НАУЧНЫЕ РАБОТЫ

Московская государственная академия водного транспорта (МГАВТ)

66
Е.Ф. Баранов, О.С. Кочетов. **Расчет взрывозащитных устройств для объектов водного транспорта**

Новосибирская государственная академия водного транспорта (НГАВТ)

72
А.М. Барановский, А.Н. Потянихин, М.К. Романченко. **Шумозащитная опора судового двигателя**

Омский институт водного транспорта (ОИВТ) – филиал НГАВТ

74
О.И. Соловьева, Е.О. Выдрина. **Проблемы оценки качества обслуживания на предприятиях водного транспорта и его зависимость от инфраструктуры**

МГА им. адмирала Ф.Ф. Ушакова

78
А.В. Туркин, М.А. Модина, В.А. Туркин. **Моделирование процесса снижения загрязнения атмосферы выбросами от судовых энергетических установок**

Пермский государственный технический университет (ПГТУ)

80
Н.Ю. Хижняков. **Валогенератор переменного тока на базе механического дифференциального редуктора**

МАДИ

82
В.Д. Волков. **Концепция транспортно-логистического сорсинга при перевозках грузов предприятиями речного транспорта**

ЗАО «Ленгипроречтранс», СПГПУ

84
А.В. Колгушкин, Н.Д. Беляев. **Требования к выбору методов защиты ГТС от коррозии**

УЧРЕЖДЕНИЕ: Московская государственная академия водного транспорта (МГАВТ)

ТЕМА: Расчет взрывозащитных устройств для объектов водного транспорта

АВТОРЫ: Е.Ф. БАРАНОВ, заведующий кафедрой «Безопасность жизнедеятельности»; О.С. КОЧЕТОВ, профессор кафедры «Безопасность жизнедеятельности»

В последние годы в нашей стране выполнен значительный объем теоретических и экспериментальных исследований развития взрыва в замкнутых и полузамкнутых объемах [1, 2, 3, 10].

В этих работах рассмотрены физические аспекты развития взрывной аварии и математические модели, адекватно описывающие динамику формирования взрывной нагрузки. Выявлено, что аварийные взрывы внутри зданий и помещений характеризуются не детонационным, а дефлаграционным [11] типом взрывного превращения, что накладывает определенные особенности на способы прогнозирования взрывных нагрузок и на методы уменьшения последствий аварийных взрывов.

Для снижения избыточного давления до безопасного уровня [4-9] в помещениях используют предохранительные конструкции (остекленные оконные проемы или легкосбрасываемые конструкции) [12, 13], а для снижения взрывных нагрузок на технологическое оборудование – взрывозащитные устройства [14, 15].

В настоящее время актуальным является вопрос создания методов расчета взрывных нагрузок на технологическое оборудование, здания и сооружения при воздействии внешних и внутренних аварийных факторов, а также средств для обеспечения взрывопожаробезопасной работы оборудования в технологических цепочках современного производства [4-9].

Рассмотрим методику расчета взрывозащитных устройств.

При расчете требуемой площади проходного сечения взрывозащитного устройства (рис. 1 и 2) для сброса давления взрыва необходимо выполнить следующее условие: повышение давления в защищаемом объеме при горении среды должно быть полностью компенсировано снижением давления вследствие истечения газов через сбросное отверстие, для чего необходимо удалять в единицу времени из объема количество газов, определяемое формулой [12]:

$$G = Fu\rho(\varepsilon - 1), \qquad (1)$$

где F – поверхность фронта пламени; u – нормальная скорость распространения фронта пламени; ρ – плотность удаляемого газа; ε – степень расширения газов при сгорании.

Величины F, ρ и ε в процессе сгорания и изменения давления также изменяются, но зададимся значением этих величин для наиболее опасного случая, отмечая эти величины индексом m:

$$G_m = F_m u \rho_m(\varepsilon_m - 1). \qquad (2)$$

Предельное значение плотности газа можно выразить формулой:

$$\rho_m = \rho_0(P_m/P_0)^{1/\gamma}, \qquad (3)$$

где P – абсолютное значение давления в защищаемом объеме; $\gamma = C_P/C_V$ – показатель адиабаты; C_P и C_V – средние теплоемкости газов при постоянном давлении и постоянном объеме соответственно; индекс «о» обозначает начальные значения параметров.

При определении ρ_m принято, что через сбросное отверстие истекает холодный горючий газ, а не продукты сгорания. Площадь сбросного отверстия должна быть рассчитана таким образом, чтобы при самых неблагоприятных условиях давление в защищаемом объеме не превысило изначально заданной величины P_m.

Степень расширения газов при сгорании изменяется в зависимости от их температуры. При адиабатическом сжатии горючего газа в процессе развития взрыва величину ε_m можно выразить в зависимости от давления в соответствии с уравнением:

$$\varepsilon_m = 1 + (\varepsilon_0 - 1)(P_m/P_0)^{(1-\gamma)/\gamma}. \qquad (4)$$

Для эффективной взрывозащиты любого объекта, обусловленной сбросом давления взрыва, необходимо, чтобы предохранительное устройство могло обеспечить расход газов не менее:

$$G_m = F_m u \rho_0(\varepsilon_0 - 1)(P_m/P_0)^{(2-\gamma)/\gamma}. \qquad (5)$$

Из газодинамики известно, что массовый расход газа под давлением P_m через отверстие может быть выражен следующим образом:

– при докритическом режиме истечения, когда

$$\beta > (2/(\gamma+1)^{\gamma/(\gamma-1)}:$$

$$G_m = \alpha S P_m \sqrt{\frac{2M}{RT}\frac{\gamma}{\gamma-1}\left(\beta^{2/\gamma} - \beta^{(\gamma+1)/\gamma}\right)}; \qquad (6)$$

– при надкритическом режиме, когда $\beta \le (2/(\gamma + 1)^{\gamma/(\gamma-1)}.)$:

$$G_m = \alpha S P_m \sqrt{\frac{\gamma M}{RT}}\sqrt{\left(\frac{2}{\gamma+1}\right)^{(\gamma+1)/(\gamma-1)}}, \qquad (7)$$

где α – коэффициент истечения сбросного отверстия; S – площадь проходного сечения сбросного отверстия; $\beta = P'/P_m$ – максимальный относительный перепад давлений на сбросном отверстии; P′ – абсолютное давление в пространстве, в которое происходит истечение газов (если сброс газов осуществляется в атмосферу, то P′=0,1 МПа); M – молекулярная масса газа; T – абсолютная температура сбрасываемого газа; R – универсальная газовая постоянная.

Величина P_m, как уже отмечалось, определяется прочностью защищаемого объекта и представляет собой максимальное давление, которое может быть допущено из условия прочности объекта. Введением этой величины в формулы (6)

и (7), по существу, и выражается условие максимума массового расхода G_m.

Сопоставляя правые части формул (5), (6) и (7), можно получить соотношения для площади проходного сечения устройств сброса давления взрыва:

– для случая докритических режимов истечения, когда $\beta \le (2/(\gamma+1)^{\gamma/(\gamma-1)}$:

$$S \ge \frac{F_m u \rho_0 (\varepsilon_0 - 1)(P_m/P_0)^{(2-\gamma)/\gamma}}{\alpha P_m \sqrt{\left(\frac{2M}{RT}\frac{\gamma}{\gamma-1}\right)\left(\beta^{2/\gamma} - \beta^{(\gamma+1)/\gamma}\right)}}; \quad (8)$$

– для случая надкритических режимов истечения, когда $\beta \le (2/(\gamma+1)^{\gamma/(\gamma-1)}$:

$$S \ge \frac{F_m u \rho_0 (\varepsilon_0 - 1)(P_m/P_0)^{(2-\gamma)/\gamma}}{\alpha P_m \sqrt{\frac{\gamma M}{RT}\left(\frac{2}{\gamma+1}\right)^{(\gamma+1)/(\gamma-1)}}}, \quad (9)$$

где F_m – максимальная поверхность фронта пламени $F_m = \chi F^0_m$; F^0_m – максимальная поверхность пламени, найденная геометрически в предположении, в первом приближении, что от точки поджога пламя распространяется во все стороны с одинаковой скоростью и поэтому имеет сферическую форму; χ – коэффициент искривления фронта пламени.

Для сосудов цилиндрической формы с отношением длины к диаметру больше единицы величина F_m равна поверхности сферы, вписанной в цилиндрическую часть сосуда.

Производственные помещения чаще всего имеют форму прямоугольного параллелепипеда. Если размеры такого помещения обозначить буквами A, B и C, причем $A \le B \le C$, то в случае инициирования горения в геометрическом центре объема максимальную поверхность фронта пламени можно выразить [13]:

$$F^0_m = \pi AB,$$

т. е. она не зависит от размера C и определяется только площадью поперечного сечения здания.

Наиболее неблагоприятный случай происходит, когда через сбросное отверстие истекают не продукты сгорания, а холодные газы. Из этого следует, что температуру истекающих газов в формулах (8) и (9) можно выразить:

$$T = T_0(P_m/P_0)^{(\gamma-1)/\gamma}.$$

Степень расширения газов ε при сгорании, по существу, представляет собой отношение температуры продуктов сгорания к температуре горючей смеси, и поэтому ее легко вычислить по тепловому эффекту химической реакции горения. Для практических инженерных расчетов значительно более удобно пользоваться не величиной ε, а функционально связанной с ней степенью повышения давления при взрыве в замкнутом объеме:

$$\nu = 1 + \gamma(\varepsilon - 1),$$

так как она входит в перечень так называемых стандартных параметров пожаровзрывоопасности веществ, определяется экспериментально и содержится в справочной литературе [10, 11] с учетом того, что связь между ν и ε_0 устанавливается зависимостью:

$$\varepsilon_0 - 1 = (\nu - 1)/\gamma. \quad (10)$$

Тогда расчетные формулы для определения площади сбросных отверстий в окончательном виде можно записать следующим образом:

– для докритического режима истечения:

$$S \ge \frac{\chi F^0_m u(\nu - 1)}{\alpha\gamma\left(\frac{P_m}{P_0}\right)^{\frac{3}{2}\left(\frac{\gamma-1}{\gamma}\right)}\sqrt{\frac{2RT_0}{M}\left(\frac{\gamma}{\gamma-1}\right)\left(\beta^{\frac{2}{\gamma}} - \beta^{\frac{\gamma+1}{\gamma}}\right)}}; \quad (11)$$

– для надкритического режима истечения:

$$S \ge \frac{\chi F^0_m u(\nu - 1)}{\alpha\gamma\left(\frac{P_m}{P_0}\right)^{\frac{3}{2}\left(\frac{\gamma-1}{\gamma}\right)}\sqrt{\frac{\gamma RT_0}{M}\left(\frac{2}{\gamma+1}\right)^{(\gamma+1)/(\gamma-1)}}}. \quad (12)$$

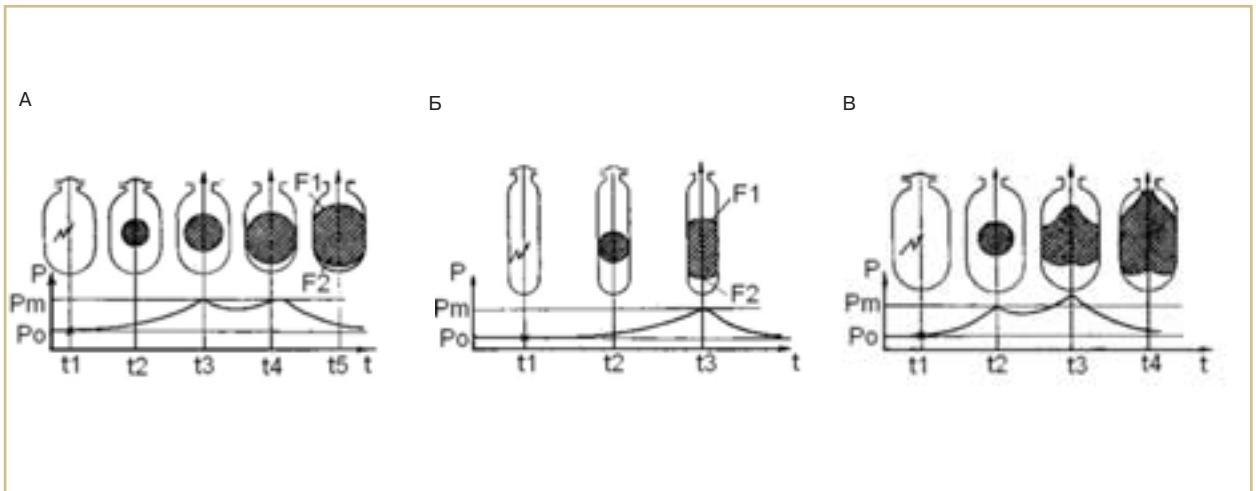


Рис.1. Изменение давления в сосуде на различных стадиях горения и сброса газов

Стоит отметить, что полученные расчетные формулы можно использовать как в расчете взрывных клапанов и мембран для взрывозащиты технологического оборудования, так и в расчете легкосбрасываемой кровли и вышибных проемов для взрывозащиты зданий.

Причем в оборудовании могут реализоваться оба режима истечения газов в зависимости от его прочности (давление Pm) и места сброса газов (давление P′), а при взрывозащите зданий практически всегда допустим только докритический режим истечения, и поэтому здесь следует пользоваться формулой (11).

При выводе формул (11) и (12), по существу, были приняты условия, когда поверхность пламени и давление в сосуде одновременно достигают максимальных значений F_m и P_m. На практике такое выполняется не всегда. На рис. 1А в качестве примера показана кривая изменения во времени давления в процессе развития взрыва для некоторых характерных моментов времени t_1, t_2, t_3, t_4 и t_5 и показаны положения фронта пламени в сосуде. Момент t_1 соответствует зажиганию смеси, t_2 – некоторой стадии горения, когда мембрана еще не разрушена. В момент t_3 давление достигло P_m, мембрана сработала, но поверхность пламени еще не достигла максимального значения.

Таким образом, пропускная способность отверстия, образовавшегося при срабатывании мембраны, в это время оказывается избыточной, и давление в момент t_3 начинает интенсивно падать. Однако увеличение поверхности пламени по мере горения газа продолжается, что в конечном итоге вновь приведет к росту давления. В момент t_4 поверхность фронта пламени достигает максимума, а давление – величины P_m. Этот момент является наиболее опасным и именно для него актуальны полученные соотношения (11) и (12) для величины S.

В момент t_5 поверхность фронта пламени, равная сумме поверхностей верхнего F_1 и нижнего F_2 фронтов, меньше поверхности вписанной сферы, площадь сбросного отверстия является избыточной, и давление падает. Поэтому, несмотря на то что в рассматриваемом случае давление P_m устанавливается раньше, чем F_m, процесс сгорания все же проходит через стадию, когда P_m и F_m наблюдаются одновременно (момент t_4). Все это обусловливает «двугорбый» характер кривой изменения давления во времени.

Несколько иначе происходят процессы сгорания и сброса газов в случае, отображенном на рис. 1Б. В момент t_2 фронт пламени достигает максимального значения, но давление пока еще меньше P_m, и мембрана не сработала. В момент t_3 давление достигло значения P_m, мембрана сработала, но поверхность фронта пламени, уже пройдя через максимум, уменьшается. Таким образом, в данном примере случай одновременного существования P_m и F_m не реализуется, и поэтому полученные расчетные формулы (11) и (12) дают некоторый запас площади проходного сечения сбросного отверстия. Однако при необходимости действительная величина F^0_m при давлении P_m легко может быть определена и подставлена в формулы (11) и (12) для более точного расчета величины S.

В связи с этим, подставляя в формулу $P = P_m$, необходимо найти объем продуктов сгорания $V_п$, а затем определить F_1 и F_2 (рис. 3, 1Б) при условии, что заштрихованная часть объема сосуда в момент t_3 равна $V_п$:

$$S \geq \frac{F_m u \rho_0 (\varepsilon_0 - 1)(P_m/P_0)^{(2-\gamma)/\gamma}}{\alpha P_m \sqrt{\left(\frac{2M}{RT}\frac{\gamma}{\gamma-1}\right)\left(\beta^{2/\gamma} - \beta^{(\gamma+1)/\gamma}\right)}}, \qquad (13)$$

где $V_п$ и V_c – объемы продуктов сгорания и горючей смеси соответственно; P – текущее значение давления в объеме; P_0 – начальное давление в объеме; P_{max} – максимальное давление при полном сгорании всей смеси; γ_c – показатель адиабаты горючей смеси.

Как уже отмечалось, отклонение формы фронта пламени от сферической зависит от многих факторов, определяющих движение газа в сосуде, включая турбулентность. Кроме того, сам процесс срабатывания предохранительного устройства существенно возмущает пламя, искривляя его фронт, как показано на рис. 1В. Искривление фронта пламени приводит к увеличению его поверхности и, если это увеличение не учитывать при определении F_m, величина S может оказаться недостаточной, что приведет к превышению давления сверх P_m в момент t_3. Аналитически не представляется возможным учесть увеличение поверхности пламени вследствие указанных выше факторов. Наиболее целесообразно эту задачу решать эмпирически, экспериментально определяя коэффициент χ [10, 11].

Из формул (11) и (12) можно видеть, что требуемая площадь сбросных отверстий прямо пропорциональна максимальной поверхности пламени, а все остальные величины, входящие в эти формулы, образуют некоторый безразмерный комплекс, представляющий собой коэффициент пропорциональности. Поэтому от ошибок в определении F_m в большой мере зависит погрешность расчета S.

В настоящее время еще не накоплен достаточно богатый экспериментальный материал, позволяющий делать широкие обобщения в отношении величины χ, однако некоторые рекомендации уже имеются. В частности, для замкнутых объемов с невозмущенным состоянием газа этот коэффициент рекомендуется принимать равным 1,5-2; для проточных аппаратов или в случае наличия в них лопастей, ребер или других аналогичных устройств – 2-2,5; если в аппарате искусственно создается интенсивная турбулентность (например, встроенными вентиляторами или при тангенциальном вводе газа с большой скоростью), то коэффициент увеличения поверхности пламени должен приниматься в пределах 5-10 [11].

Рассмотрим приведенную выше методику на примере определения диаметра сбросного отверстия взрывного клапана для защиты цилиндрического сосуда диаметром D=1,8 м и высотой H=4 м от взрыва паров ацетона при следующих исходных данных: начальное давление – атмосферное, начальная температура -300 К. Сосуд из условия прочности допускает внутреннее абсолютное давление 0,16 МПа. Максимальная нормальная скорость пламени в ацетоновоздушной смеси u =0,43 м/с, степень повышения давления при взрыве ν =6,5.

Если взрыв инициируется в центре сосуда (наиболее неблагоприятный случай), то максимальная поверхность фронта пламени определится:

$$F^0_m = \pi D^2 = 3{,}14 \times 1{,}8^2 = 10{,}18 \text{ м}^2.$$

Коэффициент искривления фронта пламени принимаем χ =1,5.

Относительный перепад давлений на сбросном отверстии при истечении газов в атмосферу:

$$\beta = P'/P_m = 0{,}1/0{,}16 = 0{,}625.$$

Критическое значение β при γ =1,4 составляет:

$$\frac{2}{\gamma+1}^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} = \frac{2}{1{,}4+1}^{\frac{1{,}4}{1{,}4-1}} = 0{,}528,$$

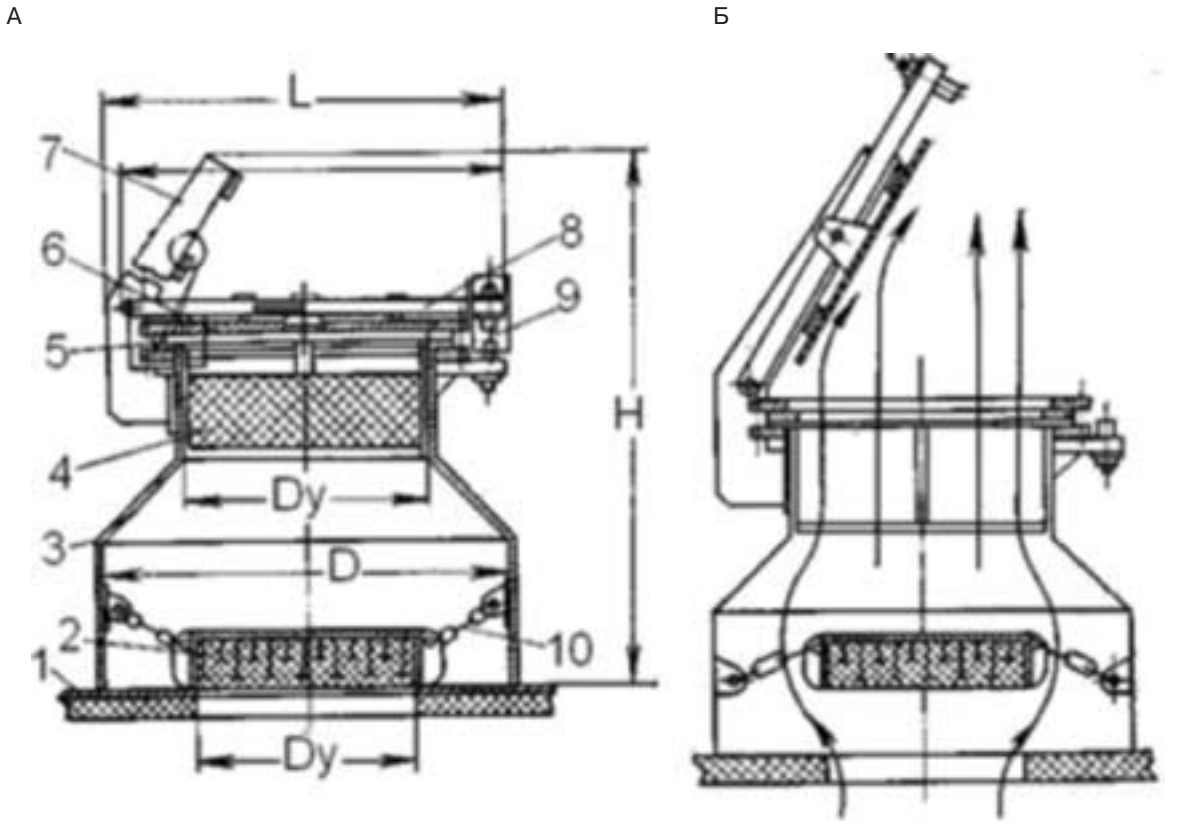


Рис. 2. Конструкция взрывного клапана и его динамика при взрыве: 1 – корпус защищаемого аппарата; 2 – футерованный грузовой затвор; 3 – корпус клапана; 4 – теплоизоляция; 5 – герметизирующая мембрана; 6 – крышка; 7 – отбойник; 8 – рычаг; 9 – разрывная проволока; 10 – цепи

т. е. действительное значение β больше критического, что указывает на докритический режим истечения. Поэтому для определения S воспользуемся формулой (3), приняв R=8,314 Дж/(моль×К), M≅0,030 кг/моль, α =0,8 **(формула).**

Диаметр сбросного отверстия

$$d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0{,}136}{3{,}14}} = 0{,}417\ м$$

принимается округленно из стандартного ряда базовой конструкции взрывного клапана d=450 мм**.**

На персональном компьютере в среде MS Excel была написана программа расчета оптимальных параметров предлагаемых конструкций взрывозащитных устройств.

На рис. 2 приведена одна из конструкций взрывного клапана [15] в статике (рис. 2А) и динамике (рис. 2Б).

Откидная крышка 6 взрывного клапана (рис. 2А) через рычаг 8 удерживается в закрытом положении при разрывном элементе 9, роль которого выполняет проволока калиброванного сечения. Для полной герметизации клапана используется мембрана 5 из алюминиевой фольги или из полимерного материала. Под действием давления в защищаемом аппарате мембрана прижимается к крышке и таким образом через рычаг 8 все усилие от давления передается на шарнир рычага и разрывную проволоку 9. Сама же мембрана при этом оказывается практически полностью разгруженной и на давление срабатывания клапана (разрыв проволоки 9) существенного влияния не оказывает. В этом смысле мембрана не является расчетным элементом конструкции взрывного клапана.

Если в защищаемом аппарате 1 происходят технологические процессы при высоких температурах, то для тепловой защиты мембраны 5 и других деталей клапана предусмотрены два уровня теплоизоляции. Первый из них пред-

$$S \geq \frac{1{,}5 \times 10{,}18 \times 0{,}43(6{,}5-1)}{0{,}8 \times 1{,}4\left(\frac{0{,}16}{0{,}1}\right)^{\frac{3}{2}\left(\frac{1{,}4-1}{1{,}4}\right)} \sqrt{\frac{2 \times 8{,}314 \times 300}{0{,}03}\left(\frac{1{,}4}{1{,}4-1}\right)\left(0{,}625^{\frac{2}{1{,}4}} - 0{,}625^{\frac{1{,}4+1}{1{,}4}}\right)}} = 0{,}136\ м^2$$

Формула

ставляет собой грузовой затвор 2, футерованный огнеупорным материалом, второй – минеральную вату, асбестовую крошку или другой термостойкий пористый материал 4, уложенный в корзину из металлических прутьев или полос. Затвор 2 не обеспечивает герметичного перекрытия сбросного отверстия защищаемого аппарата 1, он свободно лежит на нем, а слегка прослабленные цепи 10 служат лишь для центровки затвора 2, т. е. для предотвращения его больших смещений относительно сбросного отверстия.

Футерованный грузовой затвор 2 защищает корпус 3 клапана от прогорания в случае высокой температуры в защищаемом аппарате, а засыпка 4 еще больше снижает температуру в зоне расположения мембраны 5.

Давление в защищаемом аппарате воздействует на крышку 6 (рис. 2Б), так как затвор 2 перекрывает входное отверстие негерметично, и при быстром повышении давления он может приподниматься, а теплоизоляционный слой 4 порист. При срабатывании клапана крышка 6 отбрасывается до упора в отбойники 7, засыпка 4 потоком газа выбрасывается из полости клапана, а затвор 2 приподнимается вверх, насколько позволяет длина удерживающих его цепей.

После окончания сброса газов затвор и крышка опускаются вниз и закрывают сбросное отверстие клапана. При этом герметичность клапана полностью не восстанавливается, и исключается интенсивный подсос воздуха из атмосферы в полость защищаемого аппарата, который может вызвать вторичный взрыв в оборудовании. После срабатывания клапана и устранения причин, вызвавших взрыв в оборудовании, клапан должен быть восстановлен, т. е. в корзину необходимо уложить теплоизоляционный слой.

С помощью персонального компьютера в среде MS Excel были установлены зависимости (рис. 3 и 4) для определения диаметра сбросного отверстия взрывного клапана для защиты цилиндрического сосуда диаметром D=1,8 м и высотой H=4 м от взрыва паров ацетона, а также выявлена закономерность изменения диаметра сбросного отверстия от скорости распространения пламени.

При анализе полученных результатов были выявлены следующие закономерности:

1. Зависимость диаметра сбросного отверстия от диаметра защищаемого сосуда определяется как линейная и характеризуется следующей, полученной в результате аппроксимации формулой:

$$d = 0{,}2313D - 0{,}0009.$$

2. Зависимость изменения диаметра сбросного отверстия от скорости распространения пламени характеризуется

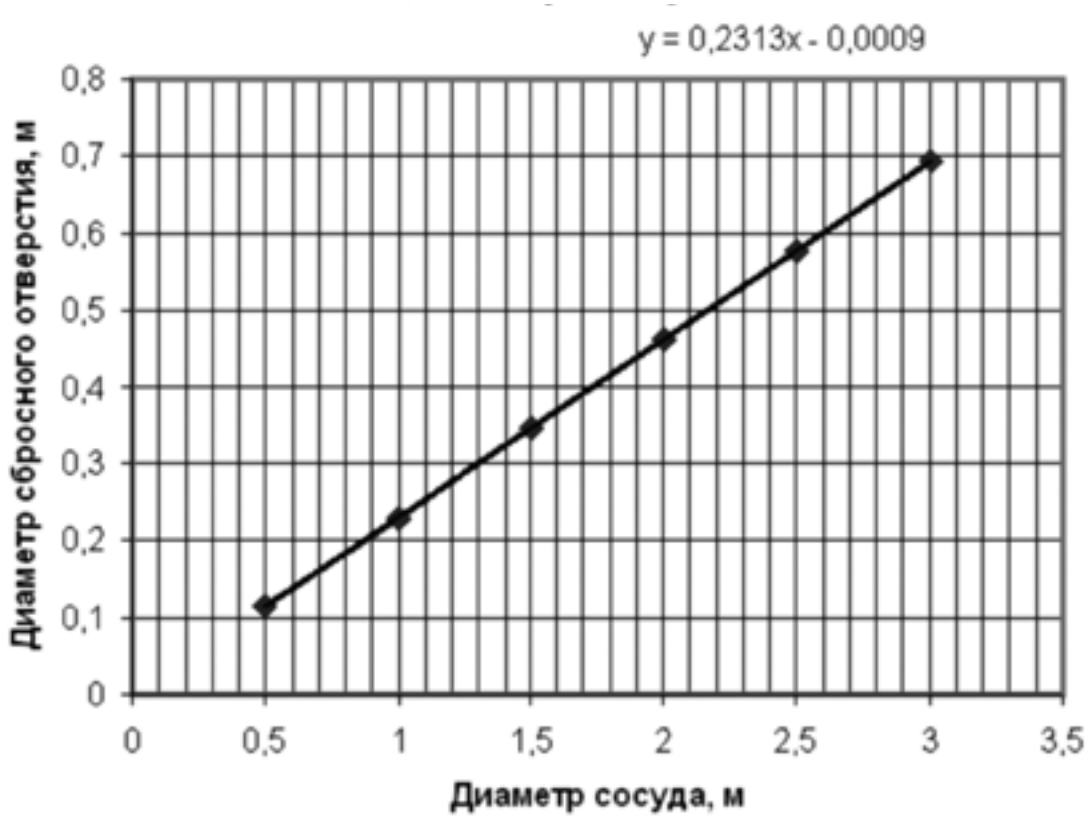


Рис. 3. Зависимость диаметра сбросного отверстия от диаметра защищаемого сосуда

следующей, полученной в результате аппроксимации степенной зависимостью:

$$d = 0{,}636u^{0{,}5017}.$$

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:
1. В.В. Мольков. Вентилирование газовой дефлаграции. ВНИИ противопожарной обороны МВД РФ, 1996.
2. В.В. Казённов. Динамические процессы дефлаграционного горения во взрывоопасных зданиях и помещениях. МГСУ, 1997.
3. А.А. Комаров. Прогнозирование нагрузок от аварийных дефлаграционных взрывов и оценка их воздействия на здания и сооружения. МГСУ, 2001.
4. О промышленной безопасности опасных производственных объектов, 21.07.1997, № 116-ФЗ.
5. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, 21.12.1994, № 68-ФЗ.
6. Постановление Правительства РФ. О лицензировании деятельности в области пожарной безопасности, 25.10.2006, № 625 (утв. Положение о лицензировании деятельности по предупреждению и тушению пожаров; Положение о лицензировании производства работ по монтажу, ремонту и обслуживанию средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений).
7. О Единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, 30.12.2003, № 794.
8. ГОСТ 12. 1. 044 – 89. ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. 2001. 99 с.
9. ГОСТ Р 12.3.047-98. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
10. Методика оценки последствий аварий на пожаровзрывоопасных объектах/ Бодриков О.В., Елохин А. Н., Рязанцев Б.В. и др. – М.: МЧС России, 1994.
11. Методика расчета нагрузок на здания и сооружения при воздействии внешних аварийных дефлаграционных взрывов. Мишуев А. В., Хуснутдинов Д. З. – М.: МИСИ, НТЦ «Взрывоустойчивость», 2004. – 65 с.
12. Акатьев В.А. Основы взрывопожаробезопасности. / Учебное пособие. – М.: МГТУ им. А.Н.Косыгина, 2004. – 384 с.
13. Акатьев В. А. Теоретические основы реагирования на чрезвычайные ситуации. Пожары и взрывы / Учебное пособие. – М.: ВИА, 1997. – 168 с.
14. Баранов Е.Ф., Кочетов О.С. Предохранительный клапан с разрывным элементом /Заявка на изобретение РФ № 2008148150. Положительное решение ФИПС Роспатента о выдаче патента на изобретение от 10.09.2009.
15. Баранов Е.Ф., Кочетов О.С. Взрывозащитный клапан / Заявка на изобретение РФ № 2008148149. Положительное решение ФИПС Роспатента о выдаче патента на изобретение от 22.09.2009.

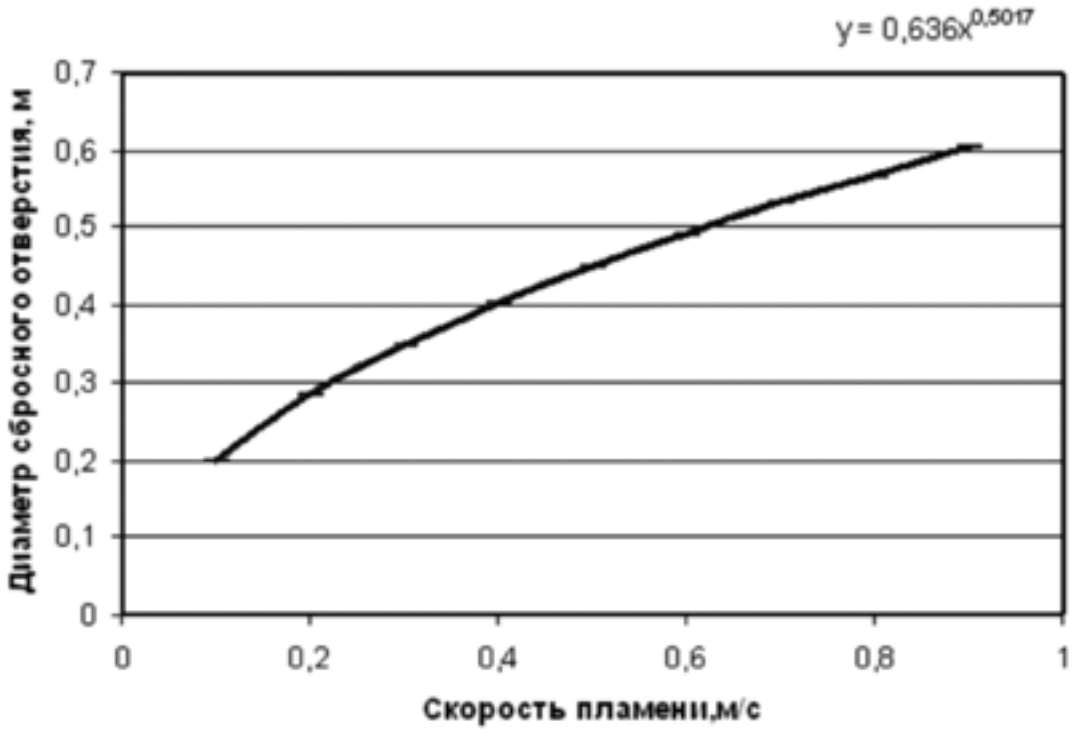


Рис. 4. Зависимость изменения диаметра сбросного отверстия взрывного клапана от скорости распространения пламени паров ацетона в цилиндрическом сосуде диаметром D=1,8 м и высотой H=4 м

УЧРЕЖДЕНИЕ: Новосибирская государственная академия водного транспорта (НГАВТ)

ТЕМА: Шумозащитная опора судового двигателя

АВТОРЫ: А.М. БАРАНОВСКИЙ, заведующий кафедрой ТММ и ДМ, доктор технических наук, профессор; А.Н. ПОТЯНИХИН, аспирант; М.К. РОМАНЧЕНКО, кандидат технических наук, старший преподаватель, заслуженный рационализатор РФ

Современные традиции проектирования речных судов связаны с технологиями начала XX века. Это не лучшим образом влияет на такой важный показатель, как комфорт для экипажа и пассажиров, особенно по шуму и вибрации. Все виды транспорта, кроме авиационного, по шумовым характеристикам значительно лучше речных теплоходов. Исключение составляют лишь большие круизные суда с электрической передачей на винт. Задача снижения структурного шума в помещениях судов сложна и не может быть решена за счет применения традиционных опор, в которых передача звуковых колебаний происходит с большой скоростью, как в массивной упругой среде. Решение проблемы возможно за счет использования виброизоляторов со множеством заделанных по концам небольших пружин, что существенно улучшает виброизоляцию на высоких частотах [1].

Механизм этого явления достаточно изучен [2], а использование таких конструкций сдерживается отсутствием технологии. Анализ показывает, что количество и размер пружин влияют на шумоизоляцию: чем меньше пружины, тем эффективнее опора. Тогда пружин должно быть так много, как это допустимо по технологическим ограничениям. Кроме того, появляется новое свойство внутри опоры. Например, изменив передачу вибрации в поперечном направлении за счет снижения устойчивости, ею можно управлять как в целом при защемленных концах пружин, так и для каждой пружины, в зависимости от частоты. Устойчивость подвески при использовании подобных опор обеспечивается специальными механизмами, полностью уравновешенными по силам инерции.

Один из вариантов рассмотренной конструкции приведен на рис. 1 и содержит верхнее и нижнее основания с перфорированными плитами. Пружины работают на растяжение и стабилизируют подвеску. Кроме того, опора работает как страховочный узел, поскольку пластины приварены по краям к основаниям.

Ячеистая структура позволяет на основе одинаковых пружин наращивать грузоподъемность без увеличения высоты опоры, как это принято в практике судостроения. Опоры со сжатыми пружинами имеют несколько большую высоту, но вписываются в заданные размеры.

Продольная жесткость пружин обеспечивает необходимую собственную частоту вертикальных колебаний установленного двигателя. Поперечная жесткость принимается из условия наилучшей виброизоляции. Допустимая нагрузка на пружину зависит от четвертой степени диаметра проволоки и существенно меньше – от диаметра витка, поэтому критериями выбора упругого элемента примем не прочность, а его продольную и поперечную жесткость.

Продольная жесткость опоры, содержащей N пружин, равна:

$$c_y = N\frac{Gd^4}{8D^3n}, \qquad (1)$$

где G – модуль упругости при сдвиге, Па; d – диаметр проволоки, м; D – диаметр витка, м; n – количество витков.

Поперечная жесткость защемленной пружины со свободным концом определится как при изгибе эквивалентного бруса по формуле:

$$c_x = \left(\frac{73{,}6DH^2}{3Ed^4}n\right)^{-1}, \qquad (2)$$

где H – длина пружины, м.

Для заделанной по концам ненагруженной пружины жесткость вдвое ниже. Если приложить осевую силу к пружине, то ее жесткость в поперечном направлении будет вычисляться как разность жесткости пружины и маятниковой составляющей, что дает жесткость пружины, сжатой силой F:

$$c_\Sigma = \frac{6Ed^4}{73{,}6DH^2} - \frac{F}{0{,}7979H}. \qquad (3)$$

Критическая сила определится из (4), при поперечной жесткости равной нулю:

$$F_{cr} = 0{,}065\frac{Ed^4}{DH}. \qquad (4)$$

Множество пружин, установленных параллельно, образуют виброизолятор, состоящий из z ячеек (рис. 2).

Жесткость одной ячейки в опоре жесткостью c:

$$c_0 = \frac{c}{z} = \frac{Gd}{8i^3n}. \qquad (5)$$

С учетом допускаемых касательных напряжений [τ] частота собственных колебаний установленного оборудования найдется из выражения:

$$\omega^2 = \frac{Gg}{Din[\tau]\pi}. \qquad (6)$$

Произвольными параметрами опоры можно считать средний диаметр D и число витков n. Модуль сдвига G, ускорение свободного падения g, индекс i и допускаемое напряжение τ изменяются в узких пределах и могут быть приняты постоянными. Указанные величины составляют некоторый комплекс, определяющий произведение среднего диаметра на число витков:

$$Dn = \frac{G\,g}{i\,\pi\,\tau\,\omega^2}. \qquad (7)$$

Если диаметр витка увеличить, то число витков уменьшится. Число витков не может быть малым, поскольку модель пружины как бруса становится неточной, например, виток работает не на кручение, а на изгиб. Если диаметр витка уменьшить, то число витков возрастет, а диаметр проволоки уменьшится в соответствии с индексом. Полная высота пружины, сжатой до соприкосновения витков:

$$H_3 = nd = \frac{G\,g}{i^2\pi\,\tau\,\omega^2}. \qquad (8)$$

Из формулы следует, что высота пружины не зависит от диаметра, но существенно зависит от собственной частоты установленного оборудования. Высота сжатой пружины и диаметр витка определяют поперечную жесткость под нагрузкой. Если допустимая просадка пружины равна критической деформации, то уравнение, связывающее эти параметры, примет вид:

$$\frac{\tau}{G}\pi\,D\,n\,i = \frac{\pi^2}{2}\frac{D^2}{H_3}. \qquad (9)$$

Решая уравнение, получим высоту пружины:

$$H_3 = \frac{\pi^2 DG}{2\tau\,\pi\,n\,i}. \qquad (10)$$

Допустимая просадка пружины из условия прочности равна:

$$\delta = \frac{P_0}{c_0} = \frac{\tau}{G}\pi\,D\,n\,i. \qquad (11)$$

Высота несжатой пружины (рис. 3) складывается из просадки и суммарной толщины проволоки витков:

$$H = \delta + nd. \qquad (12)$$

Используя предыдущее выражение, получим высоту несжатой опоры:

$$H = nd\left(\frac{\tau\,\pi\,i^2}{G} + 1\right). \qquad (13)$$

Данная высота является конструктивным размером, который позволяет вычислять высоту опоры, защемленные части пружины и другие технологические параметры.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Потянихин, А.Н. Проблемы снижения структурной вибрации речных судов./ Потянихин, А.Н. [и др.] Судостроение, 2009, № 4. – С. 48-49.
2. Барановский, А.М. Расчет винтовых пружин в опорах судовых двигателей./ А.М. Барановский, А.А. Зуев// Энергетика, экология, энергосбережение, транспорт. Часть 1/ Под ред. В.П. Горелова, Труды второй МНТК 8-11 сентября 2004, С. 70-73.

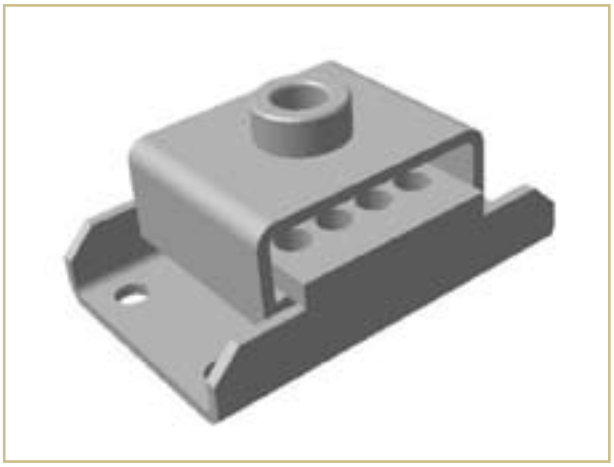


Рис. 1. Опора с 16 пружинами растяжения

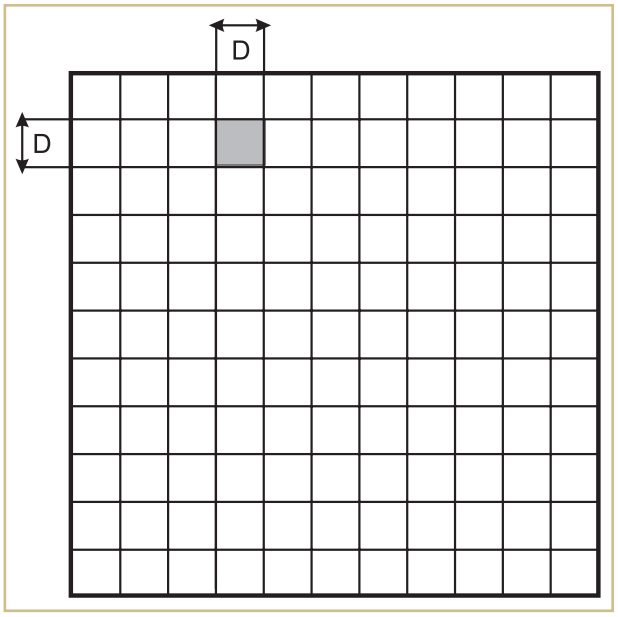


Рис. 2. Схема расположения пружин в опоре

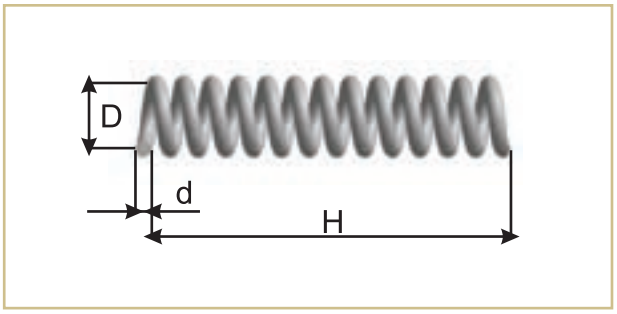


Рис. 3. Размеры несжатой пружины

УЧРЕЖДЕНИЕ: Омский институт водного транспорта (ОИВТ) – филиал НГАВТ

ТЕМА: Проблемы оценки качества обслуживания на предприятиях водного транспорта и его зависимость от инфраструктуры

АВТОРЫ: О.И. СОЛОВЬЕВА, кандидат технических наук, член-корреспондент Академии проблем качества, профессор, заместитель заведующего кафедрой экономики ОИВТ; Е.О. ВЫДРИНА, аспирант НГАВТ

Важнейшим приоритетом транспортной политики России является развитие современной инфраструктуры, способной обеспечить ускоренное движение грузов и пассажиров, снижение издержек, укрепление промышленной и минерально-сырьевой базы и, в конечном итоге, создание условий для роста национальной экономики и усиления позиций страны на мировых рынках.

Во многих государствах качество транспортного обслуживания (услуг) – один из важнейших факторов повышения доходности перевозок водным транспортом. У нас же недооценка значимости этого инструмента (являющегося важнейшим условием экономического роста) влечет снижение темпов развития отрасли. Поэтому совершенствование системы управления качеством (СУК) является ключевым направлением возрождения водного транспорта. Очевидно, что для стимулирования спроса на перевозки, для налаживания устойчивого рынка сбыта и получения стабильной прибыли руководству предприятий приходится решать разноплановые и комплексные задачи.

Не лучшим образом на ситуацию в данной области повлияли следующие обстоятельства:

– отсутствие единой противозатратной системы управления качеством;

– последствия неудовлетворительного внедрения (еще в 1978 году) комплексной СУК транспортной продукции;

– реализация мероприятий в условиях необеспеченности необходимой информацией, литературой;

– неприменение методов оценки качества работы предприятий (и системы в целом) для объективного анализа транспортного обслуживания предприятиями водного транспорта.

Отечественные исследования в области экономики и управления качеством, несмотря на быстрые темпы развития его менеджмента в целом, не получили должного внимания. Фактически, в настоящее время на предприятиях водного транспорта отсутствует не только система оценки качества перевозок и транспортного обслуживания, но даже и специализированные отделы. А в функции существующих подразделений по планированию, экономике и финансам эти направления не входят. В них специалисты занимаются лишь вопросами планирования, организации и контроля деятельности предприятия.

Следующий негативный момент – отсутствие базы по оценке качества. Руководители организаций и специалисты плановых отделов по итогам навигации могут лишь сравнить результаты деятельности в денежном выражении или в виде суммарного объема перевезенного груза (в соответствии с их видами). При анализе причин снижения объемов перевозок (соответственно и сокращения доходов) в последнюю очередь уделяется внимание непосредственно качеству обслуживания.

На современном этапе отраслевые компании пошли по самому «легкому» пути – это, так называемое, «снижение затрат на производство». К ним относятся затраты на обслуживание производства, амортизацию, ремонт, топливо, материалы, а также заработная плата, налоговые платежи и различные начисления. Тем самым снижение затрат по данным видам статей приводит к ухудшению качества предоставляемых услуг, то есть грузовых и пассажирских перевозок и транспортного обслуживания в целом. В комплексе с отсутствием клиентов, уменьшением количества заключаемых договоров и неэластичной ценовой политикой организации сталкиваются с сокращением или отсутствием прибыли.

В частности, В.М. Бунеев, рассматривавший данную проблему в монографии «Формирование рациональной структуры транспортного флота», считает, что на речном транспорте трудно обеспечить надлежащее качество продукции. Доходы от перевозок при одних и тех же объемах работ, выполняемых различными типами судов и видами флота, будут одинаковыми. Поэтому, за основной критерий экономического обоснования формирования рациональной структуры транспортного флота правомерно принять полные затраты, приведенные к расчетному периоду времени (году).

Решение отдельных задач исследуемой области может проводиться по различным критериям. Так, при оптимизации параметров судна предпочтение отдается показателю интегральных (суммарных) затрат:

$$З = K_c + \sum_{t=1}^{tсл} Э(t) - Л,$$

где K_c – стоимость судна, руб.; Э(t) – текущие издержки (эксплуатационные расходы) в t-м году эксплуатации, руб.; $t_{сл}$ – срок службы судна, лет; Л – ликвидационное сальдо (стоимость металлолома без затрат на ликвидацию судна), руб.

Провозная способность судна за период, равный сроку службы, определяется по формуле:

$$П = \sum_{t=1}^{tсл} П(t),$$

где П(t) – провозная способность судна в первый год эксплуатации, т·км.

В роли критерия оценки эффективности также могут фигурировать и удельные значения показателя:

$$З = \frac{З}{П} = \frac{(K_c + \sum_{t=1}^{tсл} Э(t) - Л)}{\sum_{t=1}^{tсл} П(t)}.$$

В современных условиях необходимо учитывать упущенную выгоду потребителей транспортной продукции за время накопления и доставки грузов, а также издержки и инвестиции, связанные с их естественной убылью и хранением на складах грузовладельцев. Стоит отметить, что эти факторы неоднозначно влияют на величину основных параметров судов и составов.

Время хранения и накопления грузов непосредственно влияет на грузоподъемность флота. Как правило, его рост

приводит к увеличению не только сроков, но и емкостей складов, увеличению суммарных затрат.

Срок доставки грузов связан со скоростью движения, а следовательно, и с мощностью судна. Произвести учет влияния данного фактора на величину затрат несложно (через стоимость товарной массы грузов, находящихся на транспорте). Гораздо труднее определить другой фактор – время накопления и хранения груза, что связано с отсутствием необходимых данных о размерах партий грузов и о сроках их предъявления по конкретным потребителям в перспективе, на которую производятся соответствующие обоснования.

Похожие проблемы, но в больших масштабах возникают, когда исследователь пытается подсчитать издержки и особенно – инвестиции потребителя, связанные с хранением грузов. Необходимые данные здесь могут быть получены после проведения маркетинговых исследований.

Издержки потребителей по естественной убыли грузов можно не учитывать, поскольку их нормы при перевозке речным транспортом одни, и на величину параметров судов не влияют.

Следует отметить, что использование показателя (рассчитанного по указанной выше формуле) в качестве критерия оценки эффективности вызывает значительные трудности. Прежде всего, они связаны с определением составляющих

$$\sum_{t=1}^{tсл} Э(t) \text{ и } \sum_{t=1}^{tсл} П(t),$$

особенно на отдаленную перспективу. В течение срока службы изменяются эксплуатационно-эргономические показатели судна, также происходят изменения во внешней среде (экономика страны, рынок транспортных услуг и т.д.).

Однако существует процедура приведения затрат к расчетному периоду времени. Предположим, что процесс изменения качеств и эксплуатационно-экономических показателей – дискретный, и в течение определенного временного интервала (года) оно работает в одном режиме, после чего мгновенно переходит в другое состояние («стареет»), и для судна, соответственно, может быть установлен новый режим работы. Примем величину такого временного интервала равным сроку окупаемости инвестиций, тогда для расчета может быть использована следующая формула:

$$з=S+E_H K_c+E_2 З_п,$$

где S – удельные издержки по судну, руб./т; K_c – удельные инвестиции в судно , руб./т; $З_п$ – упущенная выгода потребителя за время доставки и хранения груза, руб./т; E_H – норма доходности капитала при перевозке; E_2 – норма доходности капитала у потребителя.

Это выражение может использоваться только при упрощенных расчетах. Для решения же задачи в предложенном варианте необходима более сложная процедура приведения затрат к расчетному периоду времени. С этой целью введем некоторые обозначения: о – начало строительства судна (финансирование работ); t_o – начало эксплуатации (год ввода); T – год списания; $t_л$ – момент окончания ликвидационного периода; U_t – упущенная выгода потребителя при накоплении, хранении и доставке грузов в t-м году эксплуатации судна, руб.; t_p – расчетный год, к которому приводятся затраты.

Расчетная формула примет вид:

$$З = \sum_{t=1}^{t0} Kt(1+E) + \sum_{t0+1}^{t0-t} (Э+Ut)(1+E) - \sum_{T}^{T-t} Лt(1+E)^{t_п\text{-}t}.$$

При решении задачи оптимизации структуры транспортного флота, когда оцениваются существующие и новые теплоходы, следует учитывать не только упущенную выгоду, но и доходы от реализации заменяемых судов. Они могут быть получены либо от продажи их другим организациям, либо от сдачи в металлолом (при этом часть оборудования и механизмов снимается для использования в качестве запасных частей). Кроме того, учитывается остаточная стоимость, а строительная – может быть рассчитана методом аналогии, через удельный показатель стоимости единицы мощности тяги и грузоподъемности тоннажа. Такой подход позволяет избежать большого разрыва при оценке стоимости новых и существующих судов.

Затраты, приведенные к расчетному году, определяются различными способами, в зависимости от категории судов:

– по существующим, которые предполагается заменить:

$$З = \sum_{t=1}^{t0} Kt(1+E) + \sum_{tp+1}^{tp-t} (Э+Ut)(1+E) - \sum_{tp}^{t_п\text{-}t} Лt(1+E);$$

– по существующим, которые будут работать после расчетного года до окончания нормативного срока службы:

$$З = \sum_{t=1}^{t0} Kt(1+E) + \sum_{tp+1}^{tp-t} (Э+Ut)(1+E) - \sum_{tp}^{tП-1} Kt(1+E) + \sum_{t0+1}^{T-t} (Э+Ut)(1+E) - \sum_{T}^{tП-t} Лt(1+E);$$

– по новым:

$$З = \sum_{tp}^{t0-t} Kt(1+E) + \sum_{t0+1}^{T-t} (Э+Ut)(1+E) - \sum_{T}^{tП\text{-}t} Лt(1+E).$$

Важное значение при расчете критерия экономической оценки в оптимизационных задачах имеет объективный выбор величины норм дисконта E, поскольку от этого зависит принятие того или иного решения. В новых экономических условиях данная величина определяется, исходя из депозитного процента по вкладам. В практике оценки эффективности инвестиционных проектов она принимается больше этого значения (за счет инфляции и риска, связанного с инвестициями). Если принять норму дисконта ниже депозитного процента, то инвесторы предпочтут вкладывать деньги в банк, а не в производство. Если же норма дисконта станет выше депозитного процента на величину, большую, чем та, которая оправдывается инфляцией и инвестиционным риском, возникает перетекание денежных средств в инвестиции. Повышенный спрос на деньги приведет к повышению их цены и, как следствие, – банкового процента.

Вышеизложенное справедливо для собственного капитала. В случае привлечения заемных средств норма дисконта представляет собой соответствующую процентную ставку, которую определяют из условия процентных выплат и погашений займов.

В общем случае норма дисконта рассчитывается с учетом структуры капитала, налоговой системы и других факторов по выражению:

$$E = \sum_{i=1}^{n} EiAi,$$

где Ei – норма дисконта для i-го вида капитала; Ai – доля i-го вида капитала в общих инвестициях.

В условиях рыночной экономики (когда высокая инфляция) депозитный процент по вкладам не определяет реальную цену денег, поэтому целесообразно использовать следующий подход.

Норма дисконта должна отражать финансовые интересы государства, так как оно имеет контрольный пакет акций речных пароходств, а также систему предпочтений членов общества в отношении значимости доходов в различные моменты времени, в том числе – и с точки зрения социальных и экологических результатов. Следовательно, норма дисконта должна устанавливаться государством как специфический социально-экономический норматив, учитывающий макроэкономические процессы.

В экономическом обосновании формирования рациональной структуры технических средств речного транспорта для определения нормы дисконта можно ориентироваться на результаты исследования Д.С. Львова. Норматив абсолютной эффективности в базовом периоде здесь устанавливается для транспорта и связи, равный 0,05, а показатель расчетной эффективности – 0,06. Однако в современных экономических условиях действуют ярко выраженные инфляционные процессы, и нормы дисконта необходимо повышать до величины, определяемой с учетом депозитного процента банков.

При решении задачи обоснования стратегии замены и пополнения судов используются критерий – суммарные затраты по всем судам за исследуемый период времени, в течение которого происходит формирование рациональной структуры:

$$З = \sum_{t=1}^{\text{tp}} (Kt + \text{Эt} - \text{Лt}).$$

Это выражение предполагает, что замена судов производится без продажи их другим организациям (а только сдачей в металлолом). А если существует возможность реализовать первое мероприятие, то величину Лt следует заменить на Д.

Снижение потребительского спроса на предоставляемые предприятиями водного транспорта услуги влечет за собой простои флота, техники и портовой механизации. Хотя амортизация на данные объекты будет начисляться, затраты на ремонт и материалы будут произведены по причине отсутствия системы, которая могла бы соотнести потребность во флоте, технике, машинах и оборудовании с потребительским спросом потенциальных и реальных клиентов.

Потребность предприятия водного транспорта во флоте на планируемый период навигации в соответствии с прогнозируемыми объемами перевозок осуществляется приблизительно и практически ручным способом. Таким образом, проявляются завышенные затраты, которые в соотношении с доходами по итогам навигации обязательно покажут низкую рентабельность или вовсе отсутствие таковой.

И.В. Демьянович рассматривает подобные вопросы на примере железных дорог и считает, что для транспортной отрасли в значительно большей степени, чем для других отраслей, характерна связь экономического аспекта с социальным, техническим и технологическим.

С экономической точки зрения транспорт необходимо рассматривать как систему отношений между потребителями услуг и теми, кто их предоставляет и осуществляет перевозочный процесс. Очевидно, задача повышения качества транспортного обслуживания и эффективности производства и по сей день не потеряла своей актуальности.

По мнению И.В. Демьянович, в целях правильного измерения, всестороннего изучения качества как производственно-технической и социально-экономической категории используют соответствующие показатели, которые являются основными объектами управления.

Кроме того, она предлагает рассмотреть следующую систему показателей качества транспортного производства, включающую 4 группы: качество транспортной обеспеченности, обслуживания, продукции и эксплуатационной работы, а также услуг.

Данные понятия, по существу, разрозненны и определяются обособленно. Реально не связанные между собой, они способствуют столкновению интересов отрасли и потребителей водных услуг. Поэтому необходимо выделить 2 класса понятий в «транспортной квалиологии»:

1. «Качество результата», включающее качество транспортной продукции и услуг.

2. «Качество процесса» – качество транспортного обслуживания, планирования перевозочного процесса, средств труда, используемых при перевозке, подготовки предметов труда к доставке.

В первом классе целесообразно ввести категорию «качество деятельности предприятия», под которой понимается совокупность свойств работы всего предприятия, характеризующих его возможность обеспечить выпуск продукции (услуги) заданного уровня.

В современных условиях хозяйствования при управлении качеством транспортного обслуживания важен системный подход, включающий:

– статистический (1900-1970 годы) – в управлении качеством он означает использование статистических методов контроля продукции транспортных предприятий и применяется в основном при его метрологическом обеспечении;

– комплексный – подразумевает взаимную увязку всех подсистем, элементов, стадий жизненного цикла объектов управления (данный подход был реализован при создании и внедрении комплексной СУК транспортной продукции в 1978 году);

– программно-целевой – дает возможность решать задачи синтеза механизмов в рамках сложившихся систем и совершенствовать их управление (к одной из разновидностей программно-целевого управления относят координационные комиссии);

– потребительско-стоимостной – сформировался в конце 90-х годов XX века для обеспечения качества продукции, основан на 2 основных принципах: создание условий для снижения издержек производства на сумму полезного эффекта потребительской стоимости; повышение степени удовлетворения потребностей человека за счет увеличения полезности и качества продукции (этот подход органически входит в составную часть механизма экономических отношений между изготовителями и потребителями);

– ценностно-трудовой – учитывает экономию затрат потребителя при осуществлении деятельности; основной принцип теории – «высокое качество – низкая цена»;

– процессный – предполагает систематическое выявление и управление процессами, реализуемыми на предприятиях железнодорожного транспорта (основа стандартов ИСО 9000:2000).

О.И. Соловьева в монографии «Проблемы системного подхода к менеджменту качества продукции (услуг)» дает определение квалиметрии и отмечает, что это – область науки, предметом изучения которой являются количественные методы оценки качества продукции (ГОСТ 15467-79 «Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения»).

В наши дни отечественный математик Д.Б. Юдин выразил мысль, что «качество – это еще не познанное количество».

Напомним, что в России первая методика количественной оценки качества была разработана академиком А.Н. Крыловым, известным механиком и кораблестроителем, когда вследствие значительных потерь русского флота во время

русско-японской войны был объявлен конкурс проектов военных кораблей. Ученому с помощью собственной методики удалось решить задачу выбора лучшего проекта из многих представленных. В результате преимущества победителя определились не по одному, а по совокупности основных свойств (т.е. по качеству): скорости хода, защищенности, огневой мощи. Метод академика Крылова сохранил свое значение в ряде других квалиметрических методов и на современном этапе.

И.В. Демьянович считает, что изучение и систематизация зарубежного опыта позволили определить пути совершенствования СУК транспортного обслуживания по следующим направлениям:

– разработка Политики качества;

– привлечение персонала к управлению качеством и повышение его квалификации через различные формы обучения и кружки;

– проведение периодических оценок показателей качества;

– ориентация на удовлетворение запросов потребителей;

– учет достижений конкурентов при стратегическом планировании;

– совершенствование производственного процесса;

– повышение культуры предприятия и культуры качества.

Уровень развития отечественной системы качества водного транспорта, по сравнению с зарубежной, свидетельствует о наличии резервов для совершенствования, прежде всего в части ориентированности на потребителя в широком смысле этого слова, т.е. на клиентов, смежные производства, общество.

В современных условиях, очевидно, необходим переход от комплексных СУК продукции к международным стандартам. Во-первых, она является плодом командно-административной системы, несмотря на то что ее принципы и ИСО 9000 совпадают. Во-вторых, важнейшей задачей руководителей предприятий водного транспорта является организация проведения работ по разработке и внедрению систем качества на основе государственных стандартов серии ГОСТ Р ИСО 9000.

В настоящее время цель управления качеством транспортного обслуживания на водном транспорте должна определяться 2 свойствами: удовлетворением потребителя (своевременность, сохранность, сервис) и устойчивостью прибыли предприятия.

Основной характеристикой эффективной системы качества является устойчивость прибыли и снижение эксплуатационных расходов. Она включает в себя 3 подсистемы менеджмента: управления, обеспечения и улучшения.

Обеспечение качества транспортного обслуживания имеет стоимостное выражение, т. е. эквивалентом является сумма затрат.

Для совершенствования этой системы потребуется изменить организационную структуру управления предприятием. А чтобы достигнуть соответствия требованиям стандарта ИСО 9000, необходимо создать Координационный совет и Службу качества, которые должны по каждому хозяйству или подразделению назначить менеджера по качеству.

С целью внедрения системы качества целесообразно задокументировать свою деятельность по 20 направлениям и обеспечить в соответствии с ними функционирование предприятия. Этап становления будет подразумевать развитие коммуникаций и получение навыков управления информационными потоками.

Анализируя показатели работы организаций водного транспорта в системе качества необходимо пройти несколько обязательных этапов, в частности определить:

– потребности в финансовых средствах (фонд оплаты труда, налоги, отчисления, материальные затраты, расходы на ремонт, капитальные вложения и инвестиции в основные фонды, услуги сторонних организаций);

– величины изменения показателей фондо-, материало-, энерго- и зарплатоемкости продукции, работ, услуг;

– показатели эластичности спроса, с применением данных по объему перевозок и цене за единицу продукции, экономического эффекта от управления качеством транспортного обслуживания, рентабельности деятельности;

– параметры структуры управления качеством,; сертификации услуг водного транспорта, социально-экономических программ работы предприятия.

Как уже отмечалось, отсутствие информационной обеспеченности в области оценки качества перевозок водным транспортом порождает массу проблем и ведет к потерям времени, а также к лишним расходам. Очевидно, что создание информационной базы и автоматизация СУК позволили бы освободить трудовые единицы.

Информационная база должна содержать данные анализа непроизводительных расходов и затрат на обеспечение качества производства.

Информационные потоки должны накапливаться в 4 категориях по оценке непроизводительных расходов, брака в производстве, своевременности доставки и сохранности грузов.

При оценке качества грузовых перевозок необходимо учитывать экономические показатели, характеризующие затраты, связанные с перевозочным процессом в целом или с выполнением отдельных работ по доставки груза.

К экономическим показателям эффективности грузовых перевозок следует отнести:

– удельные затраты на транспортировку грузов различными видами транспорта;

– удельные полные расходы на доставку грузов;

– затраты на производство погрузочно-разгрузочных и складских работ;

– процент транспортных издержек в себестоимости продукции (товара);

– количество общего брака при транспортировке груза, а также возможный процент брака при погрузочно-разгрузочных работах и в процессе необходимого складирования груза.

При этом очевидно, что научно-технический фактор является определяющим в задаче улучшении качества транспортного обслуживания и повышении эффективности производства, поскольку сегодня существует прямая зависимость между степенью износа материально-технической базы и качеством предоставляемых услуг.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Бунеев В.М.Формирование рациональной структуры транспортного флота: Теория и практика обоснований. – Новосибирск: НГАВТ, 1997.
2. Бунеев В.М., Рагулин И.А. Стратегия формирования рациональной структуры технических средств речного транспорта: Методы обоснования, инвестиции и финансирование. – Новосибирск: Сибирское соглашение, 2002.
3. Демьянович И.В. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук на тему «Совершенствование методов оценки качества транспортного обслуживания региона (на примере железных дорог Дальнего Востока Российской Федерации). – Хабаровск: ДВГУПС, 2002.
4. Соловьева О.И. Проблемы системного подхода к менеджменту качества продукции (услуг). Монография. – Омск: ЕвриЭми, 2006.
5. Каткевич Г. Порты Украины дорожают, но не так быстро, как им хотелось бы / Каткевич Г. // Транспорт. – № 08, 2008.

УЧРЕЖДЕНИЕ: Морская государственная академия имени адмирала Ф.Ф. Ушакова (МГА им. адмирала Ф.Ф. Ушакова)

ТЕМА: Моделирование процесса снижения загрязнения атмосферы выбросами от судовых энергетических установок

АВТОРЫ: А.В. ТУРКИН, аспирант; М.А. МОДИНА, аспирант; В.А. ТУРКИН, профессор, доктор технических наук

Водный транспорт – один из важнейших компонентов общественного и экономического развития, поглощающий значительное количество ресурсов и оказывающий серьезное влияние на природную среду. Услуги транспорта играют важную роль в экономике и повседневной жизни людей. При всей важности транспортного комплекса, как неотъемлемого элемента экономики, необходимо учитывать его весьма серьезное негативное воздействие на природные экологические системы.

Значительное влияние на атмосферный воздух оказывают выбросы (от судовых энергетических установок) оксидов серы, образующихся в результате сгорания серы, содержащейся в мазуте. Основным оксидом серы при этом является диоксид серы и только 5-7% мол. приходится на триоксид серы [1].

Сокращения выброса диоксида серы достигается различными технологиями очистки уходящих газов. Наиболее распространенный метод – мокрый процесс, когда уходящие газы, например, барботируют через раствор известняка, в результате чего образуются сульфит или сульфат кальция [2].

В настоящее время одним из перспективных способов очистки продуктов сгорания от соединений серы является применение устройства поглощения газовых выбросов (УПГВ). На первой ступени процесс осуществляется в струйном аппарате, где газовый поток смешивается с водяным паром. После этого в диффузоре и конденсаторе происходит конденсация газопаровой смеси. При этом конденсируемый пар частично взаимодействует с оксидами, содержащимися в дымовых газах. На второй ступени газ подается в УПГВ, где газовый поток подвергается сложному процессу сорбции и вибротурбулизации. Освобожденный от примесей газ удаляется в атмосферу. Жидкость, насыщенная оксидами и твердыми частицами, направляется на дальнейшую переработку [2].

Для оценки эффективности очистки продуктов сгорания от оксидов серы в струйном аппарате были проведены эксперименты с использованием в качестве модельного газа чистого воздуха, смешанного с диоксидом серы и инжектируемого в поток водяного пара. С целью получения математической модели, описывающей влияние расхода активного потока модельного газа и исходной концентрации в нем диоксида серы на конечную концентрацию диоксида серы, эксперименты проводились по плану, специально разработанному с учетом рекомендаций теории планирования эксперимента [3].

Математическая модель, представляющая собой уравнение регрессии, задаваемое полиномом второй степени, в общем случае имеет следующий вид:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^{k} b_i x_i + \sum_{i<j} b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^{k} b_{ii} x_i^2, \quad (1)$$

где y – исследуемая величина (концентрация диоксида серы на выходе из струйного аппарата), мг/м^3; x_i, x_j – значения факторов в кодированном масштабе; b_0, b_i, b_{ij}, b_{ii} – оценки коэффициентов уравнения регрессии.

Для нахождения неизвестных оценок b_0, b_i, b_{ij}, b_{ii} применяется метод наименьших квадратов с использованием зависимостей регрессионного анализа. При этом приняты следующие допущения: независимые факторы x_i, x_j заданы абсолютно точно и являются неслучайными величинами. Также предполагается, что случайная величина y распределена по нормальному закону, а ее дисперсии в отдельных точках факторного пространства однородны.

Матрица планирования и реализация полного факторного эксперимента

№ опыта	Факторы в натуральном масштабе		Факторы в безразмерной системе координат				Исследуемая величина		
	z_1	z_2	x_1	x_2	$x_1^2 - \frac{2}{3}$	$x_2^2 - \frac{2}{3}$	Из эксперимента	Из полного уравнения	Из упрощенного уравнения
							y	$\hat{y}$	$\hat{y}_{упр}$
1	200	0,0020	1	– 1	1/3	1/3	11,6	11,00	10,96
2	200	0,0025	1	0	1/3	-2/3	16,4	17,61	17,57
3	200	0,0030	1	1	1/3	1/3	26,9	26,30	26,26
4	400	0,0020	0	1	- 2/3	1/3	22,3	22,31	22,31
5	400	0,0025	0	0	- 2/3	- 2/3	31,34	31,30	31,30
6	400	0,0030	0	1	- 2/3	1/3	42,4	42,37	42,37
7	600	0,0020	1	1	1/3	1/3	33,1	34,70	34,66
8	600	0,0025	1	0	1/3	- 2/3	46,3	45,07	45,03
9	600	0,0030	+ 1	1	1/3	1/3	57,9	58,52	58,48

Для определения оценок коэффициентов уравнения (1) используется план по схеме полного факторного эксперимента. При этом каждый из двух независимых факторов (z_1 – концентрация диоксида серы на входе в струйный аппарат мг/м^3; z_2 – расхода активного потока, м^3/с) варьировался на трех уровнях: «+ 1» – высокое, «0» – среднее, «-1» – низкое значение фактора.

Матрица планирования эксперимента, значения факторов в натуральном масштабе и в безразмерной системе координат, а также результаты эксперимента и рассчитанные значения исследуемой величины представлены в таблице.

С целью приведения матрицы планирования эксперимента к ортогональному плану квадратичные столбцы x_j^2 были преобразованы с использованием следующего линейного преобразования [3]:

$$x_j' = x_j^2 - \bar{x}_j^2 = x_j^2 - \sum_{i=1}^{N} x_{ji}^2 / N =$$
$$= x_j^2 - 6/9 = x_j^2 - 2/3, \qquad (2)$$

где N = 9 – **количество опытов в эксперименте.**

Так как матрица планирования является ортогональной, то все коэффициенты уравнения регрессии (1) определяются независимо друг от друга по формуле:

$$b_j = \sum_{i=1}^{N} x_{ji} y_i / \sum_{i=1}^{N} x_{ji}^2 . \qquad (3)$$

Например, для определения коэффициента b_1 при x_1 необходимо получить сумму произведений столбца с x_1 в безразмерной системе координат на столбец с y. Затем находим значение b_1:

$$b_1 = \sum_{i=1}^{9} x_{1i} y_i / \sum_{i=1}^{9} x_{1i}^2 = 82,4/6 = 13,73 .$$

Аналогично были определены эффекты единичных, двойных и квадратичных взаимодействий: b_0'=32,02; b_2=10,03; b_{12}=2,38; b_{11}=0,04; b_{22}=1,04.

Дисперсии коэффициентов уравнения (1) определяются по формуле:

$$s_{b_j}^2 = s_{воспр}^2 / \sum_{i=1}^{N} x_{ji}^2 . \qquad (4)$$

В результате расчетов по матрице с преобразованными столбцами для квадратичных эффектов получается уравнение следующего вида:

$$y = b_0' + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{12} x_1 x_2 +$$
$$+ b_{11}(x_1^2 - \bar{x}_1^2) + b_{22}(x_2^2 - \bar{x}_2^2). \qquad (5)$$

Для перехода к обычной записи определяется по формуле:

$$b_0 = b_0' - b_{11}\bar{x}_1^2 - b_{22}\bar{x}_2^2 =$$
$$= 32,02 - 0,04(2/3) - 1,04(2/3) = 31,3 \qquad (6)$$

и оценивается с дисперсией, равной:

$$s_{b_0}^2 = s_{b_0'}^2 + (\bar{x}_1^2)^2 s_{b_{11}}^2 + (\bar{x}_2^2)^2 s_{b_{22}}^2 . \qquad (7)$$

С целью определения дисперсии воспроизводимости $s_{воспр}^2$, знание которой необходимо для проверки значимости коэффициентов уравнения регрессии, в центре плана были поставлены дополнительно 3 параллельных опыта и получены следующие значения :

$$y_1^0 = 39,37;\ y_2^0 = 39,22;\ y_3^0 = 39,85;$$

$$\bar{y}^0 = \sum_{u=1}^{3} y_u^0 / 3 = 39,48;$$

$$s_{воспр}^2 = \sum_{u=1}^{3} (y_u^0 - \bar{y}^2)^2 / 2 = 0,108;\ s_{воспр}=0,329.$$

Затем с использованием выражений (4) и (7) были оценены дисперсии всех коэффициентов уравнения регрессии, которые оказались равными:

$$s_{b_0}^2=0,06;\ s_{b_1}^2=s_{b_2}^2=0,018;\ s_{b_{12}}^2=0,027;$$
$$s_{b_{11}}^2=s_{b_{22}}^2=0,054.$$

Значимость всех коэффициентов уравнения регрессии оценивается по критерию Стьюдента. Для этого по формуле

$$t_j = |b_j| / \sqrt{s_{b_j}^2}$$

рассчитывается t-отношение:

t_0=127,8; t_1=102,5; t_2=74,9; t_{12}=14,5; t_{11}=0,2; t_{22}=4,5.

Табличное значение критерия Стьюдента для уровня значимости p=0,05 **и числа степеней свободы** f=2 $t_{0,05}(2)$=4,3. **Так как t-отношение для коэффициента b_{11} оказалось меньше табличного значения, то он является незначимым и его можно исключать из уравнения регрессии. Все остальные коэффициенты являются значимыми, и их нельзя исключать из уравнения. После исключения незначимого коэффициента, уравнение регрессии будет иметь следующий вид:**

$$y=31,3+13,73x_1+10,03x_2+2,38x_1x_2+1,04x_2^2. \qquad (8)$$

Проверим адекватность полученного уравнения по критерию Фишера:

$$F = s_{ост}^2 / s_{воспр}^2 \text{, здесь}$$

$$s_{ост}^2 = \sum_{i=1}^{N} (y_i - y_i)^2 / (N - l) = 0,0096/4 = 0,0024,$$

где l – число значимых коэффициентов в уравнении регрессии, равное 5.

Тогда F=0,0024/0,108=0,022. **Табулированное значение критерия Фишера для** p=0,05, f_1=5, f_2=2, $F_{1-p}=5(f_1, f_2)$=19,3. **Так как** $F<F_{1-p}(f_1, f_2)$, **то полученное уравнение регрессии (8) адекватно описывает эксперимент.**

Следовательно, полученная математическая модель может быть использована для оценки влияния расхода активного потока модельного газа и исходной концентрации в нем диоксида серы на конечную концентрацию диоксида серы, получаемую в результате использования предложенного струйного аппарата.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Туркин А.В. Снижение загрязнения атмосферы очисткой продуктов сгорания судовых и корабельных энергетических установок. Материалы седьмой региональной научно-технической конференции. – Новороссийск: МГА, 2008.
2. Комплексная очистка дымовых газов теплогенерирующих установок. Монография / Комиссаров К.Б., Лутков С.А., Филь А.В. – Ростов-на-Дону: Филиал МГА имени адмирала Ф.Ф. Ушакова в г. Ростове-на-Дону, 2007. – 134 с.
3. Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии. – М.: Высшая школа, 1978. – 319 с.

УЧРЕЖДЕНИЕ: Пермский государственный технический университет (ПГТУ)

ТЕМА: Валогенератор переменного тока на базе механического дифференциального редуктора

АВТОР: Н.Ю. ХИЖНЯКОВ, доцент кафедры «Автоматика и телемеханика», кандидат технических наук

Конструирование электромеханического регулятора частоты для стабилизации частоты вращения ротора синхронного генератора (СГ) с отбором мощности от вала дизеля с переменной частотой вращения требует при своем решении выполнения ряда условий: необходимую установочную мощность генератора для питания потребителей судна, астатизм внешней характеристики по частоте, диапазон регулирования 1:2, надежную работу в условиях качки и т. д. Допустимый дополнительный отбор и преобразование механической энергии главного дизеля, составляющей 10% от номинальной мощности, в электрическую мощность для удовлетворения собственных нужд потребителей можно выполнить в отличие от прямой, редукторной, электрической и комбинированной передачи с помощью механического дифференциального редуктора (МДР) [1–3].

МДР с коническим зубчатым колесом (дифференциалом) широко применяется в ведущих мостах транспортных средств. Задний (передний) ведущий мост транспортных машин содержит дифференциал (два солнечных колеса и водило с сателлитами), две полуоси, главную передачу, картер и обладает симметричностью. Симметричность дифференциального редуктора заключается в том, что ведущим может быть либо водило, через гипоидную передачу (ГП), связанное с валом отбора мощности (ВОМ), либо любая из полуосей [4, 5].

На рис. 1 приведена структурная схема САР-стабилизации частоты вращения СГ. СГ стабильного напряжения оснащен датчиком частоты вращения (ДЧВ) ротора и регулирующим органом в виде правой полуоси МДР. Электромеханический регулятор частоты вращения ротора СГ состоит из электромашинного преобразователя, включающего в себя машину постоянного тока с управляемым реверсивным выпрямителем, либо асинхронный двигатель с частотным управлением, который регулирует частоту вращения левой полуоси МДР. В связи с таким включением МДР алгебраическое уравнение связи имеет вид:

$$\omega_1 + \omega_2 - 2\omega_B = 0, \qquad (1)$$

где ω_1, ω_2 – частоты вращения правой и левой полуосей соответственно; ω_B – половинная частота вращения водила.

Изменяя момент вращения левой полуоси МДР, можно варьировать частоту вращения его правой полуоси (при постоянной частоте вращения водила). Если при переменной частоте вращения водила управляемо изменять момент

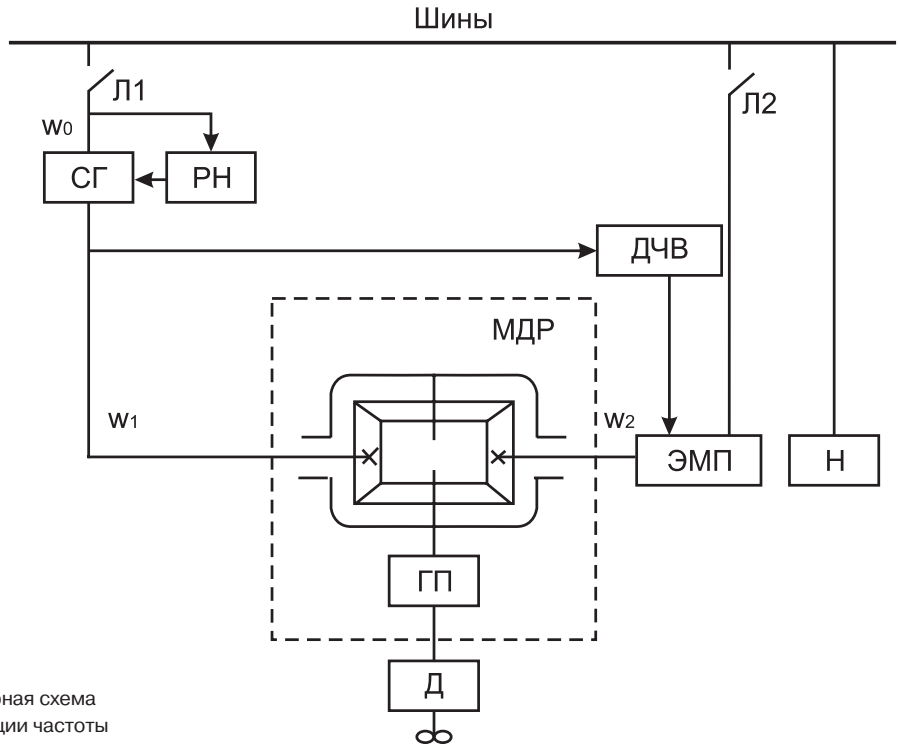


Рис. 1. Структурная схема САР-стабилизации частоты вращения СГ

вращения левой полуоси МДР, то можно стабилизировать частоту вращения правой полуоси МДР. Функционально МДР должен стабилизировать частоту вращения ротора СГ и преобразовать механическую энергию ВОМ в электрическую энергию через СГ и ЭМП как в режиме суммирования, так и в режиме вычитания потоков энергии. Режим суммирования потоков энергии по отношению к СГ возникает при подключении независимого источника энергии со стороны регулирующего вала (левой полуоси) МДР, что в дальнейшем не рассматривается.

На рис. 2 показаны регулировочные характеристики электромеханического регулятора частоты ВПТ с МДР, где левое направление вращение дизеля не учитывается. Регулировочные характеристики регулятора частоты в режиме вычитания (при отсутствии дополнительного источника питания) при правом направлении вращения дизеля описываются уравнением:

$$\omega_2 = -\omega_В + \omega_{вод} \left| \begin{array}{l} \omega_{зад} = z, \\ \omega_{диз} \geq \omega_В. \end{array} \right. \qquad (2)$$

Направление перетоков электрической энергии в ВПТ с МДР, зависящих от его режима работы, определяет режим работы ЭМП. В зависимости от направления вращения ВОМ, наброса и сброса нагрузки, знака задания частоты вращения ротора СГ стабильного напряжения возникает двигательный/генераторный режим работы ЭМП.

Энергетические соотношения в ВПТ с МДР при изменении частоты вращения ВОМ характеризуются формулой:

$$K^* = \frac{P_{эмп}}{P_{сг}} = \frac{\omega_2 M_{эмп}}{\omega_1 M_{сг}}, \qquad (3)$$

где $P_{ЭМП}$, $M_{ЭМП}$ – активная мощность и момент на валу ЭМП соответственно; P_α, M_α – активная мощность и момент на роторе СГ; ω_1 – частота вращения СГ; ω_2 – угловая скорость вращения правой полуоси МДР.

Определив частоты вращения полуосей из (1) и подставив их в (3) с учетом равенства моментов на полуосях, получим:

$$K^* = \frac{P_{эмп}}{P_{сг}} = \frac{\omega_{вод} - \omega_1}{\omega_{вод} - \omega_2} =$$

$$= \frac{i_{диз}\omega_{диз} - i_{гп}\omega_1}{i_д \omega_{диз} - i_{гп}\omega_2} = -1 + \frac{\omega_{диз}}{\omega_В}, \qquad (4)$$

где $\omega_{вод} = \frac{i_д}{i_{гп}} \omega_{диз}$;

$i_д$ – редукция клиноременной передачи (КРП) между дизелем и ГП.

Выразим связь максимальной установочной мощности ЭМП с максимальной нагрузкой ВПТ с МДР:

$$P_{н\,мах} = P_{ЭМП} + P_{СГ} = P_{ЭМП} + \frac{P_{ЭМП}}{K^*}. \qquad (5)$$

Из (5) следует:

$$P_{ЭМП} = \frac{K^*}{1 + K^*} P_{н\,мах}. \qquad (6)$$

Решая совместно (5) и (6), получим:

$$P_{СГ} = \frac{1}{1 + K^*} P_{н\,мах}. \qquad (7)$$

Максимальная установочная мощность СГ выбирается согласно равенству $P_{уст.СГ} = (1{,}5–2)P_{н\,max}$. Это объясня-

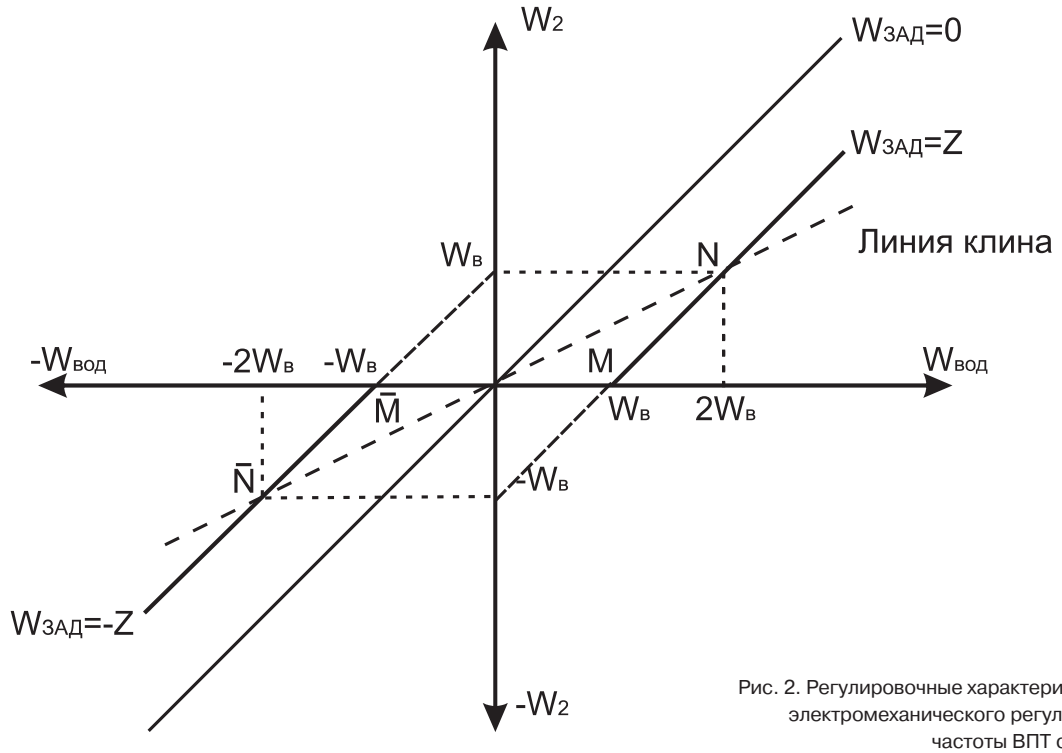


Рис. 2. Регулировочные характеристики электромеханического регулятора частоты ВПТ с МДР

ется тем, что в случае выхода из строя ЭМП возможна временная схема включения ВПТ, которая предполагает защемить регулирующий вал МДР, а его ведущий вал вращать с постоянной частотой. При этом рабочая точка ВПТ находится в точке М (см. рис. 2) и вся суммарная мощность потребления должна генерироваться СГ, так как $P_{ЭМП}=0$. Устойчивой работе в режиме вычитания энергии при правом вращении дизеля соответствуют регулировочные характеристики, расположенные в первом квадранте $\omega_1=z$ (отрезок MN), а неустойчивой работе – в четвертом. Электромеханический регулятор частоты СГ стабильного напряжения на МДР допускает диапазон регулирования 1:2 и позволяет в установившемся режиме использовать режим «клина», когда водило и обе полуоси, вращаясь, неподвижны друг относительно друга или $\omega_1=\omega_2=\omega_B$. Это уменьшает износ МДР, снижает требования к теплоотводу и повышает его моторесурс. Область применения ВПТ с МДР – маломерные речные суда ограниченного района плавания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

1. Электромеханический регулятор частоты синхронного генератора стабильного напряжения на базе механического дифференциального редуктора допускает диапазон регулирования 1:2.

2. Максимальная установочная мощность синхронного генератора выбирается из равенства:

$$P_{уст.СГ} = (1,5–2)P_{н\ max}.$$

3. Регулировочные характеристики валогенератора переменного тока с механическим дифференциальным редуктором, лежащие в первом квадранте ($\omega_{зад}=z$), соответствуют его устойчивой работе, а в четвертом квадранте ($\omega_{зад}=z$) – неустойчивой работе.

4. Исполнение электромеханического регулятора частоты на базе механического дифференциального редуктора позволяет в установившемся режиме использовать режим «клина», когда водило и обе полуоси, вращаясь, неподвижны относительно друг друга или $\omega_1=\omega_2=\omega_B$. Работа электромеханического регулятора частоты на базе механического дифференциального редуктора в режиме «клина» снижает его износ и требования к теплоотводу и повышает его моторесурс.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Красношапка М.М. Генераторы переменного тока стабильной и регулируемой частоты.– Киев: Техника, 1974. – С. 24 – 57.
2. Кудрявцев В.Н. Планетарные передачи. 2 изд., М.-Л.: 1966. – 307 с.
3. Гиперович Ю.М. Экономичные судовые электроэнергетические системы / Судостроение за рубежом, 1983. – № 10. – С. 39 – 41.
4. Демиховский С.Ф., Мелкий В.А., Шестопалов К.С. Устройство для эксплуатации автомобилей «Жигули» и «Москвич». 4-е изд. испр. – М. Изд-во ДОСААФ СССР. – 221 с.
5. Хижняков Ю.Н. Судовые валогенераторы с дифференциальным редуктором. Перм. гос. техн. ун-т. Пермь, 1997. – 87 с.

УЧРЕЖДЕНИЕ: Московский автомобильно-дорожный институт (МАДИ)

ТЕМА: Концепция транспортно-логистического сорсинга при перевозках грузов предприятиями речного транспорта

АВТОР: В.Д. ВОЛКОВ, кандидат технических наук, доцент кафедры логистики

Проблема развития бизнеса в целом, и среднего, и малого, в частности, является ключевой на всех видах транспорта, в том числе и на речном [1], особенно в период выхода из экономического кризиса.

Главная особенность средних и малых транспортных предприятий (СМТП) заключается в том, что доля получаемой от перевозок прибыли, которая изымается у них коммерческими структурами при предоставлении услуг, существенно выше, чем у крупных перевозчиков, имеющих скидки [2, 3]. Именно СМТП нуждаются в экономическом механизме, сокращающем отток прибыли при получении услуг (лизинг, топливо, ремонт и обслуживание судов, гарантии уплаты таможенных платежей при международных транспортировках, страхование и др.). Данная ситуация усугубляется неразвитостью конкуренции и монополизацией в России рынка услуг для международных перевозчиков, что позволяет сервисным структурам необоснованно увеличивать норму прибыли [3].

В логистике проблема оптимизации обеспечения ресурсами и услугами идентифицируется с понятием «сорсинг».

Сорсинг (от англ. sourcing – источники снабжения, финансирования) – логистическая функция, связанная с поиском оптимального сочетания использования внутренних резервов компании и ресурсов внешних поставщиков.

На рисунке представлены известные варианты организации сорсинга – от исключительного использования внутренних функций компании до полной их передачи внешним участникам, а также концепция транспортно-логистического сорсинга.

Транспортно-логистический селфсорсинг (ТЛС) – логистическая концепция самообеспечения на основе кэптивных компаний со статусом некоммерческих организаций (основанных на членстве) для минимизации оттока финансовых ресурсов за счет реорганизации обеспечивающих логистических функций.

Логистическая концепция (ЛК) – руководящая идея, платформа поддержки бизнеса и инструментарий оптимизации ресурсов фирмы при управлении основными и сопутствующими потоками [4, стр.72-73].

ЛК селфсорсинг формализованно представляется в виде следующих компонентов: концептуальная схема (замысел решения проблемы), совокупность концептов (основных свойств) и конструктов (вариантов реализации свойств), моделей и методов решения [5].

Концептуальная схема (замысел решения проблемы минимизации оттока финансовых ресурсов) для ЛК селфсорсинг включает в себя:

– применение идей сорсинга для формирования экономического механизма деятельности малого/среднего бизнеса (максимум прибыли перевозчиков, объединенных в саморегулируемую организацию, за счет создания оптимального некоммерческого сервиса);

– минимизацию оттока финансовых ресурсов в условиях монополизированного рынка обеспечивающих услуг;

– обеспечение экономических и правовых условий для равной конкуренции малого/среднего и крупного бизнеса.

Концепты ЛК селфсорсинг:

– некоммерческие формы организации и хозяйствования, основанные на членстве;

– технологические мероприятия по снижению рисков (вместо финансового возмещения);

– кластеризация хозяйствующих субъектов (20:80 по закону Парето или 1%:1/3, 10%:1/3, 89%:1/3 по закону Бредфорда);

– легитимность (нормативно-правовая поддержка) технологических мероприятий.

Конструкты ЛК селфсорсинг:

– экономические механизмы обеспечения деятельности типичных представителей хозяйствующих субъектов;

– вид страхования, застрахованные риски, страховое покрытие рисковыми обстоятельствами;

– структура и состав основных и обеспечивающих логистических функций (операций, элементарных логистических активностей) хозяйствующего субъекта;

– организационные формы и экономические механизмы регулирования сервиса для хозяйствующих субъектов (энергоресурсы/топливо, расходные материалы, техническое обслуживание и ремонт, стоянки, охрана и т.п.) в части оттока финансов;

– формы инвестирования при обновлении основных средств и оперативной поддержке производства – кредит, лизинг, прибыль (собственные средства).

Модели (решения) в ЛК селфсорсинг:

– системы предупредительных мероприятий при страховании;

– комплексирование (интеграция) некоммерческих организаций, основанных на членстве;

– варианты программ обновления основных средств.

Методы решения проблемы минимизации оттока финансовых ресурсов:

– интеграция логистики и страхования;

– информационная интеграция и электронизация документооборота;

– интеграция видов страхования (единый страховой продукт);

– экономическое обоснование режима рентабельного хозяйствования с возможностью постоянного обновления основных средств.

Выделим основные организационные формы некоммерческих организаций, основанных на членстве, которые могут реализовать эту концепцию [3]:

– объединение (союз) юридических лиц, например Ассоциация портов и судовладельцев речного транспорта (АПСРТ), в соответствии с Федеральным законом (ФЗ) «О некоммерческих организациях»;

– саморегулируемая организация (СРО), как дальнейшее развитие АПСРТ, в соответствии с ФЗ «О саморегулируемых организациях»;

– общество взаимного страхования (ОВС) портов и судовладельцев речного транспорта в соответствии с ФЗ «О взаимном страховании»;

– некоммерческое партнерство «Информационно-логистический центр» (ИЛЦ) в соответствии с ФЗ «О некоммерческих организациях»;

– кэптивная лизинговая компания речного транспорта в соответствии с ФЗ «О лизинге»;

– негосударственный пенсионный фонд работников речного транспорта в соответствии с ФЗ «О негосударственных пенсионных фондах».

В настоящее время разработаны и внедрены логистические технологии, воплощающие ЛК селфсорсинг [6]:

– интерактивное взаимодействие с застрахованным звеном логистической цепи (ЗЗЛС) для минимизации общих логистических издержек за счет снижения потерь в штатных и нештатных ситуациях при доставке грузов;

– конкурентоспособная и рентабельная хозяйственная деятельность за счет регулирования оттока финансов и постоянного обновления основных средств.

Применение ЛК селфсорсинг и ЛТ на речном транспорте позволит по-иному взглянуть на обременения, которые могут возникнуть при реализации проекта ФЗ № 92982-5-5 «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросу замены лицензирования обязательным страхованием гражданской ответственности» (второе чтение) [6].

С приданием АПСРТ статуса СРО в законную силу вступит принятый в 2009 году на Совете ассоциации Стандарт «СТО АПСРТ 0.1-2009», как основа для формирования требований по ответственности речного перевозчика или портового оператора перед третьими лицами.

Создание некоммерческого ОВС портов и судовладельцев речного транспорта позволит разрабатывать и применять собственные правила взаимного страхования гражданской ответственности судовладельца и портового оператора, как основы формирования фонда СРО, в котором сохраняются и быстро накапливаются все средства, составляющие разность между страховой премией и страховыми выплатами. Все это станет гарантией заказчикам в части компенсационных выплат и минимизирует отток прибыли у членов АПСРТ.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Транспортная стратегия РФ на период до 2030 года. / Минтранс РФ. 2008.
2. Герами В.Д. Территориально-функциональное ранжирование логистических центров. Сборник научных трудов МАДИ (ГТУ) «Логистика и транспорт», М. 2008.
3. В.Д. Волков, Ю.Е. Григорьева. Инвестирование превентивных мероприятий (транспортно-логистических технологий) в гарантийных системах международных автомобильных перевозок. Вестник МАДИ. № 1 2010.
4. Корпоративная логистика. Под ред. В.И.Сергеева. Москва, Инфра-М, 2006.
5. Волков В.Д. Введение в системные основы логистики и транспорта. Сборник научных трудов МАДИ (ГТУ) «Логистика и транспорт», М. 2007.
6. Письмо АПСРТ председателю Комитета ГД по экономической политике и предпринимательству/ № 2-13/112 от 08.06.2010.

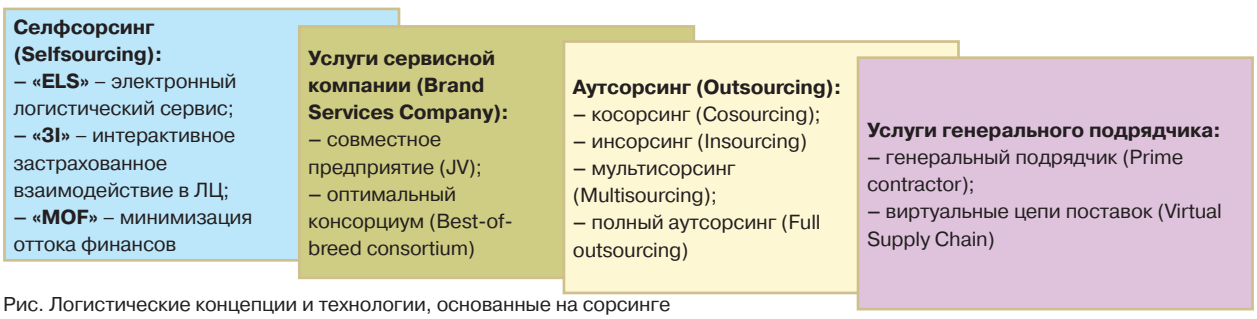


Рис. Логистические концепции и технологии, основанные на сорсинге

УЧРЕЖДЕНИЕ: ЗАО «Ленгипроречтранс», Санкт-Петербургский государственный политехнический университет (СПГПУ)

ТЕМА: Требования к выбору методов защиты ГТС от коррозии

АВТОРЫ: А.В. КОЛГУШКИН, руководитель группы отдела портов и ГТС, ЗАО «Ленгипроречтранс»; Н.Д. БЕЛЯЕВ, кандидат технических наук, доцент кафедры ГТС СПГПУ

Изучением коррозии металлов занимаются достаточно давно, и в мировой практике применяются эффективные методы борьбы с ней. В Европе, например, за это отвечает стандарт ISO 12944. В России же для обеспечения защиты причальных сооружений пока никакого документа не существует, поэтому необходимо разработать соответствующий технический регламент. Такая мера повысила бы качество использования антикоррозионной защиты не только при проектировании новых причальных сооружений, но и при ремонте уже существующих.

Коррозия – одна из главных причин снижения надежности и безопасности конструкций морских и речных причалов. Борьба с ее воздействием на металл имеет первостепенное значение и может рассматриваться в качестве самостоятельной задачи и основного источника экономии ресурсов. Это означает, что необходимо обслуживать уже построенные сооружения, используя современные методы защиты.

Более того, сегодня существует острая проблема консервации выведенных из эксплуатации объектов, построенных во времена Советского Союза (рис. 1). Стоит отметить, что при должной коррозионной защите они бы функционировали и по сей день.

В реальных условиях эксплуатации причалы подвергаются воздействию не только различных нагрузок (статических, динамических, циклических) и температур, но и агрессивных сред. Кроме этого, при длительном использовании конструкций в них активизируются процессы старения стали, приводящие к значительному изменению механических свойств. Очень часто вышеперечисленные факторы могут действовать совместно и в самых разных сочетаниях, значительно уменьшая несущую способность и снижая долговечность и безопасность причалов.

Рис.1. Причал, выведенный из эксплуатации

Среди причин коррозионного разрушения металла в конструкциях причальных сооружений стоит выделить:

– нарушение правил производства работ по защите от коррозии;

– чрезмерные длительные периоды между изготовлением конструкции и осуществлением полной их защиты после монтажа;

– несоблюдение режимов эксплуатации систем электрохимической защиты;

– несвоевременное восстановление защитных покрытий в процессе эксплуатации конструкций.

При изготовлении морских и речных причалов применяются различные сплавы. Например, швартовная тумба отливается из чугуна, для шпунта и анкерных тяг используются низколегированная сталь (рис. 2). Если рассматривать зависимость коррозионных свойств от состава металла, то сплавы на основе железа можно разделить на 3 большие группы:

1. Обычные чугуны, сварочное железо, стали без легирующих добавок – все эти материалы легко поддаются коррозии.

2. Низколегированные стали, содержащие 2-3% добавок (обычно меди, хрома и никеля). Они тоже подвергаются коррозии, однако при определенных атмосферных условиях на поверхности металла образуется слой продуктов коррозии, обладающий хорошей адгезией и выполняющий защитную функцию (скорость коррозии уменьшается в несколько раз по сравнению с вышеупомянутыми обычными сталями).

3. Нержавеющие стали с высоким содержанием легирующих добавок, например 18%Cr, 8% Ni и 3% Mo. Такие материалы практически не корродируют.

Важно учитывать, что конструкции причальных сооружений испытывают воздействия внешней среды по всей высоте.

Коррозийный износ в атмосферной зоне после первого года службы сооружения для металлоконструкций из низкоуглеродистой стали (по оценкам ИСО 12944-2)

Таблица 1

Массовая потеря или потеря толщины (после первого года воздействия)		Примеры типичной среды в умеренном климате
Потеря массы, мкг	Потеря толщины, мм	
От 650 до 1500	От 80 до 200	Прибрежные или морские территории с высокой соленостью

АТМОСФЕРНАЯ КОРРОЗИЯ

Атмосферная коррозия – процесс, который происходит при наличии влажного слоя на металлической поверхности. Этот слой может быть настолько тонок, что становится невидимым невооруженным глазом.

Здесь скорость коррозии возрастает при следующих обстоятельствах:

– повышение относительной влажности;

– выпадение конденсации (когда температура поверхности ниже точки выпадения росы);

– увеличение уровня загрязнения атмосферы (коррозийные загрязнители могут реагировать со сталью и формировать отложения на поверхности).

Для оценки коррозийной агрессивности в атмосферной зоне очень важно располагать оценкой местной среды и микросреды (табл. 1).

ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ

В атмосфере с достаточной для коррозии влажностью определяющее влияние оказывают содержащиеся в воздухе примеси. При их отсутствии коррозия невелика даже в очень влажном воздухе. Наиболее важной примесью в промышленной атмосфере является двуокись серы, также могут иметь значение хлориды и соли аммония.

Хлориды оказывают наиболее существенный эффект вблизи морского побережья. В этом случае коррозия может протекать при влажности всего в 40%. Элементы конструкции из стали постоянно находятся в «водяной пыли», содержащей морские соли. Таким образом, коррозия протекает с очень большой скоростью.

Двуокись серы появляется в воздухе в результате сгорания топлива. Она может влиять на коррозию, как катодный деполяризатор, ускоряющий ее гораздо сильнее, чем растворенный кислород.

При исследовании атмосферной коррозии установлено, что на скорость коррозии стали в некоторой степени влияет и масса образца, так как от нее зависит продолжительность выравнивания температуры поверхности в соответствии с температурой окружающей среды. Это, в свою очередь, определяет количество конденсирующейся влаги и время, в течение которого поверхность стали остается влажной после дождя или росы. Например, в проведенных химической лабораторией годовых испытаниях под навесом было установлено, что толстые стальные пластины корродируют быстрее, чем тонкие (табл. 2).

Отсюда следует, что правильное проектирование может внести важный вклад в уменьшение коррозии стальных конструкций, так как учет влияния массы металла и условий конденсации

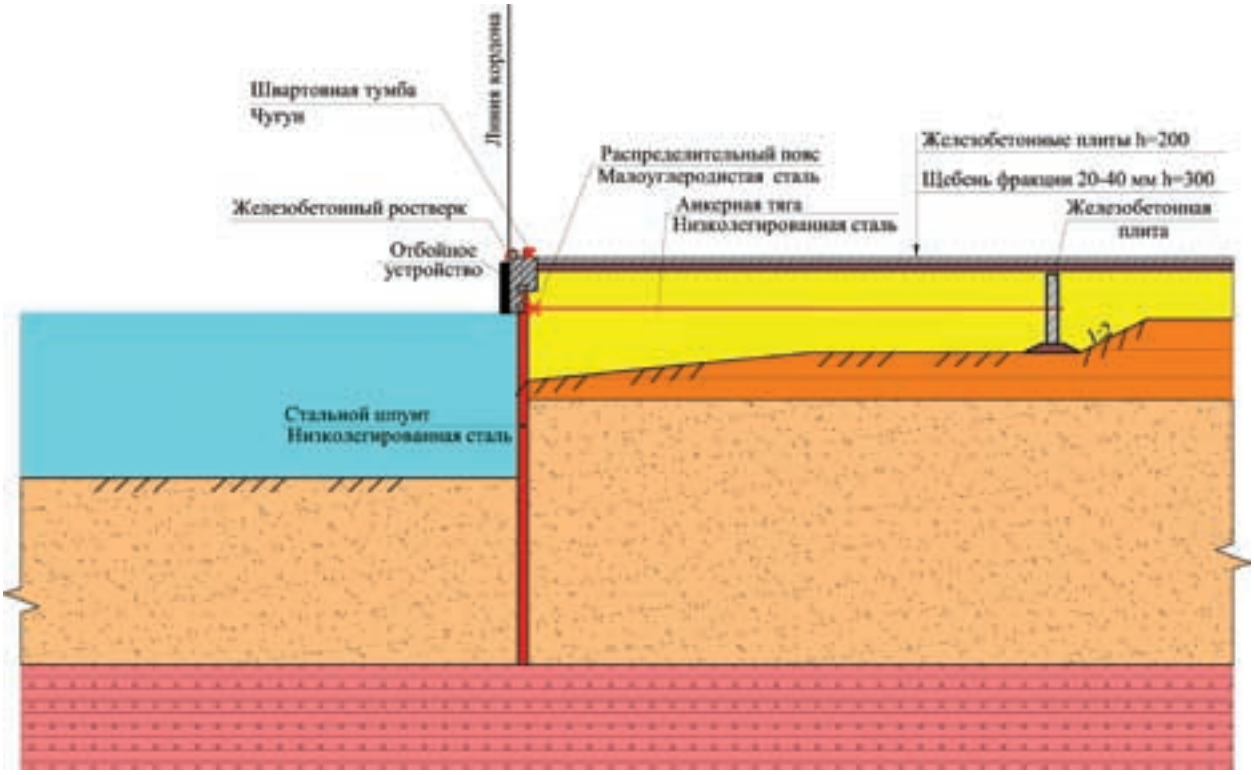


Рис. 2. Схема использования различных металлов в конструкции причала

влаги позволяет снизить вероятность локального поражения.

На скорость атмосферной коррозии также может влиять состояние поверхности металла. Как уже отмечалось, наличие вторичной окалины способно на некоторое время снизить скорость коррозии. Однако при достаточно больших промежутках времени состояние поверхности уже не является, как правило, определяющим фактором, что подтверждают, например, представленные ниже результаты 5-летних коррозионных испытаний на открытом воздухе (табл. 3).

КОРРОЗИЯ В ВОДЕ

Причальные сооружения испытывают серьезные коррозионные разрушения как на море, так и на реках, и все это связано с воздействием на них воды.

Область такого влияния можно разделить на 3 зоны:

1. Зона брызг – область, подверженная волнам или разбрызгиванию, что может привести к исключительно высокой коррозии, особенно если это морская вода. В данной зоне для оценки коррозийного напряжения необходимо определить тип воды (пресная, солоноватая или соленая). Это имеет особое значение для коррозии стали. На коррозионность также влияют содержание кислорода в воде, тип и количество растворенных в ней веществ, ее температура.

2. Зона переменного смачивания – область, в которой уровень воды меняется из-за естественных или искусственных эффектов, увеличивая таким образом коррозию из-за комбинированного влияния воды и атмосферы.

3. Подводная зона – область, постоянно находящаяся под водой. Здесь существенно увеличивается скорость корродирования под воздействием биокоррозии и коррозии под действием блуждающих токов. Наличие животных или растений может ускорить коррозию.

Выделим основные факторы, влияющие на скорость коррозии в воде.

Влияние состава металла – все обычные конструкционные материалы на основе железа в естественных водных средах при полном погружении корродируют практически с одинаковыми скоростями. Для заметного повышения коррозионной стойкости стали в водных средах обычно необходимо ввести более 3% легирующих добавок, например хрома.

Влияние состояния поверхности стали при погружении в воду имеет очень большое значение. Это объясняется тем, что многие естественные водные среды являются хорошими электролитами и, в случае их постоянного контакта со сталью, возникают достаточно благоприятные условия для электролитной коррозии. Например, наличие на поверхности вторичной окалины намного опаснее при погружении в морскую воду, чем при экспозиции на воздухе, так как гальваническая пара, образованная окалиной и чистой сталью, гораздо более активна в первом случае и может привести к быстрому питтингообразованию.

Коррозия сварных соединений. Интенсивное питтингообразование может происходить в местах сварки. Известны случаи скорости коррозии сварных швов на ледоколах до 10 мм/г. Причина – в образовании гальванических пар между металлом шва и стальными листами. Использование для сварки электродов из более благородных металлов позволяет решить эту проблему.

Влияние состава воды. Состав воды в значительной степени влияет на скорость коррозии стали, так как соленые и кислые водные растворы для нее – агрессивные среды. Основным фактором в составе воды является природа и количество растворенных твердых веществ (от этого зависит электропроводность), значение pH, жесткость воды, содержание двуокиси углерода и кислорода и наличие органических веществ.

Влияние условий эксплуатации. Условия эксплуатации связаны с целым рядом факторов: температура, скорость потока воды, особенности конструкции и блуждающие токи.

Температура воды влияет на скорость коррозии несколькими путями. Во-первых, скорость коррозии, как и всех химических реакций, увеличивается при повышении температуры. Во-вторых, более существенно влияние температуры на природу и растворимость продуктов коррозии.

Скорость потока воды не менее важна. Он доставляет кислород к корродирующей поверхности и может уносить с нее продукты коррозии, накапливание которых могло бы замедлить дальнейшую коррозию. Обильное снабжение кислородом катодных участков, наоборот, активизирует коррозию.

Необходимо учитывать и особенности конструкции. Острые углы в направлении потока могут стать причиной сильного локального поражения из-за ударной коррозии. Непродуманное взаимное расположение стали и цветных металлов, таких, как медь или бронза, как правило, вызывает сильную гальваническую коррозию.

Из вышесказанного следует выделить то, что результаты лабораторных исследований коррозии или натурных испытаний в естественных водных средах для решения практических задач необходимо использовать с большой осторожностью. Тем не менее общее представление о скоростях коррозии можно составить. С этой целью некоторые экспериментальные данные представлены в таблице 4.

КОРРОЗИЯ В ПОЧВЕ

Коррозия в почве (зона заглубления в грунт) зависит от содержания в почве минералов и от их природы, а также от наличия органических веществ, воды и концентрации кислорода. Там, где

Таблица 2

Зависимость толщины стальных пластин от скорости коррозии

Толщина пластины, мм	55	28	12,5	5
Средняя глубина проникновения коррозии, мм	0,038	0,033	0,031	0,030

Таблица 3

Изменения средней глубины проникновения коррозии при разных способах обработки образцов из малоуглеродистой стали

Вид обработки поверхности металла	Скорость коррозии, мм
Прокатка	0,545
Травление	0,545
Пескоструйная очистка	0,532
Механическая обработка	0,534
Полировка	0,532

Примечание. При расчете скоростей атмосферной коррозии учитывалась средняя глубина проникновения коррозии и не принимались во внимание питтинги.

стальные конструкции соприкасаются с различными типами почв, увеличение местной коррозии может происходить из-за формирования коррозионных элементов.

Влияние состава металла. Подземная коррозия железа и стали имеет в основном электрохимический характер, но вместе с тем продукты коррозии обычно остаются в контакте с металлом. Кроме того, скорость притока кислорода, как правило, меньше скорости при коррозии на воздухе или в воде. Этими причинами, по-видимому, и объясняется отсутствие существенных различий в скоростях общей коррозии обычных сталей и чугунов в большинстве видов почв. Их скорости сравнительно невелики, например 0,038 мм/г. при 10-летнем пребывании в глинистой почве.

Влияние вида почв. Коррозионная активность почв изменяется в широких пределах. Чаще всего сухие песчаные или известковые почвы (со значительным электросопротивлением) являются наименее коррозионно-активными. Глинистые и сильно соленые (с высокой электропроводностью) – наиболее коррозионно-активны. Большое значение имеет уровень грунтовых вод: многое зависит от того, находится ли сталь постоянно выше или ниже этого уровня или, что более вероятно, от того, будет ли материал попеременно сырым и сухим.

Максимальную скорость общей коррозии (0,068 мм/г.) наблюдали в испытаниях, проведенных Национальным бюро стандартов (США). В Великобритании наибольшие скорости были получены в испытаниях, организованных Британской научно-исследовательской ассоциацией черной металлургии и национальной физической лабораторией: 0,035 и 0,050 мм/г. соответственно. Максимальные скорости питтинговой коррозии оказались гораздо выше: 0,25 мм/г. (из американских источников) и 0,30 (по британским данным).

Таким образом, для повышения безопасной эксплуатации причалов целесообразно применять 3 системы защиты (рис. 3):

– от атмосферной коррозии;
– от морской или речной коррозии;
– от почвенной коррозии.

Согласно п. 5.3.7. СНиПа 33-01-2003, ГТС, их конструкции и основания, как правило, надлежит проектировать таким образом, чтобы условие недопущения наступления предельных состояний соблюдалось на всех этапах их строительства и эксплуатации, в том числе и в конце назначенного срока службы.

Назначенные сроки службы основных ГТС (в зависимости от их класса) должны быть не менее расчетных сроков, которые принимают, равными:

– для сооружения I и II класса – 100 лет;
– для сооружения III и IV класса – 50 лет.

Для безопасной эксплуатации причалов на протяжении всего расчетного срока службы необходимо применение современных методов защиты металла. Рассмотрим способы антикоррозионной защиты от воздействия атмосферы, воды и почвы.

ЗАЩИТА ОТ АТМОСФЕРНОЙ КОРРОЗИИ

Для эффективной защиты металла от атмосферной коррозии применяют 2 вида защиты: нанесение покрытий (лакокрасочных, металлических, конверсионных, комбинированных) и легирование металла (рис. 4). Следует отметить, что для сохранения коррозионной стойкости и однородности сварных соединений при сварке следует использовать электроды из соответствующих низколегированных сталей.

Таблица 4

Скорость коррозии малоуглеродистой стали

Тип воды	Продолжительность испытаний, годы	Средняя скорость общей коррозии, мм/г.
Морская	15 5	0,108 0,065
Пресная	15	0,043
Речная	15 5	0,068 0,010

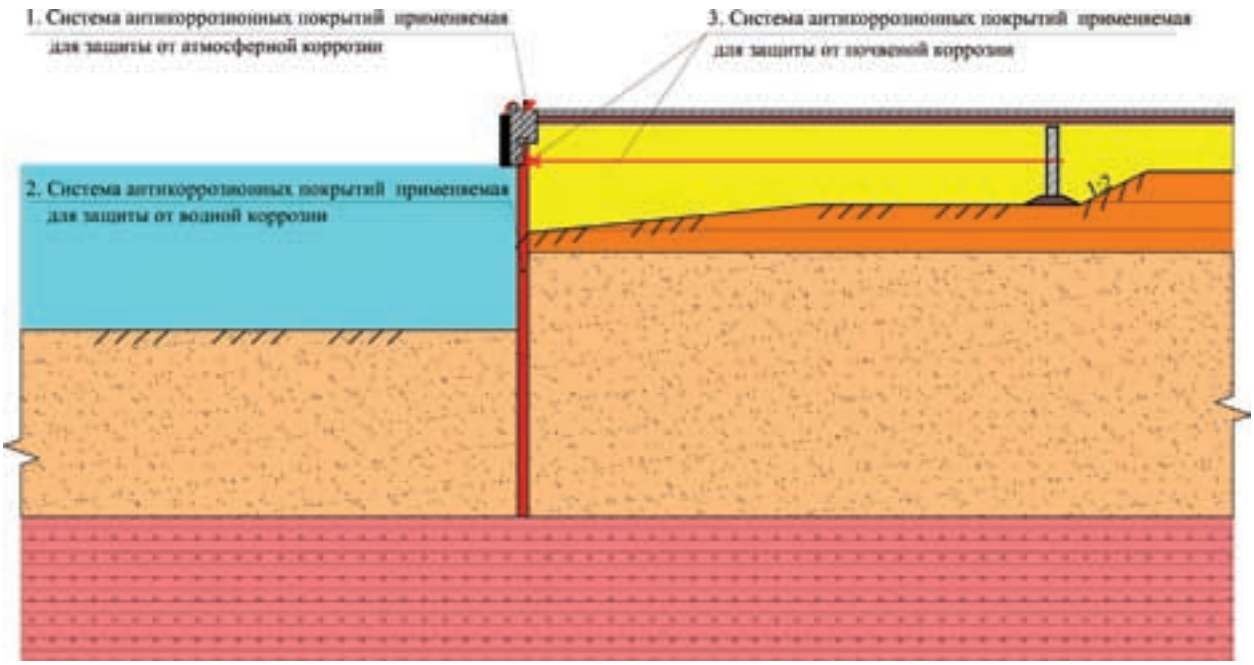


Рис. 3. Применение систем антикоррозионной защиты

ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ В ВОДНОЙ СРЕДЕ

В водной среде коррозия протекает по 3 различным вариантам, в связи с чем требуются и неодинаковые подходы к защите материалов. Рассмотрим наиболее эффективные способы защиты для каждой из зон.

Зона брызг – защита данной зоны может осуществляться путем применения запаса на коррозию или специальных коррозионно-стойких сплавов, покрытия поверхности металла долговечными лаками и красками.

Для защиты **зоны переменного уровня** – применение запаса на коррозию или использование коррозионно-стойких сплавов является одним из наиболее надежных способов борьбы с коррозией. В мировой практике разработано много рецептов с целью получения коррозионно-стойких конструкционных сплавов. Несмотря на относительно высокую стоимость, этот метод представляется весьма перспективным.

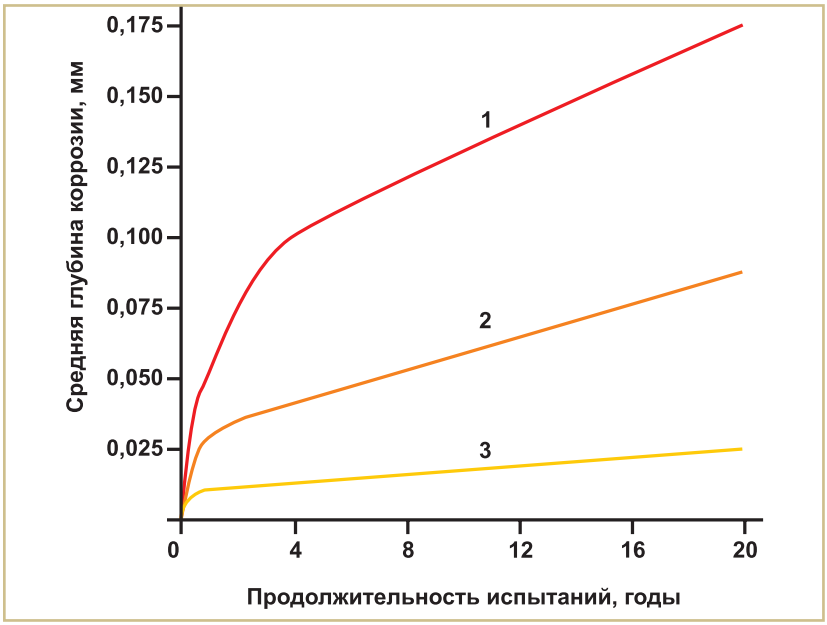
Широко распространен метод нанесения на металл лакокрасочных и металлизационных покрытий. В настоящее время разработано большое число красок для защиты причальных ГТС от коррозии на основе эпоксидной и уретановой смол. Обычно применяют комбинированные покрытия, которые наносят в несколько слоев. Они служат в воде свыше 15 лет. Для защиты стальных конструкций от морской агрессии с успехом можно применять металлизационные покрытия – цинковые или алюминиевые. Практика показала, что поверх этих покрытий желательно нанести слой грунтовки и слой краски.

В подводной зоне на современном этапе широко применяют катодную защиту, к достоинствам которой относятся надежность, простота схемы, легкость контроля за ее действием, возможность применения в комбинации с другими методами. Следует отметить, что катодная защита не работает в зоне брызг и атмосферной зоне. Она может быть выполнена в 2 вариантах: наложенным током от внешнего источника и протекторная защита.

В первом случае осуществляется катодная поляризация сооружения от внешнего источника электрической энергии, при этом конструкция получает большой отрицательный потенциал, при котором окисление металла становится невозможным. Анодом в таком случае служат эластомеры (срок службы – 15 лет), платинированный титан (срок службы – 20 лет). Кстати, для изготовления анодов раньше использовались недолговечные материалы – графитовые стержни, куски стали или другие материалы.

Во втором случае катодная поляризация вызывается постоянным электрическим контактом сооружения из стали с металлом, обладающим более отрицательным потенциалом, например с магнием, цинком, алюминием (или их сплавами). Этот металл, являясь анодом, разрушается и должен периодически заменяться. Само сооружение, являясь катодом, коррозии не подвергается.

Рис. 4. Влияние малых легирующих добавок на коррозию стали на открытом воздухе: 1 – малоуглеродистая сталь; 2 – медистая сталь; 3 – низколегированная сталь с добавками Cr, Cu, P, Si



ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ В ПОЧВАХ И ГРУНТАХ

В защите подземной части сквозного сооружения нельзя использовать изоляцию конструкции от контакта с окружающим грунтом и ограничение влияния блуждающих токов. Это связано с невозможностью обеспечения целостности покрытия при забивке свай в грунт.

Для подземной части металлической сваи все чаще применяют катодную защиту. Катодную поляризацию осуществляют установками дренажной и катодной защиты, а также протекторными установками.

Дренажная защита – способ защиты от коррозии блуждающими токами, суть которого в вынужденной катодной поляризации путем отвода блуждающих токов от защищаемого сооружения к источнику этих токов.

Катодная защита – электрохимическая защита металла, осуществляемая принудительной или вынужденной катодной поляризацией, при которой сооружению сообщают такой отрицательный электрический потенциал, когда окисление металла термодинамически затрудняется, и скорость коррозии становится пренебрежительно мала.

Протекторная защита – способ защиты сооружения принудительной катодной поляризацией с помощью подключения к нему электродов из металла, обладающего в данной среде более отрицательным потенциалом, чем потенциал металла сооружения.

Согласно приведенным условиям эксплуатации морских и речных причалов, целесообразна разработка регламента по антикоррозионной защите причальных сооружений. Такой документ должен содержать системный подход к вопросам борьбы с коррозией и включать: варианты систем защиты, соответствующие климатической зоне района строительства; уточнение, какой элемент конструкции нуждается в защите от коррозии; коррозионные скорости, полученные на основании наработанного опыта. Информационной базой для создания необходимого регламента могут послужить накопленные данные по каждому построенному причалу на основании ежегодных проводимых обследований. Очевидно, что подобный норматив позволил бы существенно улучшить качество проектирования и эксплуатации причальных сооружений.

АННОТАЦИИ

Расчет взрывозащитных устройств для объектов водного транспорта / Баранов Е.Ф., Кочетов О.С. // Речной транспорт (XXI век). 2010. – № 2 (44). – с. 66

Рассмотрена методика расчета взрывных нагрузок на технологическое оборудование, здания и сооружения при воздействии внешних и внутренних аварийных факторов. Разработано средство для обеспечения взрывопожаробезопасной работы оборудования в технологических цепочках современного производства. Определены оптимальные параметры предложенной конструкции взрывозащитного устройства.

Ключевые слова: методика, взрывозащитное устройство, взрывные нагрузки, технологическое оборудование, взрывопожаробезопасность.

Контактная информация: baranovef@mail.ru

Шумозащитная опора судового двигателя / Барановский А.М., Потянихин А.Н., Романченко М.К. // Речной транспорт (XXI век). 2010. – № 3 (45). – с. 72

Предложена конструкция виброизолирующей опоры с улучшенной защитой от шума для судовой энергетической установки.

Ключевые слова: судовая энергетическая установка, виброизолирующая опора, защита от шума.

Контактная информация: rmk2010@mail.ru

Проблемы оценки качества обслуживания на предприятиях водного транспорта и его зависимость от инфраструктуры /Соловьева О.И., Выдрина Е.О// «Речной транспорт (XXI век)». 2010. – № 3 (45). – с. 74

Определены основные проблемы и рассмотрена зависимость качества перевозок водным транспортом от состояния материально-технической базы, устаревшего флота, цен на топливо и энергию на рынке России и в мире.

Ключевые слова: перевозки, водный транспорт, качество обслуживания.

Контактная информация: angelyana22@mail.ru

Моделирование процесса снижения загрязнения атмосферы выбросами от судовых энергетических установок / Туркин А.В., Модина М.А., Туркин В.А. // Речной транспорт (XXI век). 2010. – № 3 (45). – с. 78

Приводится полученная с помощью метода планирования эксперимента математическая модель, описывающая зависимость расхода потока модельного газа и исходной концентрации в нем диоксида серы на конечную концентрацию диоксида серы, получаемую в результате использования предложенного струйного аппарата.

Ключевые слова: математическая модель, струйный аппарат, выбросы, загрязнение атмосферы, судовая энергетическая установка.

Контактная информация: vladimir@cbts.ru

Валогенератор переменного тока на базе механического дифференциального редуктора / Хижняков Н.Ю. // Речной транспорт (XXI век). 2010. – № 3 (45). – с. 80

Приводится способ проектирования электромеханического регулятора частоты генератора переменного тока на базе механического дифференциального редуктора с приводом от вала отбора мощности дизеля с диапазоном 1:2.

Ключевые слова: механический дифференциальный редуктор, синхронный генератор, электромашинный регулятор частоты, водило, вал отбора мощности, полуоси, электромеханический преобразователь.

Контактная информация: uz@at.pstu.ac.ru

Концепция транспортно-логистического сорсинга при перевозках грузов предприятиями речного транспорта / Волков В.Д.// Речной транспорт (XXI век). 2010. – № 3 (45). – с. 82

Представлено описание логистической концепции селфсорсинг, связанной с самообеспечением ресурсов для перевозок на основе компаний со статусом некоммерческих организаций, основанных на членстве, для минимизации оттока финансовых ресурсов за счет реорганизации обеспечивающих логистических функций.

Ключевые слова: транспортно-логистические технологии, конкурентоспособность среднего и малого бизнеса, грузовые перевозки, сорсинг, селфсорсинг.

Контактная информация: volkovvd@yandex.ru

Требования к выбору методов защиты ГТС от коррозии / Колгушкин А.В., Беляев Н.Д. // Речной транспорт (XXI век). 2010. – № 3 (45). – с. 84

Описаны причины коррозии, особенности ее возникновения и развития, методы борьбы с ней. Обосновывается необходимость разработки технического регламента по защите причальных сооружений от коррозии.

Ключевые слова: причальные сооружения, коррозия металла, защита, технический регламент.

Контактная информация: kormilicyna@lengiprorechtrans.ru