

Экономичное получение холода

Ю.Н. НОВОЖИЛОВ, заслуженный изобретатель РСФСР

Известно, что для работы холодильных установок требуется огромное количество электроэнергии. Учитывая ее высокую стоимость, которая имеет устойчивую тенденцию к дальнейшему росту, экономия электроэнергии на холодильных складах становится актуальной проблемой.

Публикуемые ниже предложения автора могут позволить решить эту проблему.

Для выработки электроэнергии и отопления жилых помещений и промышленных предприятий в городах и вблизи них обычно строят районные электростанции, ТЭЦ, крупные котельные, использующие в качестве топлива природный газ с давлением около 1 МПа. Перед подачей газа на горелки котлов для сжигания его дросселируют на газорегулирующих пунктах (ГРП). При этом давление газа снижается с 1 до 0,1 МПа при одновременном понижении его температуры до 0...-10 °С.

Если такой температуры газа достаточно для обеспечения заданного температурного режима в камерах холодильных складов, то может быть использована технологическая схема, приведенная на рис. 1.

Природный газ с давлением около 1 МПа по трубопроводу 1 поступает в ГРП 2, где с помощью регулирующих клапанов 3 дросселируется до давления около 0,1 МПа. При этом его температура снижается. Охлажденный газ проходит через теплообменник 4, по змеевику 5 которого насосом 6 прокачивается хладагент (это может быть раствор хлористого натрия или кальция или фреон). Нагретый в теплообменнике газ подается на горелки котла 7.

Подогрев газа перед сжиганием в топке котла повышает экономичность технологического процесса.

Охлажденный хладагент поступает к теплообменным батареям 8, установленным в помещении холодильного склада 9.

Воздух в помещении склада охлаждается, а подогретый в батареях хладагент при помощи насоса 6 возвращается в теплообменник 4. В такой схеме электрическая энергия расходуется только на прокачку хладагента насосом 6. Для охлаждения холодильных складов не нужны специальные холодильные машины, расходующие электрическую энергию. Холод получают попутно при дросселировании сжатого газа. Таким образом полезно используется энергия, затраченная на сжатие природного газа на компрессорных станциях.

Этот способ получения холода может быть использован и тогда, когда по технологическим причинам необходимо более глубокое охлаждение хладагента, чем получаемое при обычном дросселировании потока газа. В этом случае в схеме дросселирования потока газа следует использовать вихревую трубу. Схема получения холода с помощью вихревой трубы показана на рис. 2.

Природный газ, поступающий по трубопроводу 1 на электростанцию, котельную и т. д., направляется в вихревую трубу 2, имеющую тангенциальный вход 3. В вихревой трубе за счет перепада давлений газ закручивается и разделяется на два потока — холодный 4 и горячий 5, которые отбираются соответственно из центральной и периферийной

частей вихревой трубы. При этом температура холодного потока будет намного ниже температуры газа за регулирующим клапаном при обычном дросселировании без вихревой трубы. Температура горячего потока газа будет выше, чем сжатого газа до вихревой трубы. В зависимости от соотношения расходов холодного и горячего потоков газа могут быть реализованы различные режимы работы вихревой трубы. Но чем меньше доля холодного газа, тем ниже его температура. Так, в случае одинаковых по величине горячего и холодного потоков газа и при снижении в вихревой трубе его давления с 0,9 до 0,1 МПа температура горячего потока газа повысится на 40 °С, а холодного понизится на 40 °С по сравнению с температурой поступающего в

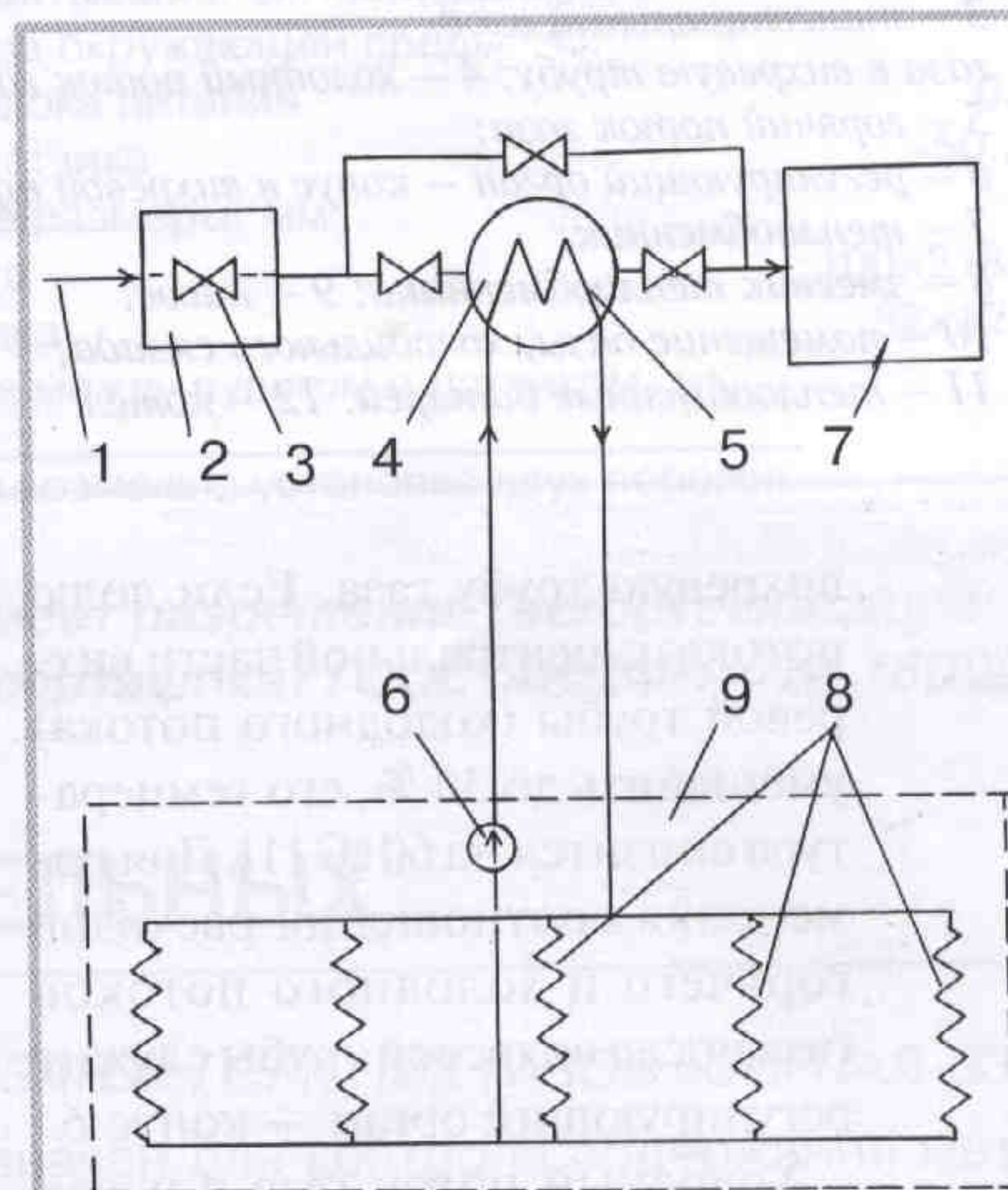


Рис. 1. Получение холода при дросселировании природного газа:
1 — трубопровод подачи газа;
2 — газорегулирующий пункт (ГРП);
3 — регулирующий клапан; 4 — теплообменник; 5 — змеевик теплообменника;
6 — насос; 7 — котел; 8 — теплообменные батареи; 9 — помещение базы, холодильного склада

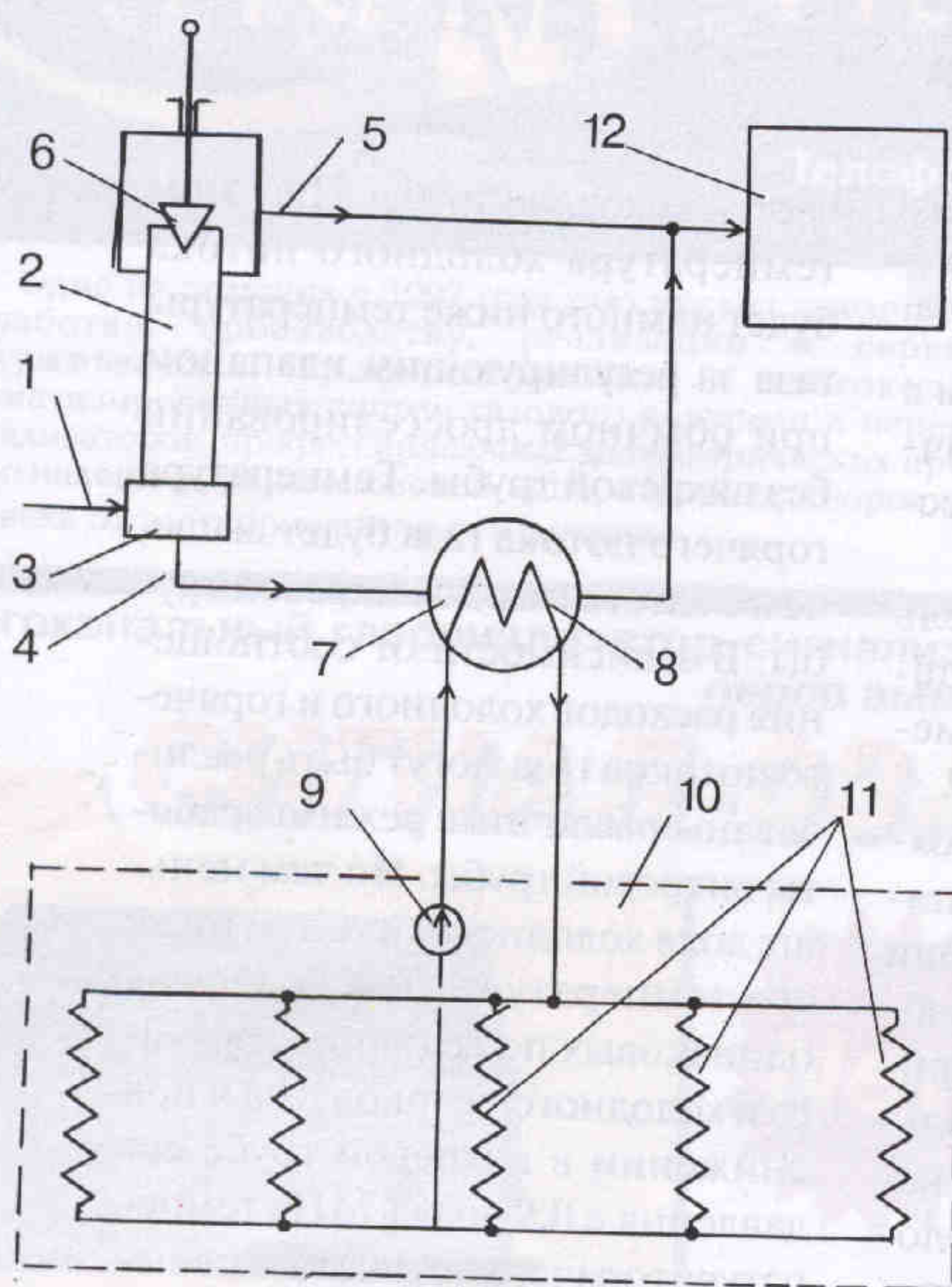


Рис. 2. Схема получения холода с помощью вихревой трубы:

- 1 — трубопровод подачи газа; 2 — вихревая труба; 3 — тангенциальный вход газа в вихревую трубу; 4 — холодный поток газа; 5 — горячий поток газа; 6 — регулирующий орган — конус в вихревой трубе; 7 — теплообменник; 8 — змеевик теплообменника; 9 — насос; 10 — помещение базы, холодильного склада; 11 — теплообменные батареи; 12 — котел

вихревую трубу газа. Если долю потока из центральной части вихревой трубы (холодного потока) уменьшить до 30 %, его температура снизится на 60 °С [1]. Для изменения соотношения расходов горячего и холодного потоков газа после вихревой трубы служит регулирующий орган — конус 6.

Холодный поток газа 4 после вихревой трубы подается в теплообменник 7, по трубкам змеевика 8 которого насосом 9 прокачивается хладоноситель. Холодный газ нагревается, а охлажденный хладоноситель по трубопроводу с тепловой изоляцией поступает в теплообменные батареи 11, охлаждает воздух помещений, а

сам подогревается и вновь прокачивается насосом 9 через змеевик 8 теплообменника 7.

Холодный поток газа 4 после теплообменника 7 смешивается с потоком горячего газа 5. Смешанный поток поступает на горелки котла 12.

В данной схеме холод получают только за счет использования энергии сжатого газа без затрат электрической или какой-либо другой энергии, что важно при высоких ценах на энергоносители. Используемая в схеме вихревая труба проста по конструкции и надежна в работе, так как не имеет движущихся частей [1, 2].

Обычно при дросселировании потока сжатого газа с помощью регулирующих клапанов его энергия целесообразно не используется. Более того, происходит износ дросселирующей арматуры, а подача охлажденного газа в топку котлов снижает их экономичность.

Предложенная выше технологическая схема позволяет рационально использовать энергию потока сжатого газа перед его сжиганием в топках котлов.

Естественно, что при реализации предложенных схем должно быть предусмотрено размещение холодильных складов, холодильников и т. п. вблизи от электростанций, котельных и других объектов, использующих природный газ. Это целесообразно делать в ходе проектирования. Таким образом можно обеспечить комбинированную и экономичную выработку электрической энергии, тепла и холода.

В тех случаях, когда нельзя пол-

ностью исключить возможность прекращения подачи газа на предприятие, на охлаждаемых объектах должны быть установлены резервные холодильные установки. При получении холода от холодного потока газа эти установки не работают, что позволяет сохранить их моторесурс, а также сократить затраты на ремонт и обслуживание.

Для оценки эффективности получения холода с помощью вихревой трубы при снижении давления природного газа с 1 до 0,1 МПа можно привести следующий пример.

На ТЭЦ мощностью 400 МВт сжигается около 200000 нм³ газа в час. С помощью вихревой трубы можно получить холодный поток газа с объемным расходом $V = 100000$ нм³ в час. Разность температур этого потока газа до и после вихревой трубы составляет $\Delta t = 40$ °С. Теплоемкость метана (основной компонент природного газа) составляет

$$c = 0,593 \text{ ккал/(кг} \cdot \text{К)}.$$

Удельный вес метана

$$\gamma = 0,716 \text{ кг/нм}^3.$$

Холодопроизводительность

$$Q_0 = \gamma V c \Delta t = \\ = 100000 \cdot 0,593 \cdot 0,716 \cdot 40 = \\ = 1698352 \text{ ккал/ч} \approx 2000 \text{ кВт}.$$

Для обеспечения такой холодопроизводительности необходимо затратить значительное количество электроэнергии, которое экономится при использовании приведенного в статье метода получения холода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мартынов А.В. Бродянский В.М. Что такое вихревая труба. — М.: Энергия, 1976.
2. Меркулов А.П. Вихревой эффект и его применение в технике. — М.: Машиностроение, 1969.
3. Новожилов Ю.Н. Установка с вихревой трубой для дросселирования природного газа и получения холода // Промышленная энергетика. 1995. № 3.