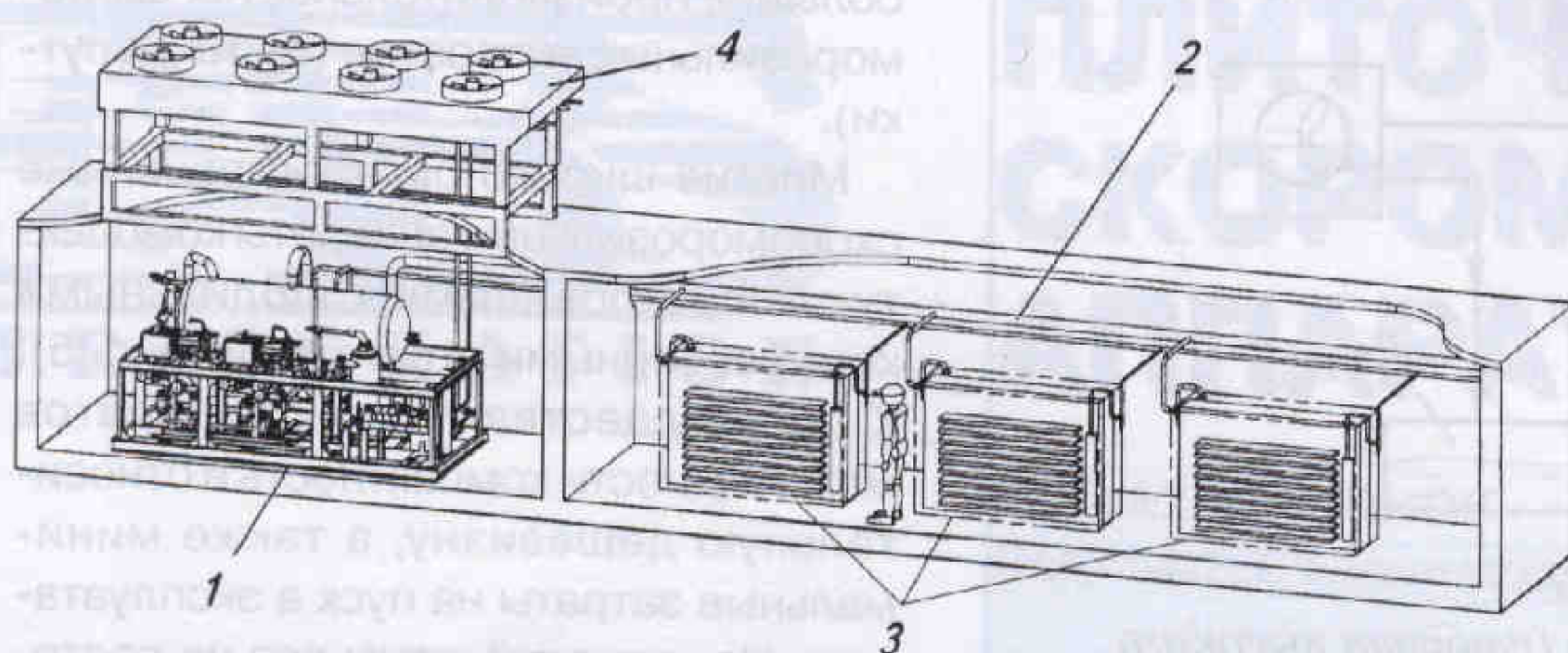


Рис. 6. Компрессорный блок с группой плиточных испарителей:
1 — компрессорный агрегат с циркуляционным ресивером и циркуляционными насосами; 2 — коллекторы подачи и возврата хладагента; 3 — плиточный испаритель; 4 — воздушный конденсатор

гического помещения (чем обеспечивается соблюдение санитарных норм). Его пребывание ограничено зонами компрессорного агрегата, конденсатора и маслоохладителя;

- при компоновке выносного компрессорного агрегата нет необходимости вписываться в определенные небольшие габариты, поэтому расположение отдельных узлов и элементов может быть таким, как это требуется для удобства контроля, обслуживания и даже замены отдельных узлов.

К недостаткам таких систем холодо-снабжения можно отнести относительно сложный и длительный (до несколь-

ких недель) процесс монтажа и пусконаладочных работ, часто проводимых в очень трудных условиях. Однако эксплуатационные преимущества компенсируют все первоначальные трудности и затраты.

Плиточные скороморозильные аппараты производительностью 10 т/сут и более рекомендуется оснащать холодильной станцией, работающей по насосно-циркуляционной схеме, что позволяет легко организовать холодо-снабжение нескольких плиточных испарителей, работающих параллельно (рис. 6).

Подключение к одному компрессор-

ному блоку снижает общую требуемую холодопроизводительность на 5 % для каждого плиточного испарителя (но не более чем на 15 % от суммарной холодопроизводительности) при условии, что циклы загрузки, замораживания, выгрузки и оттайки в каждом из них происходят одновременно.

Часто в таких системах холодо-снабжения используются многокомпрессорные холодильные блоки.

Такое техническое решение во многих случаях является наиболее выгодным и надежным, так как обеспечивает:

- большую холодопроизводительность (увеличение холодопроизводительности кратно числу компрессоров);

- высокую степень надежности всего холодильного комплекса (при выходе из строя одного из компрессоров оставшиеся обеспечат работу всех плиточных аппаратов);

- оптимальное соотношение цены и производительности.

Продолжение следует

ООО «ФАБС Инжиниринг»
125 190, Россия, г. Москва,
Ленинградский пр. 80
Тел.: (095) 737 82 52, 943 92 26,
E-mail: fabs@comail.ru

FABS
REFRIGERATION

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 холодо-снабжения
- Охладители жидкости
- Скороморозильное оборудование
- Климатическое оборудование
- Льдоаккумуляторы

