

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИФЕНИЛОВОГО ЭФИРА В ПАРОМАСЛЯНОМ НАСОСЕ Н-1 С-2

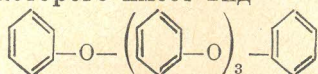
В. П. ВОЛОСОВ, А. А. ЗАБРОДОВ, В. Е. ПАЛЬЧИКОВ, Ф. А. ЦЕЛЬНИК

Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

(Получено 5 октября 1965 г.)

Исследованы особенности работы насоса Н-1С-2 при использовании в качестве рабочей жидкости полифенилового эфира (М-бис/М-фенокси-фенокси/бензол). Сообщаются оптимальный режим работы насоса и его характеристики. Предельный вакуум в системе без прогрева и без охлаждения жидким азотом равен $5 \cdot 10^{-9}$ тор. После прогрева при $T = 600^\circ\text{C}$ достигнут вакуум $5 \cdot 10^{-10}$ тор также без охлаждения ловушек жидким азотом.

В работах [1, 2] было показано, что при использовании полифениловых эфиров в качестве рабочей жидкости для высоковакуумных паромасляных насосов удается получать высокий предельный вакуум без использования ловушек, охлаждаемых жидким азотом. Наилучшие результаты были достигнуты при использовании М-бис/М-фенокси-фенокси/бензола, т. е. $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}(\text{C}_6\text{H}_4\text{O})_3\text{C}_6\text{H}_5$, формула которого имеет вид



Предельный вакуум, полученный с этим веществом, был равен $4,5 \cdot 10^{-10}$ тор в стеклянных насосах и $4 \cdot 10^{-9}$ тор в металлических. Однако в этих же работах отмечалось, что хорошие результаты были получены далеко не во всех исследованных типах насосов.

В данной работе исследовались особенности работы М-бис/М-фенокси-фенокси/бензола (в дальнейшем будем обозначать его ПФ-эфир) в отечественном паромасляном металлическом насосе Н-1С-2. Был определен оптимальный режим работы насоса и сняты его характеристики. Хотя эксперименты не проводились на насосах других типов (из-за отсутствия больших количеств ПФ-эфира), однако можно надеяться, что полученные результаты распространяются и на другие насосы, близкие по конструкции к Н-1С-2 (например, Н5С, Н2Т и др.).

Основные константы изучавшегося нами ПФ-эфира: температура кипения (при давлении 1 тор) $T_{\text{к}}^1 - 300 \div 305^\circ\text{C}$; показатель преломления $n_{\text{D}}^{25} - 1,6305$ (по литературным данным $T_{\text{к}}^1 - 285^\circ\text{C}$; $n_{\text{D}}^{25} - 1,6300$ [2]); удельный вес $1,4300$ ($T - 20^\circ\text{C}$); при-

меси орто- и пара-изомеров того же эфира отсутствовали.

Экспериментальная установка (рис. 1) состояла из насоса Н-1С-2 (1); маслоотражателя 2; ловушки 3; камеры 4, в которой помещались две манометрические лампы МИ-12 (5); вакуум измерялся прибором ВИ-12. Предварительное разрежение создавалось форвакуумным насосом ВН-2; в некоторых экспериментах последовательно с ним включался паромасляный насос ЦВЛ-100. Все уплотнения вакуумной системы были выполнены на металле (уплотнение — медные кольца из проволоки $\phi 1$ мм). В насосе Н-1С-2 были изменены лишь конструкция фланцев (под металлическое уплотнение) и мощность подогревателя. Так как давление паров $0,01$ тор достигается для ПФ-эфира при температуре, на $100 \div 150^\circ\text{C}$ выше, чем для обычных вакуумных масел, то мощность подогрева была увеличена приблизительно вдвое. Спираль подогревателя изготовлялась из нихромовой проволоки $\phi 0,6$ мм ($R_{\text{спираль}} = 48$ ом; $T = 20^\circ\text{C}$), что позволяло доводить мощность до 1200 вт при длительной работе. В насос заливалось ~ 90 г ПФ-эфира. Для улучшения отсечки масла использовался маслоотражатель без прямого пролета молекул масла, который во всех экспериментах охлаждался водой. Между маслоотражателем и камерой находилась обычная металлическая жалюзийная ловушка, предназначенная для работы с жидким азотом, в большинстве экспериментов она также охлаждалась водой ($T = 10 \div 15^\circ\text{C}$) [3]. Камера сварная из стали 1Х18Н9Т с фланцами для измерительных устройств; толщина стенок $2,5$ мм; объем камеры $2,8$ л.

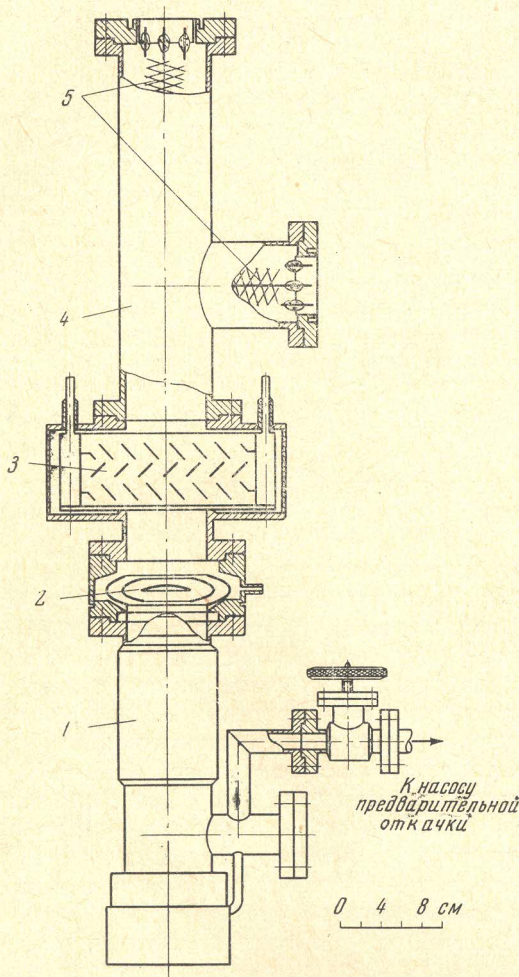


Рис. 1. Общий вид экспериментальной установки

Предельный вакуум был $(7 \div 5)10^{-9}$ тор в случае, когда система после сборки не подвергалась прогреву. Время установления предельного вакуума существенно зависело от предварительного «кондиционирования» ПФ-эфира, которое заключалось в том, что насос с ПФ-эфиром работал непрерывно в течение 4 ÷ 6 суток (рис. 2) в нормальном режиме. После этой процедуры перерывы в работе (остаточное давление $\sim 10^{-2}$ тор; время перерывов $\sim 10 \div 30$ ч) не влияли на предельный вакуум, который восстанавливался через 3 ÷ 6 ч после начала работы. Аналогичный эффект «кондиционирования» ПФ-эфира отмечен также в работе [2].

Зависимость предельного вакуума от мощности подогревателя W дана на рис. 3. В

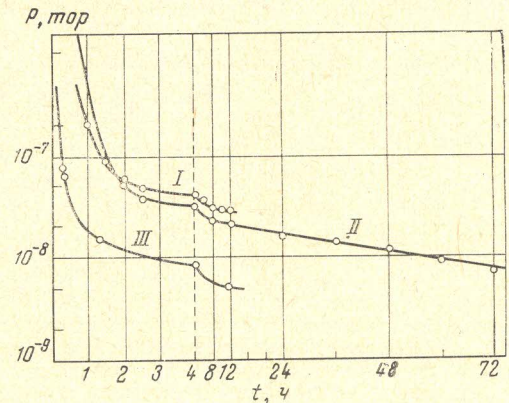


Рис. 2. Зависимость давления в системе от времени: I — до кондиционирования ПФ-эфира; II — в процессе кондиционирования; III — после кондиционирования

наших опытах вакуум практически не менялся при $700 < W < 1300$ Вт и начинал ухудшаться вне этих пределов, причем появлялось характерное скачкообразное его изменение. На предельное давление слабо влиял форвакуум; при его изменении от $5 \cdot 10^{-6}$ до 0,1 тор предельный вакуум оставался постоянным; при ухудшении форвакуума до 0,2 тор начинались колебания вакуума в системе, и он ухудшался до $3,5 \cdot 10^{-8}$ тор. Предельный вакуум улучшался до значения $5 \cdot 10^{-10}$ тор после прогрева камеры, ловушки и маслоотражателя в течение 48 ч при 600°C . В случае, когда подобный прогрев проводился при температуре 450°C , предельный вакуум достигал лишь $2,0 \cdot 10^{-9}$ тор. Необходимость высокотемпературного прогрева (600°C) связана с высокой температурой кипения масла и большой энергией

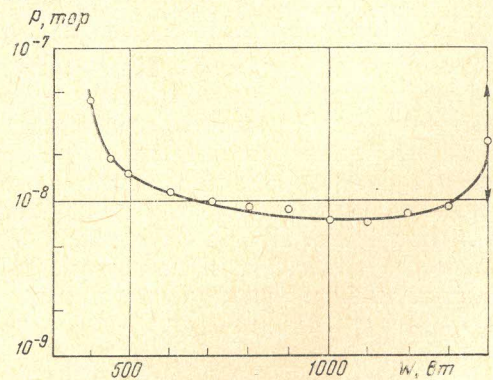


Рис. 3. Зависимость предельного вакуума от мощности подогревателя

связи молекул ПФ-эфира со стенками. Отметим также относительно высокий вакуум в горячей системе, который наблюдался при охлаждении системы после прогрева до 600°C , при $T = 400^\circ\text{C} \sim 3 \cdot 10^{-8}$ тор и при $T = 300^\circ\text{C} - 3 \cdot 10^{-9}$ тор.

Быстрота откачки агрегата, измерявшаяся методом «постоянного давления» [4], незначительно отличалась от быстроты откачки с обычным «маслом». При давлениях выше $\sim 5 \cdot 10^{-6}$ тор быстрота откачки была равна 50 л/сек; при давлении $3 \cdot 10^{-8}$ тор она падала до 30 л/сек. Заливка ловушки жидким азотом улучшала вакуум в среднем в 2 раза; так, после прогрева до 600°C таким способом удалось улучшить вакуум до $3 \cdot 10^{-10}$ тор и в обычном режиме до $2,5 \cdot 10^{-9}$ тор. Полученные результаты свидетельствуют о больших преимуществах ПФ-эфира по срав-

нению с другими веществами, применяемыми в паромасляных насосах для получения вакуума до $1 \cdot 10^{-8}$ тор.

Авторы выражают благодарность Н. Н. Ворожцову, Н. А. Герштейн и Г. Г. Якобсону за любезно предоставленное нам необходимое количество М-бис/М-феноксифеноксифен/бензола и участие в обсуждении результатов; авторы также выражают благодарность А. А. Хисамутдинову — одному из инициаторов работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. К. С. Д. Никман, Nature, 1960, 187, 405.
2. К. С. Д. Никман, National vacuum symposium of the A. V. S. 8th. Washington, 1961.
3. Г. А. Блинов, Диссертация (авторский доклад), 1963. Новосибирск.
4. С. Дэшман, Научные основы вакуумной техники, 1964, Изд-во «Мир».

УДК 621.527.5

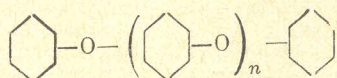
ПОЛУЧЕНИЕ ВАКУУМА 10^{-9} тор ПАРОСТРУЙНЫМИ НАСОСАМИ С ПОЛИФЕНИЛОВЫМ ЭФИРОМ БЕЗ ВЫМОРАЖИВАЮЩИХ ЛОВУШЕК

М. Л. АЛАШКЕВИЧ, В. И. МИРИМАНОВА

(Получено 20 декабря 1965 г.)

Изучены физико-химические и вакуумные свойства полифенилового эфира, полученного путем тщательной очистки продукта синтеза методом высоковакуумной дистилляции. Показано, что трехступенчатыми насосами с использованием в качестве рабочих жидкостей выделенных смесей изомеров пятикольчатого эфира удается получать в системах вакуум 10^{-9} тор с водоохлаждаемыми ловушками. Остаточное давление определяется в основном водородом, окисью углерода и парами воды.

Известно, что степень достигаемого при помощи паромасляных диффузионных насосов вакуума в хорошо оттренированной системе зависит от упругости пара рабочей жидкости и продуктов ее термического разложения, проникающих в откачиваемый объем. Применение в насосах рабочих жидкостей с высокой термической стабильностью и низкой упругостью пара позволяет получать сверхвысокий вакуум без охлаждения ловушек жидким азотом. Исключительно высокой термической стойкостью и низкой упругостью пара обладают полифениловые эфиры общей формулы



Впервые полифениловые эфиры в пароструйных диффузионных насосах применены в работах [1, 2].

Оказалось, что для получения сверхвысокого вакуума пригодны эфиры весьма высокой степени очистки, причем с метаизомерами получается более глубокий вакуум, чем со смесями изомеров.

В данной статье изложены результаты изучения некоторых физико-химических и вакуумных свойств смесей изомеров пятикольчатого полифенилового эфира, синтезированного во Всесоюзном научно-исследовательском институте по переработке нефти.

Полученные для исследования образцы представляли собой продукт синтеза, подвергнутый химической очистке с последующей вакуумной отгонкой из него легколетучих загрязнений. Испытание этих образцов показало, что при комнатной температуре