

Канд. техн. наук **Н.В.ТОВАРАС**,
канд. техн. наук **В.П.ЕЛЬЧИНОВ**,
канд. техн. наук **С.В.ХОМЕНКО**,
С.Е.СУРКОВ, **О.Г.ВОРОНКОВ**
НПФ «ХИМХОЛОДСЕРВИС»

Повышение технического уровня отечественного холодильного оборудования

Фирма «Химхолодсервис» была создана 8 лет назад ведущими специалистами российских НИИ и заводов холодильного профиля. Поле деятельности фирмы – реконструкция действующих и строительство новых крупных холодильных установок «под ключ» от проектирования и комплектации до монтажа и пуска наладки; конструирование и изготовление холодильного оборудования. С самого начала своей деятельности фирма взяла курс на создание полноценной альтернативы импортному холодильному оборудованию. Не секрет, что отечественное оборудование значительно уступало западному по техническому уровню и номенклатуре.

Организация производства всех компонентов холодильных установок с техническими характеристиками, приближающимися к параметрам оборудования лучших зарубежных фирм, – одно из ведущих направлений работы фирмы.

Определив, какие компоненты холодильных установок вызывают наибольшие нарекания у эксплуатационников и проектировщиков и какие наиболее уязвимы с точки зрения технического уровня, фирма начала разработку узлов холодильных компрессорных агрегатов и машин, а также гаммы теплообменного и вспомогательного оборудования.

Опыт эксплуатации отечественных холодильных агрегатов показывает, что наибольшие нарекания у эксплуатационников вызывают следующие узлы:

маслоохладители, которые часто выходят из строя в связи с тем, что межтрубные перегородки, выполненные из термически нестойкой пластмассы, оплавляются при температуре 85...95 °С; помимо этого конструкция отечественных маслоохладителей уступает конструкции западных образцов по теплотехническим параметрам;

маслоотделители, которые в 15–20 раз уступают по эффективности лучшим зарубежным образцам. В результате унос масла из агрегатов достигает 100...200 г/ч;

система автоматики, выполненная на устарелой элементной базе;

электрошкафы и комплектующие для агрегатов, которые не имеют систем разгруженного пуска. Необходимость в такой системе определяется тем, что зачастую отечественные электросети не позволяют осуществлять прямой пуск мощных электродвигателей.

В течение последних лет сотрудники фирмы совместно с сотрудниками других организаций провели научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по освоению новых конструкций маслоохладителей, маслоотделителей, силовых щитов и системы автоматики.

Маслоохладители. Энергетические характеристики и ресурс работы винтового холодильного агрегата существенно зависят от эффективности работы маслоохладителя. Основная функция этого аппарата – поддержание в заданном интервале значений температуры масла, от которой непосредственно зависят его вязкость, а следовательно, смазывающие и уплотняющие свойства.

Научно-производственной фирмой «Химхолодсервис» освоено производство нового маслоохладителя МОХ, где сегментные перегородки заменены системой каналов с развитой поверхностью теплообмена для движения масла [3].

Теплообменные элементы маслоохладителя МОХ (рис.1) представляют собой коаксиально расположенные трубы, образующие кольцевые каналы, которые заполнены насадкой (развитая поверхность теплообмена), играющей роль оребрения и турбулизатора. Плотное прилегание насадки к трубам обеспечено натягом.

С целью получения обобщенных зависимостей, необходимых для расчета маслоохладителя при различных режимных параметрах, а также для оценки влияния на его характеристики контактного термического сопротивления соединения насадка–труба и схем движения теплоносителей провели экспериментальные исследования теплоотдачи и гидродинамического сопротивления теплообменных элементов маслоохладителя при

New assemblies of refrigerating compressor unit developed by NDF «Khimkholodservice» company oil coolers, oil separators, automation systems, power panels with systems of smooth start – are described.

Use of these assemblies meeting the world technical level, will considerably improve operational characteristics and service life of Russian refrigerating units and machines.

движении вязкой жидкости (масла). Описание экспериментального стенда и методика эксперимента приведены в [3].

Анализ результатов эксперимента свидетельствует о значительном влиянии на теплоотдачу величины натяга насадки в кольцевом зазоре. Не обсуждая детально опытные данные [3], отметим, что для достижения высокого уровня теплоотдачи необходимо обеспечить натяг не менее 2000 Н на элементе длиной 1 м. В этом случае значения линейного коэффициента теплопередачи в рабочей области расходов для маслоохладителей винтовых компрессоров ($G = 0,035...0,045$ кг/с в расчете на один теплообменный элемент) достигают значений $K_L = 90...115$ Вт/(м·К). При этом влияние различных схем движения теплоносителей: водовод внутри внутренних труб (вариант 1), водовод снаружи наружных труб (вариант 2), водовод внутри внутренних труб и снаружи наружных (вариант 3) – незначительно и не превышает 20 %.

Данные по теплопередаче показывают, что, например, при среднем температурном напоре, равном 20 °С, и объемном расходе масла 3,3 л/мин теплообменный элемент длиной 1 м обеспечивает тепловой поток более 2000 Вт, что является высоким показателем.



Маслоохладитель МОХ 19-200-2,0

На основании вышеприведенных опытных данных были получены и численно аппроксимированы обобщенные коэффициенты теплоотдачи и гидравлического сопротивления со стороны масла, положенные в основу алгоритма программы PROGMOX для расчета аппаратов на любые режимные параметры, которая учитывает в том числе различные значения термического сопротивления загрязнений в зависимости от качества системы водоподготовки у заказчика.

Результаты исследований и расчетов использовали при создании маслоохладителей MOX на 120 и 90 кВт. Конструкция маслоохладителей, их режимные и конструктивные параметры приведены в [3]. Схема движения теплоносителей в маслоохладителе трехпоточная. Масло движется в пространстве между внутренними ($\varnothing 18 \times 1,5$ мм) и наружными ($\varnothing 33 \times 1,5$ мм) трубами по насадке (см. рис. 1). Вода вначале циркулирует в кожухе прямотоком по отношению к маслу, омывая наружные трубы, затем, проходя по специальной трубе, пронизывающей масляную полость, движется противотоком по отношению к маслу по внутренним трубам.

Сравнение маслоохладителей MOX с кожухотрубными аналогами, имеющими сегментные перегородки, показывает, что при одинаковых режимных параметрах габаритные размеры и масса разработанных маслоохладителей примерно в 2 раза меньше. В 5 раз меньше вместимость по маслу, что является их преимуществом.

Сравнение, выполненное ОАО «Альфа Лаваль Поток» [2], свидетельствует, что маслоохладители MOX по своим массе и габаритным размерам практически не уступают полусварным пластинчатым маслоохладителям. Так, пластинчатый маслоохладитель M6MWFG, обеспечивающий тепловую нагрузку 90 кВт, имеет массу 164 кг, а MOX 18-200-2,0 (число труб 18, диаметр кожуха 200 мм, рабочая длина труб 2000 мм), спроектированный на ту же нагрузку, — 180 кг.

Маслоохладители MOX прошли промышленные испытания на штатных аммиачных компрессорных агрегатах 21A410-7-3 на Московском рыбокомбинате — ЗАО «Меридиан» и 21A280-7-3 — на Санкт-Петербургском хладокомбинате № 7. С этой целью агрегаты были оснащены необходимой измерительной аппаратурой (расходомеры, термометры и манометры) [3]. Испытания проводили с интервалом в полгода, с тем чтобы оценить влияние отложений водяного камня на теплообмен и гидравлическое сопротивление.

Результаты испытаний, приведенные в [3], показали, что, например, маслоохладитель MOX 36-300-1,5 (число труб 36,

диаметр кожуха 300 мм, рабочая длина труб 1500 мм) в «чистом» виде обеспечивает минимальную расчетную тепловую нагрузку 185 кВт. После шестимесячной эксплуатации тепловая эффективность аппарата уменьшилась на 30 %. В 2,4 раза выросло гидравлическое сопротивление водяной полости. Это стало следствием отложений растворенных в воде солей на поверхности теплообмена. Но даже в загрязненном состоянии теплообменник обеспечивал расчетную нагрузку в 125 кВт, что подтвердило обоснованность заложенного при его проектировании запаса. Вместе с тем увеличения гидравлического сопротивления масляной полости обнаружено не было, а следовательно, насадка не является объектом для твердых отложений.

Испытания подтвердили высокую эффективность маслоохладителя MOX. Проведенные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы позволили создать теплообменный аппарат — маслоохладитель, не уступающий по массогабаритным показателям зарубежным образцам.

В настоящее время нами выпущено более 60 маслоохладителей MOX. Опыт эксплуатации позволил сделать некоторые выводы. В четырех случаях после примерно полугодовой эксплуатации была обнаружена разгерметизация водяной и масляной полостей. Детальный анализ (вскры-

тие аппаратов с последующим изучением характера отложений в водяной полости, металлографические исследования и т.д.) показал, что имела место язвенная коррозия наружных труб. Дело в том, что на этих двух предприятиях полностью отсутствовала водоподготовка. В этом случае наличие биологических примесей в воде приводит к отложению (прилипанию) их к внешней поверхности наружных труб (заиливание в виде отдельных бугорков диаметром 5...6 мм). Поверхность труб под бугорками изолируется для доступа кислорода, растворенного в воде. Вследствие различного доступа кислорода к блокированной и свободной поверхности возникает разность электрохимических потенциалов, способствующая интенсификации процесса коррозии. Под слоем отложений (под бугорком) образуется «язва», которая развивается и со временем становится сквозной.

Отдельно остановимся на вопросе о скорости движения охлаждающего теплоносителя (воды) в межтрубном пространстве. Когда мы приступали к конструированию маслоохладителя, то пытались минимизировать влияние коррозии. Из литературных источников известно, что коррозия минимальна на стальных поверхностях, погруженных в воду, которая движется с очень малой ($w < 0,1$ м/с) скоростью или со значительной скоростью ($w > 1$ м/с) [1].

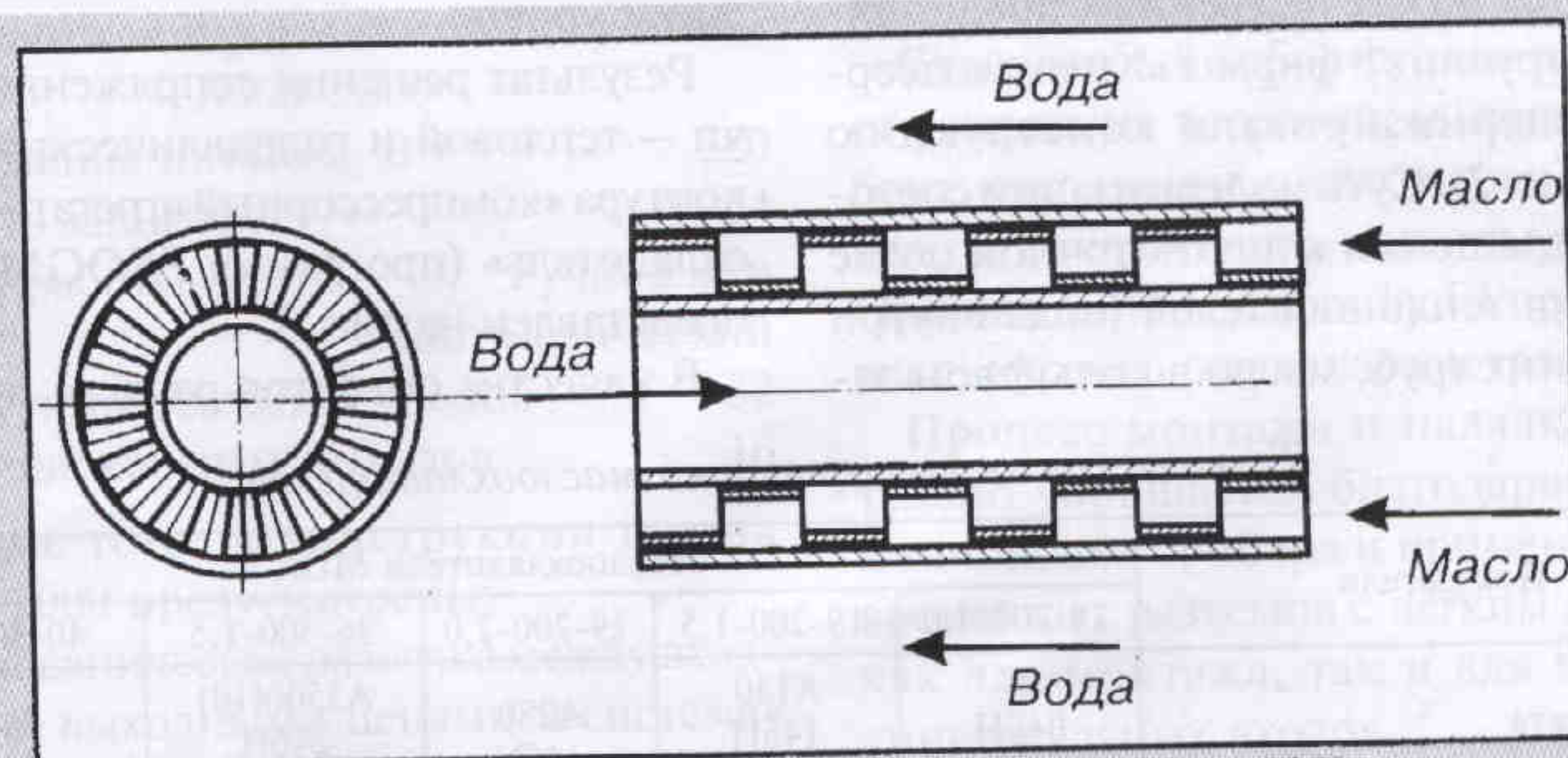


Рис. 1. Теплообменный элемент маслоохладителя MOX

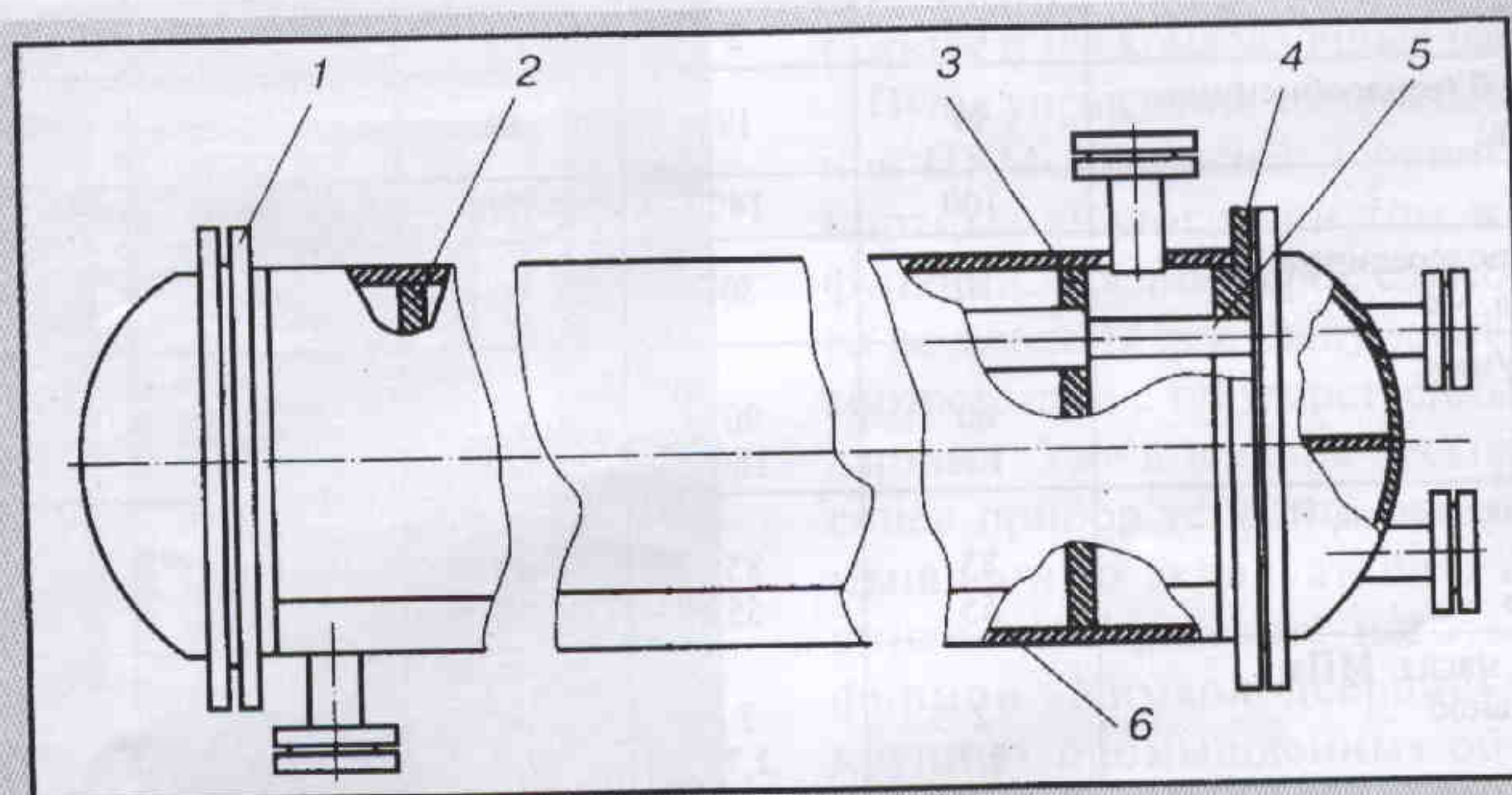


Рис. 2. Маслоохладитель MOX(M): 1—4 — трубные решетки; 5 — теплообменный элемент; 6 — обечайка

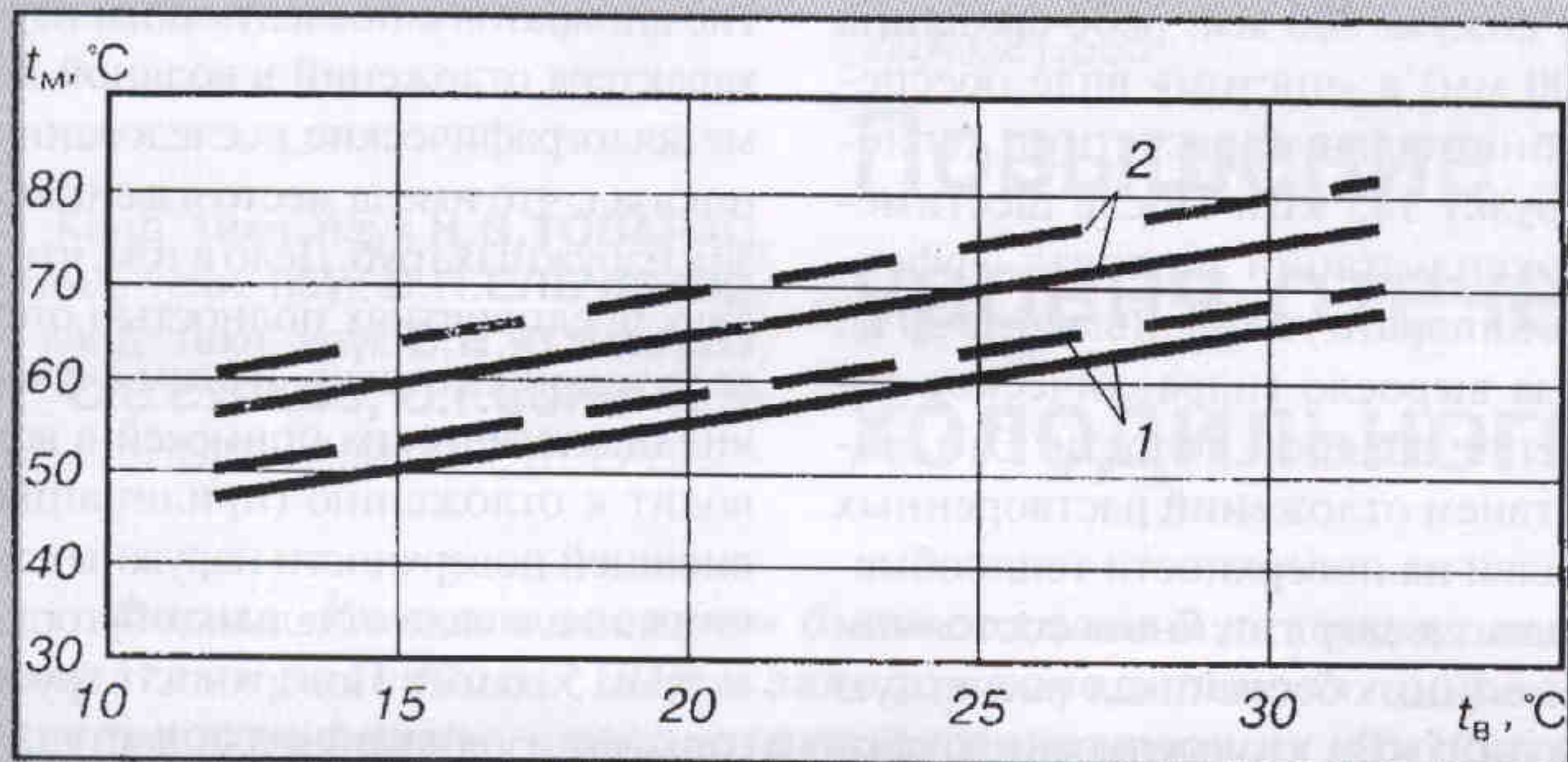


Рис. 3. Зависимость температуры масла t_m в контуре компрессорного агрегата (на входе в маслоохладитель) от температуры охлаждающей воды t_v для аппарата старой — и модернизированной — — — конструкций:
1 — чистая поверхность; 2 — поверхность с отложениями водяного камня после эксплуатации в течение 6 мес

Исходя из этого, мы сконструировали межтрубное пространство достаточно разреженным [3]. Расчет показывает, что скорость движения воды в наиболее узких сечениях аппарата не превышает 0,1 м/с, т.е. коррозия должна быть минимальной. Очевидно, что для случая сильных биологических загрязнений этот априори принятый вывод может быть подвергнут сомнению.

Учитывая, что восстановление (ремонт) наружных труб маслоохладителей МОХ связано со значительными затратами времени, для повышения надежности при работе с сильно загрязненной водой (которая в некоторых случаях используется на отечественных предприятиях) сотрудники фирмы «Химхолодсервис» модернизировали конструкцию МОХ (рис. 2). Суть модернизации состоит в возвращении к двухпоточной схеме движения теплоносителей (вода внутри внутренних труб, масло в кольцевом за-

зоре), но в новом качестве.

Путем совершенствования технологии специалисты фирмы «Химхолодсервис» в настоящее время добились стабильно плотного натяга насадки в межтрубном пространстве. Как уже было сказано выше, при этом влияние обтекания водой внешней поверхности наружных труб на теплопередачу незначительно. Новая конструкция — двухзаходная по воде, в результате чего увеличивается коэффициент теплопередачи. Как видно из рис. 2, теплообменник полностью ремонтпригоден при эксплуатации.

Эффективность новой конструкции МОХ(М) практически осталась на прежнем уровне.

Результат решения сопряженной задачи — тепловой и гидравлический расчет контура «компрессорный агрегат — маслоохладитель» (программа PROGMOX1) — представлен на рис. 3.

В качестве объектов расчета приняты

Техническая характеристика маслоохладителей

Показатели	Маслоохладители МОХ				
	19-200-1,0	19-200-1,5	19-200-2,0	36-300-1,5	40-300-2,0
Тип агрегата	046Н	A130 146Н 046Н	A280 146Н	A350(410) 246Н 246Н	346Н 346Н
Диаметр кожуха, мм	219	219	219	325	325
Длина, м	1,5	2	2,5	2,1	2,6
Число труб (теплообменных элементов)	19	19	19	36	40
Масса, кг	100	140	180	280	350
Диаметр подсоединительных патрубков, мм	30	30	30	40	40
Расход, л/мин: масла воды	60 120	90 180	90 180	120 225	170 340
Температура масла, °С: на входе на выходе	85 55	85 55	85 55	85 55	85 55
Давление масла, МПа: максимальное пробное	2 2,7	2 2,7	2 2,7	2 2,7	2 2,7
Перепад давления масла, МПа	0,05	0,1	0,1	0,05	0,1
Мощность номинальная, кВт	30	50	90	120	170

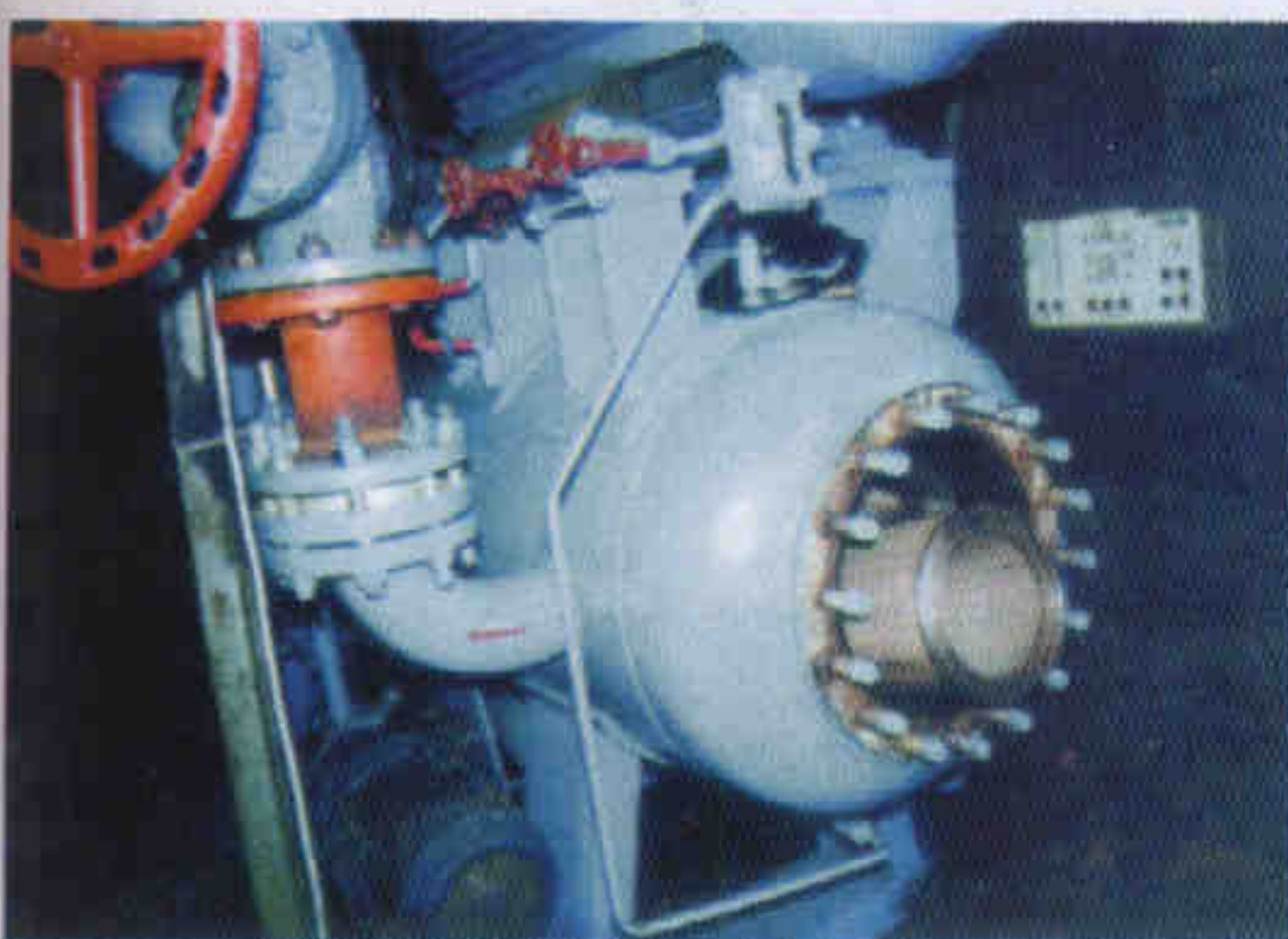
соответственно агрегат А350 и маслоохладители МОХ 36-300-1,5 и МОХ 36-300-1,5(М). В качестве исходных данных задавали: мощность тепловыделений, снимаемую маслом, расход масла, расход охлаждающей воды, площадь поверхности теплообмена аппарата. В результате расчета определяли: начальные (в компрессоре) и конечные (на выходе из маслоохладителя) температуры масла, конечную температуру охлаждающей воды, коэффициент теплопередачи.

Аппарат старой конструкции имеет двустороннее охлаждение, а аппарат новой конструкции — одностороннее внутреннее охлаждение. Как видно из рис. 3, максимальная температура масла в агрегате линейно зависит от температуры охлаждающей воды. Во всем расчетном диапазоне увеличение температуры масла при переходе на новую конструкцию не превышает 5 °С. Так, при температуре охлаждающей воды 20 °С температура масла в компрессоре для аппарата с двусторонним охлаждением и «загрязнением» составляет 60 °С, а для аппарата новой конструкции 70 °С. Температура масла в компрессоре для обоих маслоохладителей без отложений на 10 °С меньше. При этом расчетный перепад температур масла на входе в аппарат и выходе из него составляет 24 °С. С помощью маслоохладителя новой конструкции даже в условиях загрязнения теплообменной поверхности можно поддерживать допустимую температуру масла в контуре компрессора при температуре охлаждающей воды до 35 °С.

В настоящее время разработан типовой размерный ряд маслоохладителей для использования в составе разработанных нашей фирмой агрегатов и машин на базе отечественных компрессоров (ВХ-130, ВХ-280, ВХ-350, ВХ-410) и винтовых компрессоров зарубежных фирм AERZEN (Германия), HOWDEN (Шотландия) (см. таблицу).

В заключение отметим, что в последнее время специалистами фирмы также разработан цельносварной теплообменник типа «масло—аммиак» для непосредственного охлаждения масла холодным аммиаком, циркулирующим специально созданном в системе контуре естественной циркуляции.

Маслоотделители. Унос масла из разработанных фирмой маслоотделителей типа МОТ, смонтированных на аммиачных агрегатах производительностью 410 кВт, не превышает 10...15 г/ч. Изготавливаемые различными российскими заводами штатные маслоотделители конструктивно выполнены на основе сетчатых сепараторов, установленных в несколько ступеней друг за другом. Унос масла из них превышает 140 г/ч.



Маслоотделитель MOT для винтовых агрегатов, разработанный специалистами научно-производственной фирмы «Химхолодсервис»

В маслоотделителях MOT применена многоступенчатая система отделения масла. Каждую ступень проверяли в лабораторных условиях на стендах привлеченных к исследованиям организаций, а также в условиях эксплуатации на реальных аппаратах. Установленные на Щелковском мясокомбинате (Московская обл.) и Останкинском мясокомбинате (Москва) образцы MOT отработали уже по 5...10 тыс. ч. Регулярный контроль за состоянием элиминирующих элементов показывает, что их состояние и характеристики практически не изменяются со временем. Это свидетельствует о надежности разработанной конструкции.

Система автоматики. Специалисты фирмы «Химхолодсервис» и ООО «Энергостройналадка» совместно создали и успешно внедряют новый блок комплексной автоматики для управления работой холодильных машин и агрегатов на базе поршневых и винтовых отечественных и зарубежных компрессоров.

Устройство и принцип работы пульта управления холодильной машиной ПУМ-2000 основаны на передовых микропроцессорных технологиях современного приборостроения. ПУМ-2000, предназначенный для автоматического контроля, регулирования, защиты и управления холодильными

машинами и агрегатами, имеет более широкие возможности по сравнению с существующими системами КСА и А-80 в отношении точности измерения параметров, контроля и регулирования рабочих режимов, сохранения информации о параметрах технологических процессов.

Конструктивно пульт ПУМ-2000 выполнен в виде шкафа, корпус которого герметичен и выполнен из стального листа, имеющего многослойное лакокрасочное покрытие, выдерживает высокие механические нагрузки в процессе эксплуатации, имеет гермовводы для кабельных планов. В корпусе (габаритные размеры 400×400×200 мм) размещен программируемый контроллер с разъемами для подключения входных сигналов измерения и выходных каналов. Внутри шкафа встроены блоки питания, формирующие напряжения +5В, ±15В, +24В, +15В для питания микроконтроллера и активных датчиков.

На передней панели прибора расположены клавиатура пленочного типа, изготовленная по технологии «mylar dom» с тактильным эффектом (внешняя сторона антибликовая, устойчивая к истиранию и воздействию агрессивных сред), а также светодиоды индикации состояния работы (норма, предупреждение о возможной аварии, авария).

Технические характеристики пульта ПУМ-2000

Напряжение питания, В	220
Степень защиты	IP54
Режим работы	Ручной или автоматический
Число универсальных входов	32
Число дискретных выходов	16

Кроме того, в конструкции пульта ПУМ-2000 предусмотрены:

- гальваническая развязка между входными и выходными цепями и системами питания;

- сохранение настроек при отключении питания;

- программное обеспечение, которое имеет функцию самодиагностики с выводом информации на русском языке (по требованию заказчика — на английском) и позволяет на месте быстро определить характер неисправности;

- корректировка уставок параметров и выбор режима работы холодильной машины;

- защита входов оптическими радиоэлементами.

В процессе эксплуатации возможно применение так называемой схемы диспетчеризации на компьютер, которая позволяет собирать статистическую информацию, отражающую не только аварийные ситуации, но и нормальную работу с распечаткой протоколов событий в буквенно-цифровом и графическом виде.

Прибор может работать как самостоятельно, так и совместно с другими аналогичными приборами, общаясь с ними по шине RS 232/485.

В новом приборе учтена возможность применения датчиков и исполнительных устройств отечественного и импортного производств. Универсальные входы позволяют программным способом изменить систему автоматики по желанию заказчика, снизить эксплуатационные расходы, а также избежать замены оборудования в процессе модернизации производства.

Стандартный набор функций позволяет увидеть на встроенном дисплее прибора, отклонение какого параметра привело к отключению машины (аварии). При нажатии на клавишу F1 происходит расшифровка этого параметра.

Процесс монтажа и наладки значительно упрощается благодаря удачной компоновке прибора и применению современных разъемов с легким доступом как для монтажа, так и для проверки универсальных входов.

При создании прибора была учтена российская специфика проведения монтажных и пусконаладочных работ.

Пульт управления холодильной машиной ПУМ-2000 менее дорогой, чем импортные аналоги при том же наборе функций. Средний срок службы прибора не менее 12 лет. Выпускают прибор в соответствии с государственными стандартами. Уже в течение нескольких месяцев прибор успешно проходит промышленную эксплуатацию в составе винтовых агрегатов, изготовленных фирмой «Химхолодсервис», на ряде крупных промышленных объектов, в том числе на Щелковском мясокомбинате и Останкинском молочном комбинате в Москве.



Пульт управления ПУМ-2000

При проведении пусконаладочных работ и в начальный период эксплуатации ПУМ-2000 был выявлен ряд недостатков, отразившихся на качестве регулирования компрессорного агрегата.

В момент коммутации цепей электродвигателей компрессора и маслососа из-за помех, вызванных изменением электромагнитных полей, искажались реальные значения сигналов датчиков. Чтобы устранить это явление, в каналах входных сигналов установили фильтры.

Из-за нелинейности характеристики датчиков температуры ТСП100П максимальная погрешность измерения достигала 6 °С. Поэтому их заменили активными датчиками Pt 100 с выходом 4...20 мА и линейной характеристикой, что позволило значительно повысить точность регулирования. Максимальная погрешность измерения составила 0,2 °С.

Для защиты от случайных повреждений при монтаже и обслуживании плату контроллера закрыли фальшпанелью.

Чтобы облегчить монтажные и пусконаладочные работы, габаритные размеры шкафа ПУМ-2000 увеличили с 400×400×200 мм до 500×400×200 мм, что облегчило разводку входных и выходных кабелей через гермовводы и улучшило доступ к разъемным соединениям.

Силовые щиты с устройством плавного пуска. При прямом пуске асинхронного электродвигателя при номинальном напряжении питающей сети в начальный момент времени через обмотки статора протекает ток короткого замыкания $I_{к.з.}$ и возникает соответствующий этому току вращающий момент $M_{к.з.}$. С увеличением частоты вращения ротора ток в обмотках статора уменьшается, а вращающий момент в конце пуска снижается до величины, соответствующей номинальному току электродвигателя.

Ток короткого замыкания в зависимости от мощности и конструкции электродвигателя может достигать от 300 до 900 % значения тока номинального ре-

жима, а соответствующее ему значение вращающего момента составляет от 70 до 230 % вращающего момента $M_{к.з.}$.

Для минимизации пускового тока применяют различные методы пуска при пониженном напряжении. Наиболее распространены: метод пуска путем переключения обмоток статора со звезды на треугольник и метод плавного пуска.

При пуске на пониженном напряжении пусковой вращающий момент электродвигателя изменяется в соответствии с формулой

$$M_p = M_{к.з.} (I_p / I_{к.з.})^2,$$

где M_p — пусковой вращающий момент; I_p — пусковой ток; $M_{к.з.}$ — вращающий момент, соответствующий $I_{к.з.}$; $I_{к.з.}$ — ток короткого замыкания при заторможенном роторе.

Пусковой ток можно снизить только до значения, при котором соответствующий ему пусковой вращающий момент еще превышает значение вращающего момента, необходимого для работы под нагрузкой. Ниже этого значения разгон электродвигателя прекращается и он не выходит на номинальную частоту вращения.

Пуск электродвигателя посредством переключения обмоток со звезды на треугольник представляет собой самый простой метод для осуществления пуска при пониженном напряжении, однако его эффективность ограничена из-за:

- отсутствия контроля за понижением уровня тока и вращающего момента; значения этих величин составляют 1/3 от значения при пуске на полном напряжении;

- в момент переключения обмоток со звезды на треугольник имеют место высокие переходные значения тока и вращающего момента. Переходное значение тока может достигать значений, равных двум $I_{к.з.}$, а момента — четырем $M_{к.з.}$. Это служит причиной ударных механических и электрических нагрузок, которые могут приводить к повреждению оборудования.

Чтобы обеспечить эффективный контроль за током и вращающим моментом, применяют устройства плавного пуска (софт-стартеры), которые не имеют вышеуказанных ограничений и обеспечивают: контроль за величинами пускового тока и вращающего момента; плавное регулирование напряжения и тока, отсутствие их бросков и перепадов; возможность реагирования на изменяющиеся условия пуска.

Применяемые в настоящее время научно-производственной фирмой «Химхолодсервис» софт-стартеры для плавного пуска асинхронных электродвигателей мощностью от 55 до 200 кВт (на-

пряжение 380 В) обеспечивают следующие технические характеристики:

Диапазон устанавливаемых значений времени разгона, с	0...4
Максимальное время разгона, с	0...15
Перегрузка по току, %	До 15
Диапазон ограничения тока при пуске, %	100...45
Количество пусков в час при максимальной нагрузке	От

Специалистами фирмы «Химхолодсервис» разработаны и производятся силовые щиты с различными устройствами, снижающими пусковой ток. Исходя из характеристик внешних сетей и экономических возможностей заказчика можно выбрать оптимальное конструктивное и материальное исполнение силовых щитов и их элементной базы. По желанию заказчика могут быть использованы или полностью импортные комплектующие, или полностью либо частично приборы российского производства. Многолетняя эксплуатация щитов установленных, как правило, на агрегатах и машинах, изготовленных фирмой показала их высокое качество и надежность.

Одна из серьезнейших проблем, которую фирме удалось решить в последнее время, это пуск электродвигателей винтовых агрегатов большой мощности (400...500 кВт) в условиях слабых внешних сетей.

Наряду со всеми необходимыми лицензиями Госстроя и Госгортехнадзора РФ для проведения строительства и реконструкции холодильных установок фирма имеет лицензию Госгортехнадзора РФ на изготовление емкостных и теплообменных аппаратов; систем контроля, регулирования и управления; противоаварийной защиты и сигнализации; сосудов для воздуха и газов; агрегатов, машин, тепловых насосов, установок и систем.

Фирма всегда готова оказать полный комплекс услуг своим заказчикам.

В следующем номере журнала будут приведены технические характеристики агрегатов и машин, разработанных фирмой на базе новых узлов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жук Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов. — М.: Металлургия. 1978.
2. Сорокин С.С. Полусварные конденсаторы и маслоохладители «Альфа Лаваль»// Холодильная техника. 2000. № 6.
3. Товарас Н.В., Ельчинов В.П., Шуяков А.Л. Новые маслоохладители МОХ: Сочетание эффективности и технологичности//Холодильная техника. 2000. № 3.



Силовой щит с устройством для плавного пуска агрегата 046Н