

УДК 661.93

Е.Н. Зырянов*, **К.Ю. Белошейкин**, **Д.В. Рубцов**
ООО НПК «Техноген», а/я 392, г. Екатеринбург, РФ, 620146
*e-mail: ural@technogen.ru

ХАРАКТЕРИСТИКИ НОВОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОБЕЗЖИРИВАНИЯ РЕЗЕРВУАРОВ УОР-80-141В

*Криогенные ёмкости и резервуары, предназначенные для кислорода и других криопродуктов, нуждаются в надёжном обезжиривании. Применяемая в настоящее время установка имеет ряд недостатков. Для её замены создана новая установка УОР-80-141в. Для повышения её производительности и одновременного обеспечения приемлемых массогабаритных характеристик использованы методы интенсификации теплообмена. В установке применяется озононеразрушающий растворитель R141b. **Ключевые слова:** Жидкий кислород. Криогенные ёмкости. Газификаторы. Обезжиривание. Теплообмен. Растворитель. Безопасность.*

Ev.N. Zyryanov, K.Yu. Beloshejkin, D.V. Rubtsov

CHARACTERISTICS OF NEW UNIT FOR DEGREASING OF TANKS «UOR-80-141B»

*Cryogenic capacities and tanks intended for oxygen and others cryoproducts require in reliable degreasing. The unit used now has a number of shortcomings. The new unit «UOR-80-141b» is created for its replacement. The methods of an intensification of heat exchange are used for increase of its productivity and simultaneous maintenance of admissible performance of weight and clearance characteristics. In unit is applied ozone-nondestructing solvent R141b. **Keywords:** Liquid oxygen. Cryogenic capacities. Gasifiers. Degreasing. Heat exchange. Solvent. Safety.*

1. ВВЕДЕНИЕ

Перед пуском в эксплуатацию любых ёмкостей, в которых будет использоваться кислород и другие продукты, необходимо проведение работ по обезжириванию и просушке их внутренних поверхностей [1]. Данные работы в случае невозможности свободного доступа к поверхностям, соприкасающимся с концентрированным кислородом, могут осуществляться с помощью установок обезжиривания резервуаров. В основе работы установок лежит подвод тепла к кипящему растворителю с последующей подачей его в обезжириваемую ёмкость, где происходит конденсация растворителя за счёт разности температур между элементами конструкции ёмкости и растворителя. При реализации этих процессов происходит абсорбция и растворение примесей растворителем с последующим удалением раствора.

Рассмотрим конструкцию и принцип работы созданной нами установки для обезжиривания резервуаров.

2. УСТАНОВКА ОБЕЗЖИРИВАНИЯ РЕЗЕРВУАРОВ ТИПА УОР-80-141В

Широкое распространение сейчас получили уста-

новки типа УОР-1М, в которых используется принцип «водяной бани» при подводе тепла для испарения растворителя. Такая схема предотвращает перегрев растворителя (хладона R113 или хладона R141b) и, как следствие, образование ядовитых веществ. Принцип «водяной бани» считается низкоэффективным, так как со стороны воды (тосола) теплоотдача при конвективном теплообмене значительно меньше, чем со стороны кипящего растворителя. Указанный факт говорит о несовершенстве теплообменных процессов. Это приводит к увеличению теплопередающих поверхностей и массогабаритных характеристик из-за невозможности снижения продолжительности испарения растворителя как основного процесса, определяющего затраты времени на обезжиривание.

Стоит также отметить, что испаряющийся растворитель имеет температуру, близкую к температуре насыщенной жидкости. Теплоты парообразования иногда оказывается недостаточно для предотвращения частичной конденсации растворителя в зимнее время года при низких температурах окружающей среды, что не позволяет подавать растворитель в обезжириваемую ёмкость в полном объёме.

С учётом опыта производителей установки типа УОР-1М и для устранения указанных недостатков нами была проведена разработка усовершенствованной

установки типа УОР-80-141b.

При разработке установки УОР-80-141b (см. рис. 1) мы стремились создать агрегат, отличающийся малыми массой и габаритами, высокой эффективностью и возможностью подачи больших количеств пара растворителя в обезжириваемый резервуар.

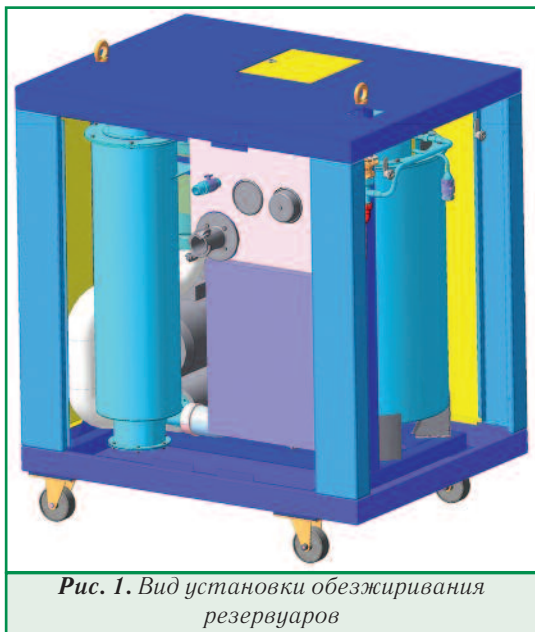


Рис. 1. Вид установки обезжиривания резервуаров

Нами с учётом методов интенсификации теплообмена [2-5] были определены направления совершенствования принципа работы обезжиривателя и электрического нагревателя воздуха для осушки и отогрева резервуаров. Используемые решения основывались на увеличении коэффициентов теплоотдачи за счёт повышения скорости теплоносителя и применения турбулизаторов внутри каналов течения теплоносителя для изменения структуры потока, уменьшающей ламинарный низкотеплопроводный слой у стенок труб [3].

Реализация этих мероприятий стала возможной при изготовлении ёмкостей растворителя и теплоносителя в виде отдельных блоков в составе единого аппарата.

Основные источники теплоты — ТЭНы патронного типа, выполненные в соответствии с характером движения теплоносителя в ёмкости, где производится его непосредственный нагрев. Это позволило повысить теплоотдачу с их поверхности к возвращаемому из испарителя потоку теплоносителя.

После подогрева тосол поступает в змеевик с турбулизаторами, где производится отдача полученного тепла к кипящему растворителю. Данное техническое решение обеспечило приближение порядка коэффициента теплоотдачи со стороны тосола к порядку коэффициента теплоотдачи кипящего растворителя [5], что является основ-

ным условием для обеспечения максимальной теплопередачи и минимизации значений теплопередающих поверхностей. Отдав тепло, теплоноситель возвращается в ёмкость и движется вдоль поверхности ТЭНов. Технологическая схема установки приведена на рис. 2.

В качестве растворителя использовался озонне-разрушающий хладон марки R141b. Все его теплофизические характеристики, необходимые для расчётов и анализа, были предоставлены фирмой «Атофина», занимающейся продажей указанного растворителя и осуществляющей техническую поддержку его потребителей. В соответствии с этим установка была оптимизирована под его теплофизические параметры.

Применяемый R141b заливается в полость растворителя в обезжиривателе в количестве не менее 80 л. Это позволяет обезжиривать резервуары объёмом 8 м³ и более.

Процесс испарения растворителя в обезжиривателе и подача его к потребителю организованы следующим образом. Растворитель кипит в теплообменнике-испарителе, пары его затем перегреваются в отдельном теплообменнике до температуры примерно 343 К для последующей его подачи потребителю. Указанный змеевик также имеет форму, повторяющую поток теплоносителя в полости с ТЭНами.

В составе агрегата имеется оборудование для подачи горячего воздуха для осушки и отогрева обезжириваемой ёмкости. Источником тепла для нагрева воздуха являются электронагревательные элементы со спиралевидным оребрением. Данный способ оребрения описан в [5] и характеризуется относительно высоким коэффициентом теплоотдачи при осевом движении потока обогреваемой среды.

Перечисленные мероприятия позволили значительно сократить массогабаритные характеристики аппаратов и высвободить пространство для введения теплоизоляции на основе пенополиуретанов, что позволило расширить диапазон возможных температур окружающей среды, при котором УОР-80-141b обеспечивает паспортные показатели (см. таблицу).

Характеристики	Значения
Рабочее давление паров хладона R141b, бар	0,7
Время испарения 0,08 м ³ хладона (без учёта времени разогрева испарителя), ч, не более	1,5
Номинальная мощность нагревателей, кВт	7,5
Установленная мощность нагревателей, кВт	9
Температура газообразного растворителя, °С	70
Рабочее давление газообразного хладона, бар (изб.)	0,7
Объём заливаемого тосола, л, приблизительно	10
Температуры окружающей среды, °С	-40...+40
Производительность по воздуху, м ³ /ч	300
Развиваемое избыточное давление газодувки, бар	0,35
Температура греющего воздуха, °С	60...80
Мощность электродвигателя воздуходувки, кВт	4
Питание установки — трёхфазный переменный ток напряжением 380 В с частотой 50 Гц	
Масса агрегата без жидкостей, кг	240
Габариты агрегата, мм	1100×860×1200

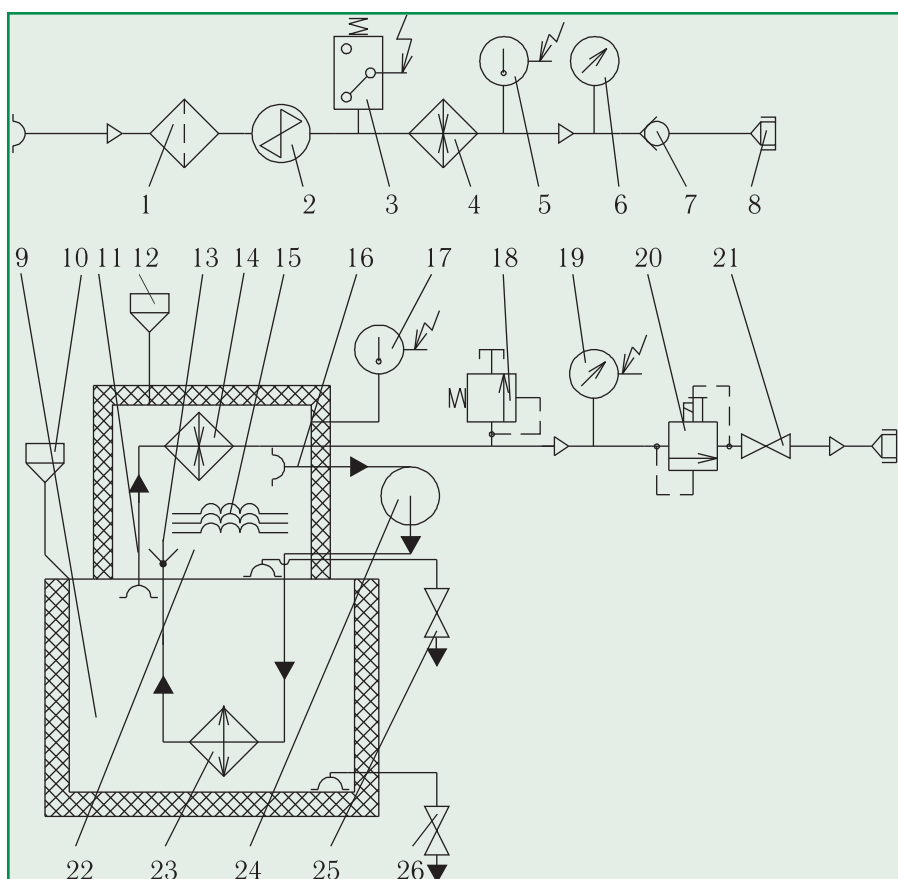


Рис. 2. Технологическая схема установки обезжиривания резервуаров УОР-80-141b: 1 — фильтр воздушный; 2 — вентилятор; 3 — реле потока; 4 — электронагреватель; 5 — датчик температуры воздуха; 6 — манометр; 7 — клапан обратный; 8 — гайка РОТ; 9 — ёмкость растворителя; 10 — горловина заливная растворителя; 11 — заборник парообразного растворителя; 12 — горловина заливная теплоносителя; 13 — аппарат направляющий теплоносителя; 14 — теплообменник перегрева растворителя; 15 — ТЭН; 16 — линия подачи теплоносителя на всасывание насоса; 17 — датчик температуры теплоносителя; 18 — клапан предохранительный; 19 — электроконтактный манометр; 20 — клапан электромагнитный; 21 — вентиль; 22 — ёмкость теплоносителя; 23 — теплообменник-испаритель растворителя; 24 — насос теплоносителя; 25 — вентиль слива теплоносителя; 26 — вентиль слива растворителя

При проектировании использовались технологии трёхмерного моделирования узлов и аппаратов, что дало возможность достичь максимальной компактности установки при свободном доступе к её отдельным частям при сборке, ремонте и других работах. Дизайнерские работы выполнялись также с по-

мощью объёмного моделирования, обеспечившего эргономичность и эстетичность агрегата в соответствии с современными требованиями.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная установка для обезжиривания криогенных ёмкостей и резервуаров УОР-80-141b может изготавливаться по заказам потребителей. На неё имеется необходимая техническая документация, получены все разрешительные и согласующие документы.

Применение установки позволит улучшить качество обезжиривания, снизить затраты времени на эту ответственную операцию.

ЛИТЕРАТУРА

1. СТП 2082-594-2004. Стандарт предприятия «Оборудование криогенное. Методы обезжиривания». — М.: ОАО «Криогенмаш».
2. Кэйс В.М., Лондон А.Л. Компактные теплообменники. — М.-Л.: Госэнергоиздат, 1962. — 160 с.
3. Калинин Э.К., Дрейцер Г.А., Ярхо С.А. Интенсификация теплообмена в каналах. — М.: Машиностроение, 1990. — 208 с.
4. Справочник по физико-техническим основам криогеники/ М.П. Малков, И.Б. Данилов, А.Г. Зельдович и др. Под ред. М.П. Малкова// М.: Энергоатомиздат, 1973. — 432 с.
5. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. — М.-Л.: Энергия, 1965. — 424 с.