

Полусварные конденсаторы и маслоохладители «Альфа Лаваль»

Канд. техн. наук **С.С. СОРОКИН**, ОАО «Альфа Лаваль Поток»

Конденсаторы

На большинстве предприятий России, оснащенных холодильными системами, в настоящее время используют выработавшие свой ресурс испарительные конденсаторы. Для их замены часто предлагают аналогичные аппараты с несколько обновленной номенклатурой комплектующих частей. Вместе с тем данные аппараты имеют ряд принципиальных недостатков.

Во-первых, совмещение функций градирни и конденсатора в одном аппарате при всей кажущейся заманчивости идеи обернулось невозможностью обеспечить высокие значения коэффициента теплопередачи – обычно он составляет не более 280 Вт/(м²·К), а также привело к значительному увеличению габаритов и аммиакоемкости аппарата, повышению уровня шума.

Во-вторых, испарительные конденса-

торы трудоемки в обслуживании, а из-за того, что практически не поддаются очищению от отложений солей, уже через 2 года эксплуатации не справляются с тепловыми нагрузками в связи со значительным снижением – до 140 Вт/(м²·К) – реальных значений коэффициентов теплопередачи.

Полусварные пластинчатые конденсаторы, выпускаемые подмосковным заводом «Альфа Лаваль Поток», лишены этих недостатков. Сравнительные характеристики полусварных конденсаторов «Альфа Лаваль» (рис. 1) и испарительных конденсаторов приведены в табл. 1.

Полусварные конденсаторы рассчитаны на следующие рабочие температуры (°С):

газообразного аммиака	
на входе в конденсатор	90
конденсации	35
воды:	
на входе в конденсатор	25
на выходе из конденсатора	31

Такие значения температур соответствуют среднему температурному напору 6,7 °С. Очевидно, что при уменьшении этого значения площадь поверхности теплообмена будет увеличиваться нелинейно. Так, при среднем температурном напоре, равном 5,8 °С, площадь поверхности возрастет в 1,19 раза, при 4,1 °С – в 1,52 раза, а при 2,5 °С – в 2,6 раза по сравнению с расчетным вариантом. При этом сохранятся все преимущества пластинчатых конденсаторов, но появится возможность либо снизить температуру конденсации, либо уменьшить расход циркулирующей воды.

В представленных в табл. 1 пластинчатых конденсаторах отношение объема аммиачной полости к нагрузке составляет 0,005...0,0058 л/кВт, что значительно меньше, чем в испарительных и кожухо-трубных конденсаторах (до 1,5 л/кВт).

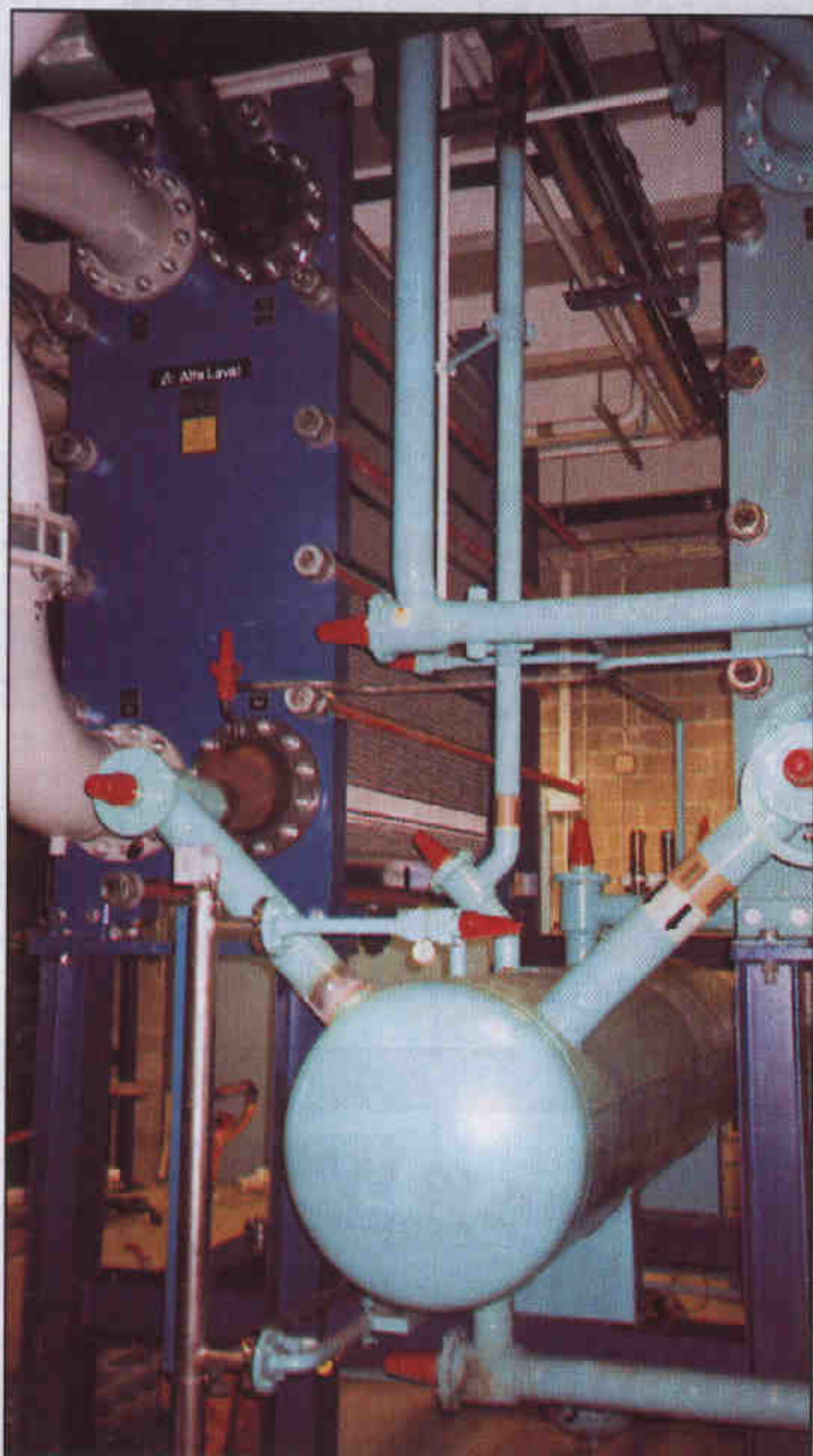


Рис. 1. Аммиачный конденсатор на базе двух теплообменников МК-15BWFDR Alfa Laval. Нагрузка – 8 МВт

Таблица 1

Фирма	Марка конденсатора	Тепловой поток, кВт		Площадь поверхности теплообмена, м ²	Занимаемая производственная площадь, м ²
		с отложением солей	чистый		
Испарительные конденсаторы*					
Baltimore (США)	VXMC 250	—	1077	250	10,4
	VXMC 150	—	646,3	150	7,44
ХЭМЗ (Украина)	ИК 125	—	400	193	8,03
ПО "Металлист" (г. Самара)	КАИ-125	—	375	245	13,6
	КАИ-100	—	275	180	10
	КАИ-50	—	138	90	5,3
АООТ "Орелхолодмаш"	ИК 150-600	—	600	243	13,3
	ИК 100-400	—	400	162	9,1
Hutotechnika (Венгрия)	ТКА-280	807,5	950	280	17
	ТКА-140	403	475	140	8,5
ТОО НПФ "Химхолод-сервис"	МИК1-100Н	205	—	100	2,9
	МИК2-200Н	410	—	200	5,2
	МИК-300	615	—	298,5	7,2
	МИК4-400Н	820	—	400	10,2
	МИК-500	1025	—	497,5	11,8
Пластинчатые конденсаторы "Альфа Лаваль Поток"					
"Альфа Лаваль Поток" (г. Королев, М.О.)	M10-BWFDР (36)	—	205	7,7	0,44 + градирня**
	M10-BWFDР (68)	—	410	15,4	0,44 + градирня
	M10-BWFDР (118)	—	725	27,4	0,56 + градирня
	M10-BWFDР (132)	—	820	30,7	0,56 + градирня
	M15-BWFDР (108)	—	1200	47,8	0,98 + градирня

*Данные по испарительным конденсаторам приведены при температуре конденсации 35 °С и температуре воздуха по влажному термометру 18 °С (см. "Холодильная техника", 1998, № 3,5).

**Данные по габаритам градирен не приведены, так как отечественной промышленностью сегодня предлагается широкий спектр градирен и автор не счел возможным остановиться на каком-либо одном типе.

*Данные по испарительным конденсаторам приведены при температуре конденсации 35 °С и температуре воздуха по влажному термометру 18 °С (см. «Холодильная техника», 1998, № 3,5).

**Данные по габаритам градирен не приведены, так как отечественной промышленностью сегодня предлагается широкий спектр градирен и автор не счел возможным остановиться на каком-либо одном типе.

В широком интервале нагрузок может быть использована одна и та же модель (см. табл. 1), но с различным числом пластин. Это означает, что изменение нагрузки или смена хладагента вызовут необходимость лишь в изменении числа пластин в пакете.

Полусварные конденсаторы рассчитаны на напряжение от сил вязкости, действующих на стенку по водяной стороне, равное 50 Па (свыше 20 Па), что гарантирует низкую вероятность заиливания аппаратов и меньшее отложение солей на поверхности пластин. Рекомендуется химическая очистка, как правило, не чаще одного раза в 1,5–2 года. Аппараты могут быть подвергнуты полной разборке со 100%-ным доступом к поверхности теплообмена, что удобно для ее механической очистки. От грубых загрязнений в виде песка и других крупных механических примесей может защитить фильтр с ячейками диаметром не более 2 мм.

В полусварном конденсаторе в отличие от испарительных и кожухотрубных контакт охлаждаемой и охлаждающей сред продолжается и после конденсации, что приводит к дополнительному переохлаждению аммиака на 3...5 °С. Коэффициент теплопередачи в полусварных конденсаторах составляет 3700...5400 Вт/(м²·К). К тому же они менее металлоемки по сравнению с испарительными конденсаторами. Длина водяных магистралей может быть больше длины аммиачных магистралей, а следовательно, градирня может быть отнесена дальше от места нахождения персонала, что положительно скажется на условиях работы людей, в частности позволит снизить уровень шума на предприятии.

Особенно интересным представляется использование предлагаемых «Альфа Лаваль» «сухих» градирен, так называемых охладителей жидкости, позволяющих получить чистый контур оборотного водоснабжения.

Дискуссия о целесообразности использования вместо градирни брызгальных бассейнов, которые, кстати, многие рационально используют в качестве источника «ледяной воды» в холодное время года, выходит за рамки данной статьи.

Полусварные теплообменники хорошо работают и в качестве форконденсаторов, что может обеспечить утилизацию до 18 % общей нагрузки, приведенной в табл. 1, путем использования теплоты, отведенной при охлаждении перегретого пара, для нагрева воды до практически значимых температур. Повышенный интерес к энергоэффективным технологиям сегодня заставляет разработчиков и потребителей холодильной техники все боль-

ше внимания обращать на возможность сокращения потерь. Форконденсаторы в этом отношении – довольно простое, но эффективное решение.

Низкая металлоемкость полусварных пластинчатых конденсаторов (масса самого маленького из предлагаемых конденсаторов составляет 390 кг, самого большого – 1500 кг) позволяет изготавливать их основные составляющие из высококачественных материалов, что обеспечивает продолжительный срок эксплуатации без коррозии. Рекомендуемый срок эксплуатации полусварных теплообменников до замены аммиачных прокладок – 5 лет, водяных прокладок – 10 лет. Ресурс теплообменников в целом практически неограничен, поэтому нередки случаи их использования свыше 30 лет.

Рабочее давление для полусварных конденсаторов составляет 2,6 МПа, пробное – 3,35, давление разрыва – до 15,1 МПа. Разрешение на применение в аммиачных системах на территории России имеется.

Маслоохладители

Важным компонентом холодильной установки, существенно влияющим на ее энергетические характеристики и ресурс винтового холодильного агрегата, является маслоохладитель, с помощью которого поддерживают в заданном интервале значений температуру, а следовательно, и вязкость масла, что улучшает его смазывающие и уплотняющие свойства.

Наиболее совершенными из кожухотрубных теплообменных аппаратов являются маслоохладители типа МОХ. (см. «Холодильная техника» 2000, № 3).

Поэтому автор поставил задачу – сравнить пластинчатые теплообменники именно с данным классом кожухотрубных теплообменных аппаратов, с тем чтобы предметно показать основные преимущества первых.

Для сравнения использованы опубликованные данные по результатам испытаний маслоохладителей МОХ. Температура масла ХА-30 на входе в теплообменник составляла 85 °С, на выходе 55 °С, температура охлаждающей воды на входе 25 °С. Объемные расходы масла 120 л/мин, а воды 225 л/мин. Результаты сравнения приведены в табл. 2.

Маслоохладители серии NB (см. рис.2) – никельпаяные, т.е. пластины аппарата соединены посредством пайки в вакуумной индукционной печи. Такой аппарат компактнее полусварного, но не может быть разобран; возможна только его химическая очистка. Имеется разрешение на применение никельпаяных теплообменников в аммиачных системах в России. Во фреоновых системах никельпаяный маслоохладитель может быть успешно заменен на аналогичный меднопаяный (СВ 51). Никельпаяный маслоохладитель обеспечивает в данном случае



Рис. 2. Никельпаяные теплообменники «Альфа Лаваль» в установке холодоснабжения супермаркета. В качестве вторичного хладагителя для замораживания используется CO₂

Таблица 2

Параметры	МОХ 36-300-1,5 (для А 350)	МОХ 36-300-1,5 (для А 350)	NB51-67M	M6MWFGP (52 Н)	NB51-53M	M6MWFGP (40 Н)
Термодинамические параметры						
Тепловой поток, кВт	120	90	122	122	90,5	90,5
Перепад давлений по маслу, МПа	0,05	0,08	0,057	0,0124	0,502	0,0117
Конструктивные параметры						
Диаметр, мм	325	219	—	—	—	—
Фронтальные габариты, мм	—	—	112×526	320×920	112×512	320×920
Длина, мм	2100	2600	190	690	157	690
Масса, кг	280	180	17,3	174	14,1	163

коэффициент теплопередачи 916 Вт/(м²·К), объем масляной полости не более 2 л.

Полусварной маслоохладитель М6-MWFG, выпускаемый Болшевским заводом (Московская обл.), одинаково успешно может быть использован и в аммиачных, и во фреоновых системах. Коэффициент теплопередачи аппарата 520 Вт/(м²·К), объем масляной полости не более 8 л.

В последнее время в качестве маслоохладителей для фреоновых систем компании «Гран» и «Эйркул» широко применяют воздушные охладители жидкости «Альфа Лаваль».

Техническое обслуживание и очистка

Техническое обслуживание и очистка пластинчатых теплообменников намного проще, чем испарительных конденсаторов и кожухотрубных теплообменников.

Основная проблема при работе водяных конденсаторов и маслоохладителей – отложение солей на поверхности теплообмена из системы оборотного водоснабжения.

Ранее было сказано, что пластинчатые теплообменники рассчитывают таким образом, чтобы напряжение от сил вязкости превышало некоторое значение, определенное опытным путем. Это обеспечивает менее благоприятные условия для отложения солей, чем в аппаратах иного типа. Интересно, что гидродинамические условия внутри пластинчатого аппарата таковы, что в нем не откладываются соли даже при таких тяжелых нагрузках, как утилизация водяного пара высокой температуры (до 200 °С). Вместе с тем очевидно, что при длительной эксплуатации отложение солей будет увеличиваться.

Специалистами компании «Альфа Лаваль» на основании опыта эксплуатации пластинчатых теплообменников в странах с жесткой водой и при отсутствии водоподготовки сделан вывод о том, что даже в неблагоприятных условиях очистку пластинчатых теплообменников можно проводить не чаще 1 раза в 1–1,5 года, а в случае нормированного содержания солей в воде – не чаще 1 раза в пять лет. Кстати, вода, применяемая в Москве и Московской области, относится скорее к последней категории.

Основные рекомендации по использованию пластинчатых теплообменников сводятся к следующим:

- установить фильтр на входе воды в теплообменник с ячейками диаметром не более 1,5...2 мм;
- применять промывку обратным потоком в случае засорения теплообменника крупными частицами;
- шире использовать средства, предлагаемые компанией «Альфа Лаваль»,



Рис. 3. Устройство для безразборной мойки «Альфа-СИП»

для химической промывки аппарата без его разборки, так как при частой разборке сокращается срок эксплуатации прокладок (допускается до 7 разборок).

Химическая промывка пластинчатых теплообменников очень эффективна. Причин тому две – маленький внутренний объем теплообменника и высокая турбулизация потока в каналах.

Для химической промывки пластинчатых теплообменников компания «Альфа Лаваль» предлагает:

- моющие машинки (рис. 3), представляющие собой бак с электронагревателем и насосом. Электронагреватель служит для повышения температуры раствора, а насос – для его прокачки через теплообменник и связанное с ним оборудование. Машинки можно приобрести в компании «Альфа Лаваль Поток» или изготовить самостоятельно;

- моющие и пассивирующие растворы. Моющие растворы, созданные компанией «Альфа Лаваль»:

> **«Альфа Каус»** – щелочной жидкий раствор на основе каустической соды. Особенно эффективен для очистки пластинчатых теплообменников и связанного с ним оборудования от отложений биологического происхождения, а также от красителей, жиров и масел. Поставляется в пластиковой 25-литровой канистре. Дозировка 10...30 % (100...300 г/л), температура 50...70 °С. Не рекомендуется для очистки медноспаянных теплообменников.

> **«Альфа Фосс»** – кислотный жидкий раствор на основе ортофосфорной кислоты. Особенно эффективен для очистки пластинчатых теплообменников и связанного с ним оборудования от металлических окислов, ржавчины, извести и других отложений неорганического происхождения. Поставляется в 25-литровых канистрах. Нормальная дозировка 5...25% (50...250 г/л), температура 40...60 °С. После мойки рекомендуется применение пассивирующего раствора «Альфа Пасс».

Нельзя использовать для очистки мед-

носпаянных теплообменников.

> **«Альфа П-Скейл»** – кислотный порошковый продукт на основе сульфамовой кислоты с добавлением ингибитора коррозии. Применяют для растворения известковых и других неорганических отложений как в разборных, так и в паяных теплообменниках. Поставляется в пакетах по 1 кг. Нормальная дозировка 3 г воды на 1 кг, температура 40...60 °С.

> **«Альфа П-Нютра»** – сильный щелочной порошковый продукт для нейтрализации использованных моющих жидкостей «Альфа-Фосс», «Альфа П-Скейл» перед сливом в сток. Для этого отработанную моющую жидкость необходимо слить в пластмассовую емкость и определить уровень pH. Порошок добавляют, пока кислотность раствора не достигнет pH 6,5...9. Требуется примерно 300 г порошка для нейтрализации 2 л использованных смесей. Поставляется в пакетах по 300 г.

> **«Альфа Пасс»** – щелочной моющий раствор, предназначенный для устранения коррозии (пассивации) на металлических поверхностях и после кислотной мойки. Поставляется в 25-литровых пластиковых канистрах. Дозировка 5 % (50 г/л), температура комнатная. При очистке крупных систем рекомендуется выдержка 30 мин. Перед пуском в производство оборудование следует промыть.

Компания «Альфа Лаваль Поток» имеет развитую службу сервисного обслуживания, поэтому все работы могут быть выполнены специалистами. На сегодня в Москве и в ряде крупных регионов имеются партнеры, способные оперативно выполнить работы по промывке пластинчатых теплообменников. Вместе с тем простота технологии делает промывку пластинчатых теплообменников доступной для обслуживающего персонала холодильной установки.

Таким образом, сравнение основных технических и эксплуатационных характеристик пластинчатых полусварных теплообменников с кожухотрубными маслоохладителями и испарительными конденсаторами показывает, что использование пластинчатых теплообменников (в частности, полусварных) позволяет создавать качественно новые холодильные системы, имеющие ряд существенных преимуществ перед традиционными – они более компактны, проще и надежнее в эксплуатации, имеют меньшую емкость по хладагенту.

 **Alfa Laval**

ОАО «Альфа Лаваль Поток»

141070, Королев. ул. Советская, 73,
тел.: (095)232-1250.