

В заключение авторы выражают благодарность проф. Е. И. Кондорскому за ценные советы при обсуждении результатов статьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Luttinger J. M. Phys. Rev., **112**, 3, 739, 1958.
2. Гуревич Л. Э., Яссиевич И. Е. «Физика металлов и металловедение», **7**, 582, 1965.
3. Ирхин Ю. П., Абельский Ш. Ш. «Физика твердого тела», **14**, 641, 1962.
4. Кондорский Е. И., Черемушкина А. В., Курбаниязов Н. «Физика твердого тела», **6**, 2, 539, 1964; Кондорский Е. И. ЖЭТФ, **46**, 2085, 1964.
5. Черемушкина А. В. «Вестн. Моск. ун-та», № 1, 7, 1958; № 2, 4, 1957.
6. Beitel P., Pugh E. M. Phys. Rev., **112**, 5, 1516, 1958.
7. Кикоин И. К. Sow. Phys., **1**, 9, 1936.
8. Jellinghaus W., Andress M. An. Phys., **7**, 170, 1961.

Поступила в редакцию
27. 7 1965 г.

Кафедра
магнетизма

УДК 551.460.18

Н. А. ПАНТЕЛЕЕВ, В. Д. ПИСАРЕВ

К ВОПРОСУ О ПРОЧНОСТНОМ РАСЧЕТЕ И ГЕРМЕТИЗАЦИИ ГЛУБОКОВОДНОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ

На кафедре физики моря и вод суши физического факультета МГУ сконструирован, изготовлен и подвергнут всесторонним испытаниям стальной герметический контейнер, предназначенный для размещения в нем автономной электронной аппаратуры, которая используется при исследованиях глубоководного турбулентного обмена в океане. Контейнеры описываемой конструкции могут быть рекомендованы для широкого круга исследований, проводимых на больших глубинах.

В данной статье коротко изложена методика расчетов прочности контейнера, а также способы герметизации крышки, иллюминатора и вводов кабеля внутрь контейнера от датчиков, расположенных вне его. Внешний вид контейнера представлен на рис. 1.

Расчет прочности контейнера. Расчет проведен для толстостенного цилиндра, ограниченного с одной стороны плоским дном, с другой — закрытого герметической крышкой и нагруженного внешним, всесторонним давлением $p=1100$ кг/см².

Толщина стенки контейнера S рассчитана [1, 2] с учетом уравнений теории упругости

$$S = \frac{p \cdot D}{2,3c \cdot \sigma - p},$$

где $p=1100$ кг/см² — рабочее давление, $D=26,4$ см — внутренний диаметр контейнера, $\sigma=2900$ кг/см², $c=1$ коэффициент прочности цилиндра в продольном направлении (равен единице из-за отсутствия факторов, ослабляющих цилиндр в продольном направлении). Необходимая толщина стенки равна 42 мм.

Дно и крышка контейнера рассчитаны как круглые пластины, опертые по наружному контуру и нагруженные равномерно распределенным давлением. Рядом с отверстием в центре крышки для уплотнительной втулки толщина крышки увеличена. Если принять толщину крышки $t=9$ см, то наибольшее нормальное напряжение в центре пластины будет

$$\sigma_H = \frac{1,24pr^2}{t^2} = 4100 \text{ кг/см}^2$$

($r=15,6$ см — средний радиус пластины). Так как для материала, из которого изготовлен контейнер, опасное напряжение $\sigma_{оп}=5200$ кг/см², величина запаса прочности по отношению к опасным напряжениям равна 1,26. Оценки напряженного состояния цилиндрического корпуса контейнера (на внутренней поверхности стенки контейнера и в средней его части) показали, что наибольшие напряжения не превышают величины 4700 кг/см², что также обеспечивает достаточный запас прочности.

Герметизация крышки контейнера. Герметизация крышки контейнера, как и других узлов, основана на принципе самоуплотнения. Конструкция уплотнения крышки

представлена на рис. 2. Кольцевая резиновая прокладка (4) сжимается при помощи болтов предварительного напряжения (2) и, благодаря особому профилю кольцевой проточки, прилегает к внутренней стенке ее, уплотняя место стыка контейнера (I) и крышки (3). Поверхности I и II, а также выточки под прокладку во фланце контейнера и крышке обработаны по 7 классу чистоты. Толщина прокладки (10 мм) выбрана таким образом, что после одевания крышки между поверхностями I и II остается

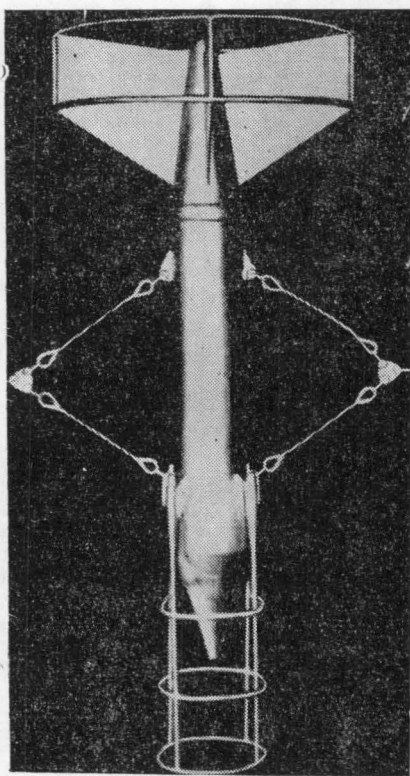


Рис. 1

зазор порядка 3 мм, который после предварительного уплотнения прокладки болтами (4) сводится на нет. По мере опускания прибора в глубину давления воды деформирует прокладку, прижимая ее все плотнее к линии стыка герметизируемых поверхностей.

Герметизация втулки и токовыводящих проводов. Ввиду того что обычное сальниковое уплотнение многожильного кабеля не оправдывает себя в условиях высокого наружного давления, в рассматриваемом приборе используется специальный вид уплотнения ввода — нескольких одножильных проводников в резиновой оболочке. Разработанная конструкция (рис. 3) позволяет герметизировать одновременно до 12—15 проводников в одной втулке (11), уплотняемой в крышке (13) с помощью кольцевой резиновой прокладки (14). Как и в предыдущем случае, предварительное уплотнение создается болтами (12) и по мере заглубления прибора степень герметизации повышается.

Рис. 3 схематически поясняет принцип уплотнения одного проводника в резиновой оболочке (7). В рабочем варианте уплотнения в прокладках делаются соосные отверстия по числу проводов, и каждый провод уплотняется по изложенному ниже способу. Изоляция проводника — вакуумная резина, внешний диаметр — около 6 мм. Провод пропускается через систему резиновых прокладок (5), которые уплотняются при помощи нажимной стальной шайбы (6) и втулки (9) накидной гайкой (8). Конец проводника вплавляется в латунный стержень (3), снабженный фланцем и установленный в текстолитовой прокладке (4). Со стороны внутренней части контейнера к стержню подпаян обычный проводник (10) в хлорвиниловой изоляции для подведения непосредственно к измерительной аппаратуре. Фланец на латунном стержне препятствует вдавливанию проводника внутрь контейнера при больших наружных давлениях. В случае повреждения наружных проводов вода не сможет попасть внутрь контейнера, так как стержень уплотнен резиновой прокладкой (2). Нижняя стальная шайба (1) является опорной.

Настоящая конструкция уплотнения токовыводов имеет ряд преимуществ. Это прежде всего надежность герметизации и компактность монтажа токовыводов.

Герметизация иллюминатора. Иллюминатор из оргстекла, используемый в регистраторе средней скорости, представляет собой цилиндр диаметром 30 мм и высотой

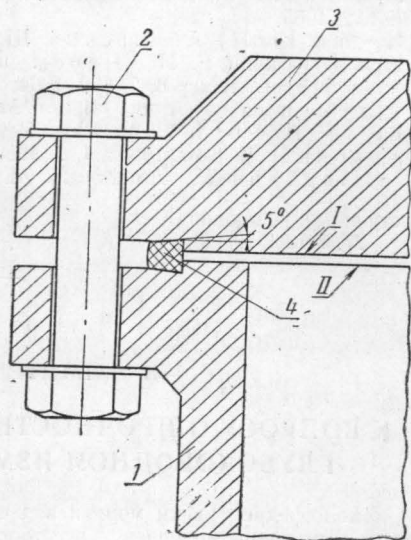


Рис. 2

25 мм. Испытания на стенде (лаборатория высоких давлений) показали, что такой иллюминатор выдерживает давление до 1200 кг/см^2 . При выбранном соотношении диаметра и высоты цилиндра изменений оптических характеристик за счет внутренних напряжений не происходит. Конструкция уплотнения иллюминатора (4) представлена на рис. 4. Как видно из рисунка, для герметизации обеих поверхностей используется принцип самоуплотнения. В качестве герметизирующей прокладки применена резина [1, 2].

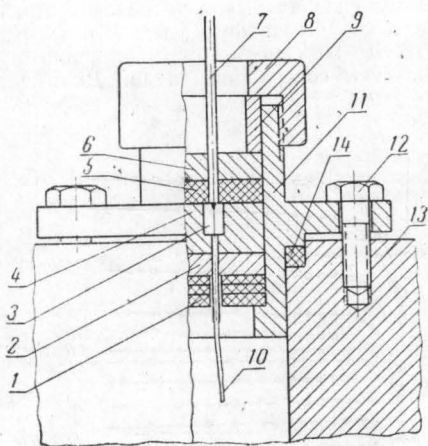


Рис. 3

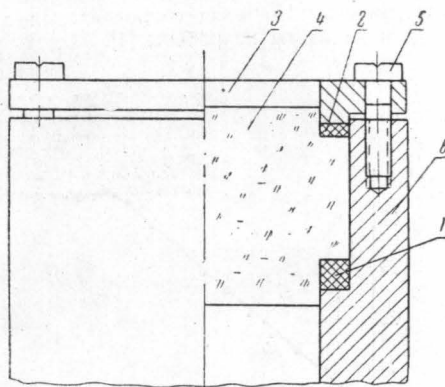


Рис. 4

Предварительное поджатие уплотнения осуществляется нажимной шайбой (3) при помощи болтов (5), ввинчиваемых в корпус (6).

Описанные варианты герметизации узлов высокодавного контейнера были испытаны в Ленинградском филиале НИИХИМАШ, в лаборатории высоких давлений МГУ до 1200 атм и в процессе рабочих измерений на «Михаиле Ломоносове» в Атлантическом океане на глубинах до 6500 м . Испытания показали абсолютную надежность конструкций и простоту эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Домашнев А. Д. Конструирование и расчет химических аппаратов. М., Машгиз, 1961.
2. Лурье А. И. Пространственные задачи теории упругости. М., 1955.
3. Руководящие материалы по котлонадзору. М., Металлургиздат, 1959.

Поступила в редакцию
2. 12 1965 г.

Кафедра
физики моря и вод суши

УДК 537.311.2: 536.48

О. С. ГАЛКИНА, Л. А. ЧЕРНИКОВА

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ И ЕГО ИЗМЕНЕНИЕ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ У СПЛАВОВ НИКЕЛЯ С МЕДЬЮ (30—55% Cu) ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Система сплавов никель—медь является ферромагнитной до 60% меди [1]. Температура Кюри этих сплавов меняется линейно от 668°К для никеля до температуры, близкой к абсолютному нулю для сплавов с 60% меди.

Электрическое сопротивление и гальваномагнитный эффект $\frac{\Delta R}{R}$ при высоких