НАУЧНЫЕ РАБОТЫ

Московская государственная академия водного транспорта (МГАВТ)

80
Е.Ф. Баранов, О.С. Кочетов. **Методика расчета параметров аэродинамического шума, создаваемого вентиляционной системой**

82
В.С. Давыдов. **Оценка и учет деятельности транспортных судов**

85
В.А. Михальский, В.А. Катенин, А.В. Бойков. **Об автоматическом обеспечении навигационной безопасности судна**

Санкт-Петербургский государственный университет водных коммуникаций (СПГУВК)

87
С.О. Барышников, Т.О. Карклина. **Общие остаточные деформации корпусов судов**

АО «Нептун-Судомонтаж»

91
М.Э. Францев. **Классификация и проектные особенности создания форм и архитектурно-компоновочных схем современных судов из композиционных материалов с учетом их функционального назначения**

УЧРЕЖДЕНИЕ: Московская государственная академия водного транспорта (МГАВТ)

ТЕМА: Методика расчета параметров аэродинамического шума, создаваемого вентиляционной системой

АВТОРЫ: Е.Ф. БАРАНОВ; О.С. КОЧЕТОВ, кафедра «Безопасность жизнедеятельности»

Одной из главных составляющих методики акустического расчета производственных помещений на речном транспорте является определение виброакустических характеристик вентиляторов как наиболее интенсивных звукоизлучателей, входящих в состав систем жизнеобеспечения. При этом необходимо учитывать наличие воздуховодов различного назначения и их протяженность.

Рассмотрим вентилятор в виде совокупности 3-х отдельных источников шума:

– $P_{АГ}$ – октавные уровни звуковой мощности, излучаемой вентиляционным агрегатом в окружающее пространство (определяют интенсивность шума в помещениях, где установлены вентиляторы), когда трубопроводы всасывания и нагнетания выведены в другие помещения, дБ;

– $P_{ВС}$ и $P_{НАГ}$ – октавные уровни звуковой мощности аэродинамического шума, излучаемого вентилятором соответственно в трубопроводы со стороны всасывания и нагнетания (определяют интенсивность шума в помещениях, обслуживаемых вентиляционной установкой), дБ.

Стоит отметить, что процесс выхода звуковой энергии через трубопровод в открытое пространство сопровождается потерями мощности – $\Delta_{ВЫХ}$, дБ. Их величина зависит от частоты звука и от размеров проходного сечения трубопровода. Вместе с тем переход звуковой энергии из объема, ограниченного корпусом центробежного вентилятора, в подсоединяемые трубопроводы аналогичен процессу прохождения звука через внезапное расширение в трубопроводе.

На основании известного соотношения, определяющего потери звуковой мощности при внезапном изменении площади поперечного сечения трубопровода, можно установить связь между уровнями P_O, $P_{ВС}$ и $P_{НАГ}$ для центробежных вентиляторов:

$$P_{вс}=P_0-10\lg\frac{(m_{вс}+1)^2}{4m_{вс}},$$

$$P_{наг}=P_0-10\lg\frac{(m_{наг}+1)^2}{4m_{наг}}, \qquad (1)$$

где $m_{ВС}$ – отношение площади стенки корпуса вентилятора к площади проходного сечения воздухоприемного патрубка, который расположен на этой стенке; $m_{НАГ}$ – отношение наибольшей площади поперечного сечения корпуса вентилятора к площади нагнетательного отверстия; P_0 – начальные уровни звуковой мощности аэродинамического шума внутри корпуса вентилятора, дБ.

Звуковая мощность – W, Вт – аэродинамического шума вихревого происхождения может быть представлена следующим образом:

$$W=K\frac{\rho}{c^{\alpha}}v_в^{\gamma}D_в^{2}, \qquad (2)$$

где K – безразмерный параметр, зависящий от конструктивных особенностей вентилятора, чисел Рейнольдса и Маха; ρ – плотность воздуха, кг/м³; c – скорость звука в воздухе, м/с; $D_в$ – наружный диаметр рабочего колеса вентилятора, м;

$$\nu_в=\frac{\pi D_в n_в}{60} -$$

максимальная окружная скорость колеса, м/с; α и γ – частотные характеристики показатели степени, причем γ = α + 3; $n_в$ – частота вращения, об/мин.

Определим начальные уровни звуковой мощности аэродинамического шума внутри корпуса вентилятора:

$$P_0=10\lg\frac{W}{W_0}=$$

$$=\bar{L}+10\gamma\lg\frac{n_в}{60}+10(\gamma+2)\lg D_в, \qquad (3)$$

где W_o=10–12 Вт – пороговое значение звуковой мощности;

$$\bar{L}=10\lg\frac{K\rho\pi^{\gamma}}{W_0c^{\alpha}} -$$

отвлеченный уровень шума, который представляет октавные уровни звуковой мощности, излучаемой вентилятором при $D_в$ = 1 м и $n_в$ = 1 об/с.

Средние значения октавных уровней $\bar{L}$, полученные на основании акустических испытаний различных центробежных вентиляторов (диаметры рабочих колес – в пределах 200-1000 мм, частоты вращения – 1410-3900 об/мин.) приведены в таблице 1.

Связь между октавными уровнями звуковой мощности P_O и параметрами вентилятора (производительностью Q, м³/ч,

Значения октавных уровней Таблица 1

Частота, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Отвлеч. уровень $\bar{L}$, дБ	82	72	62	52	42	32	22	12

Значения октавных уровней Таблица 2

Частота, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Критерий шумн. $\tilde{L}$, дБ	85	76	69	60	51	41	33	21

Отвлеченные октавные уровни шума Таблица 3

Частота, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Плафон ВНИИГС	52	50	54	44	31	21	10	-4
Дисковый плафон	50	45	42	41	30	21	9	-3
Шестидиффузорный	50	44	38	34	28	25	13	-1

и полным давлением H, кгс/м^2) выражается следующими зависимостями:

$$D=\frac{1}{30}\left(\frac{Q}{\pi\bar{Q}}\right)^{\frac{1}{2}}\left[\frac{9{,}81\rho\bar{H}}{H}\right]^{\frac{1}{4}};\ v=\left(\frac{H}{9{,}81\rho\bar{H}}\right)^{\frac{1}{2}}, \quad (4)$$

$$P_0=\tilde{L}+10\,lg\,Q+5\left(\gamma-1\right)lg\,H-35, \quad (5)$$

где $\bar{Q}$ и $\bar{H}$ – соответственно коэффициенты производительности и давления; $\tilde{L}$ – критерий шумности, значения которого приведены в таблице 2.

Линейная (при логарифмическом масштабе вдоль горизонтальной оси) зависимость $\tilde{L}$ от частоты аналитически представляется эмпирической формулой:

$$\tilde{L}=140-30\,lg\,f\,. \quad (6)$$

Таким образом, выражение (5) можно записать в следующем виде:

$$P_0=10\lg Q+5\left(\gamma-1\right)\lg H-30\lg f+105. \quad (7)$$

При отсутствии конструктивных данных о корпусе центробежного вентилятора можно воспользоваться следующими формулами:

$$P_{наг}\approx P_0=10\lg Q+5\left(\gamma-1\right)\lg H-30\lg f+105, \quad (8)$$

$$P_{вс}\approx 10\lg Q+5\left(\gamma-1\right)\lg H-30\lg f+100\,. \quad (9)$$

Для центробежных вентиляторов, где не предусмотрены меры по устранению шума от неоднородности потока, в октавной полосе, на которую приходится частота $f_z = n_B\,z/60$ (z – число лопаток рабочего колеса), можно считать, что $P_{наг} \approx P_{вс} + 5$, а критерий шумности следует увеличивать в среднем на 10 дБ.

В лабораторных условиях были проведены акустические испытания центробежного вентилятора с характеристиками: объемный расход Q = 950 м^3/ч, полное давление (напор) вентилятора H = 2200 Па, (220 кГс/м^2), число оборотов электродвигателя n = 3000 об/мин. (мощность двигателя N = 1,1 КВт) число лопаток вентилятора z = 12 (лопатки загнуты назад), диаметр рабочего колеса D_K = 340 мм, диаметр всасывающего отверстия – 120 мм, размеры выходного фланца вентилятора – 125x125 мм.

Обозначим параметры соответственно $L_{п.вент}$, $L_{п.пут}$ и $L_{п.кон}$. В большинстве случаев две последние величины представляются логарифмической суммой уровней шума его нескольких источников. Так, $L_{п.пут}$ могут быть обусловлены шумом разнотипной путевой арматуры и целым набором элементов трубопроводов, а уровень $L_{п.кон}$ образуется в результате одновременной работы различных воздухораспределительных устройств, обслуживающих данное вентилируемое помещение.

Октавные уровни шума, создаваемого вентилятором, могут быть определены по формуле:

$$L_{п\ вент.}=P_{наг}-\sum\Delta-\Delta_{вых}+10\lg\left(\frac{\Phi\chi}{4\pi r^2}+\frac{4\phi}{B}\right), \quad (10)$$

где $\Sigma\Delta$ – суммарные потери звуковой мощности в элементах нагнетательного участка вентиляционной системы, дБ; Ф – фактор направленности решетки или открытого конца трубопровода, зависящий от их размеров и положения относительно граничных поверхностей вентилируемого помещения, а также от частоты.

Пути проникновения в вентилируемое помещение шума от составных проводных элементов системы вентиляции аналогичны путям распространения аэродинамического шума вентиляторов, поэтому расчет уровней шума $L_{п.пут}$ может быть выполнен следующим образом:

$$L_{п.пут}=\bar{L}+10\gamma\lg v_0+20\lg D_э+$$
$$+10\left(1-\gamma\right)\lg\frac{S_{пр}}{S}-\sum\Delta-\Delta_{вых}+10\lg\left(\frac{\Phi\chi}{4\pi r^2}+\frac{4\phi}{B}\right)-61, \quad (11)$$

где $D_э = 1{,}12\sqrt{S}$ – эквивалентный диаметр трубопровода; $S_{пр}$ – открытая для прохода воздуха площадь сечения проточной части арматуры; v_0 – скорость движения воздуха в этом сечении. При наличии в системе вентиляции нескольких путевых элементов их общий шум характеризуется логарифмической суммой уровней шума каждого из них.

Уровни шума воздухораспределителей, установленных в системе вентиляции оборудования или помещения, определяются выражением:

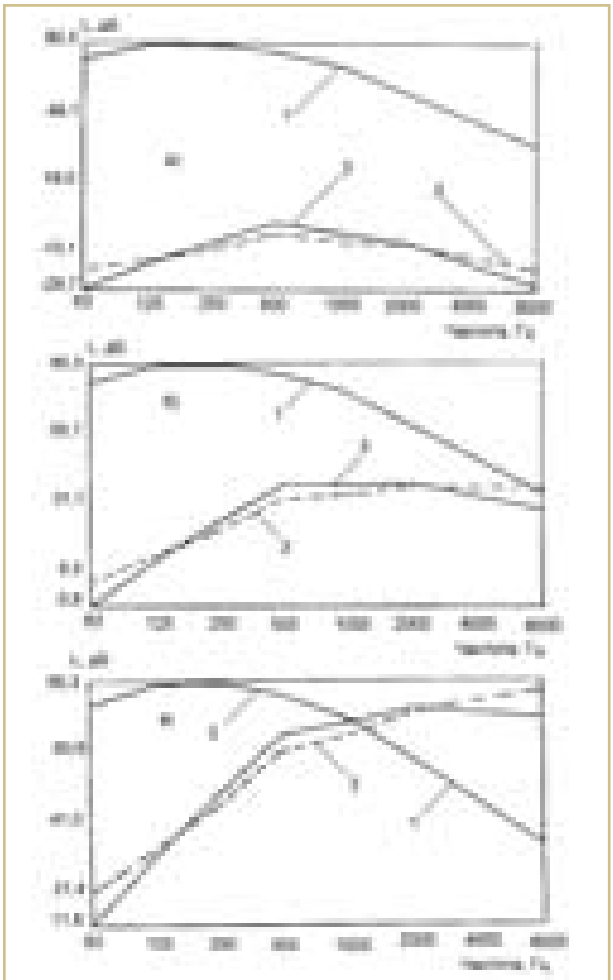
$$L_{п.кон}=\bar{L}+10\gamma\lg v_0+20\lg D_э+10\left(1-\gamma\right)\lg\frac{S_{пр}}{S}+$$
$$+10\lg\left(\frac{\Phi\chi}{4\pi r^2}+\frac{4\phi}{B}\right)-61, \quad (12)$$

где $\bar{L}$ – отвлеченные октавные уровни шума воздухораспределителей, дБ, приведенные ниже [1].

Отвлеченные октавные уровни шума $\bar{L}$, дБ, некоторых воздухораспределителей приведены в таблице 3.

В приведенных выше формулах отношение $S_{пр}/S$ характеризует степень открытия проходного сечения арматуры. При полном открытии оно равно единице и содержащее его слагаемое обращается в ноль.

После того как в расчетной точке вентилируемого помещения определены уровни $L_{п.вент}$, $L_{п.пут}$ и $L_{п.кон}$, рассчи-



Октавные уровни звукового давления при различной скорости в воздуховоде: а) 2 м/с; б) 5 м/с; в) 10 м/с, излучаемые: 1 – вентилятором, подающим воздух в помещение, 2 – путевой арматурой, 3 – концевыми и воздухораспределительными устройствами

тывается общий шум $L_п$ (как логарифмическая сумма его составляющих):

$$L_n = 10\lg\left(10^{0,1L_{п.вент}} + 10^{0,1L_{п.пут.}} + 10^{0,1L_{п.кон.}}\right). \quad (13)$$

Затем сравниваются октавные уровни звукового давления $L_п$ с допустимыми значениями $L_{доп}$. При наличии превышения сопоставляют между собой уровни $L_{п.вент}$, $L_{п.пут}$ и $L_{п.кон}$, определяя источники, являющиеся причиной повышенного шума. Это позволяет выбрать методы их устранения.

В рамках данной работы авторами с помощью компьютерной программы по вышеприведенным формулам и номограммам был рассчитан шум в вентилируемых помещениях на речном транспорте, который обусловлен вентилятором со следующими характеристиками: объемный расход Q = 950 м^3/ч; полное давление (напор) вентилятора H = 2200 Па (220 кГс/м^2); число оборотов электродвигателя n = 3000 об/мин; число лопаток вентилятора z =12 (лопатки загнуты назад); диаметр рабочего колеса $D_к$ = 340 мм, диаметр всасывающего отверстия – 120 мм, размеры выходного фланца вентилятора – 125x125 мм; размеры вентилируемого помещения: DxWxH = 8x3x4,5 (м), в качестве концевых воздухораспределительных устройств рассматривался дисковый плафон.

ВЫВОДЫ:

1. С увеличением скорости движения воздуха в воздуховодах системы вентиляции существенно изменяются составляющие шума от путевой арматуры и концевых воздухораспределительных устройств. В то же время шум, излучаемый вентилятором, подающим воздух в рассматриваемое помещение, остается практически неизменным.

2. Устройство звукоизолирующих кожухов, полностью закрывающих наиболее шумные агрегаты технологического оборудования, например, вентиляторов, позволяет снизить шум в спектре на 15-18 дБ.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:
Сажин Б.С., Кочетов О.С. Снижение шума и вибраций в производстве: Теория, расчет, технические решения.– М., 2001. – 319 с.

УЧРЕЖДЕНИЕ: Московская государственная академия водного транспорта (МГАВТ)

ТЕМА: Оценка и учет деятельности транспортных судов

АВТОР: В.С. ДАВЫДОВ, доцент, кандидат экономических наук

Планирование и оценка деятельности флота по критерию прибыли являются наиболее совершенными способами обеспечения заинтересованности судовых экипажей в повышении эффективности их работы, в первую очередь в экономическом плане. Они также соответствуют современной рыночной системе взаимоотношений между транспортными предприятиями и грузовладельцами.

Известно, что прибыль – превышение доходов по результатам работы, выполненной судном, над расходами по ее осуществлению. Поэтому в общий состав расходов судна для исчисления прибыли целесообразно включить:

– оплату труда членов экипажа (оплата отпусков и отгулов за неиспользованные дни отдыха не только не учитывается в Плане судна, но и не включается в его состав; в соответствии с действующим законодательством это находится в компетенции судовладельца);

– топливо, электроэнергию и смазку;

– износ малоценных и быстро изнашивающихся предметов;

– текущий ремонт;

– бункерное снабжение;

– прочие расходы и отчисления из фонда (резерва) экономического стимулирования судовладельца в доле, предназначенной для плавсостава.

Стоит отметить, что величина доходов от экономического стимулирования экипажей из фонда судовладельца опреде-

ляется по договоренности сторон и строго с учетом реальных возможностей по реализации определенных мероприятий.

В свою очередь, расходы по зимнему отстою планируются отдельно от всех навигационных расходов судна, то есть когда оно находится на круглогодичном хозяйственном обеспечении.

Вообще, процессу планирования доходов и расходов по судну должны предшествовать разработка производственного плана его деятельности на предстоящий период и анализ экономических показателей за аналогичный период предшествующего года. В производственной части плана должно быть определено:

– продолжительность эксплуатационного периода работы судна (сроки ввода и вывода из эксплуатации);

– период вооружения и разоружения (по действующим нормам);

– участок работы судна, состав и количество перевозимых грузов.

Составные элементы расходной части судна вычисляются приведенными ниже способами.

ФОНД ОПЛАТЫ ТРУДА ЭКИПАЖА СУДНА

Эта величина определяется по формуле:

$$ФОТ_н = ФОТ_м*Т_э/30,5 + ФОТ_м/30,5*(t_{воор.}+ t_{разор.}),$$

где $ФОТ_м = ФЗП_м*К_{зп} + РП_с*n*t_м$ – месячный фонд заработной платы экипажа судна по должностным окладам согласно штатному расписанию, руб.; $К_{зп}$ – коэффициент, учитывающий надбавки и доплаты, устанавливаемый на основе анализа фактических данных за соответствующий период предшествующего года; $РП_с$ – рацион питания на одного человека судового экипажа, руб./сут.; n – количество членов судового экипажа по штатному расписанию; $t_м$ – количество календарных дней месяца; $t_{воор.}$, $t_{разор.}$ – плановая продолжительность подготовки судна к эксплуатации (вооружения) и вывода из нее (разоружения).

Расходы на топливо определяются на основе планов использования судна, действующих нормативов расходования горюче-смазочных материалов и их цены:

$$Э_т = j_х*t_х*Ц_м + j_{ст}(Т_э-t_{х.ож.}+t_{воор.}+t_{разор.})*Ц_Т,$$

где $j_х$ и $j_{ст}$ – норматив расходования топлива соответственно за судо-сутки хода и стоянок в кг(т)/судо-сутки (определяется на основе анализов фактических данных за аналогичный период предшествующего года); $t_{х.ож.}$ – суммарное плановое время на ход с грузом и порожнем период ($Т_э$) за планированный период его работы, сут.; $Ц_Т$ – стоимость (цена) топлива, руб./т.

При этом расходы на топливо могут быть определены другим путем – на основании действующих нормативов расходования топлива на единицу мощности судна, его общей мощности, плановых затрат времени на ход и стоянки, цены топлива и коэффициента использования номинальной мощности его во время хода (0,7-0,8).

Расходы на электроэнергию и смазку целесообразно определять на основе фактических данных в процентах от расходов на топливо или аналогично расчетам топлива по вышеприведенной формуле.

А на основе заявок на ремонт, оформляемых механиком судна и рассматриваемых специалистами, составляются ведомости с оценкой стоимости осуществления соответствующих работ.

С учетом того, что рыночные цены на одну и ту же продукцию в один и тот же момент времени (то есть при определенной неизменной конъюнктуре) могут принимать много различных значений, доходы от перевозок и прочих работ флота необходимо определять согласно приведенным выше рекомендациям.

Очевидно, что оценка деятельности судового экипажа и оплата его труда производятся в зависимости от показателя прибыли. Норматив определяется делением плановой суммы на оплату труда ($ФОТ_{пл}$) на плановую сумму прибыли от выполняемой судном ($П_{пл}$) работы, то есть:

$$f_{пл} = ФОТ_{пл}/П_{пл}.$$

Основным принципом оплаты труда судовых экипажей является зависимость заработной платы от прибыли. При этом фактический фонд оплаты труда (ФОТ) устанавливается по плановому нормативу, исходя из реальной прибыли (Пф). За превышенную часть прибыли (& Пф) в распоряжение коллектива передаются средства, определенные согласно плановому нормативу и увеличенному на 50%, но не более 70% суммарной величины сверхплановой прибыли:

$$ФОТ= f_{тр}*Пф_{пл} + 0,5f\&Пф_{пл}.$$

При планировании, учете и оценке эффективности деятельности экипажей судов по прибыли может быть применен «смешанный вариант оплаты труда»: по прибыли за груженые рейсы и экономию времени за порожние рейсы, а также выполнение операций, не включаемых в отдельные рейсы. При оплате труда за груженые рейсы сохраняется вышеизложенный метод исчисления прибыли. Различие состоит в том, что при определении планового норматива принимается не общая сумма оплаты труда за весь период работы судна, а оплата только за грузовой период:

$$Т_{т.ф} = e_{х.г}*Т_э.$$

Оплата труда за порожние рейсы и операции, не включаемые в отдельные рейсы, производится, исходя из планового норматива за сутки эксплуатационного периода и плановой продолжительности этих работ.

Общая сумма на оплату труда по предложенному методу складывается из сумм на оплату труда груженых рейсов, порожних, а также операций, не включаемых в отдельные рейсы.

СТАВКИ ФРАХТА

Важно помнить, что не только разнообразие услуг водного транспорта обусловливает различие ставок фрахта на рынке. Их размер зависит и от особенностей международного товарообмена, который базируется на интернациональной цене производства (определяется оптимальным рабочим временем, требующимся для изготовления товара в соответствующих условиях), производительной силе и интенсивности труда. Поэтому фрахтовая ставка определяется по эмпирическим зависимостям.

Такие зависимости получают в ходе натурных наблюдений и путем группировок статистических данных. Главное условие – количественная оценка возможных изменений уровня ставок фрахта и аренды как функции времени. При ее отсутствии (или трудности определения) применение показателей «использования» флота (и в совокупности оценок уровня цен фрахтового рынка) возможно лишь в течение, как правило, малого отрезка времени, длительность которого ограничивается несколькими днями (иногда часами) в периоды подъема или спада уровня ставок фрахтового рынка.

Очевидно, что судовладельцу полезно было бы располагать такой количественной оценкой при оперативном планировании перевозок и работы флота, учете его деятельности как на внутренних, так и на международных рейсах.

В настоящее время при традиционном анализе состояния рынка часто приводятся показатели, характеризующие активность фрахтовой деятельности, развитие международного и внутреннего линейного судоходства, торговли. При этом используются лишь общие выражения, а количественные оценки эмпирических ставок фрахта (в том числе на долгосрочный период) отсутствуют.

Вместе с тем оценка работы экипажей транспортных судов по критерию прибыли находится в неразрывной логической связи с показателем валовой производительности работы флота через среднюю нагрузку по пробегу, пробег с грузом за оборот и продолжительность оборота:

$$P_в = p_{пр} * L_{об.}/t_{об} \text{ (ткм/тоннаже/сило/сут.)},$$

$$K''_{аг} = 1{,}09 i \overline{P}_i \Pi_{тр}.$$

Если в этой формуле продолжительность оборота представить в виде соответствующих элементов и каждый параметр выразить через определенные технические нормы, то можно проследить влияние многих факторов на показатель производительности, который полностью зависит от эффективности работы экипажей судов:

$$P_в = \frac{p_{пр} L_{об}}{t_{х.г} + t_{х.п} + t_п + t_в + t_{г.п} + t_{т.к} + t_{т.п} + t_{п.р}}, \text{ ткм/тоннаже*сут.},$$

где $t_{х.г}$ и $t_{х.п}$ – соответственно время с грузом и порожнем в составе оборота; $t_п$ и $t_в$ – продолжительность погрузки и выгрузки; $t_{т.к}$, $t_{т.п}$ и $t_{п.р}$ – соответственно время, затраченное на технические операции в начальном и конечном пунктах, на технические и прочие операции в пути.

ВАЖНЫЕ СОСТАВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Затраты времени на ремонт судов без вывода из эксплуатации, на стоянки, в том числе по стихийным и метеорологическим причинам, на вспомогательные работы, а также на маневры при учете особенностей экономики и организации деятельности флота учитываются в долях от общих тоннаже (сило-)-суток на транзитных и местных перевозках и добавляются к затратам, непосредственно учитываемым в обороте:

$$t_{кр.} = \frac{t_{расч}}{1 - 0{,}01 \&_{н.о}},$$

где $t_{расч}$ – расчетная продолжительность кругового рейса по операциям, свойственным каждому рейсу, сут; $\&_{н.о}$ – суммарная величина доли и затрат флота по операциям, повторяющимся не в каждом рейсе,%.

$$t_{расч} = t_н + t_к + t_{путь},$$

$$t'_{расч} = t'_н + t'_к + t'_{кр.\,расч} + 0{,}5(t_{u1} + t_{um}) + t_{упр},$$

где t_u – интервал отправления судов, сут.

Общие показатели в оценке тоннаже (сило-)-суток нахождения судов в ремонте, на стоянках по прочим причинам, на вспомогательные работы, а также на маневры определяются с помощью средних величин использования флота:

$$Qtj = tj/t_0 * Qt.$$

Распределение средней продолжительности эксплуатационного периода по флоту в целом, на перевозках и внутрихозяйственной аренде или внешнеторговых грузов по группам (типам) судов осуществляется по мере необходимости и в зависимости о сложившейся практики работы флота в судоходной компании. При этом продолжительность эксплуатационного периода каждой группы (типа) судов увеличивается или уменьшается по сравнению со средними

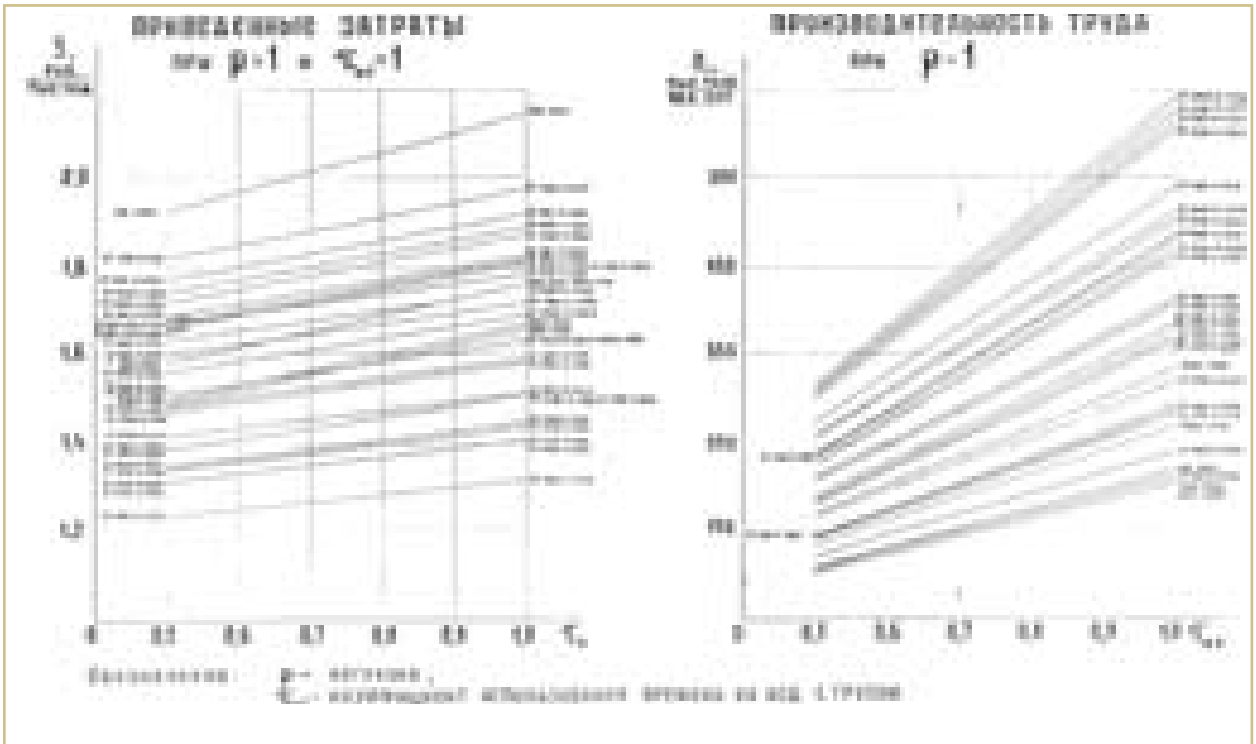


Рис. Базовые показатели судов и составов различных типов

показателями соответствующего вида флота на основании сложившейся практики учета и оценки эксплуатации судов каждой группы (как одиночных судов). Общие тоннаже-сутки, рассчитанные по средней навигационной потребности флота на перевозки, должны быть равны суммарной величине тоннаже-суток, рассчитанных по отдельным судам в зависимости от формы судоходства.

Поскольку при рейсовой форме работы грузы учитываются лишь по «чистому» отправлению конкретной судоходной компании, применяется специальный коэффициент $K''_{аг}$ =1,06–1,09.

Для анализа базовая доходная ставка от изучения состава перевозок принимается по формуле:

$$d'_{ср} = Д_{с.н\ рф}/QL_{с.н\ рф}, \text{ (тыс. руб./т*км)}.$$

При учете оценки деятельности по критерию прибыли ($П_ф$ = Д–Э) аналитически определяются расходы по содержанию флота:

$$Э = cQt = cA/P_в, \text{ руб.}$$

Доходы от изучения состава перевозок:

$$Д = d*A = dP_в*Qt, \text{ руб.}$$

Для более достоверной оценки деятельности судов используется следующее соотношение:

$$0{,}4\&Д \le \&Д' = 1{,}5Д_{пл}/T_{пл}\delta T_{н.ч.ф} < 0{,}8\&Д'[\&Д = \delta Д/Д_б*100\%],\ П_ф = Д_{пл} - Э.$$

В заключение стоит отметить, что экономическая оценка работы судов по критерию доходов используется на практике чаще, чем по фактору прибыли. Тем не менее в условиях рыночной экономики специалисты отдают предпочтение стоимостным показателям и производственным результатам. Таким образом, экономия времени на технологических операциях в течение рейса становится прямой задачей экипажей, и от их работы зависит успех деятельности всей судоходной компании.

Данная специфика заключается в следующем: для освоения перевозок грузов в период весеннего (осеннего) экспедиционного завоза на быстромелеющие реки разрабатываются отдельные варианты работы экипажей по доходам и прибыли. Период их действия определяется возможностями деятельности судов на рассматриваемом участке и потребностями в завозе груза. Все экономические показатели использования флота, их аналитические взаимозависимости устанавливаются на основе фактических данных за 3 последних года. В этой связи среднее фактическое время хода с грузом судов определенных типов между конкретными пунктами рекомендуется определять на основании обработки данных путевых журналов как среднее арифметическое по всем анализируемым рейсам.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:
1. Милославская СВ., Плужников К.И. «Мультимадальные и интермадальные перевозки»: Учеб. пособие. – М.: РосКонсульт, 2001.
2. Пивоваров К.В. «Бизнес-планирование», 4-е издание. – М.: Торговая корпорация «Дашков и К», 2006.
3. Бизнес-план ООО «Галант». – М., 2004.
4. «Составление бизнес-плана» Пособие Эрнст&Янг. – М. 1995 г. (2-е издание), 218 с.
5. Шеремет А.Д. Сайорулин Р.С. «Методика финансового анализа». – М., 1995 г., 172 с.
6. Под ред. проф. Р.Г. Маниковского «Бизнес-план. Методические материалы». – М. 2008 (2-е издание).
7. Юлдашева О.У. «Бизнес-план в системе планирования предприятий». – М., 1999.

УЧРЕЖДЕНИЯ: ГНИНГИ МО РФ; МГАВТ

ТЕМА: Об автоматическом обеспечении навигационной безопасности судна

АВТОРЫ: В.А. МИХАЛЬСКИЙ, доцент (ГНИНГИ МО РФ); В.А. КАТЕНИН, доктор военных наук, профессор (ГНИНГИ МО РФ); А.В. БОЙКОВ, кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Судовождение» (МГАВТ)

В теории решение задачи обеспечения навигационной безопасности плавания (НБП) судна с использованием электронной картографической навигационной информационной системы (ЭКНИС) основано на непрерывном автоматическом сопоставлении обсервованного (или счислимого) местоположения корабля с навигационными опасностями (НО) в виде изобат (или ограничивающих линий), нанесенных на электронную карту. Оно выражается в сравнении текущего или прогнозируемого расстояния D от судна до ближайшей границы НО с таким «безопасным расстоянием» $D_Б$, что при $D > D_Б$ НБП обеспечивается с вероятностью, превышающей заданное значение P′, в соответствии с которой рассчитана величина $D_Б$.

На практике же в ЭКНИС предусмотрено 2 варианта решения этой задачи.

1. Вокруг точки местоположения судна в передней полуплоскости автоматически выделяется зона (фигура) безопасности (ЗБ) в виде полукруга (или более узкого сектора) радиуса R с центром в точке Ц, из которой осуществляется управление движением судна. Если в процессе плавания ЗБ касается НО, то система выдает сигнал тревоги. Если $R = D_Б$, то сигнал тревоги означает, что текущее значение $D \le D_Б$.

2. Система автоматически проверяет подводное пространство впереди по курсу на расстояние $D_П$ предупреждения о возможной опасности или на время $t_У$ упреждения, соответствующее этому расстоянию и текущей скорости V хода $t_У = D_П / V$.

Стоит отметить, что параметры R и $D_П$ (или $t_У$) устанавливаются в ЭКНИС судоводителем, и, к сожалению, на данный момент не существует рекомендаций по обоснованному вычислению этих величин.

Авторы статьи разработали один из возможных способов решения задачи НБП, который можно назвать «вероятностным». Ниже приводится его описание.

Расчет параметров НБП включает определение безопасного расстояния до НО $D_Б$, радиуса зоны безопасности R и расстояния предупреждения об опасности по курсу судна.

Безопасное расстояние $D_Б$ можно получить из выражения:

$$D_Б = m\hat{}_D + \Delta_D, \quad (1)$$

где $m\hat{}_D$ – предельная с заданной вероятностью P′ погрешность определения расстояния D от судна (или от линии пути) до НО; Δ_D – принятый запас расстояния D.

Здесь величина $m\hat{}_D$ зависит от погрешностей места судна и положения границ НО и в соответствии с [1] вычисляется так:

$$m\hat{}_D = (m\hat{}^2_{МС} + m\hat{}^2_{ПО})^{0,5}, \quad (2)$$

где $m\hat{}_{МС}$ и $m\hat{}_{ПО}$ – предельные с заданной вероятностью погрешности места судна и положения границ НО по направлению оси 0z, соединяющей судно и НО.

Предельную погрешность $m\hat{}_{МС}$ при плавании по непрерывным обсервациям по GPS можно принять равной (также по [1]):

$$m\hat{}_{МС} = 0,7\, K_{P1q}\, M_{ОМ}, \quad (3)$$

где K_{P1q} – коэффициент предельного перехода от средней квадратической погрешности (СКП) $m_{МС} = 0,7M_{ОМ}$ к предельной погрешности $m\hat{}_{МС}$ для q-го закона распределения погрешностей используемых навигационных параметров (НП); q = (Л или Г) – общий символ закона распределения. Применительно к GPS, это – законы Лапласа (Л) при предварительных и Гаусса (Г) при текущих расчетах, одновременных с обсервациями; $M_{ОМ}$ – радиальная СКП определения места, равная в системе GPS 3-4 м при спокойной ионосфере и 8-10 м при возбужденной ионосфере. В дифференциальной подсистеме GPS $M_{ОМ}$ = 0,5-1,5 м.

Коэффициент $K_{P1Г}$ выбирают из МТ-2000: коэффициент $K_{P1Л}$ – из табл. 10.3.1 работы [1], его наиболее важные значения для вероятностей 0,95; 0,99 и 0,997 равны соответственно 2,39; 3,7 и 4,64.

СКП положения границы опасности $m_{ПО}$ является вторым элементом в формуле (2). Эту величину рассчитывают двумя способами в зависимости от вида НО, которая может представлять собой опасную изобату (опасное значение глубины водоема) или ограждающую линию.

а) Если НО представляет собой опасную глубину или изобату, то СКП $m_{ПО}$ рассчитывают по следующей формуле, полученной преобразованием соответствующего выражения работы [2]:

$$m_{ПО} = [m^2_{пл} + m^2_{H1} + m^2_{УМ} + m^2_{ОС}]^{0,5}, \quad (4)$$

где $m_{H1} = 18,5\, lm_H$; $m_{УМ} = 6,5\, lR$; $m_{ОС} = 11,1\, l\Delta_T$; $m_{пл} = C/1000$, м – плановая СКП положения отметок глубин и изобат по произвольному направлению (принимается равной 1 мм в масштабе карты или дисплея); m_H – СКП измерения глубины при промерных работах (при измерении малых глубин является инструментальной СКП эхолота $m_H = 0,005H$); $m_{УМ}$ – СКО колебаний уровня моря относительно расчетной величины, например «нуля» порта или уровня моря, который был задан при промерных работах; R – размах колебаний уровня моря относительно расчетной величины; $m_{ОС}$ – среднее квадратическое отклонение (СКО) колебаний осадки судна относительно учитываемой величины; Δ_T – величина возможного изменения осадки судна с учетом качки, крена от ветра и на циркуляции, проседания на мелководье, изменения водоизмещения, м; l – расстояние между 10- и 20-метровыми изобатами вдоль оси 0z или линии кратчайшего сближения судна с опасностью, кбт.

Рассчитаем для сопоставления влияния разных факторов на СКП $m_{ПО}$ значения составляющих СКП в (4) для l =10 кбт и реальных значений величин m_H = 0,2 м, R = 1 м, T = 1 м. В результате: m_{H1} = 37 м; $m_{УМ}$ = 65 м; $m_{ОС}$ = 111 м.

Стоит отметить, что эти данные могут быть и значительно больше (для мелководных районов, когда величина l существенно превышает 10 кбт), и меньше (в районах с крутыми берегами). Плановая СКП при C = 100000 равна $m_{пл}$ = 100 м, а при C = 10000 значение $m_{пл}$ = 10 м. Наименьшее влияние на СКП $m_{ПО}$ при C ≥ 50000 в общем случае оказывают погрешности измерения глубины, наибольшее влияние – погрешности в учитываемой осадке судна, особенно при подходе к берегу в шторм, когда оконечности погружаются дополнительно на величину kh_B [3], где h_B – высота волны; k – коэффициент, изменяющийся от ~0,1 до 0,35 обратно пропорционально соотношению длины корпуса судна L и высоты волны.

В связи с тем, что для мелководных районов порой трудно определить СКП $m_{ПО}$, вычислять эту величину целесообразно заранее для часто посещаемых портов и типовых условий плавания. При этом необходимо учитывать следующее – в программах ЭКНИС расстояние до опасной изобаты определяется на карте самого крупного масштаба из имеющихся в базе данных.

б) Если граница НО представляет собой ограничивающую линию, то:

– принимают $m_{ПО} = m_{гр}\sqrt{2}$, когда ограничивающую линию прокладывают по координатам ее точек;

– рассчитывают с учетом СКП $m_{гр}$ по формуле:

$$m'_{ПО} = [m^2_{гр} + m^2_{ПО(4)}]^{0,5}, \quad (5)$$

если ограничивающую линию прокладывают относительно границы НО, например по касательной к ней.

Здесь $m_{ПО(4)}$ – СКП, рассчитанная по (4). В общем случае значения СКП m ПО в сторону правого и левого бортов могут быть не одинаковы $m_{ПО\ П} \neq m_{ПО\ Л}$ за счет разных величин $l_П$ и $l_Л$. И такой проход между НО (или фарватер) будет являться несимметричным.

Принятый запас расстояния Δ_D между судном и НО является вторым элементом в формуле (1) для безопасного расстояния $D_Б$. Величину Δ_D в общем случае определяют как сумму составляющих:

$$\Delta_D \geq \Delta_{РС} + 0,5A + \Delta_{БЭ}, \quad (6)$$

где $\Delta_{РС}$ – запас расстояния для расхождения со встречными судами; A – ширина полосы воды, занимаемой судном при движении под углом к оси канала (рассчитывается в соответствии с [3]); $\Delta_{БЭ} = (2 \div 6)B$ – запас расстояния для исключения «берегового эффекта» – притягивания корпуса движущегося судна близким берегом. Величину $\Delta_{РС}$ принимают равной 1-1,5 мили, если предполагается ситуация расхождения «прямо или почти прямо навстречу друг другу», или 2-3 мили в ситуации «на пересекающихся курсах».

На узких фарватерах $\Delta_{РС} = B_1 + B_2 + E$, где B_1 и B_2 – наибольшая ширина своего и встречного судов. Здесь E = 6B′, где E = – расстояние «присасывания», B′ – наименьшее из значений B_1 и B_2.

Радиус R зоны безопасности рекомендуется выбирать для одного из двух вариантов решения задачи НБП.

1 вариант. От отдельных j-х участков границ НО, характеризуемых СКП $m_{ПОj}$, вдоль узкости, канала или фарватера откладывают рассчитанные, как показано выше, отрезки, равные $D_{Бj}$ в масштабе карты или планшета. Точки, соединяющие концы отрезков по каждой стороне узкости, образуют границы полосы маневрирования. При нахождении судна в любой точке этой полосы обеспечиваемая вероятность НБП не становится меньше заданной величины. Радиус ЗБ в этом случае принимают R = B/2.

Преимущество данного варианта состоит в возможности учета несимметричности узкости (в смысле НБП) и в наглядности представления обстановки на дисплее.

2 вариант. Полосу маневрирования не строят, а принимают $R = D_Б$. ЭКНИС вырабатывает сигнал тревоги в момент касания ЗБ границы НО.

Расстояние $D_П$ предупреждения о наличии НО впереди по курсу рекомендуется устанавливать в ЭКНИС для решения нескольких частных задач:

а) измерения расстояния до ближайшей НО, находящейся впереди по курсу, путем увеличения расстояния $D_П$ до тех пор, пока ЭКНИС не выдаст сигнал тревоги;

б) проверки отсутствия НО впереди по курсу на определенном расстоянии S или на некоторое время t, например, продолжительность вахты; при этом $D_П = S$, или $D_П = Vt$, где V – скорость судна;

в) предупреждения о подходе к НО на заданное расстояние D′; при этом может быть $D_П = D'$; $D_П = D' + D_Б$; $D_П = D' + S_{ТП}$, и т. д. Здесь $S_{ТП}$ – длина тормозного пути судна, определяемая с учетом времени анализа обстановки до подачи команды реверса в машину.

Предложенные в статье рекомендации по определению параметров НБП повышают эффективность использования ЭКНИС и приведут к сокращению количества навигационных аварий.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Методики вероятностных расчетов при решении навигационных задач на кораблях и судах ВМФ./ Михальский В. А., Рябоконь В. А. –СПб.: ГУНиО, 1999. – 218 с.
2. Кондрашихин В. Т. Определение места судна. – М.: Транспорт, 1989. – 230 с.
3. Руководство по оперативному определению проходной осадки судов на подходных каналах морских портов. РД 31.63.01 – 83.– М.: Мортехинформация, 1983. – 18 с.

УЧРЕЖДЕНИЕ: Санкт-Петербургский государственный университет водных коммуникаций (СПГУВК)

ТЕМА: Общие остаточные деформации корпусов судов

АВТОРЫ: С.О. БАРЫШНИКОВ, профессор; Т.О. КАРКЛИНА

Известно, что общие остаточные деформации корпуса (прогиб/перегиб) не влияют на сопротивление воды движению судна, но изменяют некоторые его эксплуатационные характеристики. Например, осадку отдельных частей корпуса, что, как правило, увеличивает общую осадку в грузу и при плавании по внутренним водным путям с заданными гарантированными глубинами снижает провозную способность.

В частности, для танкеров важное значение имеют метрологические параметры трюмов. Наличие остаточного прогиба/перегиба затрудняет постановку судна в док или подъем на слип; изменяет распределение по длине корпуса сил поддержания, которые вызывают появление дополнительного изгибающего момента на тихой воде, влияющего на обеспеченность общей прочности. Для определения этого момента учебник «Технология судоремонта» [1] предлагает следующую зависимость:

$$\Delta M_{т.в.} = \beta k B L^2 f_{max}, \quad (1)$$

где β коэффициент, учитывающий влияние гибкости корпуса на изгибающий момент; k – коэффициент, зависящий от формы конструктивной ватерлинии, вычисляется по формуле:

$$k = \frac{n(n^2+5n+10)}{1{,}8(n+2)(n+3)(n+4)}, \quad (2)$$

где $n=\alpha/(1-\alpha)$ – показатель степени в формуле, выражающей изменение ширины корпуса по длине судна; α – коэффициент полноты грузовой ватерлинии; B и L – ширина и длина корпуса соответственно, м; f_{max} – максимальная стрелка прогиба.

Для внесения в действующие правила Российского Речного Регистра [2] профессором Г.В. Бойцовым предложено такое выражение:

$$\Delta M_{т.в.} = \pm 0{,}19 f_0 \delta B L^2, \text{ кНм}, \quad (3)$$

где f_0 – остаточный прогиб/перегиб корпуса, м; δ – коэффициент общей полноты.

Здесь знак «+» (перегибающий момент корпуса) принимается при положительной стрелке остаточного прогиба корпуса, знак «-» (прогибающий момент корпуса) – в случае отрицательной стрелки остаточного прогиба корпуса.

Вообще, Правила РРР предусматривают учет влияния остаточных общих деформаций корпуса при величине остаточной стрелки прогиба/перегиба, превышающей нормативное значение:

$$f_{OH} = L\frac{R_{eH}}{E}\frac{L}{15H}, \text{ м}. \quad (4)$$

Стоит отметить, что общие остаточные деформации корпуса вызывают появление в крайних связях эквивалентного бруса остаточных напряжений, которые могут уменьшать редукционные коэффициенты пластин обшивки (или настилов) и балок основного продольного набора крайних связей эквивалентного бруса (остаточные напряжения сжатия) и снижать их выносливость (остаточные напряжения растяжения) [3]. Поэтому в Правилах РРР установлены более жесткие требования к критическим напряжениям основного продольного набора и увеличение запаса прочности корпуса пропорционально следующему коэффициенту:

$$k_f = 1 + 0{,}1[(f_0/f_{OH}) - 1] \geq 1. \quad (5)$$

Остаточный общий перегиб обычно является следствием чрезмерных нагрузок на корпус судна от волнения во время эксплуатации. Если считать материал корпуса упругопластическим без упрочнения и пренебречь эффектом Баушингера, то диаграмму напряжения относительно удлинения (σ-ε) можно представить в виде, показанном на рис. 1. А в случае соблюдения гипотезы плоских сечений при деформировании корпуса эпюры деформаций и напряжений для различных случаев нагрузки и разгрузки будут выглядеть так, как изображено на рис. 2.

При воздействии на корпус судна изгибающего момента, превышающего его максимально допустимое значение в крайней связи эквивалентного бруса, напряжения достигнут

предела текучести материала, и будут происходить упругие и пластические деформации.

Если в конце нагружения относительные деформации в палубе не превысят удвоенных упругих относительных удлинений (случай l_0 на рис. 2), то на участке корпуса, где этот случай реализовался, появится остаточная кривизна. И при повторном нагружении таким же (или меньшим) изгибающим моментом новых пластических деформаций уже не произойдет, и данное сечение будет работать только в упругой стадии – конструкция приспособится.

На рис. 1 в процессе нагружения напряжения возрастают по линии 0-1-2, а при разгрузке – спадают по линии 2-3-4.

При повторном нагружении напряжения будут расти по линии 4-3-2, а при разгрузке – снижаться в обратном порядке.

Если при первом нагружении пластические деформации превосходят удвоенные упругие (случай I на рис. 2), то на диаграмме (σ-ε) (рис. 1) напряжения увеличиваются по линии 0-1-5, а при разгрузке – сокращаются по линии 5-6-7. При этом стоит отметить, что после разгрузки в палубе наблюдаются остаточные деформации растяжения, равные 0-7 (рис. 1). Повторное нагружение аналогичным моментом (случай II на рис. 2) вызовет рост напряжений по линии 7-8-9, а разгрузка – падение напряжений по линии 9-10-11. После разгрузки остаточные деформации растяжения в палубе возрастут до величины 0-11. Повторный и последующие циклы нагрузка-разгрузка (случай III на рис. 2) будут приводить к росту остаточных деформаций в палубе. И к действию такой нагрузки конструкция уже не приспосабливается.

В более строгой постановке такая задача решалась профессором Г.В. Бойцовым [3]. Он установил основную причину возникновения общего остаточного прогиба/перегиба – перегрузки в процессе эксплуатации. С ростом относительных остаточных удлинений увеличивается кривизна остаточной изогнутой оси корпуса на участках, где происходили перегрузки.

Например, в [4] предложен способ определения ординат остаточной изогнутой оси корпуса по кривизне на отдельных участках:

$$y_{ост}(x) = \frac{\sum_{1}^{n} c_i^{ост} l (L - L_i)}{L} x - \sum \left[\frac{c_i^{ост}(x-(L_i-\frac{L}{2}))^2}{2}\Bigg|_{x \ge L_i - \frac{l}{2}} - \frac{c_i^{ост}(x-(L_i+\frac{L}{2}))^2}{2}\Bigg|_{x \ge L_i + \frac{l}{2}} \right], \quad (6)$$

где $c_i^{ост} = \frac{8 f_i}{l^2}$ –

кривизна на i–м участке по длине судна; f_i – высота хорды на i-м участке; l – длина участка, на котором производится измерение; L – длина корпуса; L_i – расстояние от начала расчетной длины до середины участка, на котором производится измерение; $x \ge L_i - l/2$ и $x \ge L_i + l/2$ – показатели, указывающие на то, что слагаемые учитываются только в том случае, когда выражение в скобках, возводимое в квадрат, имеет положительное значение.

Величины, использованные в зависимости (6), показаны на рис. 3 и 4.

Использование выражения (6) позволяет не только определять максимальные стрелки остаточного перегиба, но и установить форму всей остаточной изогнутой оси корпуса и, кроме того, участки, где произошли остаточные деформации.

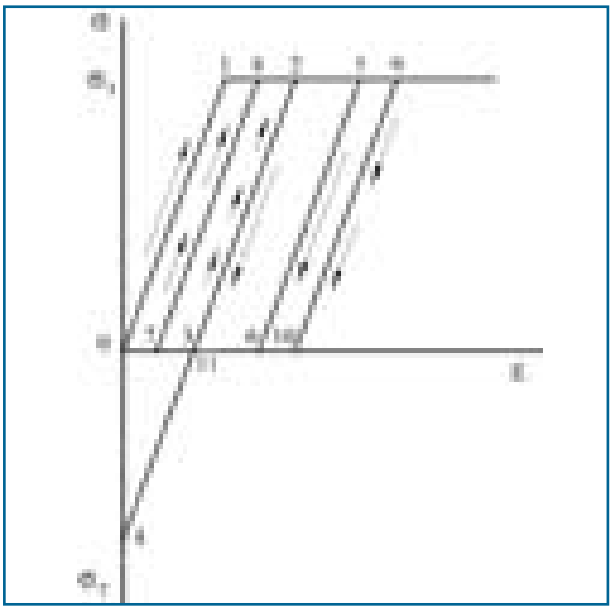


Рис. 1. Диаграмма (σ-ε) упругого пластического тела без упрочнения

На графиках рис. 5 показаны результаты расчета остаточной изогнутой оси танкеров типа «Волгонефть», выполненные с использованием данных [5] и полученным на основании измерения нивелиром НВ-1 координат точек палубы судов. Здесь показания, полученные с помощью нивелира, откорректированы и представлены в виде отклонений от первоначальной оси корпуса.

К сожалению, на современном этапе отсутствуют подробные статистические данные об общих остаточных деформациях корпуса, позволяющие изучить их зависимость от времени и района эксплуатации, выполненных ремонтах и способах проведения грузовых операций. Сведения об общих остаточных деформациях корпуса можно найти, помимо [5], в [6,7] и других источниках. Очевидно, что с появлением требований РРР в [2] и внедрением способа измерения остаточной изогнутой оси корпуса по [4] появится возможность уточнения причин появления общих остаточных деформаций и их изменения во времени.

На основании данных, представленных на рис. 5, можно сделать лишь такой вывод: на танкерах типа «Волгонефть» наблюдается, как правило, общий остаточный перегиб, и к 15-му году эксплуатации его величина может достигать 400-450 мм.

Применение способа определения остаточного общего перегиба по результатам измерения изменения кривизны палубы в продольном направлении на отдельных участках позволяет отметить места, где это изменение происходит чаще.

На рис. 6 показана частота появления кривизны на участках корпуса, полученная в результате обработки данных, представленных на рис. 5. Анализируя результаты, можно утверждать, что остаточная кривизна у танкеров типа «Волгонефть» всегда появляется на участках, расположенных на расстоянии 40-50 м от кормы и 30-50 м от носа, в то время как на миделе кривизна проявляется примерно на 30% реже.

В заключение следует отметить, что представленные результаты являются следствием обработки ограниченного числа данных, полученных 20 лет назад. Они будут уточняться при использовании способа определения остаточного общего перегиба по измерению изменения кривиз-

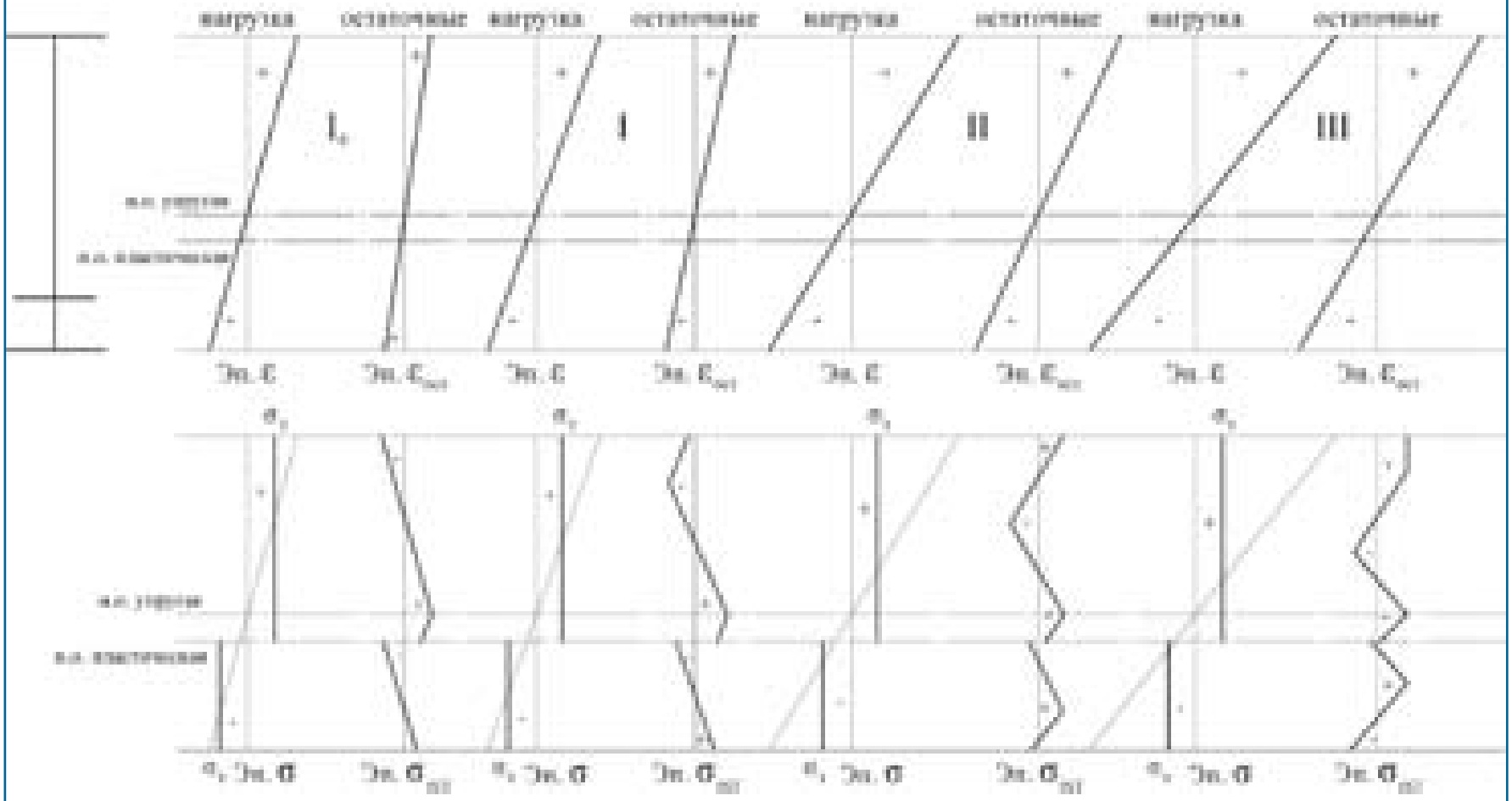


Рис. 2. Эпюры относительных деформаций и напряжений в корпусе под нагрузкой и остаточные

Рис. 3. Участки измерения кривизны

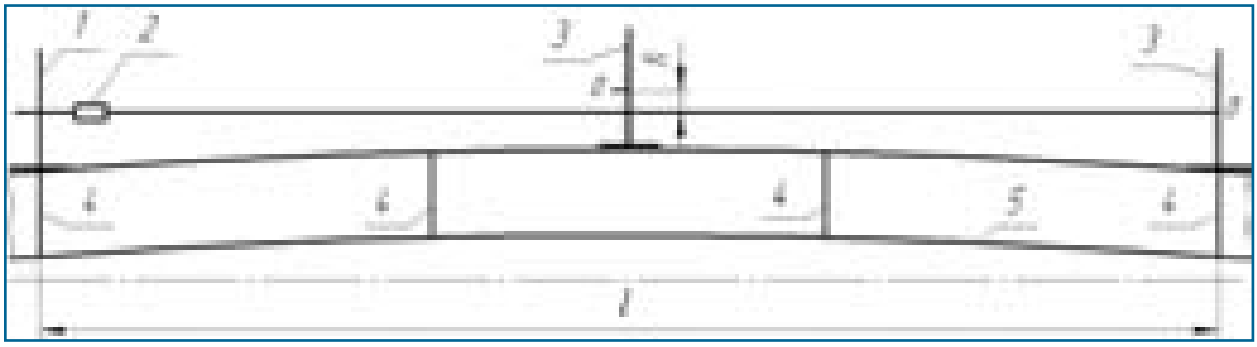


Рис. 4. Схема определения кривизны участка: 1 – магнитная стойка с шарниром; 2 – лазерный визир; 3 – передвижная стойка с линейкой; 4 – бимсы; 5 – карлингс

А

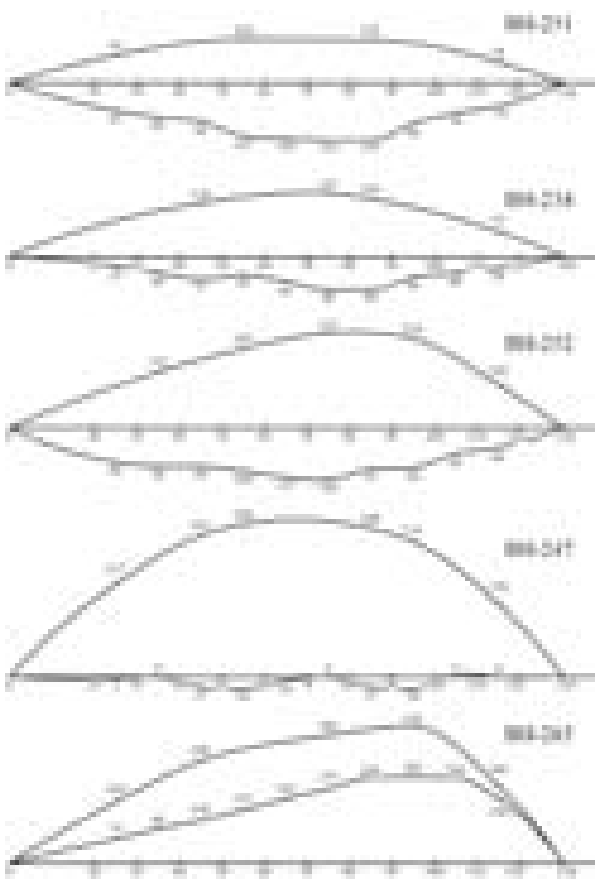


Рис. 5А. Ординаты изогнутой оси танкеров типа «Волгонефть», в грузу и остаточный прогиб

Б

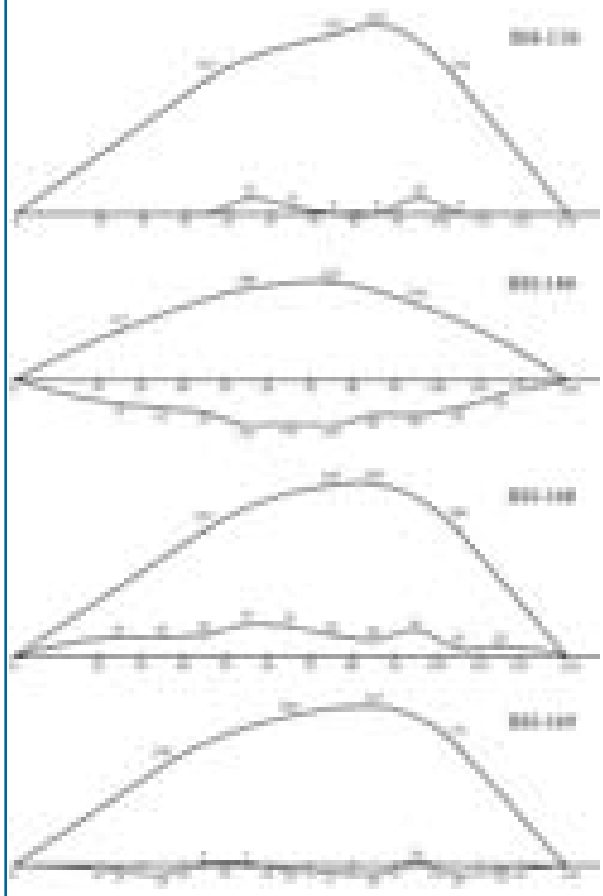


Рис. 5Б. Ординаты изогнутой оси танкеров типа «Волгонефть», в грузу и остаточный прогиб

ны на отдельных участках корпуса [4], позволяющего устанавливать влияние общего перегиба на общую прочность; разрабатывать технологию ремонта, обеспечивающую восстановление общей прочности; устанавливать места, где изменилась кривизна, и создавать способы ее устранения с целью восстановления первоначальной формы корпуса.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:
1. Лопырев Н.К., Немков П.П., Сумеркин Ю.В. Технология судоремонта. – М.: Транспорт, 1981.
2. Российский Речной Регистр, Предложения по дополнению Правил РРР о порядке нормативного учета остаточных общих деформаций корпуса.
3. Отчет по теме NЦРП-05-31-07 «Уточнение значений предельной величины остаточного прогиба/перегиба, при которой необходимо выполнение прямых расчетов прочности, уточнение методов расчетов, учитывающих остаточный прогиб/перегиб» (ответственный исполнитель Г.В. Бойцов).
4. Карклина Т.О. Технологические методы стабилизации метрологических характеристик танкеров. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Л, 1991.
5. Гунин И.А. Обобщение данных по натурным замерам остаточного прогиба корпуса и установление его влияния на общую прочность судов. Труды ЛИВТа Транспорт, 1972.
6. Дрипков В.Д. Корпуса нефтеналивных судов внутреннего плавания. – М.: Речной транспорт, 1956.

УЧРЕЖДЕНИЕ: АО «Нептун-Судомонтаж»

ТЕМА: Классификация и проектные особенности создания форм и архитектурно-компоновочных схем современных судов из композиционных материалов с учетом их функционального назначения

АВТОР: М.Э. ФРАНЦЕВ, кандидат технических наук

Бóльшую часть современного малотоннажного флота различного назначения составляют суда с корпусами из неметаллических композиционных материалов. Они могут быть классифицированы по следующим критериям: назначению, скорости, режиму движения и характеру обводов, объему применения композиционных материалов в конструкции, устройству корпусов, архитектурно-компоновочной схеме, расположению машинного отделения (МО), наличию и расположению реданов, типу движителя, наличию активных органов управления.

Главные размерения и характеристики таких судов изменяются в достаточно широких пределах. Например, одним из наиболее крупных современных судов из композитов является корвет класса «Visby» (Швеция) водоизмещением 650 т, длиной 72,6 м и шириной 10,4 м, имеющий дальность плавания около 2,3 тыс. морских миль, при максимальной скорости до 35 узлов.

Развитие отрасли малотоннажного судостроения из композиционных материалов невозможно без изучения мирового опыта, накопленного как в конструктивно-технологическом, так и в визуально-эстетическом аспектах проектирования судов различных типов. Существующие тенденции развития судовой архитектуры, наряду с компоновочными и другими особенностями, отражают господствующие тенденции в области проектирования судов из композитов. В этом смысле малотоннажное судостроение представляет собой наиболее динамично развивающийся сегмент морской индустрии.

В данной статье предложена классификация наиболее распространенных типов малотоннажных судов из композитов, разработана иерархическая схема, позволяющая при выборе близкого прототипа для проектирования двигаться по мере декомпозиции задачи от общих принципов устройства судна к выбору частных элементов его конструкции [1]. Кроме того, рассмотрены основные принципы проектного обоснования их архитектурно-компоновочных особенностей и конструктивных решений.

КРИТЕРИИ ВЫБОРА ПРОТОТИПА

В качестве начального уровня классификации принято назначение судна. Именно этот фактор в значительной степени определяет внешнюю задачу проектирования и формирует семейство целевых функций. По назначению суда могут быть отнесены к одной из пяти подгрупп: служебно-разъездные и прогулочные, промысловые, спасательные, пассажирские, специальные. Наиболее популярными в мире являются суда первой и второй подгрупп. Существенно менее распространены суда третьей и четвертой подгрупп. К пятой подгруппе, большой по количеству и разнородной по составу, может быть отнесен весь остальной флот судов из композитов.

Следующий уровень классификации определяется скоростным режимом движения. Он преимущественно учитывает требования к судну и особенности его конструкции, которые должны быть учтены при проектировании. С точки

Глиссирующее прогулочное судно (Великобритания), корпус которого полностью выполнен из композиционных материалов. Характеризуется средним размещением верхних строений, кормовым расположением МО, наличием подруливающих устройств

Пассажирский глиссирующий катамаран (Таиланд), корпус которого полностью выполнен из композиционных материалов. Отличительная особенность – носовое расположение рубки и наличие продольных реданов.

ка (МО). На этом уровне определяются проектные особенности расположения объемов в корпусе судна. Он включает две подгруппы: это суда со средним и с кормовым расположением МО.

Важным классификационным признаком является объем использования композиционных материалов в конструкции корабля. На этом уровне можно выделить две подгруппы: суда, полностью изготовленные из композитов, и суда, имеющие в конструкции крупные элементы из композитов (верхние строения, аутригеры и т.п.) При этом определяются конструктивные и технологические особенности устройства судна.

Тримаран переходного режима (Новая Зеландия) с круглоскулыми обводами, кормовым расположением МО, с корпусом из композиционных материалов

зрения скоростного диапазона режима движения все суда могут быть отнесены к двум подгруппам: тихоходные и скоростные.

Третий уровень классификации – это собственно режим движения. Он позволяет конкретизировать конструкцию судна: водоизмещающий, переходный, глиссирующий, с аэростатическим поддержанием (СВП), с аэро- и гидродинамическим поддержанием (СПК и экранопланы).

Четвертым уровнем классификации является устройство корпуса. На этом уровне можно выделить три подгруппы: однокорпусные, многокорпусные и компромиссные суда. При этом уточняется конструкция судна на основе ранее выбранных критериев. Между элементами подгрупп этого уровня не существует четкой границы, поэтому достоверным критерием отнесения судна к той или иной подгруппе может служить сопоставительный анализ объемов корпусов, позволяющий выделить собственно корпус, а также аутригер или спонсон.

По типу, объему и месту расположения верхних строений суда могут быть классифицированы на уровне, включающем четыре подгруппы: это суда с протяженными верхними строениями, а также суда с носовым, со средним и с кормовым расположением верхних строений.

Важным уровнем классификации является уровень, характеризующий место расположения моторного отсе-

Следующим уровнем классификации является уровень, на котором определяется тип обводов, содержащий три основные подгруппы: суда с круглоскулыми, остроскулыми и упрощенными обводами. Уточнить их особенности позволяет еще один уровень декомпозиции, который состоит, также, из трех подгрупп: обводы с продольными реданами, обводы с поперечными реданами и обводы без реданов.

Гидродинамический комплекс судов из композитов кроме обводов включает движитель, который в большой степени определяет конструктивные особенности судовой энергетической установки. Данный уровень классификации включает шесть подгрупп: суда,

имеющие гребные винты, воздушные винты, поворотно-откидные колонки, угловые колонки, частично погруженные винты (приводы Арнесона), а также водометы.

Заключительным уровнем классификации судов из композитов, конкретизирующим их основные маневренные характеристики, а также поведение судна с точки зрения управляемости, является уровень, на котором определяется наличие и тип активных органов управления. Здесь можно выделить четыре основных подгруппы: суда с угловыми колонками, с поворотно-откидными колонками, с подруливающими устройствами, а также суда без активных органов управления.

оптимальных форм малых судов. Так, в области архитектурно-компоновочных особенностей сформировалось два основных направления.

Первое – возрождает и развивает традиционные формы, характеризующие назначение судна как транспортного средства, что свойственно кораблям с переходным режимом, которые получили широкое распространение в странах Европы, Азии и Америки.

Второе – придает облику максимальную динамичность, заимствуя определенные декоративные элементы композиции из автомобилестроения. При этом форма скоростного судна визуально воспринимается в двух основных положениях – на стоянке или на плаву и при движении с большой скоростью (данные режимы характеризуются различной осадкой корпуса, отсутствием или наличием дифферента и волнообразования). Поэтому современные принципы создания формы скоростных судов из композитов для визуального «уравновешивания» кормового дифферента предусматривают смещение визуального центра от мидель-шпангоута в сторону кормы.

Еще один современный подход – проработка простых геометрических форм, основанная на углубленном анализе форм природных кристаллов. В результате получается комбинация геометрии их форм с мягкими скульптурными переходами между объемами.

Однокорпусное судно специального назначения (Швеция) переходного режима движения

Пассажирское глиссирующее судно (Норвегия) с кормовым расположением МО

Такой стиль нередко называют «природным конструктивизмом».

В связи с тем, что форма малого судна должна образовывать композиционное единство с его внутренним пространством, часто применяется многоуровневая, ступенчатая компоновка, при которой помещения располагаются в корпусе и надстройке, а машинное отделение (или моторный отсек) размещается в кормовой части судна.

В ряде случаев на базе одного корпуса создаются несколько компоновок

ПРОЕКТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНО-КОМПОНОВОЧНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ СУДНА

Современные технологии компьютерного моделирования позволяют реализовать самый смелый замысел дизайнера. С точки зрения психологии именно малое судно из-за своих небольших размеров воспринимается человеком благоприятно. В основе современного понятия формообразования лежит принцип восприятия целостности объема малого судна.

В последние годы на основе внедрения новых решений, а также совершенствования существующих конструкций и технологий, идет интенсивный поиск

Пассажирское судно (Россия) с корпусом из алюминия. Особенности: аэростатическая поддержка (АКВП), протяженные верхние строения из композиционных материалов, кормовое расположение МО, воздушные винты

судов различного назначения: промысловых, служебно-разъездных, патрульных, пассажирских, прогулочных и ряда других. Известны примеры создания до восьми судов различного назначения на базе одного корпуса.

При проектировании архитектурных форм судна необходим учет материала его корпуса и надстройки, а также типа судна, его назначения и предполагаемого района эксплуатации. Не менее важно гармоничное сочетание размеров корпуса и верхних строений, поскольку их пропорциональное соотношение обеспечивает кораблю необходимые мореходные качества (остойчивость, плавность качки и др.). В конечном счете, все это формирует общий визуальный объем судна, дополняемый атрибутами рангоута и такелажа [2]. Важно отметить, что именно разделение визуальных объемов на корпус и верхние строения позволяет сформировать гармоничный внешний облик судна и расставить необходимые композиционные акценты [2]. Одной из современных тенденций является объединение архитектурных форм корпуса с надстройкой, когда крыша пассажирских помещений, расположенных в корпусе, является декоративным элементом верхних строений. В идеальном случае внешний облик должен обосновываться внутренней планировкой судна.

Однако нередко попадаются проекты с массивными и визуально разобщенными формами: слишком высокие верхние строения, не соответствующие габаритам судна, неоправданно большие площади остекления, нерациональное заполнение внутреннего пространства.

Корпус, в свою очередь, можно условно разделить на подводную, почти незаметную для наблюдателя, и надводную часть (борт). Формы этих частей также определяются функциональным назначением судна, особенностями его движения, необходимостью обеспечения определенных мореходных качеств. Причем, гидростатическим и гидродинамическим свойствам уделяется больше внимания, чем эстетической составляющей.

На степень динамичности облика сильное влияние оказывает режим движения, определяющий общую архитектурно-компоновочную схему. Поэтому на практике для подводной части корпусов судов водоизмещающего и переходного режима, как правило, применяются круглоскулые обводы, для глиссирующих судов – остроскулые.

Эстетическое и композиционное восприятие судна зависит от соотношения частей надводного борта – носовой и кормовой оконечностей. При проектировании этих элементов приходится решать комплекс задач, осложняемых требованиями к остойчивости, ходкости и мореходности, закономерностями распределения визуальных объемов, а также условиями обитания [2].

Верхние строения, в том числе рангоут и такелаж, в отличие от корпуса, в меньшей степени связаны функциональными зависимостями, и по художественной выразительности могут доминировать в общем объеме судна. Причем, их формообразование во многом определяется количеством и типом применяемых материалов. Здесь нужно особо выделить различные композиционные материалы, как средство, позволяющее в различных вариантах удачно сочетать между собой отдельные декоративные элементы.

Одним из важных требований, предъявляемых к проекту корабля, является рациональное заполнение его внутреннего пространства, организация внутренних объемов с точки зрения эргономики и уюта [2]. Современные принципы создания интерьеров судовых помещений предусматривают многообразие вариантов использования их внутренних объемов.

Существующее разнообразие дизайнерских решений элементов экстерьера и интерьеров малых судов из композитов, тем не менее, все больше порождает унификацию подходов к разработке архитектурно-компоновочных и конструктивно-технологических аспектов проектов современных судов из композитов, что обусловлено конкурентной борьбой за потребителя, стремлением к снижению затрат на проектирование и постройку судов. Подобно автомобилестроению, здесь происходит взаимопроникновение и заимствование наиболее удачных идей. В ряде случаев малые суда, близкие по размерам, произведенные компаниями, расположенными на разных континентах, отличаются друг от друга только формой отдельных элементов надстройки и палитрой декоративной окраски. А встречающиеся исключения только подтверждают это правило.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:
1. Францев М.Э., Царев Б.А., Юдкина Ю.В. Тенденции развития проектных исследований по скоростным судам. Материалы конференции «Моринтех»–2005». Сборник тезисов докладов. СПб, «Моринтех», 2005, стр. 17-19.
2. Царев Б.А. Введение в художественное конструирование судов. Л., ЛКИ, 1973, 89 с.

Трехуровневая компоновка современного судна из композитных материалов. Общий вид и планы палуб

АННОТАЦИИ

Недоступный транспорт / Минеев В.И., Веселов Г.В., Костров С.В., Лобанов Г.В., Новикова Т.Е. // Речной транспорт (XXI век). 2010. – № 6 (48). – с.

Рассматривается комплекс вопросов, решение которых направлено на возобновление эксплуатации комфортабельного высокоскоростного водного транспорта и ценовой доступности поездок на нем для жителей приречных населенных пунктов и городов на р. Волге.

Ключевые слова: высокоскоростные суда, пассажирский транспорт, конкурентоспособность, экономическое развитие.

Контактная информация: nauka@aqua.sci-nnov.ru

Методика расчета параметров аэродинамического шума, создаваемого вентиляционной системой / Баранов Е.Ф., Кочетов О.С.// Речной транспорт (XXI век). 2010. – № 6 (48). – с. 80

Представлена методика определения виброакустических характеристик вентиляторов и связанной с ними разветвленной сети воздуховодов как наиболее интенсивных звукоизлучателей. Исследуются октавные уровни звуковой мощности, излучаемой вентиляционным агрегатом в окружающее пространство, когда трубопроводы всасывания и нагнетания выведены в другие помещения.

Ключевые слова: методика, вентиляторы, виброакустические характеристики.

Контактная информация: o_kochetov@mail.ru

Оценка и учет деятельности транспортных судов / Давыдов В.С.// Речной транспорт (XXI век). 2010. – № 6 (48). – с. 82

Описаны теоретические способы учета и оценки деятельности транспортных судов в практической работе по экономике и планированию на судоходном предприятии. Рассматриваются составные элементы и калькуляция фонда оплаты труда экипажей.

Ключевые слова: фонд заработной платы, доходы, транспортный флот, планирование.

Контактная информация: mgavt@mail.ru

Об автоматическом обеспечении навигационной безопасности судна / Михальский В.А., Катенин В.А., Бойков А.В.// Речной транспорт (XXI век). 2010. – № 6 (48). – с. 85

Даны рекомендации по обеспечению безопасности плавания судов вблизи навигационных опасностей с использованием электронной картографической навигационной информационной системы.

Ключевые слова:

Контактная информация: boykovalexey@bk.ru

Общие остаточные деформации корпусов судов / Барышников С.О., Карклина Т.О. // Речной транспорт (XXI век). 2010. – № 6 (48). – с. 87

Приведены способы определения стрелок прогиба/перегиба общих остаточных деформаций, влияющих на эксплуатационные характеристики судна и вызывающих появление в крайних связях эквивалентного бруса остаточных напряжений, которые снижают выносливость крайних связей.

Ключевые слова: общие остаточные деформации, эксплуатационные характеристики судна.

Контактная информация: naykaorg@yandex.ru

Классификация и проектные особенности создания форм и архитектурно-компоновочных схем современных судов из композиционных материалов с учетом их функционального назначения / Францев М.Э. // Речной транспорт (XXI век). 2010. – № 6 (48). – с. 91

Предложена классификация наиболее распространенных типов малотоннажного флота из композитов, его архитектурно-компоновочных особенностей и конструктивных решений. Разработана иерархическая схема, позволяющая при выборе близкого прототипа для проектирования решать задачи от общих принципов устройства судна к выбору частных элементов его конструкции.

Ключевые слова: малотоннажный флот, композиционные материалы, классификация.

Контактная информация: gepard629@yandex.ru