

ляции К., заливаемого жидкими кислородом и азотом, обычно достаточной оказывается высоковакуумная изоляция либо суперизоляция из большого кол-ва слоев металлизиров. полимерной плёнки. В гелиевых К. применяются также тепловые экраны с использованием в качестве хладагента (напр., азота) либо охлаждения потоком паров гелия. В К. откачки паров ^3He тепловым экраном обычно служит ванна с ^4He (рис. 1). В гелиевой ванне располагается вакуумная камера, в к-рой подвешены обычно на тонкостенных нержавеющих трубках т. н. одноградусная камера (камера Уитли) и камера откачки ^3He . В первую камеру через дроссель непрерывно поступает жидкий ^4He из гелиевой ванны, к-рый одновременно откачивается, чем поддерживается равновесная темп-ра гелия (1,2—1,4 К). Одноградусная камера в данной конструкции необходима для конденсации и макс. охлаждения ^3He , поступающего в камеру откачки ^3He . После одноградусной камеры поток жидкого ^3He также проходит через дроссель и поступает в камеру откачки ^3He . При этом ок. 10% поступающей жидкости расходуется на то, чтобы охладить её от 1,2К до

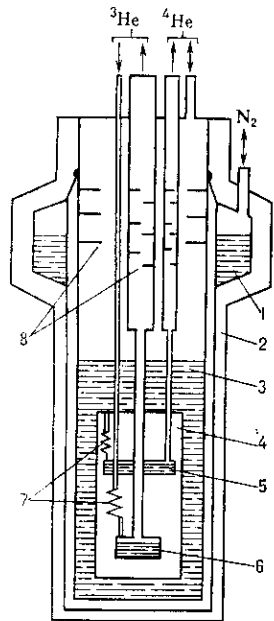


Рис. 1. Принципиальная схема криостата непрерывной откачки паров ^3He : 1 — азотная ванна, 2 — медный экран, 3 — гелиевая ванна, 4 — вакуумная камера, 5 — одноградусная камера (камера непрерывной откачки ^4He), 6 — камера откачки ^3He , 7 — дроссели на линиях возврата ^3He и ^4He , 8 — экраны теплового излучения.

0,3К. Регулируя мощность, рассеиваемую в нагревателе, можно получать соответствующие темп-ры.

С понижением темп-ры всё более трудной задачей является установление хорошего теплового контакта между исследуемым образцом и хладагентом (это особенно относится к исследованиям, приводящим к разрыву образца, — оптическим, СВЧ и нейтронографическим). Для уменьшения теплового сопротивления между образцом и криожидкостью (см. *Капицы скачок температуры*) используют развитые поверхности из спечённого порошка меди или серебра. В зависимости от выполняемых исследований К. могут быть снабжены оптич. окнами (опт и ч е с к и й К.), сверхпроводящим соленоидом, СВЧ-вводами.

Давление насыщенных паров над жидкостью уменьшается экспоненциально с понижением темп-ры. Поток массы через границу раздела жидкой и газообразной фаз и через систему откачки пропорционален давлению пара, и, следовательно, хладпроизводительность откачки К. уменьшается экспоненциально с понижением темп-ры. Этим и определяется практич. температурный предел К. откачки.

Криостат (рефрижератор) растворения ^3He в ^4He . Действие К. этого типа основывается на том, что энтальпия раствора, рассчитанная на 1 моль ^3He в растворе, существенно больше энтальпии концентрированного ^3He . По этой причине процесс растворения ^3He в ^4He при пост. давлении сопровождается поглощением теплоты ΔQ . Большая хладпроизводительность этого метода связана также с тем, что при $T \rightarrow 0$ растворимость ^3He в ^4He остаётся конечной и равной $\approx 6\%$ для насыщенного раствора. В этом случае при растворении 1 моля ^3He поглощается кол-во теплоты $\Delta Q = 94,5 T_m^2 - 12,5 T_c^2$, где T_m — темп-ра раствора ^3He в ^4He ;

T_c — темп-ра поступающего ^3He . Для непрерывной работы К. растворения требуется разделение используемых ^3He и ^4He . С этой целью производят откачку паров над смесью при $T \approx (0,6-0,8)\text{K}$. При этих темп-рах давление насыщенного пара ^3He более чем на порядок превышает давление паров ^4He . Т. о., откачивается практически ^3He . Др. способ разделения изотопов — прохождение раствора через сверхтекучий фильтр, пропускающий только сверхтекучий компонент ^4He и задерживающий нормальный компонент и смесь ^3He . В первом случае в К. растворения циркулиру-

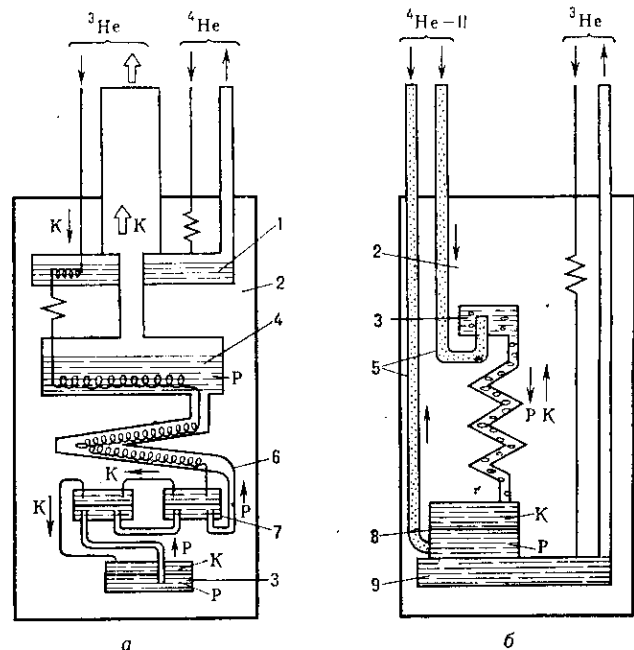


Рис. 2. Принципиальная схема криостатов растворения ^3He в ^4He : а — с циркуляцией ^3He ; б — с ^4He (сосуд Дьюара и гелиевая ванна не показаны); 1 — одноградусная камера, 2 — вакуумная камера, 3 — камера растворения, 4 — камера испарения, 5 — сверхтекучий фильтр, 6 — непрерывный теплообменник, 7 — ступенчатые теплообменники, 8 — камера расслоения ^3He и ^4He , 9 — камера откачки ^3He , Р — раствор ^3He в ^4He , К — концентрированный ^3He .

ет ^3He (рис. 2, а), во втором случае — ^4He (рис. 2, б). Макс. охлаждение ^3He , поступающего в камеру растворения, достигается с помощью противоточных теплообменников. Темп-ра, получаемая в К. растворения с циркуляцией ^3He , определяется в основном эффективной площадью поверхности теплообменников (σ , м²), скоростью циркуляции ^3He ($\dot{\eta}$, моль/с) и притоком теплоты к камере растворения (\dot{Q} , Вт):

$$T_m^2 = 6,4 R_K \dot{\eta} / \sigma + 1,22 \cdot 10^{-2} \dot{Q} / \dot{\eta},$$

где R_K — уд. сопротивление Капицы ($\sim 10^{-2}$ м²К/Вт).

Для получения мин. темп-р в К. растворения необходимо максимально ограничить приток теплоты и развитую поверхность теплообменников. При $\sigma \approx 250$ м² в К. растворения получена темп-ра 2 мК. К. растворения с циркуляцией $\sim 10^{-3}$ моль/с и хладпроизводительностью $\sim 100/T^4$ Вт (при $T \approx 6-30$ мК) хорошо зарекомендовали себя в качестве рефрижераторов для предварит. охлаждения ступеней адиабатич. размагничивания (см. *Магнитное охлаждение*).

Кристаллизационный криостат ^3He основан на использовании *Померанчука эффекта*, согласно к-рому в области темп-р 1—300 мК величина производной от давления по темп-ре $d\rho/dT$ на кривой плавления ^3He отрицательна. Вследствие этого адиабатич. сжатие ^3He приводит к понижению его темп-ры с одноврем. образова-