НАУЧНЫЕ РАБОТЫ

Московская государственная академия водного транспорта (МГАВТ)

58
В.С. Епифанов. **Перспективы использования СПГ для газодизельных двигателей на речных судах Сибири**

Санкт-Петербургский государственный университет водных коммуникаций (СПГУВК)

62
С.О. Барышников, Д. П. Голоскоков. **Устойчивость прямоугольной пластины ступенчато-переменной толщины**

65
А.А. Сикарев, В.В. Каретников. **Современные инфокоммуникационные технологии ВВТ России**

Волжская государственная академия водного транспорта (ВГАВТ)

68
В.И. Минеев. **О необходимости государственной поддержки энергосбережения на транспорте**

71
А.Ю. Платов. **Методология оперативного планирования работы речного грузового флота в рыночных условиях**

74
А.Ю. Платов. **Система показателей работы флота для принятия решений на оперативном уровне**

Новосибирская государственная академия водного транспорта (НГАВТ)

77
О.В. Щербакова, М.К. Романченко. **Перспективные направления в виброизоляции**

ОАО «Иртышское пароходство»

81
О. Ю. Белова. **Совершенствование порядка установления тарифов на перевозки грузов ВВТ**

ОАО «Гипроречтранс», МГАВТ

84
В.Ф. Самарин, О.Г. Козловский. **Влияние морозного пучения на вертикальные подпорные стенки**

УЧРЕЖДЕНИЕ: Московская государственная академия водного транспорта (МГАВТ)

АВТОР: В.С. ЕПИФАНОВ, профессор, кандидат технических наук, доцент кафедры «СЭУиА»

ТЕМА: Перспективы использования СПГ для газодизельных двигателей на речных судах Сибири

Регионом перспективного использования сжиженного природного газа (СПГ) в качестве топлива для газодизельных двигателей на речных судах может стать обширный бассейн р. Лены. С одной стороны, на территории Якутии открыты нефтегазовые месторождения, с другой – на Сахалине запущен в эксплуатацию мощный завод по производству СПГ. В Якутии из двух вариантов транспортировки ПГ потребителям (по трубам либо в сжиженном виде водным, автомобильным и/или железнодорожным транспортом) предпочтителен второй. Это обусловлено чрезвычайной разбросанностью по региону и удаленностью друг от друга небольших поселков и градообразующих предприятий. Вывоз добытой нефти и «северный завоз» продуктов ее переработки (ГСМ, топлива) за весьма кратковременную навигацию представляется экономически не совсем оправданным. Тем более, что распределение топлива для электростанций по поселкам сопряжено со значительными трудностями, в основном с бездорожьем. Организация хранилищ СПГ по берегам судоходных рек позволила бы радикально решить проблему энергоснабжения.

Для хранения запаса СПГ на речных судах предлагается использовать емкости, подобные тем, которые выпускаются для жидкого кислорода или азота, либо встроенные в корпус судна по типу емкостей танкеров-метановозов. В судах водоизмещением до 1-5 тыс. т рекомендуется решать задачу путем использования емкостей с высоковакуумной теплоизоляцией вместимостью до 200 м^3 [1]. Однако в ближайшие годы нет необходимости разрабатывать проекты судов-газоходов с большой автономностью плавания на СПГ.

Рис. 1. Контейнер-цистерна для СПГ модели КЦМ-35/0,6 [2]

В зависимости от потребностей ПГ, аналогичные емкости можно было бы использовать в качестве хранилищ СПГ. Для доставки СПГ потребителям железнодорожным, морским, речным и автомобильным транспортом (рис. 1), а также для его приема, хранения и выдачи выпускаются сертифицированные Российским Морским Регистром судоходства всепогодные контейнеры-цистерны (криогенные емкости) [2]. Такие емкости можно было бы устанавливать и на судне-газоходе.

Проекты речных судов будущего для бассейна р. Лены должны предусматривать возможность работы СЭУ не только на дизельном топливе, но и на СПГ. При этом для СПГ-режима следует предусмотреть вдвое/втрое сокращенную автономность плавания. Для достижения плановой автономности компромиссом может послужить дополнительная заправка основного дизельного топлива, которое в исключительных случаях может быть использовано полностью. Например, в Норвегии автономность работы круизных СПГ-теплоходов при работе СЭУ на ПГ не превышает недели [3].

Переоборудование существующих проектов судов для работы на СПГ встречает существенные затруднения [4]. В первую очередь, это сопряжено со значительными затратами на перестройку и переоборудование помещений в целях размещения криогенных емкостей, для которых необходимо использовать пространство на судне большее, чем для цистерн дизельного топлива. Для обеспечения безопасности (при возникновении аварийной ситуации, на случай вытекания СПГ) необходимо под емкостью обустроить теплоизолированный от корпуса судна поддон из нержавеющей стали. Кроме того, машинные, а также помещения для криогенных емкостей необходимо обустроить дополнительными коробами вентиляции.

Переоборудование ныне существующих проектов судов для работы на КПГ реализуется проще, однако даже при небольших проектных расстояниях (автономности плавания не более 2 суток) для большинства проектов это едва ли целесообразно. Внедрение облегченных КПГ-баллонов связано с использованием значительного полезного объема судна. Тем не менее такой вариант переоборудования исключать не следует: правила РРР безопасного использования КПГ на речном транспорте уже приняты [5]. Имеется также опыт использования КПГ на речных судах [4].

Рассмотрим вопросы целесообразности переоборудования судов различных проектов, курсирующих по р. Лена, для работы на СПГ. Для получения состоятельной оценки окупаемости затрат на переоборудование судна необходимо располагать значительным объемом исходных данных: стоимость оборудования и материалов, оплата труда проектировщиков, работников локального судостроительного либо судоремонтного предприятия и т. п. Кроме этого, на стадии ввода судов в эксплуатацию следует предусмотреть возможность их обслуживания сертифицированным персоналом (располагающим необходимым оборудованием, размещаемым в специализированных помещениях для текущего обслуживания и ремонта агрегатов), а также обслуживания систем подачи газа в двигатели, систем взрывопожаробезопасности и др.

Отечественные заводы поставляют газодизели, работающие на природном газе, в основном с приводом на генератор и для газоперекачивающих станций. На ПГ оборудуются двигатели заводов БЗТМ, ЯМЗ, им. Маминых, Коломенского. Пока нет от РРР допуска газодизелей для работы на речных судах. Наиболее распространена схема питания газом посредством управления электроклапанами цикловой подачи на вход каждого цилиндра двигателя

в конце такта впуска. Запальная доза дизельного топлива – порядка 10% от номинальной цикловой подачи, а давление ПГ не превышает 1 МПа. Такая схема подачи ПГ более эффективна в сравнении с простейшей схемой подачи газа на входе в двигатель в том, что касается топливной экономичности и токсичности ОГ. Если ПГ подается на общий коллектор, то запальная доза дизельного топлива – порядка 30% от номинальной цикловой подачи, а давление газа – ниже 0,1 МПа.

Варианты газового двигателя с принудительным зажиганием и форкамерного газодизеля с запальным дизельным топливом порядка 1% от номинальной цикловой подачи при одновременной подаче ПГ в форкамеру и в цилиндр отличаются высокой экономичностью; они нашли распространение за рубежом на метановозах. В случае успешного применения СПГ на речных судах будут устанавливаться аналогичные двигатели.

Пока Правительством РФ не отменена дотация на цену природного газа по отношению к дизельному топливу, затраты на переоборудование судна для работы на СПГ способны окупаться. Известны результаты приблизительных расчетов сроков окупаемости затрат на упомянутое переоборудование для случаев полностью автономного режима эксплуатации речных судов [6]. Здесь же выполнена оценка условий для бассейна р. Лена: кратковременный интервал навигации (примерно 120 дней) и неполная автономность плавания различных судов на СПГ (около 4-5 суток). Протяженность маршрута: Якутск – Олёкминск – Ленск (вверх по Лене) составляет 1028 км (рис. 2).

Для указанного маршрута из списочного состава флота [7] выбраны суда, представленные в табл. 1.

Выполнен расчет необходимого объема (рис. 3) криогенных емкостей СПГ для представленных в табл. 1 судов с вариантами главных газодизелей, для которых допускается запальная доза дизельного топлива в диапазоне от 0 до 25% от номинальной цикловой подачи.

Из рис. 3 следует, что при следовании на СПГ по маршруту Якутск – Олёкминск – Ленск и обратно до Якутска:

Рис. 2. Маршрут Якутск – Олёкминск – Ленск (вверх по Лене)

– для пассажирского судна и сухогруза потребуется по одной емкости объемом 16 м^3 из типоразмерного ряда (табл. 2) [8];

– для танкера – две емкости объемом по 16 м^3;

– для буксира – две емкости объемом по 25 м^3.

Для пассажирского судна потребуются дополнительные расходы на обеспечение взрывопожаробезопасности, так как известно, что даже при соблю-

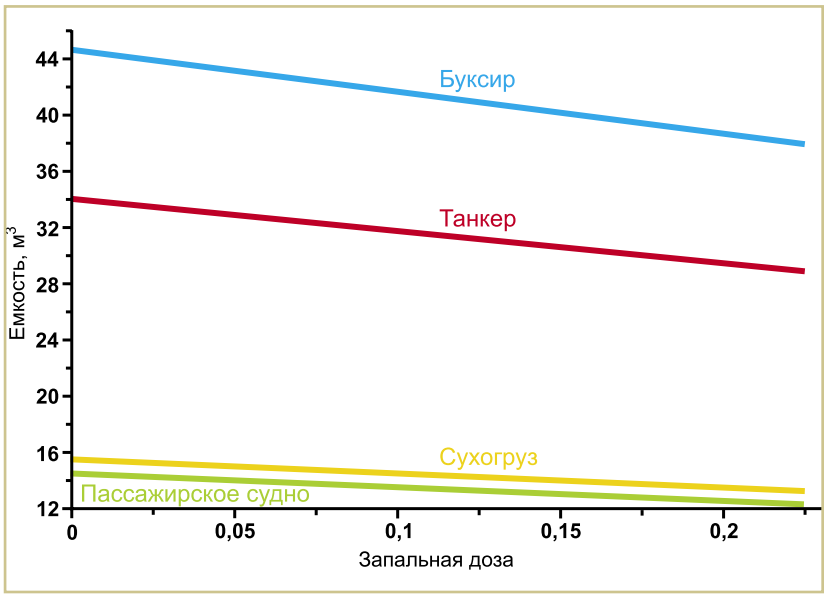


Рис. 3. Необходимый объем емкостей СПГ для судов с главными газодизелями

Суда из списочного состава флота [7]

Таблица 1

Номер проекта	Класс РРР	Мощность главных двигателей, кВт	Водоизмещение в полном грузу, т	Скорость, км/ч
Пассажирский № 646	«М»	590	774	22,0
Сухогруз Р-40ТК	«Р»	425	1451	19,5
Танкер СК-2000КН	«РА»	2х425	1515	19,0
Буксир 07521	«М-ПР (лед)»	2х515	759	19,6

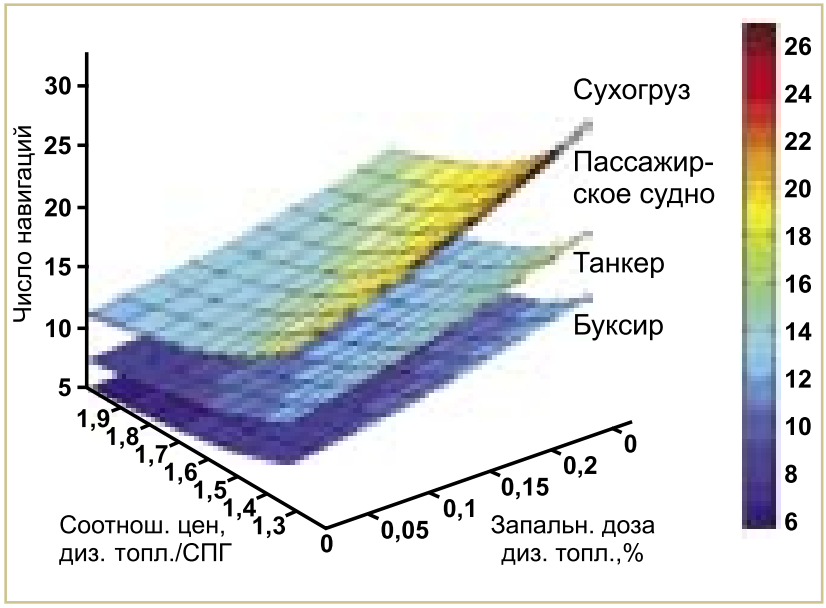


Рис. 4. Сравнение сроков окупаемости (числа навигаций) различных судов

дении правил по взрывопожаробезопасности уровень риска для жизни не должен превышать величины 2 погибших на 109 человеко-километров. Если уровень превысил эту отметку, то предпринимают дополнительные меры по снижению риска [9]. Таким образом, уровень риска возникновения аварийной ситуации на этом судне выше, чем на танкере и, тем более, на буксире.

На танкере размещены два двигателя, но питаются они от одной криогенной емкости. В случае неисправности СПГ-емкости, двигатели могут работать на дизельном топливе. При выходе из строя системы газопитания одного из двигателей танкера на ПГ может работать другой двигатель (в отличие от версий пассажирского судна и сухогруза). Случай оборудования на буксире двух криогенных помещений (даже с учетом значительных расходов на приобретение дополнительной емкости) выигрышно отличается от случаев остальных типов судов в отношении как взрывопожаробезопасности, так и окупаемости затрат (рис. 4, табл. 3).

В табл. 3 представлены удельные показатели (цена 1 кВт мощности главных двигателей) расходов на оборудование судов для работы на СПГ.

Представляет интерес анализ влияния ценовых соотношений на сроки окупаемости судов при установке на них:

– главных газодизелей с запальной дозой дизельного топлива порядка 10% от номинальной цикловой подачи и при давлении ПГ не более 1 МПа;

– главных двигателей с подачей газа на общий коллектор при давлении не более 0,1 МПа на входе, с запальной дозой дизельного топлива порядка 20% от номинальной цикловой подачи.

Результаты расчетов представлены на рис. 5 и 6.

Даже при сохранении административных дотаций на цену ПГ, ценовое соотношение дизельного топлива и СПГ в силу необходимости дополнительного расхода энергии на ожижение может изменяться. Как следствие, изменяется и окупаемость (ср. рис. 5 и 6). При этом окупаемость пассажирского судна и сухогруза может оказаться сопоставимой с их заявленными сроками службы.

Следует предусмотреть возникновение неизбежных затруднений и способов их преодоления на стадии согласования проекта переоборудования судна, в частности буксира, на СПГ. Целесообразнее разработать новый проект буксира – газохода с главными газодизелями суммарной мощностью свыше 1000 кВт. Видимо, при наличии спонсора компания ОАО «Ленское объединенное речное пароходство» разработает головной проект нового буксирного судна-газохода, произведет его постройку на одном из судоремонтно-судостроительных заводов с применением новейших технологий [10].

ВЫВОДЫ:

1. Нецелесообразно переводить суда на СПГ с главными двигателями мощностью менее 600 кВт, если предполагается их навигация в течение 120 суток.

2. Суда с главными газодизелями суммарной мощностью свыше 1000 кВт при работе на газе с запальным дизельным топливом до 10% от номинальной цикловой подачи и при благоприятном соотношении цен ДТ/СПГ (примерно 1,6 дизельного топлива к СПГ) смогут окупать затраты приблизительно за 8 навигаций.

3. В сравнении с другими типами судов выгоднее переоборудовать для работы на СПГ буксиры. Однако при этом целесообразно разработать новый проект буксира – газохода.

Технические характеристики и стоимость криогенных емкостей [8] Таблица 2

Системы стационарного хранения				
Характеристика	Объем, м^3	Масса заливаемого продукта, т	Рабочее давление, МПа	Стоимость, млн. руб.
ЦТП -16/1,6	16	7,2	0,6	4,12
РКГП - 25/0,6	25	11,2	0,6	Около 5,5

Удельные показатели расходов на оборудование судов для работы на СПГ Таблица 3

Номер проекта	Класс РРР	Мощность главных двигателей, кВт	Приблизительные затраты на переоборудование, тыс. руб.	Цена 1 кВт, тыс. руб. (условная)
Пассажирский № 646	«М»	590	29994	50,84
Сухогруз Р-40ТК	«Р»	425	25382	59,72
Танкер СК-2000КН	«РА»	2х425	39406	46,36
Буксир 07521	«М-ПР(лед)»	2х515	38893	37,76

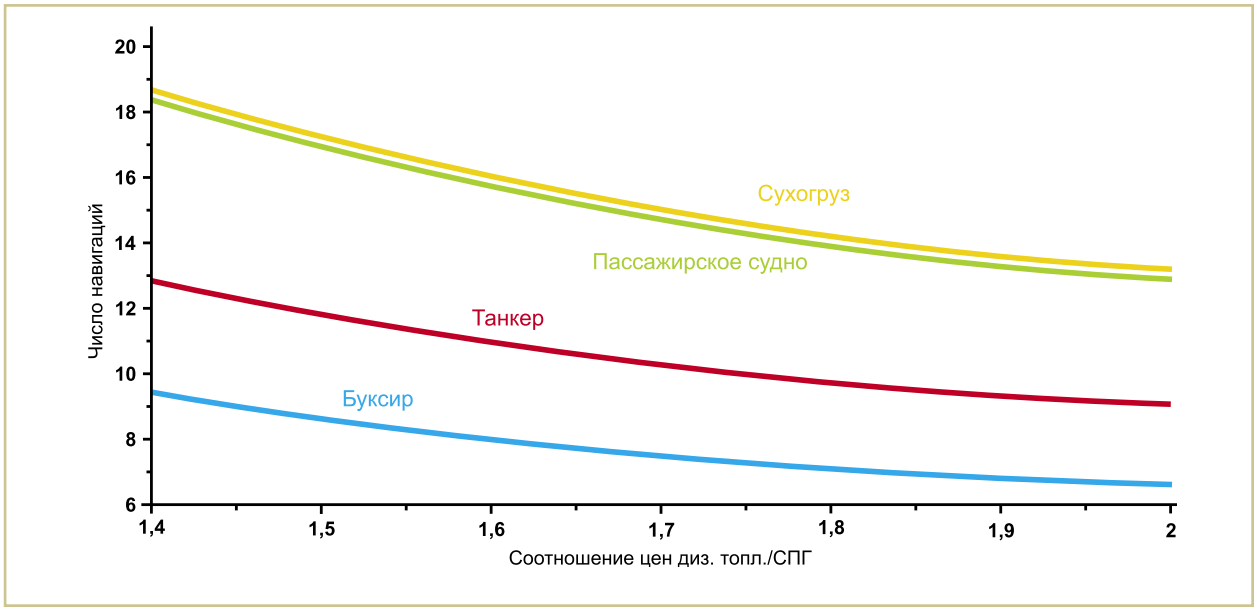


Рис. 5. Окупаемость (число навигаций) оборудования судов с главными газодизелями, работающими на запальной дозе дизельного топлива 10% от номинальной цикловой подачи

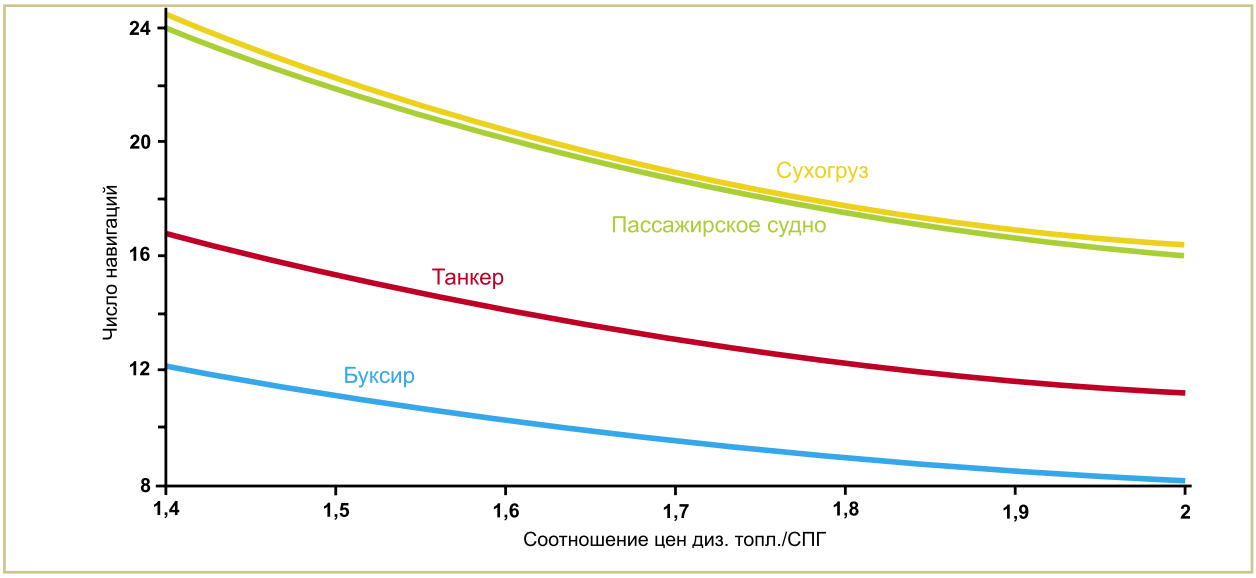


Рис. 6. Окупаемость (число навигаций) оборудования судов с главными газодизелями, работающими на запальной дозе дизельного топлива 20% от номинальной цикловой подачи

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:
1. http://gbo.kh.ua/?p=79 СПГ в железнодорожном транспорте и авиации 24 сентября 2008 Автор: admin, Рубрика: Сжиженный природный газ.
2. http://www.int-nt.ru/cryont/kon_spg.htm Контейнер-цистерна для сжиженного природного газа (СПГ) модели КЦМ-35/0,6.
3. Епифанов В.С. Перспективы применения газа в качестве моторного топлива речных судов. Сборник научных трудов. Снижение и контроль вредных выбросов судовых энергетических установок. Выпуск 4. -М.: АЛЬТАИР – МГА ВТ, 2008. С. 65-89.
4. Епифанов В.С. Применение природного газа в судовых энергетических установках. // Речной транспорт. № 4, 2008, с. 77-84.
5. Правила Российского Речного Регистра 2008 года издания в 4-х томах. Том 4 ПССП, ПЭБ. Дополнение № 2 «Временные технические требования к судам-газоходам, использующим компримированный природный газ».
6. Разработка концепции применения сжиженного природного газа на водном транспорте. Отчет о НИР (заключительный) по теме. № Гос. регистр. 01.2.00113152 Московская государственная академия водного транспорта.; руков. В.И. Толшин., отв. исп. В.С. Епифанов, МГАВТ, М., 2001 г. 61 с.
7. http://www.lorp.ru/Флот/tabid/58/Default.aspx Список флота.
8. http://www.ifs.ru/ru/body/memo/specials/2007/090807.pdf.
9. Пассажирские суда с двигателями на природном газе (проект от 16.04.99). Перевод с норвежского языка. ЦБНТИ, М., 1999, 38 с.
10. http://www.morflot.su/shipowner.php?id=12 Ленское объединенное речное пароходство.

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

АВТОРЫ: С.О. БАРЫШНИКОВ, кандидат технических наук; Д. П. ГОЛОСКОКОВ, доктор технических наук

ТЕМА: Устойчивость прямоугольной пластины ступенчато-переменной толщины

ВВЕДЕНИЕ

На протяжении нескольких десятилетий особенно популярным стал ремонт изношенных корпусов морских и речных судов подкреплением накладными полосами с целью восстановления как общей, так и местной прочности. Все многообразие вариантов постановки накладных листов (полос) включает их расположение не только на наружной обшивке в подводной части корпуса, но и по второму дну (второму борту, комингсу, ширстреку, палубе и т. д).

В настоящей статье рассмотрим только те решения, которые применимы к видам ремонта, предназначенным для компенсации потери общей продольной прочности корпусов судов. Необходимо также отметить, что подкрепление накладными листами (полосами) допускается не только Правилами Речного Регистра РФ, но и Правилами Морского Регистра РФ.

В работах [2, 3] показано, что наиболее благоприятным (с точки зрения технологичности и включения в общую продольную прочность корпуса судна) является вариант, когда накладная полоса устанавливается симметрично своей средней частью под продольным набором на поверхность обшивки корпуса с ее наружной стороны. Там же даны и рекомендации по рациональному выбору соотношений толщин накладной полосы и подкрепляемой пластины, а также соотношений продольной шпации судового набора и ширины накладной полосы.

Накладная полоса приваривается по периметру к обшивке корпуса и, включаясь в его общий изгиб, добавляет в эквивалентный брус дополнительную площадь со стороны той кромки, где напряжения первыми должны достичь критических значений.

Необходимо отметить, что при этом и подкрепляемые пластины изменяют эффективность своей работы с точки зрения их включения в общий изгиб эквивалентного бруса.

Основной целью настоящей работы является решение совместной задачи потери устойчивости работы полосы и подкрепленной пластины (как пластины переменной толщины). В результате можно будет получить качественный результат и оценить – является ли постановка накладной полосы фактором, позволяющим повысить несущую способность подкрепленной пластины, или это приводит к снижению эффективности ее работы в составе эквивалентного бруса.

Теория устойчивости упругих пластин первоначально появилась в энергетическом варианте [1]. В 1890 году на заседании Лондонского математического общества была доложена работа Брайана «Об устойчивости пластины, нагруженной в своей плоскости», в которой впервые сформулирован и применен к решению конкретных задач энергетический критерий устойчивости пластин. С тех пор энергетический подход используют для решения разнообразных задач устойчивости пластин (и не только) при всевозможных условиях закрепления и нагружения.

В данной работе рассмотрено использование энергетического метода для приближенного определения критических нагрузок прямоугольной пластины со ступенчато-переменной толщиной. Решение реализуется в системе аналитических вычислений Maple.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ И ЕЕ РЕШЕНИЕ

Рассмотрим прямоугольную пластину, толщина которой имеет ступенчатую форму (рис. 1). Пусть толщина пластины изменяется ступенчато в направлении оси x. Тогда можно записать [4]:

$$h(x) = h_1 + \sum_{k=1}^{K} (h_{k+1} - h_k)\,\theta\left(x - a_k^*\right), \qquad (1)$$

где h_k – толщины ступеней; a_k^* – координаты скачков; K – количество скачков; $\theta(x)$ – единичная функция Хевисайда.

Удобно записать цилиндрическую жесткость пластины со ступенчатой толщиной в форме, аналогичной (1):

$$D(x) = D_1 + \sum_{k=1}^{K} (D_{k+1} - D_k)\,\theta\left(x - a_k^*\right), \qquad (2)$$

где D_k – цилиндрические жесткости ступеней:

$$D_k = \frac{Eh_k^3}{12(1-\nu^2)},$$

где E – модуль Юнга; ν – коэффициент Пуассона.

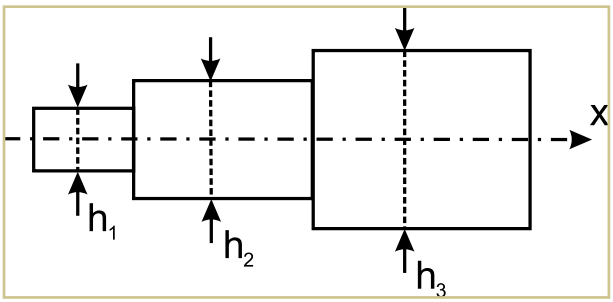
Устойчивость плоского начального состояния пластины исследуем с помощью энергетического критерия в форме Брайана при следующих допущениях:

1. До нагружения пластина идеально плоская, и в докритическом состоянии равнодействующие всех внешних нагрузок и реакций опор действуют строго в срединной плоскости пластины.

2. Докритическое напряженное состояние описывается соотношениями линейной теории упругости, поэтому изменением размеров пластины до потери устойчивости пренебрегаем.

3. Все действующие на пластину нагрузки «мертвые» (т. е. они не изменяются ни по величине, ни по направлению при деформациях пластины).

Рис. 1. Пластина ступенчато-переменной толщины



4. Изгиб пластины описывается с помощью обычных гипотез линейной теории изгиба жестких пластин (т. е. гипотезы о неискривляемости нормали и о малости нормальных напряжений в плоскостях, параллельных срединной плоскости).

В начальном невозмущенном состоянии равновесия в срединной плоскости пластины действуют усилия $T_x^0(x, y)$, $T_y^0(x, y)$ и $S^0(x, y)$, которые будем считать известными.

Изменение полной потенциальной энергии при отклонениях пластины от начального невозмущенного состояния равновесия описывается выражением [1]:

$$\Delta Э = U + V, \qquad (3)$$

где:

$$U = \frac{1}{2}\iint D\left\{\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right)^2 + 2(1-\nu)\left[\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}\right) - \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right]\right\} dxdy,$$

$$V = \iint\left[\frac{T_x^0}{2}\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x}\right)^2 + \frac{T_y^0}{2}\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x}\right)^2 + \frac{\partial w}{\partial x}\frac{\partial w}{\partial y}\right] dxdy.$$

Здесь w — функция нормального прогиба. Интегрирование производится по всей поверхности пластины.

Точки бифуркации начального состояния равновесия определяются из условия стационарности ΔЭ, т. е. из условия δ(ΔЭ)=0. Последнее условие, в котором изменение полной потенциальной энергии ΔЭ вычисляется на основании зависимости (3), или эквивалентное ему условие ΔЭ=0, при дополнительном требовании минимальной нагрузки называется энергетическим критерием устойчивости пластин в форме Брайана.

Условие δ(ΔЭ)=0 будем использовать для определения критических нагрузок пластины методом Рэлея-Ритца. В этом случае функцию поперечного прогиба зададим в виде отрезка ряда:

$$w(x,y) = \sum_{i=1}^{M} c_i f_i(x,y), \qquad (4)$$

где $f_i(x,y)$ — координатные функции, удовлетворяющие геометрическим (главным) условиям задачи. Если все действующие на пластину нагрузки изменяются пропорционально параметру p, то, подставив (4) в (3) и выполнив интегрирование, получим:

$$\Delta Э = \Delta Э\,(p, c_1, c_2, \ldots, c_M). \qquad (5)$$

Учитывая структуру выражения (3), нетрудно понять, что зависимость (5) представляет собой квадратичную форму от M переменных c_i. Поэтому условие стационарности ΔЭ приводит к системе M-линейных однородных уравнений с неизвестными c_i:

$$\frac{\partial(\Delta Э)}{\partial c_i} = 0,\ i = 1, 2, \ldots, M. \qquad (6)$$

Равенство нулю определителя системы (6) дает уравнение, из которого можно найти M приближенных собственных значений параметра нагрузки p_i; наименьшее из этих собственных значений приближенно равно критическому значению $p_{кр}$.

При численной реализации метода Рэлея-Ритца вместо условия δ(ΔЭ)=0 иногда удобно воспользоваться другой эквивалентной формулировкой энергетического критерия устойчивости, положив ΔЭ при дополнительном требовании $p=p_{min}$. В этом случае приходим к следующему соотношению: формула (7), где $\overline{T}_x^0$, $\overline{T}_y^0$, $\overline{S}^0$ — распределение начальных усилий в срединной плоскости пластины при p=1.

Минимизируя каким-нибудь численным методом выражение (7), находим $p_{min}=p_{кр}$.

ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ В MAPLE

Проиллюстрируем применение приближенного энергетического метода исследования пластины на примере.

Пусть пластина в плане имеет размеры 0≤x≤a, 0≤x≤b. Будем рассматривать задачу устойчивости пластины при сжатии ее контурными усилиями, действующими по двум противоположным кромкам x=0 и x=a в направлении оси y. При таком нагружении прямоугольной пластины решение плоской задачи очевидно: $T_x^0=0$, $T_y^0=-p$, $S_x^0=0$. И, следовательно:

$$U = \frac{1}{2}\int_0^a\int_0^b D\left\{\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right)^2 + 2(1-\nu)\left[\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}\right)^2 - \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right]\right\} dxdy,$$

$$V = -\frac{p}{2}\int_0^a\int_0^b\left(\frac{\partial w}{\partial y}\right)^2 dxdy.$$

Формула (7) принимает вид:

$$p = \frac{\int_0^a\int_0^b D\left\{\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right)^2 + 2(1-\nu)\left[\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}\right)^2 - \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right]\right\} dxdy}{\int_0^a\int_0^b\left(\frac{\partial w}{\partial y}\right)^2 dxdy}. \qquad (8)$$

Пусть (для определенности) пластина шарнирно опирается по всему контуру. Будем искать решение задачи в виде:

$$w(x,y) = \sin(n\pi x/a)\sin(n\pi y/b). \qquad (9)$$

Такая форма решения удовлетворяет всем граничным условиям.

Пусть пластина имеет 3 ступени (рис. 2). Таким образом, K=2. Исходные данные для расчета: a=0,55 м, b=3a, h=6 мм, h_1=2h, h_2=h, h_3=2h, E=2*10^{11} Па, ν =0,3.

Для определения критической нагрузки подставим выражение (9) в формулу (8) и выполним интегрирование. В результате получим величину p как функцию параметров m и n. Минимизируя эту функцию по m и n в системе Maple с помощью команды

$$\mathrm{Minimize}\{P, \{m \ge 1, n \ge 1\}\}$$

$$p = \frac{-1/2\iint D\left\{\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right)^2 + 2(1-\nu)\left[\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}\right) - \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right]\right\} dxdy}{\iint\left[\frac{\overline{T}_x^0}{2}\left(\frac{\partial w}{\partial x}\right)^2 + \frac{\overline{T}_y^0}{2}\left(\frac{\partial w}{\partial y}\right)^2 + \overline{S}^0\frac{\partial w}{\partial x}\frac{\partial w}{\partial y}\right] dxdy}$$

Формула (7)

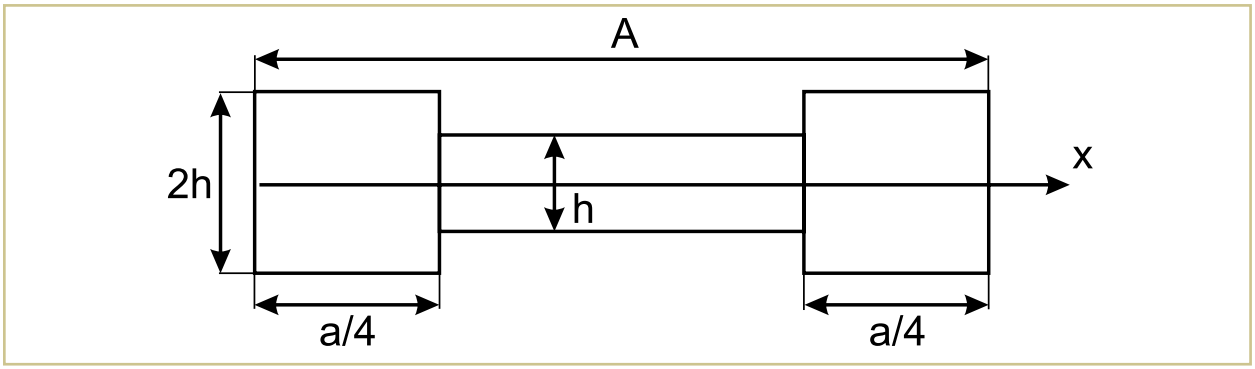


Рис. 2. Поперечное сечение пластины

из пакета Optimization, получим $p_{кр}=p_{min}\approx1{,}978$ Па **при** m=3 **и** n=1**. Форма потери устойчивости характеризуется тремя полуволнами по координате y и одной полуволной по координате x (рис. 3).**

Такой же результат получим, используя критерий $\delta(\Delta Э)=0$**. Представим функцию прогиба в форме:**

$$w(x,y)=\sum_{m=1}^{M}\sum_{n=1}^{N}C_{m,n}\sin\left(\frac{n\pi x}{a}\right)\sin\left(\frac{n\pi y}{b}\right). \qquad (10)$$

Подставим (10) в выражение для изменения полной потенциальной энергии $\Delta Э$**, выполним интегрирование и получим систему уравнений вида (6). При вычислениях учтем уже полученный результат и примем** M=3, N=1.

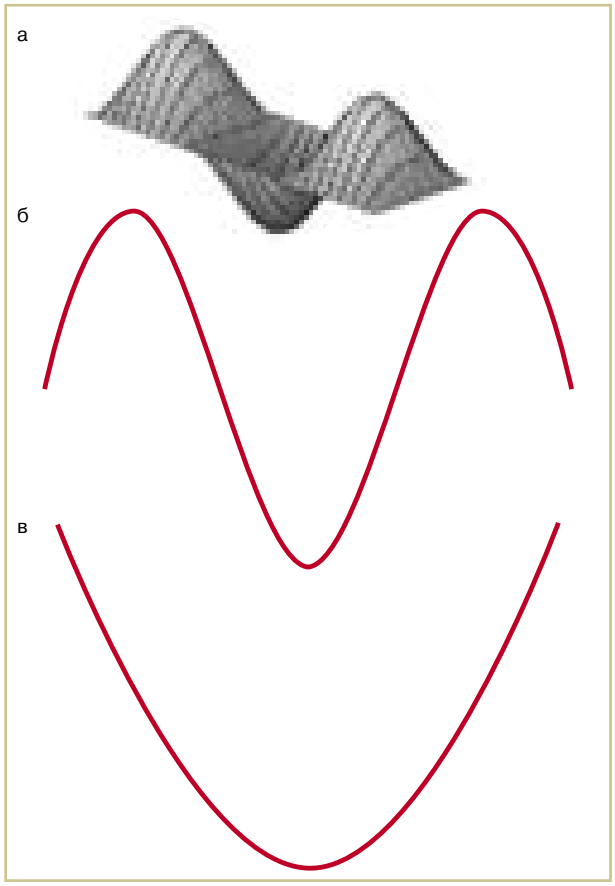


Рис. 3. Форма потери устойчивости: а – деформированная поверхность; б – профиль при x=a/2; в – профиль при y=b/2

Приведем выражение определителя системы типа (6), полученное в Maple

$$\Delta = 3{,}512685005*10^{20}-4{,}250137897*10^{14}p+ +1{,}647066949*10^{8}p^{2}-20{,}02894157\ p^{3}.$$

Его корнями будут:

$$1{,}981*10^{6};\ 2{,}179*10^{6};\ 4{,}062*10^{6}.$$

Видим, что $p_{кр}=p_{min}\approx1{,}981$ Па**, т. е. практически аналогичный результат.**

Для сравнения приведем расчет критической нагрузки гладкой пластины, толщина которой h=6 мм**. Воспользуемся, например, критерием (8). Принимаем прогиб в форме (9). После выполнения интегрирования получим:**

$$p=\frac{D\pi^2(n^2b^2+m^2a^2)^2}{a^4b^2m^2}.$$

Минимизируя эту функцию по m **и** n **в системе Maple с помощью команды**

$$\mathrm{Minimize}\{P,\{m\geq1,n\geq1\}\}$$

из пакета Optimization, получим $p_{кр}=p_{min}\approx0{,}51629$ Па **при** m=3 **и** n=1**, т. е. добавление накладок приводит к существенному увеличению критической нагрузки.**

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты статьи и Maple-программы могут быть использованы для расчета на продольно-поперечный изгиб прямоугольных пластин со ступенчато-переменной толщиной специалистами в области строительной механики, судостроения и судоремонта, гидротехнического строительства и т. п., а также в соответствующих учебных курсах.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Алфутов Н.А. Основы расчета на устойчивость упругих систем. – М.: «Машиностроение», 1978. – 312 с.
2. Барышников С.О. Ремонт корпусов речных судов подкреплением накладными полосами. – Сб.научных трудов, ЛИВТ, 1982, с.178-181.
3. Барышников С.О. Статистические данные по состоянию нефтеналивного флота смешанного и внутреннего плавания. – Сб. трудов, Высокие технологии, фундаментальные и прикладные исследования, образование, т. 2, С-Пб.: «Издательство Политехнического университета», 2007, с. 289-292.
4. Голоскоков Д.П. Расчет прямоугольной пластины ступенчато-переменной толщины в Maple. – Exponenta Pro. Математика в приложениях. Научно-практ. журнал, № 2 (6), 2004, с. 58-64.

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

АВТОРЫ: А.А. СИКАРЕВ, доктор технических наук, профессор; В.В. КАРЕТНИКОВ, кандидат технических наук, доцент

ТЕМА: Современные инфокоммуникационные технологии внутреннего водного транспорта России

В настоящее время на внутренних водных путях (ВВП) Российской Федерации достаточно остро стоит вопрос обеспечения надлежащего уровня безопасности судоходства и эффективности транспортного процесса. Необходимость решения этой комплексной задачи обусловлена, во-первых, ростом интенсивности судоходства на ВВП, во-вторых, перспективой эксплуатации ВВП судами, осуществляющими плавание под флагами иностранных государств. Положительным образом на решение такой задачи может сказаться переход от лоцманского к инструментальному методу плавания. Такой переход может быть осуществлен только при условии внедрения в процесс судоходства на ВВП современных высокоточных систем позиционирования в комбинации с системами отображения электронных навигационных карт и информации (СОЭНКИ), строящихся на сплошных массивах электронных навигационных карт (ЭНК) и пр.

Кроме того, все более возрастает необходимость в обмене информацией между сторонами, связанными с судоходством на ВВП, в частности обмен информацией о безопасности движения, о грузо- и пассажирских потоках. Ее получателями могут выступать не только органы, регулирующие движение судов по ВВП, но и множество коммерческих и некоммерческих организаций, занятых обеспечением нормального функционирования транспортного процесса.

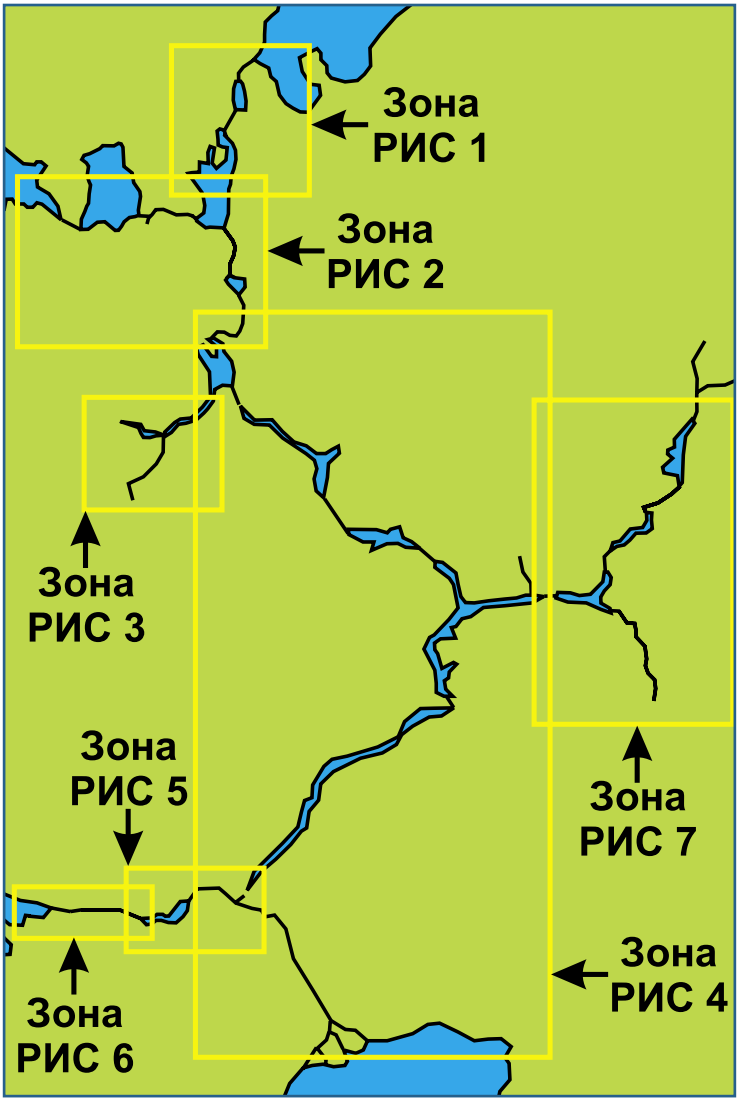
В настоящее время наиболее целесообразным и конструктивным путем решения такой задачи на ВВП представляется внедрение триадно-иерархической инфокоммуникационной технологии управления, получившей название «Корпоративная речная информационная система (КРИС)» (рис. 1).

Отраслевой формой реализации этого класса информационных систем являются организационно-технические образования, получившие название «Речные информационные службы (РИС)» (рис. 2). Структурным ядром последних являются «Автоматизированные системы управления движением судов (АСУ ДС)», которые имеют в своем составе (как об этом свидетельствует опыт таких стран, как США, Канада, Россия, страны Европейского союза и др.) различные информационные системы телекоммуникации и мониторинга, в том числе и автоматизированные информационные системы (АИС). При этом вся структура речной триады КРИС – РИС – АСУ ДС, как правило, бывает погружена в высокоточное радионавигационное поле.

Такое высокоточное радионавигационное поле местоопределения может достаточно успешно формироваться дифференциальными дополнениями глобальных навигационных спутниковых систем второго поколения ГЛОНАСС, GPS. Несомненно, для решения задач высокоточного позиционирования на акваториях ВВП наиболее актуальным будет использование навигационных сигналов, излучаемых космическими аппаратами глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) ГЛОНАСС или объединенной орбитальной группировки типа ГЛОНАСС/GPS.

Реализация дифференциального режима, строящегося на базе навигационных сигналов указанных ГНСС, для обеспечения метровой точности навигационных местоопределений подвижного объекта на ВВП может быть различной. В настоящее время для решения задачи таких определений в мире создано и успешно эксплуатируется три категории дифференциальных дополнений ГНСС: широкозональные (ШДПС), региональные (РДПС) и локальные (ЛДПС). Здесь следует отметить, что ШДПС и РДПС для дистрибьюции

Рис. 1. Корпоративная речная информационная система (РИС)



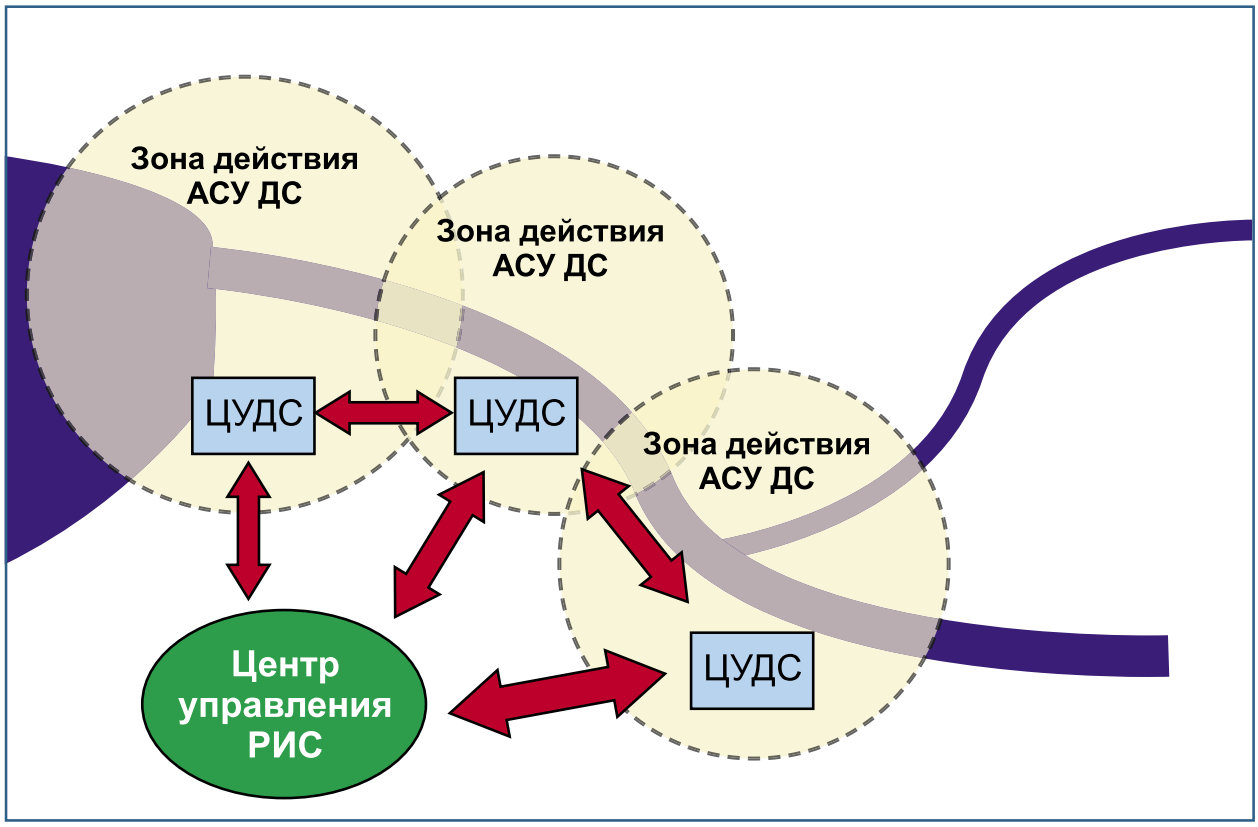
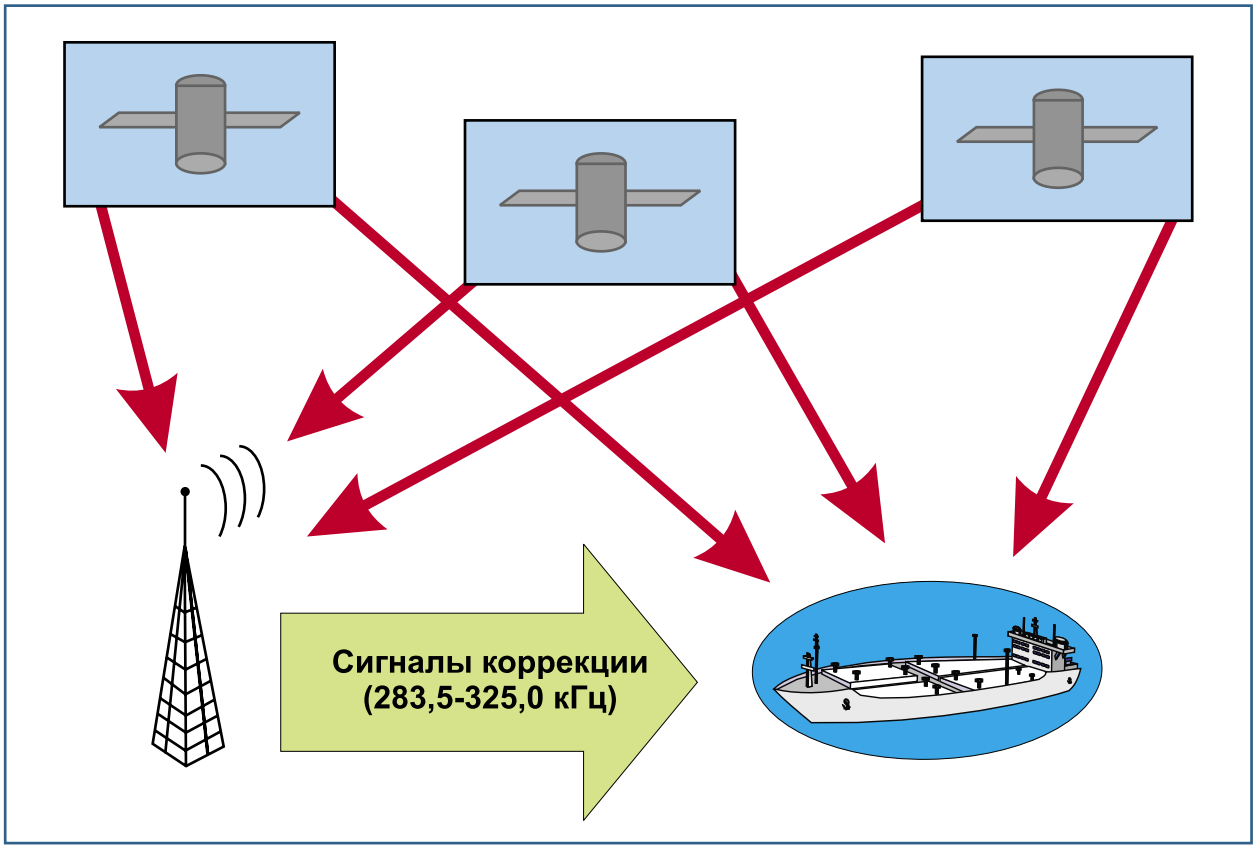


Рис. 2. Речная информационная служба

Рис. 3. Локальная дифференциальная подсистема



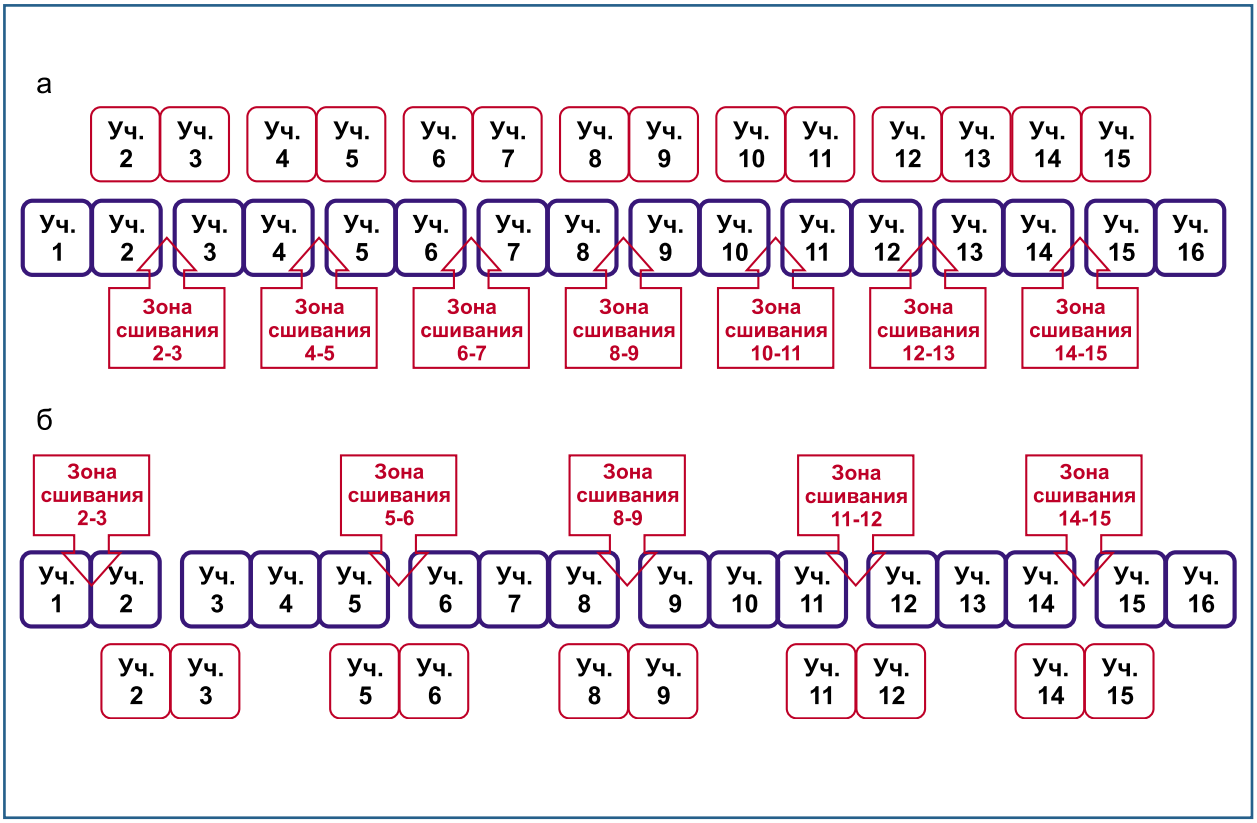


Рис. 4. Сегментация поликомпонентной подстилающей поверхности: а – алгоритм преимущественных двоек; б – алгоритм преимущественных троек

корректирующей информации используют, как правило, геостационарные космические аппараты (КА), поэтому радиус зоны действия ШДПС может достигать 6000 км, а РДПС – 2000 км соответственно. К сожалению, такое решение для формирования высокоточных радионавигационных полей дифференциальной поправки на акваториях ВВП представляется не вполне конструктивным, особенно на акватории Единой глубоководной системы (ЕГС) европейской части России. Более подробно преимущества и недостатки высокоточных сервисов, строящихся на базе ШДПС и РДПС, а также возможность их использования на ВВП рассмотрены в работе [1].

В ЛДПС (рис. 3) для передачи корректирующей информации пользователями системы могут быть использованы различные частотные радиодиапазоны. Например, для обеспечения дифференциальной поправкой многих прибрежных районов морей и океанов, а также ВВП различных государств используется полоса частот, расположенная в верхней части длинноволнового (ДВ) и нижней части коротковолнового (КВ) диапазона 283,5-325,0 кГц. Указанная полоса частот выделена для работы морских радиомаяков, что позволяет успешно использовать ее для передачи дифференциальных поправок в морских и речных ЛДПС.

Радиоволны частотного диапазона, ограниченного снизу частотой 283,5 кГц включительно и соответственно верхней границей 325,0 кГц, способны распространяться поверхностной и пространственной волной. Причем дальность распространения первой может достигать до 1000 км, а пространственная волна при однократном отражении от ионосферы способна покрывать расстояния в несколько тысяч километров [2]. Принимая во внимание тот факт, что корректирующая информация, вырабатываемая контрольно-корректирующей станцией (ККС) ЛДПС, как правило, актуальна в радиусе порядка 500 км от ККС, становится ясно, что этот частотный диапазон достаточно хорошо подходит для трансляции дифференциальных поправок.

При использовании диапазона средних волн (СВ) для передачи корректирующей информации следует иметь в виду, что в данном случае на дальность распространения поверхностных волн значительное влияние оказывает подстилающая поверхность. В случае передачи дифференциальных поправок в СВ-диапазоне на прибрежную акваторию моря задача определения формы зоны действия ККС решается достаточно просто [2]. В таком случае подстилающая поверхность, принимающая участие в распространении радиоволн, в большинстве случаев может быть представлена как однородная или двухкомпонентная. Функцию ослабления для подобной подстилающей поверхности найти достаточно просто, для первого участка это будет нормальная функция ослабления численного расстояния [1, 2], для второго участка можно воспользоваться соотношением:

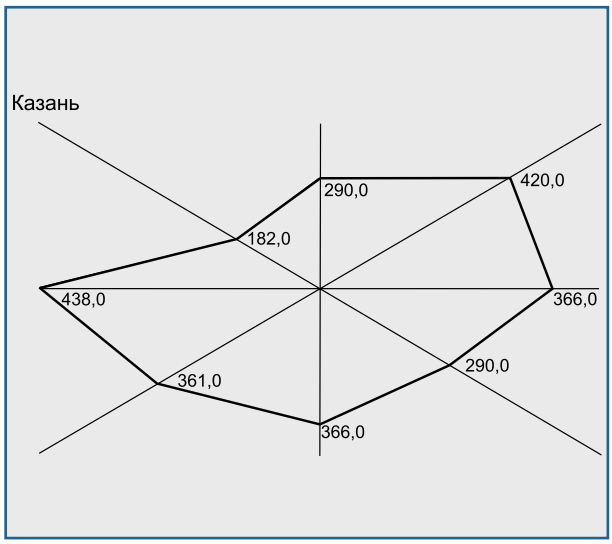
$$\omega_2(D)=y(s_2D)+i\sqrt{\frac{D}{\pi}}\left(\sqrt{s_1}-\sqrt{s_2}\right)\int_0^{x'}\frac{y(s_1x')y(s_2(D-x'))}{\sqrt{x'(D-x')}}\ .$$

В случае определения дальности и формы зоны действия ККС, работающей для нужд внутреннего водного транспорта, приходиться рассматривать подстилающие поверхности, состоящие из нескольких участков. Успешное решение такой задачи может быть получено только при соответствующей аппроксимации поликомпонентной поверхности, причем следует принимать во внимание, что при распространении радиоволны СВ-диапазона над такой поверхностью могут

наблюдаться значительные нелинейные переходы в граничных областях отрезков.

Адекватное решение рассматриваемой задачи может быть найдено при использовании аппроксимационной модели непосредственного определения дальности действия ККС с учетом параметров приемопередающей аппаратуры, базирующейся на теореме $N = \alpha n + \beta m$ с учетом алгоритмов сегментации (рис. 4) и сшивки аппроксимационных сегментов [1]. Указанная аппроксимационная модель также может встречаться в научной литературе под названием модель Каретникова – Сикарева.

Рис. 5. Форма зоны действия речной ККС



При выполнении расчетов дальности действия и формы зоны действия ККС речной ЛДПС при помощи рассматриваемой модели и базы данных свойств проводимости однородных участков поликомпонентной подстилающей поверхности можно получить результат, показанный на рис. 5. В данном случае определена первичная зона уверенного приема [1] ККС при эффективной мощности передающего устройства 400 Вт.

Сопоставление результатов аналитического расчета и данных натурных испытаний вполне удовлетворительное и составляет ±(85÷90)% совпадения.

Такой результат, безусловно, подтверждается научными изысканиями, выполненными кафедрой технических средств судовождения и связи СПГУВК, в соответствии с проводимой научно-исследовательской работой «Испытания–река» в течение нескольких последних лет. Причем результаты такого сопоставительного анализа неоднократно были опубликованы в различных научных периодических изданиях, в том числе и рецензируемых Высшей аттестационной комиссией России.

Комплексное использование указанной модели позволяет определить дальность и форму зоны действия как отдельно взятой ККС, работающей в СВ-диапазоне, так и цепи таких ККС.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:
1. Каретников В.В. Топология дифференциальных полей и дальность действия контрольно-корректирующих станций высокоточного местоопределения на внутренних водных путях /В.В. Каретников, А.А. Сикарев. – С-Пб.: СПГУВК, 2008. – 326 с.
2. Фейнберг, Е. Л. Распространение радиоволн вдоль земной поверхности /Е. Л. Фейнберг. – М.: Наука, 1999. – 495 с.

УЧРЕЖДЕНИЕ: Волжская государственная академия водного транспорта (ВГАВТ)

АВТОР: В.И. МИНЕЕВ, профессор, кандидат технических наук, ректор ВГАВТ

ТЕМА: О необходимости государственной поддержки энергосбережения на транспорте

После охватившего в 70-е годы прошлого века капиталистические страны мира энергетического кризиса было создано Международное энергетическое агентство при организации экономического сотрудничества и развития, а в США – организованы Федеральное управление по энергетике и Администрация по исследованиям и разработкам в области энергетики, поиску альтернативных источников энергии, прогнозированию потребления энергоресурсов и т. д.

Экономия энергоресурсов в ряде развитых стран возведена в ранг национальной стратегии в связи с ростом энергопотребления. Целью энергетической политики является максимально эффективное использование природных топливно-энергетических ресурсов.

В странах Западной Европы серьезное внимание уделяется энергосбережению не только на предприятиях, но и в бытовом секторе. И, стоит отметить, политика правительств этих стран позволила им добиться некоторых успехов в экономии энергоресурсов.

С приватизацией государственной собственности в России кардинально изменилась роль государства в отношении предприятий. Государство перешло от административных методов руководства предприятиями к экономическим, т. е. регулирование взаимоотношений между государством и предприятиями в современных условиях производится с помощью различных видов налогов, пошлин и т. д., размеры которых определяют курс государства на поощрение деятельности предприятий, организаций, определенных отраслей хозяйства или на ограничение их деятельности, не вмешиваясь непосредственно в производственно-хозяйственный процесс.

НЕСОВЕРШЕННАЯ СИСТЕМА НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ

На современном этапе в стране действует громоздкая и несовершенная налоговая система, которая привела к росту бюрократического аппарата налоговых инспекций. К сущест-

венным недостаткам налоговых законов следует отнести слабую проработку отдельных, наиболее важных фундаментальных законов с учетом их долговременного действия, последствий и эффективности.

Так, до перестройки экономических отношений предложения по реформированию какой-либо системы проходили экспериментальную проверку на группе предприятий, затем – на отрасли и только после положительных результатов внедрялись в стране. Подтверждением скороспешности принятия различных налоговых законов служат их частые уточнения, отсутствие в них четких механизмов действия, запретительный характер большинства из них, необоснованно высокие ставки налогов (особенно для транспортных организаций).

Практика показывает, что транспорт платит очень много налогов, которые кроме высокого уровня еще и плохо сбалансированы. Высокие ставки налогов и их количество снижает конкурентоспособность российских судоходных компаний и сдерживает их развитие. Самый сверхвысокий уровень удельного совокупного налогообложения судоходных компаний из 24 стран приходится на российские компании.

Одним из несовершенных действующих налоговых законов в России является налогообложение потребления энергоресурсов, в основе которого лежит жесткое нормирование потребления топлива и смазки на предприятиях транспорта. Такое нормирование расхода топлива связано с необходимостью правильного списания его стоимости на себестоимость продукции. При завышенных нормах списания расходов по топливу на себестоимость продукции предприятия занижается размер налогооблагаемой прибыли, и бюджет лишается части доходов.

Учитывая, что энергоресурсы в себестоимости продукции водного транспорта занимают значительную долю и существенно влияют на ценообразование продукции транспорта, промышленности и сельского хозяйства, государство побуждает предприятия к энергосбережению путем нормирования расхода энергоресурсов, а за сверхнормативное расходование нефтепродуктов непосредственными потребителями предусмотрен налог в размере 20% от стоимости сверхнормативного расхода топлива.

Рассмотренный подход побуждения предприятий к энергосбережению относится к административно-принудительному, а не экономическому. В современных условиях существует возможность присвоения всего сэкономленного топлива или смазки, и в этом случае государство не получает вообще ничего от экономии энергоресурсов на предприятии и подталкивает коллективы к присвоению сэкономленного топлива, к его «разбазариванию». Поэтому требуется несколько иной подход к экономическому побуждению предприятий к энергосбережению.

С целью крупномасштабных действий по энергосбережению в РФ, снижению энергоемкости продукции и пополнения бюджета государства необходимо законодательно заинтересовать в этом непосредственно предприятия, трудовые коллективы.

До реформирования экономики в стране существовала система стимулирования предприятий и работников за экономию энергоресурсов, за снижение себестоимости перевозок или продукции. Так, за снижение показателя себестоимости перевозок или продукции судоходной компании (судостроительному, судоремонтному заводу или порту) начислялся фонд материального поощрения для премирования работников.

Экипажам транспортных судов за экономию топлива начислялся фонд материального поощрения в размере 35% от стоимости сэкономленного дизельного топлива, который распределялся среди работников плавсостава в соответствии с положением о премировании работников за экономию топлива. Все это в сочетании с четким нормированием и планированием способствовало снижению затрат на перевозку грузов водным транспортом.

С изменением экономических отношений в стране вопросы энергосбережения стали еще более актуальными в связи с ростом энергопотребления и цен на энергоносители. Поэтому целесообразно оставить существующий порядок списания расходов на топливо и смазку на себестоимость перевозок в объеме существующих технических норм расходования энергоресурсов, направив усилия на обоснованность этих норм с учетом реального использования мощности судовых силовых установок.

При современном методическом подходе к формированию прибыли предприятия экономия расходов от сбережения энергоресурсов против норм увеличивает размер налогооблагаемой прибыли. При использовании чистой прибыли для премирования работников за экономию топлива им остается менее половины стоимости сэкономленного топлива.

В то же время существуют легко доступные условия присвоения всей экономии топлива работниками флота, то есть возможность получить не 46% от стоимости сэкономленного топлива – а все 100%, поскольку топливо можно отнести к «жидкой» валюте, которую можно использовать для расчетов как между предприятиями, так и между физическими лицами.

Таким образом, для стимулирования энергосбережения на транспорте и заинтересованности руководителей в росте размера чистой прибыли государству необходимо изменить методический подход к формированию чистой прибыли в судоходных компаниях, а именно: разрешить руководителям судоходных компаний направлять всю или оставшуюся после премирования часть экономии от снижения расходов энергоресурсов против установленных технических норм непосредственно в чистую прибыль предприятия.

Казалось бы, что от такого изменения порядка формирования чистой прибыли предприятий государство теряет в виде налогов 20% стоимости сэкономленного топлива или смазочных материалов. В действительности же государство в этом случае будет получать в виде налогов от стоимости сэкономленных энергоресурсов не «0», как сегодня, а свыше 42% (ЕСН + подоходный налог) сэкономленных энергоресур-

Соотношение цены различных видов газомоторного топлива, дизельного топлива и бензина

	КПГ*	СУГ**	Дизельное топливо	А-92/93
Соотношение цен, разы	1	18	2,5	2,6

* КПГ – компримированный природный газ.
** СУГ – сжиженный углеводородный газ (пропан – бутановая смесь).

сов при премировании работников. Это позволяет вывести из тени часть доходов предприятий.

Другим, более важным направлением в сбережении энергоресурсов является побуждение экономическими методами предприятий к внедрению новой, менее энергозатратной техники и оборудования. Очевидно, что обновление технических средств транспорта, их модернизация должны быть экономически выгодны предприятию. Причем не только из-за влияния экономии энергоресурсов на снижение себестоимости и повышение конкурентоспособности, но и по причине роста чистой прибыли на величину снижения расхода топлива против установленных норм для аналогичных эксплуатирующихся судов или оборудования с целью быстрейшей их окупаемости.

При существующем положении по налогообложению государством экономически не поощряется внедрение более экономичной техники, так как списание судового топлива производится по установленным новым нормативам для соответствующих новых технических средств. Отнесение же всей экономии энергоресурсов по новой технике по сравнению с эксплуатирующейся в чистую прибыль способствовало бы быстрейшей ее окупаемости.

Внесение в закон указанного изменения формирования чистой прибыли – это всего лишь небольшой шаг к энергосбережению на предприятиях.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Одним из направлений экономии расходов на энергоресурсы на транспорте является использование более дешевых видов топлива, например газа. Об использовании различного рода газа на водном и железнодорожном транспорте принимались решения Правительства СССР и России, но сдвигов или широкомасштабных экспериментов по использованию газа на транспорте пока нет.

Однако в мире около 10 млн. автомашин работает на природном газе, цена на который в 2,5 раза ниже дизельного топлива (табл.).

Вместе с тем в большинстве стран действуют методы экономического стимулирования: снижение или отмена некоторых налогов, сборов, пошлин, субсидирования затрат на переоборудование машин ... В Перу, например, на метан перевели локомотив междугородного железнодорожного сообщения, и в результате стоимость проезда снизилась в 2 раза.

Новый методический подход к формированию прибыли транспортных предприятий будет стимулировать их руководителей приобретать более экономичную технику, перестроит психологию людей в отношении экономии энергоресурсов. Аналогично чистая прибыль предприятия должна увеличиться при использовании предприятиями более дешевых и доступных (по сравнению с традиционными) энергоносителей. Очевидно, что сроки зачисления экономии от использования предприятиями более дешевых энергоносителей в чистую прибыль должны зависеть от сроков службы нового оборудования, его стоимости и эффективности.

Стимулирование судоходных компаний, предприятий к применению более экономичной техники и оборудования, более современных энергосберегающих технологий позволило бы более рационально использовать национальные запасы энергоресурсов, продвигать продукцию российских предприятий на западный рынок.

Снижение энергозатрат на транспорте и экономия финансовых ресурсов способствует не только улучшению экономического положения судоходных компаний, жизненного уровня работников, но и улучшению экологической обстановки.

Энергозатраты и экология практически взаимосвязаны. Однако государство должно поддерживать наиболее чистые виды транспорта, использование которых позволяет резко улучшить экологическую обстановку, например водный транспорт. Среди других видов транспорта страны именно речной существенно отличается своей экологической чистотой. В соответствии с методологией ЕЭК ООН, наибольший ущерб от выбросов загрязняющих веществ в атмосферу наносится автомобильным и железнодорожным видами транспорта, речной – в разы чище. Следовательно, государство должно стимулировать перевозки грузов и пассажиров преимущественно речным транспортом.

Важным направлением стимулирования предприятий за внедрение новой техники (в первую очередь, транспортных судов) является снижение налога на имущество, который за годы перестройки увеличен с 0,1 до 2,2%, то есть в 22 раза. Такой размер налога на имущество существенно тормозит ускорение технического процесса, снижает эффективность перевозок грузов новыми судами, по сравнению с изношенным сегодня грузовым флотом. Налог на имущество начисляется наравне с предприятиями, чьи основные фонды приносят доход круглый год. Такой подход Минфина России к предприятиям внутреннего водного транспорта экономически не обоснован и не правомерен. Таким образом, налог на имущество является основным препятствием для обновления основных фондов предприятий водного транспорта, он не учитывает особенности работы отдельных отраслей народного хозяйства, не способствует энергосбережению.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Аветикян М.Л. // Высокие технологии транспортного процесса. ж. Железнодорожный транспорт, 2001, № 11, с. 73-77.
2. Андрианов В. // Конкурентоспособность России в мировой экономике. – М.: ж. «Мировая экономика и международные отношения», 2000 г., № 3, с. 47-48.
3. Астапов К. // Реформирование топливно-энергетического комплекса / Экономист, – М.: 2004, № 2, с. 21.
4. Белый О. // «Проблемы развития транспортной отрасли». Морской флот, 2001 г., № 1, с. 9-10.
5. Веселов Г.В., Минеев В.И. Расчет расходов по содержанию судна и эффективности инвестиций в транспортный флот в зависимости от условий перевозок // Метод. ук. – Н. Новгород – ВГАВТ – 2006 – 36 с.
6. Воловик Е. // Транспорт и проблема национальной экономики. Экономист. 2002 г., № 10, с. 32-37.
7. Ефремов Н.А., Воронцов В.М. // Международный транспортный коридор VII: современное состояние и перспективы. ЦБНТИ РТ. Наука и техника на речном транспорте. М., 2002 г., № 4, с. 1-7.
8. Иванов Н. Глобализация и проблемы оптимальной стратегии развития // Мировая экономика и международные отношения, 2002, – № 3, с. 12-19.
9. Измайлов Ч. // Транспортные коридоры России. ж. Морские порты. М., 2003, с. 22.
10. Кацман Ф.М., Королева Е.А. // Международные транспортные коридоры. Отдельные проблемы и пути их решения. – С-Пб: СП ГУВК – 2003, с. 43.
11. Минеев В.И. // Критерии оценки и пути снижения энергозатрат на транспорте. – Н. Новгород – Вестник ВГАВТ – вып. 17, – 2006, – 0,5 п.л.
12. Королева Е.А. // Транспортные коридоры как фактор глобализации экономики. С.-Пб, изд. СП ГУВК, 2000, 206 с.
13. Пронин Е. Развитие газомоторного рынка России // Транспорт Российской Федерации. – 2006 – № 4-с.31.

УЧРЕЖДЕНИЕ: Волжская государственная академия водного транспорта (ВГАВТ)

АВТОР: А.Ю. ПЛАТОВ, кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление транспортом»

ТЕМА: Методология оперативного планирования работы речного грузового флота в рыночных условиях

Оперативное управление работой флота представляет собой завершающую стадию управления перевозочным процессом и имеет главной своей задачей согласование деятельности всех подразделений речного транспорта. Важнейшей частью оперативного управления является оперативное планирование, отличительным признаком которого является планирование работы конкретных судов при учете фактической эксплуатационной обстановки.

Существующая методология планирования работы флота выработана в условиях плановой экономики, особенностью которой является наличие государственного плана перевозок, обязательного для всех предприятий речного транспорта. Единый план перевозок создавал предпосылку для существования согласованно работающей транспортной системы. Поэтому главная задача, которая стояла перед системой планирования работы флота, сводилась к согласованию работы элементов транспортной системы. Ее решение разделялось на ряд меньших подзадач, что выражалось в существовании четырехуровневой схемы планирования, состоящей из навигационного, месячного и оперативного планирования, а также диспетчерского регулирования.

При переходе к рыночной экономике значительно изменились как экономические условия, так и организационные возможности судоходных предприятий. В силу этого многие вопросы планирования, бывшие ранее весьма актуальными, в настоящий момент стали не столь важными либо вообще потеряли свое значение. И наоборот, появились новые обстоятельства, слабо учитываемые в прежней системе планирования.

В настоящее время все транспортные предприятия осуществляют планирование перевозок грузов на основании прямых договоров с грузовладельцами. При этом за конкретными грузопотоками могут закрепляться отдельные группы судов и даже конкретные суда на условиях различных форм аренды со стороны фрахтователя. Это означает, с одной стороны, снижение роли навигационного и месячного планирования, а с другой стороны, повышение важности календарного планирования.

Несмотря на то что навигационное и месячное планирование лишились своей прежней значимости, определяющая роль оперативного планирования не нашла своего выражения в существующих концепциях. Оперативное планирование методологически до сих пор рассматривается как подчиненное навигационному, несмотря на то что задачи, ранее возлагаемые на последнее, в настоящее время приходится решать неоднократно в течение навигации.

Другая проблема четырехуровневой схемы планирования состоит в том, что фиксированный, например месячный или декадный, цикл планирования «навязывает» разделение времени перевозок на периоды, длительность которых не имеет никакого отношения к событиям в течение перевозочного процесса. При объемных и относительно стабильных в плановой экономике перевозках это обстоятельство могло не приводить к существенным проблемам. Однако в рыночных условиях схема с фиксированным циклом оказывается малопригодной. Поэтому в настоящее время на судоходных предприятиях отошли от разработки навигационных и месячных планов в их прежнем понимании, тем самым давая фактическое обоснование необходимости изменения методологии планирования.

Недостатки фиксированного цикла планирования предполагалось преодолеть с помощью непрерывной схемы планирования, которая для морского флота начала разрабатываться в 1970-х годах в работах Л.М. Гаськова и В.Д. Левого, а для речного – в 1980-х в работах А.С. Бутова и В.И. Кожухаря. Однако, несмотря на существенную проработку вопросов непрерывного планирования, его методология не была доведена до логического завершения. В частности, осталась нерешенной проблема создания единой методической основы непрерывного планирования.

В качестве такой основы в работах А.С. Бутова предлагалось использовать имитационную модель (ИМ) работы флота. Однако использованию ИМ для оперативного планирования препятствует зависимость ИМ от исходных данных. Из-за этого изменения в параметрах перевозочного процесса требуют изменения алгоритма ИМ, что практически исключает возможность внедрения имитации на уровне оперативного управления.

Распад централизованной системы управления речными перевозками резко снизил возможности совершенствования транспортного процесса за счет согласования работы флота и портов, что сказалось на производительности работы флота. Отсутствие централизации управления речными перевозками обусловливает необходимость поиска внутренних резервов для повышения конкурентоспособности судоходных предприятий.

Особую значимость в современных условиях приобретает вопрос энергоэффективности. Действительно, если в 1980-е годы доля расходов на топливо в общих расходах отечественного речного транспорта составляла 13-14%, то в настоящее время эта величина может достигать 60%. Таким образом, с одной стороны, постоянный рост цен на энергоносители обусловливает постоянный рост эксплуатационных затрат, а с другой стороны, доля «топливных» затрат стала самой значительной по сравнению со всеми остальными видами затрат.

Значительный внутренний резерв для повышения энергоэффективности заложен в управлении ходовой операцией. Однако техническое нормирование расхода топлива до сих пор рассматривается как самостоятельный процесс, который хотя и может представляться как этап процесса планирования, но методологически осуществляется независимо

от последнего. Это означает, что наиболее значимая статья затрат оказывается, по сути, вне процесса планирования, так как она не управляется, не оптимизируется и не оказывает влияния на принятие решений.

Отсутствие параметров для управления «топливными» затратами в методологии планирования следует считать ее серьезным недостатком, так как это управление может иметь значительный эффект.

Таким образом, отсутствие централизованного планирования и соответственное возрастание непредсказуемости протекания перевозочного процесса, с одной стороны, а также преобладающее значение затрат на топливо при отсутствии механизмов управления этими затратами, с другой стороны, свидетельствуют о насущной потребности изменения методологии оперативного планирования работы речного флота.

На основе анализа экономических условий и потребностей судоходных предприятий можно сформулировать следующие принципы системы оперативного планирования работой речного грузового флота, отвечающей этим условиям и потребностям.

Первый принцип состоит в том, что оперативное планирование осуществляется в форме календарного графика работы флота персонально по каждому судну.

Второй принцип означает, что метод расчета оперативного календарного плана (ОКП) работы флота не зависит от горизонта планирования. Иначе говоря, для планирования используется только одна методическая основа (динамическая модель работы флота), что обеспечивает преодоление «разрыва методик», характерного для многоуровневой схемы планирования.

Третий принцип состоит в том, что обновление ОКП осуществляется при любом значительном изменении эксплуатационной обстановки по сравнению с прогнозной. Иными словами, отсутствует фиксированный период (декада или месяц), по истечении которого следует разрабатывать новый план.

Четвертый принцип заключается в разработке ОКП для произвольного горизонта планирования, как правило, до конца навигации или до позднего срока договора на перевозку. Разумеется, ОКП, составленный, например, на несколько месяцев вперед, в общем случае не будет выполнен, из чего следует необходимость третьего принципа.

Пятый принцип состоит в том, что разработка плана осуществляется на основе оптимального нормирования ходовых операций оборотов персонально по каждому из судов. При составлении ОКП на основе текущей и прогнозной эксплуатационной обстановки должна проводиться оптимизация времени каждого оборота судна за счет управления ходовым временем.

Первые два принципа составляют сущность старой концепции непрерывной схемы планирования. Третий принцип нацелен на то, чтобы в процессе планирования максимальным образом учесть быстроизменяющуюся обстановку. Четвертый принцип означает, что задачи по планированию работы флота, ранее решаемые при разработке графика движения и техплана, должны рассматриваться в рамках разработки оперативного плана. Пятый принцип означает объединение процессов оперативного планирования, технического нормирования ходовой операции, а также регулирования (в той части, которая касается принятия решений) в единый процесс планирования. Процесс оперативного планирования, соответствующий сформулированным выше принципам, может быть кратко описан следующим образом [1].

На основании текущей дислокации определяется прогноз прибытия судов в пункты погрузки (выгрузки). На основе некоторого критерия определяется так называемая зона прогноза, которая образуется судами, для которых будет приниматься решение о новом назначении. Этим критерием может быть достоверность прогноза (отсутствие ожиданий на оставшемся пути) или произвольно принятый горизонт планирования (декада, неделя). Для выбранных судов определяется следующий пункт, норма ходового времени и оптимальный режим движения, исходя из приоритета отправления груза, известной загруженности причалов и т. д. С помощью ИМ работы флота осуществляется прогноз дислокации вплоть до входа нового судна в зону прогноза, после чего вычисления повторяются по той же схеме до тех пор, пока не будет достигнут заданный горизонт планирования. Сформированная таким образом информация о прогнозных прибытиях и отправлениях судов, а также соответствующих нормах ходового времени и режимах движения используется для обоснования ОКП. При значительном отклонении фактической дислокации от прогнозной происходит полный пересчет ОКП. В начале расчета, а также при любых изменениях корреспонденции перевозок решается задача об оптимальном назначении судов на участки работы с оптимизацией ходового времени [2].

Существенным отличием описанной процедуры расчета ОКП от существующих процедур календарного декадного и месячного планирования является, во-первых, оптимизация плана за счет управления скоростями движения судов, во-вторых, определение всех плановых параметров с помощью ИМ. Для реализации описанной процедуры методология оперативного планирования должна включать в свой состав следующие методы.

Во-первых, должен быть метод расчета винтовых и ограничительных характеристик пропульсивного комплекса (МРХ), позволяющий с достаточной степенью точности рассчитывать упомянутые характеристики грузовых судов с учетом их технического состояния, а также путевых условий.

Во-вторых, требуется метод оптимального нормирования (МОН) ходовой операции, который будет основой для оптимизации режима движения, а также для прогнозирования прибытия судов. Очевидно, что необходимой составляющей МОН является МРХ.

В-третьих, требуется разработка автоматизированной имитационной модели работы флота (АИМ), не требующей алгоритмической перестройки при изменении параметров перевозочного процесса. Данная модель будет использоваться как единая методологическая основа для расчета календарного плана работы флота.

В период с 1998 по 2008 год автором последовательно были созданы перечисленные методы. МРХ был создан в 1998 году, внедрен на нескольких судоходных предприятиях и находится в эксплуатации до настоящего времени [3]. МОН прошел практическую проверку при разработке АРМ рейсового планирования и нормирования, созданных для

АО «Волготанкер» в 1998 году, для АО «Волжское пароходство» в 2001 году [4], а также при разработке норм времени следования и расхода топлива в 2003 году по заказу АО «Волготанкер». АИМ была создана автором в ходе выполнения технического проекта автоматизированной системы непрерывного планирования для АО «Волготанкер», принятого к внедрению в 2004 году. [5].

Внедрение описанной методологии оперативного планирования может иметь значительный эффект, достигаемый во многом за счет реализации пятого принципа. Он позволяет добиться более глубокой оптимизации ОКП, причем можно различать оптимизацию плана на нескольких уровнях.

На первом уровне при заданном времени движения определяется такой режим движения, при котором расход топлива главными двигателями будет минимальным. Оптимизация первого уровня специфична для речного транспорта, так как сводится к оптимальному распределению общего времени движения на участках с различными путевыми условиями. На втором уровне производится расчет оптимального общего времени движения, и при этом учитываются также эксплуатационные показатели. На третьем уровне оптимизации решается задача оптимального размещения судов по участкам работы.

Для оценки эффективности внедрения системы оперативного планирования на судоходных предприятиях был произведен ряд расчетов, причем эффект оценивался по величине снижения затрат за счет оптимизации плана работы флота. Расчеты велись для случаев перевозок танкерами проекта № 1577 для круговых рейсов на участках Ярославль – С.-Петербург и Самара – С.-Петербург, а также в прямом рейсе Астрахань – Камское Устье [1].

Для оценки первого уровня оптимизации оптимальные нормы времени следования сравнивались со статистическими, применявшимися в 1994 году. На основании расчетов можно утверждать, что максимальное снижение расхода топлива достигает 14%. Полученная оценка подтверждается фактически. Как следует из результатов внедрения оптимальных норм, рассчитанных автором для АО «Волготанкер» в 2004 году, движение с оптимальными скоростями приводит к экономии топлива в размере 10% от общего расхода. Сегодня для крупных судоходных предприятий это означает экономию в десятки миллионов рублей.

Эффект второго уровня, связанный с выбором оптимального ходового времени, зависит от соотношения между ценами на топливо и ценами на прочие эксплуатационные расходы. При ценах 2009 года, как показано в [1], эффект оптимизации может достигать 8% по величине прямых затрат на рейс.

Как показано в [6], даже в условиях 1970-х годов, для которых характерно большое количество направлений перевозок, теоретический эффект в среднем по флоту составляет 8% по величине себестоимости. В настоящее время выбор при назначении судов практически отсутствует, поэтому эффект от оптимальной расстановки судов в современных экономических условиях будет незначительным.

Таким образом, объединение процессов нормирования ходовой операции и оптимального планирования управления в единый процесс позволяет существенно повысить конкурентоспособность речных перевозок.

Необходимым условием внедрения системы оперативного планирования является его автоматизация. Состояние автоматизации планирования на речном транспорте оставляет желать лучшего. Советский проект АСУ «Речфлот» уже почти 20 лет «мертв», а новые разработки такого уровня даже для крупных судоходных компаний «не по карману».

Однако в настоящее время имеется возможность реализации автоматизированной системы оперативного планирования (АСОП) как распределенного Web-приложения, для которого сеть Интернет будет играть роль коммуникационной системы. Подробная оценка затрат на разработку, внедрение и эксплуатацию АСОП, проведенная в [1], позволяет говорить о зависимости этих затрат от числа судов, имеющихся в судоходной компании.

Если обозначить это число как N, то себестоимость АСОП в ценах 2009 года может быть вычислена по формуле 6100+N*30 тыс. руб. Затраты на эксплуатацию АСОП при этом будут вычисляться как 180+3,6*N тыс. руб.

Из этих оценок легко установить, что при стабильных объемах перевозок для предприятия с 35 судами грузоподъемностью от 2000 до 5000 т АСОП с большим эффектом окупается в первый же год. Предприятие с 10-ю такими же судами окупит свои затраты на АСОП на третий год, а с пятью судами – на пятый год. Если же предприятие имеет менее 3 судов, то АСОП не окупается в пределах срока службы. Из сказанного следует, что внедрение АСОП целесообразно для судоходных предприятий, осуществляющих регулярные перевозки и имеющих более 10 крупных грузовых судов. На других предприятиях целесообразно использовать автоматизированные системы для оптимального рейсового планирования.

Таким образом, доказана целесообразность внедрения описанной методологии оперативного планирования на судоходных предприятиях, осуществляющих речные и смешанные перевозки.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Платов, А.Ю. Методы оперативного планирования работы речного грузового флота в современных условиях / А.Ю. Платов – Н.Новгород: ВГАВТ, 2009. – 155 с.
2. Платов, А.Ю. К проблеме повышения адекватности математических моделей расстановки грузовых судов / А.Ю. Платов // Эксплуатация морского транспорта. – 2009. – № 2. – С. 10-14.
3. Платов, А.Ю. Метод расчета расхода топлива и оптимального движения речных теплоходов / Платов А.Ю. // Наука и техника на речном транспорте / М.: ЦБНТИ МТ РФ, 2003. Спец. вып. – 76 с.
4. Платов, А.Ю. Система автоматизированного расчета норм времени следования и расхода топлива / А.Ю. Платов, Ю.И. Платов, А.Г. Малышкин, С.Г. Смирнов // Наука и техника на речном транспорте / М.: ЦБНТИ Минтранса РФ, 2003. – С. 30 – 34.
5. Платов, А.Ю. Использование имитационного моделирования в системах поддержки принятия решений на речном транспорте/ А.Ю. Платов // Речной транспорт (XXI век). – 2008. – № 6. – С. 80-82.
6. Рыжов, Л. М. Об одном алгоритме расчета плана оптимального использования флота / Л.М. Рыжов, М.Е. Лианский, И.В. Еремина // Труды / ГИИВТ. – Горький, 1973. – Вып. 119, ч. 2. – С. 3-24.

УЧРЕЖДЕНИЕ: Волжская государственная академия водного транспорта (ВГАВТ)

АВТОР: А.Ю. ПЛАТОВ, кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление транспортом»

ТЕМА: Система показателей работы флота для принятия решений на оперативном уровне

Начиная с 1920-х годов многими учеными разрабатывалась и окончательно сложилась в 1970-е годы система эксплуатационных и экономических показателей работы флота, применяемая сегодня на российском речном и морском флоте [1]. Несмотря на долгую практику применения этих показателей, доказавшей пригодность и полезность последних, используемая система показателей имеет ряд недостатков, в числе которых в работе [2] указывалось: отсутствие комплексного показателя, неоднозначность оценивания с помощью некоторых показателей, отсутствие связи с величиной прибыли. На протяжении многих лет на страницах журнала «Речной транспорт» (№ 5'1973, № 9'1976, № 6'1980, № 9'1980, № 1'1981, № 12'1984, № 10'1986) шло обсуждение двух первых недостатков, однако удовлетворительного для всех решения предложено не было. По нашему мнению, это означает, что такого решения в рамках старой системы показателей не существует.

Обсуждение показателей всегда касалось их содержательной стороны: какие именно факторы работы флота учитываются и как именно они друг с другом соотносятся. Формальная сторона при этом не учитывалась. Между тем, по нашему мнению, именно форма показателей является главным препятствием на пути преодоления указанных недостатков.

Действительно, размерность показателя валовой производительности – ткм/тоннаже-сут. Размерность величины себестоимости – руб./ткм. Это исключает однозначное объединение двух данных показателей в один комплексный. Такое объединение в общем случае предполагает применение безразмерных величин. Неоднозначность оценивания, с одной стороны, является следствием сложности самого процесса перевозок. Нелинейный, динамический процесс не может быть адекватно описан рациональными дробями, форму которых имеют все показатели. Поэтому в общем случае эта проблема не может быть преодолена. С другой стороны, неоднозначность оценивания получается из-за отсутствия идеального значения показателя, то есть такого значения, которое достигается в совершенном перевозочном процессе. Из-за этого сравнение некоторых показателей во многих случаях можно проводить лишь «при прочих равных», например валовой производительности при одинаковых пробегах.

Применение обычной системы показателей в оперативном управлении также имеет существенный недостаток формального характера. Действительно, все без исключения показатели являются средними величинами, причем усреднение производится, например, по грузоподъемности (мощности), грузообороту и т. д. Это свойство показателей иногда некорректно обозначается словом «качественный» [1]. При вычислении некоторых показателей (например, показатели нагрузки) производится чисто формальное суммирование физически не аддитивных величин (суммарная мощность). Однако специфика оперативного управления характеризуется тем, что объектами управления являются конкретные суда со своими индивидуальными техническими параметрами в конкретных путевых условиях, а не абстрактный средний тоннаж или средний киловатт на отвлеченном пробеге.

Потребность в использовании комплексного показателя для решения задач регулирования в современных условиях возросла. Одной из причин этого является изменение масштаба цен, произошедшее при переходе на рыночную экономику. Влияние этих изменений на эффективность работы судов можно оценить с помощью оптимизационной модели с целевой функцией

$$c_1 F(t_x) + c_2 t_x \to \min , \qquad (1)$$

при ограничении

$$t_x^{\min} \le t_x \le t_x^{\max} , \qquad (2)$$

где F – расход топлива главными двигателями, кг; c_1 – цена топлива, руб./кг; c_1 – тайм-чартерный эквивалент, руб./ч; t_x – продолжительность ходовой операции, ч; $t_x^{\min}$ и $t_x^{\max}$ – минимальная и максимальная продолжительность ходовой операции, определяемая по ограничительным характеристикам пропульсивного комплекса, ч.

Автором в [3] было получено аналитическое решение этой задачи, которое при условии постоянства путевых условий, а также в пределах участка водного пути имеет вид:

$$t_x = t_x^{\min} \sqrt[3]{2\frac{c_1}{c_2}G} , \qquad (3)$$

где G – массовый часовой расход топлива главными двигателями при скорости движения судна, соответствующей времени $t_x^{\min}$, кг/ч.

Из аналитического решения видно, что увеличение цены топлива требует снижения технической скорости судна. При этом, в общем случае, для повышения производительности скорость требуется увеличивать. Из (3) можно видеть, что при

$$\sigma_G = \frac{c_2}{2c_1} < G \qquad (4)$$

оптимальная с точки зрения эксплуатационных затрат скорость будет меньше максимальной скорости, которую может развить судно.

Заметим, что часовой расход топлива G для нового судна проекта № 1577 на глубокой воде составляет 280 кг/ч. В 2000 году цена топлива составляла 200 долл. за тонну, а тайм-чартерный эквивалент для танкеров равнялся 1300 долл. в сутки. Для этих данных σ_G равнялась примерно 135 кг/ч. При ценах 2009 года величина σ_G равна 78 кг/ч. По данным [4], доля расходов на топливо в 1970 году составляла 21,4% от прямых расходов, а по данным [5], – в 1980 году эта доля составляла 10,5%. Отсюда можно получить, что величина σ_G в 70-е годы равнялась примерно 514 кг/ч, а в 80-е – 1193 кг/ч.

Таким образом, в 70-е или 80-е годы в условиях экономики СССР критерий минимума прямых затрат и критерий максимума валовой производительности на уровне оперативного регулирования оказывались вполне согласованными друг с другом. При современных ценах на топливо эти критерии различаются, что приводит к необходимости решать многокритериальные задачи, которые предполагают различные свертки критериев в один комплексный.

Свертку критериев можно рассматривать также как путь взаимной увязки эксплуатационных показателей и величины прибыли. При этом учет прибыли имеет смысл проводить только по величине прямых затрат, так как на оперативном уровне доходы не являются управляемой величиной.

Исходя из высказанных выше соображений, можно предложить иную систему показателей работы флота, ориентированную на использование в автоматизированных системах оперативного планирования и регулирования. В этой системе всего три показателя, характеризующих главные стороны перевозочного процесса: производительность, надежность и экономичность. Такой подход полностью согласуется с принятой в теории и практике современной логистики концепцией ключевых показателей эффективности [6]. Можно также заметить, что показатели надежности не входили в прежнюю систему показателей.

Для построения показателя производительности заметим, что показатель валовой производительности работы флота, измеряемый в ткм/тоннаже-сут, после приведения исходных данных к единой размерности будет иметь размерность скорости. Следовательно, безразмерным аналогом меры валовой производительности может служить отношение путевой скорости судна в рейсе к максимальной путевой скорости. В терминах продолжительности операций показатель производительности будет иметь вид:

$$w_1 = \frac{t_x^{\min} + t_{гр} + t_{всп}}{t_x + t_{гр} + t_{всп} + t_{ож}}, \qquad (5)$$

где $t_{гр}$ – продолжительность грузовых операций, ч; $t_{всп}$ – продолжительность вспомогательных операций, ч; $t_{ож}$ – продолжительность простоев и ожиданий, ч.

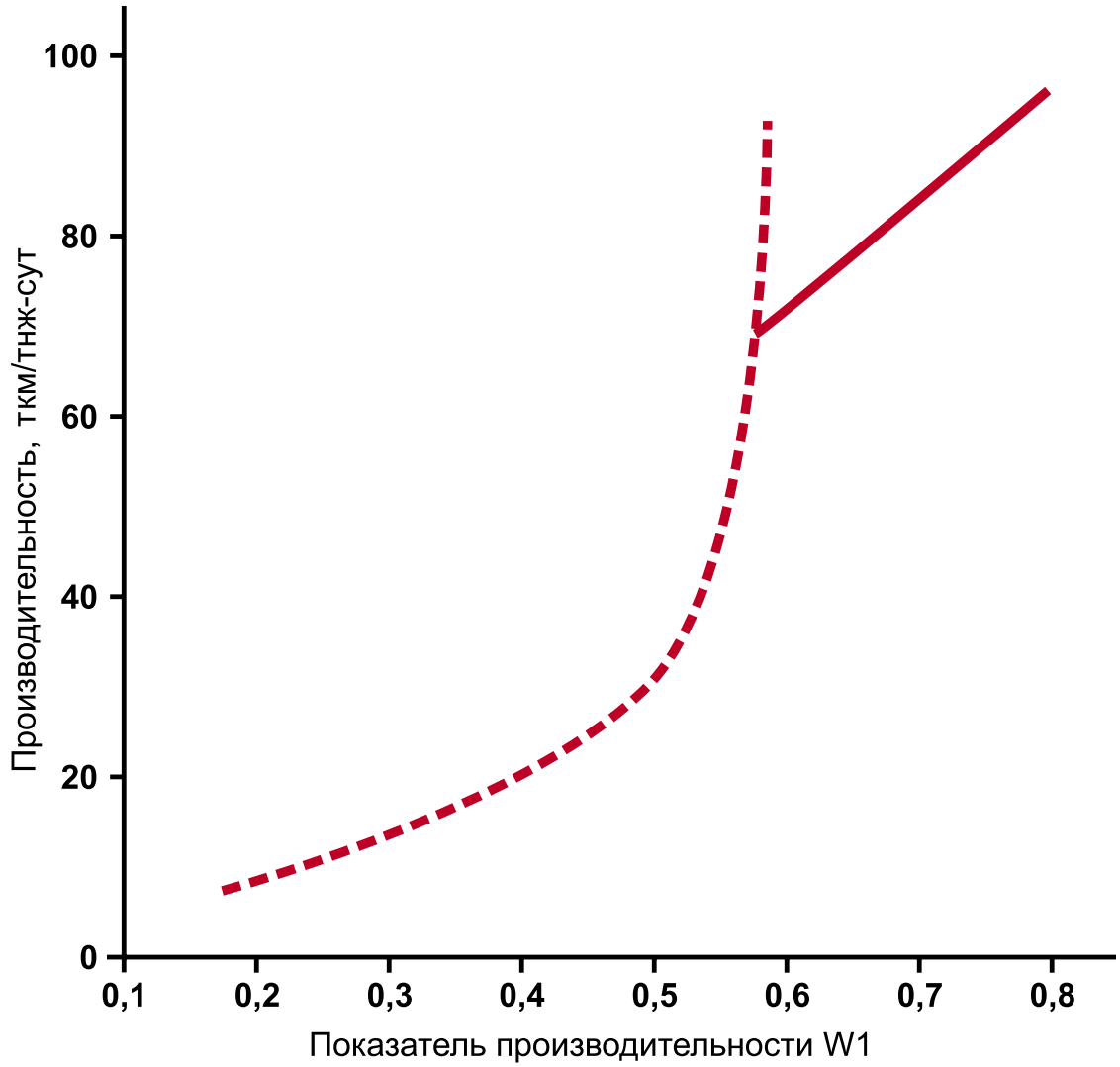


Рис. Зависимость валовой производительности и показателя w_1 при изменении ходового времени (сплошная линия) и периода отправления (пунктирная линия)

Показатель надежности рейса может иметь вид:

$$w_2 = \frac{1}{1+D(t_{дог})/t_{дог}}, \quad (6)$$

где $t_{дог}$ – договорное время перевозки, ч; а время опоздания D определяется по выражению, ч:

$$D(t_{дог}) = \begin{cases} t_р - t_{дог}, & t > t_{дог}; \\ 0, & t \le t_{дог}, \end{cases} \quad (7)$$

где $t_р = t_х + t_{гр} + t_{всп} + t_{ож}$ – продолжительность рейса, ч.

Показатель экономичности можно рассчитать по выражению:

$$w_3 = \frac{Э_{min}}{Э}, \quad (8)$$

где $Э_{min}$ – минимально возможная величина эксплуатационных расходов, руб.; Э – плановая величина эксплуатационных расходов, руб. Величина $Э_{min}$ вычисляется на основании решения задачи (1)-(2).

Несложно показать, что все эти показатели имеют одну и ту же форму, которая может быть выражена как

$$w = \frac{K}{K+\Delta}, \quad (9)$$

где K – константа, независимая от управления на оперативном уровне; Δ – величина, которая в «идеале» должна быть равна нулю.

Таким образом, все показатели (5), (6) и (8) безразмерны, имеют одну и ту же форму и меняются в пределах от 0 до 1, причем 1 соответствует совершенному рейсу. На этом основании они легко могут быть свернуты в единый критерий одним из трех следующих известных способов:

$$w = л_1 w_1 + л_2 w_2 + л_3 w_3, \; w = \min л_i w_i, \; w = \max л_i w_i, \quad (10)$$

где $л_i$ – положительные весовые коэффициенты, в сумме равные единице и задаваемые лицом, принимающим решения. Единая форма показателей обеспечивает их «равновесность», то есть при равных $л_i$ вклад каждого показателя в едином критерии будет одинаковый.

Установив формальную корректность выражений (5), (6) и (8), рассмотрим теперь содержательную сторону полученных показателей.

Нетрудно видеть, что в формуле (5) показатель производительности практически совпадает с фундаментальным для логистики показателем степени непрерывности, равным отношению времени основных и вспомогательных операций процесса к общему времени процесса и называемым efficiency of supply chain **в англоязычной литературе [6] или** Flussgrad **– в немецкой [7]. Для оценки связи показателя производительности с величиной валовой производительности были проведены расчеты для перевозок, которые осуществляются на направлении Самара – С.-Петербург судном регистровой грузоподъемностью 5000 т. Базовые параметры перевозок следующие.**

Эксплуатационный период принят равным 200 сут., стоимость топлива – 23 тыс. руб. за тонну, объем перевозок – 500 тыс. т, период отправления – 180 сут., суммарное время шлюзования – 64 часа, тайм-чартерный эквивалент – 100 тыс. руб. в сут., время грузовых работ принято 200 ч при погрузке и 160 ч при выгрузке, а время ожидания грузовых работ считается упрощенно по формуле А.Хинчина при вариации, равной 0,3 для погрузки и 0,4 – для выгрузки. Фиксируя базовые параметры перевозок, кроме одного, выбранного для исследования, можно получить зависимость показателей при изменении выбранного параметра.

Из рис. можно видеть, что показатель w_1 и показатель валовой производительности связаны функциональной положительной связью, в общем случае нелинейной. Иначе говоря, рост одного показателя означает однозначный рост другого.

Чтобы установить смысл показателя надежности, предположим, что D намного меньше, чем $t_{дог}$. Тогда, раскладывая в ряд выражение (6), получим:

$$w_2 \approx 1 - D(t_{дог})/t_{дог}. \quad (11)$$

Это выражение совпадает с логистическим показателем β-своевременности, оценивающего в статистическом случае среднюю долю времени поставок, которые были произведены без опозданий. Величина $1 - w_2$ также при допущении малости D будет прямо пропорциональна штрафу за опоздание, если по договору судоходное предприятие платит грузовладельцу штраф за несвоевременную подачу судна под погрузку.

Из выражения (8) легко видно, что показатель w_3 и показатель прямых затрат связаны функциональной отрицательной связью – эти показатели обратно пропорциональны. Иначе говоря, рост одного показателя означает однозначное уменьшение другого.

Таким образом, можно утверждать о корректности новых показателей также и с содержательной стороны.

Можно видеть, что формулы (5), (6) и (8) выражают оценку одного только оборота. Если требуется оценка нескольких оборотов (работы флота за период), то это может быть сделано по принципу:

$$w = \frac{\sum K}{\sum K + \sum \Delta}, \quad (12)$$

где знак суммирования означает сумму величин K и Δ по всем оцениваемым оборотам. При этом суммы в формуле (12) – это суммы физически аддитивных величин: времени рейса, затрат, времени опоздания.

Построенная система показателей предназначена в первую очередь для автоматизированного расчета календарных планов при оперативном планировании [8], так как ручные вычисления по формулам (5), (6) и (8) невозможны из-за необходимости определять время t_x^{min} и решать задачу (1)-(2) по методам, описанным в [3].

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Гаринов, К.А. Планирование и анализ работы флота / К.А. Гаринов. – М.: Транспорт, 1979. – 144 с.
2. Гаринов, К.А. Вопросы планирования, технологии и анализа работы речного флота / К.А. Гаринов // Труды / ЦНИИЭВТ. – М., 1971. Вып. 83. – 157 с.
3. Платов, А.Ю. Метод расчета расхода топлива и оптимального движения речных теплоходов / Платов А.Ю. // Наука и техника на речном транспорте / М.: ЦБНТИ МТ РФ, 2003. Спец. вып. – 76 с.
4. Бланк, Ш.П. Экономика внутреннего водного транспорта / Ш.П. Бланк, А.А. Митаишвили. – М.: Транспорт, 1972. – 488 с.
5. Экономический справочник работника морского транспорта / Под ред. В.П. Грузинова. – М.: Транспорт, 1984. – 348 с.
6. Christopher, M. Logistics and Supply Chain Management. Creating Value-Adding Networks / M. Christopher. Financial Time Prentice Hall, 2004.
7. Handbuch Logistik / Hrsg: D. Arnold. Berlin, 2004.

УЧРЕЖДЕНИЕ: Новосибирская государственная академия водного транспорта (НГАВТ)

АВТОРЫ: О.В. ЩЕРБАКОВА, старший преподаватель; М.К. РОМАНЧЕНКО, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «ТММиДМ», заслуженный рационализатор РФ

ТЕМА: Перспективные направления в виброизоляции

Вибрации и удары сопровождают работу многих современных машин и механизмов, снижая их надежность и долговечность. Повышение энерговооруженности существующих транспортных средств, в том числе и судов, приводит к увеличению вибрации не только в машинных отделениях, но и в служебных помещениях. Вибрация нарушает нормальную работу приборов и оборудования, вызывая появление трещин в обшивке, переборках и наборе корпуса судна, а также ухудшает условия обитаемости экипажа и пассажиров.

Проблема снижения вибрации и шума по-прежнему остается актуальной, несмотря на непрекращающуюся борьбу за улучшение вибрационных и акустических характеристик основных источников, которыми на судах являются двигатели, компрессоры, насосы, гребные винты. Тем не менее на 80% судов вибрация превышает установленные нормы [1,2].

Одним из наиболее распространенных методов виброзащиты является метод виброизоляции.

Виброизоляция – это метод виброзащиты, заключающийся в ослаблении связи между источником вибрации и объектом путем размещения между ними виброизолирующего устройства (виброизолятора). При этом уменьшаются динамические воздействия на виброизолируемый объект, но возникают некоторые нежелательные явления, связанные с увеличением статических смещений объекта относительно источника и ростом амплитуд относительных колебаний при низкочастотных воздействиях и ударах. Поэтому применение виброизоляции связано, как правило, с поиском компромиссных решений, удовлетворяющих совокупности требований.

Наибольшее распространение на транспорте, в том числе и на речном, получили резино-металлические и металлические виброизоляторы.

Для характеристики виброизолятора используется три признака: допустимая нагрузка, жесткость в трех направлениях и марка, подразумевающая область применения. Ниже приведены некоторые типы сварных резинометаллических виброизоляторов, часто применяемых для крепления главных двигателей на речных судах. Все представленные виброизоляторы допущены Российским Речным Регистром для нового судостроения и модернизации существующих судов [1].

Виброизолятор АКСС (амортизатор И. И. Клюкина корабельный сварной со страховкой) отличается надежностью и долговечностью, применяется для установки малых двигателей и дизель генераторов, не требует установки отбойников в случае ударов и сотрясений корпуса судна, эффективен для частот выше 30 Гц. Основные недостатки опор – высокая собственная частота установленного оборудования, старение резины, и проседание центральной части, что приводит к повышению жесткости. Также можно отнести к недостаткам АКСС низкую пожаростойкость [1].

Виброизоляторы АКСС-М и АКСС-И, относящиеся к типу виброизоляторов АКСС, различают друг от друга свойствами резины упругого элемента. Виброизоляторы АКСС-И более эффективны в связи с большей эластичностью резины. Они работоспособны при температуре воздуха от минус 5° до плюс 70° в присутствии паров горючесмазочных материалов, а также при возможном попадании на них масла, дизельного топлива, пресной и морской воды. Эти опоры допускают длительную эксплуатацию в вибрационном режиме с частотой до 50 Гц и амплитудой деформирования массива до 0,25 мм.

Иногда для установки дизелей используют опоры с наклонным упругим элементом – виброизоляторы типа АДПН (двухпластинчатые наклонные). Они имеют резкое различие жесткости по осям, удобны при монтаже, не имеют внутренней страховки от перегрузок, предназначены в использовании для частот выше 25 Гц [1].

Наиболее эффективными, в сравнении с двухступенчатыми, являются виброизоляторы с промежуточной массой. Промежуточная масса данного типа виброизоляторов является дополнительным отражателем волн между металлом и резиной (работающей на сжатие и сдвиг).

Наименьшей эффективностью обладают цилиндрические виброизоляторы. Они имеют большую жесткость в радиальном направлении и поэтому применяются, главным образом, в качестве упорных виброизоляторов. У них затрудняется прочное сцепление резины с металлом, поэтому они в максимальной степени подвержены дефекту – отслоению резины от металла [3].

В случаях, когда необходимо обеспечить высокую степень виброизоляции на частотах 3-5 Гц и выше, применяют пневматические виброизоляторы. АПС (амортизатор пневматический «со страховкой») отличается от резинометаллических виброизоляторов наличием воздушной полости для подачи сжатого воздуха. Для поддержания газа в состоянии сжатия может использоваться либо система постоянного расходуемого сжатого воздуха, либо изоляция полости от окружающей среды. Эти виброизоляторы превосходят все вышеперечисленные типы.

Фирмой «Barry» разработаны и изготовлены пневматические амортизаторы серии Stabl-Level. Амортизаторы характеризуются высокой надежностью и устойчивостью (отношение поперечной жесткости к вертикальной равно единице). Амортизаторы этой серии обеспечивают частоты свободных колебаний 3-5 Гц. При отсутствии избыточного давления воздуха в пневмокамере амортизатора обеспечиваемая частота собственных колебаний составляет 10 Гц. При этом амортизаторы остаются работоспособными в течение длительного времени.

Одним из многих вариантов низкочастотных амортизационных систем для судовых энергетических установок, разработанных фирмой «Yarrow and Company» в Великобритании, считается специальный тип пневмогидравлической автоматической амортизационной системы. Элементы системы Yarrow

Рис. 1. Виброизолятор спирально-тросовый рядный типа СТВР

CPMS (Constant-Position Mounting System) могут крепиться к двигателю (агрегатной раме) в различных точках, расположенных снизу, сбоку, спереди и сзади двигателя. Пневматическая часть системы CPMS выполнена с постоянной массой газа. Несущая способность двухкамерной пневмоопоры и ее жесткость автоматически регулируются путем изменения объема газа, заключенного в пневмосистеме.

Практически все виброизоляторы на основе сжатого газа эффективны в широком диапазоне частот [2]. Недостатком является их низкая статическая жесткость, если не применять сложную систему с обратной связью по перемещению. Но и в этом случае при заданном быстродействии возникают неустойчивые режимы.

Изготавливаемые промышленностью в настоящее время металлические виброизоляторы по конструктивному признаку упругого элемента можно разделить на следующие основные типы: пружинные, пружинно-резиновые, пружинно-пластмассовые, рессорные и плетено-проволочные. В сравнении с резино-металлическими, вышеперечисленные виброизоляторы имеют ряд преимуществ, к которым необходимо отнести больший ресурс работы и меньшую зависимость упругих характеристик от внешних условий (температуры, влажности и агрессивной среды применения).

Рис. 2. Виброизолятор спирально-тросовый сборный типа СТВС

Одним из перспективных направлений является использование в виброизоляторах упругого элемента, выполненного из металлического троса, предназначенных для эффективной защиты различных объектов от пространственных вибраций.

Основными преимуществами тросовых виброизоляторов являются: высокая прочность, способность работать в экстремальных условиях, высокий коэффициент рассеивания энергии, низкая себестоимость и простота конструкции, стабильность работы и эффективность при защите от ударных нагрузок (рис. 1, 2, 3).

Действие тросовых виброизоляторов предполагает постоянную силу веса и любую другую постоянную силу, поскольку силовая характеристика имеет участок весьма низкой жесткости. Эти уникальные по своим характеристикам виброзащитные средства предназначены для низкочастотной защиты различных объектов в экстремальных по температуре и химическому составу средах. Это и определяет их область применения.

Тросовые подвески относятся к устройствам для обеспечения качественной защиты объектов от однонаправленных и всенаправленных вибрационных воздействий. Их преимущества, по сравнению с некоторыми другими средствами виброизоляции заключаются в технологичности изготовления и применении весьма прочного материала с допустимым напряжением 2200 МПа.

На основании анализа патентов, зарегистрированных в России и ряде зарубежных стран (Франции, Германии, Великобритании, Швейцарии, США) [4,5,6], существующие на данный момент цельнометаллические тросовые виброизоляторы можно разделить по назначению на группы применения для:

– изоляции одного объекта от другого (чаще всего аппаратуры от основания);

– выборочной передачи нагрузок в соединениях (крутящего момента в соединениях валов);

– поглощения энергии кратковременных ударов [7].

По конструкциям тросовые виброизоляторы также можно разделить на группы: предполагается наличие двух

или более разъемных пластин, между которыми укладывается «змейкой» и зажимается цельный отрезок троса; трос навивается в виде спирали-СТВР (спирально-тросовый виброизолятор рядный) (рис.1), СТВС (спирально-тросовый виброизолятор сборный) (рис. 2); виброизоляторы колокольчикового типа (рис. 3) [7]. Основные недостатки спирально-тросовых виброизоляторов – это перетирание волокон тросов и остаточные деформации.

Амортизаторы из композиционных материалов, свойства которых могут быть обеспечены подбором материала и связующих полимеров, не имеют пока зарубежных аналогов.

Упругие элементы композитных амортизаторов изготавливаются из стекловолокна с эпоксидной смолой. В 1993 году композитные амортизаторы прошли межведомственные испытания. Было доказано, что они удовлетворяют требованиям, предъявляемым к корабельным амортизаторам. Кроме того, эксплуатация устройств АСК-500 под дизель-генератором ДГ-200 подтвердила их высокую надежность в эксплуатации. Статические характеристики АСК-100 имеют линейный характер.

Анализ виброакустических характеристик резино-металлических, спирально-тросовых и композитных амортизаторов позволяет сделать следующие выводы: амортизаторы типа АСК и СТВ являются более эффективными средствами виброзащиты по сравнению с резино-металлическими амортизаторами типа АКСС [7].

Рис. 3. Виброизолятор тросовый колокольчикового типа

Рис. 4. Цельнометаллические виброизоляторы типа ДКА, ДКУ

В ряде случаев виброизоляторы должны работать в экстремальных условиях высоких и низких температур, вакуума, радиации, агрессивных сред и в этих условиях сохранять работоспособность длительное (до десятков лет) время. В таких условиях применимы только цельнометаллические виброизоляторы на основе сухого трения, к которым относятся виброизоляторы из демпфирующих проволочных материалов.

Самарский государственный аэрокосмический университет вот уже более 40 лет занимается проблемами виброзащиты. Так, под руководством профессора А.М. Сойфера в 60-х годах прошлого века был разработан уникальный упругопористый материал с высокими демпфирующими свойствами. Сформированный из металлической проволоки и обладающий свойствами эластомеров, этот материал был назван металлической резиной (МР). Материал МР представляет собой пористую структуру, получаемую путем холодного прессования из предварительно растянутой и специальным образом уложенной проволочной спирали в окончательные по форме и размерам изделия. Цельнометаллические изделия из МР, кроме двигателестроения, успешно применяются в машиностроении, станкостроении, судостроении, энергетике, радиоэлектронной, нефтяной, газовой и пищевой отраслях промышленности, а также в оборонной, космической технике и медицине. На основе материала МР было создано семейство виброизоляторов типа ДКА, ДКУ, АК, АМГ (рис. 4), корпусные втулочные виброизоляторы типа ВВ, бескорпусные втулочные упругодемпфирующие элементы.

Последние нашли применение в двигателестроении для виброзащиты рабочих лопаток, направляющих аппаратов, оболочек, гироскопических устройств, роторов.

Созданы эффективные виброизоляторы на основе сетчатых многослойных элементов (рис. 5). В рабочем диапазоне виброизолятор имеет практически линейную жесткостную характеристику, а при посадке на противоударные устройства плавно увеличивает жесткость. Благодаря этому виброизолятор эффективен как при вибрационном, так и при ударном воздействии.

В 2003 и 2007 годах Karl Sebert разработал несколько оригинальных конструкций малогабаритных виброизоляторов на основе сеток, которые успешно применяются в качестве упругодемпфирующих материалов [8,9].

Оценивая состояние виброизоляции на современных судах, можно сделать вывод о недостаточной эффективности применяемых средств на частотах 16, 32 и 63 Гц. При меньших частотах вибрации интенсивность источника невелика, и виброизоляция на этих частотах не нужна, если нет особых причин, например резонанса общей вибрации корпуса. В области звуковых вибраций применение современных средств виброизоляции оказывается весьма эффективным, но сфера их применения ограничена высокооборотными машинами, в частности дизель-генераторами.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:
1. Барановский А.М. Уравновешивание и виброзащита механизмов. – Новосибирск: НГАВТ, 2006. – 132 с.
2. Барановский А.М. Виброизоляция дизелей речных судов. – Новосибирск: НГАВТ, 2000. – 176 с.
3. Глушков С.П. Виброизоляция тепловых двигателей: Научное издание. – Новосибирск: НГАВТ, 1999. – 215 с.
4. Патент № 2199683 РФ, МПК F16F 7/14. Способ изготовления упругофрикционных элементов тросовых виброизоляторов / Пономарев Ю.К., Архангельский С.В., Гунин В.А. и др. Заявл. 24.11.00,опубл. 27.02.03. Бюл. № 6.
5. Патент № 103 20 737 A1 Германия. Offenlegungsschrift/ Lischeck, Andre, Schinzel, Ralf, Kuprianow, Waldemar. Заявл. 09.05.2003, опубл. 18.11.2004.
6. Патент № 10 2006 046 749 A1 Германия. Offenlegungsschrift/ Sebert, Karl. Заявл. 29.09.2006, опубл. 03.04.2008.
7. Пономарев Ю.К., Калакутский В.И. Многослойные цельнометаллические виброизоляторы с упругими элементами регулярной структуры. – Самара: Изд-во СГАУ, 2003. – 198 с.
8. Патент US6629688 B1 Damping arrangement/ K. Sebert // Patented Oct. 7, 2003.
9. Патент US7216859 B2 Damping arrangement/ K. Sebert // Patented May.15, 2007.

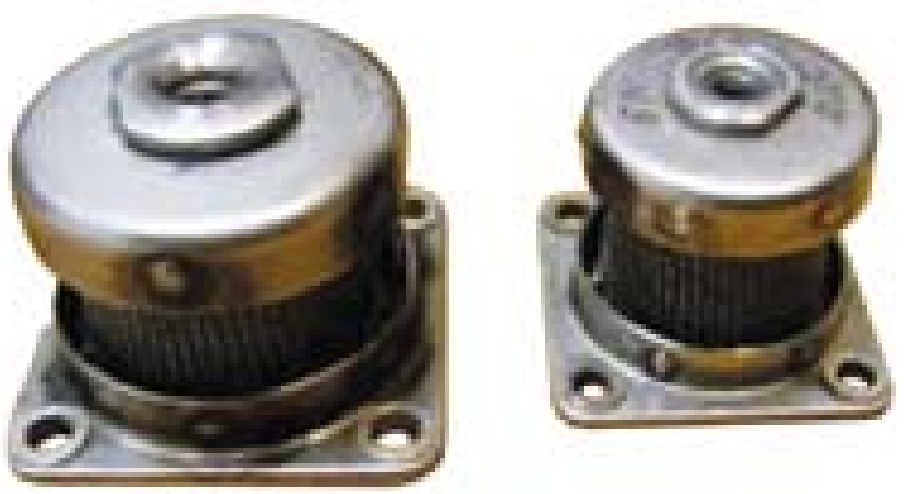


Рис. 5. Цельнометаллические сетчатые виброизоляторы АЦС

УЧРЕЖДЕНИЕ: ОАО «Иртышское пароходство»

АВТОР: О. Ю. БЕЛОВА, заместитель начальника планово-аналитической службы

ТЕМА: Совершенствование порядка установления тарифов на перевозки грузов внутренним водным транспортом

С переходом к рыночным отношениям тарифы на перевозки грузов внутренним водным транспортом (ВВТ) стали формироваться перевозчиками самостоятельно на основе затрат, спроса и предложения. Тем не менее многие судовладельцы используют тарифные ставки утвержденного в 1989 году Прейскуранта № 14-01 с учетом рассчитанных предприятием коэффициентов удорожания.

Однако база, на которой основан Прейскурант, устарела, не отражает реальные издержки перевозчиков и не учитывает современную ситуацию на рынке услуг ВВТ.

В итоге в отрасли существует необходимость разработки новой системы тарифообразования, которая будет учитывать новые рыночные отношения, изменение структуры производства товарно-материальных ценностей в стране, конкуренцию между предприятиями транспорта, взаимосвязь смежных видов транспорта, усовершенствует и упорядочит процесс установления тарифов.

Безусловно, для упорядочения процесса тарифообразования и соблюдения правил оформления транспортных документов, судоходные компании должны руководствоваться положениями Прейскуранта, относящимися к наименованию груза, тарифной номенклатуре, тарифным расстояниям, определению массы груза, кроме правил, определяющих конкретный способ расчета и величину провозных платежей.

Предприятия ВВТ работают в условиях дефицита перевозок. При наличии в отрасли избыточного количества хозяйствующих субъектов, занятых перевозочной деятельностью, первоочередной задачей любой транспортной организации становится обеспечение своей конкурентоспособности за счет внедрения гибкой тарифной политики и повышения качества перевозок.

Тарифы на услуги ВВТ представляют собой разновидность цен, и практика их формирования и применения подчиняется общим закономерностям ценообразования в условиях рынка. Вместе с тем транспортные тарифы имеют и свои особенности.

Все множество способов установления цен (тарифов) можно свести к трем взаимосвязанным методам, ориентированным на себестоимость, спрос или конкурентов.

Для того чтобы учесть множество факторов, влияющих на уровень тарифов, основные методы формирования тарифов должны быть объединены в один комбинированный метод. Сначала необходимо рассчитать базовый тариф, основанный на себестоимости, затем сравнить его с ожиданиями покупателей и тарифами предприятий конкурентов. Такой подход поможет избежать конфликта между финансистами (бухгалтерами) и маркетологами, который может возникнуть при выборе между двумя подходами – затратным и ценностным.

Устанавливая тариф затратным подходом, предприятие транспорта оперирует уровнем рентабельности и возможностью снижения себестоимости для установления тарифов, которые будут оптимальными с точки зрения грузовладельцев и конкуренции.

Тарифы следует рассчитывать и устанавливать перевозчику для каждой конкретной перевозки.

Алгоритм установления тарифов на перевозки грузов представлен на рис.

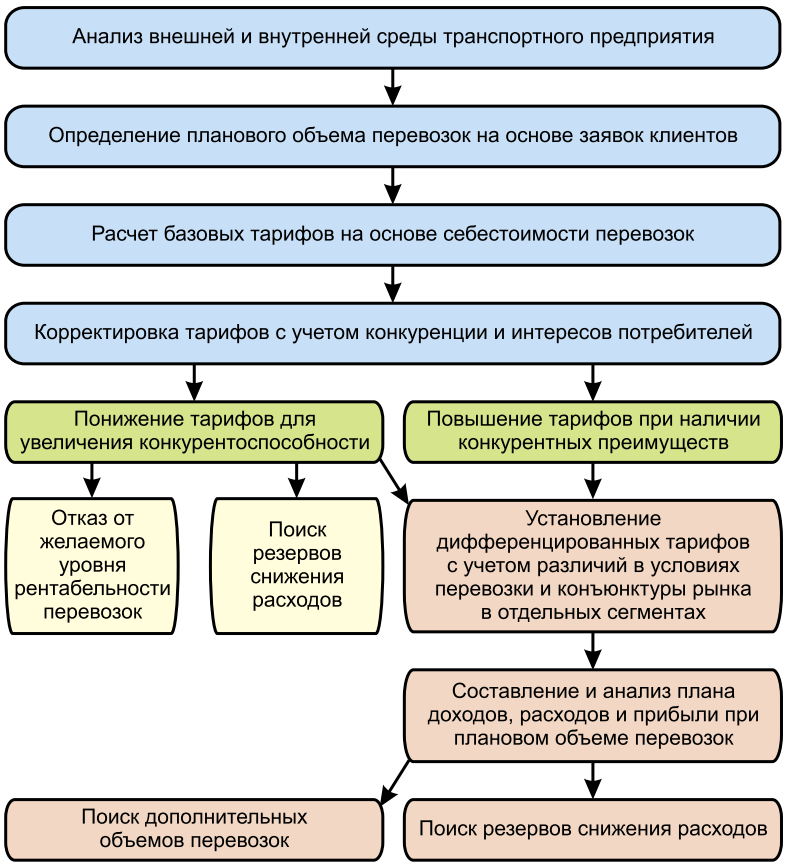


Рис. Алгоритм установления тарифов на перевозки грузов внутренним водным транспортом

В условиях низкого спроса предприятия ВВТ вынуждены увеличивать тарифы под действием роста затрат из-за нехватки современных погрузочно-разгрузочных комплексов и судов, ухудшения условий судоходства, роста цен на топливно-энергетические ресурсы и т.д. При низком качестве перевозок это вызывает негативную реакцию клиентов. Поскольку равновесная цена, а следовательно, и спрос на услуги ВВТ определяются в основном затратами на доставку грузов, в интересах транспорта обеспечить снижение этих затрат. Для этого необходимо тщательно проанализировать и изучить состав затрат основной деятельности перевозчиков с помощью системы управленческого учета, что в настоящее время практически не используется.

В современных условиях учет затрат – важнейший инструмент управления предприятием. Необходимость управления затратами растет по мере того, как усложняются условия хозяйственной деятельности и возрастают требования к рентабельности. Предприятия ВВТ должны иметь четкое представление не только о рентабельности различных видов перевозок, но и об эффективности каждого принимаемого решения и его влиянии на финансовые результаты, а также на величину затрат.

В практической деятельности предприятий используются два метода прямого расчета цен: на основе средних расходов, т.е. по совокупности всех элементов расходов, и на основе маржинальных (предельных) расходов, т.е. на базе оценки дополнительных расходов на дополнительные услуги.

Следует отметить, что точное определение себестоимости по отдельным видам перевозок на основе выбора правильного подхода к распределению косвенных расходов позволяет получать достоверную информацию о том, насколько на самом деле осуществление той или иной перевозки выгодно для предприятия, какова ее рентабельность и, соответственно, какой уровень тарифа является наиболее оправданным. Пренебрежение вопросами внедрения эффективных систем распределения косвенных расходов нередко приводит к тому, что возникают существенные диспропорции в структуре перевозок и ценовой политике предприятия, а это, в свою очередь, влечет за собой ухудшение финансовых результатов деятельности.

Используя разделение затрат на постоянные и переменные, можно изучить взаимосвязь между объемом перевозок, затратами и прибылью, получать информацию о прибыльности или убыточности перевозок в зависимости от их объема, рассчитывать критическую точку объема перевозок, т.е. решать стратегические задачи управления предприятием.

$$П = G\,(Т - Р^{уд}_{пер}) - Р_{пост},$$

где П – прибыль плановая, руб.; G – объем перевозок плановый, т; Т – тариф, руб./т; $Р^{уд}_{пер}$ – переменные удельные плановые, руб./т; $Р_{пост}$ – расходы постоянные плановые, руб.

В международной практике такая система учета затрат получила название «директ-костинг». Она позволяет проводить эффективную политику ценообразования.

В некоторых ситуациях при недостаточной загруженности мощностей привлечение дополнительных заказов может быть оправдано даже в том случае, когда плата за них не покрывает общих издержек по их выполнению. Снижать цену на такие заказы можно до предельной себестоимости, рассчитать значение которой позволяет система «директ-костинг».

В результате применения такой системы учета затрат, себестоимость становится более наглядной, а статьи затрат – лучше контролируемыми, расширяются аналитические возможности учета, причем наблюдается процесс тесной интеграции учета и анализа. На этой основе строится система контроллинга. Анализ «поведения» переменных и постоянных расходов в зависимости от изменения объемов перевозок, дает возможность экономически грамотно оперативно принимать решения по управлению, используя ставки маржинального дохода, оптимизировать структуру перевозок.

Для организации текущего контроля, регулирования, принятия управленческих решений, бюджетирования и тарифообразования учет затрат следует проводить с точки зрения места возникновения затрат, которым должно считаться каждое судно. Создание мест затрат на судах необходимо для повышения качества расчета себестоимости перевозки.

Использование метода «директ-костинг» на предприятиях отрасли применяется крайне редко, при этом его возможности используются лишь частично. Основным направлением совершенствования применяемого в некоторых организациях «директ-костинг» является использование развитого «директ-костинга». Разница заключается в разделении постоянных затрат на прямые и косвенные.

Учитывая специфику отрасли, целесообразно выделить постоянные:

– прямые расходы судна (амортизация, ремонт и прочие постоянные);

– косвенные расходы по содержанию вспомогательного флота;

– косвенные расходы по содержанию аппарата управления.

Для этого необходимо детализировать статью «Прочие расходы судна», поразделяя их на переменные, зависящие от объема работы (судовая связь и т.п.), и постоянные (страхование, осмотр судов Регистрами, дезинфекция, дезинсекция и дератизация и т. п.).

Использование системы развитого «директ-костинга» за счет многоступенчатого учета сумм покрытия постоянных расходов позволит сформировать более совершенную базу данных для последующего гибкого тарифообразования, анализа управленческих решений и расходов предприятия. Добавляя к себестоимости перевозки сумму покрытия, транспортное предприятие может установить базовый тариф.

$$Т_б = S_{пер} * (1 + k_{покр}),$$

$Т_б$ – тариф базовый, руб./т; $S_{пер}$ – себестоимость перевозки, руб./т; $k_{покр}$ – коэффициент покрытия, учитывающий возмещение постоянных расходов и прибыль предприятия.

$$k_{покр} = (Р_{пост}+П)/Р_{пер},$$

где $Р_{пер}$ – переменные расходы перевозчика, руб.

Для того чтобы сравнить базовый тариф с тарифами конкурентов, необходимо учесть расходы потребителей транспортных услуг и сравнивать общую сумму расходов грузовладельцев на доставку груза рассматриваемым предприятием, предприятиями конкурентами или смежными видами транспорта.

Экономические издержки потребителя включают затраты по хранению грузов, омертвлению оборотных средств за время доставки и хранения в виде оплаты за пользование кредитом на эти цели, стоимость упаковки, оценку потери груза при доставке и хранении и т. д.

Следует иметь в виду, что при высоких ставках банковского процента для дорогостоящих грузов, требующих крытых и отапливаемых складов, сезонность и короткий период работы обусловливает большие дополни-

тельные затраты грузовладельца, что существенно сужает сферу рационального применения речного транспорта, а иногда даже «съедает» экономию клиента на тарифе по сравнению с транспортом круглогодового действия. Значение базовой цены при этом может быть даже меньше предельной себестоимости с учетом издержек потребителя, т.е. такая перевозка речным транспортом нецелесообразна.

Надбавка к цене конкурентов возможна, когда клиент экономит свои транспортные расходы или предприятие-перевозчик имеет конкурентные преимущества (меньше срок доставки, лучше качество и т. д.).

Большинство потенциальных клиентов заинтересовано лишь в наименьшей стоимости услуги. Однако необходимо добиться от клиента понимания того, что в действительности необходимо не просто сокращение транспортных расходов или продолжительности перевозки, а гарантия своевременной доставки груза в нужное место при высоком качестве перевозки и обслуживания.

Другими словами, клиенту нужно предложить достаточно привлекательный «транспортный пакет», причем он должен быть более привлекательным, чем предлагаемые другими предприятиями-перевозчиками.

При этом расходы на перевозку «от двери до двери» не должны быть больше, чем при доставке смежными видами транспорта или конкурентами.

В итоге перевозчик должен предложить или лучшие условия транспортировки, или более выгодные ставки, что сделает перевозку конкурентоспособной.

$$T * G + З_{доп} < T_{конк} * G + З^{k}_{доп},$$

где $З_{доп}$ и $З^{k}_{доп}$ – дополнительные затраты грузовладельца при доставке рассматриваемым предприятием и конкурентами, руб.; $T_{конк}$ – тариф конкурентов, руб/т.

Экономию затрат клиентов, по сравнению с другими схемами доставки, определить достаточно трудно, хотя эта задача поддается решению. Оно находится либо путем маркетинговых исследований, либо является результатом экспериментального изменения уровня тарифа. Лучший способ создания конкурентного преимущества – сосредоточение на наилучшем удовлетворении запросов клиентов.

Необходимо учитывать, что снижение цен при борьбе с конкурентами можно рассматривать как неудачное решение, не ориентированное на долгосрочное развитие предприятия. Ценовая война – это игра с отрицательной суммой выигрыша, которая снижает прибыльность всех ее участников.

Чрезвычайно гибким и полезным инструментом может и должна быть система скидок с цен. Задача скидок – создание дополнительных стимулов для покупателя транспортной продукции с целью заключения договора перевозки. Использование скидок ведет к снижению цены приобретения и, соответственно, к увеличению премии покупателя. Эта премия представляет собой разницу между экономической ценностью услуги для покупателя и ценой, по которой ему эту услугу удалось купить.

Размер предоставляемой скидки не должен превышать полученный от нее экономический эффект, который обычно выражается в снижении себестоимости, увеличении доходов и прибыли.

Если предприятие предоставляет скидки большинству своих клиентов, следует рассмотреть вопрос о снижении уровня тарифов. Иначе у грузовладельцев сложится впечатление, что предприятие не может продать свои услуги и готово пойти на любые уступки, чтобы заполучить клиента.

На речном транспорте используется следующая система скидок:

– при заключении договора на значительный объем перевозок;

– при равномерном в течение навигации предъявлении груза;

– при перевозке в начале навигации (май, июнь);

– при ускорении оплаты и предоплате;

– для грузопотоков в обратном направлении.

Если перевозка груза требует дополнительных расходов или особых условий (например, нестандартные, тяжеловесные, опасные грузы), или ее необходимо осуществить в кратчайший срок, то судовладелец может устанавливать надбавки к тарифу, которые должны покрывать дополнительные расходы.

Для дорогостоящих товаров доля транспортных расходов в цене незначительна, и рост цены перевозки не окажет существенного влияния на цену товара на рынке. Ориентируясь на ценность каждого вида груза и возможную его конечную стоимость, перевозчик может увеличивать и уменьшать тарифы за его перевозку. Это будет отражаться в росте или снижении рентабельности данной перевозки. Так проявляется ценовая дифференциация при перевозке грузов различной ценности.

Подход к каждому грузовладельцу, к каждому даже незначительному и одноразовому грузопотоку, должен быть индивидуальным, особенно в условиях конкуренции и дефицита перевозок.

Гибкая тарифная политика – это нормальная реакция на деятельность в условиях рынка, а часто и просто существенный элемент в борьбе за выживание.

В последние годы транспортные предприятия, еще не ориентируясь на какие-то тонкие расчеты или ценовую конкуренцию, вынуждены довольно часто повышать цены, даже осознавая, что их рост вызовет недовольство у заказчиков и кого-то из них может отпугнуть. Наиболее важным обстоятельством, вызывающим повышение тарифов, является рост стоимости топлива, который ведет к стремительному росту издержек предприятия и снижению уровня рентабельности. По этой причине предприятия не решаются давать даже постоянным клиентам долговременные обязательства в отношении стабильности тарифов.

При изменениях в издержках производства и рыночной конъюнктуре, чтобы иметь правовые возможности повышения тарифов, в договорах перевозки и контрактах должны быть включены специальные пункты о возможном росте тарифов, например, связанных с удорожанием топлива и горюче-смазочных материалов .

Учитывая, что на рынок и сбыт транспортных услуг влияет множество постоянно меняющихся факторов (политическая, экономическая, конъюнктурная и другая нестабильность), перед предприятием-перевозчиком возникает необходимость постоянной работы с тарифами и управления ими с помощью регулярного учета меняющейся обстановки и внесения изменений в действующие тарифы.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:
1. Коммерческое ценообразование / И. Липсиц. – БЕК, 2001. – 576 с.
2. Управленческий учет / А. Шеремет, И. Волков, М. Грачева. – Инфра-М, 2009. – 430 с.
3. Управленческий учет и анализ как основа роста экономического потенциала предприятий речного транспорта / В. Минеев, Н. Сивоволов, В. Щепетова, В. Крайнова // Речной транспорт – 2006 – № 2. – с. 50-55.

УЧРЕЖДЕНИЯ: ОАО «Гипроречтранс»; Московская государственная академия водного транспорта (МГАВТ)

АВТОРЫ: В.Ф. САМАРИН, главный инженер – директор по проектированию ОАО «Гипроречтранс», профессор, кандидат технических наук; О.Г. КОЗЛОВСКИЙ, аспирант

ТЕМА: Влияние морозного пучения на вертикальные подпорные стенки

В настоящее время уделяется большое внимание безопасности гидротехнических сооружений (ГТС), обеспечению их безаварийной эксплуатации.

Среди основных конструктивных элементов портовых и судоходных ГТС – вертикальные подпорные стены, взаимодействующие с водной средой и грунтовым основанием; это – стены камер шлюзов, причалы, берегоукрепления и т. д.

По результатам многолетних наблюдений, практики проектирования и строительства конструкций подобного типа, установлено, что большое значение для создания надежной и долговечной в эксплуатации конструкции имеет учет морозного пучения.

Рассмотрим проявление морозного пучения, основываясь на обследовании крепления участка канала им. Москвы вертикальной стенкой из железобетонного шпунта, проведенном в 1988 году Государственным институтом проектирования на речном транспорте («Гипроречтранс», ныне – ОАО «Гипроречтранс»). Тогда было проведено визуальное обследование технического состояния 25 км данного крепления (в навигационный и межнавигационный периоды) с выявлением очагов деформации (наклона) стенки и других ее повреждений.

На характерных участках наклона стенки были проведены детальные обследования.

Анализ результатов обследований и материалов инженерных изысканий, проведенный с привлечением института ПНИИИС, позволил установить главную причину наклона стенки – пучение глинистых грунтов основания и обратной засыпки.

Следует подчеркнуть, что, наряду с креплениями откосов бетонными плитами, шпунтовые стенки широко используются в качестве противоэрозионной защиты берегов канала от волнения. Такие конструкции применяются, как правило, в случаях глубоких врезок канала им. Москвы в рельеф и способствуют сохранению ширины зеркала канала при одновременном поддержании глубины у стенки порядка 1,5 м в навигационный период. В зимний период уровень воды в канале срабатывают на 1,5 м и урез воды практически совпадает с подошвой стенки.

Рис. 1. Вид со стороны канала

На рассмотренном участке стенка выполнена из железобетонных шпунтин плоского (а на некоторых участках – таврового) сечения, омоноличенных по верху железобетонным шапочным брусом. Длина шпунта – около 4,5 м, глубина забивки – 2,5 м. Таким образом, сводная высота стенки в зимний период не затапливается, а летом возвышается над уровнем воды на 0,5-0,7 м.

По проекту обратная засыпка стенки должна быть заполнена песчаным грунтом с образованием небольшой пешеходной бермы, не рассчитанной на восприятие временных или постоянных нагрузок.

В настоящее время на участках, где основание сложено глинистыми грунтами, стенка наклонена в сторону канала и засыпка просела примерно на 0,6-1 м. Отклонение от вертикали достигает 16° (при среднем значении 6-7°). На рис. 1 и 2 показано отклонение стенки на участке VII канала им. Москвы (канал № 292).

Видно, что верх стенки возвышается над поверхностью бермы более чем на 1 м. Также характерна деформация дна на ряде участков, соответствующая глубинному сдвигу грунта в сторону канала, т. е. плавное повышение каменной отсыпки, а затем – понижение отметок по мере удаления от стенки.

Следует подчеркнуть, что на участках, основание которых сложено песчаными грунтами, стенка вертикальна и состояние бермы удовлетворительное, если не считать небольших промоин из-за выноса засыпки через стыки в стенке. На песчаных грунтах основания (участок VI) деформации отсутствуют (рис. 3).

Рассмотрим причины, которые могли привести к наклону стенки на глинистых основаниях за более чем 20-летний период эксплуатации.

Учитывая, что на песчаных грунтах основания стенка «ведет» себя хорошо, можно считать, что принятое проектное решение не вызывает сомнений. При этом учтено не только взаимодействие стенки с грунтами основания и обратной засыпки, но и влияние сработки уровня воды на 1,5 м в предзимний период.

Характер выявленных многолетних деформаций шпунта на глинистых основаниях позволяет утверждать, что главной их причиной является многолетнее воздействие сезонного промерзания и пучения грунтов, чему способствует сезонный сброс уровня воды в канале (рис. 1 и 3).

В связи с тем что нормативная литература не предлагает конкретных решений, учитывающих силовое воздействие этого фактора на устойчивость шпунтовых стенок, рассмотрим характер его влияния подробнее.

Как известно, устойчивость шпунтовых стенок рассчитывается из условия предельного равновесия сил активного и пассивного давления грунта на конструкцию стенки, с известными запасами по условиям работы и действующим нагрузкам.

Превышение расчетных нагрузок, вызванное каким-либо неучтенным фактором, приводит к деформированию (смещению) шпунта, выражающемуся в повороте и сдвиге стенки в сторону равнодействующей всех сил. В то же время при медленном приложении избыточной нагрузки в грунтовой системе проявляются реологические и релаксационные свойства, смягчающие катастрофические деформации. Однако, накапливаясь за длительный период, они могут достигать значительных величин, при условии, что система не войдет в режим прогрессирующего течения или сдвига, когда происходит их быстрое развитие и разрушение сооружения.

Рассмотрим роль пучения с качественной стороны.

Нормативная глубина сезонного промерзания оголенного грунта в районе г. Москвы составляет 1,4 м. В отдельные экстремальные по суровости годы она может достигать 1,8-1,9 м. При этом на величину промерзания грунта влияют суммы градусо-часов отрицательных температур воздуха за зимний период, вид грунта, степень его увлажнения, плотность, близость уровня грунтовых вод, конфигурация и качество поверхности, а также тепловое сопротивление снежного покрова.

Рис. 2. Вид со стороны засыпки

Морозное пучение грунта при промерзании обусловлено не только увеличением объема грунта за счет перехода предзимней поровой влаги в лед (что увеличивает объем грунта лишь на 2-3%), но главное – за счет всасывания в мерзлый грунт дополнительных объемов воды из талой зоны грунта, за счет криогенной миграции влаги в мерзлом грунте. Последнее может вызывать увеличение исходного объема грунта более чем на 10-20% и сопровождается образованием ледяных шлиров в промерзшем грунте или другой криогенной текстурой.

Наличие внешнего давления на промерзающий грунт или смерзание грунта с заанкеренными конструкциями, каковыми могут быть сваи, шпунт и т.п., уменьшает объемные деформации грунта в прилежащей к ним зоне, однако сами конструкции воспринимают при этом дополнительное касательное и нормальное давление со сторо-

Рис. 3. Вид со стороны канала

ны грунта, величина которого может достигать десятков кг/см^2.

На величину этих сил существенно влияют податливость конструкции в направлении действия сил пучения, а также возможная осадка уплотнения окружающего мерзлый слой талого грунта, снижающие силы пучения.

Наиболее подвержены пучению пылеватые и глинистые грунты, в которых ярко проявляется криогенная миграция влаги при высоком уровне грунтовых вод. Эти условия присутствуют на всех участках деформированной шпунтовой стенки и, бесспорно, ставят сезонное пучение грунта главным фактором дополнительных воздействий, приводящих к наклону стенки. Так, недостаточная заделка шпунта в основание обеспечила его податливость от дополнительных сил пучения в сторону канала. Кроме того, отмеченное возвышение шпунта от 0,1 до 0,4 м объясняется не плохим качеством работы строителей, а выпором шпунта силами морозного пучения со средней интенсивностью от долей до 20 мм за зимний сезон, что является правдоподобной скоростью для рассматриваемых условий.

Специфические условия работы стенки – развитый профиль поверхности; отсутствие снега на лицевой стороне стенки; осушение на зимний период стенки и прилегающего к ней дна; обилие воды в грунтах основания; слабая анкеровка стенки для этих условий, из-за неглубокой забивки шпунта (всего лишь на 2,5 м) – закономерно привели не только к наклону в сторону канала, но и к ее сдвигу в ту же сторону, по той же причине. Подтверждением этого может служить характерный профиль засыпки за шпунтом и дна перед ним.

В данной статье не рассматриваются другие дефекты типа вымыва грунта через щели между шпунтинами, размыв дна, трещинообразование, сколы бетона и т. п.

Остановимся кратко на развитии сезонного цикла промерзания грунта. С понижением температуры воздуха ниже 0° С также охлаждается и внешний контур сооружения. При этом уровень воды в канале сбрасывается на 1,5 м, открывая стенку и частично обнажая дно с каменной отсыпкой. Промерзание начинается с поверхности грунта в глубь лицевой грани стенки, включая обнаженную часть дна.

Мерзлый грунт является весьма прочным материалом, и при достаточной влажности крепко смерзается с влажным материалом шпунта. По мере увеличения суммы градусо-часов толщина слоя мерзлого грунта увеличивается в направлении нормали к охлаждаемой поверхности контура. При этом в зоне активного льдовыделения (зона температур грунта – от -2,5 до -0,5° С) возникает криогенная миграция влаги, сопровождаемая образованием избыточного льда в виде ледяных прослоек в грунте, формирующих специфическую криогенную текстуру.

Выделение льда в мерзлом грунте приводит к увеличению его объема, а при невозможности свободного расширения грунта – к развитию внутренних сил морозного пучения, воздействующих на контактирующие с мерзлым грунтом конструкции.

Задняя грань шпунтовой стенки препятствует свободному расширению грунта в сторону канала, поэтому она испытывает дополнительное давление, приводящее к сверхрасчетной горизонтальной нагрузке на стену.

Процесс промерзания идет не только от стенки, но и со стороны бермы откоса и дна, включая зону ледостава (до глубин 0,4-0,5 м). Ломаный контур сечения дает результирующую равнодействующую сил, направленную из ядра пучения, с подъемом, примерно на 1 метр выше зимнего уровня воды в канале, что создает дополнительный момент относительно реактивных сил зоны защемления. Кроме того, вертикальная составляющая этих сил вызывает постепенное ежегодное «выдергивание» шпунта смерзшимся с ним грунтом. Результат этих деформаций проявляется в кажущемся сейчас недобое шпунта до проектного положения. При этом в верхней части засыпки закономерно раскрывается (ближе к весне) продольная трещина вдоль контакта со стенкой.

Процесс промерзания протекает сравнительно медленно (около 2 см в сутки) и в различных частях основания и засыпки скорости не одинаковы.

При последующем оттаивании промерзших грунтов, начинающемся по контуру разреза в весенний период, вытаивание ледяных включений в грунте дает осадку уплотнения под действием бытового давления. К лету берма дает осадку примерно на величину зимнего приращения объема грунта от пучения и объема, связанного с наклоном стенки в результате деформации. Это проявляется в образовании летом провальной канавы вдоль стенки (песчаная засыпка пазухи ослабляет процесс, т.к. пески практически не пучинисты). Следует отметить, что глинистые грунты после оттаивания сохраняют посткриогенную текстуру, т. е. имеют ослабление сплошности вдоль вытаявших шлиров и коэффициенты их фильтрации возрастают более чем на порядок. При определенных условиях это может приводить к суффозии и выносу оттаявшего грунта в летний период, что усугубляет осадку засыпки.

К сожалению, сложность указанных мерзлотных процессов и их зависимость от многих факторов (метеорологических, инженерно-геологических, гидрологических и конструктивных) не позволяет пока дать методику количественного прогноза их воздействия на гидротехнические сооружения такого типа.

На сегодняшний день основным способом борьбы с морозным пучением является замена грунта области промерзания на менее пучинистый.

В проекте рассмотренного участка крепления канала была предусмотрена замена глинистого грунта на песчаный и ряд других конструктивных решений. Однако требования проекта не были выполнены, что привело к описанной выше аварийной ситуации.

Согласно СНиП 2.06.07-87 обратную засыпку за стенами со стороны тыловой грани следует, как правило, выполнять из несвязных грунтов, обеспечивающих хороший отвод поверхностных, грунтовых и фильтрационных вод, быстропротекающую деформацию засыпки и наименьшую ее осадку, а также исключающую в ней морозное пучение. При проектировании сооружений, поддерживающих оползневые склоны, для обратной засыпки у тыловой грани следует использовать крупнозернистые проницаемые грунты, обеспечивающие отвод фильтрующей воды.

Грунт для засыпки пазух должен выбираться на основании технико-экономических сопоставлений.

Рекомендуется применять песчаные и крупнообломочные грунты с содержанием не более 7% фракций до 0,1 мм и не более 5% по весу органических и растворимых включений.

АННОТАЦИИ

Перспективы использования СПГ для газодизельных двигателей на речных судах Сибири / Епифанов В.С.// Речной транспорт (XXI век). 2010. – № 1 (43). – с. 58.

Обоснована эффективность использования паровой фазы после испарителя СПГ для питания главных газодизелей буксиров мощностью 1000 кВт и более. Приведены примеры влияния ценовых соотношений дизельного топлива/СПГ на сроки окупаемости различных судов на маршруте Якутск–Олёкминск–Ленск. Изложены условия, сопутствующие успешному применению ПГ для питания СЭУ речных судов Сибири.

Ключевые слова: сжиженный природный газ, дизельное топливо, газодизельный двигатель, речные суда, окупаемость, СЭУ.

Контактная информация: vsepifanov@mail.ru

Устойчивость прямоугольной пластины ступенчато-переменной толщины / Барышников С.О., Голоскоков Д. П. // Речной транспорт (XXI век). 2010. – № 1 (43). – с. 62.

Исследована эффективность совместной работы (с точки зрения устойчивости) пластин обшивки судов и накладных полос подкрепления. Рассмотрен случай, когда накладная полоса средней частью расположена над продольным набором судна. Показано, что данный вид подкрепления не снижает несущую способность пластин, на которые она устанавливается при предлагаемом варианте ремонта.

Ключевые слова: устойчивость пластин, подкрепление, ремонт корпусов, износы, критическая нагрузка.

Контактная информация: Pantina05@yandex.ru

Современные инфокоммуникационные технологии внутреннего водного транспорта России / Сикарев А.А., Каретников В.В. // Речной транспорт (XXI век). 2010. – № 1 (43). – с. 65.

Описаны особенности аппроксимационной модели Каретникова – Сикарева – непосредственного определения дальности действия контрольно-корректирующей станции с учетом параметров приемопередающей аппаратуры.

Ключевые слова: контрольно-корректирующая станция, приемопередающая аппаратура, аппроксимационная модель, дальность действия.

Контактная информация: Pantina05@yandex.ru

О необходимости государственной поддержки энергосбережения на транспорте / Минеев В.И. // Речной транспорт (XXI век). 2010. – № 1 (43). – с. 68.

Рассматриваются вопросы энергосбережения на водном транспорте.

Ключевые слова: государственная поддержка, энергосбережение, водный транспорт.

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

Методология оперативного планирования работы речного грузового флота в рыночных условиях / Платов А.Ю.// Речной транспорт (XXI век). 2010. – № 1 (43). – с. 71.

Обосновывается необходимость изменения методологии оперативного планирования работы речного грузового флота для повышения конкурентоспособности судоходных предприятий. Формулируются принципы новой методологии и определяется состав методов, необходимых для ее построения. Приводятся результаты расчетов, обосновывающие экономическую целесообразность внедрения новой методологии, а также оцениваются масштабы судоходных предприятий, для которых внедрение новой методологии рентабельно.

Ключевые слова: методология, экономическая целесообразность, планирование, речной грузовой флот.

Контактная информация: platoff@mail.ru

Система показателей работы флота для принятия решений на оперативном уровне / Платов А.Ю.// Речной транспорт (XXI век). 2010. – № 1 (43). – с. 74.

Обосновывается необходимость разработки новой системы показателей, предназначенной для оценки работы флота на оперативном уровне в современных экономических условиях. Обсуждаются причины главных недостатков существующей системы показателей работы флота. Предлагается система трех безразмерных показателей и исследуется их корректность с формальной и содержательной стороны.

Ключевые слова: показатели работы флота, современные экономические условия.

Контактная информация: platoff@mail.ru

Перспективные направления в виброизоляции / Щербакова О.В., Романченко М.К.// Речной транспорт (XXI век). 2010. – № 1 (43). – с. 77.

Приводится анализ современных российских и зарубежных виброизоляторов, их основные характеристики и области применения.

Ключевые слова: анализ, виброизолятор, область применения.

Контактная информация: rmk2010@mail.ru

Совершенствование порядка установления тарифов на перевозки грузов внутренним водным транспортом / Белова О.Ю. // Речной транспорт (XXI век). 2010. – № 1 (43). – с. 81.

Предложен алгоритм установления гибких тарифов на перевозки грузов внутренним водным транспортом, основанных на затратном подходе и скорректированных с учетом условий рынка перевозок.

Ключевые слова: тарифы, перевозка грузов, внутренний водный транспорт.

Контактная информация: 211@irsc.omsknet.ru

Влияние морозного пучения на вертикальные подпорные стенки / Самарин В.Ф., Козловский О.Г. // Речной транспорт (XXI век). 2010. – № 1 (43). – с. 84.

Рассматривается воздействие явления морозного пучения на берегоукрепление канала им. Москвы, выполненное в виде вертикальной железобетонной стенки. Описывается процесс явления морозного пучения, а также существующие меры борьбы с этим явлением при проектировании и строительстве подобного типа конструкций.

Ключевые слова: морозное пучение, берегоукрепление.

Контактная информация: oleg-koz@rambler.ru