

Сегодня корабль — это куда больше, чем плавучий резервуар для перевозки людей и грузов. Корабль — это еще и электростанция, это системы водоочистки и отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, это водопровод и газопровод. И всё это вместе плавает по морю. А суша тем временем изрыта шахтами, хранящими несметное количество минералов, которые нужно добыть из-под земли, чтобы затем переработать и использовать в различных промышленных процессах. Именно эти две сферы человеческой деятельности ставят перед арматуростроителями уникальные в своем роде задачи.



НА МОРЕ И

Судовая арматура: широкая номенклатура, реальная потребность

Фото с сайта: www.nvr.transneft.ru

G. Johnson, пишущий редактор Valve Magazine и президент компании United Valve (www.unitedvalve.com) (greg1950@unitedvalve.com)

Большинство арматуростроителей — сухопутные жители, имеющие весьма приблизительное представление обо всём многообразии арматуры, плавающей по морям и рекам. Судовая арматура — в США это направление животрепещущее и интересно, и по своему размаху равняется многим другим сегментам арматуростроения, вместе взятым. Судовая арматура представлена практически всеми существующими типами арматуры, изготовленными из множества широко известных, а также и не столь распространенных материалов. Если на самоходной речной барже, возможно, есть всего несколько клапанов для управления балластом, то уже современный супертанкер оснащен арматурой, исчисляемой сотнями штук различных типов и диаметров.

История создания судовой арматуры

Появление паровых судов во время промышленной революции послужило толчком к развитию судовой арматуры. Все паровые двигатели и двигатели внешнего сгорания¹, приводящие в движение гребные колеса и винты, в 1800-е годы были оснащены чугунными или латунными запорными клапанами. Бурный рост промышленности во второй половине 19 века привел к тому, что первые судовые клапаны паровых машин были приспособлены и для других морских нужд.

¹ В Европе такой двигатель называют двигателем Стирлинга, по имени шотландского изобретателя, в 1816 году предложившего его конструкцию (прим. ред.).



В судостроении используются различные виды и типы арматуры: от топливных клапанов, используемых буксирами, до огромных предохранительных клапанов, таких как на этой вот барже, строительство которой завершилось недавно на верфи, расположенной в северной части побережья Мексиканского залива. Фото: Greg Johnson

Развитие парового торгового судоходства способствовало развитию и росту рынка арматуры для пара низкого давления, это продолжалось вплоть до полного перехода на дизельное топливо в 1970-х годах. Появление в самом начале 20 века нефтеналивных судов — танкеров — предоставило поставщикам арматуры новые благоприятные возможности, которые остаются тем более актуальными в нашем столетии, в эпоху гигантских супертанкеров.

Продолжение на стр. 32

For our foreign readers

This article was reprinted with permission from the summer 2010 issue of Valve Magazine (www.valvemagazine.com), published by the Valve Manufacturers Association of America (www.vma.org).



ПОД ЗЕМЛЕЙ

Горное дело: твёрдость породы — сверхфункциональность арматуры

Фото с сайта: observer2012.narod.ru

C. Bekins, менеджер по продажам шаровых кранов для тяжелых условий эксплуатации, специалист по арматуре для процессов кислотного выщелачивания под высоким давлением Velan Valve Corporation (craig.bekins@velan.com)

Когда мы говорим «горнодобывающая промышленность», то, наверно, тут же представляем себе карьер, огромный, будто вывернутая наизнанку гора, из которого непрерывной цепью тянутся груженные рудой тяжеленные самосвалы немыслимого размера. Однако, арматуростроение вступает в свои права уже после того, как рудная порода вывезена на поверхность, на стадии ее обогащения.

Чтобы оценить перспективы развития арматуростроения, прежде всего, следует уяснить для себя, что порода породе рознь, и не все, что добывается, есть руда. Ископаемые материалы, используемые в строительстве, существенно отличаются от тех, что идут в промышленность. Большинство шахт вырабатывает нерудные строительные материалы: глину, песок, щебень. Такие шахты не имеют вовсе или имеют ничтожно малую потребность в арматуре. Меньшая доля шахт и рудников занята добычей материалов, используемых для производства промышленных товаров: угля, железной руды, меди, никеля, золота и других полезных ископаемых. Вот для них арматура нужна.

Главная особенность рабочих сред в процессах переработки такого сырья — наличие высокой доли твердых частиц. Что заставляет использовать либо дешевую арматуру, которую можно часто менять, либо, наоборот, арматуру очень прочную и надежную, которая может продолжительное время работать в суровых условиях эксплуатации со средами, содержащими твердые частицы.

Типы арматуры, используемой в Горном деле

Арматура с мягкими сменными уплотнительными элементами относительно недорогая, ее просто отремонтировать, и применяется она в основном в технологических процессах, происходящих при температуре ниже 375° F (190° C) и относительно низком давлении (не превышает класса давления 300). Типичными представителями арматуры для добывающей отрасли являются гуммированные шибберные задвижки и поворотные дисковые затворы, а также конусные и цилиндрические краны. В конструкциях этих типов арматуры мягкий защитный материал обеспечивает герметичность в закрытом положении, но, к сожалению, все эластичные материалы быстро изнаши-



Этот завод, расположенный на отдаленном острове Новой Каледонии в южной части Тихого океана, обрабатывает никелевую руду с месторождения Gogo

Продолжение на стр. 33

И н ф о

Функции судовой арматуры

Судовая арматура отличается широким многообразием выполняемых функций как на палубе, так и в трюмах. Допустим, все суда, чтобы привести в движение свои механизмы, используют какой-либо вид энергии, и управлять этой энергией предназначена как раз арматура. Это может быть единственный топливный клапан, если речь идет о дизельном буксире, но если дело касается больших грузовых судов, то они, как правило, укомплектованы большим числом насосов и трубных узлов с огромным количеством арматуры, направляющей топливо в различные резервуары судна. Зачастую эти резервуары располагают в определенных точках крупного корабля в целях его балластирования.

Водяной балласт и трюмные системы крайне важны для судна. Такие системы могут использовать арматуру, умещающуюся в руке, равно как и арматуру до 30 дюймов в диаметре (DN 750). Нужно ли говорить о том, что арматура для морской воды должна быть прочной и конструктивно выдерживать суровые и жесткие условия, связанные с воздействием такой рабочей среды. На судах особенно важны системы пожаротушения, поскольку на море вызвать пожарную команду, позвонив в местную службу, не представляется возможным. Арматура пожаротушения должна срабатывать в строго определенный момент, т.е. должна отличаться сверхнадежностью.

Еще пятьдесят лет назад все стоки на кораблях, как технические, так и канализационные, спускались непосредственно в море. Сегодня на эту практику наложено вето, а значит, необходимо проложить канализационный трубопровод, который тоже необходимо контролировать и управлять процессами очистки. Эти системы также требуют высокой надежности и должны выдерживать жесткие условия, связанные с проводимой средой.

Совершенно очевидно, что судам, транспортирующим жидкий груз, просто необходима разветвленная система трубопроводов. Эти суда, от нефтеналивных барж до танкеров, перевозящих сжиженный природный газ, начинены самой разнообразной арматурой. Причем арматура должна быть тщательно подобрана в зависимости от агрессивности проводимой среды — будь то нефтепродукты или криогенный СПГ. Корпуса арматуры должны быть достаточно прочными и устойчивыми к коррозии, вызываемой агрессивной морской водой и морской атмосферой.

Типы арматуры

На протяжении сотни лет наиболее распространенными типами арматуры кораблей и барж остаются задвижки, клапаны запорные и обратные. На любом судне всегда есть нужда в свободном пространстве. А конструкция задвижек с внешней резьбой и бугелем — с выдвигаемым шпинделем — часто забирает слишком много полезного места на борту. В результате обычным является использование задвижек с невыдвигаемым шпинделем, что позволяет высвободить дополнительное пространство над маховиком. Так что древние конструкции задвижек с невыдвигаемым шпинделем по-прежнему занимают основное место в судовых системах.

Впрочем, современные суда и баржи могут использовать практически любые варианты новых конструкций ар-



Надежно работающая арматура — очень важный элемент в системах судов Военно-Морского Флота США, особенно подводных лодок. На фотографии, сделанной на первой американской атомной подводной лодке «Наутилус», изображен моряк, ремонтирующий критически важный клапан в походных условиях

матуры, вовсе не ограничиваясь консервативным выбором задвижек, запорных или обратных клапанов. Все большую популярность завоевывают шаровые краны, включая краны с металлическим уплотнением в седле. Однако самое смелое вторжение в семейство судовой арматуры было осуществлено со стороны футерованных поворотных дисковых затворов, причем именно в ту область применения, в которой ранее доминировали задвижки. Уже доказано практикой, что выбор меньших по размерам и более легких по массе поворотных дисковых затворов в судостроении в большинстве случаев вполне оправдан.

Многие танкеры и наливные баржи предназначены для перевозки сразу нескольких различных жидкостей в своих грузовых отсеках. Арматура, которой оборудованы системы закачки и слива жидкого груза, должна иметь функцию дренажа, чтобы перевозимые среды не загрязняли друг друга.

На современных судах все активнее используются системы автоматизации, охватывающие и трубопроводные системы, на которых все чаще можно видеть блоки автоматически управляемой арматуры. Такие системы нередко бывают подключены к современному вычислительному комплексу, контролирующему все судовые технические функции.

Материалы для судовой арматуры

Из-за окисления вода в судовых трубопроводах жесткая. Очень тщательно следует выбирать материал для изготовления арматуры, предназначенной даже для пресной воды. В настоящее время все чаще и чаще для этих целей используется арматура из нержавеющей стали, постепенно вытесняя широко использовавшуюся ранее арматуру из углеродистых сталей.

О соленой воде и вовсе отдельный разговор. На протяжении длительного времени для морской воды применялась арматура из бронзы или из чугуна, но с бронзовым узлом затвора. Что касается трубопроводов из углеродистых сталей, то они просто не выдерживают соленой воды и морской атмосферы.

Арматура для морской воды сегодня по-прежнему сплошь и рядом изготавливается из бронзовых сплавов, а также из медноникелевых или даже сплавов более высокого уровня, таких как хромоникелевые или титановые. Остается востребованной алюминевая бронза, поскольку обладает достаточно хорошей стойкостью к морской коррозии,

Продолжение на стр. 34

ваются под действием проходящей через арматуру пульпы, вызывающей эрозию. И совсем не редки случаи еженедельного ремонта или замены арматуры.

Данные виды арматуры имеют ограничения по применению при высокой температуре и высоком давлении. Поэтому за последние 15-20 лет значительно увеличился спрос на шаровые краны, предназначенные для работы в тяжелых условиях. Шаровые краны выдерживают такие тяжелые условия эксплуатации (высокая температура и/или высокое давление, сочетающиеся с эрозионной или коррозионной средой), которые не выдерживают другие типы арматуры. Именно арматура этого типа представляется наиболее интересной и перспективной.

Где же применяется арматура? Прежде всего, на линиях транспортировки руды от места добычи, которое может находиться высоко в горах, до порта погрузки либо до перерабатывающего предприятия. Руда смешивается с водой, образуя пульпу, которая транспортируется до пункта назначения по высоконапорному трубопроводу. Диаметры таких пульпопроводов могут быть в диапазоне от 6 до 24 дюймов, и в некоторых случаях их протяженность может достигать свыше 100 км. На данном этапе арматура, как правило, используется для отсечения насосов, обеспечивающих перемещение пульпы. При этом используемая арматура подвергается воздействию высокого давления и огромного количества твердых частиц. Все это дает основание предъявлять к арматуре особые требования — наличие высокотвердых покрытий внутренних поверхностей деталей арматуры, выдерживающих воздействие вызывающих эрозию твердых частиц, перемещающихся с высокой скоростью или при высоком перепаде давления, и гарантирующих, что, невзирая на большое содержание твердых частиц, арматуру не заклинит.

Пульпопроводы эксплуатируются при температуре окружающей среды и на средах, практически не вызывающих коррозию. Поэтому арматура для таких пульпопроводов может изготавливаться из углеродистой стали и других общепринятых материалов. Используемая на пульпопроводах арматура, как правило, всегда имеет автоматическое управление, в основном это электрогидроприводы, смонтированные вместе с арматурой, имеющие большой крутящий момент на выходном валу, с возможностью удаленного контроля.

Смотря что добывать

Дальнейшие действия после добычи руды из земной коры и ее транспортировки с места добычи зависят от того, что за минералы подлежат обработке. Если речь о драгоценных и полудрагоценных металлах (золото, никель и пр.), то требуемые вещества должны быть отделены от других элементов и от всех примесей, связанных с добычей. В большинстве случаев этот процесс выполняется традиционным способом, таким как плавка (пирометаллургия); однако, старые привычные методы плавки очень дорогостоящие (энергоемкие) и наносят вред окружающей среде.

Эти факторы — а в случае никеля еще и дефицит удобных рудных залежей — приводят к тому, что для извлечения и очистки минералов все чаще используется метод выщелачивания. Хотя процесс этот был разработан еще в середине 20 века, широко масштабно он не использовался до конца 1980-х годов. С тех пор для проведения высокоэффективного и абсолютно безвредного для окружающей среды процесса были созданы установки стоимостью в несколько миллиардов долларов, схожие по своему действию скорее с химическим заводом, нежели с шахтой. Представляется, что именно для контуров выщелачивания под давлением и понадобится в ближайшее время новая арматура для тяжелых условий эксплуатации. На технологических линиях данного процесса арматура нужна не только для изоляции насосов, но, что более важно, — для изоляции автоклавов, в которых и начинается процесс выщелачивания уже готовой и разогретой пульпы, превращающий породу в золото или никель.

В части трубного оборудования автоклавное выщелачивание подобно транспортировке пульпы, о которой шла речь выше, но высокая температура и корродирующие элементы не позволяют применять здесь стандартные материалы. И действительно, перед автоклавом мы обнаруживаем различные марки duplexных нержавеющей сталей. В самом же автоклаве — только титан или хастеллой, и ничего больше. Это не вполне обычная ситуация; и конструкторам, разрабатывающим арматуру, следует обратить пристальное внимание на все тонкости конструкции, чтобы обеспечить ее работоспособность. Ведь стоит не предусмотреть самую мелочь при выборе материала для какой-нибудь втулки — и возможны отказы арматуры, а значит, и триллионные убытки для предприятия. Поэтому сегодня лишь горстка производителей выпускает арматуру, соответствующую таким苛刻ым условиям эксплуатации.

В настоящей статье обозначена только часть из тех областей применения арматуры, которые можно отнести к горнодобывающей промышленности. Есть и многие другие — допустим, арматура для выплавки стали и переработки угля. В любом случае арматура, применяемая в горнодобывающей промышленности, должна разрабатываться и создаваться по отдельным проектам. Она должна отличаться, прежде всего, надежностью и прочностью, столь необходимыми в суровых условиях эксплуатации.

Известно, что арматура играет все возрастающую роль как при транспортировке, так и при обработке промышленных природных ископаемых, поэтому перспективы арматуростроения в данной отрасли весьма обнадеживающие. Впрочем, оптимизм всё же следует умерить в связи с нестабильностью развития самой горнодобывающей отрасли, и эта ситуация может сохраняться довольно долго из-за мирового экономического кризиса. Но не стоит огорчаться, состояние горнодобывающей промышленности станет еще более устойчивым на следующем этапе подъема экономики и промышленности. И, конечно же, арматура сыграет в этом свою роль.



Вот во что превращается клапан изнутри при использовании его для процессов кислотного выщелачивания под высоким давлением (в данном случае руда латерита) спустя 24 месяца после начала эксплуатации. Фото: VELAN

сочетающейся еще и с относительно невысокой стоимостью. Однако во многих случаях преимущество сегодня отдается титану. Титан — благородный металл, оксид которого обладает чрезвычайно высокой коррозионной стойкостью, особенно к морской воде. При этом, что очень важно именно для судовой арматуры, титан очень легкий и прочен — и в этом его огромное преимущество.

Несмотря на то, что титановые трубопроводы (и арматура) очень недешевы, военно-морской флот остановил свой выбор на титане для изготовления из него основных, наиболее ответственных трубопроводов, поскольку в эксплуатации они дешевле. Арматура из титана практически вечна и требует значительно меньше технического обслуживания и ремонта, нежели арматура из других материалов. Некоторые металлурги утверждают, что титановые трубопроводы переживут те корабли, на которых они установлены. Хотя установка трубопроводных систем, полностью выполненных из титана, относительно проста, нужно все же обладать определенным искусством, чтобы присоединить титановый клапан к трубопроводу из другого материала, и виной тому возможность появления гальванической коррозии. Коррозии можно избежать, если использовать изолирующую оплетку для болтов и прокладок.

Стандарты и спецификации на материалы для судовой арматуры

Кроме стандартов Американского общества инженеров-механиков (ASME), требования к судовым трубопроводам приведены в документах, разрабатываемых Американским бюро морского судоходства и Береговой охраной США.

Арматура, предназначенная для установки на кораблях военно-морского флота, должна отвечать требованиям самых строгих стандартов. Большая часть конструкции такой арматуры разрабатывается по спецзаказам ВМФ, эти разработки выполняются и оплачиваются отдельно для каждого конкретного проекта строительства корабля. Потенциальный поставщик должен подтвердить соответствие жестким требованиям по качеству, предъявляемым военно-морским флотом, прежде чем он будет допущен к поставкам.

Еще более жесткие требования к качеству и документации предъявляются к судовой арматуре, устанавливаемой на атомных кораблях ВМФ. Самые строгие требования к комплектующим приводятся в «Основной программе обеспечения безопасности» («SUBSAFE Program») военно-морского флота. Данная программа используется для критических систем, поломка или отказ которых будет иметь катастрофические последствия. Она была разработана после гибели атомной подводной лодки ВМФ США «Трешер» («Морская лисица»), затонувшей с экипажем на борту в 1963 г. Программа активно и успешно используется и сегодня, когда речь идет об ответственной арматуре, устанавливаемой на атомных подводных лодках.



Этот трубный узел с установленной на нем арматурой управляет распределением пресной воды современного грузового морского судна. Каждое крупное океанское судно имеет несколько таких систем управления жидкой средой, что является залогом успешного фрахта

Область применения судовой арматуры

От носа до кормы танкеры буквально утыканы арматурой различных типов и размеров. Это арматурное разнообразие включает в себя запорную арматуру возвратно-поступательного и неполноповоротного действия, различные типы арматуры, выполняющие функции дренажных и запорных клапанов одновременно.

Танкеры, перевозящие сжиженный природный газ, оснащены совершенно специфической арматурой и трубопроводами. На таких танкерах используются цистерны с теплоизо-

ляцией, подобные огромным термосам, для транспортировки криогенного СПГ при температуре -256°F и под давлением от 100 до 250 psi². Соответственно и арматура для таких судов должна быть приспособлена для сверхнизких температур. Запорные и регулирующие клапаны должны иметь удлиненные крышки, чтобы не замерзла область набивки, т.к. это может привести к отказу арматуры.

Нефтеналивные суда и суда для перевозки химикатов транспортируют грузы как обычным способом, так и под давлением. Кроме обычной запорной и регулиющей арматуры, наливные суда, транспортирующие жидкости под давлением, должны иметь правильно подобранные по размеру и характеристикам предохранительные клапаны, защищающие системы и оборудование от избыточного давления среды, возникающего от перегрева.

Военно-морской флот США ежегодно потребляет тысячи единиц арматуры, номенклатура которой диктуется типом строящегося корабля. В новых проектах предполагается использовать арматуру высокого давления из материалов, используемых в атомной промышленности: титановые поворотные дисковые затворы, шаровые краны из хромоникелевых сплавов, — но и обычные бронзовые задвижки и запорные клапаны тоже.

По правде сказать, судостроение США сейчас совсем не в том состоянии, в котором оно было 50 или даже 25 лет назад, но жизнь продолжается, стало быть, есть и будет потребность в немалом количестве судовой арматуры. Сегодня верфи трех побережий заняты строительством барж, морских судов, небольших торговых судов, нефтеналивных барж и, конечно, кораблей по заказу военно-морского флота США. Кроме строительства новых судов, выполняются работы по модернизации и ремонту старых, для чего ежегодно также требуется огромное количество судовой арматуры.

Будучи, может быть, не столь заметным сегментом отрасли, производство судовой арматуры в целом развивается стабильно и предоставляет широкие возможности как производителям арматуры, так и дистрибьюторам.

Статья впервые опубликована в журнале Valve Magazine (издание Американской ассоциации производителей арматуры), лето 2010 г.

Перевод Т. Склярской, литературная обработка А. Горелова

² pound per square inch — фунт на квадратный дюйм (0,07 кг/см²)