О правилах перевозки опасных грузов на внутреннем водном транспорте

ТЕМА: **ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ НОВОЙ РЕДАКЦИИ ВАЖНОГО ОТРАСЛЕВОГО ДОКУМЕНТА**

АВТОРЫ: **К.С. СТОЛПОВИЦКИЙ, начальник отдела судоходства Департамента государственной политики в области морского и речного транспорта Министерства транспорта РФ; С.Г. МИТРОШИН, к. т. н., начальник Управления научных исследований и инновационной деятельности; С.С. ПОДОСЕНОВ, к. т. н., начальник Научно-исследовательского центра правового обеспечения деятельности внутреннего водного транспорта; Волжская государственная академия водного транспорта (ВГАВТ)**

ФОТО: **Из архива редакции**

Необходимость в подготовке новых Правил перевозок (ПП) опасных грузов (ОГ) на внутреннем водном транспорте (ВВТ) Российской Федерации вызвана рядом объективных причин. С одной стороны, существенное изменение национального законодательства требует внесения соответствующих корректив в действующий документ. С другой стороны, существующие Правила затрагивают вопросы транспортировки опасных грузов только в таре и упаковке, что сдерживает развитие перевозок таких грузов как навалом, так и наливом, поскольку последние регламентированы только Правилами перевозок нефтегрузов в судах наливом.

По оценкам экспертов, в общем объеме грузов, доставляемых в нашей стране всеми видами транспорта, доля ОГ составляет порядка 20 %, или почти 800 млн. т. Из них 65 % приходится на автомобильный, около 30 % – на железнодорожный и только примерно 5 % – на речной и морской [1].

При разработке новой редакции ПП ОГ на ВВТ РФ необходимо учитывать требования международного законодательства в данной сфере, в частности положения Рекомендаций ООН и Европейского соглашения о перевозке ОГ, а также предложения ведущих операторов национального рынка таких перевозок.

В действующие Правила целесообразно включить условия транспортировки ОГ навалом и наливом, порядок разработки и утверждения технических условий на перевозку ОГ, особенности обеспечения безопасности труда работников, задействованных в процессе доставки ОГ, порядок их обучения и аттестации и т. д.

Напомним, что в 2003 году была принята новая редакция Европейского соглашения о перевозке ОГ (ВОПОГ) [2, 3]. А последний вариант документа утвердили в 2013 году. В отличие от ВОПОГ версии 2001 года, актуализированный документ по структуре и содержанию стал значительно ближе к действующим в нашей стране ПП ОГ.

Следовательно, представляется логичным распространить действие ВОПОГ на территорию РФ, отменив национальные Правила. Однако при принятии подобного решения важно учитывать соотношение норм ВОПОГ и проекта ПП ОГ на ВВТ РФ, а также иные аспекты. Речь идет о других видах транспорта, для которых существуют свои правила. А необходимость соблюдения грузоотправителями и грузополучателями определенных норм при отправлении и получении грузов от различных видов транспорта может обернуться проблемами, вплоть до оттока грузопотоков с ВВТ.

Это касается документа, регламентирующего последовательность операций на случай происшествия при участии транспортного средства с ОГ. Если действующие ПП ОГ в такой ситуации предписывают грузоотправителю представить аварийную карточку (аналогично и на других видах транспорта), то в ВОПОГ применяются «письменные инструкции».

Кроме того, в ВОПОГ приняты отличные от Правил перевозок грузов на ВВТ РФ классификационные коды (КК) для некоторых классов грузов. Если учесть, что классификация ОГ в нашей стране, основанная на действующих государственных стандартах, используется и на других видах транспорта, то применение КК ВОПОГ создаст трудности не только для грузоотправителей и грузополучателей, но и для перевозчиков.

ВОПОГ и ПП ОГ существенно различаются в части информационных знаков об опасности, которые должны быть размещены на судне, перевозящем ОГ. В соответствии с действующими нормативно-правовыми документами судно, перевозящее любой ОГ, должно нести красный топовый огонь. А ВОПОГ предусматривает наличие на судне синих огней и конусов, количество которых зависит от класса ОГ. Поэтому

КСТАТИ

При разработке новой редакции ПП ОГ на ВВТ РФ необходимо учитывать требования международного законодательства в данной сфере, в частности положения Рекомендаций ООН и Европейского соглашения о перевозке ОГ.

Танкер на Волго-Балте

распространение действия Европейского соглашения на территории РФ потребует внесения корректировок в существующие Правила плавания по внутренним водным путям и дооборудования флота, транспортирующего ОГ.

ВОПОГ устанавливает правила классификации и постройки судов, предназначенных для перевозки ОГ, в то время как, согласно п. 2 ст. 35 Кодекса ВВТ, такие правила утверждаются Министерством транспорта РФ. Применение норм ВОПОГ к постройке и классификации судов, предназначенных для перевозки ОГ, подразумевает предварительную техническую оценку, то есть вполне вероятна ситуация, когда подавляющее количество единиц флота не будет отвечать указанным требованиям, и произойдет сокращение объемов рассматриваемых перевозок. При этом затраты на переили дооборудование судов могут оказаться невыгодными для собственников.

ВОПОГ, в отличие от ПП ОГ, не определяет правила хранения ОГ в портах, требования к устройству и содержанию причалов и складов. Наличие таких норм необходимо с точки зрения законченности регламентации всего перевозочного процесса. Эти требования обеспечивают безопасность не только складских и перегрузочных операций, но и судов с экипажем, находящихся у причалов портов.

ВОПОГ регламентирует так называемую перевозку в транспортной цепи, то есть с участием нескольких видов транспорта, что в соответствии с Кодексом ВВТ должно учитываться Правилами перевозок грузов в прямом смешанном сообщении.

Одним из существенных недостатков ВОПОГ, препятствующих его использованию в нашей стране, является значительное количество норм, ссылающихся на другие международные документы, которые регламентируют перевозку ОГ, что также существенно затрудняет их применение.

Один из разделов ВОПОГ устанавливает методы испытания образцов опасных веществ. По мнению авторов статьи, данный вопрос вообще не относится к процессу транспортировки, поскольку груз должен предъявляться к доставке уже прошедшим необходимые испытания, подтвержденные соответствующими документами.

Кроме того, при решении вопроса об использовании ВОПОГ в РФ важно учитывать следующее обстоятельство: соглашение является европейским, и до распространения его действия на территории нашей страны требуется оценить, какие последствия это будет иметь в отношении перевозок ОГ в пределах азиатской части России и сопредельных с ней государств.

Принятие в 2002 году Федерального закона «О техническом регулировании» [4], выделившего сферу технического регулирования в отдельную область государственного управления и четко определившего границы такого регулирования, поставило задачу раз-

КСТАТИ

Одним из существенных недостатков ВОПОГ, препятствующих его использованию в нашей стране, является значительное количество норм, ссылающихся на другие международные документы, которые регламентируют перевозку ОГ.

деления нормативно-правовой базы РФ на 2 части: документы, устанавливающие технические требования к продукции и процессам, и документы, не содержащие указанных требований.

В связи с этим авторы статьи предлагают разделить ПП ОГ на ВВТ на 2 самостоятельных документа. Одним из них должны стать непосредственно ПП ОГ, которые будут регулировать коммерческие аспекты осуществления таких перевозок: в частности, вопросы приема от грузоотправителей и выдачи грузополучателям ОГ, определения количества перевозимых грузов, оформления перевозочных документов и т.п. Другой документ установит технические требования, подлежащие соблюдению при осуществлении транспортировки ОГ. Этому документу должен быть придан статус технического регламента, утверждаемого и вводимого в действие федеральным законом или постановлением правительства (рабочее название документа – «Требования безопасности при перевозках ОГ на ВВТ в РФ»).

Резюмируя, стоит отметить, что в настоящее время, по мнению авторов статьи, назрела необходимость в принятии новой редакции ПП ОГ и разработке технического регламента «Требования безопасности при перевозке ОГ на ВВТ». Учитывая наметившуюся тенденцию сближения международного законодательства в области доставки ОГ на различных видах транспорта и планируемое принятие единого международного документа в данной сфере, решение вопроса о распространении на территории РФ международных норм целесообразно отложить до принятия такого документа. А до этого момента при регламентации перевозок ОГ необходимо использовать переработанные соответствующим образом национальные правила.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Васильев Ф.П., Емельянова А.Н. Административно-правовое регулирование перевозки специальных грузов в России. // Административное право и процесс. – 2011. – № 10, С. 42. **2.** Европейское соглашение о международной перевозке опасных грузов по внутренним водным путям (ВОПОГ/ADN) // СПС «Консультант Плюс». **3.** Постановление правительства РФ от 12.08.2002 г. № 590 «О присоединении Российской Федерации к Европейскому соглашению о международной перевозке опасных грузов по внутренним водным путям»// «Собрание законодательства Российской Федерации», 19 августа 2002 г. № 33. Ст. 3233. **4.** (Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании»// «Собрание законодательства РФ». 30.12.2002. № 52 (ч. 1). Ст. 5140).

КСТАТИ

Назрела необходимость в принятии новой редакции ПП ОГ и разработке технического регламента «Требования безопасности при перевозке ОГ на ВВТ».

НАУЧНЫЕ РАБОТЫ

48 МГАВТ
В.С. Забненков. **Холдинговые объединения на рынке морских контейнерных грузоперевозок**

52 МГАВТ
И.А. Мещихин, М.А. Сахненко, Е.Н. Сосёнушкин. **Применение метода внешних суперэлементов и ОТМ-матриц при мониторинге состояний шлюзовых затворов**

56 ГУМРФ, СПбГПУ
С.Г. Чулкин, Б.Д. Кукаленко. **Исследование возможности повышения момента вращения бесколодочных баллонов шинно-пневматических муфт**

61 ГУМРФ
Е.О. Ольховик. **Разработка методов повышения качества эксплуатационных свойств судовой трубопроводной арматуры**

63 ВГАВТ
М.М.Чиркова, Г.А. Гора. **Модель системы сбора и обработки данных для прогнозирования технического состояния привода руля судна**

67 ВГАВТ, НФ ВШЭ
В.В. Софронова. **Современные особенности кредитования отрасли. Кредитные риски**

70 ВГАВТ
В.К. Зефиров. **Экономическая стратегия развития речных пассажирских перевозок в северных районах РФ**

75 НГАВТ
П.А. Бимбереков. **Оценка надежности судов в зависимости от применения методов ремонта судовых перекрытий**

81 АННОТАЦИИ

УЧРЕЖДЕНИЕ: Московская государственная академия водного транспорта (МГАВТ)

ТЕМА: Холдинговые объединения на рынке морских контейнерных грузоперевозок

АВТОР: В.С. ЗАБНЕНКОВ, к. э. н., заведующий кафедрой «Экономическая теория»

В последние два десятилетия сегмент морских грузоперевозок (МГ) контейнеров, как и вся отрасль морского судоходства, характеризуется следующими экономическими процессами: глобализация, дерегулирование/либерализация, горизонтальная/вертикальная интеграция, консолидация и концентрация (рис. 1). Все эти процессы оказывают комплексное воздействие на эволюцию рынка контейнерных перевозок.

Сфера МГ представляет собой наглядный пример того, как процессы глобализации заставляют частных судовладельцев принимать активные меры по адаптации новых бизнес-стратегий и бизнес-моделей. В силу исторической традиции в отрасли сохраняется практика, когда судовладельцем и компанией-оператором судна является одно лицо, а экономический успех бизнеса измеряется парком судов (флотом) и совокупной грузовместимостью. В настоящее время, в условиях жесткой конкуренции, экономический успех в области МГ во многом зависит от технологических и административных инноваций, что в первом случае требует привлечения дополнительного внешнего инвестирования, а во втором случае – привлечения профессионального управленца. В итоге наблюдается фундаментальная реорганизация бизнеса: небольшой частный бизнес с судовладельцем и компанией-оператором судна в одном лице уходит в прошлое, уступая место крупным публичным компаниям, собственниками которых являются институциональные и частные инвесторы, а во главе стоит профессиональный управленец.

Горизонтальная интеграция в отрасли линейных МГ осуществляется в 3 форматах: 1) торговые соглашения (фрахтовые конференции линейных операторов), 2) соглашения о принципах операционной деятельности (соглашения о разделении слот-чартеров, создание консорциумов и стратегических альянсов), 3) слияния и поглощения.

Одновременно с процессом интеграции на рынке МГ наблюдается и процесс усиления специализации. В соответствии с ее принципами определяются ключевые направления деятельности бизнеса и те направления, которые предоставляются на аутсорсинг. Подобная дифференциация дает возможность сосредоточиться на повышении экономической эффективности производственного процесса и улучшении параметров конечного продукта, что крайне важно на рынке МГ, отличающемся жесткой конкуренцией.

По виду специализации интегрированный бизнес в сфере МГ разбивается на 4 сегмента: 1) судовладельцы (владеющие флотом), 2) морские грузовые операторы (управляющие флотом), 3) компании, обслуживающие суда (эксплуатирующие флот), 4) разработчики технических и технологических инноваций.

Очевидно, что предмет внимания бизнеса в каждом сегменте различается. Так, морские операторы сосредоточены на консолидации клиентской базы, развитии деловых

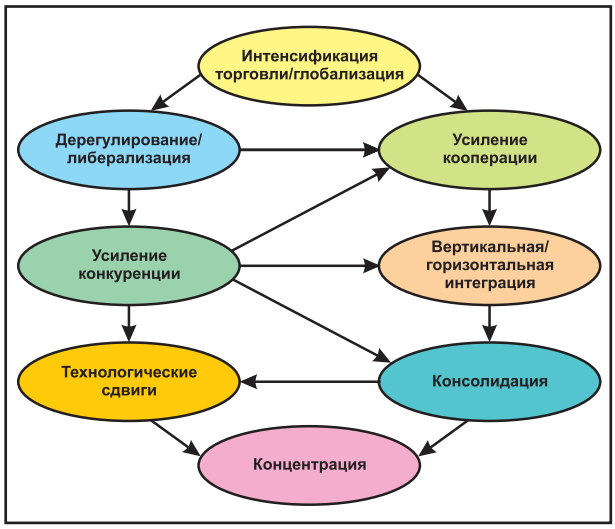


Рис. 1. Экономические процессы, воздействующие на эволюцию рынка морских контейнерных перевозок

связей, утверждении репутации и продвижении бренда. Обслуживающие компании сосредоточены на снижении затрат на ремонтно-отладочные работы и сервисное обслуживание, на поддержание судовой команды.

Технические модификации и технологические инновации (крупные портальные перегрузочные краны, более дорогие суда, наращивание инвестиций в сопровождающее телекоммуникационное и компьютерное обеспечение, более дорогие судовые двигатели) привели к увеличению доли постоянных затрат по отношению к переменным в совокупных переменных затратах. По оценкам экспертов [1], в бизнесе линейных контейнерных (ЛК) МГ произошло смещение в соотношении постоянных затрат к переменным с 50/50 на 90/10. В результате консолидация в отрасли осуществлялась в два этапа – в 1995 и в 2005 годах – с небывалым укрупнением бизнеса: поглощение Royal P&O Nedlloyd компанией MaerskSealand (ныне – MaerskLine).

Сам по себе процесс консолидации в сегменте ЛК МГ не является предметом озабоченности экономистов, поскольку не оказывает негативного воздействия на долгосрочное экономическое равновесие. В отсутствие картельных соглашений морские холдинги конкурируют друг с другом за долю рынка по ценовым параметрам, способствуя увеличению общественного благосостояния. Однако нередко консолидация сопровождается концентрацией, и укрупнение бизнеса вносит резкие диспропорции в долевом распределении рынка. Высокая концентрация (снижение конкуренции и усиление контроля рынка) формирует олигополистический рынок со свойственными ему экономическими злоупотреблениями и «мертвым» убытком в общественном благосостоянии.

В настоящее время на рынке ЛК МГ функционируют порядка 400 операторов. В таблице приведены сведения за 2012 год о 25 крупнейших холдингах, осуществляющих морское контейнерное судоходство.

Из таблицы видно, что 25 морских холдингов в совокупности занимают почти 70,1 % рынка ЛК МГ. Однако только первые три из них имеют долю, превышающую 5 %, но ни один не имеет доли более 15 %. В отраслевой экономике ориентиром олигополистического рынка является рыночная доля 15 % и выше, следовательно, концентрация на глобальном рынке ЛК МГ ввиду консолидации не является олигополистической.

Процесс консолидации на рынке МГ определяется достигаемыми холдингами экономическими эффектами, такими, как увеличение доходности при одновременном

Рейтинг крупнейших 25 холдингов на рынке морского контейнерного судоходства, 2012 г. [2]

№ п/п	Компания	Совокупный ДФЭ	Количество судов	Доля рынка, % (топ-25)	Совокупная доля рынка, % (топ-25)	Доля рынка, % (мировой МЛК-флот)	Совокупная доля рынка, % (мировой МЛК-флот)
1	«APM-Maersk»	2584922	605	17,93	17,93	12,57	12,57
2	«MSC»	2225001	454	15,44	33,37	10,82	23,39
3	«CMA CGM Group»	1384428	408	9,61	42,98	6,73	30,13
4	«Evergreen Group»	723378	182	5,02	48,00	3,52	33,65
5	«COSCO Container L»	716868	162	4,97	52,97	3,49	37,13
6	«Hapag-Lloyd»	632049	139	4,39	57,35	3,07	40,21
7	«APL»	576163	126	4,00	61,35	2,80	43,01
8	«Hanjin Senator»	573977	110	3,98	65,33	2,79	45,80
9	«CSCL»	549192	140	3,81	69,14	2,67	48,47
10	«MOL»	506239	110	3,51	72,66	2,46	50,93
11	«OOCL»	449905	98	3,12	75,78	2,19	53,12
12	«Hamburg-Sud Group»	421159	103	2,92	78,70	2,05	55,17
13	«NYK»	400669	94	2,78	81,48	1,95	57,12
14	«Yang Ming Line»	358132	83	2,48	83,97	1,74	58,86
15	«K Line»	352754	71	2,45	86,41	1,72	60,58
16	«Hyundai M.M.»	347325	59	2,41	88,82	1,69	62,26
17	«Zim»	318180	84	2,21	91,03	1,55	63,81
18	«PIL (Pacific Int. Line)»	297312	144	2,06	93,09	1,45	65,26
19	«UASC»	271034	46	1,88	94,97	1,32	66,58
20	«CSAV Group»	258754	56	1,80	96,77	1,26	67,83
21	«Wan Hai Lines»	159238	70	1,10	97,87	0,77	68,61
22	«HDS Lines»	86320	21	0,60	98,47	0,42	69,03
23	«X-Press Feeders Group»	78695	61	0,55	99,02	0,38	69,41
24	«TS Lines»	75946	37	0,53	99,55	0,37	69,78
25	«NileDutch»	65565	31	0,45	100,00	0,32	70,10
Топ-25		**14413205**					
Мировой МЛК-флот		**20560920**					

Примечание. ДФЭ – двадцатифутовый эквивалент (от англ. TEU – twenty-foot equivalent unit), МЛК-флот – морской линейный контейнерный флот.

снижении затрат, укрепление инвестиционного потенциала, наращивание уровня рентабельности и технологического производства, уменьшение негативных экстерналий и сближение интересов участников холдинга. В конечном счете рост эффективности деятельности каждого из предприятий объединения оказывает непосредственное положительное влияние на стоимость и капитализацию холдинговой структуры в целом.

Единство производственно-технологической, сбытовой и инвестиционной политики, достигаемое в рамках структуры холдинга, усиливает его конкурентоспособность и способствует освоению и завоеванию новых внутренних и внешних рынков.

Горизонтальная интеграция субъектов может способствовать повышению уровня эффективности вследствие достижения экономии масштаба, что имеет существенное значение для транспортных компаний. Интегрированные структуры могут включать в себя различные по характеру осуществляемой деятельности предприятия: судоходные линии, операторов морского терминала, провайдеров логистических услуг, железнодорожные и другие фирмы, осуществляющие наземные перевозки. При этом непосредственное влияние на эффективность операций оказывает характер объединяемых в рамках холдинга услуг – параллельный либо сквозной.

Другим источником экономических выгод выступает устранение проблемы двойной маржинализации и снижение величины трансакционных издержек [3]. Как показало исследование, величина трансакционных издержек в секторе транспортных перевозок Германии в среднем ниже характерного для Великобритании, где компании отрасли не являются интегрированными объединениями [4].

Проведенный анализ эмпирических исследований в сегменте МГ выявил, что основными объектами вертикальных инвестиционных вложений судоходных компаний и групп, ими образованных, выступают морские порты. Основной причиной такой интеграции выступает получение доступа к управлению инфраструктурой порта с целью минимизации времени ожидания постановки к причалу и загрузки судна. Экономия масштаба в данном случае достигается за счет управления движением контейнеров (рис. 2).

Другой причиной вертикальной интеграции субъектов является усиление конкуренции на рынке транспортных перевозок, приводящее к снижению рентабельности предприятий. Как показало исследование, прирост рыночной капитализации логистических компаний в целом в несколько раз опережает характерный для судоходных. Таким образом, преимуществами синергии являются улучшение общей финансовой устойчивости и увеличение для судоходных компаний показателя возврата на инвестиции.

Рис. 2. Причины образования холдингов в сфере морских контейнерных перевозок

В сегменте ЛК МГ горизонтальная интеграция активов позволяет преодолеть барьеры входа на рынок, поскольку перевозка грузов морским транспортом традиционно сопряжена с высоким уровнем постоянных затрат, а возможность предложения услуг международного масштаба предполагает наличие значительного по размеру судоходного парка. Кроме того, данный вид интеграции в сегменте объясняется усилением влияния крупных перевозчиков.

Существенным фактором при объединении активов морских портов и государственных компаний, осуществляющих грузовые железнодорожные перевозки, является стремление к повышению технологической эффективности. Однако уровень потенциальной эффективности (которая представляет собой максимальное значение ресурсоотдачи как интегрального показателя частных критериев развития предприятия) не всегда может быть достигнут, и, как следствие, экономические выгоды синергии не реализованы в полной мере.

Опыт европейских стран свидетельствует о том, что показатель эффективности деятельности в транспортной отрасли в целом выше в сегментах, преимущественно сформированных вертикально интегрированными структурами, что зачастую объясняется возникновением отрицательного эффекта масштаба в сегментах с преобладанием горизонтально образованных объединений [5].

Проведенный анализ деятельности холдингов свидетельствует о существовании практики использования доходов от прибыльных видов деятельности для субсидирования убыточных и неэффективных участников холдинга, таким образом – ограничивая возможности реинвестирования. Так, например, в Турции и Южной Африке подобные действия участников в конечном счете способствовали росту цен на перевозки и ухудшению качества предоставляемых услуг [6], а объемы выручки морских портов не покрывали величину убытков железнодорожных компаний. Во многих странах решением проблемы перекрестного субсидирования выступает приватизация портов и создание интегрированных холдинговых структур, способствующих повышению транспарентности финансовых потоков, обеспечению необходимой поддержки компаниям, предоставляющим услуги в сфере железнодорожных перевозок, а также, в случае горизонтального разделения компаний, – повышению уровня конкуренции.

В то же время анализ зарубежного опыта свидетельствует о существовании в холдингах управленческих проблем [7], последствия которых зачастую могут нивелировать достигаемые вследствие интеграции предприятий преимущества. Следовательно, экономия масштаба не всегда является единственным инструментом повышения рентабельности холдинга, особенно в случае наличия параллельных видов услуг, реализуемых его структурными бизнес-единицами.

Несмотря на возникновение в холдингах отрицательных эффектов масштаба (текущее исследование в университете Антверпена), их продолжающееся формирование объясняется наличием возможностей осуществления данными структурами инициатив, недоступных другим объединениям.

Конкурентные преимущества, реализуемые при вертикальной интеграции, в значительной степени зависят от структуры верхнего уровня рынка, формирующего среду и определяющего условия ведения деятельности хозяйствующих субъектов. Так, например, с целью сохранения государственного контроля в стратегических отраслях экономики и недопущения монополизации рынка в других

отраслях, антимонопольное законодательство ряда стран может ограничивать создание вертикально интегрированных коммерческих объединений, а решение об их образовании утверждается федеральным антимонопольным органом. В частности, в РФ было запрещено создание холдинговых компаний в торговле товарами производственно-технического назначения (материально-техническое снабжение); в сельскохозяйственном производстве, переработке сельхозпродукции и производственно-техническом обеспечении сельского хозяйства; в сфере общественного питания и бытового обслуживания населения; на транспорте (кроме железнодорожного, трубопроводного транспорта и предприятий, осуществляющих исключительно международные перевозки) [8].

Координация предпринимательской деятельности объединений коммерческих организаций, хозяйственных обществ и товариществ (п. 4 ст. 6 Закона о конкуренции), осуществляемая органами исполнительной власти в рамках антимонопольного контроля, направлена на недопущение ограничения конкуренции и повышения экономической концентрации.

Кроме того, особенности и условия заключаемых с администрацией муниципальных образований договоров аренды земли также оказывают непосредственное влияние на возможности концентрации активов холдинговых компаний и реализации ими экономических преимуществ.

Причинами построения холдингов смешанного типа выступают возможности реализации ряда преимуществ и получения экономических выгод, недоступных объединениям других типов. Во-первых, это диверсификация бизнеса, позволяющая снизить предпринимательские риски. Во-вторых, включение холдингами в свой состав предприятий различных сегментов рынка транспортных перевозок предоставляет преимущества осуществления полного контроля и обеспечения эффективности грузоперевозок по всей логистической цепочке. Кроме того, появляются дополнительные возможности роста благодаря дальнейшему использованию накопленного в традиционных сегментах опыта при реализации проектов в новых направлениях бизнеса.

В нашей стране примером успешно функционирующего на рынке транспортных услуг холдингом смешанного типа выступает Universal Cargo Logistics Holding (UCL Holding), объединяющий предприятия транспортировки грузов водным и железнодорожным транспортом, стивидорные компании, а также предприятия судостроения и круизной деятельности. Другим примером является транспортно-логистический холдинг «Инкотек», структура которого представлена терминальными и складскими комплексами, судоходными, автотранспортными, железнодорожными, экспедиторскими, агентскими и операторскими компаниями с единым транспортно-логистическим центром.

В РФ в сегменте МГ появление первых холдингов было связано с процессами приватизации. Большинство транспортно-логистических компаний возникли в конце 1990-х – начале 2000-х годов (в частности, холдинги «ЮВМ-Групп»,«Globaltrans» и группа «ММК»).

Реформирование отрасли способствовало усилению конкуренции и появлению новых юридических лиц, таких, как, например, крупный холдинг смешанного типа «Северстальтранс» (с 2008 года – «Группа компаний «"Н-Транс"»), объединивший предприятия, специализирующиеся на предоставлении услуг железнодорожных и автомобильных перевозок, а также стивидорных услуг.

В 2007 году с целью обеспечения конкурентоспособности и инвестиционной привлекательности грузовых перевозок, обновления российского парка подвижного состава из структуры ОАО «РЖД» во вновь созданное ОАО «Первая грузовая компания» был выделен подвижной состав монополии. Реформа способствовала расширению структуры активов холдинговых объединений за счет приобретения предприятий, имеющих собственный подвижной состав. Так, например, в состав UCL Holding, объединяющего стивидорные компании, порты на юге России, экспедиторские, судостроительные и судоремонтные компании, пароходства, а также крупных железнодорожных операторов, в 2007 году была включена ОАО «Первая грузовая компания». Еще одним из крупнейших в России частных транспортно-логистических диверсифицированных холдингов, владеющих собственным парком железнодорожного подвижного состава, стал Fesco, объединив под единым управлением активы морских судов и сухогрузные порты (по [9] сухогрузный/сухой порт – удаленный от морского порта внутренний терминал, выполняющий операции по таможенной очистке товаров, функции сосредоточения и распределения товаров, перегрузку контейнеров и, возможно, перевалку грузов, интермодальные инфраструктурные сообщения).

Анализ опыта создания холдингов в транспортной отрасли нашей страны на примере сегмента МГ позволяет сделать ряд выводов:

– первый этап становления холдингов (период с 1992 по 1998 год) характеризуется доминированием крупных вертикально интегрированных корпоративных структур в виде государственных компаний или компаний с доминирующим государственным участием, созданных преимущественно по инициативе «сверху» в соответствии с указами президента и постановлениями правительства. Объединения сочетали функции государственного регулирования и хозяйственной деятельности, а целями их образования являлись интеграция участников и восстановление производственной кооперации в интересах реализации экспортных контрактов. Смещение фокуса в сторону осуществления организациями преимущественно функций контроля, нежели корпоративного управления, стало одной из причин недостаточной эффективности их деятельности и привело к постепенному разгосударствлению крупных объединений;

– период, начиная с 1998 года, характеризуется активным построением диверсифицированных холдингов с негосударственной формой собственности как результата процессов приватизации и дальнейшей либерализации рынка. Основным фактором выступает разукрупнение структур вследствие реорганизации либо учреждения на месте одного юридического лица группы хозяйственных обществ. Период также отличает появление на отечественном рынке грузовых транспортных перевозок крупных международных концернов (Maersk, DHL и пр.), составляющих сильную конкуренцию национальным предприятиям и их объединениям. В настоящее время происходящие в холдинговой структуре изменения зачастую связаны с необходимостью обеспечения крупных контрактов для предприятий, увеличением клиентской базы, расширением парка и рынков сбыта, а также продажей непрофильных активов.

Проведенный анализ причин возникновения и особенностей деятельности холдингов в России и за рубежом позволяет сформулировать основные цели их построения:

– в случае горизонтальной интеграции предприятий: сокращение издержек производства, повышение интенсивности задействования производственных мощностей и мобильности в использовании ресурсов, установление ценового или сбытового контроля на рынке;

– при вертикальной интеграции компаний: обеспечение эффективности функционирования одного производственного процесса или групп, объединенных общностью хозяйственной цели;

– в условиях диверсифицированного холдинга: снижение производственных рисков, улучшение финансовых потоков и соответственно увеличение прибыли;

– повышение эффективности управления активами и проектами холдинга, бизнеса в целом за счет формирования оптимального состава и количества бизнес-единиц, соответствующих направлениям и целям деятельности структуры;

– реализация эффективных механизмов финансового контроля, централизация финансовых потоков и учета в рамках управляющей компании.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:
1. Hoffmann, J. Concentration in Liner Shipping: Its Causes and Impacts for Ports and Shipping Services in Developing Regions. United Nations, Economic Commission for Latin America and the Caribbean, 1998, с. 54. **2.** Alphaliner, Annual Review – 2012. **3.** Menard, Claude (1997), Transaction Cost Economics: Recent Developments, Brookfield: Edward Elgar. **4.** Merket, R., A.S.J. Smith and C.A. Nash (2008), Measuring the Transaction Costs of Railways, University of Leeds. **5.** Growitsch, C. and H. Wetzel (2009), Testing for Economies of Scope in European Railways: An Efficiency Analysis, Journal of Transport Economics and Policy, 43(1) 2009. **6.** Thompson, Louis S. (2009), TG Associates, OECD/ITF JTRC Discussion Paper. **7.** Fremont, Antoine (2009), INRETS, France, Empirical evidence for integration and disintegration of maritime shipping, port and logistics activities, OECD/ITF JTRC Discussion Paper. **8.** Указ Президента РФ от 16.11.1992 г. «О мерах по реализации промышленной политики при приватизации государственных предприятий», п. 2.2-2.4 Временное положение о холдинговых компаниях, создаваемых при преобразовании государственных предприятий в акционерные общества. **9.** Профильный документ экономического и социального совета ООН E/ESCAP/CMG(3/I)/1 от 17.08.2006 г.

УЧРЕЖДЕНИЕ: Московская государственная академия водного транспорта (МГАВТ)

ТЕМА: Применение метода внешних суперэлементов и ОТМ-матриц при мониторинге состояний шлюзовых затворов

АВТОРЫ: И.А. МЕЩИХИН, аспирант, М.А. САХНЕНКО, к. т. н., доцент, МГАВТ; Е.Н. СОСЁНУШКИН, д. т. н., МГТУ Станкин

За несколько последних десятилетий произошло старение основных фондов, в том числе конструкций шлюзовых затворов. Поскольку большинство из них имеют нормативный срок службы 30-50 лет, а изношенность на данный момент достигает 67 %, остаточный ресурс уже или полностью исчерпан или характеризуется минимальным запасом в 5-10 лет. Таким образом, на современном этапе представляется актуальным проведение оценки и мониторинга текущего состояния шлюзовых затворов с целью принятия мер по продлению сроков их эксплуатации.

Ключевым аспектом решения поставленной задачи является возможность определения напряженно-деформированного состояния (НДС) конструкции путем математического моделирования (ММ) при заданных граничных условиях, вариативная часть которых уточняется по итогам периодических измерений.

С учетом того что состояние конструкции в процессе эксплуатации изменяется, возникает необходимость либо периодических перерасчетов, либо формирования результатов вычислений в вариативной постановке, либо создания специальной экспресс-методики перерасчета состояния конструкции, которая была бы доступна для применения эксплуатирующей организацией. Рассмотрению последнего случая посвящена настоящая статья.

В зависимости от масштаба использования методов ММ и степени компьютеризации процедуру внедрения информационных технологий целесообразно разделить на 3 стадии: на уровне объекта; на уровне локальной группы объектов; на глобальном уровне.

Существующие информационные технологии и достаточно высокая степень развития CAE-комплексов позволяют с помощью метода конечных элементов сформировать ММ нужной конструкции и исследовать особенности ее поведения с позиций прочности, устойчивости, трещинно-стойкости и т. д. Этот вопрос подробно описан в диссертации автора статьи и в [1, 2]. Затем по результатам численного моделирования делается вывод как о текущем состоянии объекта, так и о вероятном развитии ситуации в будущем. Данные анализа передаются эксплуатирующей организации в формате научно-технического отчета, содержащего таблицы максимальных напряжений, коэффициентов запаса по устойчивости, коэффициентов интенсивности напряжений по расчетным случаям, а также эпюры предельных состояний, по которым на основе данных периодических измерений можно самостоятельно определять НДС сооружения. Так строится и верифицируется полноразмерная ММ.

Ниже представлен акт внедрения результатов применения модели (в виде эпюр предельных состояний, рекомендаций по эксплуатации и пр.) сегментного затвора верхней головы шлюза на канале имени Москвы.

АКТ

О внедрении

результатов диссертационного исследования аспиранта Мещихина И.А.

Канал имени Москвы совместно с МГАВТ провел обследование состояние сегментного шлюзового затвора №7.

По результатам обследования МГАВТ в рамках научного сотрудничества провел исследование напряженно-деформированного состояния конструкции на цифровых прототипах.

По результатам проведенных расчетов получено, что затвор находится в близком к проектному рабочем состоянии.

По расчетным случаям действия перепада давления и технологических нагрузок выделены наиболее опасные зоны в конструкции сооружения.

По показанным возможностям под действием нагрузок от смещения опорных стоек затворов канала имени Москвы, сделаны корректировки в перечне периодических обследований конструкции.

По результатам расчета затвора на устойчивость канал сделал заключение о удовлетворительном запасе сооружения по устойчивости и получил предельные значения коррозионного износа с точки зрения потери устойчивости.

В представленной работе раскрыта значимость эффекта автоколебательных ударных воздействий уплотнительного бруса затвора на общее состояние его прочностного ресурса. Предложена оригинальная картина распределения коэффициентов интенсивности напряжений при различных размерах возможных сквозных трещинообразований для включения в модель прочностного мониторинга конструкции.

Если эксплуатирующую организацию интересует состояние лишь одного объекта, то описанный принцип

вполне оправдан. Однако при наличии необходимости в мониторинге группы объектов возникает потребность в систематизации, компьютеризации и унификации рассматриваемого подхода.

При условии что действие эксплуатационных факторов возможно интерпретировать как перемещения в некоторых точках конструкции (например, подвижки подшипников, перекос щита затвора и т.п.), для оценки НДС линейной модели конструкции можно применить метод внешних суперэлементов.

ММ конструкции без учета демпфирования представим в виде:

$$[M]\ddot{u}+[K]u=F,$$

где [M] – матрица масс;
[K] – матрица жесткости;
u – вектор перемещений;
F – вектор сил.

Вектор перемещений разделим на 2 группы:

$$\{u\}=\begin{Bmatrix}U_R\\U_L\end{Bmatrix},$$

где индекс L соответствует внутренним степеням свободы конструкции, а индекс R – внешним степеням свободы, которые также именуются интерфейсными.

Тогда по методу Крейга–Бемптона связь интерфейса и внутренних степеней свободы конструкции можно выразить так:

$$u_L=[\Phi_R][u_R]+[\Phi_L][q_m],$$

где $[\Phi_R][u_R]$ – перемещения внутренних узлов относительно интерфейса как жесткого целого; $[\Phi_L][q_m]$ – упругие перемещения внутренних узлов относительно интерфейса.

Этот расчет оперирует не с полными матрицами масс и жесткостей, размерность которых часто превышает миллион, а с их компактными эквивалентами, размерность которых совпадает с размерностью интерфейса и учитываемых собственных частот. Данная операция называется редукцией, а полученные в ее ходе матрицы – редуцированными, при ненулевом количестве учитываемых собственных частот, в противном случае – конденсацией (по Гаяну).

На рис. 1 представлена операция редуцирования модели.

Полученные матрицы удобно использовать при совместном расчете систем.

До недавнего времени восстановление результатов совместного расчета в MSC Nastran процедурно осуществлялось с помощью Master-файла, который создается на этапе редукции.

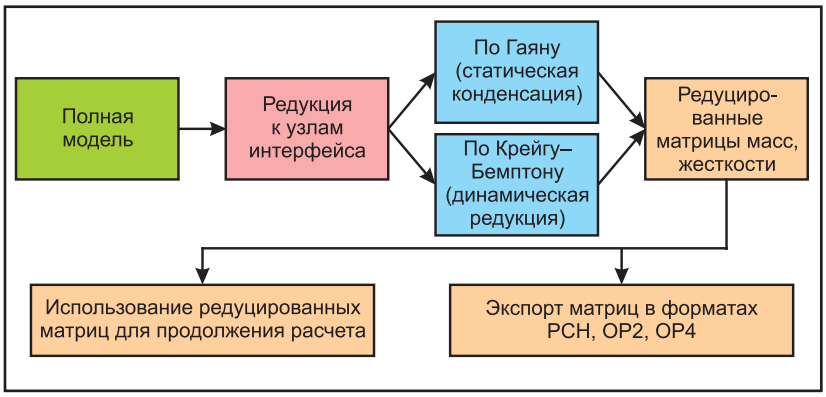


Рис. 1. Процедура редуцирования модели

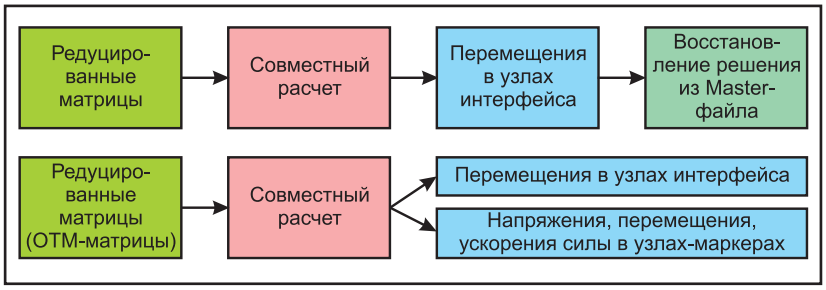


Рис. 2. Процедура совместного расчета

Упрощение и развитие технологии Output Transformation Matrix (OTM) позволило на этапе совместного расчета восстанавливать решение для внутренних степеней свободы.

На рис. 2 представлен алгоритм решения задачи совместного расчета конструкций.

При этом ОТМ-матрицы формируются для узловых сил, перемещений, ускорений (TUG, MUG) и напряжений (TES, MES) и структурно состоят из 2 частей – таблицы перенумерации и матрицы восстановления. ОТМ могут быть выведены либо в бинарный файл (*.OP2), либо в текстовом виде в форматах *.OP4 и *.PCH.

Операция восстановления решения в рассматриваемом случае осуществляется в 2 этапа:

– по таблице перенумерации (нумерация матрицы восстановления приводится в соответствие нумерации интерфейсных узлов);

– коэффициенты матрицы восстановления умножаются на вектор перемещений интерфейса, и вклады в перемещения суммируются по отдельным компонентам.

Полученные в ходе редукции матрицы масс, жесткости и ОТМ-матрицы импортируются в программную среду MatLab, где создается интерфейс, с помощью которого впоследствии будут задаваться перемещения внешних узлов и восстанавливаться полученное решение для выбранной области.

До настоящего момента акцент в применении методов внешних суперэлементов был смещен в сторону предпроектного анализа нагрузок, действующих на конструкцию. При этом возможности использования его потенциала для целей эксплуатации не реализовывались.

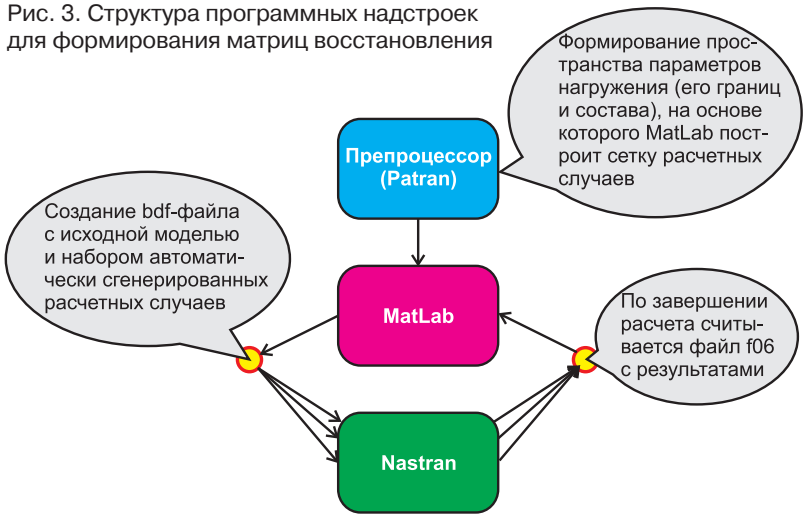
Одна из причин отсутствия практики применения метода суперэлементов – требование линейности редуцируемой модели. Именно это ограничение не позволяет без модификаций метода учитывать нелинейности, связанные с учетом контакта, пластичности, больших деформаций и пр. Тем не менее учет перечисленных типов нелинейности принципиально не меняет алгоритм расчета, а просто в зависимости от правой части – нагрузки – меняет коэффициенты матриц масс и жесткости.

При этом, если изначально извес-тен путь нагрузки (и его можно задать в виде функции от счетного числа параметров), то коэффициенты редуцированных матриц масс жесткости нелинейных моделей можно представить в виде функций от параметров нагрузки.

В силу циклического характера работы гидротехнических сооружений действующий комплекс факторов нагружения достаточно легко описать счетным (в пределах 2-3) набором параметров (уровень воды в бьефах, подвижки подшипников и пр.).

В рамках DMAP-синтаксиса (Direct Matrix Abstraction Program) для про-

Рис. 3. Структура программных надстроек для формирования матриц восстановления



граммы MSC Nastran был разработан оператор ALTER, позволяющий при различных значениях нагрузки выводить матрицы масс и жесткостей.

Поскольку количество возможных комбинаций путей нагружения значительно, осуществлять серию расчетов для каждой возможной точки пространства параметров вручную затруднительно. Для автоматизации процесса в рамках MatLab был разработан макрос (рис. 3), который подготавливает файл с моделью (*.bdf) и сгенерированным набором расчетных случаев, запускает решатель Nastran и (после выполнения расчета) считывает результаты из файла *.f06. Далее на основе множества полученных значений для каждой ячейки матрицы восстановления строится массив кубических сплайнов.

Как показала серия проведенных автором статьи расчетов, среди эксплуатационных факторов, влияющих на НДС, следует выделить 2 основных – перекос щита затвора и подвижка подшипника. При этом для идентификации текущего состояния конструкции предлагается проводить измерения по точкам: из них точки 1 и 2 содержат необходимую для оценки информацию, остальные являются средством идентификации результатов.

На рис. 4 представлена схема измерений и показана симметричная часть геометрической модели затвора.

На основе результатов эксперимента был осуществлен перерасчет прогибов и действующих напряжений верхнего затвора шлюза № 7. Сопоставление этих данных для значения подвижки подшипника 0 и 15 мм показано на рис. 5.

В соответствии с графиком наиболее близким к экспериментальному является случай подвижки подшипника на 15 мм. Максимальные действующие напряжения – 206 МПа, коэффициент запаса – 1,2.

На рис. 6 и 7 представлены эпюры напряжений, соответствующие подвижке подшипников на 15 мм, места концентраций напряжений обведены кругами.

Данные исследования хорошо согласуются с результатами расчета как на полной модели, так и на редуцированной.

В дальнейшем при подстановке замеренных в ходе мониторинга значений прогибов в матрицу восстановления получаются значения действующих напряжений как нелинейной функции от параметров нагружения. Описанный подход позволяет расширить сферу применения метода суперэлементов на область нелинейных задач.

Затем осуществляется компиляция m-файла в исполняемый, полученное таким образом программное обеспечение предоставляется эксплуатирующей организации. По требованию заказчика в продукт могут быть включены опции по расчету временного отклика, амплитудно-частотной характеристики и вычислению ударного спектра для подтверждения сейсмостойкости.

Этапы операции по мониторингу прочности с использованием описанной технологии показаны на рис. 8.

При внедрении этой процедуры мониторинга в масштабе региона,

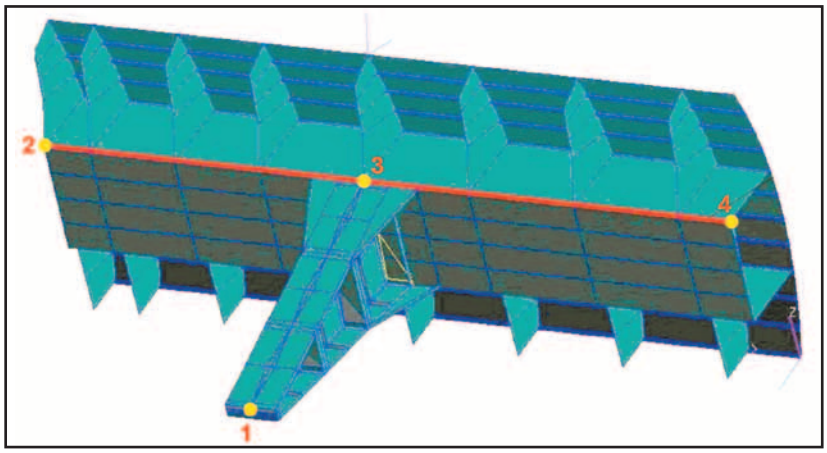


Рис. 4. Точки замеров перемещений

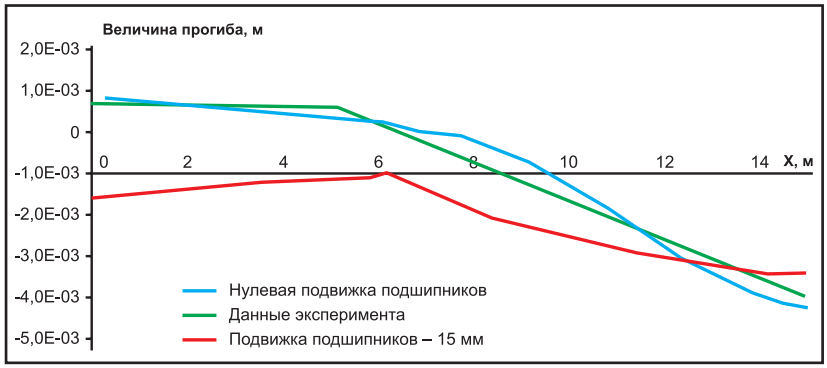


Рис. 5. Эпюра прогибов сегментного затвора (начало координат соответствует левой стороне, нижний бьеф находится сзади)

страны (3-й этап) возникает необходимость в автоматизации замера перемещений в контрольных точках и организации сервера удаленной базы данных периодических замеров с интерфейсом, который способен в режиме on-line восстанавливать текущее НДС шлюзовых затворов, а также прочих металлоконструкций на внутренних водных путях Российской Федерации.

Использование описанной технологии позволяет оперативно определять текущее состояние шлюзовых затворов, прогнозировать изменения в их конструкции и на основе полученных данных принимать обоснованные решения о целесообразности ремонта. Фактически можно обеспечить безопасную и безотказную эксплуатацию гидротехнических сооружений, минимизировав экономические издержки.

ВЫВОДЫ

1. Применение суперэлементного подхода к вопросу оценки состояния гидротехнических сооружений позволяет не только осуществлять разовые расчеты по данным мониторинга, но и разрабатывать самодостаточные приложения, с помощью которых в режиме реального времени можно определять текущее состояние сооружения по замеренному комплексу перемещений.

2. Распространение предметной области применимости метода суперэлементов на сферу нелинейных задач позволяет формировать редуцированные модели объектов мониторинга с учетом пластичности.

3. Оснащение ответственных сооружений предлагаемым программным обеспечением позволяет:

а) упростить и повысить качество процедуры оценки состояния конструкции;

б) сформировать систему унифицированного подхода к оценке состояний сооружений (при этом для каждого объекта мониторинга модели будут уникальными и учитывающими индивидуальные особенности объекта и его эксплуатации).

Объединение клиентов приложений в единую сеть позволит просто и эффективно собирать статистику изменений состояний гидротехнических сооружений в стране.

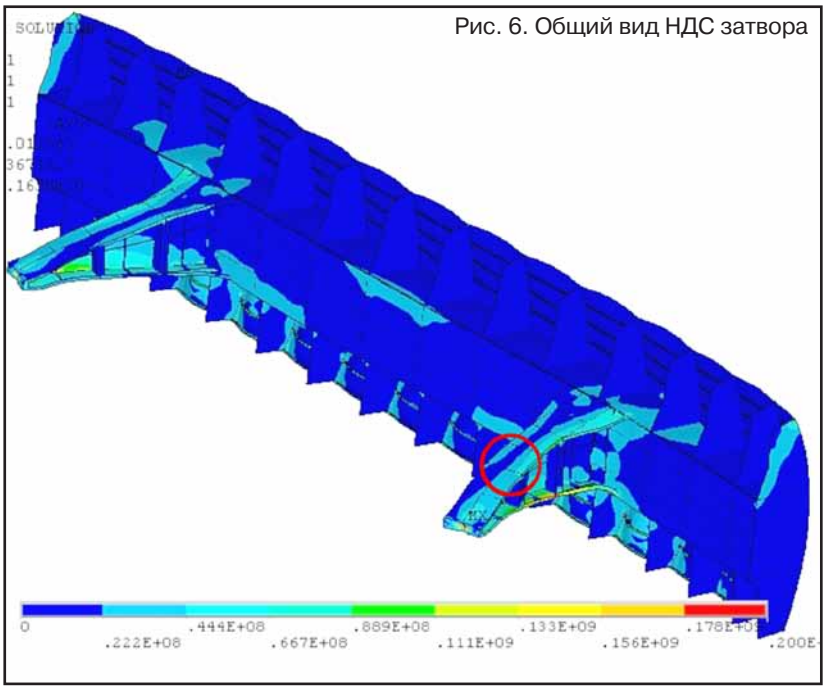


Рис. 6. Общий вид НДС затвора

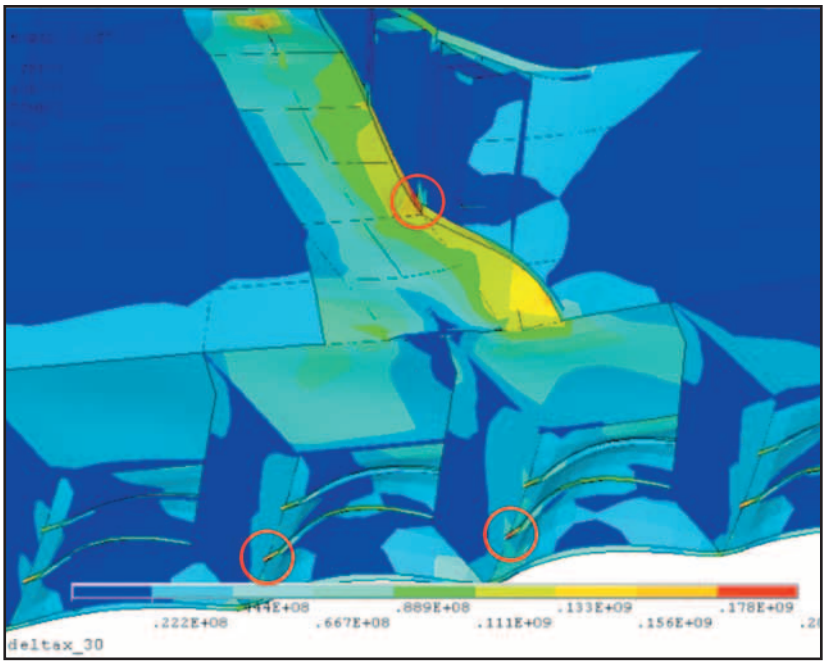


Рис. 7. Концентраторы щита и опорного сектора затвора

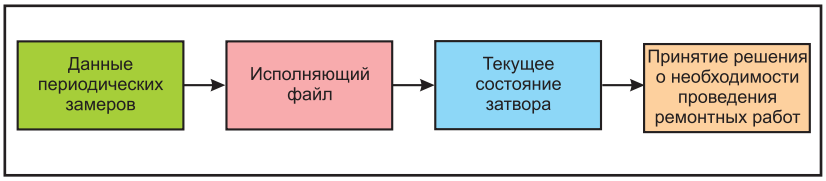


Рис. 8. Процедура мониторинга прочности

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:
1. Канунникова Е.А., Мещихин И.А. Применение суперэлементов в прочностных расчетах космических аппаратов//Труды НПП ВНИИЭМ. Вопросы электромеханики – 2011. – № 121. – С. 31-45. **2.** Геча В.Я., Канунникова Е.А., Мещихин И.А. Бордадымов В.Е., Даниловский Н.Н. Создание редуцированных матриц жесткостей и масс для совместного анализа нагрузок//Труды НПП ВНИИЭМ. Вопросы электромеханики – 2011. – № 121. – С. 31-45.

УЧРЕЖДЕНИЯ: Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О.Макарова (ГУМРФ); Санкт-Петербургский государственный политехнический университет (СПбГПУ)

ТЕМА: Исследование возможности повышения момента вращения бесколодочных баллонов шинно-пневматических муфт

АВТОРЫ: С. Г. ЧУЛКИН, проректор по инновационной деятельности, профессор, д.т.н., ГУМРФ; Б. Д. КУКАЛЕНКО, доцент кафедры «Машиноведение и основы конструирования» Института машиностроения, металлургии и транспорта, к.т.н., СПбГПУ

В приводах судовых энергетических установок (дизельных и турбинных) в качестве разобщительного, упругого и шумоизолирующего звена в линии валопровода широко применяются шинно-пневматические муфты (ШПМ), отличающиеся конструктивной простотой, надежностью в работе и удобством эксплуатации.

Основным элементом ШПМ, обеспечивающим соединение и разобщение, а также торможение вращающихся деталей (то есть вала отбора мощности), передающих момент вращения, является пневматический баллон. Он представляет собой резинокордную кольцевую оболочку, имеющую в поперечном сечении форму замкнутого овального кольца [1]. Баллон армирован каркасом из нескольких слоев обрезиненного корда, который обеспечивает необходимую прочность и устойчивость его профиля при действии давления сжатого воздуха, подаваемого в его внутреннюю полость. Благодаря этому баллон расширяется и прижимается к барабану трения фрикционными колодками, закрепленными на внутреннем протекторе с силой, обеспечивающей передачу заданного момента вращения.

Существует баллон бесколодочного исполнения, у которого рабочей является поверхность внутреннего протектора, облицованного фрикционным резиновым слоем. Включение муфты с таким баллоном производится в период, когда ведущий и ведомые валы находятся в состоянии покоя или при строго определенной и небольшой разности их скоростей вращения (10-40)*10^{-1} рад/с.

Такие конструкции баллонов и муфт принято называть обжимными. Если фрикционные поверхности у баллона и муфты расположены на наружном протекторе (наружный барабан трения), то они называются разжимными.

Повышение передаваемой мощности и момента вращения судовых установок, связанное с увеличением скорости движения и улучшением эксплуатационных характеристик судов, резко повышает нагруженность основных элементов применяемых ШПМ и соответственно снижает их надежность и долговечность.

Для того чтобы обеспечить равномерность напряженного состояния других элементов, приходится наращивать долю объема упругого элемента в общем объеме муфты, а также габаритные размеры применяющихся в линии валопровода ШПМ, что крайне нежелательно в условиях большой стесненности на судне. Попытки использовать существующую конструкцию муфты, спроектированную для определенных нагрузок и работоспособную при строгом соблюдении заложенных в проект норм эксплуатации, в новых ужесточенных условиях работы (увеличение давления сжатого воздуха, температуры окружающей среды и др.) не могут дать положительных результатов.

Поэтому все возрастающие требования, предъявляемые к муфтам современных судовых установок, обеспечивающих передачу больших моментов вращения, работа в условиях повышенных частот и возможного регулирования упругодемпфирующих характеристик, приводят к необходимости совершенствования существующих и созданию новых ШПМ с повышенными эксплуатационными характеристиками [2].

Таким образом, традиционный путь повышения момента вращения ШПМ, требующий либо увеличения габаритных размеров муфты и ее упругого элемента – резинокордного баллона (РКБ), либо увеличения давления сжатого воздуха, подводимого к баллону муфты, не всегда можно считать приемлемым.

Рассмотрим ряд возможных способов повышения момента вращения, передаваемого РКБ ШПМ, связанных с уточнением нагрузочной способности его каркаса, с корректировкой геометрической формы поперечного сечения баллона, с изменением конструкции фрикционной поверхности баллона и барабана трения.

В статье [3] авторами дан расчет (в основе которого принят ряд допущений) на прочность РКБ с диагональным каркасом, рассматриваемого как тонкостенная торообразная оболочка. Расчет прочности такого баллона состоит из определения линейных напряжений, возникающих как под действием давления сжатого воздуха, подаваемого в его внутреннюю полость, так и вследствие действия приложенного момента вращения, и вычисления по этим напряжениям величины сил, растягивающих нити корда каркаса.

Для уточнения нагрузочной способности каркаса РКБ следует рассмотреть расчет нагрузок, действующих на нити кордонного каркаса, путем учета изменения геометрии от закручивания передаваемым моментом вращения и условий совместности деформаций нити.

С учетом малости напряжений в нитях возникают определенные зависимости между усилиями в них и интенсивностями сил по отношению к единице длины сечения РКБ.

На рис. 1 показана схема интенсивности сил, приложенных к бесконечно малому элементу каркаса РКБ, представляющего собой квадратный элемент, ориентированный по меридиану и параллели, с нанесением действующих сил.

На рис. 2 приведена расчетная схема для определения шага и частоты нити в элементе в радиальном и окружном направлениях.

На рис. 1 и 2 приняты следующие обозначения: q_m, Н/м – единичная нормальная меридиональная нагрузка (меридиональных усилий); q_t, Н/м – единичная нормальная окружная нагрузка (окружное усилие); q_{mm}, Н/м – единичная касательная нагрузка (сдвиговое усилие) в меридиональном

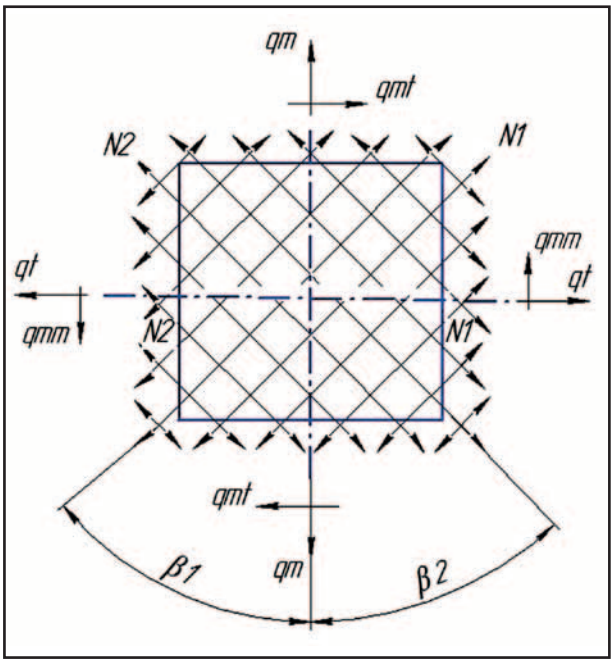


Рис. 1. Схема интенсивности сил, приложенных к бесконечно малому элементу каркаса РКБ

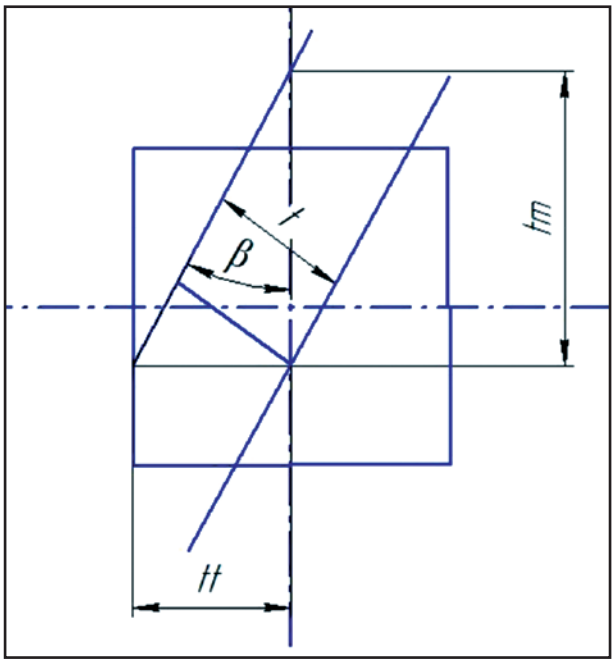


Рис. 2. Расчетная схема для определения шага и частоты нитей в радиальном и окружном направлениях

направлении; q_{mt}, Н/м – единичная касательная нагрузка (сдвиговое усилие) в окружном направлении; N_1, Н/нить – наибольшее усилие в нити; N_2, Н/нить – наименьшее усилие в нити (усилия N_1 и N_2 в нитях различных направлений); t, мм – шаг нити по нормали; t_m, мм – шаг между нитями в меридиональном направлении; t_t, мм – шаг между нитями в окружном направлении; β_1, β_2 , град – углы между нитями и меридианом в нитях различных направлений.

Из рис. 2 следует:

$$t_m = \frac{t}{\sin\beta}, \quad (1) \qquad t_t = \frac{t}{\cos\beta}. \quad (2)$$

Обозначив частоту нитей в меридиональном и окружном направлениях как i_m и i_t, получим выражения:

$$i_m = \frac{1}{t_m}, \quad (3) \qquad i_t = \frac{1}{t_t}. \quad (4)$$

Если учесть, что для любого радиуса r, мм, принадлежащего стенке каркаса РКБ, справедливо:

$$2\pi r_{сб} i_{сб} \cos\beta_{сб} = 2\pi r i_t, \quad (5)$$

где $r_{сб}$, мм – радиус вращения слоя каркаса при технологической сборке, то из формул (1)-(5) получается:

$$t_m = \frac{i_{сб} r_{сб} \cos\beta_{сб} \operatorname{tg}\beta}{r}, \quad (6) \qquad t_t = \frac{i_{сб} r_{сб} \cos\beta_{сб}}{r}, \quad (7)$$

где $i_{сб}$, нить/м – частота нитей корда при сборке каркаса; $\beta_{сб}$, град – угол закроя нитей корда при сборке каркаса РКБ.

Для многослойных конструкций каркаса РКБ на основании уравнений элементарного участка с единичной длиной сторон (см. рис. 1) можно записать для единичных меридионального, окружного и сдвигового усилий соответственно следующие зависимости:

$$q_m = \sum N i_t \cos\beta, \quad (8) \qquad q_t = \sum N i_m \sin\beta, \quad (9)$$

$$q_{mt} = q_{mm} = \sum N i_t \sin\beta = \sum N i_m \cos\beta. \quad (10)$$

При подстановке выражений (6) и (7) в (8)-(10) имеем:

$$q_m = \sum \frac{N i_{сб} r_{сб} \cos\beta_{сб} \cos\beta}{r}, \quad (11)$$

$$q_t = \sum \frac{N i_{сб} r_{сб} \cos\beta_{сб} \sin^2\beta}{r\cos\beta}, \quad (12)$$

$$q_{mt} = q_{mm} = \sum \frac{N i_{сб} r_{сб} \cos\beta_{сб} \sin\beta}{r}. \quad (13)$$

Формулы (11)-(13) справедливы для любой конструкции каркаса РКБ и геометрии укладки в нем нитей корда.

В зависимости от направления относительно меридиана и ориентации осей координат угол β, град, в приведенных зависимостях является алгебраической величиной, равной +|β| или -|β|.

При передаче ШПМ момента вращения выражения могут быть представлены так:

$$q_{mt} = q_{mm} = \frac{T}{4\pi r^2}, \quad (14)$$

где T, Н – момент вращения, передаваемый РКБ.

Рассматривая передачу момента вращения РКБ, состоящей из четного числа слоев ($n_{сл}$) корда, расположенных в незакрученном состоянии симметрично относительно радиальной плоскости сечения, на основании формул (11)-(13) получаем:

$$q_m = \frac{n_{сл} i_{сб} r_{сб} \cos\beta_{сб}}{2r} \left(N_1 \cos\beta_1 + N_2 \cos\beta_2\right), \quad (15)$$

$$q_t = \frac{n_{сл} i_{сб} r_{сб} \cos\beta_{сб}}{2r} \left(N_1 \frac{\sin^2\beta_1}{\cos\beta_1} + N_2 \frac{\sin^2\beta_2}{\cos\beta_2}\right), \quad (16)$$

$$q_{mt} = q_{mm} = \frac{n_{сл} i_{сб} r_{сб} \cos\beta_{сб}}{2r} \left(N_1 \sin\beta_1 + N_2 \sin\beta_2\right). \quad (17)$$

Как следует из теории пневматических РКБ [3], уравнения (15) и (16) определяют некоторую функцию от r, интегрирование которой дает возможность рассчитать прочность

любой резинокордной оболочки вращения, нагруженной внутренним давлением сжатого воздуха.

В выражения (15)-(17) входят 4 неизвестные величины: N_1, N_2, β_1 и β_2. Для определения связи между ними рассмотрим условия в соответствии со статической неопределенностью задачи и используем соответственно зависимости (14) и (17).

На рис. 3 представлена схема деформации кордных нитей каркаса баллона под действием внутреннего давления сжатого воздуха и приложенного момента вращения. Очевидно, что

$$dL_p = dl\left(1+\frac{N_p}{EF_k}\right)\cos\beta\ , \qquad (18)$$

где dL_p – дифференциал длины дуги меридиана при нагружении каркаса только от давления сжатого воздуха;

dl – дифференциал длины нити в ненагруженном состоянии;

N_p, Н/нить – нагрузка, действующая на нить только от давления сжатого воздуха;

EF_k – произведение модуля упругости нитей корда E (МПа) на площадь поперечного сечения нити корда F_k (мм^2).

Формулы, содержащие произведение EF, справедливы только для нитей, подчиняющихся закону Гука. Из условия совместности деформаций в меридиональном направлении получаем:

$$dL_{pT} = dl\left(1+\frac{N_1}{EF_k}\right)\cos\beta_1 = dl\left(1+\frac{N_2}{EF_k}\right)\cos\beta_2\ , \qquad (19)$$

где dL_{pT} – дифференциал длины дуги меридиана, закрученной моментом T РКБ, нагруженной внутренним давлением сжатого воздуха.

По условию совместности деформаций в окружном направлении $du_1=du_2$:

$$dl\left[\left(1+\frac{N_1}{EF_k}\right)\sin\beta_1 - \left(1+\frac{N_p}{EF_k}\right)\sin\beta\right] =$$
$$= dl\left[\left(1+\frac{N_2}{EF_k}\right)\sin\beta_2 + \left(1+\frac{N_p}{EF_k}\right)\sin\beta\right]\ . \qquad (20)$$

С помощью формул (14), (17), (19) и (20) получается система уравнений:

$$N_1\sqrt{1-x^2} - N_2\sqrt{1-y^2} = 2c\left(\sqrt{1-y^2} - \sqrt{1-x^2}\right), \qquad (21)$$

$$N_1 x - N_2 y = 2c(y-x) + 2b\sin\beta\ , \qquad (22)$$

$N_1 x + N_2 y = 2a$, (23) где

$$a = \frac{T}{4\pi n i_{сб} r r_{сб}\cos\beta_{сб}}, \qquad (24)$$

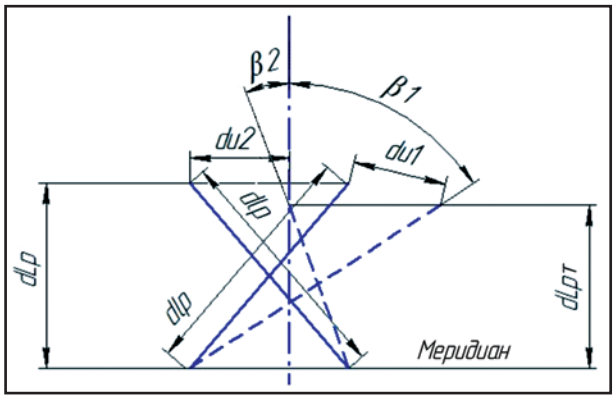


Рис. 3. Схема деформации кордных нитей каркаса под действием внутреннего давления и момента вращения

$b = EF_k + N_p$, (25) $\quad c = \frac{EF}{2}$, (26) $\quad x = \sin\beta_1$, (27) $y = \sin\beta_2$, (28). Используя (22) и (23), имеем:

$$N_1 = \frac{1}{x}\left[a + b\sin\beta + c(y-x)\right], \qquad (29)$$

$$N_2 = \frac{1}{y}\left[a - b\sin\beta - c(y-x)\right]. \qquad (30)$$

Подставив выражения (29) и (30) в формулу (21), получим соответственно:

$$f_1(x,y) = y^2(1-x^2)\left[a + b\sin\beta + c(x+y)\right]^2 -$$
$$- x^2(1-y^2)\left[a - b\sin\beta + c(x+y)\right]^2 = 0\ . \qquad (31)$$

Из (31) следует:

$$dy/dx = \{y^2[x(a + b\sin\beta + 2cx + cy) - c + x(1-y^2)]*$$
$$*[a - b\sin\beta + c(x+y)][a - b\sin\beta + c(2x+y)\}* \quad , (32)$$
$$*\{y(1-x^2)[a + b\sin\beta + c(x+y)][a + b\sin\beta + c(x+$$
$$+2y)] + x^2[a - b\sin\beta + c(x+y)][y(a - b\sin\beta - cx) - c]\}.$$

Уравнение (31) необходимо дополнить еще одной зависимостью, связывающей неизвестные x и y. Например, с учетом принципа минимума потенциальной энергии, накапливаемой в нитях каркаса, справедливо:

$$\frac{d}{dy}\left(N_1^2 + N_2^2\right) = \frac{d}{dx}\left(N_1^2 + N_2^2\right)\frac{dx}{dy} = 0\ . \qquad (33)$$

При этом, если $dy/dx \neq 0$, то из (33) следует:

$$f_2(x,y) = cx^3 y[a - b\sin\beta - c(y-x)] - y^3[a + b\sin\beta +$$
$$+ c(y-x)](a + b\sin\beta + cy) + \{cxy^3[a + b\sin\beta + c(y-$$
$$-x)] - x^3[a - b\sin\beta - c(y-x)](a - b\sin\beta + cx\}\frac{dy}{dx} = 0. \qquad (34)$$

После подстановки (32) в (34) получается система уравнений (31) и (34), содержащая искомые неизвестные x и y.

Решение системы может быть произведено путем последовательных приближений по таким выражениям:

$$x^{(i+1)} = x^{(i)} - \frac{\frac{\partial f_2^{(i)}}{\partial y^{(i)}} f_1^{(i)} - \frac{\partial f_1^{(i)}}{\partial y^{(i)}} f_2^{(i)}}{\frac{\partial f_1^{(i)}}{\partial x^{(i)}}\frac{\partial f_2^{(i)}}{\partial y^{(i)}} - \frac{\partial f_1^{(i)}}{\partial y^{(i)}}\frac{\partial f_2^{(i)}}{\partial x^{(i)}}}\ , \qquad (35)$$

$$y^{(i+1)} = y^{(i)} - \frac{\frac{\partial f_2^{(i)}}{\partial x^{(i)}} f_1^{(i)} - \frac{\partial f_1^{(i)}}{\partial x^{(i)}} f_2^{(i)}}{\frac{\partial f_1^{(i)}}{\partial x^{(i)}}\frac{\partial f_2^{(i)}}{\partial y^{(i)}} - \frac{\partial f_1^{(i)}}{\partial y^{(i)}}\frac{\partial f_2^{(i)}}{\partial x^{(i)}}}\ , \qquad (36)$$

где индексы (i) и (i+1) соответственно означают i^e и $i+1^e$ приближения вычисленных значений x и y, а также частных производных функций $f_1(x,y)$ и $f_2(x,y)$.

При этом в качестве нулевого приближения можно принять $x=-y=\sin\beta$.

Выражения для частных производных $f_1(x,y)$ и $f_2(x,y)$ будут следующие:

$$\frac{\partial f_1}{\partial x} = -2xy^2[a + b\sin\beta + c(x+y)]^2 + 2cy^2(1-x^2)*$$
$$*[a + b\sin\beta + c(x+y)] - 2x(1-y^2)[a - b\sin\beta +$$
$$+ c(x+y)]^2 - 2cx^2(1-y^2)[a - b\sin\beta + c(x+y)]\ , \qquad (37)$$

$$\frac{\partial f_1}{\partial y} = 2y(1-x^2)[a+b\sin\beta+c(x+y)]^2 + 2cy^2(1-y^2)*$$
$$*[a+b\sin\beta+c(x+y)] + 2x^2y[a-b\sin\beta+c(x+y)]^2 -$$
$$-2cx^2(1-y^2)[a-b\sin\beta+c(x+y)]\ , \qquad (38)$$

$$\frac{\partial f_2}{\partial x} = 3cx^2y[a-b\sin\beta-c(y-x)] + c^2x^3y + cy^3 *$$
$$*(a+b\sin\beta+cy) + \{cy^3[a+b\sin\beta+c(y-x)] - c^2xy^3 -$$
$$-3x^2[a-b\sin\beta-c(y-x)](a-b\sin\beta+cx) - cx^3(a-$$
$$-b\sin\beta+cx) - cx^3[a-b\sin\beta-c(y-x)]\}\frac{dy}{dx} +$$
$$+\{cxy^3[a+b\sin\beta+c(y-x)] - x^3[a-b\sin\beta-c(y-$$
$$-x)](a-b\sin\beta+cx)\}\frac{\partial}{\partial y}\frac{dy}{dx}\ , \qquad (39)$$

$$\frac{\partial f_2}{\partial y} = cx^3[a-b\sin\beta-c(y-x)] - c^2x^3y - 3y^2 *$$
$$*([a+b\sin\beta+c(y-x)](a+b\sin\beta+cy) - cy^3[a+$$
$$+b\sin\beta+c(y-x) + \{3cxy^2\}[a+b\sin\beta+cy) - cy^3[a+$$
$$+b\sin\beta+c(y-x) + \{3cxy^2[a+b\sin\beta+c(y-x)] +$$
$$+c^2xy^3 + cx^3(a-b\sin\beta+cx)\}\frac{\partial}{\partial y}\frac{dy}{dx} +$$
$$+\{cxy^3[a+b\sin\beta+c(y-x)] - x^3(a-b\sin\beta-$$
$$-c(y-x)](a-b\sin\beta+cx\}\frac{\partial}{\partial y}\frac{dy}{dx}\ , \qquad (40)$$

$$\frac{\partial}{\partial y}\frac{dy}{dx} = \{y^2(a+b\sin\beta+3cx+cy) + (1-y^2)[a-$$
$$-b\sin\beta+c(x+y)][a-b\sin\beta+c(2x+y)] + cx(1-$$
$$-y^2)(3a-3b\sin\beta+4cx+3cx)\} : \{y(1-x^2)[a+b\sin\beta+$$
$$+c(x+y)][a+b\sin\beta+c(x+2y)] + x^2[a-b\sin\beta+$$
$$+c(x+1)][y(a-b\sin\beta-cx)-c]\} - y^2[x(a+b\sin\beta+$$
$$+2cx+cy)-c] + x(1-y^2)[a-b\sin\beta+c(x+y)][a-$$
$$-b\sin\beta+c(2x+y)]\}\{-2xy[a+b\sin\beta+c(x+2y)] +$$
$$+2cy(1-x^2)[2a+2b\sin\beta+c(2x+3y)] + 2x[a-$$
$$-b\sin\beta+c(x+y)][y(a-b\sin\beta-cx)-c] - c^2x^2y(2x+$$
$$+1+y)\} : \{y(1-x^2)[a+b\sin\beta+c(x+y)][a+b\sin\beta+$$
$$+c(x+2y)][y(a-b\sin\beta-cx)-c]\}^2\ , \qquad (41)$$

$$\frac{\partial}{\partial y}\frac{dy}{dx} = \{2y[x(a+b\sin\beta+2cx+cy)-c] + cxy^2 -$$
$$-2xy[a-b\sin\beta++c(x+y)][a-b\sin\beta+c(2x+y)] +$$
$$+cx(1-y^2)(2a-2b\sin\beta+3cx+2cy)\} : y(1-x^2)[a+$$
$$+b\sin\beta+c(x+y)][a+b\sin\beta+c(x+2y)] + x^2[a-$$
$$-b\sin\beta+c(x+1)][y(a-b\sin\beta-cx)-c]\} - \{y^2[x(a+$$
$$+b\sin\beta+2cx+cy)-c] + x(1-y^2)[a-b\sin\beta+c(x+$$
$$+y)][a-b\sin\beta+c(2x+y)]\}\{(1-x^2)[a+b\sin\beta+$$
$$+c(x+y)][a+b\sin\beta+c(x+2y)] + cy(1-x^2)[3a+$$
$$+3b\sin\beta+c(3x+4y)] + cx^2[y(a-b\sin\beta-cx)-c] +$$
$$+x^2[a-b\sin\beta+c(x+y)](a-b\sin\beta-cx)\} : \{y(1-$$
$$-x^2)[a+b\sin\beta+c(x+y)][a+b\sin\beta+c(x+2y)\} +$$
$$+x^2[a-b\sin\beta+c(x+y)][y(b\sin\beta-cx)a-c]\}^2\ . \qquad (42)$$

Таким образом, предложенный расчет по формулам (21)-(42), учитывающий статическую неопределимость задачи вычисления нагрузок, действующих на нити каркаса при передаче момента вращения, должен быть выполнен при обязательном использовании компьютерной программы.

Полученные результаты дают возможность повысить передаваемый момент вращения ШПМ за счет резерва по нагрузочной способности каркаса РКБ.

Корректирование геометрии форм и размеров поперечного сечения РКБ с целью более полного использования фрикционной поверхности внутреннего резинового протектора можно рассмотреть на примере работы ШПМ с баллоном ПМ1425Х230.

На рис. 4 представлена расчетная схема профиля РКБ, иллюстрирующая изменение геометрии каркаса баллона при включении/выключении ШПМ. Сплошной утолщенной линией показан расчетный профиль в отключенном состоянии; утолщенной штриховой (пунктирной) линией – профиль каркаса во включенном состоянии. Введем ряд обозначений: 0-0 – ось вращения баллона; R_k, мм – наибольший радиус вращения по средней поверхности каркаса; r_1, мм – наименьший радиус вращения по средней поверхности каркаса; r'_1, мм – радиус вращения каркаса, соответствующий поверхности контакта каркаса с барабаном трения муфты; r_0, мм – радиус вращения боковины баллона, соответствующий минимальной ширине профиля; r'_0, мм – радиус вращения боковины баллона, соответствующий максимальной ширине профиля; S, мм – радиальный зазор (радиально с перемещением каркаса при включении – выключении муфты); $b_{цк}$, мм – ширина цилиндрической части каркаса в выключенном состоянии баллона; $b_{кк}$, мм – ширина площади контакта во включенном состоянии баллона.

При расчете каркаса возможно предположить, что периметр его поперечного сечения при включении/выключении баллона остается постоянным.

Из рис. 4 следует, что периметр П, мм, поперечного сечения каркаса по средней поверхности равен:

$$\Pi = 2b_{цк} + \pi(R-r) = 2b_{кк} + \pi(R-r) + \pi S\ , \qquad (43)$$

откуда:

$$b_{кк} = b_{цк} - \frac{\pi S}{2}\ , \ (44), \text{ или } \ b_{цк} = b_{кк} + \frac{\pi S}{2}\ . \qquad (45)$$

На рис. 5 показано совмещение двух сечений профилей бесколодочного РКБ ПМ1425Х230 в выключенных состояниях:

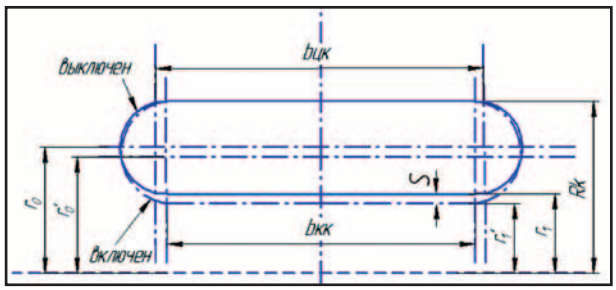


Рис. 4. Расчетная схема профиля РКБ при включении/выключении ШПМ

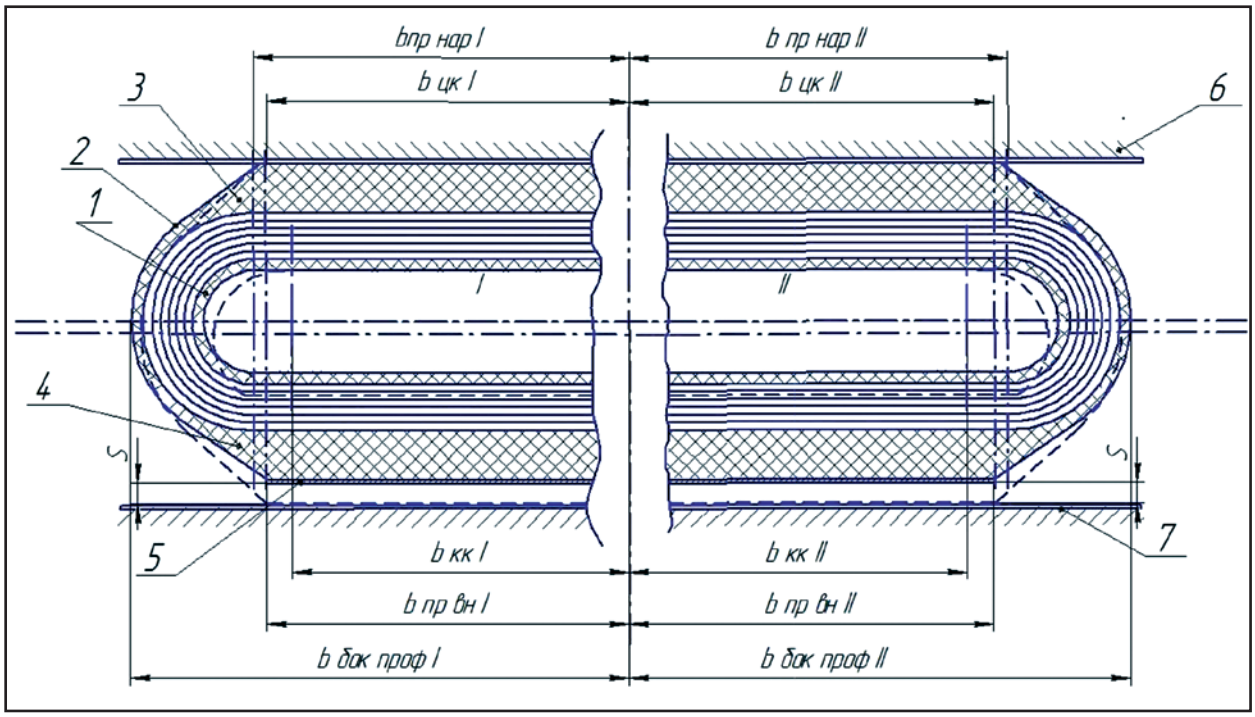


Рис. 5. Профили поперечного сечения бесколодочного баллона ПМ 1425Ч230 при включении муфты: I – серийного, II – рекомендуемого уширенного; 1 – камера; 2 – кордный каркас; 3, 4 – наружный и внутренний протекторы; 5 – фрикционный резиновый слой; 6 – обод; 7 – барабан трения

I – серийного изготовления и II – рекомендуемого уширенного по расчетным выражениям.

По (45) получается, что для нормального функционирования РКБ необходимо, чтобы при любой величине допускаемого зазора S между фрикционной поверхностью внутреннего протектора и барабаном трения муфты соблюдалось условие: $b_{цк}>b_{кк}$.

Следует отметить, что для серийно изготовленного баллона ПМ1425Х230 оно не выполняется. Поэтому ширина площади контакта при выборе радиального зазора по полученным непосредственным измерениям профиля несколько меньше ширины рабочего параметра.

На рис. 5 расчетными величинами являются $b_{кк}$ (сечение I) и $b_{цк}$ (сечение II).

Основные исходные и расчетные данные по геометрическим размерам – ширинам профиля, по боковым ширинам наружного и внутренних протекторов рассматриваемых профилей бесколодочного баллона ПМ1425Х230 (серийного – I и рекомендуемого уширенного – II) по рис. 5 сведены в таблицу.

В дополнение к обозначениям на рис. 4 и 5 введены геометрические ширины профиля баллона: $b_{бок.проф.}$, мм – ширина профиля по боковинам баллона; $b_{пр.нар.}$, мм – ширина по наружному протектору баллона; $b_{пр.вн.}$, мм – ширина по внутреннему протектору баллона.

При принятых в обоих случаях радиальном зазоре S=7,5 мм, ширине внутреннего протектора 227 мм расстояние между центрами кривизны боковин равно 208 мм.

Как следует из (44) и (45), на рис. 5 в сечении I находится величина $b_{к.к.}$=196,2 мм, а в сечении II – $b_{ц.к.}$=238,8 мм.

Для обеспечения контакта протектора, облицованного фрикционным резиновым слоем по всей его ширине, необходимо увеличить ширину профиля баллона по боковинам до 306,8 мм. При этом момент вращения, передаваемый ШПМ при проскальзывании $T_{пр}$, Нм, растет пропорционально увеличению ширины баллона – $b_{к.к.}$.

В заключение стоит отметить, что проведенное исследование возможности повышения момента вращения ШПМ за счет корректирования геометрии формы и размеров поперечного сечения бесколодочного РКБ (с целью более полного использования его фрикционной поверхности) без увеличения габаритов по внутреннему и наружному диаметрам позволяет решить поставленную задачу по уточненному расчету нагрузок, действующих на нити кордного каркаса.

Основные исходные и расчетные данные

Геометрические размеры профиля	Серийный баллон ПМ1425Ч230, сечение I, мм	Рекомендуемый уширенный баллон, сечение II, мм
$b_{бок.проф.}$	276	306,8
$b_{пр.нар.}$	230	230
$b_{пр.вн.}$	227	227
$b_{к.к.}$	196,2	228
$b_{ц.к.}$	208	238,8
S	7,5	7,5

Полученные данные расчетов по предложенным формулам достаточно точно согласуются с результатами стендовых испытаний и эксплуатации ШПМ различных типоразмеров в приводах судовых установок. Поэтому приведенные в статье выражения, связанные с уточнением нагрузочной способности каркаса РКБ, в дополнение к ранее описанным, также могут быть использованы при модернизации существующих и при разработке новой методики расчета и проектирования ШПМ с повышенными эксплуатационными параметрами.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:
1. Кукаленко, Б.Д. Нагрев поверхности трения шинно-пнематических муфт, агрегатов нефтетрубовых и газобуровых установок [Текст]/Б.Д.Кукаленко, С.Г. Чулкин // Научно-технические ведомости СПбГПУ (Наука и образование) – 2011, №3 (130). – с. 241-247. **2.** Кукаленко, Б.Д. Упруго-демпфирующие характеристики шинно-пневматических муфт [Текст] / Б.Д.Кукаленко, С.Г.Чулкин // Научно-технические ведомости СПбГПУ (Наука и образование) – 2011, №4(135) – с.138-141. **3.** Кукаленко, Б.Д. Исследование и расчет основных статических нагрузок баллонов шинно-пневматических муфт [Текст] / Б.Д.Кукаленко, С.Г.Чулкин / Научно-технические ведомости СПбГПУ (Наука и образование) – 2012, №3 (2) (154); – с.125-132

УЧРЕЖДЕНИЕ: Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О.Макарова (ГУМРФ)

ТЕМА: Разработка методов повышения качества эксплуатационных свойств судовой трубопроводной арматуры

АВТОР: Е.О. ОЛЬХОВИК, доцент, к.т.н

Современный речной транспорт – это не только плавучий корпус для перевозки различных грузов и людей, а большой технический инфраструктурный комплекс. Речное судно – это и двигатель, и электростанция, а также разветвленная система трубопроводов, включающая сеть водо- и газоснабжения, насосное оборудование, топливопроводы, средства откачки воды, вентиляции и пр. Важной компонентой трубопроводной инфраструктуры является судовая арматура (СА), к которой при эксплуатации предъявляются специальные требования по качеству, надежности, возможности быстрого ремонта и обслуживания.

Условия работы СА во многом отличаются от обычных, бытовых или промышленных условий эксплуатации. В ее процессе СА периодически подвергается воздействию забортной (в том числе морской) воды. По причине разности температуры окружающих сред (палуба, трюм, машинное отделение) и проходящих в проточной части арматуры жидкостей, на ее поверхностях в большей степени конденсируются различные пары, что отрицательно влияет на коррозионную стойкость. СА, установленная в машинном отделении или трюмах, подвергается вибрационному воздействию по причине стесненных помещений судна, доступ к ней ограничен и наблюдение за техническим состоянием затруднено. Таким образом, СА по своей конструкции и применяемым материалам должна обеспечивать более высокие качественные параметры по сравнению с промышленной или бытовой трубопроводной арматурой.

В настоящей статье автор предлагает методику, призванную повысить качество производства СА различного назначения. Отличительной особенностью описываемого подхода по сравнению с традиционными методами проектирования является возможность более точно учитывать силовые эксплуатационные нагрузки, которые воспринимают на себя элементы СА. Новый принцип основан на объединении результатов моделирования технологии производства заготовки корпуса СА (литья) и процесса сопротивления усталости детали в ходе ее эксплуатации.

Прочностные расчеты литой детали предполагают использование данных о механических свойствах материала, взятых из справочника или полученных по результатам испытаний образцов из специально прилитой к отливке пробной планки. В этом случае свойства металла принимаются как равномерно распределенные по всему объему отливки, однако на практике всегда существует локальное снижение механических свойств. Отсутствие сведений о распределении механических свойств литого металла непосредственно в отливке делает практически невозможным точный расчет длительной прочности детали.

Целью проводимого автором исследования является разработка методов технологического повышения эксплуатационной надежности литых заготовок судовой трубопроводной арматуры. Под методами технологического влияния понимается возможность проектирования технологий с учетом последующего жизненного цикла детали. Такой принцип проектирования технологии позволит на начальном этапе изготовления выявить самые «слабые» и нагруженные зоны литой детали, чтобы в дальнейшем (с использованием этой информации) сформировать комплекс мер, обеспечивающих максимальное сопротивление усталости, то есть технический ресурс работы.

В последнее десятилетие при технологическом проектировании стальных отливок широко применяются компьютерные средства анализа литейных технологий, построенные на основе моделирования, по результатам которого формируется прогноз качества будущей отливки. С помощью моделирования процесса затвердевания конкретной отливки можно получить прогноз локализации пористости, связанной с процессом усадки затвердевающего металла, чтобы в итоге располагать информацией о точном объемном распределении дефектов литого металла в отливке.

В дальнейшем подобные сведения используются для корректировки литейной технологии, хотя в большинстве случаев технологическими приемами удается лишь сократить количество недостатков. Направленное формирование механических свойств как основной фактор оценки качества литейной технологии при этом не применяется, речь идет только о недопустимости критического образования дефектов.

Поскольку полностью избежать образования усадочной пористости, как

правило, не удается, то инженеры-конструкторы вынуждены принимать во внимание это обстоятельство.

Проводимые исследования с применением методов частичной или полной фрагментации отливки на темплеты и последующее их отдельное изучение не гарантируют качественных результатов и являются довольно дорогими. Некоторые предприятия используют комбинацию методов компьютерного моделирования и прямого изучения изменения механических свойств, чтобы попытаться создать надежную конструкцию отливки.

Выявление пористости методом неразрушающего контроля является распространенным подходом, но пористость в наиболее нагруженных участках отливки часто может быть незначительной и ее нереально обнаружить. Существующие стандарты, описывающие пористость, носят только качественный характер и являются субъективными. Даже рассредоточенная пористость приводит к увеличению локальных напряжений, при этом наиболее сильно снижаются свойства пластичности литой стали.

Взаимосвязь технологических факторов с качеством литой стали в отливках очевидна, но является сложной даже для описания, поскольку требует необходимой информационной поддержки для всего жизненного цикла детали, от начального производства до окончания эксплуатации.

Отсутствие моделей, позволяющих качественно оценить влияние технологических параметров на степень неоднородности механических свойств литой стали в объеме всей детали, приводит к необходимости завышения запасов прочности при конструировании. Так, для литых деталей обычного назначения рекомендуемый запас прочности превышает 2, а для штампованных изделий – 1,3-1,8.

Для точного обоснования конструктивной прочности, ресурса и трещиностойкости применяют комплекс расчетов напряженно-деформированного состояния (НДС), включающий распределение номинальных и максимальных напряжений, их амплитуд, максимальных и минимальных температур эксплуатации, числа циклов и времени эксплуатации. Весь набор проводимых при проектировании расчетов составляют следующие мероприятия:

– обоснование проектного технического ресурса работы;

– расчетное выявление характера, параметров и расположения технологических дефектов в литых деталях;

– расчетный анализ НДС деталей;

– разработка модели эксплуатации объекта и его компонентов для определения условий сопротивления усталостному разрушению;

– использование модели оценки «живучести» материалов на разных стадиях накопления повреждений;

– расчетное уточнение технического ресурса работы.

Предлагаемый автором статьи метод технологического повышения надежности литых деталей схематически представлен на рис. 1. Совместный учет неоднородности механических свойств литого металла и распределения действующих напряжений позволяет провести оптимизацию конструкционно-технологических параметров, направленную на повышение технического ресурса работы за счет увеличения прочности в наиболее нагруженных областях отливки.

Расчет изменения параметров механических свойств металла в отливке выполняется на основе разработанной методики [1, 2], базирующейся на использовании локального параметра направленности затвердевания, который определяет условия питания для каждого элементарного объема отливки.

При расчете НДС корпуса распределительно-запорной арматуры применялся метод конечных элементов, для оценки опасности НДС в качестве параметра была выбрана интенсивность напряжений. Наиболее высокие значения были выявлены внутри радиусных переходов в местах сочленения фланцев корпуса – они доходили до 140 МПА. Стенки корпуса равномерно испытывают напряжения в пределах 90МПА (предел текучести для стали 45Л – 360МПа).

Конечно-элементная модель для расчета НДС предполагает континуальную концепцию, когда свойства упругости равномерно распределены в детали и не имеют изменений; модуль нормальной упругости при этом принимается равным 210 ГПа. При длительной эксплуатации накопление повреждений в конечных элементах осуществляется неравномерно, что усиливает упругую неоднородность в системе в целом и является причиной разрушения тела в самом податливом месте. Внести коррективы в расчет НДС возможно за счет изменения начальных модулей упругости для набора конечных элементов.

Так как механические свойства литой стали изменяются главным образом из-за усадочной пористости, для выявления зависимости изменения модуля упругости от ее объема была проведена серия специальных экспериментов, когда испытывались образцы, вырезанные из специальных литых проб, полученных в различных технологических условиях. Также при обработке экспериментальных значений использовались и другие данные.

В условиях хорошей подпитки жидким металлом из прибыли показатели объема усадочной пористости не превышают 3 %, что практически не влияет на изменение модуля нормальной упругости (значения составляли 200-210 ГПа).

При объеме усадочной пористости в 5-10 % (соответствует стенкам отливки с толщиной более 50 мм) наблюдается значительное снижение уровня механических свойств; для кратковременных показателей (σ_m, δ,(%) это уменьшение достигает 30 %, а по вязкости разрушения K_{IC} – 50 %. При значительном поражении литого металла усадочной

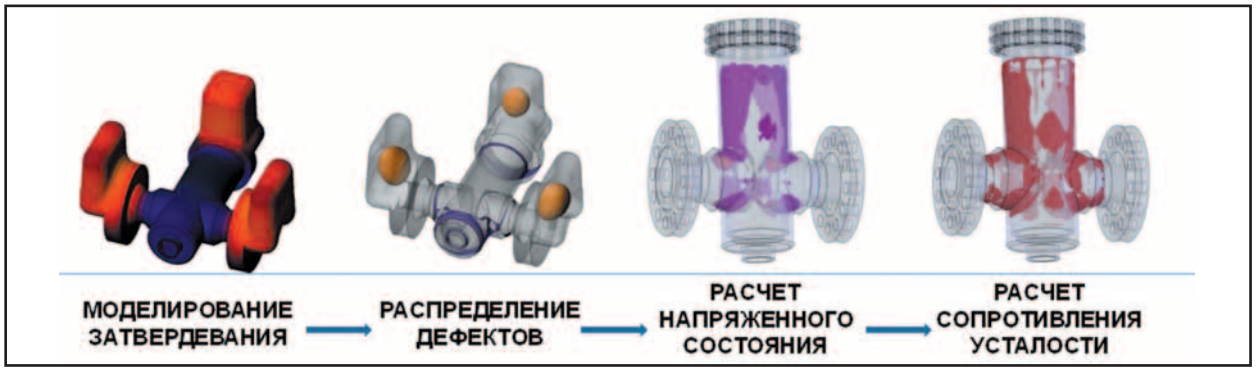


Рис. 1. Схема учета литейных технологических дефектов при расчете сопротивления усталости

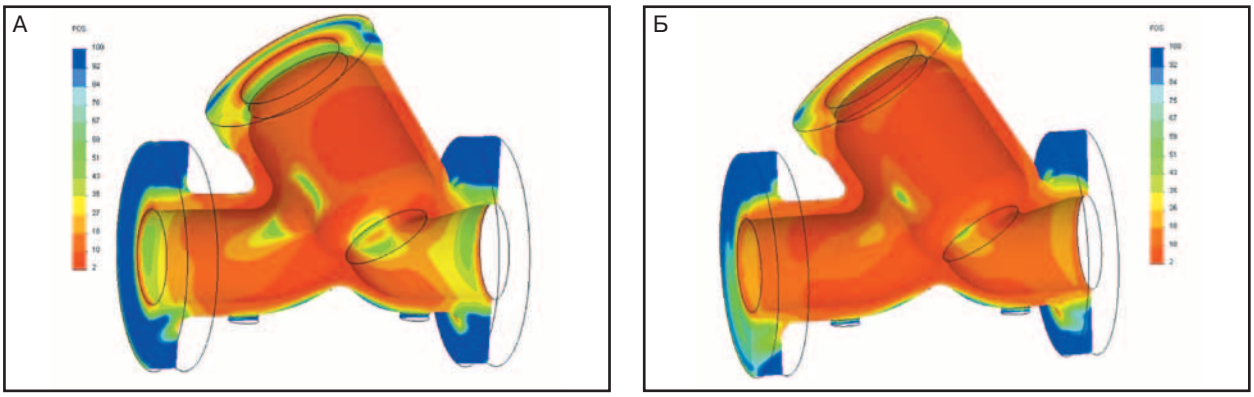


Рис. 2. Распределение коэффициента запаса прочности в отливке корпуса арматуры (сталь 25Л, нагрузка – внутреннее давление 50 атм.): А – расчет при условии однородности механических свойств; Б – расчет с учетом неоднородности механических свойств

пористостью (более 15 %) осуществляется более серьезное снижение механических свойств, и такие отливки должны быть отбракованы по техническим требованиям.

В работах [3, 4] авторами предложена методика, позволяющая автоматизировать проектирование литейной технологии. Такое проектирование выполняется методом последовательного изменения параметров питания отливки и направленности затвердевания металла. В качестве критерия оценки качества разрабатываемой технологии применялось соответствие техническим требованиям расчетного распределения набора механических свойств литого металла.

При проектировании технологии учитывается принцип опасности наиболее «слабых», или «уязвимых», звеньев, которыми являются наиболее нагруженные (по критерию интенсивности напряжений) или локальные участки отливки с пониженными механическими свойствами (по критерию модуля нормальной упругости, в зависимости от объема усадочной пористости или размера аустенитного зерна). Таким образом, задача сводится к направленному формированию высоких механических свойств в более нагруженных узлах за счет улучшения условий питания и снижения объема усадочной пористости.

ВЫВОДЫ

Предложена расчетная методика для обеспечения эксплуатационной надежности литых деталей СА, базирующаяся на учете неоднородности механических свойств литой стали, полученной в различных технологических условиях. Расчеты и экспериментальные исследования показали, что если неоднородность механических характеристик литой стали находится в пределах 5-10 %, то это приводит к увеличению предельных напряжений на 20-30 % при прочих равных условиях. Предложенная методика позволяет разрабатывать литейные технологии с направленным формированием высоких механических свойств в локальных областях литой детали, подверженных наиболее высокой нагрузке.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:
1. Ольховик Е.О., Десницкий В.В. Разработка методов автоматизированного проектирования литейной технологии изготовления отливок. Заготовительные производства в машиностроении. Изд-во «Машиностроение», № 4, с. 7-10, 2006. **2.** Ольховик Е.О., Матвеев С.Я. Проектирование литейной технологии с обеспечением заданных эксплуатационных свойств литого металла. Сб. трудов 9-й международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития литейного, сварочного и кузнечно-штамповочного производства», Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, Барнаул, 2008. **3.** Ольховик Е.О., Десницкий В.В. Разработка методов автоматизированного проектирования литейной технологии стальных отливок арматуры нефтегазопроводов. Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. № 12. 2006. с. 37-40. **4.** Десницкая Л.В., Ольховик Е.О., Пирайнен В.Ю., Глебов С.М., Семенова Ю.М., Матвеев И.А. Проблемы моделирования литейных процессов // Литейное производство, № 8, 2010.

УЧРЕЖДЕНИЕ: Волжская государственная академия водного транспорта (ВГАВТ)

ТЕМА: Модель системы сбора и обработки данных для прогнозирования технического состояния привода руля судна

АВТОРЫ: М.М.ЧИРКОВА, д. т. н., профессор; Г.А. ГОРА, аспирант; кафедра «Информатика, системы управления и телекоммуникации»

В середине 1980-х годов специалисты рабочей группы Минморфлота при участии коллег из отраслевых организаций создали концепцию комплексной автоматизации транспортного и промыслового флота, основанную на интегрированной общесудовой системе управления (АСУ ТП) [1]. Предполагалось, что система будет представлять собой человеко-машинный комплекс рассредоточенных

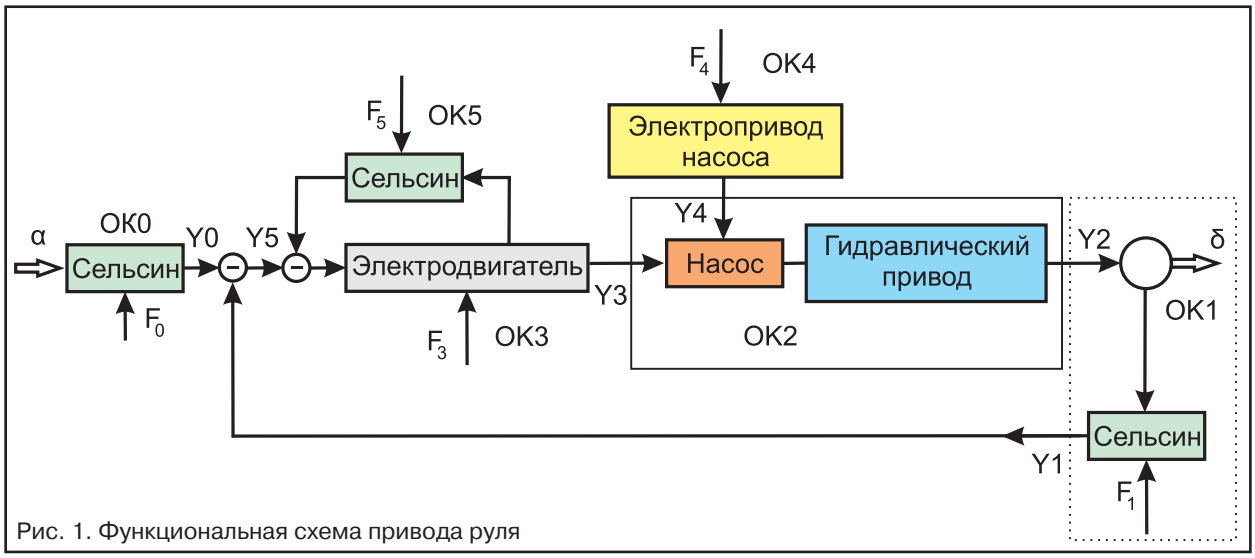


Рис. 1. Функциональная схема привода руля

по судовым помещениям автономных микропроцессорных станций, объединенных локальной сетью передачи данных и обеспечивающих таким образом эффективное управление как отдельными судовыми объектами и технологическими процессами, так и судном в целом. Однако впоследствии ни каких-либо характеристик, ни отзывов об эксплуатации подобных систем в литературе найти не удалось.

На современном этапе развития компьютерной техники и технологий появилась возможность расширить перечень задач, решаемых АСУ ТП судна, включив в него, в том числе, мониторинг состояния судовых технических устройств [2, 3].

По данным [3], причиной 15 % аварий на водном транспорте является внезапный отказ судового оборудования. Очевидно, что эту статистику можно было бы улучшить за счет внедрения судовой системы мониторинга технических устройств, способной обеспечить получение упреждающей информации и некоторых рекомендаций.

Правила национальных Речного и Морского регистров все судовые системы разделяют по уровням приоритетности. К системам с наивысшим уровнем приоритетности относятся рулевой привод, главный судовой двигатель и дизель-генераторная установка. Соответственно к техническому состоянию таких систем предъявляются самые высокие требования.

Каждая из вышеперечисленных судовых систем представляет собой совокупность нескольких подсистем – объектов контроля (ОК), функционирование которых взаимосвязано. Сбой в работе одного из ОК неизбежно отражается на эксплуатации других объектов системы и может привести к аварийным ситуациям, штрафным санкциям и, как следствие, к существенным экономическим потерям. Вместе с тем даже при выполнении требований регламента на техническое обслуживание систем не исключается потенциальная возможность возникновения нештатных ситуаций и аварий.

Современные судовые программно-технические средства мониторинга обеспечивают контроль технического состояния ОК, но не дают упреждающей информации о возможных направлениях развития эксплуатационной ситуации при возникновении нештатного режима функционирования одного из объектов контроля.

В настоящей статье предлагается новый подход к организации мониторинга объектов систем, позволяющий наряду с контролем их функционирования прогнозировать возможные последствия в случае возникновения нештатных ситуаций. Подобные дополнительные сведения могут быть полезны при выработке рекомендаций о целесообразности проведения внеочередного технического обслуживания или замены оборудования, а также для изменения настроек систем автоматического управления объектами, повышения уровня информированности судоводителя.

ОК судовых систем, как правило, взаимосвязаны, соединены различным образом (последовательно, параллельно, цепью обратной связи). Состояние одного объекта описывается несколькими взаимозависимыми координатами и в той или иной мере изменяется под влиянием другого объекта. Следовательно, с помощью анализа внешнего окружения каждого из ОК и направления развития процесса функционирования системы в целом можно получить упреждающую информацию о ее возможном состоянии в перспективе.

При разработке системы мониторинга необходимо выполнить комплекс мер, наиболее важными из которых являются: построение каналов передачи информации, сбор текущей информации, определение состояния объектов системы и тенденции его развития, оценка состояния внешней среды функционирования объекта, принятие решения по результатам анализа развития процесса, формирование базы знаний.

В настоящей статье на примере системы электрогидравлического привода руля судна рассмотрено решение одной из задач программы мониторинга – определение состояния объектов системы и тенденции его развития.

Поскольку поставлена цель получения упреждающей информации, то алгоритм мониторинга будет основан на динамических, а не на статических показателях состояния ОК, чтобы можно было проанализировать тенденцию развития процесса и сделать прогноз дальнейшего состояния контролируемой системы. Для этого требуется определить момент возникновения нештатной ситуации на каком-либо объекте и осуществлять контроль ее развития с предсказанием возможных отдаленных последствий – изменений показателей качества работы привода (быстродействия и точности выхода балера руля на заданный угол).

Авторами статьи предложен новый способ построения судовой системы мониторинга технического состояния

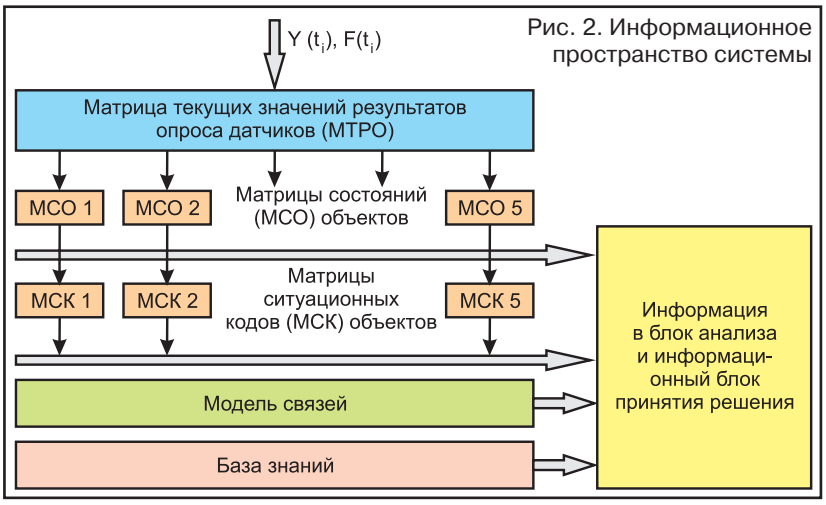


Рис. 2. Информационное пространство системы

объектов: переход из предметной области (конкретных судовых объектов и их взаимосвязей, рис. 1) в информационное пространство – пространство состояний, записанных в матричной форме (рис. 2).

F_i – состояние внешней среды, например, падение напряжения питания электрических блоков системы, изменение напора воды от винта. Координаты F_i могут быть измеряемыми и неизмеряемыми.

Y_i – координаты состояния объектов системы: напряжения на выходах измерительных сельсинов (Y_0, Y_1, Y_5) или входах электродвигателей (F_4), скорость вращения (Y_4) или угол поворота вала (Y_3).

Пространство состояний системы состоит из ряда матриц, хранящих информацию о состоянии всех объектов системы за определенный промежуток времени, и базы знаний, накопленных по результатам опытных испытаний рулевого привода и дополненных по итогам функционирования системы мониторинга.

Матрица текущих результатов опроса (МТРО) заполняется программой мониторинга по результатам опроса датчиков (таблица 1).

Матрица состояний (МСО) для каждого объекта составляется программой обработки текущих данных (результатов опроса датчиков).

В качестве примера в таблице 2 представлен вид МСО для OK_1, где Y_{10} – заданный уровень координаты, ΔY_{10} – допустимое отклонение от заданного уровня, $Y_1t(t_i)$, $dY_1(t_i)/dt$, d^2Y_1/t^2 – текущее значение координаты состояния, скорости и ускорения ее изменения. Нижний индекс указывает номер ОК . Значения ΔY_{10} берутся из базы знаний, остальные данные – из результатов опроса датчиков.

Количество строк матрицы определяется технологическими требованиями на длительность хранения информации.

Матрица ситуационных кодов (МСК) ОК – следующий блок информационного пространства. Она составляется для каждого объекта системы и хранит данные о его внешнем окружении – состояниях как непосредственно, так и опосредованно связанных с ним объектов.

На первом этапе формирования информационных матриц ситуационных кодов для каждого объекта определим воздействия, непосредственно влияющие на его координаты состояния (координаты выходов и входов ОК), не указывая вид уравнений связи:

$$\left.\begin{matrix}F_1\\Y_2\end{matrix}\right\}\Rightarrow Y_1 \quad \left.\begin{matrix}Y_4\\Y_3\end{matrix}\right\}\Rightarrow Y_2 \quad \left.\begin{matrix}Y_0\\Y_1\\Y_5\end{matrix}\right\}\Rightarrow Y_3$$

$$F_4 \Rightarrow Y_4 \quad \left.\begin{matrix}F_5\\Y_3\end{matrix}\right\}\Rightarrow Y_5 \quad \left.\begin{matrix}F_1\\Y_2\end{matrix}\right\}\Rightarrow Y_1 \ .$$

Модель связей составим по данным «выход–вход» для каждого ОК. Эта модель определит пути влияния на его состояние взаимосвязанных в работе объектов.

В качестве примера на рис. 3 показана связь элементов в структуре системы, в частности связь OK_1 с OK_2, OK_3, OK_4, OK_5, для проведения оценки пути и степени влияния указанных объектов на координату Y_1.

Пунктиром обозначены обратные связи: выходная координата третьего объекта Y_3 через OK_5 подается на его вход.

Из теории автоматического управления известно, что обратная связь элемента ослабляет его чувствительность к сигналам по прямому каналу, и этот момент должен учитываться при обработке данных очередного опроса датчиков состояний и выработки рекомендаций.

Функцию связи (ФС): $Y_1 \Rightarrow \{F_1, Y_2, Y_4, F_4, Y_3, F_3, Y_0, F_0, Y_1, Y_5, F_5\}$ определим для каждого контролируемого объекта системы по его модели связи с внешней и окружающей средой.

В ФС конкретного объекта указываются измеряемые координаты состояния других ОК, которые имеют

Таблица 1

Матрица текущих результатов опроса датчиков

$t_{опроса}$, с	$Y_1(t_i)$, В	$Y_2(t_i)$, м	$Y_3(t_i)$, град.	$Y_4(t_i)$, об./мин.	$Y_5(t_i)$, В	$F_1(t_i)$	...	$F_5(t_i)$
22	3.0	0.5	4.1	1	-0,002	0,095	...	1

Матрица состояний OK_1 Таблица 2

$t_{опроса}$, с	Y_{10}, В	ΔY_{10} в статике, %	$Y_1(t_i)$, В	dY_1/dt, В/с	D^2Y_1/t^2, В/с^2
21	3	10	1,53	0,061	0,073
20	3	10	1,47	-0,013	-0,081
19	3	10	1,19	0,068	-0,003
18	3	10	1,12	0,071	-0,003
17	3	10	1,35	0,073	-0,002

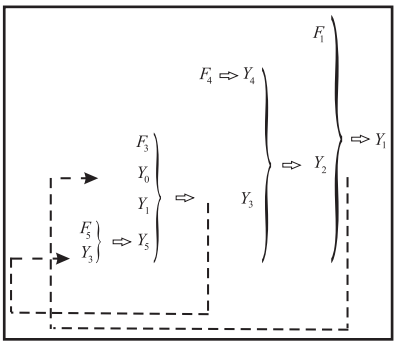


Рис. 3. Модель связи OK_1 с внешней (F_i) и окружающей его средой (Y_i)

Матрица ситуационных кодов окружения и код выхода Таблица 3

	Коды состояний взаимосвязанных объектов и внешней среды $KCY_i(t)$ и $KCF_i(t)$											Ситуационный код окружения OK_1	Код состояния OK_1 и OK_2
T	F_1	Y_2	Y_4	F_4	Y_3	F_3	Y_0	F_0	Y_{1s}	Y_5	F_5		
22	1	1	2	1	1	0	1	1	0	1	1	112110101	2/1
21	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	110111111	0/1
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	111111111	1/1

прямое или опосредованное влияние на его состояние. Чем более опосредованно влияние, тем более дальнюю позицию занимает координата.

Эта функция используется при составлении матриц ситуационных и выходных кодов каждого объекта МСК. В матрицах отражается текущая обстановка на всех взаимосвязанных в работе объектах, то есть фиксируется состояние среды окружения.

Заполнение матрицы производится аналитическим блоком программы мониторинга после обработки текущих данных.

В аналитическом блоке кодировка данных, поступивших из МСО, основывается на логическом анализе информации. Для статического режима такая процедура может выполняться в виде оценки:

– если $Y_i(t)>(Y_{i0}+\Delta Y_{i0})$, то код состояния i-го объекта в текущий момент времени $KCY_i(t)=2$;

– если $Y_i(t)<(Y_{i0}-\Delta Y_{i0})$, то $KCY_i(t)=0$;

– при невыполнении условий код $KCY_i(t)=1$ (нормальное течение процесса).

Для динамического режима кодировка данных базируется на оценке скоростей и ускорений изменения контролируемых координат.

В таблице 3 представлен вид МСК окружения для OK_1 и выходной код объекта, непосредственно влияющего на его состояние, – OK_2. Если код окружения не меняется, то информация в матрицу не заносится.

С учетом того что выходной код объекта OK_2, непосредственно влияющего на состояние OK_1 – датчика измерения положения руля, равен 1, то информация в последнем столбце будет расшифрована как сбой в функционировании самого датчика или нарушение в цепи его питания.

Наиболее ответственная часть информационного пространства – база знаний, которая формируется по результатам тестирования работы системы привода в различных ситуациях и условиях плавания.

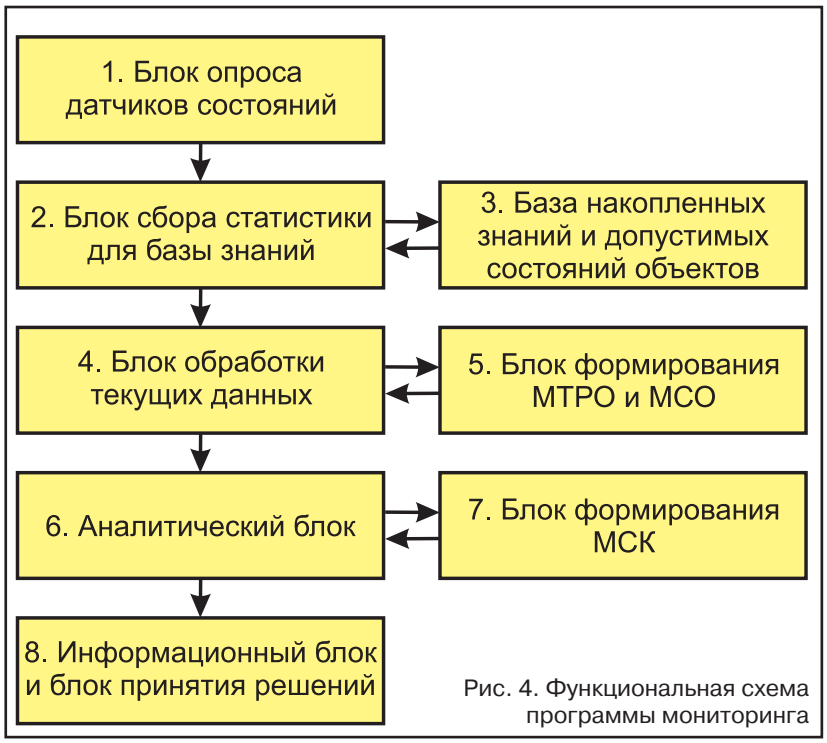


Рис. 4. Функциональная схема программы мониторинга

В базе знаний хранится информация о значениях показателей качества функционирования системы (точности и быстродействии) при различных состояниях (отличных от нормативных) ОК и окружающей среды; база содержит значения показателей качества работы привода при всех возможных переборах ситуационных кодов окружения контролируемого объекта.

Исходными данными программы мониторинга по каждому объекту являются: 1) база знаний; 2) текущие показания датчиков; 3) заданные значения контролируемых координат и допустимые отклонения от него; 4) функции взаимосвязи объектов.

Опираясь на них, требуется определить возможность и величину отклонений показателей качества функционирования системы (быстродействия и точности) от нормативных. Эту процедуру выполняет информационный блок программы, используя данные МСК и базу знаний. Полученные сведения обрабатываются блоком принятия решений, в котором результаты возможного развития процесса и соответствующие рекомендации в складывающейся ситуации передаются на панель оператора.

Программа мониторинга состоит из нескольких блоков (подпрограмм), представленных на рис. 4.

При возникновении нештатной ситуации на каком-либо из объектов системы совместная работа блоков 5, 6 и 7 позволяет предсказать возможную реакцию любого (связанного или не связанного напрямую с ним) объекта.

Так, например, моделирование ситуации внезапного понижения питания на одном из узлов электрогидравлической рулевой машины (F1) на 5 и 10 % уже после 3-го опроса датчиков (время опроса – 1 с) позволило информационному блоку сделать предупреждение о возможном ухудшении показателей работы привода: увеличении статической ошибки на 1 и 2,5 % и повышении длительности переходного процесса на 20 и 50 % соответственно.

При таком изменении показателей функционирования привода у судна снижается чувствительность к перекладке руля, уменьшается

скорость реакции на корректировку управления и повышается вероятность аварийной ситуации, если в этот момент речное судно проходит мелководье.

В заключение стоит отметить, что с помощью предложенного способа мониторинга при появлении нештатной ситуации на каком-либо из объектов возможно проследить прохождение «волны» (отклика) по всей системе и предсказать возможную реакцию любого, не связанного с ним напрямую объекта.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:
1. Интегрированная АСУ ТП судна Электронный ресурс. [Режим доступа http://www.amtnpo.ru/production/shipbuilding/01/. 2. Повышение безопасности движения скоростных судов / Под ред. Ю.А. Лукомского. СПб.: ООО «Техномедия» / Изд-во «Элмор», 2007. – 136 с. 3. Скороходов, Д.А. Принципы построения системы информационной поддержки для принятия решений в аварийных ситуациях / Д.А. Скороходов, А.Л. Стариченков // Морские интеллектуальные технологии. №1(3), 2009. – С.35-39

УЧРЕЖДЕНИЯ: Волжская государственная академия водного транспорта (ВГАВТ); Нижегородский филиал Высшей школы экономики (НФ ВШЭ)

ТЕМА: Современные особенности кредитования отрасли. Кредитные риски

АВТОР: В.В. СОФРОНОВА, к.э.н., доцент кафедры «Финансы и кредит»

Финансовая устойчивость предприятий водного транспорта является важнейшим условием стабильного функционирования транспортной системы страны, фактором социально-экономического развития регионов. Между тем развитие отраслевых компаний невозможно без привлечения дополнительных внешних источников финансирования, среди которых большая роль отводится банковскому кредитованию.

Банки, как главные финансовые посредники в экономике, аккумулируют денежные капиталы, направляют их на предприятия и в отрасли, тем самым создавая условия для бесперебойного процесса производства. Вместе с тем концентрация кредитов и соответственно кредитных рисков у «плохих» заемщиков может привести к нарушению финансовой устойчивости банков и спровоцировать финансовую нестабильность в экономике. Последствия финансового, в том числе и банковского, кризиса в России вносят существенные коррективы в систему кредитования национальной экономики. Основные тенденции развития кредитования достаточно наглядно прослеживаются по данным, представленным в таблице.

Наблюдается резкое замедление темпов прироста кредитов, выдаваемых организациям нефинансового сектора. Так, для предприятий-резидентов по состоянию на 1.01.2011 г. увеличение показателя составляло 23,7 %, к 1.01.2012 г. – 13,8 %, а в 2013 году (1.01.2013) – 4,6 %, или в 3 раза меньше. Удельный вес кредитов, выданных организациям нефинансового сектора, в общей сумме размещенных банковской сферой средств снизился с 63,5 % (1.01.2011 г.) до 56,9 % (1.06.2013 г.), или на 6,6 п.п. В то же время доля кредитов, предоставленных физическим лицам, в общей сумме выданных кредитов выросла с 18,4 % (1.01.2011 г.) до 23,5 % (1.06.2013 г.), или на 5,1 п.п. Очевидно, что перераспределение кредитных ресурсов банковской системы происходит не в пользу предприятий. Уменьшается и без того крайне незначительная доля банковских кредитов в инвестициях компаний в основной капитал. В условиях ограниченности ресурсов банковской системы России эти тенденции кредитования реального сектора экономики, в том числе и транспорта, могут отрицательно повлиять на развитие отраслей народного хозяйства и прирост ВВП.

В настоящее время кредитная политика коммерческих банков в отношении нефинансового сектора экономики осуществляется под влиянием целого ряда обстоятельств экономического и социального характера. Сохраняется повышенный уровень нестабильности мировой экономики. В нашей стране замедлились темпы экономического роста. По данным Росстата, годовые темпы прироста ВВП в России сократились с 2,1 % (в IV квартале 2012 г.) до 1,6 % (в I квартале 2013 г.). Министерство экономического развития снизило свой прогноз по темпам прироста ВВП России в 2013 году с 3,6 % до 2,4 % [4].

Прогнозные оценки изменения экономической конъюнктуры, динамики производства, обеспеченности отрасли заказами вызывают у банков настороженность относительно поступления денежных средств на предприятия, высокой вероятности риска ликвидности компаний, повышенного кредитного риска заемщиков. Как видно из таблицы, доля «плохих» кредитов (проблемных и безнадежных) остается значительной и после некоторого падения вновь наметилась тенденция ее роста.

Ужесточение требований органов банковского надзора за качеством оценки кредитного риска заемщиков вносит существенные коррективы в организацию кредитного процесса. Вслед за решениями Базельского комитета по международному банковскому надзору Банк России принял целый ряд документов, обязывающих кредитные организации разработать рейтинговые системы оценки финансового состояния заемщиков, обеспечить повышенные кредитные риски капиталом, в том числе с учетом контрциклической составляющей. Действия ведущих центральных банков мира в области совершенствования глобального финансового регулирования направлены на повышение финансовой устойчивости всех участников финансовых рынков.

Значительные изменения будут происходить в структуре клиентской базы кредитных организаций. Не секрет, что в настоящее время значительная часть кредитов – так называемые «дружеские кредиты», которые выдаются связанным с банком заемщикам для финансирования бизнеса, принадлежащего акционерам банка. По мнению Банка России, такое кредитование осуществляется без должного кредитного анализа и содержит повышенные кредитные риски.

Новые реалии банковского кредитного бизнеса заставят кредитные организации минимизировать кредитные риски через повышение качества оценки финансового состояния заемщика, учета специфики и особенностей денежного оборота, повышение требований к оценке стоимости и ликвидности залогов.

Предприятия водного транспорта обладают целым рядом особенностей в производственной и финансовой деятельности, без учета которых нельзя добиться желаемой

Кредитные вложения банковского сектора России [2, 3]

№ п/п	Наименование показателя	1.01.2011 г.	1.01.2012 г.	1.01.2013 г.	1.06.2013 г.
1	Кредиты, депозиты и прочие размещенные средства, всего, млрд. руб.	22140,2	28699,2	33960,1	36437,3
1.1	Темп роста к предыдущему периоду, %	Нет данных	129,6	118,3	107,3
1.2	Из всех кредитов – просроченная задолженность, млрд. руб.	1035,9	1133,0	1257,4	1366,5
1.2.1	Темп роста просроченной задолженности к предыдущему периоду, %	Нет данных	109,5	110,4	108,7
1.3	Кредиты и прочие размещенные средства, предоставленные нефинансовым организациям-резидентам, млрд. руб.	12843,8	15887,9	18086,0	18834,3
1.3.1	Темп роста к предыдущему периоду, %	Нет данных	123,7	113.8	104,6
1.4	Кредиты и прочие размещенные средства, предоставленные нефинансовым организациям-нерезидентам, млрд. руб.	1219,1	1827,4	1885,4	1914,2
1.4.1	Темп роста к предыдущему периоду, %	Нет данных	149,9	103,2	101,5
2	Доля кредитов, размещенных на предприятиях транспорта и связи, % всех размещенных средств	3,8	5,4	5,4	4,7
3	Доля проблемных и безнадежных ссуд в общем объеме кредитов, %	8,2	6,6	6,0	6,1
4	Кредиты банков в инвестициях организаций всех форм собственности в основной капитал (без субъектов малого бизнеса), млрд. руб.	595,8	711,3	691,7	Нет данных
4.1	Кредиты в процентах инвестиций организаций всех форм собственности в основной капитал (без субъектов малого предпринимательства), %	9,0	8,5	7,9	Нет данных

эффективности от размещения средств банками и от использования их компаниями отрасли.

Транспорт, в том числе и водный, обеспечивает обмен произведенной продукцией между отраслями и регионами страны, является непременным составным элементом процесса воспроизводства, имеет обширные финансовые отношения с различными предприятиями, отраслями и населением, что не может не отражаться на характере кругооборота средств транспортных компаний и профиле рисков.

На хозяйственную деятельность серьезное влияние оказывает сезонность перевозок водным (речным) транспортом. У пароходств наблюдаются значительные внутригодовые колебания как размера, так и структуры оборотных активов. В межнавигационный период осуществляется авансирование средств в запасы и затраты, необходимые для подготовки флота к навигации. Доходы от перевозок поступают лишь в период навигации. Указанная особенность кругооборота средств обусловливает в межнавигационный период постоянную потребность в краткосрочном кредите на временное пополнение оборотных средств, определяет величину и сроки кредитования, а также способы предоставления кредита.

На потребность в кредите, его сроки оказывает влияние специфика создаваемой на транспорте потребительной стоимости. Транспортные предприятия продают само перемещение, готовый продукт – перевозки – не может существовать отдельно от процесса производства. Полезный эффект (перевозки) можно потреблять только во время процесса транспортировки грузов и людей. Эта особенность обусловливает предварительную оплату услуг транспорта (до начала перевозок), что снижает потребность транспортных компаний в собственном оборотном каптале. Однако, как показывает практика, специфика доставляемых грузов, условия конкурентной среды, особенности взаимоотношений с клиентурой приводят к тому, что в пароходствах нередки случаи перевозки грузов в кредит. В этом случае дебиторская задолженность создает необходимость увеличения оборотных средств за счет банковского кредита.

Отмеченная специфика производственной и финансовой деятельности предприятий водного транспорта, несомненно, свидетельствуют о необходимости привлечения кредита в качестве дополнительного источника формирования оборотных средств. Вместе с тем актуальной остается проблема оптимальных границ участия кредита в обороте компании.

Границы кредита определяются его сущностными чертами: срочностью, платностью, возвратностью. Срочность и возвратность кредита предполагают временную ограниченность пребывания кредитных средств в обороте предприятий. Тогда кредит является гибким эффективным источником финансирования временной дополнительной потребности в оборотных средствах. У отраслевых компаний такая потребность в кредите связана с финансированием сезонных запасов и затрат. В ряде случаев кредит используется для формирования постоянных запасов и затрат, замещая недостающую или утраченную часть собственных оборотных средств. Это приводит к невозвратности кредита, а в случае прекращения кредитования – к дефолту заемщика. Банкам необходимо определять лимит кредитования с учетом отраслевых особенностей и уровня финансового менеджмента у заемщиков.

Составной частью механизма кредитования должна стать оценка отраслевых рисков. Факторы кредитного риска у заемщиков – предприятий водного транспорта могут быть различными в зависимости от специфики деятельности. Однако главным из них остается климатический: перенос

сроков навигации на внутренних водных путях, изменение уровней воды в реках. В результате – сокращение доходов и прибыли может быть критичным для выполнения обязательств перед банками. В известной степени фактором кредитного риска может стать изменение цены на топливо (инфляционный риск), которое является основной статьей расхода на водном транспорте.

Порядок выдачи и погашения кредитов предприятиям всех отраслей народного хозяйства в настоящее время регулируется Положением Банка России «О порядке предоставления (размещения) кредитными организациями денежных средств и их возврата (погашения) № 54-П от 31 августа 1990 года. Документ предусматривает несколько возможных способов получения кредитных средств: одной суммой; открытием кредитной линии с лимитами двух видов (выдачи и задолженности); кредитованием счета (услуга овердрафта); предоставлением синдицированного кредита (когда в выдаче кредита клиенту участвует несколько банков). Вместе с тем следует отметить, что данный перечень способов получения кредита не является исчерпывающим и закрытым. В том же Положении Банка России предусматривается выдача кредита другими способами, не противоречащими законодательству и упомянутому документу. Это означает, что предложенные Банком России способы выдачи кредита могут быть модифицированы применительно к особенностям денежного оборота предприятий. В каждой конкретной кредитной сделке способ получения кредитных средств определяется договором между заемщиком и кредитной организацией.

Способы выдачи и погашения кредита должны быть гармонизированы с закономерностями денежного оборота компании. Анализ кредитных историй предприятий речного транспорта показывает, что банки, как правило, применяют общепринятую для других отраслей экономики практику равномерного (ежемесячного) в течение календарного года начисления и взыскания процентов за кредит, в то время как источник погашения кредита – доходы от перевозок – будут получены только в навигационный период. Применяемый способ выдачи кредита путем открытия кредитной линии в целом приемлем и для предприятий отрасли, поскольку предполагает получение кредитов в пределах лимитов открытой кредитной линии в сроки, необходимые для предприятия. Однако такой способ выдачи кредита не полностью соответствует постепенному нарастанию расходов, вызванных подготовкой флота к навигации в течение длительного периода, и подлежит соответствующей коррекции. В большей степени, по мнению автора статьи, динамику потребности в заемных средствах характеризует овердрафтное кредитование.

Кредитование по овердрафту, или кредитование счета, предусмотрено Гражданским кодексом РФ и означает выдачу кредита на оплату расчетных документов при недостаточности средств на счете. Кредит выдается исключительно на оплату расчетных документов, предоставленных в банк заемщиком. Банк определяет лимит предоставления кредита по овердрафту. Для предприятий речного транспорта таким лимитом может быть плановый размер убытков в межнавигационный период. Кредит по овердрафту, в отличие от кредита с помощью кредитной линии, можно получать ежедневно или в другой короткий период, по мере необходимости оплаты счетов за выполненный межнавигационный ремонт или другие аналогичные затраты и запасы. При этом снижаются риски банка, связанные с нецелевым использованием кредита. Для полного исключения таких рисков и в целях эффективного использования кредита некоторые банки ограничивают направления использования кредита путем неоплаты документов на определенные цели (согласовываются с заемщиком и указываются в кредитном договоре). В международной практике овердрафтное кредитование осуществляется чаще всего без обеспечения. В России кредитные риски по всем отраслям достаточно высоки, поэтому кредит по овердрафту может быть обеспеченным на общих основаниях. Обеспечение снижает риски банка и повышает возможность компании по получению кредита.

Основным способом обеспечения возвратности кредита является залог имущества. Для предприятий отрасли характерно то, что в структуре активов преобладающая часть принадлежит основным средствам, а именно флоту, который традиционно принимается банками в залог по ссудам. Данному предмету залога, с точки зрения интересов банка по возмещению невозвращенной ссуды, присущ целый ряд недостатков. Достаточно сложно определить залоговую стоимость судна. Основу залоговой стоимости составляет рыночная стоимость, скорректированная на величину залогового дисконта. Она определяется с учетом риска снижения рыночной стоимости в кризисных условиях, а также риска ликвидности единицы флота. Такого рода недвижимость банки обычно относят к категории «практически неликвидная». Какой-либо нормативно установленной на государственном уровне методологии определения залоговой стоимости в нашей стране пока нет. Для рыночной оценки стоимости предмета залога банки прибегают к услугам оценочных компаний либо ее делают собственные подразделения банков.

Было бы правильно, на взгляд автора статьи, в целях развития кредитования речного транспорта (это относится не только к краткосрочным, но в большей степени к долгосрочным кредитам) при участии соответствующих отраслевых организаций и банковского сообщества создать специализированную оценочную структуру по определению залоговой стоимости. Знание специфики отечественного и зарубежного рынка такой недвижимости, закономерностей формирования и изменения рыночной стоимости во времени (это важно для долгосрочных кредитов), умение оценить риск ликвидности и возможные расходы при реализации предмета залога позволили бы адекватно оценить залоговую стоимость и риски банка с учетом условий конкретного кредитного договора на разных этапах экономического цикла, в том числе и во время кризисных явлений в экономике. Произвольно установленная величина залогового дисконта, как это было в ряде случаев во время кризиса 2008 года, может остановить кредитование.

Один из важнейших элементов механизма кредитования – процентная ставка по кредиту. Проценты за кредит являются ценой ссудного капитала, передаваемого заемщику во временное пользование. Источником ссудного процента является прибавочная стоимость, которая будет получена в результате предпринимательской деятельности. С точки зрения экономической теории, целесообразность привлечения кредита сохраняется до тех пор, пока ожидаемая рентабельность превышает текущую норму процента или же равна ей. Излишние расходы на уплату процентов снижают рентабельность предприятий. Однако экономическая ситуация в ряде отраслей, в том числе и на водном транспорте, такова, что при норме рентабельности активов и собственного капитала соответственно в 2-3 и 4-5 % приходится осуществлять заимствования под 9-12 % годовых.

На уровень процентных ставок коммерческих банков влияют многочисленные факторы, к основным из которых можно отнести: соотношение спроса и предложения на банковские кредиты в разные периоды экономического цикла, инфляционное обесценение денег, емкость национальных и международных финансовых рынков, денежно-кредитную политику центральных банков, уровень рисков по кредитной

сделке и другие. На стоимость кредита в конкретном банке оказывает влияние стоимость привлеченных ресурсов, уровень операционных расходов, размер премии за риск, маржа банка.

С середины 2012 года наметился рост процентных ставок. Такая тенденция сохранилась и в I квартале 2013 года. По состоянию на 1 апреля процентная ставка по кредитам для нефинансовых организаций составила 10,4 % годовых против 9,6 % на соответствующую дату прошлого года.

На уровень процентных ставок по кредитам для компаний в значительной степени влияют процентные ставки по операциям Банка России. Ставка рефинансирования с сентября 2012 года остается неизменной – 8,25 % годовых. При принятии решений по вопросам процентной политики Банк России ориентируется, как это сказано в Основных направлениях денежно-кредитной политики на период до 2015 года, на среднесрочные оценки инфляционных рисков, динамику инфляционных ожиданий, оценки перспектив экономического роста. В то же время Европейский центральный банк сохраняет свою ключевую процентную ставку на рекордно низком уровне – 0,75 % годовых. Предельные ставки по кредитам нефинансовому сектору в европейских странах остаются также без изменения – на уровне 1,5 % годовых.

Перед всеми отраслями народного хозяйства поставлена задача перехода на инновационный путь развития. Для ее решения необходимо создать адекватный механизм кредитования с учетом отраслевых особенностей, который позволит кредитовать предприятия водного транспорта при приемлемых кредитных рисках.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:
1. Заявление Правительства Российской Федерации № 1472п-П13, Центрального банка Российской Федерации № 01-001/1280 от 5 апреля 2011 года «О стратегии развития банковского сектора Российской Федерации на период до 2015 года». **2.** Обзор банковского сектора Российской Федерации, № 139, 2013 год. URL: http:// www.cbr.ru. **3.** Обзор банковского сектора Российской Федерации, № 127, май 2013 года. URL: http:// www.cbr.ru. **4.** Банк России. Обзор глобальных рисков, май 2013 год. URL: http:// www.cbr.ru. **5.** Банк России. Положение «О порядке предоставления (размещения) кредитными организациями денежных средств и их возврата (погашения)», 31 августа 1998 г. N 54-П. URL: http:// www.cbr.ru

УЧРЕЖДЕНИЕ: Волжская государственная академия водного транспорта (ВГАВТ)

ТЕМА: Экономическая стратегия развития речных пассажирских перевозок в северных районах РФ

АВТОР: В.К. ЗЕФИРОВ, старший преподаватель, кафедра «Экономика и менеджмент»

В настоящее время перевозки пассажиров (ПП) скоростным флотом осуществляются в 40 регионах Российской Федерации. В 15 из них они социально необходимы, играют важную роль в транспортном обслуживании населения и нередко являются безальтернативными. Между тем средний возраст пассажирских речных судов, в 2011 году составлявший 33 года, к 2015 году достигнет 35 лет.

В данном контексте особое внимание следует обратить на Ханты-Мансийский автономный округ (ХМАО) – Югра, занимающий территорию площадью 534,8 тыс. км с населением 1561,2 тыс. человек (по состоянию на на 1.01.2012 г.), из которого около 150 тыс. – сельское. Прирост населения достигает 1,5 % в год.

ХМАО – основной нефтегазоносный район страны, один из крупнейших нефтедобывающих регионов мира, относится к регионам-донорам России и лидирует по целому ряду основных экономических показателей. На долю округа приходится 52,6 % добычи нефти в стране и 7,7 % выработки электроэнергии. Валовой региональный продукт (ВРП) по состоянию на 1.01.2012 г. составляет 1976,2 млрд. руб., его доля в ВРП РФ – 5,6 %, в то время как доля занятого населения – всего 1,3 %. Доля транспорта и связи в ВРП – 6,6 %. Среднедушевые денежные доходы граждан в месяц и среднемесячная номинальная заработная плата больше соответствующих средних показателей по РФ в 1,48 и в 1,96 раза.

Уровень жизни населения ХМАО является одним из факторов, формирующих конкурентоспособность региона. Несмотря на то что реальные доходы граждан к настоящему моменту (по сравнению с 2005 годом) увеличились на 13,1%, темпы роста среднедушевых доходов стали снижаться. Это обстоятельство объясняется активным участием населения округа в ипотечных программах и высокой долей ипотечных платежей в структуре расходов граждан. Подтверждаемое статистикой сокращение реальных доходов населения удивительным образом связано с высоким уровнем его жизни.

С 2002 по 2011 год объемы ПП в ХМАО увеличились на 25 %, при этом ежегодно автомобильным транспортом доставлятся около 67 млн. человек, железнодорожным – 5,5 млн. человек.

Комплекс гражданской авиации округа представлен 10 аэропортами и 8 авиакомпаниями, ежегодно выполняется около 4 тыс. внутренних рейсов, перевозится более 250 тыс. человек.

Географическое расположение ХМАО в достаточной степени способствует развитию водного транспорта. Округ имеет хорошо развитую сеть водных путей, которая включает в себя две крупнейшие реки Сибири – Обь и Иртыш – с множеством крупных и мелких притоков. В настоящее время в ХМАО работает около 500 судоходных компаний (СК), в том числе 20 крупных. Лидером по праву считается ОАО «Северречфлот», осуществляющее ПП в границах округа. На балансе предприятия – более 100 единиц флота, из которых 79 пассажирских судов, эксплуатируемых уже относительно длительный период: 11 % – 20 лет и более, 46 % – свыше 15 лет. Это доказывает необходимость модернизации и обновления основных фондов [1].

Перспективы ПП по внутренним водным путям (ВВП) ХМАО определяются ролью речного транспорта в социально-экономическом развитии региона. В связи с социальной значимостью ПП субсидируются из областного бюджета. Например, финансирование линии Тобольск – Ханты-Мансийск – Салехард осуществлялось в рамках областной программы. Средства выделялись и на линию Тобольск – Малая Бича, ведь летом для жителей приречных населенных пунктов речной транспорт является безальтернативным.

В 2010 году объем ПП в округе превысил таковой в Волжском бассейне. В будущем по мере расширения

нефтегазового комплекса и повышения уровня доступности территорий ХМАО нагрузка на водный транспорт, очевидно, будет только возрастать. В связи с этим ученые ВГАВТ при непосредственном участии автора статьи разработали соответствующую Программу развития региональных речных ПП.

По результатам анализа динамики объемов доставки грузов и пассажиров на всех видах транспорта за несколько лет как в целом по стране, так и в ХМАО был сделан вывод: для прогнозирования перевозок должны быть исследованы закономерности и тенденции их развития с учетом конкретных условий и с дифференциацией по видам сообщений, что особенно актуально в системе ПП и в рамках Транспортной стратегии РФ на период до 2030 года [2].

Однако прежде чем создавать систему прогнозирования ПП, нужно провести анализ современных методов планирования и прогнозирования ПП на транспорте, выявить социально-экономические факторы, оказывающие воздействие на их развитие. Данная тема затрагивалась в трудах известных ученых: С.П. Арсеньева, Г.И. Ваганова, К.А. Гаринова, Э.П. Громового, Ш.М. Гуревича, В.Н. Захарова, В.В. Звонкова, А.Г. Малышкина, В.П. Миронова, А.А. Митаишвили, В.А. Персианова, С.М. Пьяных, В.И. Савина и А.А. Союзова. Они пришли к следующему выводу: все уровни планирования на всех видах транспорта должны рассматриваться в единой системе непрерывного планирования, при этом эффективность и действенность разработанных планов в значительной степени зависит от достоверности количественных и качественных изменений общественных явлений и процессов.

Как отмечают эксперты, сегодня наметилась тенденция усложнения задач планирования, ведь большинство из них строятся на принципиально разных подходах, отсутствует информационная взаимосвязь между задачами, что негативно влияет на реализацию принятой стратегии [3].

По мнению ученых, при перспективном планировании ПП необходимо изучать взаимосвязь подвижности населения с уровнем его благосостояния. Важный вывод исследований: стратегическое планирование и прогнозирование ПП должно базироваться на исследовании объективных закономерностей их формирования и на изучении влияния на них наиболее существенных пассажирообразующих факторов.

Стратегическое планирование должно выявлять устойчивые взаимосвязи, которые оказывают в настоящее время и будут оказывать в будущем регулирующее воздействие на уровень транспортной подвижности населения и общий объем перевозок по видам сообщения между экономическими районами.

При определении объема ПП на перспективу наибольшее распространение получили методы экстраполяции, регрессионно-корреляционного анализа, в том числе и многофакторные модели. Доказано, что выбор той или иной модели прогнозирования обусловлен глубиной прогнозирования, при этом существующие методы не могут быть приняты за основу для определения перспектив развития ПП, так как приводят к большим погрешностям в расчетах.

Достоверность стратегического плана или прогноза в значительной мере зависит от наличия и структуры используемой исходной статистической информации. При планировании объемов ПП статистические данные имеют более существенное значение, чем при планировании грузовых перевозок [4].

Общий недостаток методов планирования и прогнозирования ПП – они не «проникают» в суть моделируемого процесса, то есть не базируются на выявлении объективных закономерностей формирования пассажиропотоков по видам сообщения.

Проведя расчеты общего потока пассажиров, специалисты ВГАВТ пришли к выводу, что наибольшая стабильность результатов характерна для прогноза пригородных потоков, и наименьшая – для дальних и местных. Следовательно, вопросы долгосрочного планирования и прогнозирования дальних и местных пассажиропотоков менее изучены и требуют дальнейшей проработки [5].

Анализ современного состояния научных исследований на транспорте показывает, что для качественного управления транспортным процессом (ТП) необходимо создать модель, описывающую его таким образом, чтобы при изменении любого из параметров можно было бы определить все изменения в системе в целом.

Стохастический характер рыночных процессов позволяет использовать некоторые методы статистического и эконометрического моделирования. С их помощью можно выявлять силу и вектор влияния различных факторов на рыночные процессы, принимать оптимальные решения при минимизации риска. А благодаря теории массового обслуживания возможно оптимизировать движение транспорта. Наряду с традиционными статистическими методами в исследовании ТП применяются математико-статистические и эконометрические, базирующиеся на принципах, разработанных в нашей стране и за рубежом.

Комплексность применения математико-статистических методов предполагает наиболее полное раскрытие сущности, закономерностей и тенденций развития ТП. Как один из вариантов методологии комплексного анализа рассматривается анализ статических и динамических совокупностей эмпирических данных.

Сначала проводится **априорный анализ данных**: обобщение исходных данных, оценка однородности совокупности, оценка характера распределения совокупности исходных данных, делается вывод о характере распределения с помощью критериев Пирсона, Ястремского, Романовского. Затем **проводится моделирование связи социально-экономических явлений**: отбор факторных признаков, расчет парных, частных и множественных коэффициентов корреляции; построение модели связи и оценка ее важности.

Так строятся уравнения связи, проверяется адекватность регрессионной модели – значимости уравнения регрессии при факторных признаках, включенных в модель, на основе критериев Стьюдента (t) и Фишера–Снедекора (F); выполняются расчет и анализ средней ошибки аппроксимации; анализ средней квадратической ошибки и остаточной дисперсии [6].

Методика комплексного анализа и прогнозирование **динамической** информации подразумевают определенную последовательность действий.

Анализ и прогнозирование тенденции: оценка аномальных наблюдений, расчет аналитических и средних показателей динамики, анализ тенденций и закономерностей развития социально-экономических явлений, определение наличия тенденций средних величин и дисперсии в рядах динамики на базе методов Фостера–Стюарта; определение наличия тенденции автокорреляции, выявление основной тенденции динамического ряда, оценка адекватности выбранного уравнения тренда; корреляция рядов динамики, прогнозирование динамики.

Выявление периодической компоненты. Модели сезонных колебаний.

Изучение социально-экономических явлений и процессов с помощью комплексной методики анализа, обобщения и прогнозирования на основе применения традиционных статистических и экономико-математических методов позволит наиболее глубоко исследовать причинно-следственные связи и закономерности, выявить природу изучаемого рынка пассажирских услуг.

На основе проведенного анализа был разработан алгоритм комплексного анализа статической и динамической информации с помощью математико-статистических и эконометрических методов. В общем виде трендовая модель может быть выражена как функция Y=f{t), где t – номер периода, время; Y – функция (количество пассажиров, пассажирокилометры и др.). Модель отражает не только направление изменения, но и его характер (ускорение, замедление), дает количественную оценку среднего изменения за период.

В анализе временных рядов применительно к среднесрочному и долгосрочному прогнозированию тенденция перевозок представляет собой постоянное или равномерное развитие. Важное значение при экстраполяции имеет продолжительность базисного ряда динамики и сроков прогнозирования. Практика прогнозирования динамики различных явлений показала, что при экстраполяции следует оперировать теми периодами базисного ряда динамики, которые составляют определенный этап в их развитии. Установление сроков прогнозирования зависит от задачи исследования: чем короче сроки упреждения прогноза, тем надежнее результаты экстраполяции.

При прогнозировании тренда на основе аналитического выравнивания для его экстраполяции применяются модели: равномерное развитие – линейная форма, равноускоренное (равнозамедленное) развитие – параболическая форма, развитие по экспоненте – экспоненциальная форма, развитие с замедлением роста в конце периода – логарифмическая форма, тренд в форме степенной кривой.

На практике результат экстраполяции прогнозируемых уровней обычно задается интервальными оценками. Для определения границ интервалов используется формула:

$$\tilde{y}_t = t_\alpha \sigma_{\varepsilon_t}, \qquad (1)$$

где t_α – коэффициент доверия по распределению Стьюдента;

$\sigma_{\varepsilon t}$ – остаточное среднее квадратическое отклонение тренда, скорректированное по числу степеней свободы (n-m).

Прогноз ПП, полученный на основе рядов динамики, не в полной мере учитывает воздействие различных экономических, социальных и эксплуатационных факторов, что возможно при эконометрическом подходе. Одна из его особенностей при среднесрочном и долгосрочном прогнозировании: изменения главных причинных факторов и характеристик перевозок могут контролироваться в течение прогнозируемого периода, поэтому реально следить за действенностью эконометрической модели и вносить в прогноз соответствующие коррективы.

Выделяют 3 основных класса эконометрических моделей: модель временных рядов, регрессионные модели с одним уравнением, системы одновременных уравнений. Регрессионные модели делятся на парные и множественные регрессии. Классическая линейная модель парной регрессии строится, исходя из ряда предположений, а нормальную линейную модель парной регрессии можно записать в виде:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_i, \qquad (2)$$

где β_0, β_1 – параметры уравнения регрессии, подлежащие оцениванию;

ε_i – случайная ошибка модели.

В качестве методов оценки неизвестных параметров выступают:

– сумма квадратов отклонений наблюдаемых значений результативного признака У от теоретических значений $\tilde{y}$ (метод наименьших квадратов):

$$F = \sum_{i=1}^{n} (y_i - f(x,\beta))^2$$

или $$F = \sum_{i=1}^{n} (y_i - \tilde{y}_i)^2; \qquad (3)$$

– сумма модулей отклонений наблюдаемых значений результативного признака У от теоретических значений:

$$\tilde{y} : F = \sum_{i=1}^{n} \left| y_i - f(x,\beta) \right|$$

или $$\tilde{y} : F = \sum_{i=1}^{n} \left| y_i - \tilde{y}_i \right|; \qquad (4)$$

– объединение преимуществ двух предыдущих методов. Такой подход применяют, когда выборка сильно «засорена».

Уравнение множественной регрессии:

$$Y = f(\beta, X) + \varepsilon_i, \qquad (5)$$

где Y – зависимая переменная;

X=(X_1, X_2 … X_m) – вектор независимых переменных;

β – вектор параметров, подлежащих определению;

ε_i – случайная ошибка модели.

Самый распространенный метод оценки параметров множественной линейной регрессии – метод наименьших квадратов. Поскольку истинные значения параметров β_i по выборке получить невозможно, то вместо теоретического уравнения регрессии оценивается эмпирическое:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \ldots + b_m X_m + e, \qquad (6)$$

где b_0, b_1, b_2, b_m – оценки теоретических значений β_0, β_1, β_2 ,..., β_m эмпирических коэффициентов регрессии;

e – оценка отклонения ε.

Оценка достоверности каждого из параметров модели выполняется с помощью критерия Стьюдента (t). Для любого из параметров модели справедливо:

$$t_{расч} = \frac{a_j}{S_\varepsilon \sqrt{b_{ij}}}, \qquad (7)$$

где S_ε – стандартное отклонение уравнения регрессии, определяемое как:

$$S_\varepsilon = \sqrt{\frac{(y - \tilde{y}^2)}{n-k-1}}. \qquad (8)$$

Коэффициент регрессии a_j считается достаточно надежным, если расчетное значение критерия Стьюдента (t) с n-k-1 степенями свободы превышает табличное.

Системы одновременных уравнений описываются системами взаимозависимых регрессионных уравнений. Примером системы одновременных уравнений может служить модель спроса и предложения пассажирских транспортных услуг, включающая 3 выражения:

$$Q_t^S = a_0 + a_1 P_t + a_2 P_{t-1} \; –$$

функция предложения,

$$Q_t^d = b_0 + b_1 P_t + b_2 I_t \; –$$

функция спроса,

$$Q_t^S = Q_t^d \; –$$

условие равновесия, (9)

где Q_t^S – предложение транспортных услуг в момент времени t;

Q_t^d – спрос на транспортные услуги в момент времени t;

P_t – тарифная ставка на услуги в момент времени t;

P_{t-1} – тарифная ставка в предшествующий момент времени t;

I_t – доход потребителей в момент времени t.

Прогноз развития речных ПП с их дифференциацией по различным видам дает возможность провести анализ и оценить различные группы населения (по уровню жизни и другим социально-экономическим характеристикам). К этим выделенным группам можно применять методы кластерного анализа, позволяющего объединять наиболее схожие кластеры в один, в котором потребительские модели имеют тенденцию сохранения стабильности. Данная методика позволяет не только определять прогноз ПП, но и формировать рациональный парк флота (речных судов), соотношение собственности и лизинга [7].

После того как эконометрическая модель построена, проверена ее надежность и точность, составляются прогнозы спроса на ПП, определяется стратегия их развития на отдаленную перспективу. На основе комплексной модели можно рассчитать доверительный интервал прогноза с большой надежностью.

Доверительные интервалы находятся по формуле:

$$y_{прогноз} - u(k) \leqslant \tilde{y} \leqslant y_{прогноз} + u(k), \quad (10)$$

где

$$u(k) = t_{табл} S_{\varepsilon} \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_{прогноз} - \bar{x}_i)^2}{(x_i - \bar{x}_i)^2}}. \quad (11)$$

Преимущество комплексного использования методов эконометрического и математического моделирования состоит в том, что в любой момент времени (в зависимости от конкретных обстоятельств) модель корректируется, добавляются или исключаются факторы, влияющие на ПП, уточняется тренд, а на его основе уточняется прогноз перевозок [8].

Совершенствование системы непрерывного планирования на речном транспорте невозможно без использования экономико-математических, эконометрических, статистических методов и современных информационных технологий на базе компьютерных сетей. Однако, когда возникает проблема применения этих методов для решения конкретных задач, приходится рассматривать большое число различных моделей и методов, и определение наилучшего из них затруднительно.

В исследованиях последних лет появлялись сообщения о сравнении методов оптимизации на общих тестовых функциях, хотя систематическое сравнение различных методов сдерживается большой трудоемкостью исследований, трудностью выбора информации для анализа. Отсутствие научной теории, позволяющей делать обоснованный переход от математической модели к ее компьютерному аналогу, ставит решение этой задачи в зависимость от интуиции и опыта исследователя и разработчика моделей. Оперирование приближенными методами ставит под сомнение уровень качества получаемых с их помощью результатов, то есть возникает вопрос, насколько такое решение близко к оптимальному плану задачи.

Для транспортной задачи функция цели может быть представлена в виде:

$$F(x) = \sum_i^n \sum_j^m c_{ij} x_{ij}, \text{ при ограничениях:}$$

$$\sum_j^m x_{ij} = A_i, i \in I, j \in J, \sum_i^n x_{ij} = B_j, i \in I, j \in J,$$

$$x_{ij} \geqslant 0, x_{ij} \text{ – целое}, \; i \in I, j \in J. \quad (12)$$

При оценке качества приближенного решения используется ε-подход, который ориентирует вычислительный процесс на получение приближенного решения с относительной погрешностью, не превышающей заданной величины ε; x^{ε} – допустимое решение задачи (12); x^0 – оптимальное решение задачи.

Абсолютная погрешность приближенного решения Δ определяется как $\Delta = F(x^{\varepsilon}) - F(x^0)$, а относительная погрешность –

$$\delta = \frac{F(x^{\varepsilon}) - F(x^0)}{F(x^0)}.$$

Если $\Delta = 0$ – точное решение; если $\Delta \neq 0$, то Δ и δ служат характеристикой качества решения.

Изначально задавая верхнюю границу $\varepsilon (0 \leq \varepsilon \leq 1)$, будем считать значения целевой функции $F(x^*) = \sum_i^n \sum_j^m c_{ij}^{\min} x_{ij}$ нижней границей искомого оптимума, то есть $F(x^0) \geq F(x^*)$.

Заменяя в формуле относительной погрешности значения $F(x^0)$ на $F(x^*)$, получаем:

$$\frac{F(x^{\varepsilon}) - F(x^0)}{F(x^0)} \leqslant \frac{F(x^{\varepsilon}) - F(x^*)}{F(x^*)},$$

то есть оценку качества приближенного решения.

При необходимости полученное решение можно улучшить одним из точных методов математического программирования. Но даже имея оптимальное решение, нельзя быть уверенными в том, что при незначительном изменении исходных параметров оно останется неизменным. В связи с этим принято говорить об устойчивости оптимального решения.

Оптимальный план x^0 считается устойчивым, если при изменении исходных параметров на некоторую величину δ сохраняется структура $x_{ij} \geq 0$. Определение границ устойчивости оптимального плана базируется на постоянстве системы потенциалов U_i и V_j. Используя ее, можно определить условия, когда нарушается устойчивость, рассчитать границы возможных изменений показателей использования флота, выбрать наиболее предпочтительные типы судов для замены на линии.

Выбирая для задач перспективного планирования модели и методы, наиболее точно отражающие реальный процесс, можно сделать вывод о необходимости применения не одного, а комбинации нескольких подходов, дающих устойчивость полученного решения при изменении исходных данных.

Для согласования планов целесообразно использовать итоговые показатели планов верхних уровней в качестве ограничений в математических моделях ТП на нижних уровнях, например прибыль, затраты, объемы инвестиций, дотаций и т.д.

Решить проблему оптимизации непрерывного планирования и регулирования работы технических средств на речном транспорте, не затрагивая никаких капитальных вложений в отрасль, реально за счет применения локальной оптимизации и последовательного развития частичных решений, которые способны достичь экономического эффекта, обоснованного на всех уровнях планирования, – в этом суть стратегии ведения ТП.

Реализация положений Транспортной стратегии в сфере внутреннего водного транспорта обеспечивается за счет перехода на полное финансирование из федерального и региональных бюджетов, а также внебюджетных источников.

Инвестиционный ресурс ХМАО позволяет резко активизировать инновационные процессы с целью достижения его жителями высших стандартов качества жизни и социального благополучия, в том числе в сфере транспортных услуг.

Уровень жизни граждан является одним из факторов, влияющих на конкурентоспособность округа. Анализ опыта эксплуатации пассажирских судов в последние несколько лет показал, что экономическая эффективность ПП находится в прямой зависимости от потребительского спроса на них и условий работы флота. Очевидный факт: снижение объемов перевозок произошло из-за резкого повышения цен на энергоносители и последовавшего увеличения стоимости проезда.

Меняющиеся условия эксплуатации актуализируют проблему конкурентоспособности скоростных пассажирских судов по сравнению с другими видами транспорта. На фоне стремительного роста цен на энергоносители, необходимости повышения уровня комфорта и безопасности поездки пассажиров практически повсеместно речные ПП становятся убыточными. При этом убытки покрываются дотациями из региональных бюджетов, поскольку около 75 % ПП являются социально значимыми, выполняемыми для удовлетворения жизненно важных потребностей населения (межрегиональные, пригородные, внутригородские маршруты, а также переправы). В частности, в ХМАО размер дотаций в 2007 году составил около 150 млн. руб., к 2012 году сумма выросла на 3,7 %.

Последние несколько лет в Обь-Иртышском бассейне работают современные суда класса «О»: амфибийные на воздушной подушке

типа «Марс-700» и пассажирские катера типа «Иртыш-1». Они уже доказали свою эффективность и многофункциональность. «Иртыш-1» по праву называют «речным автобусом», а «МАРС-700» может эксплуатироваться круглый год. Успешно прошли испытания модификации судна типа «Иртыш» – «Иртыш-2» и «Иртыш-3» со встроенной холодильной установкой. Спрос на них связан с особенностями округа – развитым рыболовецким промыслом и необходимостью доставки продуктов в отдаленные пункты.

Преимущество теплоходов типа «Иртыш» перед более ранними моделями скоростных судов проявляется не только в комфортабельности и надежности, но и в меньшем расходе топлива, что является существенным фактором в условиях постоянно растущих цен на энергоносители. Анализ опыта эксплуатации подтвердил, что новый флот обладает рядом достоинств, практичен и эффективен. Очевидно, что при активном государственном субсидировании приобретения подобных судов социально значимая роль речного транспорта дополнится туристским и рыболовецким направлениями. А с учетом подписанного соглашения о сотрудничестве между правительством Тюменской области и немецкой компанией «Олимпия – райзен GmbH» в области регионального туризма без дальнейшего развития нового судостроения невозможно интенсивное экономическое развитие ХМАО.

Между тем основу скоростного пассажирского флота по-прежнему составляют СПК типа «Метеор», «Ракета» «Восход», «Полесье» и «Заря», и их работа на междугородних линиях в большинстве случаев остается убыточной вследствие малой загрузки. Кроме того, этот флот не способен подходить к необорудованному берегу, что является существенным ограничением для его использования на местных пассажирских линиях.

Однако есть теплоходы типа «ТА-70» на 70 мест, которые значительно превосходят действующие СПК и СВК «Линда», и они могут эксплуатироваться в ХМАО.

На местных линиях и для круглогодичной эксплуатации перспективными являются СВП «Марс», «Хивиус», «Ирбис» и «Арктика», среди их главных преимуществ – высокая скорость и амфибийность. Для таких судов не существует проблемы мелководья, поэтому путь по некоторым маршрутам сокращается в 2-3 раза. Это очень важно, поскольку скоростной флот используется на местных и транзитных линиях по 27 маршрутам, охватывающим не только ХМАО, но и юг Тюменской области (от Бобровского до Тобольска) и Ямало-Ненецкий округ (от Березово до Салехарда).

В соответствии с концепцией непрерывности системы экономического развития речных ПП в ОАО «Северречфлот» осуществляется выход на конкретные экономические показатели: доходы, расходы, прибыль. Для качественного управления ТП система экономического планирования и прогнозирования представляет собой взаимосвязь различных задач с учетом экономической оценки каждого этапа. Постоянно отслеживается коммерческий успех или неудача, оперативно корректируются стратегические планы с учетом меняющихся условий (чтобы по факту изменения любого из параметров можно было бы определить все изменения в ТП); производится оценка последствий принимаемых решений [9].

Согласно технологической схеме расчетов по обоснованию выбора эффективных типов судов и перспектив развития ПП в ХМАО на первом этапе определяются цели прогнозирования. При этом краткосрочные цели по итогам анализа на каждой стадии подтверждают достижение долгосрочных стратегических целей. Для каждого этапа – краткосрочного, среднесрочного и долгосрочного – разрабатывается конкретная методика и выбираются экономические и социальные показатели. Оценивается точность и надежность созданных моделей.

На этапе долгосрочного (перспективного) планирования обосновывается потребность в транспортных средствах для освоения прогнозных ПП. Для выполнения перспективного плана ПП нужное количество единиц флота каждого типа не должно превышать их наличия с учетом новых приобретений:

$$\Phi_{ij}^{\min} \leqslant x_{ij} \leqslant \Phi_{ij}^{\max}, i \in I, j \in J.$$

На данном уровне планирования, когда многие параметры ТП еще не определены, в качестве критерия эффективности выступает максимум ожидаемой прибыли от ПП:

$$F(x) = \sum_{i}^{n}\sum_{j}^{m} c_{ij} x_{ij},$$

а базовая информация – пассажиропотоки, уточняемые посредством прогноза.

Пассажиропотоки подразделяют по видам внутреннего водного сообщения: междугороднее дальнее, пригородное и внутригородское, каждому из них соответствует устойчивое значение показателя.

Прежде чем анализировать пассажиропотоки, обратим внимание на речные населенные пункты, расположенные на территории ХМАО. В его состав входят 106 муниципальных образований, в том числе 13 городских округов, 9 муниципальных, 26 городских и 58 сельских поселений. Регион характеризуется высокой степенью урбанизации. Доля городского населения на начало 2011 года достигала 91,5%. Более 61% граждан проживает в моногородах.

Согласно проведенной дифференциации 96 населенных пунктов ХМАО были сформированы кластеры: «город, поселок городского типа», «село, поселок», «деревня». В первый кластер вошли 12 пунктов с населением 713669 человек, и только 1 пункт не связан с расписанием. Ко второму кластеру отнесли 53 населенных пункта с населением 59402 человека, в том числе 39 пунктов (с наслением 40485 человек), связанных с расписанием. В третий кластер включили 31 населенный пункт с населением 4059 человек, из них 19 пунктов (с 2643 жителями) также связаны с расписанием.

В соответствии со стратегией социально-экономического развития ХМАО наиболее вероятное направление протекания демографических процессов предполагает рост численности населения до 1662 тыс. человек к 2020 году и до 1715 тыс. человек к 2030 году. Это обусловлено притоком мигрантов прежде всего из бывших союзных республик. Высокий уровень жизни в регионе, динамика спроса на рынке труда позволяют прогнозировать положительный тренд миграционного сальдо в регионе до 2030 года.

Реализация транспортных проектов позволит обеспечить доставку грузов и пассажиров различными видами транспорта в ранее недоступные районы, а также создать дополнительные рабочие места.

Развитие ПП во многом зависит от значимости приречных населенных пунктов, их административного статуса, изменения численности населения, развития смежных видов транспорта и прочих условий, влияющих на подвижность населения – главный количественный показатель, определяющий объемы ПП. С методологической точки зрения именно установление зависимости подвижности населения от ВРП, других макроэкономических показателей, индикаторов, характеризующих жизненный уровень населения, прогноз данных величин и, в конечном счете, прогноз перспективной численности ПП является основополагающим моментом.

Выполненный анализ влияния перечисленных показателей показывает, что значимость исследуемых факторов на объем ПП сильнее там, где прогноз ПП

рассчитывался на основании комплексной модели. Более сильное влияние на объем ПП оказывают численность населения, количество занятых в экономике, среднедушевые денежные доходы населения, заработная плата, наличие основных фондов, инвестиции в основной капитал на душу населения.

Анализ прогноза и взаимосвязи объема ПП с дифференциацией по видам сообщений позволяет проводить сравнение их динамики и структуры.

Было установлено, что за период с 2005 по 2011 год в **междугороднем сообщении** ПП внутренним водным транспортом (ВВТ) снизились на 15,5 % (на 55.7 тыс. человек), в среднем за этот период объем ПП уменьшался на 2,8 % (на 9,3 тыс. человек) в год. Однако за два последних года по сравнению с 2010 годом ПП ВВТ увеличились на 7,4 % (на 20,9 тыс. человек), то есть часть потока пассажиров переключилась с автомобильного транспорта.

В **пригородном сообщении** объем ПП водным транспортом в период с 2007 по 2011 год значительно вырос – на 111 % (на 42,4 тыс. человек), в среднем за данный период объем ПП прибавлял по 20,5 % (на 10,6 тыс. человек) в год. За два последних года ПП ВВТ в пригородном сообщении увеличились и довольно существенно. Как и в междугороднем сообщении, часть потока пассажиров переключилась с автомобильного транспорта. На повышение доли ПП в местном сообщении повлиял внутренний туризм [10].

Во **внутригородском сообщении** объем ПП ВВТ за аналогичный период уменьшился на 70,9 % (на 6,5 тыс. человек), в среднем за это же время объем ПП снижался на 26,6 % (на 1,6 тыс. человек) в год. Однако за 2011 год ПП во внутригородском сообщении выросли на 5,7 % (на 0,6 тыс. человек).

На основании проведенных исследований можно сделать следующий вывод: общий объем ПП без разделения его на рейсы в дальнем и местном сообщении методически неверен. При прогнозировании необходимо дифференцировать перевозки по видам внутреннего водного сообщения: междугороднее дальнее, пригородное и внутригородское.

Наилучшее приближение на основе исходных данных для дальнего водного сообщения дает модель тренда в виде уравнения прямой $\tilde{y}_t=438,8-39,57t$ с коэффициентом аппроксимации $r=0,9448$. Для пригородного сообщения наилучшее приближение дает модель тренда в виде уравнения параболы $\tilde{y}_t=14,88+19,956t-1,2643t^2$ с коэффициентом аппроксимации $r=0,9390$ (для прямой линии коэффициент аппроксимации практически одинаков $r=0,9322$), то есть для прогноза можно использовать и прямолинейный тренд. Для внутригородского водного сообщения наилучшее приближение дает модель тренда в виде уравнения параболы $\tilde{y}_t=23,08-5,5914t+0,6286t^2$ с коэффициентом аппроксимации $r=0,9674$ (для сравнения коэффициент аппроксимации прямолинейного тренда – $r=0,8955$).

В соответствии с прямолинейной функцией к 2015 году объем ПП в пригородном сообщении вырастет, а в дальнем и во внутригородском (в большей степени) сократится.

Согласно параболической функции, к 2015 году объем ПП в пригородном сообщении увеличится в большей степени, в меньшей степени вырастут объемы ПП дальнего водного, еще меньше прибавят внутригородские ПП.

Для краткосрочного (2-3 года) прогнозирования расчеты следует производить на основе прямолинейной функции (коэффициент аппроксимации ближе к единице), для более длительных периодов (в данном случае 2015 год) – на основе параболической функции.

Рассчитанные ошибки аппроксимации свидетельствуют о достаточной точности построенной модели. Достоверность стратегического прогноза в значительной мере зависит от наличия и качества используемой исходной информации, характеризующей тенденции формирования и развития ПП, то есть чем глубже и целенаправленней будет выполнен анализ процесса формирования и развития ПП, тем достовернее окажутся их ожидаемые объемы [11].

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:
1. Стратегия социально-экономического развития Ханты-Мансийского автономного округа – Югры до 2020 года и на период 2030 года. **2.** Транспортная стратегия РФ на период до 2030 г. Министерство транспорта Российской Федерации. Москва. 2012. **3.** Бланк М.П., Митаишвили А.А., Легостаев В.А. Экономика внутреннего водного транспорта: Учебник для вузов водного транспорта. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт. 2007. – 463 с. **4.** Бабич Т.Н., Козьева И.А. Прогнозирование и планирование в условиях рынка. Гриф УМО МО РФ Изд.: Инфра-М. 2012. – 336 с. **5.** Малышкин А.Г. Организация и планирование работы флота: Учебник для вузов. М.: Транспорт. 2005. – 216 с. **6.** Гармаш А.Н., Орлова И.В. Математические методы в управлении Изд.: Инфра-М. 2012. – 272 с. **7.** Малышкин А.Г., Сандулов С.Г. Проблемы речных пассажирских перевозок в регионах с ограниченно развитой сетью наземного транспорта. // Речной транспорт (XXI век) – № 1. 2009. – с. 30-33. **8.** Лычкина Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов: Изд-во Инфра-М. 2012. – 254 с. **9.** Отчет по научно-исследовательской работе «Обследование водных путей в северо-западной части Ханты-Мансийского автономного округа – Югры»: ВГАВТ. 2007. **10.** Зефиров В.К. Об эффективности эксплуатации пассажирских судов на воздушной подушке. Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока // Научный журнал №2, Новосибирск: Изд-во НГАВТ, 2009. – с. 137-141. **11.** Зефиров В.К. Опыт Ханты-Мансийского автономного округа по развитию речных пассажирских перевозок. Вестник ВГАВТ, выпуск 17. Экономика и управление на транспорте. Н.Новгород: ВГАВТ. 2006. – с. 80-84.

УЧРЕЖДЕНИЕ: Новосибирская государственная академия водного транспорта (НГАВТ)

ТЕМА: Оценка надежности судов в зависимости от применения методов ремонта судовых перекрытий

АВТОР: П.А. БИМБЕРЕКОВ, к.т.н., доцент кафедры «Теория и устройство корабля»

Под надежностью будем понимать вероятность события, при котором за рассматриваемый период эксплуатации в течение навигаций судно работает без вывода из эксплуатации (сохраняет все параметры, характеризующие работоспособность на требуемом уровне) и ограничений по использованию.

Сопоставление произведем для 2 методов ремонта судовых конструкций: традиционного (посредством замены поврежденных конструкций)

и альтернативного или дополняющего (посредством подкрепления поврежденных перекрытий с деформированными стенками рамных балок по способу [1], установкой книц).

В статье [2] дано следующее выражение (приведем в незначительно уточненном виде) для надежности элемента в системе с учетом периодов сохранения объекта (зимнего отстоя, планового освидетельствования и/или технического обслуживания с выводом из эксплуатации, транспортирования судна к месту эксплуатации и/или ремонта и т. д.):

$$P_{над} = \frac{1}{1-\sum P_{tcoxi}} \left\langle 1 - \prod_{i=0}^{N} \left[1 - \left(P_{безi}^{\left(pn - \sum_{i}^{\Sigma N}(в,p)i\right)} - P_{\Sigma ti}^{б} \right) P_{(в,p)i} P_{coxi} \right] - \right.$$

$$\left. - \sum_{i=0}^{N} \left\{ \left(P_{тнpi} \cup P_{тннаді} \cup P_{tcoxi} \cup P_{t(в,p)i} \right) \left[1 - \prod_{i}^{N} \left(1 - \left(P_{безi}^{\left(pn - \sum_{i}^{\Sigma N}(в,p)i\right)} - P_{\Sigma ti}^{б} \right) P_{(в,p)i} P_{coxi} \right) \right] \right\} \right\rangle, \quad (1)$$

где i – порядковый номер восстановления либо ремонта и/или сохранения элемента (в том числе транспортирования), если ремонт и сохранение пересекаются в одном этапе жизненного цикла, то им могут быть присвоены одинаковые значения номера. Если же восстановление или ремонт и сохранение элемента разнесены во времени, то им обязательно присваивается свой очередной номер, при этом вероятность незадействованной позиции принимается равной единице (тогда $P_{в0}$ – вероятность мнимого восстановления ($P_{в0}$=1) или вероятность наличия данного элемента (может включать в себя вероятность создания, поставки и т.д.);

$P_{без0}^{\left(pn - \sum_{i=0}^{\Sigma N}(в,p)i\right)}$ – исходная вероятность безотказной работы относительно всего рассматриваемого периода эксплуатации (при i=n значение вероятности безотказной работы приниается относительно всего рассматриваемого периода начиная с n-го периода эксплуатации, то есть после n-го восстановления или ремонта);

ΣP_{tcoxi} – суммарная вероятность периодов сохранения объекта по плановым потребностям эксплуатации (например, зимний отстой) относительно всего рассматриваемого периода, на котором определяется его надежность;

$\left(pn - \sum_{i}^{\Sigma N}(в,p)i\right)$ – все факторы ремонтопригодности без N-i восстановлений или ремонтов;

Далее все величины в течение i-го участка жизненного цикла объекта:

$P_{(в,p)I}$ – вероятность восстановления или ремонта;

$$P_{тннаді}^{б} = P_{тннаді} \cap P_{тбезі},$$

$$P_{тві}^{б} = P_{тві} \cap P_{тбезі},$$

(при i=n значение вероятности берется относительно всего рассматриваемого периода, начиная с n-го периода эксплуатации);

$P_{тннаді}$ – вероятность наличия данного периода ненадежности относительно всего рассматриваемого периода, на котором определяется его надежность (здесь под периодом ненадежности понимается период жизни объекта, когда сохраняется его работоспособность, однако дальнейшая эксплуатация связана с повышенными рисками для судна, например при наличии повреждений, в частности, в виде местных и общих остаточных деформаций корпуса, местного утончения обшивки, деформации лопастей гребного винта у самоходных судов и т. д.);

$P_{тнpi}$ и $P_{t(в,p)i}$ – вероятность наличия данного периода неработоспособности и периода восстановления или ремонта относительно всего рассматриваемого периода, на котором определяется его надежность);

$$P_{\Sigma ti}^{б} = P_{tcoxi}^{б} \cup P_{тннаді}^{б} \cup P_{тві}^{б},$$

где $P_{tcoxi}^{б} = P_{tcoxi} \cap P_{тбезі}$.

P_{tcoxi} – вероятность периода сохранения объекта на i-ом участке жизненного цикла относительно всего рассматриваемого периода эксплуатации (период сохранения может включать в себя период транспортирования, $\hat{T}_{mpi}$);

$P_{тбезі}$ – вероятность периода безотказной работы:

$$P_{тбезі} \approx \hat{T}_{безі} / T = P_{безі} T / T = P_{безі},$$

где $\hat{T}$ и T – среднестатистический и рассматриваемый периоды.

Примем в расчет конкретный случай повреждения палубы баржи-площадки проекта 459К, при этом:

– эксплуатация происходит в регионе с продолжительностью навигации и зимнего отстоя по 6 месяцев;

– повреждена палуба на участке в 7,8 % площади ее грузовой площадки (протяженностью не менее 40 % ширины судна в поперечном сечении в зоне повреждения), при этом величина вмятин лежит в пределах норм Российского Речного Регистра (РРР), а стенки рамного набора поврежденной части на одной ее половине превысили норматив РРР, а на другой не превысили;

– отказ (деформации набора более допустимых РРР) у баржи произошел примерно через 3 месяца с начала навигации при эксплуатации в первую навигацию, после очередного среднего ремонта, следующие плановые средние ремонты судна по графику с шагом через 5 лет, при этом плановый срок службы заканчивается через 14 лет (включая текущую навигацию). Зона повреждения расположена ближе к носовой оконечности. Будем при оценках также принимать дополнительный вариант, что зона деформации лежит у мидель-шпангоута.

Для определения зависимости для оценки надежности данной баржи требуется выбрать период, за который такая оценка будет произведена. Краткосрочный – текущая навигация, среднесрочный – 5 лет (до очередного планового среднего ремонта), долгосрочный – 10 и 14 лет (последний – срок окончания планового срока службы судна).

Отметим, что РРР допускает при обосновании возможность эксплуатации судна при выходе отдельных параметров за нормативы с заменой поврежденных конструкций при ближайшем среднем ремонте.

Расчеты показали, что для выполнения ремонта методом замены потребуется около 25 сут. (0,0685 года), а при ремонте методом подкрепления кницами – 0,854 сут. (0,00234 года).

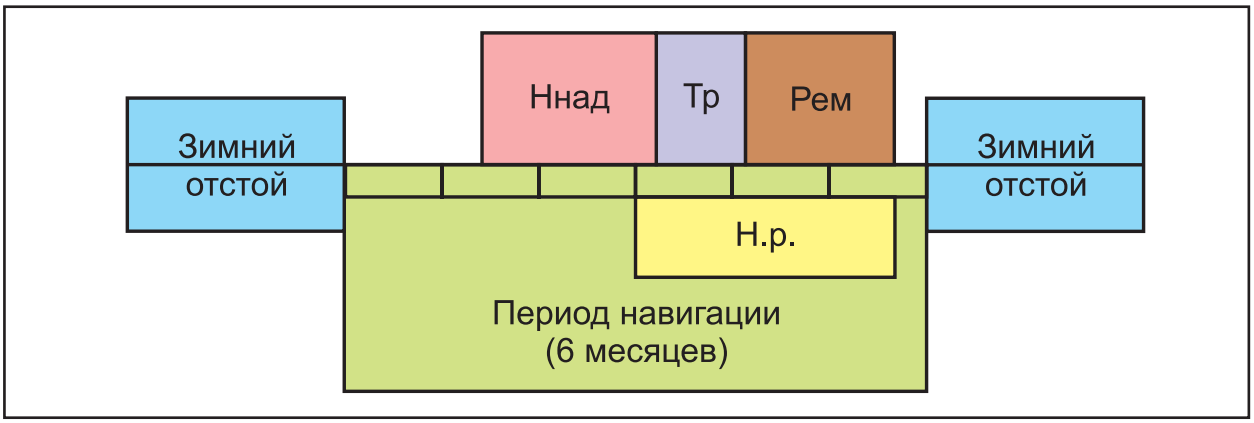


Рис. 1. Схема жизненного цикла судна за одну навигацию: Ннад – период ненадежности; Тр – период транспортирования; Рем – период ремонта; Н.р. – период неработоспособности

Структура зависимости (1) подразумевает расчет по определенным сценариям существования объектов в данной среде, в нашем случае – судна в эксплуатации.

Рассмотрим ряд таких сценариев при разных сроках эксплуатации.

Период – 1 год эксплуатации (1 навигация).

1 случай. Повреждение произошло в течение навигации, заменяющее судно отсутствует, в наличии есть материалы и рабочая сила, также обеспечены требуемые условия для ведения ремонта. При этом рассматриваем 2 варианта поставки судна к месту ремонта и затем эксплуатации: 1а – без периода доставки; 1б – период доставки (транспортирование) 2 недели: 9 сут. к месту ремонта и после ремонта, 5 сут. к месту эксплуатации. Отметим, что вероятность сохранения нормативных параметров судна в период его доставки к месту ремонта и затем к месту эксплуатации принципиально может быть разной, однако для настоящей оценки примем вероятность такого сохранения одинаковой, что условно позволяет соединить два указанных периода транспортирования в один. Заметим также, что в случае ремонта методом подкрепления кницами нет необходимости постановки судна на судоремонтную базу, возможна доставка заготовок для книц к месту нахождения баржи и обеспечение использования сварочного оборудования. В последнем случае доставка заготовок и рабочей силы возможна в течение 3 сут. (по последнему промежуточному случаю количественной оценки давать не будем).

2 случай. Повреждение произошло в течение навигации, при этом материалов для ремонта методом замены нет, но есть средства для их закупки (имеем несколько разных временных периодов доставки материалов: 1, 2 и 3 месяца), принципиальную возможность закупки по различной цене и разного качества материала здесь не учитываем. Рассматриваем 3 варианта наличия рабочей силы: 2а – отсутствует; 2б – есть в ограниченном количестве, достаточном только для ремонта методом подкрепления кницами; 2в – достаточна для любого вида ремонта. Дополнительно примем случай 2г: повреждение произошло в течение навигации, при этом материалов для ремонта методом замены нет и нет средств, для их закупки.

3 случай. Повреждение произошло в течение навигации, но имеется резервное судно, замещающее поврежденное (принимаем в расчет комплекс из двух указанных судов с одинаковыми периодами безотказной работы), при этом рассматриваем 2 варианта поставки замещающего судна к месту эксплуатации взамен поврежденного: 3а – без периода доставки; 3б – период доставки 2 недели.

На рис. 1 приведена принципиальная графическая схема существования исследуемого судна в течение одной навигации с учетом возможных повреждений и ремонта между двумя периодами зимнего отстоя.

Анализ скоростей изнашивания грузовых настилов барж-площадок, эксплуатирующихся в Обь-Иртышском бассейне, дал среднее значение 0,03 мм/г. Это существенно меньше, чем рекомендовано для расчета Правилами РРР [3] (0,12 мм/г), что можно объяснить, во-первых, удельно малым сроком навигации в году (1/2 года),

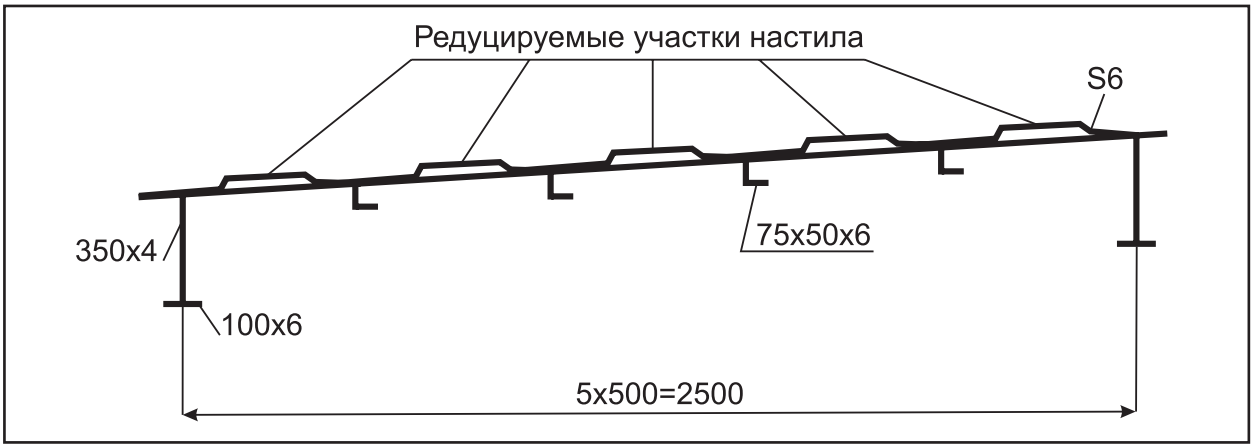


Рис. 2. К расчету приведенной площади сечения палубного перекрытия

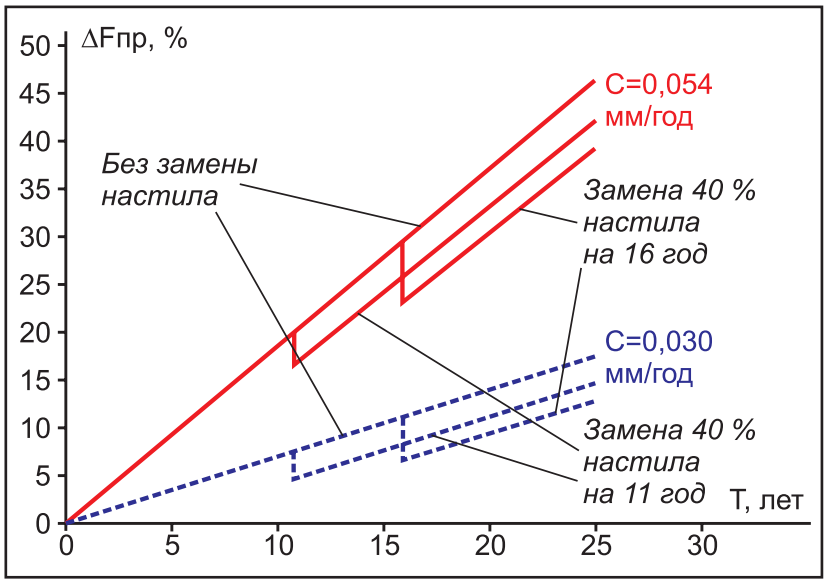


Рис. 3. Зависимость потери приведенной площади сечения палубного перекрытия от срока эксплуатации

во-вторых, относительно невысокими средними температурами воды и воздуха в период навигации.

Расчет скорости изнашивания на основе ее среднего значения по [3] дал величину 0,054 мм/г. Примем значения износа настила на основе указанной величины для годов установки судна на плановый ремонт согласно [4]: 6 лет – 0,324 мм; 11 лет – 0,594 мм; 16 лет – 0,864 мм; 21 год – 1,134 мм. Правила РРР допускают износ 20 % от построечной толщины настила (6 мм), то есть 1,2 мм. Средняя скорость износа толщин у подпалубного набора по [3] – 0,03 мм/г, и для судов, эксплуатирующихся в бассейнах северных и восточных рек, ее допускается уменьшать вдвое – 0,015 мм/г. На основе оперируемой статистики примем ее в 3 раза меньшей, чем для настила (0,01 мм/г). При этом отметим, что отклонение скорости изнашивания от его среднего значения может иметь место и в отрицательную сторону, то есть к меньшим по величине значениям скоростей изнашивания.

Полагая достаточно точное допущение для судов-площадок, что изменение момента сопротивления поперечного сечения эквивалентного бруса корпуса судна при прогибе однозначно зависит от величины приведенной площади сечения палубного перекрытия, произведем оценку изменения его безотказности. Характерный участок поперечного сечения палубного перекрытия представлен на рис. 2. Присоединенные пояски в соответствии с [3] принимаются как меньшее значение: 0,5 шпации (а) или 50 толщин настила (t). Редукционный коэффициент рассчитывается по выражению $78{,}5(100t/a)/\sigma_Ж$ ($\sigma_Ж$ – напряжение в жестких связях палубного перекрытия).

На рис. 3 показана зависимость изменения значения приведенной площади сечения палубного перекрытия в функции от срока эксплуатации судна для 2 случаев скоростей изнашивания: средней и ранее рассчитанной по [3].

Анализируя рис. 3, отметим, что на период 1-5 навигаций после повреждения (будем полагать, что этот срок ограничен 16-м годом эксплуатации) при еще не столь значительных износах грузового настила, место расположения зоны замены обшивки практически не повлияет на характеристики надежности судна. В дальнейшем, при увеличении срока службы судна и сопряженным с ним износом настила, замена последнего в зоне мидель-шпангоута (где общие продольные изгибающие моменты, действующие на судно, максимальны) позволит иметь несколько большие гарантии в сохранении работоспособности судна.

Правила Речного Регистра РСФСР, по которым проектировалась исследуемая баржа (изданные позже в [5]), предусматривали коэффициент запаса прочности по предельному моменту не менее 1,5. Действующие Правила РРР [3] устанавливают значение аналогичного коэффициента не менее 1,35. Опираясь на него, условно примем для оценки за состояние ненадежности баржи – превышение потери приведенной площадью поперечного сечения палубного перекрытия свыше 35 %. Действующие Правила РРР, в отличие от тех, по которым проектировалась баржа, в конце расчетного срока службы судна также устанавливают коэффициент запаса по предельному моменту – 1,15.

Ориентируясь на рис. 3, можно утверждать, что при расчетной скорости изнашивания 0,054 мм/г, без замены настила состояние ненадежности по критерию превышения потери приведенной площади сечения 35 % наступит на 18-й год эксплуатации, при замене настила после 11 года эксплуатации – после 21 года, при замене настила после 16 лет эксплуатации – после 22 лет эксплуатации.

Аналогично, рассматривая скорость изнашивания 0,03 мм/г и взяв за критерий оценки состояния ненадежности баржи превышение потери приведенной площадью поперечного сечения палубного перекрытия свыше 15 % (при приближении конца срока эксплуатации), получим наступление ненадежности без замены настила – после 22 лет эксплуатации; при замене настила у миделя судна в любой из указанных выше моментов наступление ненадежности не наступает в течение всего срока эксплуатации.

После достижения указанных значений потери приведенной площадью поперечного сечения палубного перекрытия требуется или вносить в процесс эксплуатации корректировку, например заменить двухслойную процедуру погрузки-разгрузки на многослойную, или снизить грузоподъемность баржи, или произвести подкрепление конструкций, или изменить назначение судна, например превратив его в стоечное.

Период – 5 лет эксплуатации (1а+4).

Развитие случая 1. **Примечание.** При ремонте методом установки книц половина поврежденной площади палубы должна быть отремонтирована методом замены не позже чем в период ближайшего среднего ремонта. Поэтому целесообразно сравнить варианты замены настила в год повреждения (после 11 лет) и после 16 лет эксплуатации.

Период – 10 лет эксплуатации (1а+9).

Развитие случая 1. На основании рис. 3 для данного периода целесообразно рассмотреть только вариант износа с расчетной скоростью С=0,054 мм/г и при повреждении с последующим ремонтом в оконечности и на миделе, так как при меньшей скорости износа нет несоответствия требованиям прочности.

Период – 14 лет эксплуатации (1а+13).

Развитие случая 1. На основании рис. 3 для данного периода целесообразно рассмотреть варианты износа с расчетной скоростью С=0,054 и С=0,030 мм/г.

Исходные данные к расчету надежности по случаям 1–3 для 1 года эксплуатации Таблица 1

Позиция	Случай							
	1а	1б	2а	2б	2в	2г	3а	3б
$\hat{T}_{без0}$	3/12=0,25	3/12=0,25	3/12=0,25	3/12=0,25	3/12=0,25	3/12=0,25	3/12=0,25	3/12=0,25
$\hat{T}^{б}_{ннад0}$	0/12=0	0/12=0	0/12=0	0/12=0	0/12=0	0/12=0	0/12=0	0/12=0
$\hat{T}^{б}_{в0}$	0/12=0	0/12=0	0/12=0	0/12=0	0/12=0	0/12=0	0/12=0	0/12=0
0	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1
$\hat{T}_{(в,р)1}$	$\frac{0,0685}{0,0023}$	$\frac{0,0685}{0,0023}$	Любой	0,08+$t_р$; 0,16+$t_р$; $\frac{0,24+t_р}{0,0023}$	0,08+$t_р$; 0,16+$t_р$; $\frac{0,24+t_р}{0,0023}$	0,08+$t_р$; 0,16+tp; $\frac{0,24+t_р}{0,0023}$	Любой	Любой
$\hat{T}_{тр1}$	0	0,0384	Любой	Не более $\hat{T}_{(в,р)i}$-$t_р$	Не более $\hat{T}_{(в,р)i}$-$t_р$	Не более $\hat{T}_{(в,р)i}$-$t_р$	0	Любой
$P_{сох1}$=$P_{тр1}$	-	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1
$\hat{T}_{нр1}$	$\frac{0,0685}{0,0023}$	$\frac{0,1068}{0,0407}$	9/12=0,75	0,08+$t_р$; 0,16+$t_р$; $\frac{0,24+t_р}{0,0023}$	0,08+$t_р$; 0,16+$t_р$; $\frac{0,24+t_р}{0,0023}$	0,08+$t_р$; 0,16+$t_р$; $\frac{0,24+t_р}{0,0023}$	0	=$\hat{T}_{тр}$ 2-й баржи
$\hat{T}_{без1}$	$\frac{0,6815}{0,7477}$	$\frac{0,6431}{0,7093}$	0/0	1-$\hat{T}_{нр1}$	1-$\hat{T}_{нр1}$	1-$\hat{T}_{нр1}$	=$\hat{T}_{без0}$	=$\hat{T}_{без0}$
$\hat{T}^{б}_{ннад1}$	0	0	0	0	0	0	0	0
$\hat{T}^{б}_{в1}$	0/12=0	0/12=0	0/12=0	0/12=0	0/12=0	0/12=0	0/12=0	0/12=0
$P_{(в,р)1}$	1/1	1/1	0/0	0/0	0/1	1/1	1/1	1/1
$P_{над}$	$\frac{0,863}{0,995}$	$\frac{0,786}{0,925}$	$\frac{0,500}{0,500}$	0,500; 0,500; $\frac{0,500}{0,995}$	0,703; 0,543; $\frac{0,500}{0,995}$	0,500; 0,500; $\frac{0,500}{0,995}$	1/1	$\frac{0,923}{0,923}$

Расчет надежности по случаю 1а для 5 и 10 лет эксплуатации Таблица 2

Позиция	Случай			Позиция	Случай			
	1а+4, замена сразу	1а+4, кницы, замена, 11-й год	1а+4, кницы, замена, 16-й год		1а+9 замена в оконечности	1а+9 замена у миделя	1а+9 кницы, замена у миделя, 11-й год	1а+9 кницы, замена у миделя, 16-й год
$\hat{T}_{без2-5}$	12/48; 12/36; 12/24; 12/12	12/48; 12/36; 12/24; 12/12	12/48; 12/36; 12/24; до 12/12	$\hat{T}_{без6-10}$	12/60; 12/48; 6/36; 0/24; 0/12	12/60; 12/48; 12/36; 12/24; 12/12	12/60; 12/48; 12/36; 12/24; 12/12	12/60; 12/48; 12/36; 12/24; 12/12
$\hat{T}^{б}_{ннад2-4}$	0	0	0	$\hat{T}^{б}_{ннад6-7}$	0	0	0	0
$\hat{T}^{б}_{ннад5}$	0	0	до 6/12	$\hat{T}^{б}_{ннад8}$	6/12	0	0	0
$\hat{T}^{б}_{в2-5}$	0	0	0	$\hat{T}^{б}_{ннад9-10}$	?	0	0	0
$\hat{T}_{(в,р)2}$	0	$\frac{0,0685}{5}$	0	$\hat{T}^{б}_{в6-10}$	0	0	0	0
$P_{(в,р)2}$	1	1	$\frac{0,0685}{5}$	$\hat{T}_{(в,р)6-8}$	0	0	0	0
$\hat{T}_{(в,р)6}$	0	0	1	$\hat{T}_{(в,р)9-10}$	?	0	0	0
$P_{(в,р)6}$	1	1	0	$P_{(в,р)6-8}$	1	1	1	1
$\hat{T}_{тр6}$	0	0	$\frac{0,0685}{5}$	$P_{(в,р)9-10}$	?	0	0	0

Продолжение таблицы 2

Позиция	Случай			Позиция	Случай			
	1а+4, замена сразу	1а+4, кницы, замена, 11-й год	1а+4, кницы, замена, 16-й год		1а+9 замена в оконечности	1а+9 замена у миделя	1а+9 кницы, замена у миделя, 11-й год	1а+9 кницы, замена у миделя, 16-й год
$\hat{T}_{нр6}$	0	0	6/60	$\hat{T}_{тнр9\text{-}10}$	12/120	0	0	0
$\hat{T}_{сох2\text{-}5}$	6/60	6/60	6/60	$\hat{T}_{сох6\text{-}10}$	6/120	6/120	6/120	6/120
$P_{сох2\text{-}6}$	1	1	1	$P_{сох6\text{-}10}$	1	1	1	1
$P_{над}$	0,973	0,999	0,999	$P_{над}$	0,786	0,986	≈1	≈1

Примечание. Номер подстрочного индекса 2-6 (как отмечено ранее) соответствует позициям сохранения элемента – зимнему отстою перед навигациями 12-16 годов эксплуатации (совпадение отдельных цифр индекса и года случайно). При рассмотрении эксплуатации по варианту 1а+9 в расчете нужно брать относительные сроки безотказной работы применительно ко всему рассматриваемому сроку эксплуатации (10 лет), тогда, например, величина для $\hat{T}_{без2}$ =12/108. Знак вопроса означает, что запас прочности баржи исчерпан (она формально неработоспособна в заданных условиях эксплуатации) и необходимо принимать решение о ее модернизации или изменении назначения или грузоподъемности и т. д.

Расчет надежности по случаю 1а для 14 лет эксплуатации Таблица 3

Позиция	Случай					
	С=0,054 мм/год			С=0,030 мм/год		
	1а+13, замена у миделя	1а+13, кницы, замена у миделя, 11-й год	1а+13, кницы, замена у миделя, 16-й год	1а+13, замена в оконечности	1а+13, замена у миделя	1а+13, кницы, замена у миделя, 11-й год
$P_{над}$	0,783	0,793	0,854	0,845	0,990	≈1

Оценку произведем в таблицах 1-3, приводя вместо вероятностей периодов – вероятностные периоды (исходя из выражения:

$$\hat{T}_{безi} = P_{безi}T = P_{tбезi}T \text{).}$$

В таблице 1 введены следующие обозначения:

– в качестве дроби без получения через знак равенства результата одним числом даны различающиеся по способам ремонта величины: при использовании метода замены – числитель, при использовании метода подкрепления кницами – знаменатель;

– t_p – период ремонта для метода замены, t_p =0,0685 года;

– через точку с запятой даны значения при периодах доставки материалов: 1, 2 и 3 месяца.

Из таблицы 1 видно, что применение ремонта методом установки книц повышает оценку надежности судна.

Из таблицы 2 видно, что использование ремонта методом установки книц дает более высокие значения оценок надежности. Для 10 лет эксплуатации замена настила на миделе повышает надежность баржи.

Из таблицы 3 видно (с целью сокращения приведены только окончательные результаты), что при использовании ремонта методом установки книц получаются более высокие значения оценок надежности баржи. Замена настила при повреждении палубного перекрытия у миделя судна целесообразна и дает наибольший эффект при ее отнесении за счет использования метода подкрепления кницами поврежденных конструкций на 16-й год эксплуатации.

ВЫВОДЫ

Использование при ремонте метода установки подкрепляющих книц на деформированные рамные балки по способу [1] во всех рассмотренных случаях повышает значение оценки надежности судна. Замена настила может быть признана наиболее целесообразной с точки зрения прочности при ее расположении у миделя судна. При этом наибольший эффект такая замена приносит при отнесении ее во времени за счет использования способа [1].

Следует отметить, что более высокое значение надежности не обязательно должно быть определяющим, поскольку прочие составляющие процесса существования судна, например, особенности загрузки предприятий, наличие объемов перевозок и т. д., также могут внести существенный вклад в процедуру принятия решения о выборе сценария жизни судна. Более верным для комплексной оценки того или иного решения следует считать количественное определение качества объекта, учитывающее обоснованный набор позиций.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:
1. Бимбереков, П.А. Способ ремонта судового перекрытия [Текст] / П.А.Бимбереков. Патент РФ на изобретение №2092373, бюл. №28, 1997. **2.** Бимбереков, П.А. Аналитическая модель надежности элемента в системе с техническим обслуживанием, ремонтом и хранением [Текст] / П.А. Бимбереков // Сибирский научный вестник ННЦ: «Ноосферные знания и технологии» РАЕН. Вып. 10. – Новосибирск: НГАВТ, 2007. – С.104-113. **3.** Российский Речной Регистр. Правила (в 4-х т.). [Текст] / Т.2. – М.: «Типография “Новости”», 2009. – 406 с. **4.** Правила ремонта судов Министерства речного флота РСФСР [Текст] / Минречфлот РСФСР. – М: Транспорт, 1990. – 72 с. **5.** Речной Регистр РСФСР. Правила постройки стальных судов внутреннего плавания [Текст] / Ч.2. – М.: Транспорт, 1966. – 133 с.

АННОТАЦИИ

О правилах перевозки опасных грузов на внутреннем водном транспорте / Столповицкий К.С., Митрошин С.Г., Подосенов С.С.// Речной транспорт (XXI век). 2013. – № 5(64). – с. 29.

Описываются принципы разработки правил перевозки опасных грузов на внутреннем водном транспорте в связи с присоединением Российской Федерации к Европейскому соглашению о перевозке опасных грузов и вступлением в ВТО.

Ключевые слова: правила, перевозки, внутренний водный транспорт, опасные грузы.

Контактная информация: mitroshin@vsawt.com

Холдинговые объединения на рынке морских контейнерных грузоперевозок / Забненков В.С.// Речной транспорт (XXI век). 2013. – № 5 (64). – с. 48.

Проведен анализ современного состояния рынка морских контейнерных перевозок, особое внимание уделено роли холдинговых объединений.

Ключевые слова: холдинги, морские контейнерные грузоперевозки, консолидация, конкуренция.

Контактная информация: zabnenkov777@mail.ru

Применение метода внешних суперэлементов и ОТМ-матриц при мониторинге состояний шлюзовых затворов / Мещихин И.А., Сахненко М.А., Сосёнушкин Е.Н.// Речной транспорт (XXI век). 2013. – № 5(64). – с. 52.

Предложена методика, позволяющая оценить состояние шлюзовых затворов на основе данных, которые эксплуатационные организации способны гарантированно получить в ходе мониторинга прогибов конструкции. Описанный принцип базируется на методе суперэлементов (как инструменте снижения размерности модели до компактного вида и матрицы восстановления), чтобы с помощью измеренных прогибов можно было восстановить напряженное состояние.

Ключевые слова: математическое моделирование, шлюзовые затворы, метод суперэлементов, метод конечных элементов, мониторинг прочности.

Контактная информация: mefict@mail.ru

Исследование возможности повышения момента вращения бесколодочных баллонов шинно-пневматических муфт / Чулкин С.Г., Кукаленко Б.Д. // Речной транспорт (XXI век). 2013. – № 5 (64). – с. 56.

Проведено исследование возможности повышения момента вращения шинно-пневматической муфты за счет корректирования геометрии формы и размеров поперечного сечения бесколодочного резинокордного баллона. Предложены формулы для модернизации существующих и разработки новых методик расчета, а также проектирования шинно-пневматических муфт с повышенными эксплуатационными параметрами.

Ключевые слова: бесколодочный баллон, шинно-пневматическая муфта.

Контактная информация: sergej.chulkin@yandex.ru

Разработка методов повышения качества эксплуатационных свойств судовой трубопроводной арматуры / Ольховик Е.О.// Речной транспорт (XXI век). 2013. – № 5 (64). – с. 61.

Предложены методы проектирования технологии производства судовой трубопроводной арматуры, которые учитывают технологические дефекты, приобретаемые при ее изготовлении. Обоснована возможность получения продукции с гарантированными механическими свойствами металла и техническим ресурсом работы.

Ключевые слова: судовая арматура, прочность, надежность, технический ресурс работы.

Контактная информация: olhovick@gmail.com

Модель системы сбора и обработки данных для прогнозирования технического состояния привода руля судна / Чиркова М.М., Гора Г.А.// Речной транспорт (XXI век). 2013. – № 5(64). – с. 63.

Рассмотрен принцип построения мониторинговой системы для получения упреждающей информации о возможном развитии процесса функционирования судовой системы (на примере электрогидравлического привода руля) в случае возникновения нештатной ситуации работы ее элементов.

Ключевые слова: мониторинг технического состояния объекта, упреждающая информация, рулевой электрогидравлический привод.

Контактная информация: chirkova@vgavt-nn.ru

Современные особенности кредитования отрасли. Кредитные риски / Софронова В.В. // Речной транспорт (XXI век). 2013. – № 5(64). – с. 67.

Рассматриваются проблемы банковского кредитования предприятий речного транспорта, обусловленные отраслевыми особенностями хозяйственной и финансовой деятельности. Анализируются современные подходы к оценке кредитных рисков с учетом международной практики. Предлагаются пути совершенствования кредитного механизма компаний в целях развития кредитования и снижения кредитных рисков.

Ключевые слова: оборотные средства, кредит, залог, ставка процента, риск.

Контактная информация: valentina.nnov@mail.ru

Экономическая стратегия развития речных пассажирских перевозок в северных районах РФ / Зефиров В.К.// Речной транспорт (XXI век). 2013. – № 5(64). – с. 70.

Дана оценка современного состояния и перспектив развития речных пассажирских перевозок в ХМАО – Югре, разработаны модель и алгоритм их прогнозирования. Проведен анализ действующей сетки пассажирского флота и технико-экономических показателей новых серийных типов судов малой пассажировместимости.

Ключевые слова: пассажирские перевозки, флот, речной транспорт, прогнозирование.

Контактная информация: ntgz@mail.ru

Оценка надежности судов в зависимости от применения методов ремонта судовых перекрытий / Бимбереков П.А.// Речной транспорт (XXI век). 2013. – № 5(64). – с. 75.

Рассматривается применение зависимостей для надежности элемента в системе для барж при использовании способов ремонта методом замены поврежденной части перекрытий и его подкреплением посредством установки книц у рамных балок с деформированными стенками.

Ключевые слова: оценка надежности, методы ремонта, судовое перекрытие.

Контактная информация: bimberekov@yandex.ru