

СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ КОРПУСА СУДНА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ КОРРОЗИИ

Матвеев Ю.В.

Севастопольский государственный университет, г. Севастополь

Ключевые слова: коррозия, защита, судно, токи, корпус, вода.

Аннотация. Рассматриваются причины возникновения электрической коррозии корпуса судна и методы по ее снижению.

Для цели безопасности эксплуатации судов важную роль играет борьба с коррозией металла. Под коррозией металлов понимают самопроизвольное разрушение металлов в результате взаимодействия их с окружающей средой. В целях защиты от коррозии на металл наносят защитные покрытия в виде лаков, красок, пластиков, композитов и т.д. Кроме того, делают специальную химическую их обработку. Однако эти меры не являются достаточными. На судне, из-за взаимодействия металла со средой, фактором, приводящим к такому разрушению металлов, является электрохимическая коррозия. Процесс саморазрушения металла связан с образованием местных электрических токов из-за появления действующих “гальванических элементов” внутри металла. Вследствие того, что корпус судна, руль, гребной вал и винт, а также другие металлические узлы являются наиболее активным металлом (анодом), то при таком взаимодействии со средой, происходит их разрушение. Сущность электрохимической защиты, заключается в изменении направления хода коррозии. Для этой цели используют протекторную защиту, включающую применение гальванических анодов-протекторов, а также катодную защиту, за счет использования токов от внешнего источника.

Скрытую опасность для корпуса судна может представлять электрическая коррозия, под которой понимают электролитическое растворение металла за счет его анодной поляризации при воздействии электрического тока от внешнего источника. Как правило, это имеет место вследствие утечки тока с корпуса судна в воду из-за неправильной схемы питания потребителей электрического тока на судне. При этом корпус судна имеет связь с положительным полюсом источника тока. Другим фактором является нахождение корпуса судна в электрическом поле блуждающих токов. Блуждающими называются электрические токи в проводящей среде, образующиеся в результате утечки тока от различных электроэнергетических устройств из-за недостаточного отсутствия изоляции относительно земли. Свое название эти токи получили из-за того, что путь их распространения разнообразный. Для того, чтобы эти токи протекали необходимо наличие проводящей среды, в качестве которой может быть, в том числе морская вода или земля. Вследствие того, что сопротивление металла корпуса судна значительно меньше сопротивления среды, то эти токи перенаправляются или ответвляются на него. В местах входа этих токов возникают участки с катодной поляризацией, а в местах выхода — участки с анодной поляризацией, в которых и происходит растворение металла.

Блуждающие токи могут быть природного и промышленного происхождения. Токи, связанные с природными явлениями, как правило, имеют низкую плотность и не представляют большой опасности. Вместе с тем, блуждающие токи промышленного происхождения являются довольно значительными и могут принести значительный вред. Источниками появления блуждающих токов на месте стоянки судна могут быть: береговая сеть электроснабжения, работы с применением электрического тока (ремонт судов), работа на берегу электрических кранов и электротранспорта и т.д. В основном можно считать, что значения величин таких токов определяются значениями приложенного напряжения и сопротивления среды, по которой они протекают. Как правило, по соседству в акватории находятся рядом стоящие суда, которые также подпадают под влияние этих токов. Включение на некоторых судах катодной защиты дополнительно негативно оказывает влияние на состояние металла корпусов судов. Поляризация корпуса судна имеет место, как при переменном токе, так и постоянном токе. При поляризации переменным током снижаются свойства лакокрасочных покрытий, выпадает катодный осадок, разрушается металл и окисная пленка. Наибольшее проявление коррозии происходит при воздействии постоянного тока. При такой поляризации происходит анодное растворение металла, усиливается катодная поляризация, а также снижаются защитные свойства лакокрасочных покрытий.

По закону Фарадея скорость коррозии определяется по выражению [1]:

$$V = k_m j,$$

где V — скорость растворения металла, [мм/год]; j — плотность тока анодной поляризации на поверхности металла [A/m^2]; k_m — коэффициент, зависящий от типа металла, [$mm^2 \cdot m^2 / (A \cdot год)$], составляющий, например для: титана — 0,87, углеродистой стали 1,14, алюминия — 1,1.

Если при обычной коррозии уменьшение слоя металла корпуса составляет сотые и десятые доли мм в год, то при значительной плотности тока на анодных участках оно будет представлять значительную величину. К примеру, если судно с корпусом из углеродистой стали стоит в ремонте 1 год, то при плотности тока $10 A/m^2$ уменьшение слоя металла будет составлять порядка 11 мм. Для защиты от электрической коррозии следует пересмотреть применяемые схемы питания судна с целью устранения возможности отвлечения тока через корпус судна в воду, а также уменьшить влияние сторонних источников появления таких токов.

В целях полного исключения возможности прохождения тока через корпус судна в воду следует установку источника тока, предназначенную, например, для проведения сварочных работ, разместить непосредственно на судне. При отсутствии такой возможности источник тока можно разместить на находящемся рядом судне, обеспечив при этом надежную изоляцию питающих кабелей от заземляющих устройств, полюсов источника тока и надежный контакт обратного провода с корпусом судна. В случае же централизованного электроснабжения с берега можно только уменьшить действие электрической коррозии на судне. Это связано с тем, что наличие рядом нескольких больших потребителей тока вызывает появление уравнивающих токов, которые надо будет скомпенсировать. Вследствие того, что нахождение источника блуждающих токов неизвестно, следует применять также дренирование тока электрической коррозии. Сущность

метода заключается во включении дренажных проводов между корпусом судна и берегом. За счет дренажных проводов происходит шунтирование тока, стекающего с корпуса судна. Сопротивление дренажных проводов специальным образом рассчитывают так, чтобы оно было меньше сопротивления участков морской воды. В результате большая часть блуждающих токов будет перемещаться по дренажным проводам, а меньшая — ниже ватерлинии судна. На рисунке 1 изображена схема действия дренажных проводов. На этом рисунке введены обозначения: $I_{др}$ — ток в дренажном проводе; $I_{в}$ — ток, стекающий в воду с корпуса судна. Суммарная площадь сечения дренажных проводов $S_{др}$ (мм²) для морского судна определяется по выражению [1]:

$$S_{др} = 1,2 S_{к},$$

где $S_{к}$ — площадь поверхности подводной части судна, [м²].

Количество и размещение дренажных проводов подбирается таким образом, чтобы разность потенциалов между судном и берегом в морской воде не превышала 30 мВ. Последним важным фактором в борьбе с коррозией является проведение периодического контроля силы тока между корпусом судна и контрольной пластиной в воде.

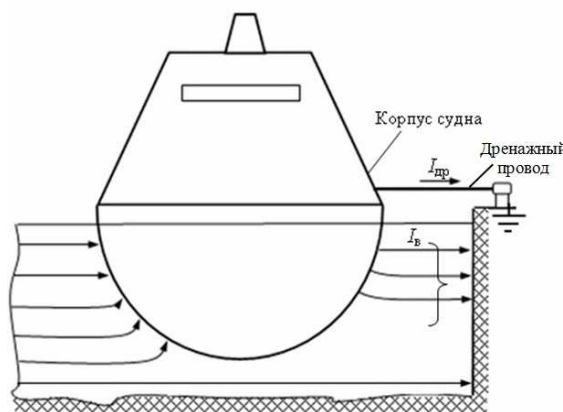


Рис. 1. Схема действия дренажных проводов

Список литературы

1. Карпенчук И.В. Консервация корабля: курс лекций для студентов специальности 1-370302 “Кораблестроение и техническая эксплуатация водного транспорта” / И.В. Карпенчук, В.Н. Шарий. – Минск: БНТУ, 2011. – 79 с.

Сведения об авторе:

Матвеев Юрий Валентинович – к.т.н., доцент, доцент кафедры “Судовое электрооборудование”, СевГУ, г.Севастополь.

WAYS TO PROTECT THE HULL FROM EXPOSURE TO ELECTRICAL CORROSION

Matveev Yu.V.

Keywords: corrosion, protection, vessel, currents, hull, water.

Abstract. The causes of the electric corrosion of the vessel hull and methods to reduce it.

References

1. Karpenchuk I.V. Ship preservation: a course of lectures for students of the specialty 1-370302 “Shipbuilding and technical operation of water transport” / I.V. Karpenchuk, V.N. Shary. – Minsk: BNTU, 2011. – 79 p.