

**К.А. Иванов, Н.В. Павлов**

ООО «НПО Мониторинг», Щелковское шоссе, 100, корпус 1, офис 34, г. Москва, РФ, 105484  
e-mail: mail@monitoring-npo.ru

## АТМОСФЕРНЫЕ ИСПАРИТЕЛИ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ ГАЗИФИКАЦИИ СПГ И ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ РАЗДЕЛЕНИЯ ВОЗДУХА

*Компания НПО «Мониторинг» разработала ряд атмосферных испарителей высокого давления, изготавливаемых из биметаллической трубы с развитой поверхностью теплообмена. Рассматриваются конструктивные и тепловые характеристики испарителей на базе биметаллической трубы, излагаются особенности созданного на их основе типоразмерного ряда.*

**Ключевые слова:** Криогенное оборудование. Атмосферные испарители высокого давления. Продольно-ребренная труба. Биметаллическая труба. Технические газы. Газонаполнительные станции. Автомобильная газонаполнительная компрессорная станция. Сжиженный природный газ.

**К.А. Ivanov, N.V. Pavlov**

## ATMOSPHERIC EVAPORATORS OF HIGH PRESSURE FOR GASIFICATION OF LNG AND LIQUID AIR SEPARATION PRODUCTS

*Company NPO «Monitoring» has developed a series of atmospheric evaporators high pressure, which are made from a bimetallic tube with a developed heat exchange surface. There are constructive and thermal characteristics of evaporators based on bimetallic tubes considered, features developed on the basis of their standard series set out.*

**Keywords:** Cryogenic equipment. Atmospheric a high pressure evaporators. Longitudinally finned pipe. Bimetallic pipe. Industrial gases. Gas filling station. Automobile gas-filling compressor station. Liquefied natural gas.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Нами ранее уже рассматривались вопросы повышения безопасности и эффективности производства и потребления продуктов разделения воздуха, диоксида углерода, СПГ [1].

Как показывает практика, эта проблема остаётся по-прежнему актуальной. Так, после начала серийного выпуска испарителей среднего давления (до 4,0 МПа) в первый год было отгружено заказчикам более тридцати единиц атмосферных испарителей среднего давления.

Однако наравне с использованием технических газов среднего давления, газифицируемых непосредственно на площадке у потребителя, широко практикуется обеспечение производств газами из баллонов, моноблоков (баллонных сборок) [2, 3]. Использование тепла окружающего воздуха для газификации жидких криопродуктов высокого давления на баллонных наполнительных станциях давно стало нормой в странах Европы. А вот для газификации криопродуктов под высоким давлением на отечественных наполнительных установках типа АГУ и СГУ в настоящее время применяются преимущественно электрические испарители с промежуточным теплоносителем (с водяной

ванной). Это достаточно энергоёмкая технология: мощность такого электрического испарителя — 60-80 кВт.

### 2. РАЗРАБОТКА ТИПОРАЗМЕРНОГО РЯДА АТМОСФЕРНЫХ ИСПАРИТЕЛЕЙ

С целью сокращения энергозатрат на газонаполнительных станциях и автогазозаправочных станциях ООО «НПО Мониторинг» разработало типоразмерный ряд атмосферных испарителей высокого давления (25,0 МПа). Была освоена технология сборки биметаллической ребренной трубы на основе бесшовной калиброванной нержавеющей трубы, обеспечивающей необходимые прочностные характеристики проточных каналов испарителя и алюминиевого профиля с развитой поверхностью теплообмена (фото 1).

Профиль алюминиевый изготавливается в соответствии с ГОСТ 8617-81 «Профили прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов». Первичный материал (алюминий 6060) закаливается и искусственно состаривается (АД31Т1) [4]. В качестве внутренней трубки используется бесшовная калиброванная труба из нержавеющей стали AISI 316.

Серьёзной проблемой при освоении технологии сборки биметаллической трубы стали недостаточно жесткие требования указанного действующего стандарта, предъявляемые к предельным отклонениям размеров поперечного сечения внутреннего канала профиля.

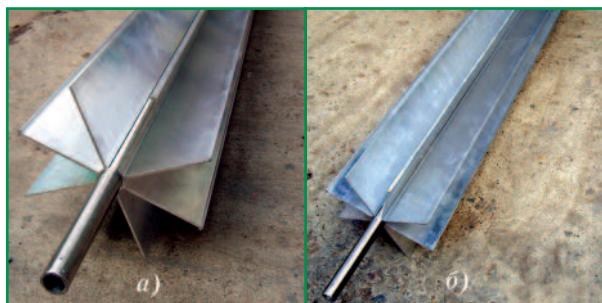


Фото 1. Биметаллические оребренные трубы

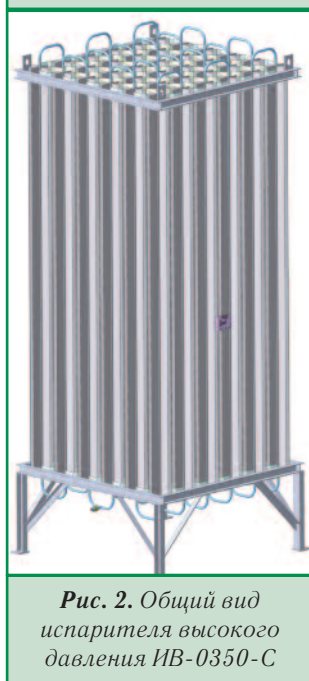


Рис. 2. Общий вид испарителя высокого давления ИВ-0350-С

При тесном взаимодействии с одним из признанных лидеров в производстве алюминиевого профиля освоено изготовление специального профиля с минимальными предельными отклонениями размеров его поперечного сечения, существенно превосходящими значения ГОСТ 8617-81 [4]. Специалистами нашей компании с этой целью отработана технология калибровки внутреннего канала оребренной трубы. Эти мероприятия обеспечили возможность сборки эле-

ментов атмосферного испарителя высокого давления.

Для удовлетворения существующих потребностей рынка компанией был разработан ряд стандартных испарителей высокого давления (ИВ) производительностью до 610 нм<sup>3</sup>/ч по азоту. Испарители серии ИВ прежде всего предназначены для работы в составе баллонных наполнительных станций и автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС) второго

поколения в паре с насосами типа НСГ, поршневыми насосами малой и средней производительности производства компаний «Cryostar SAS», «Cryomec AG».

Сборка биметаллических труб и испарителей на их основе осуществляется на собственных производственных площадках компании.

В таблице приведены основные технические характеристики стандартных атмосферных испарителей высокого давления нашего производства.

На рис. 2 приведена трехмерная модель испарителя высокого давления ИВ-0350-С.

Включение испарителей в технологическую линию осуществляется с помощью неразъемного (под сварку «встык» к трубе 18×2) или разъемного (накидная гайка 3/4) соединений.

Каждое изделие подвергается гидравлическим испытаниям (фото 3) на прочность под давлением 31,5 МПа с дальнейшей продувкой и осушкой внутренней полости сухим чистым азотом.

Натурные испытания испарителя (фото 4) на баллонном наполнительном участке компании подтвердили расчётные параметры изделия, позволили сделать вывод о возможности использования аппаратов этого класса для газификации сжиженных газов под давлением до 25,0 МПа.



Фото 3. Гидравлическое испытание испарителя ИВ-0350-С

Основные технические характеристики стандартных атмосферных испарителей высокого давления

Модель	Рабочее давление, МПа	Площадь поверхности, м <sup>2</sup>	Масса, кг	Габариты, Д×Ш×В, мм	Производительность, нм <sup>3</sup> /ч			
					LIN	LOX	LAR	LNG
ИВ-0110-С	25,0	40	170	1100×620×3640	110	104	138	89
ИВ-0220-С	25,0	80	310	1310×1000×3640	220	208	275	179
ИВ-0350-С	25,0	120	560	1440×1330×3640	350	330	438	285
ИВ-0460-С	25,0	160	700	1900×1330×3640	460	434	575	374
ИВ-0610-С	25,0	215	950	1900×1790×3640	610	575	763	496

Примечание: \*)Номинальная производительность приведена к следующим условиям: температура окружающей среды — 20 °С, относительная влажность — 75 %, давление газифицируемой среды — 1,5 МПа, температура недорекупации — 15 °С, время непрерывной работы испарителя без отогрева — 8 ч.

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наличие запаса алюминиевого профиля и биметаллической трубы на складе и отработанная технология производства позволяют максимально сократить сроки поставки атмосферных испарителей высокого давления. Для оказания помощи заказчикам и более быстрого выбора изделия разработан алгоритм формирования кода модели испарителя (см. рис. 5 и таблицу).



Фото 4. Испаритель ИВ-0350-С во время проведения натурных испытаний

Данный тип испарителей может использоваться для газификации продуктов разделения воздуха и СПГ под давлением до 25,0 МПа на баллонных наполнительных станциях, на станциях типа АГНКС при заправке транспорта, работающего на сжатом метане. Они найдут применение также в нефтегазовой промышленности для подачи газообразного азота в нефтеносный пласт под высоким давлением и в многих других отраслях народного хозяйства.

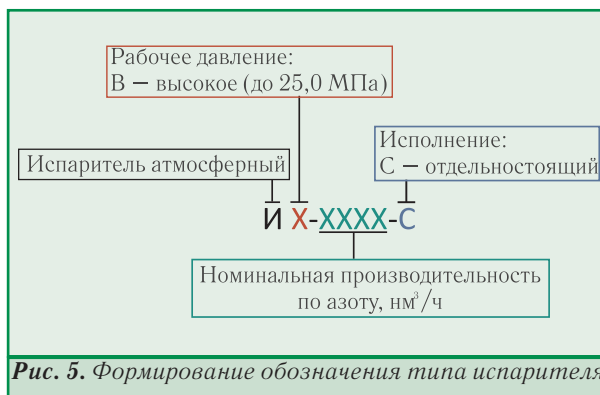


Рис. 5. Формирование обозначения типа испарителя

По индивидуальным заказам испарители могут изготавливаться с рабочим давлением до 40,0 МПа.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов К.А., Павлов Н.В. Современные атмосферные испарители криогенных жидкостей// Технические газы. — 2010. — № 3. — С. 31-34.
2. Павлов Н.В., Чадымов В.А., Портянкин В.В. Унифицированные газоразрядные рампы в шкафом исполнении для технических газов// Технические газы. — 2009. — № 3. — С. 40-44.
3. Павлов Н.В., Чадымов В.А., Иванов А.А. Унифицированные газоразрядные рампы для технических газов// Технические газы. — 2009. — № 1. — С. 64-69.
4. ГОСТ 8617-81. Профили пресованные из алюминия и алюминиевых сплавов.



ВТОРОЕ ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ — ЗА 2 ГОДА!



- необходимо наличие законченного высшего инженерно-технического образования;
- обучение в Одесской государственной академии холода по направлению Украинской ассоциации производителей технических газов "УА-СИГМА";
- специальность 7.05060404 "Криогенная техника и технология";
- форма обучения — заочная контрактная;
- завершение учёбы — сдачей государственного экзамена;
- диплом Министерства образования и науки, молодёжи и спорта Украины признаётся в странах СНГ.

Условия приёма по контактному тел./факсу: +38 (048) 777-00-87