

НАУЧНЫЕ РАБОТЫ

МГАВТ

56

А. Солдатов. **Международная торговля услугами в аспекте вступления России в ВТО**

69

Н.Г. Синявский, О.В. Спроге. **О проблемах медицинского обеспечения на водном транспорте**

РосНТОВТ

57

А.И. Пырков. **Предпосылки для проведения испытаний конструкций**

58

Д.Э. Бессмертный. **Анализ вариантов кинетических уравнений повреждений, отвечающих нелинейному суммированию**

76

В.Г. Абросимов, Д.Э. Бессмертный, А.И. Пырков, А.И. Лукин, С.С. Ремизов. **Статическая прочность крупногабаритных сварных сосудов**

СПГУВК

61

С.О. Барышников, М.В. Сухотерин. **Потеря устойчивости обшивки судна при сложном изгибе**

ГЭТУТ

66

Г.Ю. Кучерук. **Методические подходы к оценке уровня качества транспортных услуг**

ВГАВТ

71

В.А. Лобанов. **Использование САЕ-систем в прогнозах повреждений судов при ледовых сжатиях**



МОРРЕЦЕНТР, МГАВТ

77

М.А. Иванов, О.В. Демченков. **Методический аппарат обоснования выбора навигационного тренажера для организации подготовки судоводителей внутреннего водного транспорта**

Омский институт водного транспорта – филиал НГАВТ

82

Б.И. Кычанов, Е.В. Храпова. **Методология сравнительного анализа работы пароходств**

87 АННОТАЦИИ

УЧРЕЖДЕНИЕ: Московская государственная академия водного транспорта (МГАВТ)

ТЕМА: Международная торговля услугами в аспекте вступления России в ВТО

АВТОР: А. СОЛДАТОВА, аспирант

Процесс присоединения России ко Всемирной торговой организации (ВТО) оказал серьезное влияние не только на внешнюю политику нашей страны, но и на ход внутриэкономических преобразований.

По мере глобализации мировой экономики (включая валютно-финансовый сектор) и научно-технического прогресса на первый план постепенно вышла международная торговля услугами. Долгое время предоставление услуг воспринималось как некий фактор, сопутствующий традиционной торговле товарами. Однако результаты исследований, проведенных в ряде государств, однозначно свидетельствуют о возрастающей самостоятельной роли и значительном экспортном потенциале в экономике сферы услуг (перевозки, телекоммуникации, банковское и финансовое дело, туризм и т. д.). На современном этапе на нее приходится около 20% мировой торговли и 60% производства.

Существенно воздействуя на мировое экономическое развитие, торговля услугами становится ареной остроого международного соперничества. Особую значимость в таких условиях приобретает проблема регулирования торговли услугами. Она становится все более актуальной в связи с расширяющимся участием России в мировом хозяйстве и деятельности международных организаций.

В международной практике стихийно сформировались 3 группы торгово-политических документов, регламентирующих сделки в сфере услуг: национальные законодательства, двусторонние торгово-экономические соглашения, конвенции и другие бумаги. При этом они не только не учитывают особенностей новых быстро развивающихся видов услуг и форм их предоставления, но созданные в разное время и изолированно друг от друга зачастую плохо согласуются, а порой и вступают в противоречие.

Как правило, национальные законодательства зарубежных стран устанавливают режим торговли услугами в интересах влиятельных предпринимателей и потребителей услуг с учетом занятости, сбалансированности внешнеэкономических расчетов и других аспектов, в том числе политических и военно-стратегических. Считается, что в области торговли услугами протекционизм получил более широкое распространение, чем в торговле товарами. Для защиты внутреннего рынка услуг применяются различные меры – от прямых инвестиций в некоторые отрасли этой сферы до ограничения импорта отдельных видов услуг.

Двусторонние соглашения предусматривают некоторую либерализацию торговли услугами. Они могут быть представлены в формате общих договоров о дружбе, торговле и мореплавании, в которые включаются статьи, касающиеся сферы услуг, договоренностей, регулирующих заграничные инвестиции, а также в виде торгово-экономических соглашений.

В общих инвестиционных договорах часто фиксируется взаимное предоставление режима наибольшего благоприятствования для иностранных компаний, предоставляющих услуги. Между тем из-под действия указанных документов исключаются многие отрасли, взаимность на практике

носит условный характер, преимущества получают компании – экспортеры капитала.

Попытки разработать универсальные правила, регулирующие обмен услугами в интересах всех стран, предпринимались еще в конце 1940-х годов в связи с подготовкой к созданию Международной торговой организации (ныне – ВТО), но ее устав не был ратифицирован и проект правил не принят.

Основная цель утвержденного в 1994 году Генерального соглашения по торговле услугами (ГАТС) состоит в либерализации торговли. Поскольку во многих государствах около половины их внутреннего валового продукта приходится на долю сферы услуг, то недостаточная ее интеграция в международную торговлю может оказать негативное влияние на экономику конкретной страны.

Важно понимать, что Россия после вступления в ВТО становится договаривающейся стороной в рамках указанного документа. И для оценки возможных рисков целесообразно провести анализ последствий применения принципов ГАТС к отечественному рынку морских и речных транспортных услуг.

Присоединение нашей страны к организации, деятельность которой направлена на выработку правил конкуренции на мировом рынке, призвано стать дополнительным стимулом ускорения национальных экономических реформ. Вступление России в ВТО в сочетании с использованием экономических рычагов государственного регулирования и укреплением хозяйственной самостоятельности предприятий будет способствовать большей «открытости» отечественной экономики. Все это поможет России перейти к реальным рыночным отношениям, когда применяются одинаковые критерии оценки внутрихозяйственных и внешнеэкономических операций. Следовательно, степень вовлеченности отечественных компаний в международную конкуренцию будет зависеть от ситуации на мировом рынке, соблюдения законов которого требует членство в ВТО.

В условиях постоянного изменения форм международного экономического общения, появления новых проблем быстро меняются не только национальные, но и международные инструменты и приемы регулирования внешнеэкономических связей.

С одной стороны, у России появляется полноценное право голоса на встречах и заседаниях рабочих групп ВТО, где разрабатываются важнейшие документы. С другой стороны, наша страна принимает на себя обязательства, способные ограничить свободу выбора средств регулирования ее внешнеэкономических связей только теми, которые не противоречат ГАТС. Более того, Россия будет обязана обеспечить для всех стран – членов ВТО режим наибольшего благоприятствования и следовать установленной процедуре урегулирования споров.

Для достижения основной цели ГАТС необходимо создать условия для конкуренции в сфере услуг посредством отмены или сужения ограничительной практики, существующей в области торговли услугами.

По мнению экспертов, особую устойчивость рыночный механизм приобретает при реализации следующих

принципов: открытость, прогрессивная либерализация, национальный режим, режим наиболее благоприятствуемой нации, недискриминация, доступ к рынку.

Вопросы международного судоходства входят в компетенцию специализированных структур в системе ООН: Международная морская организация (ИМО), Международная организация труда (МОТ), различные региональные комиссии, а также целый ряд органов, влияющих на режим судоходства.

Стоит отметить, что деятельность ИМО, занимающейся исключительно вопросами судоходства, в целом, как показывает практика, не требует каких-либо корректировок в связи с реализацией положений ГАТС. Более того, реализация принципов документа учитывает широкое и активное распространение стандартов международной организации. Что касается МОТ, то ее работа по улучшению условий труда моряков оценива-

ется как достаточно успешная. Соответственно процесс либерализации рынка морских транспортных услуг будет проходить с учетом целей национальной политики государств, прежде всего, в социальном плане, то есть в границах деятельности МОТ, значение которой в новых условиях только возрастает.

Таким образом, исходя из изложенного и с учетом состояния экономики России, необходимо сохранить систему двусторонних соглашений о судоходстве с постепенным изменением существующего режима отечественного судоходства в направлении его либерализации по принципам ГАТС. При этом следует обратить особое внимание на состояние рынка внутренних транспортных услуг, приняв действенные меры по повышению его конкурентоспособности и защиты от иностранных конкурентов, особенно после открытия национальных внутренних водных путей для доступа зарубежных судовладельцев.

УЧРЕЖДЕНИЕ: Российское научно-техническое общество водного транспорта (РосНТО ВТ)

ТЕМА: Предпосылки для проведения испытаний конструкций

АВТОР: А.И. ПЫРКОВ, соискатель

Предпосылки для проведения испытаний инженерных конструкций достаточно разнообразны: необходимость проверки состояния дефектного объекта, исследование особенностей его функционирования, сравнение расчетных и фактических эксплуатационных характеристик или тестирование экспериментального образца. Наконец, большое количество опытных проверок обычно предшествует процессу формирования новых рабочих гипотез.

Роль испытаний особенно важна для контроля эффективности выполненного усиления конструкции, а также для выявления ее коэффициентов запаса. Речь идет о случаях, когда в результате полученных повреждений нужно выяснить степень понижения несущей способности объекта. К ним целесообразно отнести явления ослабления элементов по причине коррозии металла, бетона и грибкового поражения дерева.

Рассмотрим примеры из практики.

Наиболее распространенный фактор, вызывающий необходимость проведения опытных испытаний, — дефектность конструкции. Она возникает вследствие недочетов, допущенных при проектировании и производстве работ, а также из-за влияния среды, в которой протекает эксплуатация, или неудачной оптимизации объекта.

В частности, в консолях машинного зала предприятия произошел ранний обрыв рабочих стержней в растянутой зоне. В результате некачественной армировки рабочими стержнями фактически стала только половина элементов арматуры. Аналогичный случай: у консоли рамы подстанции, армированной двумя рядами арматуры, во втором ряду произошел ранний отгиб стержней в месте наибольшего момента и образовался внутренний угол.

Конечная цель испытания указанных конструкций — изучить напряженное состояние используемых материалов.

1. Дефекты производства работ.

К этой группе прежде всего относятся факты занижения свойств арматуры за счет создания недопустимо большой высоты ее защитного слоя (так, в Краснокамске был зафиксирован

показатель 20 см), пропуска рабочих стержней (в частности, в дисках понизительной подстанции), устройств значительного числа смысков арматуры в растянутой зоне и т. п.

Поскольку в железобетонных перекрытиях машинного зала в растянутой зоне было произведено стыкование всех рабочих стержней главных балок, в пролетах образовалось такое значительное насыщение металлом нижней части, что она оказалась непроходимой для бетонной массы.

На предприятии в ходе испытаний наблюдалось значительное понижение прочности железобетонного перекрытия вследствие наличия пор на поверхности нижней армированной зоны.

Кроме того, в данную группу входят все случаи, когда конструкция по технологическим причинам характеризуется малой прочностью бетона. При этом стоит отметить влияние глины (слабое сцепление бетона с металлом в конструкциях электроподстанции), неправильную пропорцию бетонной смеси, неравноценную замену песка асбестовой пылью, замораживание элементов конструкций, а также дегидратацию бетона и его растрескивание в результате неумелого ведения электроподогрева.

В частности, на заводе в Златоусте при заданной прочности $R_{28}=1700$ МПа ни в одной из проб не было зафиксировано значение выше 1500 МПа.

Заслуживает внимания и следующий факт: в машинном зале после замораживания железобетонных колонн исправлению были подвергнуты тяжелонагруженные элементы сечением 1,8x0,46 м.

К этой группе целесообразно также отнести повреждения железобетонных конструкций в результате образования трещин на стадии производства работ.

Достаточно распространены ситуации, когда в процессе бетонирования происходит осадка лесов, а конструкция, заполненная смесью не на всю высоту, начинает воспринимать растягивающие усилия от действия собственного веса (например, случай разрыва консолей дымососной башни Среднеуральской ГРЭС).

Вместе с тем часто встречаются примеры неправильного образования швов бетонирования, когда в них попадают крупные камневидные фракции, грязь, куски дерева и опилки.

В перечисленных случаях требуется ремонт дефектных конструкций.

Надежным способом проверки эффективности выбранного метода исправления недостатков является испытание объекта целиком или его частей. На основе полученных результатов вносятся коррективы, и окончательно выбранный способ ремонта применяется в широком масштабе.

Автором статьи были проведены эксперименты, которые подтвердили возможность усиления конструкции без снятия напряженного состояния от собственного веса и постоянной нагрузки.

2. Дефекты в результате эксплуатации.

В случае возникновения изначально не предусмотренных условий эксплуатации, элементы объекта подвергаются преждевременному износу вследствие коррозии бетона и металла, гниения дерева. Следовательно, возникает необходимость в определении уровня снижения несущей способности конструкции и проведении соответствующих испытаний. Часто требуется получить следующие данные:

а) величина уменьшения прочности сегментных ферм, которые в течение 3 лет простояли в незакрытом состоянии (аналогичный случай произошел в прокатном цехе Златоустовского завода);

б) степень повреждения железобетонных конструкций криолитового цеха в результате действия на них в течение 2 лет плавиковой кислоты;

в) характер недостатков, образовавшихся на конструкции из-за влияния высокой температуры при пожаре или в условиях нормальной работы, но на специализированных предприятиях.

Если при реконструкции старых зданий новое оборудование устанавливается на прежние несущие основания, для которых отсутствуют и чертежи, и расчеты, то единственный способ проверки возможности нагружения – испытание под контролем измерительной аппаратуры.

3. Сравнение расчетной схемы с реальной работой конструкции вследствие условности теоретических расчетов.

На современном этапе пока не представляется возможным провести точный анализ всех аспектов работы сооружения, однако правильно поставленный опыт позволяет уточнить ряд принципиальных особенностей.

Например, в машинном зале угол F-образной рамы (с учетом ее несмещения) был заармирован только на отрица-

тельный момент. Проведенный автором статьи эксперимент с приложением горизонтальных сил и соответствующий расчет выявили, что в угле рамы возникает растяжение нижней грани, а мессур в опоре показал смещение всей конструкции (за счет горизонтальных сил и угла поворота опорного башмака).

Более подробное изучение подобных вопросов можно проводить оптическим методом над лабораторными моделями.

В существующих конструкциях (особенно из железобетона) удельное участие собственного веса колеблется в размерах 40-50% от полного расчетного нагружения; учитывается до 50-60% временной нагрузки.

Поскольку приборы не фиксируют напряженного состояния, созданного до их установки, то единственно возможный способ получить необходимые данные – проверить деформацию объекта на весьма малом участке нагружения.

В некоторых случаях уточнение собственного веса затруднительно, и тогда к испытанию предъявляется главное требование – проследить те стадии нагружения, которые обеспечены в материале участком упругих деформаций.

Между тем все ответственные инженерные сооружения типа мостов перед сдачей в эксплуатацию, как правило, подвергаются опытному испытанию в условиях статического и динамического действия нагрузок. И пока это единственный эффективный способ проверки надежности объектов.

В данном контексте стоит напомнить, что в истории архитектуры существует немало примеров испытаний сводов, куполов, чугунных мостов, когда они разрушались при первых же моментах нагружения.

Современная строительная механика, включающая теорию упругости, к сожалению, не содержит полных знаний о реальных условиях эксплуатации конструкций. Целый ряд задач с трудом решается даже на плоскости, тогда как инженерные сооружения в действительности являются пространственными. Уже одно это обстоятельство заставляет специалистов обращаться к выявлению степени расхождения теоретических и практических данных о работе объектов.

Таким образом, существует необходимость в проведении исследований, направленных на разработку новых методов, способных более точно, чем сейчас, оценить различные аспекты процесса эксплуатации конструкции.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

В.Г. Абросимов, С.В. Преснов, А.И. Пырков, С.С. Ремизов. Метод испытаний на цикловую прочность при программном неизометрическом нагружении / «Речной транспорт (XXI век)». 2012. – № 5 (59). – с. 81.

УЧРЕЖДЕНИЕ: Российское научно-техническое общество водного транспорта (РосНТОВТ)

ТЕМА: Анализ вариантов кинетических уравнений повреждений, отвечающих нелинейному суммированию

АВТОР: Д.Э. БЕССМЕРТНЫЙ, кандидат технических наук

Автором были проведены исследования процессов коррозионного растрескивания металлов в условиях линейного напряженного состояния и опыта на растяжение (в условиях постоянного и ступенчатого нагружений)

при температуре $T=154^{\circ}\text{C}$ цилиндрических образцов сталей 02X18АН6М2ФЛ и 12X18Н12М3ТЛ в 42%-ном растворе MgCl_2 .

С учетом полученных данных кратковременных испытаний были

конкретизированы планы экспериментов на длительную прочность или ползучесть.

Величины предельных эквивалентных напряжений в соответствии с теорией наибольших касательных на-

пряжений определялись по формуле:

$$\sigma_3 = \sigma_1 - \sigma_3 = (P_{вн} - P_{нар}) \frac{r_{cp}}{\delta} \cdot (1)$$

Так, для магниевых деформируемых сплавов (МА), сваренных разными способами, $\sigma_{элл}=419$ Мпа (электронный луч), 457 Мпа (аргон), 375 Мпа (лазер), зафиксирован значительный разброс итоговых значений в пределах одной и различных партий заготовок.

Стоит отметить, что в расчетах использовались термины условных напряжений, так как деформации образцов не превышали 5%.

На основании результатов длительных испытаний, проводившихся в условиях постоянства внутреннего давления на деталях из сплава 01Х13, сваренных различными способами, для вычислений применялись и другие соотношения:

$$\sigma_3 = \chi \sigma_i + (1 - \chi) \sigma_1, \quad \chi \cong 0,6, \quad \sigma_3 = \sigma_i, \quad (2)$$

где σ_i – интенсивность напряжений. В случае зависимости $\sigma_3 = \sigma_i - \sigma_3$ получалось наилучшее сближение по прочности.

Разрушение образцов из сплава 01Х13 (малозернистая структура) происходило как по основному материалу, так и в зоне сварки. В то же время данные опытов свидетельствуют о более высоком качестве сварки электронным лучом (меньше доля образцов, разрушившихся в месте соединения). Трещины разрушения образцов из сплава 01Х13 крупнозернистой структуры во всех опытах проходили по основному материалу.

Результаты, полученные при ступенчато возрастающих нагрузках на образцы, показаны в таблице 1.

Показатели характеризуют значительное снижение прочности сплава (по времени от 100 до 500 ч) за счет частично проявляющихся коррозионных процессов. Возможность такой трактовки подтверждается и данными металлографического анализа, когда на деталях, испытанных с короткими интервалами, межкристаллитная коррозия (МКК) не обнаруживалась вообще, а в случае длительных операций она появлялась лишь на части заготовок.

При этом явное развитие микрокоррозии оказалось свойственным лишь третьему участку зоны соединения. Подобное влияние коррозионных процессов на длительную прочность отмечается у образцов из сплава 01Х13, сваренных лазерным лучом, из сплава 01Х13М, сваренных электронным лучом, испытанных при температуре 350°С, а также из сплава 0Х13, испытанных при T=300°С.

Вместе с тем, как показали эксперименты, существует только два прямолинейных участка. Вероятно, с увеличением продолжительности опытов появилась бы возможность и в указанных случаях обнаружить наличие третьего участка.

Из таблицы 1 видно, что при медленном темпе подгрузки существенно снижается предельное значение $\sigma_{элл}$. Это результат более длительной выдержки образцов под напряжением и проявления коррозии.

Современной тенденцией развития теории расчетов на прочность является интенсивная разработка методов оценки сопротивления конструктивных элементов длительному разрушению в условиях нестационарных силовых, температурных режимов и агрессивных сред.

Указанная задача возникла в значительной степени в связи с ши-

роким внедрением материалов, в которых временные эффекты разрушения проявляются весьма отчетливо. Она остается актуальной для металлических материалов, как хрупких, так и пластичных, работающих при повышенных температурах и в агрессивных средах.

В рамках феноменологической теории повреждения сегодня существует множество предложений по конкретным типам различных кинетических уравнений. В них вводится некоторая мера повреждений Π , величина которой в процессе нагружения изменяется, достигая критического значения к моменту разрушения. Известные уравнения различаются как характером вводимой меры Π , так и закономерностями, определяющими ее зависимость от напряжений, деформаций, текущей поврежденности, условий эксплуатации и др.

Можно принять, что Π является безмерной величиной, изменяющейся от 0 до 1 в момент разрушения, и что мера повреждений в первом приближении зависит от напряжений и времени:

$$\Pi = f(\sigma) \Phi(\tau), \quad (3)$$

где σ – напряжение; τ – время.

По уравнению (2) мера повреждения ставится в зависимость от истории нагружения, температуры, агрессивной среды, отражающейся в величине $\Pi(\sigma, \tau)$; формула (2) позволяет также учитывать изменение свойств («старение») материала с течением времени в процессе работы.

При определении меры повреждений Π целесообразно ориентироваться на принципы линейного и нелинейного суммирования. Выбор подхода зависит от материала детали и условий ее эксплуатации.

Результаты испытаний образцов из сплава 01Х13, сваренных электронным лучом при ступенчато возрастающем внутреннем давлении

Таблица 1

Характеристики в момент начала опыта					Характеристики в момент окончания опыта		
$d_{нар}$, мм	δ , мм	$P_{вн}$ МПа	$P_{нар}$ МПа	$\sigma_{элл}$, Мпа	$P_{вн}$ МПа	$\sigma_{элл}$, МПа	Разрушение
Длительные испытания с подгрузкой 10 атм. в сутки							
5,82	0,3	33,5	16,9	152,7	58,5	383,6	600
5,82	0,3	33,5	16,9	152,7	59,5	392	624
5,82	0,3	33,5	16,9	152,7	60,5	402	648
Длительные испытания с подгрузкой 10 атм. в неделю							
5,82	0,3	33,5	16,9	152,7	45,5	263	1860
5,82	0,3	33,5	16,9	152,7	51,5	319	2900
5,82	0,3	33,5	16,9	152,7	48,5	262	2350

Для расчетов меры повреждений в настоящей статье используются оба принципа. Цель проведенного исследования – обоснованный выбор наиболее подходящего метода для решения конкретных задач.

Сначала рассмотрим теорию линейного суммирования, когда скорость накопления повреждений зависит только от мгновенного значения напряжения:

$$\frac{d\Pi}{d\tau} = f(\sigma) \quad (4)$$

Пусть напряжения остаются постоянными в течение всего периода действия $\sigma = \text{const}$. Тогда:

$$\Pi = f(\sigma) \tau,$$

при этом в момент разрушения $\Pi = 1$. Следовательно:

$$1 = f(\sigma) t_p,$$

или

$$f(\sigma) = \frac{1}{t_p(\sigma)},$$

где $t_p(\sigma)$ – время длительной прочности, зависящее от напряжения.

Далее имеем:

$$d\Pi = \frac{d\tau}{t_p(\sigma)} \quad (5)$$

Интегрируем (4):

$$n = \int_0^t \frac{d\tau}{t_p(\sigma)} \quad (6)$$

и получаем зависимость, известную как интеграл Д. Бейли.

При ступенчатом режиме нагружения формула (5) превращается в следующее выражение:

$$\Pi = \sum_{i=1}^n \frac{\tau_i}{t_i} \quad (7)$$

Величина времени t_i известна и представляет собой абсциссы, соответствующие ординатам σ_i на кривой длительной прочности.

Отметим, что в уравнении (3) при условии сложного напряженного состояния σ является эквивалентным напряжением σ_{Σ} , аналогичным расчетному значению по какой-либо теории прочности.

Поскольку принцип линейного суммирования не всегда оказывается правильным, рассмотрим теорию накопления повреждений при нелинейном суммировании.

Условие нелинейного суммирования можно записать в следующем виде (2): при $\sigma = \text{const}$ получаем:

$$n = f(\sigma) \int_0^{\tau} \Phi(\tau) d\tau = f^{(6)} \Phi(t) \quad (8)$$

В момент разрушения $\Pi = 1$, таким образом:

$$1 = f^{(6)} \Phi(t),$$

и следовательно:

$$f(\sigma) = \frac{1}{\Phi[t(\sigma)]},$$

то есть

$$\frac{d\Pi}{dt} = \frac{\varphi(\tau)}{\Phi[t(\sigma)]},$$

и

$$\Pi = \int_0^t \frac{\varphi(\tau) d\tau}{\Phi[t(\sigma(\tau))]} = \int_0^{\tau} \frac{d\Phi(\tau)}{\Phi[t(\sigma(\tau))]} \quad (8)$$

В данной работе функция $\Phi(\tau)$ выбрана как:

$$\Phi(\tau) = c \tau^m.$$

После преобразования получается выражение для определения меры повреждения Π :

$$\Pi = \int_0^{\tau} \frac{m \tau^{m-1}}{t^m(\sigma)} d\tau, \quad (9)$$

где c, m – постоянные, $t(\sigma)$ вычисляется из уравнения длительной прочности.

Значения длительной прочности при повышенных температурах в агрессивных средах определяются для сплавов 0X13, 01X13, 0X20H45MБ4 при разных видах сварки, температурах и коррозионных средах.

В таблице 2 представлены результаты испытаний на растяжение образцов из сталей 05X18АН6М2ФЛ и 12X18Н12М3ТЛ при $T=154^{\circ}\text{C}$ в 42% растворе MgCl_2 .

Приведем значения меры повреждений в момент разрушения, определенные по теориям линейного и нелинейного суммирования при двухступенчатом нагружении.

Уравнение кривой длительной прочности для МА образцов из сплава 01X13, сваренных электронным лучом, при $T=350^{\circ}\text{C}$ в растворе 0,3% NaCl , записывается так: $\lg \sigma = 2,6222 - 0,3927 \lg t$.

Для расчета на прочность в условиях сложного напряженного состояния в формулу повреждений вводилось упомянутое выше эквивалентное напряжение: $\sigma_{\Sigma} = \sigma_1 - \sigma_3$.

Результаты испытаний на растяжение образцов из сталей 05X18АН6М2ФЛ и 12X18Н12М3ТЛ при $T=154^{\circ}\text{C}$ в 42%-ном растворе MgCl_2

Таблица 2

σ , МПа	Время, ч	Π линейн. Σ -е	Π нелинейн. Σ -е	σ , МПа	Время, ч	Π линейн. Σ -е	Π нелинейн. Σ -е
1	2	3	4	5	6	7	8
410	0,9	0,8813	0,999	110	22,12	0,729	0,998
310	3,5	1,1140	1,0007	110	30	0,9952	0,999
310	2,4	1,1600	1,0005	90	40	0,796	0,998
230	3,2	0,6945	0,998	80	110	1,622	1,002
210	5,9	1,0158	1,000	80	128	1,8873	1,003
210	15,6	2,6858	1,004	60	108	0,7654	0,999
190	4,5	0,600	0,998	50	136	0,605	0,997
170	4,7	0,4725	0,996	40	280	0,7067	0,998
170	10,75	1,0806	1,000	40	360	0,906	0,999
140	18,8	1,1526	1,0007	30	692	0,8395	0,999
140	32,8	2,011	1,003	-	-	-	-

Определим зависимость времени t от эквивалентного напряжения σ_{Σ} :

$$t[\sigma(\tau)] = \frac{\lg \frac{A_0}{\sigma_{\Sigma}}}{B}, \quad (10)$$

где $A_0 = 381,74$; $B = 13,299 \cdot 10^{-5}$ – постоянные, которые выбираются по коэффициентам.

Выражение для расчета меры повреждений по теории линейного суммирования в случае нагружения постоянным напряжением имеет вид:

$$P = \frac{Bt}{\lg \frac{A_0}{\sigma_{\Sigma}}}$$

В случае ступенчатого нагружения мера повреждения по критерию линейного суммирования вычисляется по формуле (7).

Следует учитывать, что при таком подходе необходимо оценить возможное влияние масштабного фактора, которое проявляется при переходе с образцов малых размеров на крупные детали и может несколько изменить положение кривой длительной прочности. При этом подобное смещение может как повышать долговечность, так и понижать.

Составим условие прочности конструкции в условиях одновременного воздействия механических нагрузок и агрессивных сред с учетом (7):

$$\frac{1}{\kappa_1 \gamma} \int_0^{\tau} \frac{m \tau^{m-1}}{t[\sigma(\tau)]^m} d\tau \leq 1,$$

где $\kappa_1 < 1$ – коэффициент, отражающий возможное отклонение от средней долговечности, соответствующей

постоянному уровню расчетного напряжения σ , в сторону меньших значений,

$\gamma \leq 1$ – коэффициент условий работы, учитывающий влияние на надежность конструкции различных дополнительных факторов.

Имеем:

$$\frac{1}{\kappa_1 \gamma} \left\{ \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_p} + \int_0^{\tau} \left(1 - \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_p} \right) \frac{d\tau}{t[\sigma(\tau)]} \right\} \leq 1.$$

При сложном напряженном состоянии в приведенные неравенства вместо $\sigma(\tau)$ и σ_{\max} вводятся соответственно $\sigma_{\Sigma}(\tau)$ и $\sigma_{\Sigma \max}$.

Для учета масштабного фактора используется формула Вейбулла, при этом принимается во внимание не объем, а поверхность детали, омываемая агрессивной средой. Показатель неоднородности материала в указанном выражении считается зависящим от времени разрушения.

ВЫВОДЫ

1. Анализ нескольких вариантов кинетических уравнений повреждений показал, что уравнения, отвечающие принципу линейного суммирования, в условиях нестационарного нагружения образцов 01X13 приводят к существенным погрешностям определения долговечностей. При этом более сложные зависимости, отвечающие нелинейному суммированию повреждений, дают удовлетворительные результаты.

2. Экспериментальное исследование коррозионного растрескивания сталей 12X18H12M3ТЛ и 05X18АН6М228Л в 42%-ном растворе $MgCl_2$ при $T=154^\circ C$ показало, что процесс рассеянных повреждений, играющий основную

роль при определении полной долговечности, может быть также описан с помощью кинетических уравнений силового типа. Тогда принцип линейного суммирования повреждений применять нельзя, поскольку материал должен рассматриваться, как стареющий, но формулы нелинейного суммирования приводят к удовлетворительным результатам.

Таким образом, можно сделать общий вывод: стадия рассеянных повреждений в условиях коррозионного растрескивания удовлетворительно описывается с помощью относительно несложных уравнений повреждений силового типа.

3. Опыты на коррозию в отсутствие растягивающих напряжений показали, что при прочих равных условиях рассмотренные материалы оказываются стойкими и могут эксплуатироваться достаточно долго.

4. При статистической оценке масштабного эффекта в условиях коррозионного растрескивания следует учитывать не объем деталей, а их поверхности, омываемые агрессивной средой. С учетом этого обстоятельства и при наличии построенного по экспериментальным данным уравнения повреждений снимаются все вопросы, возникающие в связи с оценкой ресурса металлических конструкций, работающих в условиях коррозионного растрескивания.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. В.Г. Абросимов д.т.н., профессор, Д.Э. Бессмертный к.т.н. «О несущей способности деталей машин и металлоконструкций при их статическом и повторно статическом нагружении»/ Журнал «Речной транспорт (XXI век)». 2012. – № 4. – с. 75.

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

ТЕМА: Потеря устойчивости обшивки судна при сложном изгибе

АВТОРЫ: С.О. БАРЫШНИКОВ, доктор технических наук, ректор;
М.В. СУХОТЕРИН, доктор технических наук, профессор кафедры математики

Обшивка судна может находиться в условиях сложного изгиба, когда помимо поперечной нагрузки на нее действуют сжимающие усилия в срединной поверхности, которые могут привести к потере устойчивости элементов обшивки и, в конечном счете, к ее разрушению. Расчет обшивки (а также палубного настила, переборки и т.д.) на

устойчивость является важной составляющей расчетов на прочность корпуса судна.

Известные точные решения [1-3] задачи сложного изгиба прямоугольной панели получены для шарнирного опирания двух параллельных кромок. Однако расчетной схемой панели обшивки является пластина, защемленная по всем

граням. Эта задача является более сложной и не имеет точного решения в замкнутой форме, а приближенные решения оставляют открытым вопрос о точности результатов.

В настоящей статье точное решение достигается в ходе бесконечного итерационного процесса «исправления» «невязок» в граничных условиях, который можно прекратить при достижении заданной точности.

Рассмотрим прямоугольную защемленную по контуру пластину с размерами $a \times b$ постоянной толщины h , нагруженную равномерным давлением q_0 и постоянными сжимающими усилиями T_x и T_y , приложенными к граням пластины (рис. 1). Начало системы координат XOY поместим в центр пластины.

Дифференциальное уравнение изгиба такой пластины имеет вид [1, 2]:

$$D \nabla^2 \nabla^2 W = q_0 - T_x \frac{\partial^2 W}{\partial X^2} - T_y \frac{\partial^2 W}{\partial Y^2}, \quad (1)$$

где W – прогиб;
 $D = Eh^3/[12(1-\nu^2)]$ – цилиндрическая жесткость;
 E – модуль Юнга;
 ν – коэффициент Пуассона;
 $\nabla^2 \nabla^2$ – бигармонический оператор.

Перейдем в (1) к безразмерным координатам $x=X/b$, $y=Y/b$. Тогда:

$$\nabla^2 \nabla^2 w + T_1 \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + T_2 \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} = 1, \quad (2)$$

где $w = WD/(q_0 b^4)$ – относительный прогиб;
 $T_1 = T_x b^2/D$, $T_2 = T_y b^2/D$ – относительные сжимающие усилия;

$-\gamma/2 \leq x \leq \gamma/2$, $-1/2 \leq y \leq 1/2$ – относительные размеры пластины, $\gamma = a/b$.

Граничные условия на защемленных кромках:

$$x = \pm \gamma/2 : w = 0, \partial w / \partial x = 0, \quad (3)$$

$$y = \pm 1/2 : w = 0, \partial w / \partial y = 0. \quad (4)$$

Задача ставится так: найти функцию прогибов $w(x, y)$, удовлетворяющую дифференциальному уравнению (2) и граничным условиям (3) и (4).

Разложим правую часть формулы (2) в двойной ряд Фурье:

$$\nabla^2 \nabla^2 w + T_1 \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + T_2 \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} = \frac{16}{\gamma} \sum_{k=1,3,\dots} \sum_{s=1,3,\dots} (-1)^{\tilde{k}+1} (-1)^{\tilde{s}+1} \frac{\cos \mu_s x \cos \lambda_k y}{\mu_s \lambda_k}, \quad (5)$$

где $\mu_s = s\pi/\gamma$, $\lambda_k = k\pi$, $\tilde{k} = (k+1)/2$, $\tilde{s} = (s+1)/2$.

Начальное решение, не дающее прогибов на контуре, выберем следующим:

$$w_0(x, y) = \frac{16}{\gamma} \sum_{k=1,3,\dots} \sum_{s=1,3,\dots} g_{ks} \frac{(-1)^{\tilde{k}+1} (-1)^{\tilde{s}+1}}{\lambda_k \mu_s} \cos \mu_s x \cos \lambda_k y, \quad (6)$$

где g_{ks} – неопределенные коэффициенты.

Чтобы (6) соответствовало дифференциальному уравнению изгиба (5), коэффициенты g_{ks} должны быть равны:

$$g_{ks} = \frac{1}{(\lambda_k^2 + \mu_s^2)^2 - T_1 \mu_s^2 - T_2 \lambda_k^2}. \quad (7)$$

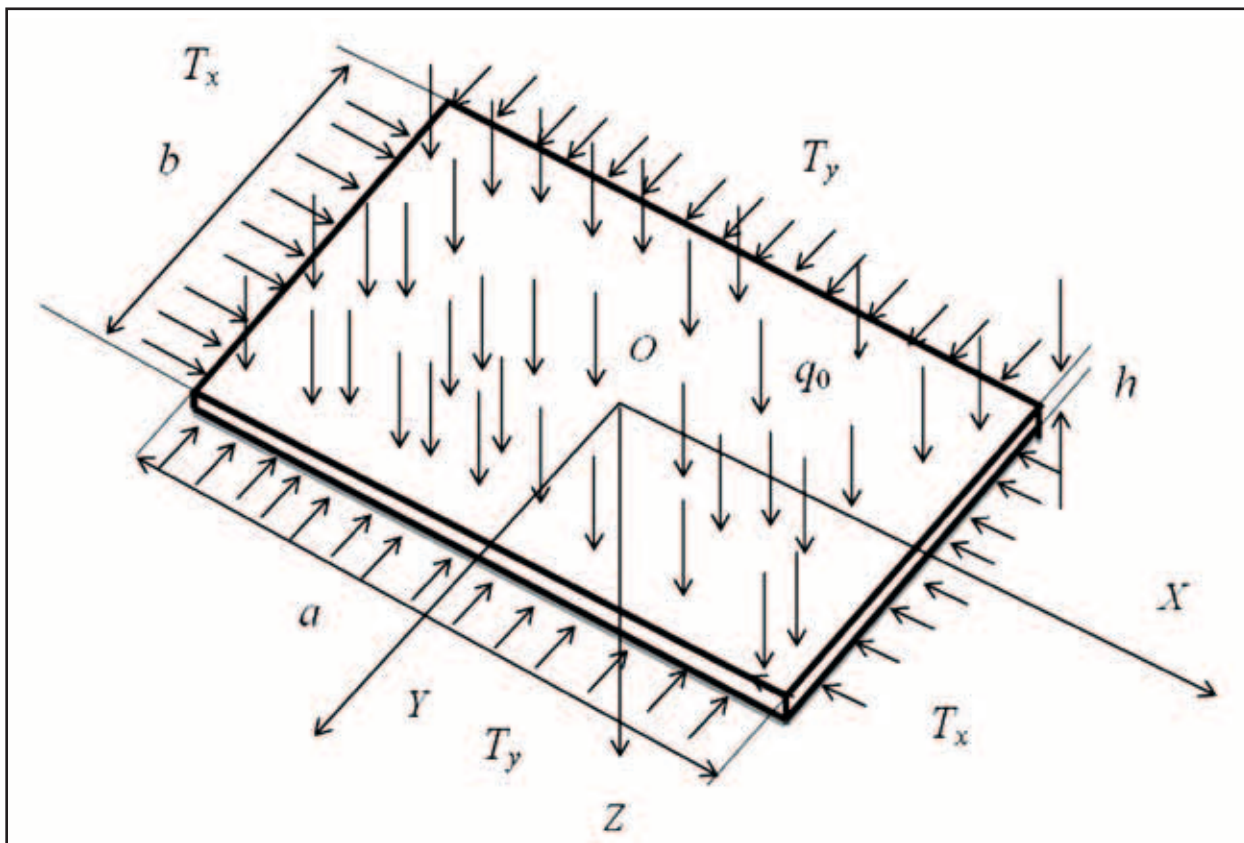


Рис. 1. Панель обшивки под действием равномерного давления и сжимающих усилий в срединной плоскости

Функция (6) не удовлетворяет лишь условиям отсутствия углов поворота заделанных сечений (вторые условия в (3) и (4), т. е. порождает «невязки»:

$$\theta_{x0} \Big|_{x=\gamma/2} = \frac{\partial w_0}{\partial x} \Big|_{x=\gamma/2} = \sum_{k=1,3,\dots}^{\bar{k}+1} (-1) \alpha_{k0} \cos \lambda_k y, \quad (8)$$

$$\theta_{y0} \Big|_{y=1/2} = \frac{\partial w_0}{\partial y} \Big|_{y=1/2} = \sum_{s=1,3,\dots}^{\bar{s}+1} (-1) \alpha_{s0}^* \cos \mu_s x, \quad (9)$$

где

$$\alpha_{k0} = -\frac{16}{\gamma \lambda_k} \sum_{s=1,3,\dots} g_{ks}, \quad \alpha_{s0}^* = -\frac{16}{\gamma \mu_s} \sum_{k=1,3,\dots} g_{ks}. \quad (10)$$

Заметим, что на противоположных гранях выражения (8) и (9) поменяют знак.

Компенсируя «невязки» (8) и (9), добавим к начальному решению w_0 функцию:

$$w_1(x, y) = \sum_{k=1,3,\dots} (-1)^{\bar{k}+1} A(k) ch \beta_k x \cos \lambda_k y, \quad (11)$$

где $A(k)$, β_k – неопределенные коэффициенты.

Нужно, чтобы указанная функция удовлетворяла соответствующему (2) однородному уравнению, поэтому для β_k имеем:

$$\beta_k = \sqrt{0,5[2\lambda_k - T_1 + \sqrt{4\lambda_k^2(T_2 - T_1) + T_1^2}]}, \quad (12)$$

$$\bar{\beta}_k = \sqrt{0,5[2\lambda_k - T_1 - \sqrt{4\lambda_k^2(T_2 - T_1) + T_1^2}]}. \quad (13)$$

Поскольку вместо одной последовательности коэффициентов β_k получено две, то выражение (11) примет вид:

$$w_1(x, y) = \sum_{k=1,3,\dots} (-1)^{\bar{k}+1} (A_k ch \beta_k x + B_k ch \bar{\beta}_k x) \cos \lambda_k y, \quad (14)$$

где коэффициенты A_k и B_k должны быть такими, чтобы функция (14) удовлетворяла граничным условиям (3), т.е. компенсировала бы «невязку» (8) («невязка» (9) будет рассмотрена далее). Имеем:

$$A_k = -\frac{\alpha_{k0}}{ch(\beta_k \gamma / 2)[\beta_k th(\beta_k \gamma / 2) - \bar{\beta}_k th(\bar{\beta}_k \gamma / 2)]}, \quad (15)$$

$$B_k = -\frac{ch(\beta_k \gamma / 2)}{ch(\bar{\beta}_k \gamma / 2)} A_k.$$

Функция прогибов (14) на гранях $y = \pm 1/2$ равна нулю, но порождает угловые деформации заделанных сечений, т.е. дает «невязки», подобные (9):

$$\theta_{y1} \Big|_{y=1/2} = \frac{\partial w_1}{\partial y} \Big|_{y=1/2} = -\sum_{k=1,3,\dots} \lambda_k (A_k ch \beta_k x + B_k ch \bar{\beta}_k x), \quad (16)$$

которые раскладываются в ряды Фурье по косинусам. В результате преобразований получается:

$$\theta_{y1} \Big|_{y=1/2} = \sum_{s=1,3,\dots} (-1)^{\bar{s}+1} \alpha_{s1}^* \cos \mu_s x, \quad (17)$$

где

$$\alpha_{s1}^* = -\frac{4\mu_s}{\gamma} \sum_{k=1,3,\dots} \frac{g_{ks} \lambda_k \sqrt{4\lambda_k^2(T_2 - T_1) + T_1^2}}{\beta_k th(\beta_k \gamma / 2) - \bar{\beta}_k th(\bar{\beta}_k \gamma / 2)} \alpha_{k0}. \quad (18)$$

Сложим «невязки» (9) и (17):

$$\theta_{y1} \Big|_{y=1/2} = \sum_{s=1,3,\dots} (-1)^{\bar{s}+1} \alpha_{s1}^* \cos \mu_s x, \quad (\alpha_{s1}^* = \alpha_{s1}^* + \alpha_{s10}^*). \quad (19)$$

Для их устранения добавим к решению задачи функцию, подобную (14):

$$v_2(x, y) = \sum_{s=1,3,\dots} (-1)^{\bar{s}+1} (C_s ch \xi_s y + D_s ch \bar{\xi}_s y) \cos \mu_s x, \quad (20)$$

где аналогично (12) и (13):

$$\xi_k = \sqrt{0,5[2\mu_s^2 - T_2 + \sqrt{4\mu_k^2(T_1 - T_2) + T_2^2}]}, \quad (21)$$

$$\bar{\xi}_s = \sqrt{0,5[2\mu_s^2 - T_2 - \sqrt{4\mu_k^2(T_1 - T_2) + T_2^2}]}. \quad (22)$$

Нужно, чтобы функция удовлетворяла условиям (4) на гранях $y = \pm 1/2$, компенсируя при этом «невязку» (19), следовательно:

$$C_s = -\frac{\alpha_{s1}^*}{ch(\xi_s / 2)[\xi_s th(\xi_s / 2) - \bar{\xi}_s th(\bar{\xi}_s / 2)]}, \quad (23)$$

$$D_s = -C_s \frac{ch(\xi_s / 2)}{\bar{\xi}_s ch(\bar{\xi}_s / 2)}.$$

Функция (20) удовлетворяет условию отсутствия прогибов граней $x = \pm \gamma/2$, но, подобно функции (14), дает угловые деформации этих граней:

$$\theta_{x1} \Big|_{x=\gamma/2} = \frac{\partial w_2}{\partial x} \Big|_{x=\gamma/2} = -\sum_{s=1,3,\dots} \mu_s (C_s ch \xi_s y + D_s ch \bar{\xi}_s y), \quad (24)$$

которые раскладываются в ряды Фурье по косинусам:

$$\theta_{x1} \Big|_{x=\gamma/2} = \sum_{k=1,3,\dots} (-1)^{\bar{k}+1} \alpha_{k1} \cos \lambda_k y, \quad (25)$$

где

$$\alpha_{k1} = -4\lambda_k \sum_{s=1,3,\dots} \frac{g_{ks} \mu_s \sqrt{4\mu_k^2(T_1 - T_2) + T_2^2}}{\xi_s th(\xi_s / 2) - \bar{\xi}_s th(\bar{\xi}_s / 2)} \alpha_{s1}^*. \quad (26)$$

Таким образом, после наложения каждой из пары функций $w_1(x, y)$, $w_2(x, y)$, которые условно будем называть «исправляющими», остаются невыполненными граничные условия по углам поворота параллельных кромок. Следовательно, полное устранение «невязок» достигается бесконечным наложением исправляющих функций типа (14) и (20), т. е. в ходе итерационного процесса, легко реализуемого на компьютере. «Невязки» выполнения граничных условий должны убывать по абсолютной величине. При достижении заданной точности вычислений итерационный процесс прекращается.

Последующие пары «исправляющих» функций будут иметь вид, аналогичный (14), (20); коэффициенты рядов определяются по формулам:

$$A_{kn} = -\frac{\alpha_{k(n-1)}}{ch(\beta_k \gamma / 2)[\beta_k th(\beta_k \gamma / 2) - \bar{\beta}_k th(\bar{\beta}_k \gamma / 2)]}, \quad (27)$$

$$B_{kn} = -\frac{ch(\beta_k \gamma / 2)}{ch(\bar{\beta}_k \gamma / 2)} A_{kn},$$

$$C_{sn} = -\frac{\alpha_{sn}^*}{ch(\xi_s / 2)[\xi_s th(\xi_s / 2) - \bar{\xi}_s th(\bar{\xi}_s / 2)]}, \quad (28)$$

$$D_{sn} = -C_{sn} \frac{ch(\xi_s / 2)}{ch(\bar{\xi}_s \gamma / 2)},$$

где n – номер итерации ($n = 2, 3, \dots$);

$$\alpha_{k(n-1)} = -4\lambda_k \sum_{s=1,3,\dots} \frac{g_{ks} \mu_s \sqrt{4\mu_s^2 (T_1 - T_2) + T_2^2}}{\xi_s \text{th}(\xi_s / 2) - \bar{\xi}_s \text{th}(\bar{\xi}_s / 2)} \alpha_{s(n-1)}^*, \quad (29)$$

$$\alpha_{sn}^* = -\frac{4\mu_s}{\gamma} \sum_{k=1,3,\dots} \frac{g_{ks} \lambda_k \sqrt{4\lambda_k^2 (T_{21} - T_1) + T_1^2}}{\beta_k \text{th}(\beta_k \gamma / 2) - \bar{\beta}_k \text{th}(\bar{\beta}_k \gamma / 2)} \alpha_{k(n-1)}. \quad (30)$$

С учетом линейности задачи искомое решение можно записать:

$$w(x, y) = \frac{16}{\gamma} \sum_{k=1,3,\dots} \sum_{s=1,3,\dots} g_{ks} \frac{(-1)^{\bar{k}} (-1)^{\bar{s}}}{\lambda_k \mu_s} \cos \mu_s x \cos \lambda_k y +$$

$$+ \sum_{k=1,3,\dots} (-1)^{\bar{k}+1} (A_{k\Sigma} \text{ch} \beta_k x + B_{k\Sigma} \text{ch} \bar{\beta}_k x) \cos \lambda_k y +$$

$$+ \sum_{s=1,3,\dots} (-1)^{\bar{s}+1} (C_{s\Sigma} \text{ch} \xi_s y + D_{s\Sigma} \text{ch} \bar{\xi}_s y) \cos \mu_s x, \quad (31)$$

где $A_{k\Sigma} = A_k + A_{k2} + \dots + A_{kN}$, $D_{s\Sigma} = D_s + D_{s2} + \dots + D_{sN}$ – суммарные значения коэффициентов рядов по всем итерациям.

Условие сходимости итерационных решений к точному решению задачи:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} (\alpha_{kn}, \alpha_{ks}^*) = 0, \quad (k, s = 1, 3, \dots).$$

Предложенный метод позволяет получить решение, сколько угодно близкое к точному увеличением количества членов в рядах и числа итераций. Вычислительный алгоритм весьма прост. Анализ сходимости итерационных решений можно проводить численно в ходе самого процесса.

Рассмотрим случай $T_1 = T_2 = T$, т. е. когда пластина одинаково сжимается с обеих сторон. Расчетные формулы примут вид:

$$g_{ks} = \frac{1}{(\lambda_k^2 + \mu_s^2)(\lambda_k^2 + \mu_s^2 - T)}, \quad \beta_k = \lambda_k, \quad \bar{\beta}_k = \sqrt{\lambda_k^2 - T},$$

$$\xi_s = \mu_s, \quad \bar{\xi}_s = \sqrt{\mu_s^2 - T},$$

$$\alpha_{k0} = -\frac{16}{\gamma \lambda_k} \sum_{s=1,3,\dots} \frac{1}{(\lambda_k^2 + \mu_s^2)(\lambda_k^2 + \mu_s^2 - T)},$$

$$\alpha_{s0}^* = -\frac{16}{\gamma \mu_s} \sum_{k=1,3,\dots} \frac{1}{(\lambda_k^2 + \mu_s^2)(\lambda_k^2 + \mu_s^2 - T)},$$

$$\alpha_{k(n-1)} = -4\lambda_k T \sum_{s=1,3,\dots} \frac{g_{ks} \mu_s \alpha_{s(n-1)}^*}{\xi_s \text{th}(\xi_s / 2) - \bar{\xi}_s \text{th}(\bar{\xi}_s / 2)},$$

$$\alpha_{sn}^* = -\frac{4T}{\gamma} \mu_s \sum_{k=1,3,\dots} \frac{g_{ks} \lambda_k \alpha_{k(n-1)}}{\beta_k \text{th}(\beta_k \gamma / 2) - \bar{\beta}_k \text{th}(\bar{\beta}_k \gamma / 2)}. \quad (32)$$

Для расчета прогибов была составлена программа в системе аналитических вычислений Maple 14. В рядах удерживалось от 199 до 499 членов, число итераций составляло от 12 до 30. Процесс быстро сходился в зоне устойчивого равновесия $0 < T < 2\pi^2$ (вблизи значения $2\pi^2$ сходимость ухудшалась). Для проверки правильности алгоритма сжимающие усилия сначала принимались равными $T=0,01$, т. е. практически нулевыми. При этом максимальный прогиб в центре квадратной пластины составил 0,0012655. Для сравнения при отсутствии сжимающих усилий в работе [2] получено значение 0,00126, в работе [4] (более точное значение) – 0,0012653. Линия прогибов в сечении $y=0$ представлена на рис. 2.

При $T=9$ максимальный прогиб в центре пластины составил 0,0015332, т. е. сжимающие усилия в плоскости пластины увеличивают ее прогиб.

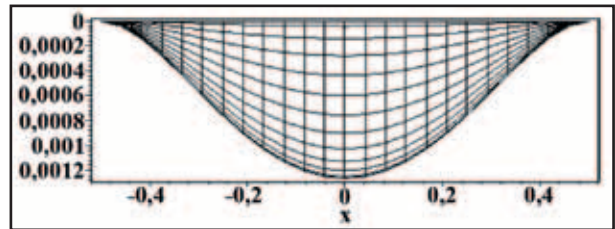


Рис. 2. Линия прогибов в сечении $y=0$ квадратной пластины при $T \approx 0$

Для квадратной пластины знаменатель первой формулы (32) обращается в ноль при наименьшем значении $T=2\pi^2 \approx 19,739$. При этом прогибы становятся бесконечными, что должно означать потерю устойчивости пластины. Однако следует иметь в виду важное обстоятельство: рассматриваемая задача решалась методом суперпозиции функций. Начальным компонентом было решение для свободно опертой пластины. Именно указанный компонент и дал значение критической силы $T=2\pi^2$, что, безусловно, является заниженной оценкой для защемленной пластины, и полученное значение следует считать особенным – началом зоны неустойчивого состояния пластины.

Если обратиться к задаче устойчивости стержня с защемленными концами, то Н. М. Беляев [5] указывает, что критическая сила такого стержня длиной l равна критической силе для шарнирно опертого стержня длиной $l/2$, т. е. в четыре раза больше. Длина эквивалентного шарнирно опертого стержня определялась как длина отрезка между точками перегиба упругой линии защемленного стержня при изгибе.

Вычисления показали, что в интервале $2\pi^2 < T < 53$ имеет место расходящийся процесс (область неустойчивого состояния). Это означает, что теоретически пластина может потерять устойчивость при любом значении усилий из указанного диапазона. Однако при значениях, близких к $2\pi^2$, такое практически маловероятно, т. к. прогибы растут медленно, и даже наличие сил внутреннего трения может остановить этот процесс.

В окрестности значения $T=2\pi^2$, как слева, так и справа, максимальные прогибы были близки (при данном числе итераций!). В дальнейшем с ростом силы шло достаточно медленное их увеличение. Резкий рост прогибов наблюдался начиная с $T=23$. При $T=37,8$ они наиболее быстро устремились в бесконечность.

Это значение сжимающих усилий и следует принять в качестве критической нагрузки; при $T > 37,8$ бесконечность сменила знак, т. е. произошел «хлопок», пластина скачкообразно выгнулась в противоположную сторону. При дальнейшем увеличении усилий прогибы убывали по абсолютной величине (при данном числе итераций!), пластина стала стремиться к новому устойчивому положению, которое и приняла при $T \approx 53$.

Итак, значение $T=2\pi^2$ следует считать особенным – нижней границей зоны неустойчивого состояния, величину $T=53$ – ее верхней границей, а $T_9=37,8$ (примерно середину зоны неустойчивого состояния) нужно рассматривать в качестве теоретического «эйлерова» показателя критических сжимающих усилий для квадратной пластины с жестко защемленным контуром.

В работе К. Sezawa [6] решение выбиралось в виде суммы двух тригонометрических рядов по двум координатам, не дающим прогиб на контуре. Однако повороты заданных кромок обращались в ноль лишь в углах пластины и в серединах ее сторон. Из этих условий находились

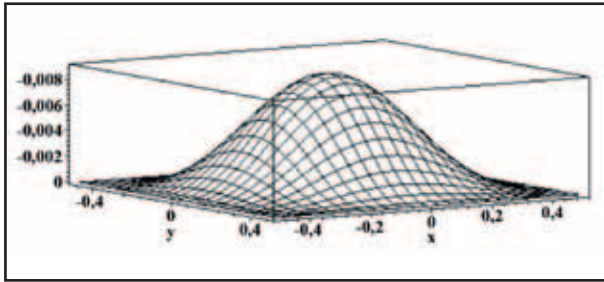


Рис. 3. Форма изогнутой поверхности квадратной пластины при $T = 60$. $w(0,0) = -0,0089973$

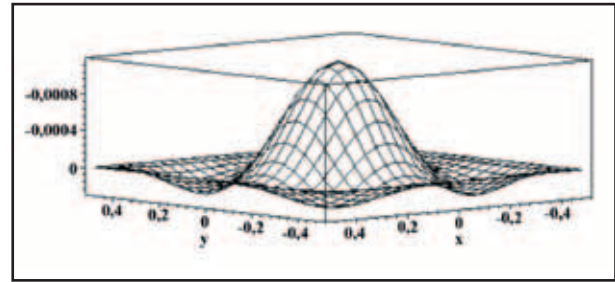


Рис. 4. Форма изогнутой поверхности квадратной пластины при $T = 130$. $w(0,0) = -0,0011667$

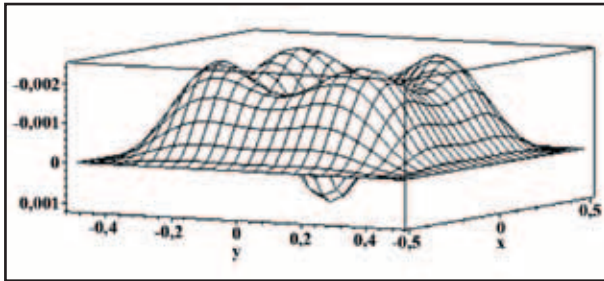


Рис. 5. Форма изогнутой поверхности квадратной пластины при $T = 175$

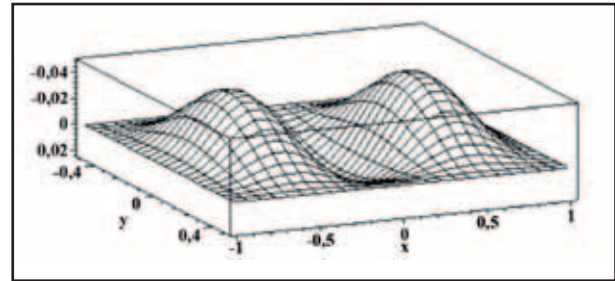


Рис. 6. Изогнутая поверхность пластины ($\gamma=2$, $T=55$)

коэффициенты рядов. Для квадратной пластины при одинаковых сжимающих усилиях в [6] получено критическое усилие $T_{\text{кр}} \approx 5,61\pi^2 \approx 55,37$.

В работе G. Taylor [7] решение [6] уточнялось методом коллокаций. Требовалось, чтобы углы поворота граней пластины были равны нулю в большем числе точек.

Получено значение критической нагрузки $T_{\text{кр}} \approx 5,3\pi^2 \approx 52,31$, которое оказалось меньшим, чем в [6]. Здесь прослеживается тенденция уменьшения критического значения с ростом числа узлов коллокации.

В настоящей статье граничные условия выполнялись с высокой точностью, что подтверждается графиками (рис. 2 и 3). Поэтому значения $T_{\text{кр}}$, полученные в [6, 7], следует считать сильно завышенными, дающими скорее верхнюю границу зоны неустойчивого состояния.

Кроме того, если следовать Н. М. Беляеву [5] и заменить защемленную пластину шарнирно опертой, размеры которой определять по линиям перегиба исходной пластины при изгибе поперечной нагрузкой, то для квадратной пластины по рис. 2 можно приблизительно взять новые размеры $(0,72-0,75) \times (0,72-0,75)$. Так как в формулу (2) входит квадрат стороны, то критическая нагрузка:

$$T_{\text{кр}} \approx 2\pi^2 / (0,72-0,75)^2 \approx (38,1-35,1).$$

Этот результат хорошо согласуется с более точным значением, полученным в ходе вычислений в настоящей статье.

Далее при $53 \leq T < 10\pi^2 \approx 98,696$ пластина находится в новом устойчивом состоянии (вторая форма равновесия); процесс вновь сходится.

На рис. 3 показана вторая устойчивая форма равновесия при $T = 60$.

Дальнейшие расчеты показали, что в интервале $10\pi^2 < T < 111$ пластина опять находилась в неустойчивом состоянии. Вторая критическая нагрузка для свободно опертой пластины $T = 10\pi^2 \approx 98,696$ также является нижней границей второго неустойчивого состояния защемленной пластины, а найденная в рамках настоящей статьи величина $T_{\text{кр},2} = 104$ – ее второе критическое значение.

Следующая зона устойчивого состояния $111 < T < 146$ и т. д.

Далее на рис. 4 и 5 приведены формы устойчивого состояния пластины при отдельных значениях сжимающих усилий.

Безусловно, для расчетов на устойчивость самое главное – определить первую (эйлеровую) критическую нагрузку. Именно она зачастую и приводит к разрушению конструкции. Однако в некоторых случаях (например, при быстром прохождении эйлерова значения или при наличии ограничителей) разрушения не происходит (если не пройден предел упругости), пластина приобретает новую устойчивую форму равновесия и способна выдерживать более высокие нагрузки, хотя имеет при этом значительные деформации. Таким образом, проводя вычисления, важно знать и вторую критическую нагрузку, а также последующую устойчивую форму равновесия пластины.

Аналогичные расчеты были проведены для пластины с отношением сторон $\gamma=2$. В итоге $T_{\text{кр},1} = 15$; $T_{\text{кр},2} = 40,1$. На рис. 6 показана форма устойчивого равновесия пластины при сжимающей нагрузке $T=55$.

Полученные результаты могут быть использованы для практических расчетов на прочность и устойчивость обшивки судна и других плоских элементов различных конструкций, а также для анализа причин их разрушения.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Папкович П.Ф. Строительная механика корабля, ч. 2. Л., Судпромгиз, 1941, 960 с.
2. Тимошенко С.П., Войновский-Кригер С. Пластинки и оболочки. М., Физматгиз, 1963, 635 с.
3. Тимошенко С.П. Устойчивость упругих систем. М.: Гостехиздат, 1955.
4. Сухотерин М.В. Об одном методе исследования защемленной по контуру прямоугольной пластины. – Докл. АН Армянской ССР, 1987, LXXXV, 4, с. 147 – 151.
5. Беляев Н.М. Сопротивление материалов, М., ГИТТЛ, 1954, 856 с.
6. Sezawa K. Zeitschr. Angew. Math. Mech., Bd. 12, 1932, s. 227.
7. Taylor G. I. Zeitschr. Angew. Math. Mech., Bd. 13, 1933, s. 147.

УЧРЕЖДЕНИЕ: Государственный экономико-технологический университет транспорта (ГЭТУТ, Киев, Украина)

ТЕМА: Методические подходы к оценке уровня качества транспортных услуг

АВТОР: Г.Ю. КУЧЕРУК, кандидат экономических наук, доцент

В настоящее время качество продукции (или услуг) является главным фактором, определяющим конкурентоспособность предприятия на внутреннем и внешнем рынках.

Предоставление качественных транспортных услуг (ТУ) подразумевает четкую организацию перевозок, то есть компания владеет техникой управления и контроля всех составляющих этого процесса, а также методами оценки его качества и обеспечения надлежащего уровня ответственности.

Проблемы оценки уровня качества ТУ приобретают еще большую актуальность в связи с современными тенденциями развития отрасли. Данная тема подробно рассматривалась в трудах многих отечественных и зарубежных ученых-экономистов, среди которых: Э. Деминг, Дж. Джуран, Ф. Кросби, К. Исикава, А. Фейгенбаум, Р. Фатхутдинов, Г. Тагути, Дж. Харрингтон, Л. Бадалов, А. Гличев, Ю. Адлер, Р. Бичкивский, Ю. Джерелюк, В. Мишин, С. Ильенков, Л. Калиновская, П. Калита, Ю. Огвоздин, В. Окропилов, Р. Толпежников, Н. Шаповал, Н. Рыбалко, О. Чалая, Л. Траченко и др.

Вопросам обеспечения качества ТУ посвящено немало научных исследований следующих авторов: Е. Запорожца, Р. Мерхежа, В. Пасечника, Н. Кривошурко, М. Трихункова, Н. Шматко, С. Ильенкова, В. Соколенко, О. Чернегу, М. Шаповала, М. Панибратца, В. Торского, В. Чекаловца, М. Примачова и др.

Стоит отметить, что в указанных работах затрагиваются преимущественно теоретические аспекты функционирования систем управления качеством ТУ. Таким образом, на сегодняшний день фактически отсутствуют комплексные практические данные.

Поскольку качество – это многокритериальная и многофакторная категория, то для его оценки важно учитывать и подробно описывать все (или наиболее влияющие) составляющие.

Чтобы создать эффективный инструмент, призванный помочь потребителю в обоснованном выборе ТУ, необхо-

димо прежде всего определить, какие показатели качества следует рассматривать, какими методами и с какой точностью их вычислять, какие ресурсы для этого нужно привлекать, как осуществлять обработку величин и в какой форме представлять результаты.

Так как ТУ имеют многочисленную номенклатуру показателей качества, то автор статьи считает целесообразным произвести их числовую градацию, для чего понадобится соответствующий аппарат и методика расчетов. Ведь нельзя утверждать о высоком или низком качестве, если его невозможно охарактеризовать математически.

Самой распространенной на современном этапе является методика определения уровня транспортного обслуживания [1]. В соответствии с ней при выявлении рационального уровня сервиса проводят сопоставление затрат, доходов и прибыли, реализуя принцип компромиссного решения, когда предприятия достигают наилучшего соотношения между ценой и качеством услуг, между расходами и доходами. Фактически эта процедура сводится к сопоставлению расходов, связанных с повышением уровня обслуживания, с потерями доходов, которые растут при уменьшении количества и качества услуг. В конечном счете выявляется некоторый оптимум уровня обслуживания, с увеличением которого возрастают расходы на него, но сокращаются потери доходов от снижения уровня обслуживания. А с повышением уровня обслуживания закономерно снижаются затраты на исправление брака (расходы на рекламу).

Транспортный сервис оценивают показателем «уровень обслуживания» $P_{об}$ и вычисляют по формуле:

$$P_{об} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{N} \quad (1)$$

где n – фактическое количество оказанных услуг;

N – количество услуг, которое теоретически может быть предоставлено;
 t_i – время на выполнение i -й услуги.

В связи со значительными трудностями поиска и практической реализации оптимального уровня обслуживания, транспортные компании, предоставляющие услуги, и их клиенты руководствуются принципом «достаточно хорошее решение», то есть рациональным, приемлемым соотношением расходов и доходов. По мнению автора статьи, этим критерием не принимается во внимание ни стоимость, ни качество ТУ.

Более того, продолжительность предоставления услуг вступает в противоречие с их количеством: с одной стороны, чем больше количество услуг, тем выше уровень качества, с другой стороны, чем меньше стоимость и время предоставления услуги, тем лучше качество. Следовательно, транспортный сервис должен оцениваться комплексным сбалансированным показателем, который учитывал бы наиболее существенные факторы обеспечения качества ТУ и одновременно являлся бы понятным для широкого круга потребителей и перевозчиков.

Система показателей оценки уровня качества ТУ должна базироваться на технико-технологической и стоимостной составляющих качества (рис. 1) и учитывать их взаимное влияние (как положительное, так и отрицательное).

Например, если компания несет расходы на дополнительное оборудование для повышения уровня безопасности или сохранности грузов, то повышается уровень показателей безопасности или надежности. При этом лишнее время пребывания транспортного средства под погрузкой влечет за собой расходы на его простой. Наоборот, если не выполняются договорные обязательства, появляются дополнительные расходы из-за несоответствий требованиям качества. Обратная связь отмечена на рис. 1 пунктирной линией.

Общий алгоритм метода оценки качества ТУ должен учитывать баланс «качество–стоимость» и включать 5 этапов.

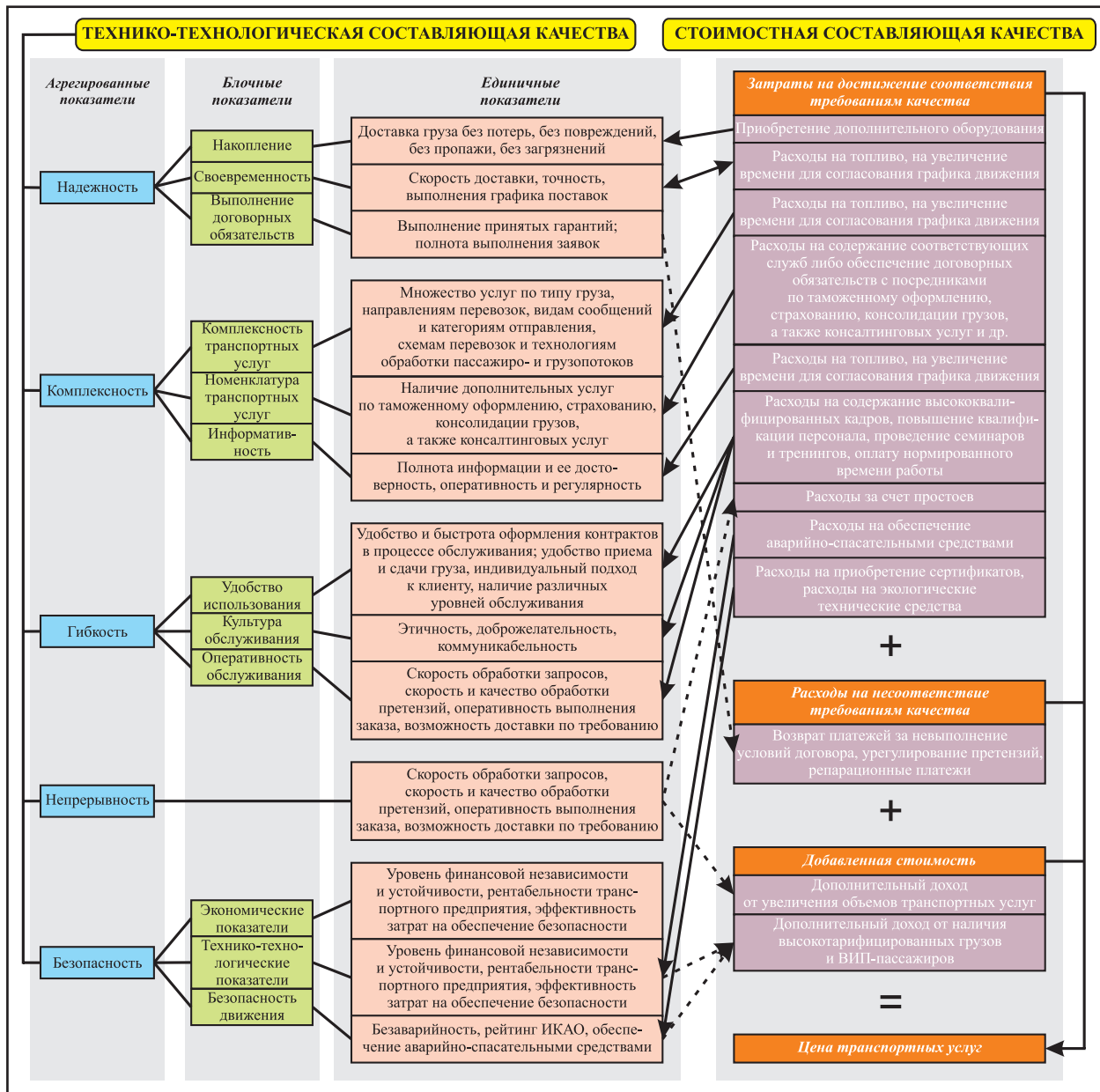


Рис. 1. Система показателей оценки уровня качества транспортных услуг

1. Оценка единичных показателей качества ТУ по заданной шкале, например 10-балльной.

В зависимости от количества баллов, которыми потребители охарактеризовали сервис, осуществляется предварительная оценка их качества в соответствии с профилем по следующей шкале: 0-3 балла – базовый уровень качества; 4-7 – необходимое (ожидаемое) качество; 8-10 – желательное качество.

2. Построение профиля качества ТУ.

3. Оценка весомости (на основе применения метода индивидуального экспертного опроса):

– единичных показателей качества определенного блочного показателя;

– блочных показателей в пределах определенного агрегированного показателя;

– агрегированных показателей в пределах интегрального показателя качества ТУ.

4. Определение средневзвешенных значений блочных и агрегированных показателей.

5. Расчет комплексного показателя качества ТУ.

На основе результатов исследований, проведенных автором статьи [2, 3] и другими учеными [4, 5], можно утверждать, что факторами, оказывающими наиболее существенное влияние на оценку со стороны потребителей качества ТУ, являются:

– скорость обработки грузов (доставка пассажиров);

– стоимость ТУ;

– надежность (доставка без аварий, потерь, повреждений, пропаяжи, загрязнений);

– комплексность (услуги по типу груза, направлениям перевозок, видам сообщений и категорий отправления, схемам доставки и технологиям обработки пассажиро- и грузопотоков);

– номенклатура ТУ (наличие дополнительного сервиса по таможенному оформлению, страхованию, консолидации грузов, а также консалтинговых услуг и др.).

Рассмотрим предлагаемую методику оценки качества ТУ на примере

обработки грузов в логистическом транспортном узле (ЛТУ).

Расчет скорости обработки грузов производится по формуле:

$$v = \frac{Q}{T_{роб}}, \quad (2)$$

где v – скорость обработки грузов (т/ч);
 Q – количество обработанного груза (т/месяц);

$T_{роб}$ – количество рабочих часов в месяц.

Стоимость ТУ в ЛТУ:

$$C = \frac{Доход}{Q}, \quad (3)$$

где v в знаменателе – месячный доход от предоставления всех ТУ в ЛТУ (руб.).

Надежность ТУ определяется на базе статистических данных о потерях и повреждениях:

$$H = \frac{Q_{повреждено}}{Q} * 100\%, \quad (4)$$

где Q – количество груза, обработанного в ЛТУ за месяц (т);

$Q_{повреждено}$ – количество груза утраченного, поврежденного и испорченного за месяц (т).

Комплексность и номенклатура ТУ в ЛТУ получается из соотношения:

$$KH = \frac{\sum_{i=1}^k n_i}{\sum_{i=1} N_i}, \quad (5)$$

где n_i – фактическое количество классов ТУ (по типу груза, направлениям перевозок, видам сообщений, категориям отправления, схемам доставки и технологиям обработки пассажиро- и грузопотоков);

k – фактическое количество услуг в рамках определенного класса;

l – количество услуг, которое теоретически может быть предоставлено в рамках определенного класса.

Расчет интегрального показателя качества обслуживания в ЛТУ основан на учете перечисленных факторов:

$$JO = \bar{v} * \omega^v + \bar{B} * \omega^B + \bar{H} * \omega^H + KH * \omega^{KH}, \quad (6)$$

где \bar{v} , \bar{B} , \bar{H} – показатели скорости, стоимости и надежности обслуживания, нормированные на их максимальные значения в отрасли (≤ 1).

В четырехмерном пространстве качество обслуживания в ЛТУ можно представить в виде некоторой точки,

тогда проекции вектора (проведенного в эту точку из начала координат на оси) будут отражать степень влияния каждого фактора на положение указанной точки и соответственно на уровень качества.

При подстановке формул (1-4) в (5) интегральный показатель качества обслуживания в ЛТУ принимает вид:

$$JO = \frac{Q}{Q} \omega^v + \frac{Q}{Q} \frac{R}{R} \omega^B + \frac{Q}{Q} \frac{Q_n}{Q_n} \omega^H + \frac{\sum_{i=1}^k n_i}{\sum_{i=1} N_i} \omega^{KH}, \quad (7)$$

где R – доход.

Символы, отмеченные апострофом, соответствуют максимальным значениям данных показателей по отрасли.

Количественное оценивание позволяет проводить сравнение качества ТУ, оказываемых различными компаниями. В результате у перевозчиков появляется действенный инструмент, призванный повысить конкурентоспособность ТУ.

Для оценки и сравнения уровня качества целесообразно использовать предлагаемый автором статьи «метод угла качества ТУ» в ЛТУ. В соответствии с ним качество ТУ по каждому отдельному показателю можно представить треугольником качества (рис. 2), где угол наклона вектора фактического значения параметра качества ТУ в ЛТУ вычисляется по формуле:

$$\sin \varphi = \frac{y_i}{\sqrt{x_i^2 + y_i^2}}, \quad (8)$$

Метод «угла качества» дает возможность выявить показатели, которые стоит изменить в лучшую сторону, а затем сравнить уровень качества рассматриваемого ЛТУ с оптимальными значениями.

На основе предложенного метода автором статьи был проведен расчет «угла качества» предоставляемых услуг в Николаевском морском торговом порту (рис. 3.) В результате вычислений выявили необходимость улучшения в первую очередь комплексности и скорости предоставления ТУ.

В заключение стоит отметить, что комплексный показатель качества ТУ целесообразно учитывать в процессе определения экономической эффективности внедрения логистических систем управления качеством, его также полезно применять как критерий эффективности, характеризующий основные направления совершенствования уровня качества.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Транспортная логистика / Под ред. Л. Б. Миротина. – М.: Экзамен, 2003.
2. Кучерук Г. Ю. Аналіз забезпечення рівня якості транспортних послуг заліз-

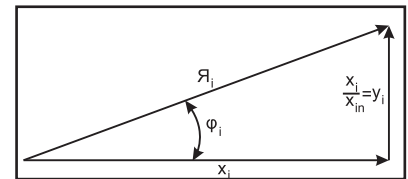


Рис. 2. Треугольник качества транспортных услуг по отдельным показателям

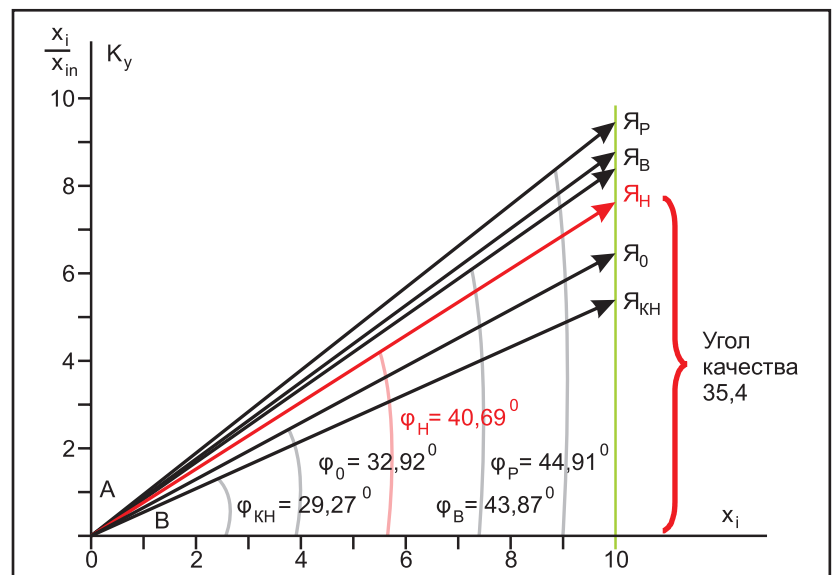


Рис. 3. Графическое отображение «метода угла» качества транспортных услуг в Николаевском ЛТУ

ничим транспортом. Зб. наук. праць Державного економіко-технологічного університету транспорту: – Серія «Економіка і управління». – Вип. 18 – Частина 1. – ДЕТУТ. 2011. 3. Кучерук Г. Ю. Сімкова Т. О. Аналіз забезпечення

необхідного рівня якості надання авіатранспортних послуг. Проблеми підвищення ефективності інфраструктури: Зб. наук. пр. – Вип.32. – К.: НАУ, 2011. 4. Карпенко О. О. Формування тарифів на змішані перевезення вантажів:

автореф. дис. канд. екон. наук: 08.00.04 [Електронний ресурс] / О. О. Карпенко; Нац. трансп. ун-т. – К., 2007. 5. Dale B., Bunney H. Total Quality Management Blueprint. - Oxford UK.:Blackwell Publishers Ltd, 2006.

УЧРЕЖДЕНИЕ: Московская государственная академия водного транспорта (МГАВТ)

ТЕМА: О проблемах медицинского обеспечения на водном транспорте

АВТОРЫ: Н.Г. СИНЯВСКИЙ, доктор экономических наук, профессор МГАВТ; О. В. СПРОГЕ, заведующий здравпунктом – врач-терапевт компании «Атомэнергопроект»

Водный транспорт (наряду с атомной энергетикой и авиацией) следует рассматривать как сферу деятельности, характеризующуюся жесткими стандартами в сфере безопасности.

В литературе (например, в [1]) встречаются следующие толкования термина «отрасль с высокими требованиями к безопасности»: «система высокого техногенного риска»; «система с высокой концентрацией опасных ресурсов»; «критически важные объекты».

Перечисленные понятия относятся к областям, где возникновение аварийного случая с большой долей вероятности приводит к масштабным последствиям как во внутренней, так и во внешней среде. При этом среди причин возникновения чрезвычайных ситуаций предполагаются террористические акты, природные катаклизмы и т.д.

Не стоит забывать и о системах, которые могут оказать существенное негативное влияние на окружающее их пространство, а также привести к отрицательным социальным, экологическим, экономическим и политическим последствиям. Целесообразно принимать во внимание не только случаи из разряда катастроф, но и ситуации с высокой вероятностью создания продолжительных угроз, например, постоянного загрязнения окружающей среды; проблемы, вызванные не только внешними, но и внутренними систематическими причинами как с ближайшим (по времени), так и с отдаленным развитием событий.

Чтобы подчеркнуть необходимость проведения комплексного анализа положения дел, принципиально важно оперировать характеристикой «отрасль с высокими требованиями к безопасности».

В проводимой автором статьи работе в качестве главного критерия,

систематически влияющего на безопасность социально-экономической системы, принят так называемый «человеческий фактор» в аспекте качества трудовых ресурсов предприятия.

Проведем анализ текущего состояния трудового потенциала (ТП) в России и проследим ход развития современной системы медицинского обеспечения (МО) как важнейшей сферы, определяющей его качество.

ТП страны – это совокупная общественная способность населения к труду, потенциальная трудовая способность общества [2].

Под населением подразумевается совокупность людей, проживающих в границах конкретной территории, которая описывается рядом параметров: динамика изменения численности; возрастно-половая структура; естественное движение; миграция; уровень образования.

Таким образом, значение основных показателей ТП напрямую связано с результативностью функционирования здравоохранения.

По официальной статистике, численность населения в России уменьшилась со 148,6 млн. человек в 1993 году до 141,9 млн. в 2009 году (снижение примерно на 4,8%) [3].

Демографическая ситуация в нашей стране характеризуется следующими тенденциями [4]: низкой рождаемостью; высоким уровнем смертности населения; снижением численности населения; малой продолжительностью жизни (особенно мужчин); высокой заболеваемостью органов дыхания.

Одним из важнейших показателей ТП является уровень образования граждан.

Анализ статистических данных показывает, что количество выпускников учебных заведений, реализующих программы среднего профессиональ-

ного образования и вузов, начало расти только после 2000 года. Это, безусловно, положительный момент. Однако количество выпускников, в частности по естественно-научным специальностям, пока не увеличивается [5], [6]. Более того, судя по информации, размещенной на официальном сайте Министерства образования и науки РФ, в настоящее время по естественно-научным специальностям обучается очень небольшая доля студентов [7].

Следовательно, можно констатировать дефицит кадров для отраслей промышленности. К тому же приход хорошо подготовленной молодежи на производство вовсе не означает достижение быстрого эффекта. Ведь каждому новому работнику еще предстоит получить на предприятии соответствующий практический опыт. Например, для водного транспорта (ВТ) этот период достигает 10 лет.

В последние докризисные годы в России на нужды здравоохранения расходовалось 3,7% ВВП (по состоянию на 2007 год). Это почти в 2 раза меньше, чем в государствах – членах Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР – от англ. Organization of economic cooperation and development – OECD) [8].

Даже при минимальных (по сравнению с развитыми экономиками) финансовых нормативах программы государственных гарантий (577 долларов США паритета покупательной способности в России против 2200 в лидирующих странах) в докризисном 2007 году в более чем 65% субъектов РФ положения документа не были исполнены. По сравнению с федеральными нормативами недофинансирование составило 65,4 млрд. руб. В 2008 году объем дефицита программы государственных гарантий в 49 субъектах РФ достиг 2,8 млрд. руб.

Описанная ситуация стала следствием постоянной нехватки средств у субъектов нашей страны и неэффективности функционирования существующего механизма финансирования из Федерального фонда обязательного медицинского страхования (ФОМС) и федерального бюджета.

Кроме того, фактические расходы (в среднем на человека) на территориальные программы государственных гарантий разнятся в 4,2 раза между 10% самых бедных и 10% самых богатых регионов [9]. Больше всего средств на здравоохранение направляется в регионах с высоким значением внутреннего валового продукта, полученного преимущественно за счет предприятий, добывающих полезные ископаемые – нефть и газ.

В связи с этим необходим поиск дополнительных источников финансирования здравоохранения (в частности, добровольное медицинское страхование (ДМС)).

В настоящее время в РФ существует проблема финансирования и рационального распределения средств на здравоохранение. Для ее решения целесообразно использовать модели стратегического партнерства государства, рынка и частного сектора [10].

Стоит упомянуть и о некоторых структурных особенностях, свойственных отечественному здравоохранению и не наблюдаемых в развитых странах: относительно низкая доступность для пациентов врачей общей практики (ВОП); нехватка среднего медицинского персонала; скромная оплата труда.

Тема совершенствования системы здравоохранения сегодня чрезвычайно актуальна. Существующие проблемы не могут быть решены только за счет реализации рекомендаций общего характера, например, с помощью увеличения размера целевых государственных расходов. Необходимо использовать все возможные способы, призванные повысить эффективность функционирования рассматриваемой сферы. При этом реализуемые мероприятия должны быть взаимосвязаны и направлены, в том числе, на обязательное и контролируемое поддержание определенного уровня состояния трудовых ресурсов, а исполнение соответствующих функций возложено на специальные подразделения как в рамках отдельных предприятий и отрасли в целом.

В книге Г.Б. Клейнера «Стратегия предприятия» описан разработанный автором общий подход к формированию государственных мер, направленных на модернизацию отечественных предприятий [11]. Так,

государство должно поддерживать наиболее цивилизованные, социально ориентированные структуры.

Одним из наиболее результативных направлений распределения финансовых средств в микро-, мезо- и макроэкономических системах является инвестирование в человеческие, трудовые ресурсы и, конечно же, в сферу медицины.

Система МО на водном транспорте может состоять из двух подсистем: подразделений, входящих в состав компаний, или структур, имеющих общепромышленную принадлежность.

С учетом результатов анализа стратегий развития предприятий, проведенного Г.Б. Клейнером, выделим следующие направления повышения эффективности деятельности хозяйствующих субъектов, призванных усовершенствовать модель организации системы МО за счет модернизации:

1. Организационной структуры системы МО предприятия.

Подразделения, осуществляющие МО компании, могут входить в ее состав или нет. В случае если МО осуществляется на предприятии, функции такой подсистемы определяются как «оказание первичной медицинской помощи и организация взаимодействия по программе ДМС».

Первая функция позволит увеличить возможности контакта с ВОП для работников отрасли. При этом может быть сформирована рациональная кадровая структура медицинского персонала с высшим и средним образованием.

Целесообразность наличия второй функции на уровне компаний объясняется необходимостью тщательного контроля за организацией взаимодействия между юридическими лицами по программе ДМС. Организация крупных медицинских центров, санаторного и курортного обеспечения должна осуществляться, очевидно, в масштабах отрасли в связи с дороговизной проектов.

2. Системы управления МО предприятия, в том числе организации ДМС.

Построение системы управления МО необходимо как при внешнем ее взаимодействии с компанией, так и при внутриорганизационном.

3. Структуры ресурсов предприятий в масштабе отрасли, региона, страны.

Особенности МО работников компаний на ВТ предполагают координацию усилий на микро-, мезо- и макроуровнях.

4. Каналов влияния общества на деятельность предприятия.

Деятельность в области организации здравоохранения должна широко освещаться в средствах массовой информации (в печати, на телевидении и т.д.).

5. Взаимоотношений системы МО предприятий с окружающей средой в рыночных условиях.

Необходимо определить роль и место системы МО компаний с учетом изменяющихся условий их деятельности.

6. Системы планирования деятельности предприятий ВТ во взаимосвязи с системой прогнозирования и планирования экономики государства.

Необходимо планировать работу компаний в социальной сфере с учетом действий, предпринимаемых в данной области на государственном уровне.

Предлагаемые направления модернизации предприятий предполагают реализацию соответствующих мер:

А. Повышение ответственности собственников и менеджмента компании за состояние ее трудовых ресурсов.

По закону предприятие обязано осуществлять отчисления на заработную плату и соблюдать требования по охране труда. Однако фактически состояние здоровья работников никак не контролируется. Организация может и не вести учет заболеваний с точки зрения снижения их количества. Кроме того, в отечественной практике отмечаются случаи занижения размеров официальной зарплаты и соответствующих отчислений.

Нормативы охраны труда и рекомендации эргономического характера также нередко не соблюдаются. Это объясняется стремлением к сокращению затрат предприятий в условиях сложного состояния некоторых отраслей отечественной промышленности.

Б. Изменение институциональной среды, в частности демократизация управления предприятием.

Для отраслей с высокими требованиями к безопасности демократизация управления компанией должна соотноситься с распределением ответственности таким образом, чтобы не снижалась надежность объектов.

В. Создание многоуровневой народно-хозяйственной системы обмена плановой стратегической информацией.

Анализ мер, принимаемых для повышения эффективности социально-экономических систем в развитых странах, показывает, что развитию систем обмена информацией между компаниями уделяется достаточно большое внимание [12]. Между тем О.В. Голосов и О.В. Лаптев предлагают развивать «источниковедение» [13].

Создание многоуровневой системы обмена информацией чрезвычайно

важно в здравоохранении, поскольку все организации, составляющие систему МО, имеют дело с одним и тем же главным объектом – здоровьем людей.

Г. Модернизация системы аттестации, оплаты труда и служебного продвижения персонала предприятий.

Данная мера призвана способствовать более высокой результативности использования ТП.

Д. Восстановление и развитие научно-исследовательской, опытно-конструкторской и инновационной деятельности на предприятиях.

Данное стратегическое направление является важным для модернизации промышленности в развитых странах [12] и признается главным для развития национальной промышленности [14].

Один из основных принципов развития инновационной деятельности – обеспечение высокого уровня качества трудовых ресурсов.

Е. Развитие отраслевой структуры экономики, создание «мягких» горизонтальных отраслевых структур обмена информацией и координации деятельности (налогообложение, субсидии, региональный протекционизм и т.п.) предприятий отрасли.

Социально-экономические системы, использующие данные методы, становятся более «закрытыми». Однако для отраслей с высокими требованиями к безопасности это оправданно из-за их высокой социальной и экологической значимости.

Ж. Развитие системы обеспечения безопасности (технологической и экономической) предприятий и отраслей.

Особую значимость данные меры приобретают для областей с высокими

требованиями к безопасности. Это обусловлено важностью состояния таких социально-экономических систем для безопасности окружающей среды.

ВЫВОДЫ

1. На основе анализа состояния здравоохранения в России определены некоторые проблемы организации МО.

2. Отмечена роль МО для ВТ как фактора обеспечения определенного уровня качества трудовых ресурсов.

3. На основе современного взгляда на формирование стратегий развития предприятий ВТ предложены пути модернизации компаний с целью совершенствования модели организации системы МО а также меры, призванные способствовать развитию указанных направлений.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Концепция федеральной целевой программы «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2015 года». «Средства спасения. Противопожарная защита 2011». Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2015 г. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 марта 2011 г. № 534-р. www.transafety.ru. 2. Морозова Т.Г. Государственная экономическая политика: учеб. пособие для вузов /Т.Г. Морозова [и др.]; под ред. Т.Г. Морозовой. – М.: ЮНИТИ-ДАНА,

2006. 3. Россия в цифрах. 2009: Крат. Стат. сб. / Росстат. – М., 2009. 4. А.В. Дадалко. Стратегия управления экономическими процессами в депрессивных отраслях промышленности России: монография. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010. 5. <http://vedomir.info/blog/statistika-reform-kultura/>. 6. С.Г. Кара-Мурза, С.А. Батников, С.Ю. Глазьев. Куда идет Россия. Белая книга реформ. М.: АЛГОРИТМ, 2006. 7. Официальный сайт Министерства образования и Науки РФ, 2009 г. 8. Улумбекова, Г.Э. Здравоохранение России. Что надо делать: научное обоснование «Стратегии развития здравоохранения РФ до 2020 года» / Г.Э. Улумбекова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. 9. Шишкин С.В. и др. Анализ различий в доступности медицинской помощи для населения России. – Независимый институт социальной политики. – М., 2007. 10. Экономическая безопасность: Учебник для студентов вузов по специальностям экономики и управления / В.А. Богомолов и др.; Под ред. В.А. Богомолова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2009. 11. Клейнер Г.Б. Стратегия предприятия. – М.: Издательство «Дело» АНХ, 2008. 12. Аньшин В.М., Дагаев. А.А. Инновационный менеджмент: Концепции, многоуровневые стратегии и механизмы инновационного развития: Учеб. пособие / Под ред. В.М. Аньшина, А.А. Дагаева. – 3-е изд., перераб., доп. – М.: Дело, 2007. 13. Голосов О.В. Регион: модельное отображение/ О.В. Голосов, О.В. Лаптев. – М.: Экономика, 2007. 14. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года / Утв. распоряжением Правительства РФ от 13 ноября 2009 г. № 1715-р.

УЧРЕЖДЕНИЕ: Волжская государственная академия водного транспорта (ВГАВТ)

ТЕМА: Использование САЕ-систем в прогнозах повреждений судов при ледовых сжатиях

АВТОР: В.А. ЛОБАНОВ, кандидат технических наук, доцент кафедры судоходства и безопасности судоходства

На современном этапе в рамках разработки Полярного кодекса утверждаются национальные нормативы, регламентирующие ледовое плавание (ЛП) судов, в том числе и в неарктических водах.

Так, в декабре 2011 года Российский морской регистр судоходства (РМРС) издал циркулярное письмо [13], в соответствии с которым флоту, ему поднадзорному и осуществляющему ЛП, рекомендуется иметь специальный документ – Свидетельство о допустимых условиях ЛП. Оно

выдается классификационным обществом по результатам освидетельствования судна и предшествующей данной процедуре обязательной экспертной оценки его ледовых качеств (ЛК). Последняя операция выполняется по заявке судовладельца компетентной организацией, аккредитованной при РМРС, и в качестве главного параметра принимается местная прочность корпуса при нагрузках от ледовых сжатий (ЛС).

Очевидно, что для оценки способности корпусных конструкций противостоять ЛС натурные испытания судна недопустимы.

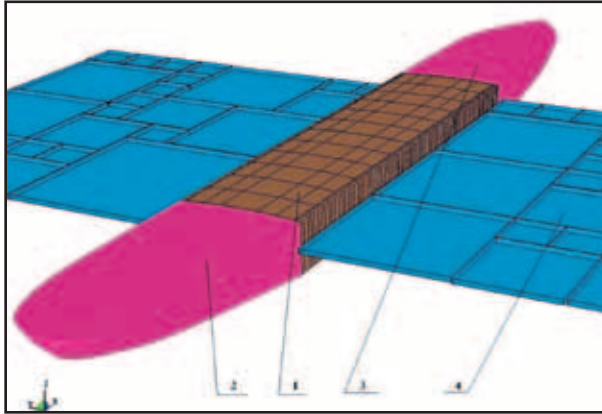


Рис. 1. Пример модели «судно – ледяной покров», используемой при анализе критических повреждений при сжатиях: 1 – цилиндрическая вставка; 2 – кормовая оконечность; 3 – носовая оконечность; 4 – ледяное поле

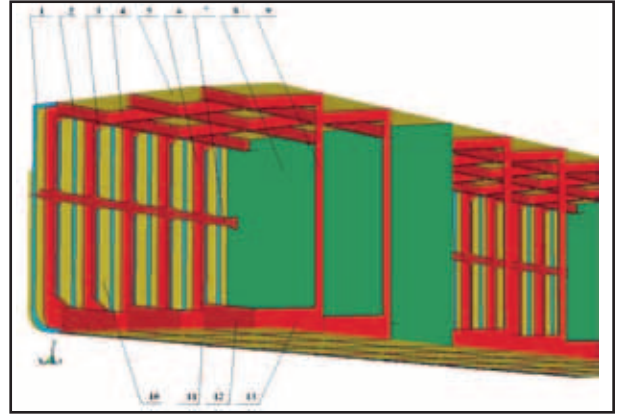


Рис. 2. Пример модели цилиндрической вставки, используемой при анализе критических повреждений при сжатиях: 1 – холостой шпангоут; 2 – карлингс; 3 – кница; 4 – бимс; 5 – палуба; 6 – рамный шпангоут; 7 – бортовой стрингер; 8 – переборка; 9 – пиллерс; 10 – борт; 11 – днище; 12 – кильсон; 13 – флор

Альтернативным источником получения относительно достоверной информации о ЛК принято считать модельный эксперимент. Однако его проведение в полном масштабе возможно только в современных, оснащенных передовым оборудованием НПО или КБ. Поскольку на данный момент подобных учреждений существует немного, этот вариант остается неприемлемым для большинства судовладельцев. Соответственно остается один оптимальный способ, одобряемый РМРС, – анализ ЛК с помощью расчетов.

Вместе с тем, по мнению ледовых экспертов ВГАВТ, многолетний опыт применения известных полуаналитических или эмпирических методик свидетельствует не только об их ограниченности, но и о некорректности получаемых результатов для определенного круга вопросов по обеспечению безопасности судоходства (в первую очередь при оценке ледовой прочности [5, 8, 9]). Вот почему наряду с упомянутыми способами специалисты академии активно используют CAE-системы.

CAE-системы – это программные комплексы, реализующие численные (часто в конечно-элементной постановке) решения в задачах механики твердых тел и различных сред. Трудоемкость описания и относительная длительность вычислений компенсируются высокой адекватностью, наглядностью и детализацией рассматриваемых процессов. В общем случае CAE-системы выступают в качестве инструмента, позволяющего получить оптимальное соотношение затрат судовладельца на проведение анализа ЛК судов с достоверностью итоговых данных.

Эксперты закономерно отдают предпочтение универсальному программному комплексу LS-DYNA [1] (кстати, изначально разрабатывавшемуся для анализа быстротекущих процессов). Уже первые попытки адаптировать эту систему для решения задач безопасности ледового судоходства показали обнадеживающие результаты. Дальнейшее ее применение позволило уточнить реологию рассматриваемых материалов, алгоритмы контактных взаимодействий тел, формулировки конечных элементов, что существенно повысило адекватность моделей.

LS-DYNA объединяет 3 автономные структурные единицы: препроцессор, процессор и постпроцессор.

Первая составляющая предназначена для создания геометрии модели, ее конечно-элементного разбиения, выбора и задания свойств материалов, типов элементов, контактных алгоритмов, методов расчета, вывода содержания и объемов информации для последующей постпроцессорной обработки.

Процессор-транслятор осуществляет непосредственный расчет. Основное его достоинство – реализация параллельных вычислений на многопроцессорных (многоядерных) комплексах. Для этого существуют несколько версий процессора. Так, современные многоядерные компьютеры успешно работают с версией SMP (от англ. Shared memory parallel – параллельно разделяемая память).

Возможности постпроцессорной обработки данных, и в частности визуализация результатов моделирования, являются принципиально значимыми элементами CAE-систем.

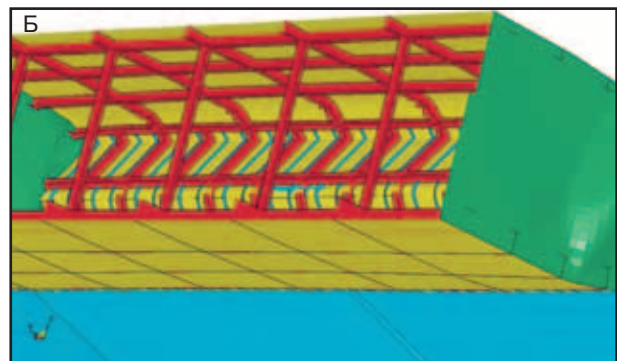
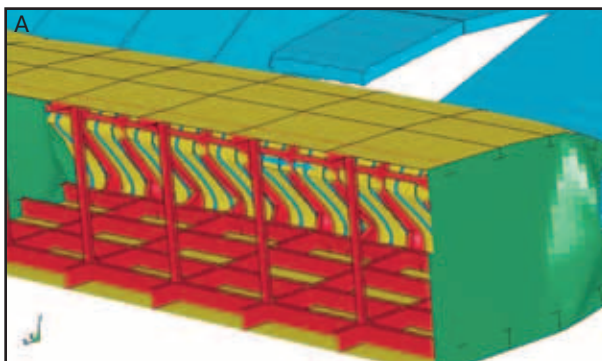


Рис. 3. Характер повреждений цилиндрической вставки при сильных сжатиях: А – вид сверху; Б – вид снизу

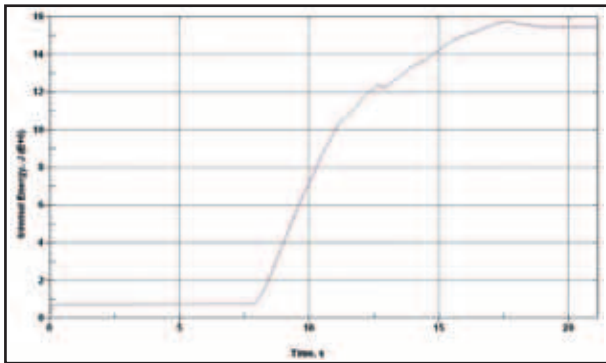


Рис. 4. Временная зависимость суммарной внутренней энергии конструкции цилиндрической вставки при сильных сжатиях

Постпроцессор LS-DYNA располагает богатым набором средств анализа модели: масштабирование, детализация, инструменты для измерений, градиентные поля параметров, уровни, изолинии, следы, сечения, разрезы, векторы, графический процессор, анимация. В отношении численных экспериментов по оценке основных ЛК судов использование указанных инструментов позволяет вводить обоснованные критерии безопасности, корректировать традиционные аналитические подходы или определять границы их применимости.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КРИТИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ

Моделирование сильных сжатий, вызывающих критические повреждения корпусов вплоть до их разрушения, обычно производится при анализе серьезных аварий или прогнозах «ледовой живучести» судов. Это наиболее трудоемкая задача на этапе препроцессинга и довольно ресурсоемкая в расчетах.

Трудоемкость обусловлена необходимостью высокой детализации в общем случае конструкций всего корпуса судна. Однако анализ ледовой аварийности флота показывает, что наиболее разрушительному воздействию ледовых сжатий подвержены цилиндрические вставки. Следовательно, основным условием адекватности модели является степень детализации и дискретизации конструкций цилиндрической вставки. Носовую и кормовую оконечности, имеющие значительные наклоны бортов и углы входа ватерлиний, вполне допустимо строить упрощенно.

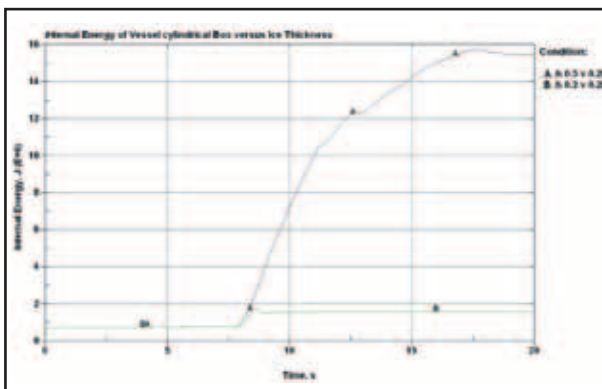


Рис. 5. Влияние толщины мелкобитых льдов на уровень повреждений цилиндрической вставки судна при ледовых сжатиях: А – толщина льда 0,5 м; В – толщина льда 0,2 м)

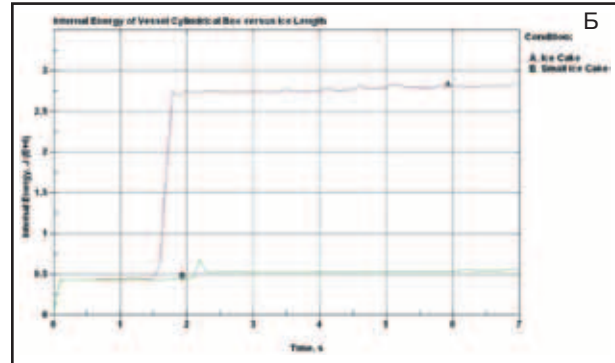
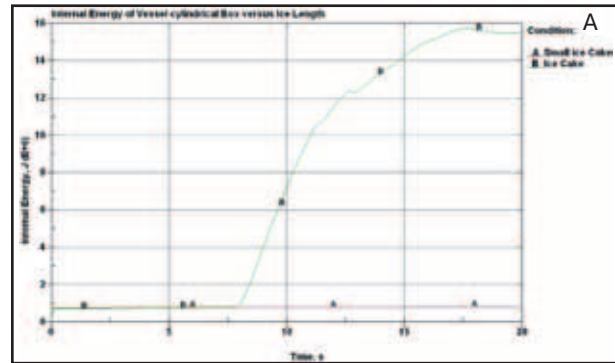


Рис. 6. Влияние раздробленности льдов на уровень повреждений цилиндрической вставки судна при ледовых сжатиях: А – толщина льда 0,5 м; Б – толщина льда 0,2 м

В качестве примера на рис. 1 и 2 показана общая модель «судно – лед» и детальная модель цилиндрической вставки соответственно. Размеры конструкций цилиндрической вставки выполнены в пределах требований РМРС к ледовой категории «Ice-1» («Лед-40»).

Необходимо отметить, что в конечно-элементной модели (рис. 1) отсутствует вода. Как показал опыт CAE-симуляции, при незначительных скоростях перемещений тел в условиях ледовых сжатий действие воды как контактной среды можно заменить узловыми силами на поверхности ледяного поля и обшивке корпуса судна [6]. Такая замена не вносит значимых погрешностей в результат, но дает большой выигрыш в скорости счета, поскольку из численной обработки исключается третья среда и дополнительный контактный алгоритм. Используемые модели материалов (сталь, лед), их физико-механические характеристики, алгоритмы контактного взаимодействия тел и типы конечных элементов обоснованы автором статьи в работах [4, 7].

Процессинг сопровождается периодическим контролем качественных изменений корпуса (рис. 3) и количественным анализом накопления деформаций по величине параметра повреждения [5, 8, 9] или уровню суммарной внутренней энергии в корпусных конструкциях (рис. 4). Расчет допустимо завершать с прекращением эффективного прироста параметра повреждения (внутренней энергии).

Главные аргументы, определяющие характер и степень повреждений судна при сжатиях, – толщина и раздробленность льдов. Их прочность и скорость дрейфа в момент навала на судно оказывают гораздо меньшее воздействие. Подобное влияние проиллюстрировано графиками на рис. 5-7.

Так, данные на рис. 5 и 6 указывают на толщину и раздробленность льдов в качестве доминирующих факторов в рассматриваемом наборе аргументов, вли-

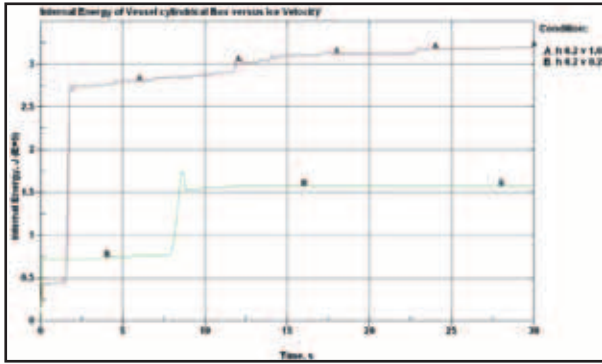


Рис. 7. Влияние скорости дрейфа наваливающегося ледяного поля на уровень повреждений цилиндрической вставки судна при ледовых сжатиях: А – мелкобитый лед толщиной 0,2 м при скорости дрейфа 1,0 м/с; В – то же при скорости дрейфа 0,2 м/с

яющих на степень повреждаемости судна при сжатиях. Например, уменьшение толщины мелкобитых льдов с 0,5 до 0,2 м более чем на порядок снижает уровень повреждений (рис. 5). Качественно это различие выглядит так, как показано на рис. 8.

Почти аналогичная пропорция в уровнях повреждений свойственна соотношению «мелкобитый лед – тертый лед» (рис. 6А). Уменьшение толщины льда сохраняет отмеченную тенденцию, но в значительно меньшей степени (рис. 6Б).

Известные автору статьи аналитические методики не учитывают связь динамики ледяного покрова при сжатии с повреждениями судов, где ледовые нагрузки принимаются

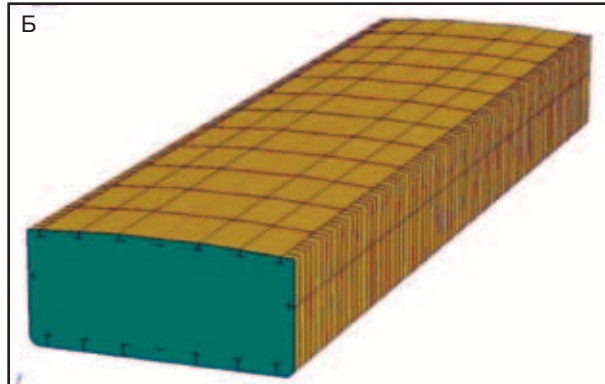
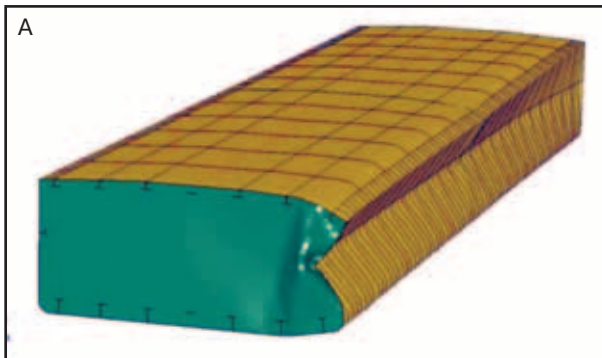


Рис. 8. Влияние толщины мелкобитых льдов на характер повреждений цилиндрической вставки судна при ледовых сжатиях: А – толщина льда 0,5 м; Б – толщина льда 0,2 м

равными предельным усилиям, разрушающим лед заданной толщины и прочности [2, 3, 12].

Между тем в реальных условиях корпуса судов со слабыми ледовыми подкреплениями могут получить неприемлемые для эксплуатации деформации еще до начала разрушения льда. Прежде всего это касается грузового флота внутреннего и смешанного плавания. Такие суда если и имеют ледовые усиления, то лишь в редких случаях они превышают категорию «Ice-1».

Как видно из анализа кривых на рис. 7, численное моделирование выявляет упомянутую связь – скорость движения льда в процессе сжатия сказывается на уровне повреждений судна. Объяснить явление можно тем, что значительную долю деформаций корпусные конструкции получают в начальный период навала льдов, когда отсутствует их интенсивное торошение, а ледовые нагрузки, зависящие от кинетической энергии ледяного поля, импульсно возрастают (рис. 9). Однако справедливым будет признать развитие событий, когда в реальном диапазоне скоростей дрейфа льда (и особенно при ветровых сжатиях) эти различия повреждений судов малозначимы.

Влияние прочности льда в интервале ее естественного изменения на уровень повреждений судна при сжатиях сопоставимо с воздействием скорости дрейфа ледяного поля. Так, например, численное моделирование показывает, что варьирование физико-механическими характеристиками льда, реализующее двукратное уменьшение его прочностных свойств, снижает параметр повреждения цилиндрической вставки всего лишь на 25-30%.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОПУСТИМЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ

Данный прием численного эксперимента используется при разработке Ледового паспорта судна – приложения к Свидетельству. Одним из обязательных пунктов документа является выбор условий самостоятельного (безледокольного) ЛП. В свою очередь определение безопасных границ такого плавания сводится к расчетам допустимых ледовых сжатий.

Накопленный экспертами опыт показывает, что в первом приближении предельно допустимая толщина зимних сплошных или сильносплоченных льдов для самостоятельного плавания судна составляет половину величины, указанной в знаке его ледовой категории. Именно уточнение такого уровня с учетом прочности льда является целью расчетов.

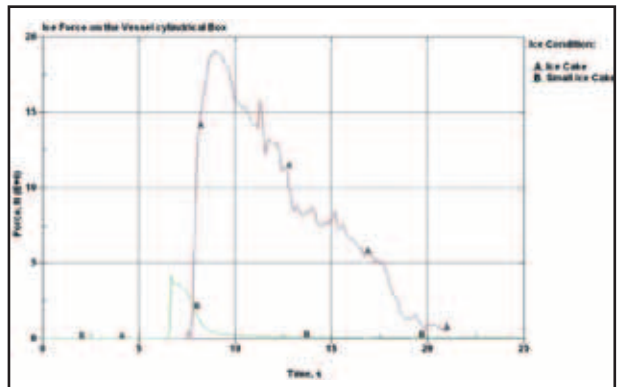


Рис. 9. Временная зависимость нагрузок на корпусе судна в начальный период ледового сжатия: А – мелкобитый лед толщиной 0,5 м; Б – тертый лед толщиной 0,5 м

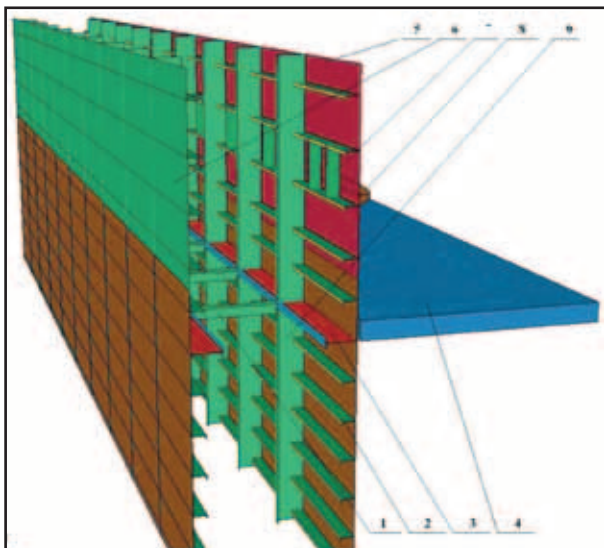


Рис. 10. Модель бортового перекрытия цилиндрической вставки танкера пр. 19614: 1 – междубортная распорка; 2 – продольное ребро жесткости; 3 – бортовой стрингер; 4 – ледяное поле; 5 – обшивка наружного борта; 6 – обшивка внутреннего борта; 7 – дополнительное ребро жесткости; 8 – привальный брус; 9 – рамный шпангоут

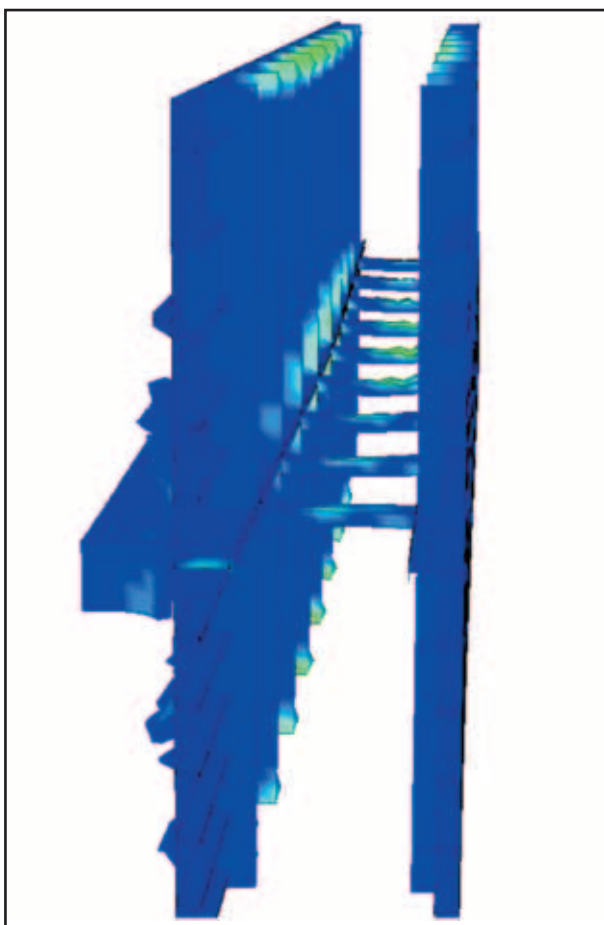


Рис. 11. Развитие деформаций бортового перекрытия танкера пр. 19614 при его сжатии зимними льдами толщиной 0,4 м

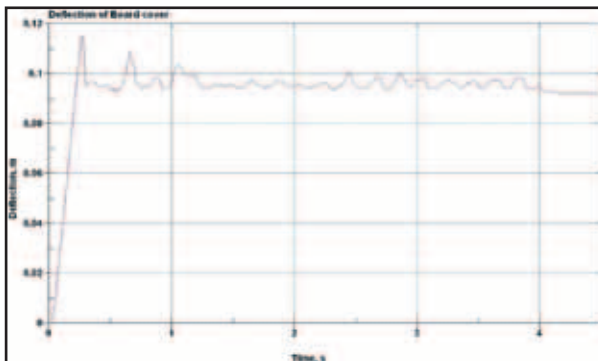


Рис. 12. Временная зависимость стрелки прогиба наружного бортового перекрытия танкера пр. 19614 при его сжатии зимними льдами толщиной 0,4 м

При этом обычно для нескольких заданных значений прочности льда с небольшим шагом по толщине анализируются в пределах установленной ледовой категории судна.

Отсутствие необходимости в оценках разрушающего воздействия ледяного покрова существенно упрощает постановку задачи. Соответственно для получения адекватных результатов достаточно смоделировать одно бортовое перекрытие цилиндрической вставки судна с жестко закрепленными узлами по периметру конструкции. На рис. 10 показан пример такой модели, описывающей бортовое перекрытие танкера смешанного плавания пр. 19614.

В ходе вычислений, аналогично предыдущему случаю, анализируется характер деформаций, получаемых бортовыми конструкциями (рис. 11).

Постпроцессорная обработка результатов расчета связана с выявлением количества и величины характерных повреждений – бухтин, гофрировки обшивки, выпучин набора, вмятин всего перекрытия.

На рис. 12 показано развитие вмятины, образующейся в наружном бортовом перекрытии танкера пр. 19614 при сжатии зимними льдами толщиной 0,4 м. Пример также наглядно иллюстрирует, что в пределах «допустимых сжатий» основные повреждения корпусных конструкций развиваются в начальные моменты навала льдов.

Расчетные деформации подлежат сравнению с их нормативными величинами по правилам регистров (морского или речного) [10, 11], затем делается вывод о допустимости (или неприемлемости) подобного сочетания ледовых условий (толщина – прочность) для самостоятельного плавания судна. В случае отрицательного ответа в базу данных заносятся два последних значения толщины льда при его заданной прочности, а при положительном ответе производится «шаг по толщине льда» и расчет повторяется.

Использование описанного алгоритма позволяет сформировать серию сочетаний «толщина – прочность льда», которые будут находиться вблизи границы допустимых условий самостоятельного плавания. Степень приближения будет зависеть от выбранного шага по толщине льда. Если провести дополнительную статистическую обработку этого набора точек, то можно получить кривую, которая графически определит границу допустимых сочетаний толщины и прочности льда.

ВЫВОДЫ

1. По результатам конечно-элементного моделирования факторами, определяющими уровень повреждения корпу-

сных конструкций судна при ледовых сжатиях, являются толщина и раздробленность ледяного покрова. Влияние прочности льда и скорости его дрейфа в диапазонах их естественного изменения малозначимо.

2. В условиях «сильных сжатий» повреждения в корпусе, несовместимые с дальнейшей эксплуатацией судна, развиваются в течение начального периода навала льдов (в пределах нескольких секунд). При «допустимых сжатиях» основные деформации конструкций достигают своих максимумов на порядок быстрее.

3. Моделирование с помощью CAE-систем процесса сжатия судна льдами характеризуется высокой адекватностью результатов. Следовательно, допустимо их использование при разработке нормативных документов, регламентирующих ледовое плавание судов.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Hallquist J.O. LS-DYNA 950. Theoretical Manual. Livermore Software Technology Corporation. LSTC Report 1018. Rev. 2. USA, 2001. – р 498. 2. Железнов С.С., Чуприков В.Г. Определение нагрузок ледового сжатия на корпус транспортных судов. – Проектирование средств продления навигации. Межвузовский сборник. Горьковский политехнический институт. – Горький, 1986, с.118-127. 3. Курдюмов В.А. Расчетные методы определения ледовой нагрузки на корпус судна// Перспективные типы морских транспортных судов, их мореходные и ледовые качества. Транспорт. 1990. с. 116-127. 4. Лобанов В.А. Алгоритм контактного взаимодействия тел со льдом в задачах с конечно-элементной постановкой. Дифференциальные уравнения и процессы управления, № 3, 2009. Электронный журнал, рег. № П2375 от 07.03.97 ISSN 1817-2172, <http://www.neva.ru/journal/j/pdf/lobanov2.pdf>. 5. Лобанов В.А. Визуализация результа-

тов численных экспериментов по оценке ледовых качеств судов. Научная визуализация, № 3/03, 2011. Электронный журнал, № гос. рег. 0421200125, ISSN 2079-3537, <http://sv-journal.com/2011-3/03.php>. 6. Лобанов В.А. Гидродинамика льда в задачах с конечно-элементной постановкой. Дифференциальные уравнения и процессы управления, № 1, 2010. Электронный журнал, рег. №П2375 от 07.03.97 ISSN 1817-2172, <http://gamma.niimm.spb.su/diffjournal/j/pdf/lobanov3.pdf>. 7. Лобанов В.А. Моделирование льда в задачах с конечно-элементной постановкой. Дифференциальные уравнения и процессы управления, № 4, 2008. Электронный журнал, рег. № П2375 от 07.03.97 ISSN 1817-2172, <http://www.neva.ru/journal/j/RU/numbers/2008.4/issue.html>. 8. Лобанов В.А. Оценка местной ледовой прочности корпуса судна численными методами. Дифференциальные уравнения и процессы управления, № 3, 2010. Электронный журнал, рег. № ФС77-39410 от 15.04.2010 ISSN 1817-2172, <http://www.neva.ru/journal/j/pdf/lobanov4.pdf>. 9. Лобанов В.А. Численная оценка ледовых качеств судна. Прочность. Вестник научно-технического развития, № 12, 2011. Электронный журнал, № гос. рег. 0421200120, ISSN 2070-6847, <http://www.vntr.ru/ftpgetfile.php>. 10. Правила классификационных освидетельствований судов в эксплуатации. НД № 2-020101-012. – СПб.: Российский морской регистр судоходства, 2012. – 343 с. 11. Правила освидетельствования судов в эксплуатации. Руководство Р.035-210. – М.: Российский речной регистр судоходства, 2010. – 127 с. 12. Прочность судов, плавающих во льдах / Ю.Н.Попов, О.В.Фаддеев, Д.Е.Хейсин, А.Я.Яковлев. – Л.: Судостроение, 1967. – 224 с. 13. Свидетельство о допустимых условиях ледового плавания. Циркулярное письмо главного управления Российского морского регистра судоходства от 19 декабря 2011 г. № 314-2.2-547ц.

УЧРЕЖДЕНИЕ: Российское научно-техническое общество водного транспорта (РосНТО ВТ)

ТЕМА: Статическая прочность крупногабаритных сварных сосудов

АВТОРЫ: **В.Г. АБРОСИМОВ**, доктор технических наук, профессор; **Д.Э. БЕССМЕРТНЫЙ**, кандидат технических наук; **А.И. ПЫРКОВ**, соискатель; **А.И. ЛУКИН**, соискатель; **С.С. РЕМИЗОВ**, соискатель

Накопленный опыт изготовления и эксплуатации крупногабаритных сварных сосудов, работающих под давлением, свидетельствует о том, что общепринятые в расчетах на прочность критерии для таких объектов недостаточны, а обоснованность выбора материала не подкрепляется стандартными испытаниями малых образцов на механические свойства.

В современной литературе описано достаточно много случаев разрушения сварных сосудов давления, произошедших при относительно низких напряжениях по сравнению с условной статической прочностью использованного материала [1, 2]. По статистике, изломы чаще всего происходят при пониженной температуре эксплуатации. Однако подобное возможно и при нормальной температуре, которая выше критической хрупкости, определяемой традиционными испытаниями на ударную вязкость.

На протяжении ряда последних лет ученые исследовали, в частности, крупногабаритный сварной корпус реактора

диаметром более 5000 мм. Речь идет о конструкции, рассчитанной на избыточное давление в пределах 50-70 атм и изготовленной из малоуглеродистой стали с повышенной сопротивляемостью дисперсионному старению.

В СССР в рамках экспериментальной программы для испытания крупногабаритных образцов была создана специальная машина с разрывной силой 8000 Т. На ней испытывали детали из основного металла и заготовки с электрошлаковыми швами по технологии, разработанной для изготовления натурального корпуса. Сначала образцы имели размеры 500 см², а впоследствии достигали 1000-2000 см².

Одновременно проводились эксперименты с деталями небольших размеров из того же материала для определения масштабного фактора и обстоятельного изучения свойств выбранного вещества при разной технологии изготовления и термообработки. В дополнение к растяжению осуществлялись испытания на изгиб. И хотя в итоге не могло быть

получено величин, позволяющих оценить предельное состояние корпуса, опытные данные оказались полезными для сравнения разных типов материалов, размеров заготовок и условий работы.

Кроме того, тензометрическим и оптическим методами на моделях исследовалась напряженность корпуса.

В России же проверяли прочность цельных сварных сосудов, которые предварительно термообрабатывались для устранения остаточных напряжений. Подобные эксперименты проводились путем повторной нагрузки избыточным давлением с последующей статической перегрузкой до разрушения с целью изучения влияния циклической деформации на характер разрушения и на величину предельного номинального статического напряжения. Также с помощью образцов изучался эффект малоциклового усталости на критические температуры перехода.

Результаты исследований, проведенных с целью объяснения причин внезапных разрушений крупногабаритных конструкций при низком уровне напряжений, позволили сделать следующие выводы.

1. При испытаниях образцов с разными абсолютными размерами особенно важным оказалось влияние больших напрягаемых объемов материала (масштабный фактор). Следовательно, необходимо тщательно обосновывать экстраполяцию данных экспериментов по статической прочности с учетом значительных объемов. С увеличением сечений элементов конструкций растет уровень технологических остаточных напряжений, которые вызывают (главным образом при большой толщине стенок свариваемой конструкции сложной конфигурации) неблагоприятную напряженность, образующую значительную часть общей потенциальной энергии, аккумулированной в рассматриваемом объекте.

2. У небольших образцов, подвергнутых статической нагрузке при температуре выше критической, нарез обычно вызывает повышение прочности, выраженной в номинальных напряжениях. У крупных образцов, наоборот, воздействие более высоких концентраций приводит к понижению прочности. Быстро протекающее разрушение крупногабаритных конструкций возникает в местах концентрации напряжений преимущественно в местах надрезов и трещин, перпендикулярных силовому потоку.

Условия, при которых нарушаются равновесия в зонах концентрации материала, были теоретически проана-

лизированы более чем полвека назад А.А. Гиффитсом. Указанное равновесие определяется следующим условием: затрата энергии на распространение трещины (на преодоление сил сцепления в материале) меньше, чем убыль упругой энергии, освобождаемой при этом в конструкции. Такое квазистатическое условие, разумеется, является значительно упрощенным отражением действительности, но характеризует значение концентрации напряжений для инициирования быстро развивающейся трещины.

3. Для крупногабаритных сварных конструкций температура, содействующая быстро развивающимся разрушениям при невысоком уровне напряжений, всегда выше критической температуры, определяемой стандартными испытаниями на ударную вязкость материала. Основой этого является тот факт, что температура, содействующая быстрому распространению трещины, зависит от напряженности и размеров конструкции, и ее нельзя оценивать по испытаниям небольших образцов со сложной напряженностью, типа образцов с надрезом, испытываемых на удар.

4. При длительной эксплуатации материал всегда терпит изменения, способствующие потере вязкости в связи с процессами механического старения, вызываемыми малоциклового усталостью в местах наибольших напряжений, дисперсионного старения, а также потерей вязкости под действием достаточно высокой интегральной дозы нейтронного облучения. Эти изменения более интенсивны у крупногабаритных конструкций при высоком уровне напряжений, вследствие чего повышается критическая температура перехода, что приводит к возможности возникновения хрупких трещин.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Абросимов В.Г., Гусенков А.П., Когаев В.П. Проблема усталости элементов шлюзовых ворот транспортных гидротехнических сооружений. – М., с. 99-104.
2. В.Г. Абросимов, Д.Э. Бессмертный. О несущей способности деталей машин и металлоконструкций при их статическом и повторно статическом нагружении / «Речной транспорт (XXI век)». 2012. – № 4 – с. 75.
3. В.Г. Абросимов, С.В. Преснов, А.И. Пырклов, С.С. Ремизов. Метод испытаний на цикловую прочность при программном неизометрическом нагружении / «Речной транспорт (XXI век)». 2012. – № 5 – с. 81.

УЧРЕЖДЕНИЯ: ФГБУ «МОРРЕЦЕНТР», МГАВТ

ТЕМА: Методический аппарат обоснования выбора навигационного тренажера для организации подготовки судоводителей внутреннего водного транспорта

АВТОРЫ: М.А. ИВАНОВ, кандидат технических наук, начальник отдела разработки учебно-программной документации и информационных технологий ФГБУ «МОРРЕЦЕНТР»; О.В. ДЕМЧЕНКОВ, кандидат технических наук, профессор кафедры «Судовождение» МГАВТ

Профессиональная подготовка судоводителей внутреннего водного транспорта (ВВТ) относится к одной из важнейших мер профилактики транспортных происшествий (ТП) на внутренних водных путях (ВВП) и организационно реа-

лизуется в виде курсов повышения квалификации, а также тренажерной подготовки [1, 2].

В соответствии с требованиями Минтранса России тренажерная подготовка судоводителей ВВТ проводится на навигационных тре-

нажерах в учебно-тренажерных центрах (УТЦ), имеющих свидетельства на право проведения обучения слушателей по следующим двум программам:

– «Использование судовых РЛС на внутренних водных путях (ВВП)»;



Рис. 1. Сведения об УТЦ России, осуществляющих подготовку судоводителей ВВТ

– «Эксплуатация систем отображения электронных навигационных карт и информации (СОЭНКИ) на ВВП».

По данным ФГБУ «МОРРЕЦЕНТР» на 30 сентября 2012 года на территории Российской Федерации для подготовки судоводительского состава ВВТ функционируют 34 УТЦ, оснащенных навигационными тренажерами следующих производителей:

1. «Транзас» (Санкт-Петербург): навигационный тренажерный комплекс «NTPro-4000/5000».
2. «Научно-технический тренажерный центр» (Калининград): тренажерный комплекс «МАРЛОТ».
3. НПК «Системы и технологии» (Санкт-Петербург): тренажер судовождения и связи внутренних водных путей серии «RNM».
4. Научно-производственный тренажерный центр «Тренажерные системы» (Омск): комплексный судоводительский тренажер «МАСТЕР» (в настоящее время не выпускается).
5. МНПО «Инфокон» (Красноярск): радиолокационный тренажер для внутренних водных путей «Riv.Sim 2.5».

Расположение УТЦ, имеющих право осуществлять тренажерную подготовку судоводителей ВВТ, а также сведения об их оснащении представлены на рис. 1.

Результаты анализа оснащенности УТЦ навигационными тренажерами различных производителей для подготовки судоводительского состава ВВТ представлены в виде диаграммы на рис. 2.

Из рис. 2 видно, что большинство УТЦ России оснащено оборудованием компаний «Транзас» (Санкт-Петербург) и «Научно-технический учебный тренажерный центр» (Калининград). Выпускаемые этими компаниями универсально-комплексные тренажеры в первую очередь являются «морскими», а для обучения судоводителей ВВТ их специальным образом адаптируют [2].

В настоящее время выбор конкретного УТЦ и модели навигационного тренажера, как правило, осуществляется по «территориальному принципу» (чем ближе – тем лучше), а также с учетом «пожеланий» заказчиков, основанных на их эмпирическом опыте и интуиции [2-8].

Анализ причин транспортных происшествий в период 1999-2011 годов [3-5] позволяет сделать однозначный вывод о необходимости учета при организации тренажерной подготовки судоводителей ВВТ особенностей водных бассейнов, типов

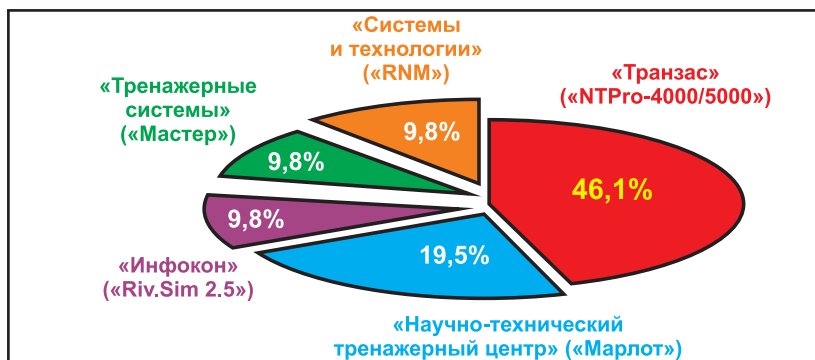


Рис. 2. Распределение производителей тренажерной техники для подготовки судоводителей ВВТ России

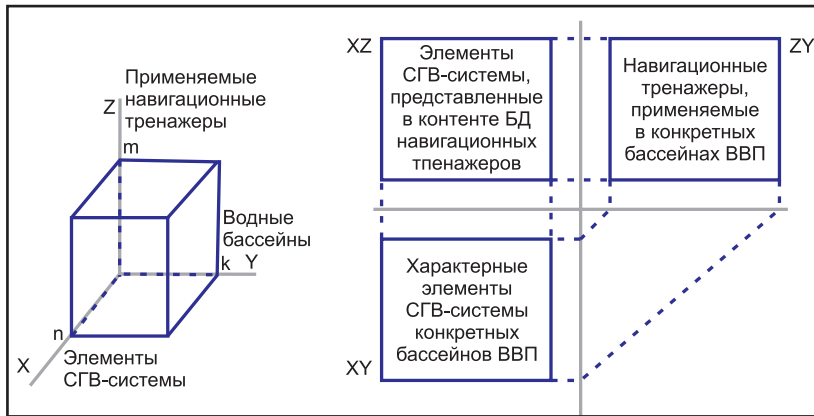


Рис. 3. Взаимосвязь категорий, использующихся для анализа контента баз данных навигационных тренажеров

и групп судов, на которых работают обучаемые.

Проведенное авторами исследование существующих подходов к обоснованию выбора навигационных тренажеров для подготовки судоводителей ВВТ показало, что в настоящее время нет единой методики решения подобной задачи, а предлагаемые способы оценки эффективности тренажеров [3, 4] можно сгруппировать по следующим признакам: качественные, количественные и комплексные.

Перечисленные способы оценки эффективности навигационных тренажеров предполагают применение, как правило, одной или нескольких невязанных характеристик, а «методы с использованием комплексных и экспертных оценок» являются слишком обобщенными и не позволяют получать объективные оценки эффективности и качества процесса профессионального обучения судоводителей ВВТ для конкретных водных бассейнов ВВП.

В результате изучения конструктивных и программных особенностей авторами статьи было установлено, что основным отличительным признаком навигационных тренажеров различных фирм-производителей является контент (содержимое) их баз данных (БД). Именно он определяет перечень возможных решаемых задач при подготовке судоводителей ВВТ [5, 7].

Сопоставление причин транспортных происшествий на ВВП с данными о контенте БД современных навигационных тренажеров позволяет сделать вывод о существовании причинно-следственной связи качества тренажерной подготовки судоводителей ВВТ с контентом БД навигационных тренажеров. В результате статистических исследований распределения зарегистрированных на территории РФ типов и групп судов ВВТ, участвовавших в транспортных происшествиях на ВВП,

в [5, 7] было обосновано отсутствие системного подхода при формировании контента БД современных навигационных тренажеров для подготовки судоводителей-речников.

Реальный опыт организации подготовки судоводителей ВВТ для конкретных водных бассейнов ВВП в УТЦ РФ [5-8] позволяет утверждать, что для организации качественного профессионального обучения судоводителей ВВТ необходим научнообоснованный методический аппарат обоснования выбора УТЦ и навигационного тренажера, учитывающий особенности конкретных водных бассейнов, специфику судоходных компаний и контент БД навигационных тренажеров различных фирм-производителей.

В настоящей статье предлагается авторский методический аппарат, являющийся результатом исследований, опубликованных в [3, 4-9], и позволяющий решать следующие взаимосвязанные задачи:

- обоснование выбора навигационного тренажера для УТЦ из уже существующих тренажеров, имеющих свидетельство Минтранса России;
- формирование предложений по модернизации контента БД существующих навигационных тренажеров для оснащения УТЦ конкретного водного бассейна;
- подбор УТЦ и навигационного тренажера при организации подготовки судоводителей ВВТ для конкретного водного бассейна, типов и групп судов ВВТ.

Основой для проведения объективного анализа контента БД навигационных тренажеров является концепция СГВ-системы, сформированной из трех кластеров (категорий параметров) [9]:

- 1) кластер «С» – типы транспортных средств ВВТ;

2) кластер «Г» – гидротехнические сооружения (ГТС);

3) кластер «В» – элементы ВВП.

Адаптация к предметной области исследований пространственной модели «Куб безопасности» [6, 10, 11] выявила взаимосвязи между элементами кластеров исследуемых категорий по разверткам XY, XZ и ZY, как показано на рис. 3. Для анализа контента БД навигационных тренажеров развертки XY, XZ и ZY представляем в виде матриц, элементы которых принимают значения 1 или 0 соответственно при наличии или отсутствии конкретного параметра в исследуемой категории.

Развертка XY определяет наличие элементов СГВ-системы в конкретных водных бассейнах ВВП РФ и в матричном виде может быть представлена как:

$$XY = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{k1} & b_{k2} & \dots & b_{kn} \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где b_{ij} – j -й элемент СГВ-системы i -го водного бассейна ВВП, $i=1\dots k$, $j=1\dots n$;

k – количество водных бассейнов; n – количество элементов СГВ-системы, в общем случае $k \neq m \neq n$.

Развертка XZ определяет наличие элементов СГВ-системы в контенте БД навигационных тренажеров и в матричном виде может быть представлена как:

$$XZ = \begin{pmatrix} t_{11} & t_{12} & \dots & t_{1n} \\ t_{21} & t_{22} & \dots & t_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ t_{m1} & t_{m2} & \dots & t_{mn} \end{pmatrix}, \quad (2)$$

где t_{ij} – j -й элемент СГВ-системы в БД i -го тренажера, $i=1\dots m$, $j=1\dots n$; m – количество исследуемых моделей навигационных тренажеров различных фирм-производителей для подготовки плавсостава судов ВВТ.

Развертка ZY определяет наличие навигационных тренажеров, установленных в УТЦ конкретных водных бассейнов, и в матричном виде может быть представлена как:

$$ZY = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1m} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{k1} & c_{k2} & \dots & c_{km} \end{pmatrix}, \quad (3)$$

где c_{ij} – j -й навигационный тренажер, используемый в i -м водном бассейне ВВП, $i=1\dots k, j=1\dots m$.

Концепция применения разверток (1)-(3) является основой предлагаемого в статье методического аппарата.

Для каждого g -го навигационного тренажера, которому соответствует строка матрицы XZ СГВ-системы, вычисляется $K_t(g)$ – коэффициент полноты представления элементов в контенте БД навигационных тренажеров:

$$K_t(g) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n t_{gj}, g \in \{1, 2, \dots, m\}, (4)$$

где m – количество исследуемых моделей навигационных тренажеров различных фирм-производителей для подготовки плавсостава судов ВВТ;

n – количество элементов СГВ-системы, в общем случае $m \neq n$.

В итоге получаем вектор $\bar{K}_t = |K_t(1), K_t(2), \dots, K_t(m)|$, характеризующий все многообразие исследуемых навигационных тренажеров. Тогда процедура оценки эффективности навигационных тренажеров для подготовки судоводителей ВВТ сводится к сравнению значений элементов вектора \bar{K}_t .

В результате изучения особенностей контента БД стандартных комплекций современных навигационных тренажеров в соответствии с (4) были получены количественные оценки K_t , приведенные на рис. 4.

Выбор конкретных моделей навигационных тренажеров для подготовки судоводителей ВВТ зависит от специалистов различных целевых аудиторий: руководителей УТЦ, производителей навигационных тренажеров и лиц, ответственных за организацию профессиональной подготовки судоводителей. В общем случае перечисленные специалисты относятся к категории лиц, принимающих решение (ЛПР).

Используя \bar{K}_t , ЛПР судоходных компаний, ответственные за организацию профессиональной подготовки судоводителей ВВТ и безопасность судоходства в конкретных водных бассейнах ВВП, могут делать аргументированные выводы о целесообразности применения конкретных моделей навигационных тренажеров.

При организации переподготовки на навигационных тренажерах групп судоводителей ВВТ, работающих в конкретном водном бассейне или готовящихся к выполнению специального рейса, руководителям судоходных компаний и лицам, ответственным за организацию профподготовки плавсостава ВВТ, целесообразно сформировать индивидуальную СГВ-систему в соответствии

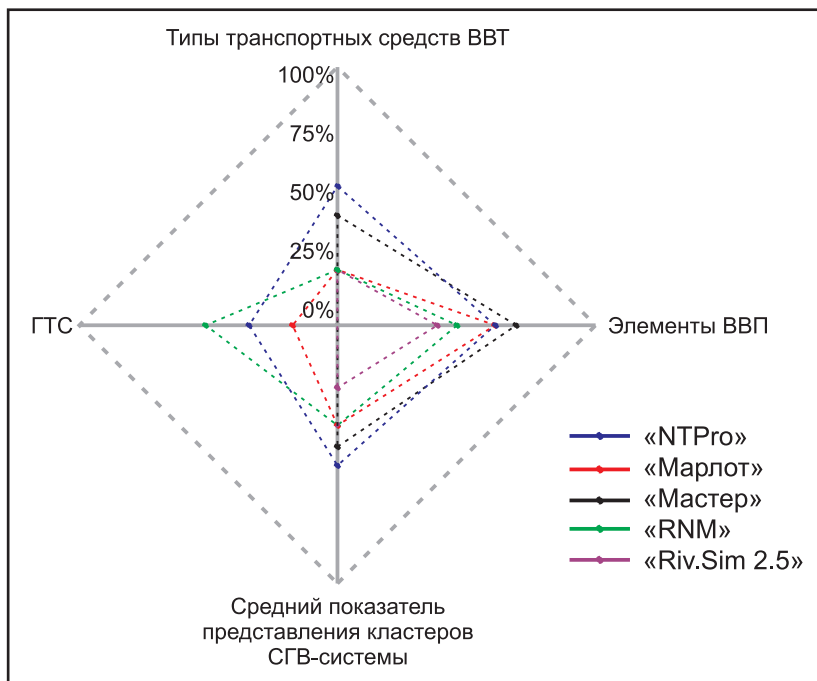


Рис. 4. Диаграмма, иллюстрирующая оценки полноты представления элементов кластеров СГВ-системы в контенте БД современных навигационных тренажеров в стандартных комплекциях

со схемой-анализатором, представленной на рис. 5.

Аналогично формируется индивидуальная СГВ-система для организации переподготовки на навигационных тренажерах конкретных групп судоводителей ВВТ.

Для формирования индивидуальной СГВ-системы в развертке $XY(1)$ и $XZ(2)$ вводим Δn^* дополнительных элементов, соответственно получая матрицы XY^* и XZ^* размерности $(k \times [n + \Delta n^*])$ и $(m \times [n + \Delta n^*])$. Тогда решение задачи обоснования

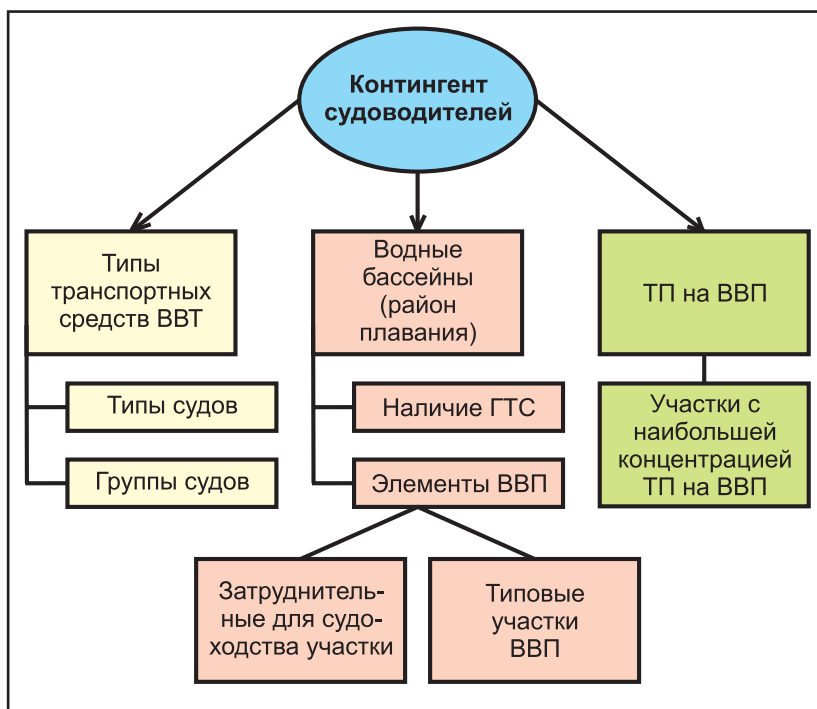


Рис. 5. Схема-анализатор для формирования индивидуальной СГВ-системы с учетом особенностей контингента судоводителей

рекомендаций по выбору конкретного УТЦ и навигационного тренажера при организации подготовки судоводительского состава для судоходной компании с судами, работающими в s-м водном бассейне, сводится к извлечению из матрицы XY^* соответствующей вектор-строки:

$$\overrightarrow{XY}_s^* = \left| b_{s1}, b_{s2}, \dots, b_{sn}; \right. \\ \left. b_{s(n+1)}, \dots, b_{s(n+\Delta n^*)} \right| = \overrightarrow{B}_s^* \quad (5)$$

где $n+\Delta n^*$ – количество элементов СГВ-системы с учетом особенностей группы судоводителей, где $\dim \overrightarrow{B}_s^* = \dim \overrightarrow{B}_s = \Delta n^*$;

s – исследуемый водный бассейн, $s \in \{1, 2, \dots, k\}$;

k – количество водных бассейнов.

В свою очередь, матрица XZ с учетом дополнительных Δn^* элементов примет следующий вид:

$$XZ^* = \begin{pmatrix} t_{11} & t_{12} & \dots & t_{1(n+\Delta n^*)} \\ t_{21} & t_{22} & \dots & t_{2(n+\Delta n^*)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ t_{m1} & t_{m2} & \dots & t_{m(n+\Delta n^*)} \\ \dots & t_{1n} & t_{1(n+1)} & \dots & t_{1(n+\Delta n^*)} \\ \dots & t_{2n} & t_{2(n+1)} & \dots & t_{2(n+\Delta n^*)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & t_{mn} & t_{m(n+1)} & \dots & t_{m(n+\Delta n^*)} \end{pmatrix} \quad (6)$$

В результате перемножения матрицы XZ^* на вектор $(\overrightarrow{B}_s^*)^T$ получаем вектор-столбец размерности $(1 \times m)$ вида:

$$XZ^* \times \overrightarrow{B}_s^{*T} = \overrightarrow{BD}_s^* = \begin{pmatrix} \sum_{j=1}^{n+\Delta n^*} t_{1j} b_{sj} \\ \sum_{j=1}^{n+\Delta n^*} t_{2j} b_{sj} \\ \dots \\ \sum_{j=1}^{n+\Delta n^*} t_{mj} b_{sj} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} BD_s^*(1) \\ BD_s^*(2) \\ \dots \\ BD_s^*(m) \end{pmatrix} \quad (7)$$

где m – количество исследуемых моделей навигационных тренажеров.

Каждый элемент $BD_s^*(j) \in BD_s^*$, ($j \in \{1, 2, \dots, m\}$) определяет количество элементов индивидуальной СГВ-системы, присутствующих в контенте базы дан-

ных g*-го навигационного тренажера. Тогда для организации подготовки конкретной группы судоводителей рекомендуется выбрать УТЦ, оснащенный навигационным тренажером, которому соответствует элемент вектора с наибольшим числовым значением:

$$\exists g^* \in \{1, 2, \dots, m\} : BD_s^*(g^*) = \max_{\forall i \in \{1, \dots, m\}} BD_s^*(i) \quad (8)$$

Практическое использование метода подбора УТЦ продемонстрируем на примере организации переподготовки судоводителей III и IV групп судов для Обь-Иртышского водного бассейна (ОИВБ) в соответствии с нормативными документами Минтранса России. Для этого ЛПР судоходной компании должны выбрать навигационный тренажер и УТЦ с учетом индивидуальных особенностей СГВ-системы ОИВБ для данной группы судоводителей ВВТ.

Извлечем из матрицы XY^* (6) вектор-строку, соответствующую Обь-Иртышскому водному бассейну (ОИВБ) с учетом данных [2, 4-8], где $\Delta n^*=2$. В соответствии с (7) перемножаем матрицу XZ^* на вектор $(\overrightarrow{XY}_{\text{ОИВБ}}^*)^T$ и получаем вектор-столбец:

$$\overrightarrow{BD}_{\text{ОИВБ}}^* = \begin{pmatrix} 13 \\ 9 \\ 12 \\ 7 \\ 9 \end{pmatrix} \quad (9)$$

Анализ (9) на соответствие (8) позволяет ЛПР принять обоснованное решение по использованию для профессиональной подготовки судоводительского состава III и IV групп судов ОИВБ навигационных тренажеров «NTPro» и «МАСТЕР», соответствующих элементам $BD_{\text{ОИВБ}}^*(1)$ или $BD_{\text{ОИВБ}}^*(3)$. В рассматриваемом бассейне есть несколько УТЦ, оснащенных данными тренажерами, поэтому ЛПР имеют возможность организовать качественную профессиональную подготовку судоводителей непосредственно в ОИВБ.

Следует отметить, что в результате расчетов может быть получено решение, предусматривающее переподготовку судоводителей ВВТ в УТЦ других регионов.

В качестве примера рассмотрим организацию переподготовки судоводителей III и IV групп судов Волжского водного бассейна (ВВБ) в городе Самара, в котором функционируют два УТЦ, оснащенные навигационными тренажерами типа «МАРЛОТ». Извлечем из матрицы XY^*

(6) вектор-строку, соответствующую ВВБ с учетом данных [2,4-8], где $\Delta n^*=2$.

В соответствии с (7) перемножаем матрицу XZ^* на вектор $(\overrightarrow{XY}_{\text{ВВБ}}^*)^T$ и получаем вектор-столбец:

$$\overrightarrow{BD}_{\text{ВВБ}}^* = \begin{pmatrix} 15 \\ 10 \\ 13 \\ 10 \\ 9 \end{pmatrix} \quad (10)$$

Анализ (10) на соответствие (8) позволяет ЛПР принять обоснованное решение по использованию для профессиональной подготовки судоводительского состава III и IV групп судов ВВБ УТЦ, оборудованных навигационными тренажерами «NTPro» и «МАСТЕР», соответствующих элементам $BD_{\text{ВВБ}}^*(1)$ или $BD_{\text{ВВБ}}^*(3)$. Данные [2, 6] и картосхема на рис. 1 позволяют сделать вывод, что в настоящее время в Самаре нет УТЦ с официально освидетельствованными тренажерами указанных типов. Следовательно, для качественной подготовки судоводителей ВВТ III и IV групп судов в соответствии с картосхемой на рис. 1 и [2], необходимо командировать их в УТЦ, оснащенные рекомендованными тренажерами. Например, в города Казань («NTPro»), Нижний Новгород («МАСТЕР») или Уфу («NTPro»).

Необходимо отметить, что при выборе навигационного тренажера «NTPro» для организации подготовки судоводителей ВВТ необходимо учитывать конкретную комплектацию БД УТЦ, которая, как правило, отличается от полной и тем самым снижает качество подготовки.

Предлагаемый в статье методический аппарат относится к разряду превентивных мер, направленных на снижение количества ТП на ВВП. Кроме того, авторы считают целесообразным реализацию следующих мероприятий в данном направлении:

- разработка единой политики подготовки судоводителей ВВТ;
- создание новой нормативной базы, регулирующей подготовку плавсостава ВВТ как на курсах повышения квалификации, так и по программам тренажерной подготовки;
- создание единого реестра судоводителей ВВТ в виде электронной БД с обязательными сведениями по стажу работы, рабочему диплому, образованию, участию в ТП на ВВП, обучению в УТЦ и на курсах повышения квалификации;

– пересмотр действующих технико-эксплуатационных требований к тренажерам для подготовки судоводителей ВВТ в части обязательных компонентов БД применительно к ВВП, а также к типам и группам судов эксплуатируемых на них;

– разработка учебных полигонов с учетом особенностей конкретных водных бассейнов ВВП для организации качественной подготовки судоводителей;

– создание региональных УТЦ, оборудованных навигационными тренажерами, контент БД которых позволит проводить подготовку судоводителей из «местных» водных бассейнов;

– проведение предрейсовой подготовки судоводительского состава определенных групп и типов судов на навигационных тренажерах перед началом навигации, в особенности для восточных регионов России с продолжительным межнавигационным периодом.

В заключение следует отметить, что в ряде водных бассейнов ВВП России тренажерной подготовке судоводителей не уделяют должного внимания. Так, по результатам анкетирования судоводителей Северо-Восточного водного бассейна (р. Лена), было установлено, что 94,7% опрошенных не обучались на навигационных тренажерах в межнавигационный период, что указывает на теоретизированность данной подготовки [12]. Причем, 36,4% респондентов устраивает уровень профессиональной подготовки в подобных учебных заведениях. Всего лишь 13,9% опрошенных судоводителей выезжали на

переподготовку за пределы своего региона.

Эти факты свидетельствуют о необходимости дальнейших исследований в области разработки методических основ применения навигационных тренажеров при подготовке судоводителей ВВТ с целью профилактики аварийности на ВВП России.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Иванов М.А. Исторический обзор отечественных тренажеров для подготовки судоводительского состава внутреннего водного транспорта // «Речной транспорт (XXI век)». 2011. № 2 (50). С. 87 – 92. 2. Иванов М.А. Обзор оснащенности учебно-тренажерных центров навигационными тренажерами для подготовки судоводителей судов внутреннего водного транспорта // «Речной транспорт (XXI век)». 2011. № 3 (51). С. 80 – 85. 3. Иванов М.А., Демченков О.В. Об одном методическом подходе к оценке эффективности навигационных тренажеров. Материалы XXXVII Всероссийской конференции «Управление движением корабля и специальными аппаратами». – М.: ИПУ РАН, 2011. С. 63 – 69. 4. Иванов М.А., Демченков О.В. Об одном способе комплексной оценки эффективности навигационных тренажеров для подготовки судоводителей судов внутреннего водного транспорта. Сборник научных трудов «Судовождение и обеспечение безопасности судоходства». М.: Альтаир-МГАВТ, 2011. С. 34 – 50. 5. Иванов М.А. Методы анализа контента баз данных навигационных тренажеров для подготовки судоводителей внутреннего водного транспорта.

Дис. ...канд. тех. наук. – М.: «МГАВТ», 2012. 118с. 6. Иванов М.А., Демченков О.В. Метод оценки навигационных тренажеров для судоводителей. // Мир транспорта. 2011. № 3 (36). С. 140-145. 7. Иванов М.А., Демченков О.В. Сравнительный анализ качества тренажерной подготовки судоводительского состава судов внутреннего плавания. // «Речной транспорт (XXI век)». 2011. № 4 (52). С. 90 – 95. 8. Demchenkov O. SC-method of adaptation Marine navigational simulators for training river shipmasters. – в кн. Transport Systems and Processes. Marine navigation and Safety of sea transportation (TransNav'2011). – London: Taylor&Francis Group, 2011, pp.213-218. 9. Иванов М.А., Демченков О.В. Обоснования перечня параметров для оценки эффективности навигационных тренажеров, используемых при подготовке судоводителей судов внутреннего плавания. Сборник научных трудов «Судовождение и обеспечение безопасности судоходства». – М.: Альтаир-МГАВТ, 2011. С. 58 – 67. 10. Гусев В.С., Кузин Б.И., Медников М.Д., Соколицын А.С., Степашин С.В., Федотов А.В., Шульц В.Л. Экономика и организация безопасности хозяйствующих субъектов. – СПб.: ИД «Очарованный странник», 2001. 256с. 11. Домарев В.В. Безопасность информационных технологий. Системный подход. – Киев: ООО ТИД ДиаСофт, 2004. 992 с. 12. Стручков В.И. Совершенствование системы безопасности судоходства в новых экономических условиях (на примере Северо-Востока Российской Федерации). Дис. ...канд. тех. наук. – Новосибирск: «НГАВТ», 2010. С. 64-77.

УЧРЕЖДЕНИЕ: Омский институт водного транспорта – филиал НГАВТ

ТЕМА: Методология сравнительного анализа работы пароходств

АВТОРЫ: Б.И. КЫЧАНОВ, доцент, кандидат экономических наук;
Е.В. ХРАПОВА, доцент, кандидат экономических наук; кафедра «Экономика»

Успешное ведение бизнеса и формирование путей его развития требует постоянного анализа экономических показателей работы предприятия, сравнения эффективности его работы с деятельностью конкурентов, выявления и использования резервов роста эффективности производства.

Значительную помощь в оценке возможностей и резервов развития предприятия может оказать сравнительный анализ. Сравнение экономических показателей работы предприятия может проводиться с показателями предыдущих лет, плановыми и нормативными показателями,

среднеотраслевыми показателями и т.д. Эффективным методом выявления резервов развития предприятия является сравнение экономических показателей родственных предприятий.

В дорыночный период развития нашей экономики при централизованном управлении межзаводской сравнительный анализ проводился для министерств отраслевыми институтами. Его результаты обычно представлялись только самим министерствам и использовались в целях централизованного планирования и регулирования. Например, если на одном из родственных предприятий средняя заработная

плата была значительно выше, чем на других, такому предприятию в плановом периоде нередко урезали фонд заработной платы, что не стимулировало рост производительности труда и использование резервов экономии труда. Аналогично данные межзаводского сравнительного анализа в условиях административно-командной системы управления использовались для установления заданий по росту производительности труда, фондоотдачи, темпов роста выпуска продукции (объема услуг), снижения затрат и т.п. К сожалению, данные межзаводского сравнительного анализа не доводились до предприятий и не использовались ими для выявления резервов. Низкая эффективность межзаводского сравнительного анализа объяснялась и тем, что сами предприятия в условиях административно-командной системы управления не были заинтересованы в выявлении и использовании резервов снижения затрат и экономии труда.

В условиях рыночной экономики ситуация изменилась. Собственники предприятий заинтересованы в использовании резервов, применении передовых методов организации труда и производства, новых технологий и т.п. С другой стороны, в условиях конкуренции возрастает закрытость технической, технологической, экономической и финансовой информации о деятельности предприятий, более полно на практике реализуется принцип конфиденциальности финансовой и иной отчетности, что затрудняет проведение межзаводского сравнительного анализа. Вместе с тем возможность для проведения такого анализа сохраняются и их необходимо использовать. Например, акционерные общества законодательно обязаны публиковать свою финансовую отчетность и основные результаты хозяйственной деятельности.

По каким основным направлениям целесообразно проведение межзаводского сравнительного анализа?

Для выявления резервов роста производительности труда целесообразно сравнение затрат труда (трудоемкости) на одну тонну груза, 1 т/км (ткм), 1 руб. выручки. Для выявления резервов сокращения целодневных потерь времени целесообразно сравнение целодневных неявок (потери по болезням, административные отпуска, целодневные простои, прогулы) в днях на одного работника в год, сравнение результатов хронометража рабочего времени. Важное значение имеет сравнительный анализ структуры кадров. Для этого нужно сравнивать по предприятиям (пароходствам) численность управленцев по профессиям на 100

рабочих, численность вспомогательных рабочих по профессиям на 100 основных рабочих и т. д. Если, например, на одном судоремонтном заводе на одного мастера приходится 15 рабочих, а на другом (при прочих равных условиях) – 30 рабочих, то стоит задуматься об укрупнении участков на первом предприятии. Аналогичные выводы могут быть сделаны при сравнении численности других управленцев или вспомогательных работников. При выявлении резервов снижения затрат целесообразно сравнение себестоимости перевозок одной тонны груза (затрат на 1 ткм) по элементам затрат: расходы на топливо, заработную плату, амортизацию и т. д. При анализе будут интересны такие показатели как фондовооруженность, фондоотдача, экстенсивные и интенсивные показатели использования основных фондов и т.п. Для сравнительной оценки финансового состояния, перспектив его развития по предприятиям проводится оценка платежеспособности, ликвидности баланса, кредитоспособности, коэффициентов, характеризующих их финансовую устойчивость.

Рассмотрим некоторые результаты сравнительного анализа, проведенного авторами на основе данных, опубликованных на официальных сайтах. В качестве объекта исследования были взяты речные пароходства: Ленское объединенное (ЛОРП), Иртышское (ИРП), Северное, Енисейское (ЕРП), Московское (МРП), а также судоходные компании «Волжское пароходство» (ВП) и «Донречфлот» (ДРФ). Конечно, при сопоставлении экономических показателей пароходств надо учитывать, что их деятельность протекает в разных природно-климатических условиях, с разной длительностью периода навигации, разными районными коэффициентами при начислении заработной платы; предприятия имеют разную структуру выручки, фондовооруженность и т. п. Однако проведение сравнительного анализа полезно, по мнению авторов, как для благополучных, так и для менее благополучных по экономическим показателям предприятий.

О результатах эффективности труда в перечисленных пароходствах дают представление данные таблицы 1.

Как видно из данных таблицы 1, эффективность труда в пароходствах существенно различается. По тем пароходствам, по которым есть данные об объеме перевозок в ткм, наиболее высокая выработка в ЕРП – 917,2 тыс. ткм на одного работающего, наиболее низкая – в ЛОРП – 321,8 тыс. ткм, что составляет между ними разницу в 2,9 раза. Еще

Сравнительный анализ объема выполненных работ и производительности труда в пароходствах в 2010 году

Таблица 1

Показатели	ЛОРП	ИРП	СРП	ЕРП	ВП	ДРФ	МРП
1. Объем грузоперевозок, тыс. т	1164,0	488,0	498,1	3290,1	5463,0	-	41,07
2. Объем грузоперевозок, млн. ткм	1931,0	481,0	471,7	2526,9	-	-	1475
3. Выручка, млн. руб.	2428,0	598,9	521,1	2853,6	4067,0	1550,5	289,3
4. Численность работающих, чел.	6001	1241	965	2755	3245	562	85
5. Выработка 1-го работающего: тыс. ткм; тыс. руб.	321,8 404,6	387,7 482,6	488,8 540,0	917,2 1035,7	- 1253,3	- 2759,0	- 3403,5
6. Фонд оплаты труда, тыс. руб.	-	188193	-	971672	833233	167015	33450
7. Среднегодовая заработная плата, тыс. руб.	-	151,6	-	352,6	256,8	297,2	393,5
8. Чистая прибыль, тыс. руб.	-571	1079	1652	243888	555000	55486	18965
9. Чистая прибыль на 1-го работающего, тыс. руб.	-0,095	0,86	1,71	88,52	171,0	98,7	223,1

Структура затрат на производство и реализацию услуг по пароходствам

Таблица 2

Элементы затрат	ИРП		ВП		ЕРП		МРП		ДРФ	
	Сумма тыс. руб.	В % к итогу	Сумма тыс. руб.	В % к итогу	Сумма тыс. руб.	В % к итогу	Сумма тыс. руб.	В % к итогу	Сумма тыс. руб.	В % к итогу
1. Материальные затраты (включая топливо)	163001	27,7	1197350	35,0	719461	33,2	65324	36,9	584502	62,5
2. Затраты на оплату труда	188193	31,8	833233	23,0	783180	36,3	33450	18,8	84873	9,0
3. Страховые взносы	45243	7,7	216640	6,3	180109	8,4	7157	4,1	20661	2,2
4. Амортизация	24883	4,0	239470	7,0	99955	4,5	16810	9,5	213377	22,8
5. Прочие расходы	170062	28,8	934307	28,7	378798	17,6	53673	30,6	32411	3,5
Итого	591382	100,0	3421000	100,	2161503	100,0	176143	100,0	935824	100,0

больше различия проявляются при сравнении выработки в стоимостном выражении, соотношение минимальной и максимальной производительности труда составляет 1:8,5. Наиболее высокая производительность труда в стоимостном выражении в ДРФ, МРП (соответственно 3403,5 и 2759,0 тыс. руб.), наиболее низкая – в ЛОРП, ИРП (соответственно 404,6 и 482,6 тыс. руб.).

Более высокая эффективность труда вызывает и увеличение размера прибыли. Поэтому закономерно, что предприятия с наиболее высокой выработкой на одного работника – ЕРП, ВП, ДРФ, МРП – имеют наиболее высокую чистую прибыль как в абсолютном выражении, так и размер чистой прибыли на одного работника. По последнему показателю, на первом месте находится МРП – 223,1 тыс. руб. чистой прибыли на одного работающего, далее – ВП – 171,0 тыс. руб., ДРФ – 98,7 тыс. руб., ЕРП – 88,5 тыс. руб.

Примерно в таком же порядке располагаются предприятия по уровню среднегодовой заработной платы: чем выше выработка на одного работника, тем выше уровень оплаты труда работающих. Самая высокая среднегодовая заработная плата в МРП, ЕРП, соответственно 393,5 тыс. руб. и 352,6 тыс. руб.; самая низкая – в ИРП – 151,6 тыс. руб., т. е. в 2,6 раза ниже, чем в двух вышеназванных пароходствах.

Представляет интерес анализ размера и структуры затрат на производство и реализацию услуг по пароходствам (таблица 2). Анализ проведен на основе данных финансовой отчетности предприятий по форме 5 за 2010 год.

Очевидно, структура затрат по пароходствам существенно отличается. Доля расходов на материалы (в основном это топливо) колеблется от 27,7% (ИРП) до 62,5% (ДРФ). Затраты

на оплату труда колеблются от 9,0% (ДРФ) до 36,3% (ЕРП), доля амортизации – от 4,0% (ИРП) до 33,3% (ДРФ).

Далее целесообразно сравнить структуру затрат по предприятиям на 1 руб. выручки (таблица 3).

Разница в расходе заработной платы на единицу выручки объясняется разным уровнем производительности труда: наиболее низкий расход заработной платы на 1 руб. выручки в ДРФ, МРП и у них же самый высокий уровень производительности труда (см. таблицу 1). Вместе с тем следует учитывать объективные факторы – в структуре выручки ДРФ, МРП значительный удельный вес занимают поступления от других (кроме перевозок) видов деятельности (торговля, поступления от постоянной аренды и т.п.). Этим же объясняется, что расход материалов (топлива) в МРП на 1 руб. выручки один из самых низких, а на 1 тыс. ткм перевозимых грузов – самый высокий. Расход топлива по пароходствам, по которым опубликован объем грузоперевозок (в ткм) в расчете на 1 тыс. ткм, характеризуется следующими цифрами, руб.: МРП – 1,566, ИРП – 0,339, ЕРП – 0,284.

Эти данные свидетельствуют о резервах снижения расходов на топливо в МРП. Причинами высоких затрат на топливо могут быть закупка его по более высоким ценам, потери топлива по разным причинам и т.п.

Затраты на амортизацию (таблица 2) наиболее низкие в ЕРП и ИРП, что частично объясняется значительным износом основных фондов, часть которых полностью амортизированы. Наиболее высокие расходы на амортизацию (превосходят средние расходы в 3-4 раза) в ДРФ, что может свидетельствовать о недостаточном использовании

Таблица 3

Затраты на 1 руб. выручки по пароходствам по элементам затрат в 2010 году

Элементы затрат	ИРП	ВП	ЕРП	МРП	ДРФ
	Сумма тыс. руб.	Сумма тыс. руб.	Сумма тыс. руб.	Сумма тыс. руб.	Сумма тыс. руб.
1. Материальные затраты (включая топливо)	0,272	0,294	0,252	0,225	0,377
2. Затраты на оплату труда со страховыми взносами	0,389	0,258	0,337	0,140	0,068
3. Амортизация	0,042	0,059	0,035	0,058	0,137
4. Прочие расходы	0,284	0,230	0,133	0,187	0,021
Итого	0,987	0,841	0,757	0,610	0,603

Элементы баланса	ИРП	ВП	ЕРП	МРП	ДРФ
1. Денежные средства, краткосрочные финансовые вложения, дебиторская задолженность (A1+A2), тыс. руб.	281693	1506695	720951	322018	483017
2. Кредиторская задолженность, краткосрочные кредиты и займы (П1+П2), тыс. руб.	172583	416313	76505	211237	706184
3. Сальдо (строка 1 – строка 2), тыс. руб.	+109110	+1090382	+644446	+110781	- 223167

основных фондов в пароходстве. Здесь рекомендациями могут быть: улучшение загрузки оборудования, реализация излишних основных фондов и т. д.

Существенные различия наблюдаются по прочим расходам на 1 руб. выручки – от 0,021 руб. в ДРФ до 0,284 руб. в ИРП. Объясняется это не только объективной экономией или перерасходом этих затрат в отдельных пароходствах, но и разным содержанием расходов.

На сайтах пароходств достаточно полно представлена финансовая отчетность предприятий, что позволяет сравнивать их финансовое состояние, выявлять сильные и слабые стороны управления финансами.

Для оценки финансового состояния предприятий их активы и пассивы объединяют в группы.

Активы предприятия в зависимости от скорости превращения их в деньги делятся на четыре группы:

1. Наиболее ликвидные активы A_1 – денежные средства и краткосрочные финансовые вложения.

2. Быстрореализуемые активы A_2 – дебиторская задолженность и прочие активы.

3. Медленнореализуемые активы A_3 – запасы и затраты.

4. Труднореализуемые активы A_4 – внеоборотные активы.

Обязательства предприятия (статья пассива баланса) также делятся на четыре группы и располагаются по степени срочности их оплаты:

1. Наиболее срочные обязательства P_1 – кредиторская задолженность.

2. Краткосрочные пассивы P_2 – краткосрочные кредиты и займы.

3. Долгосрочные пассивы P_3 – долгосрочные кредиты и займы.

4. Постоянные пассивы P_4 – собственный капитал и резервы.

Внешним проявлением финансовой устойчивости предприятия является его платежеспособность. Предприятие считается платежеспособным, если имеющиеся у него денежные средства, краткосрочные финансовые вложения (ценные бумаги, временная финансовая помощь другим предприятиям) и активные расчеты (расчеты с дебиторами) покрывают его краткосрочные обязательства. Платежеспособность можно выразить следующим неравенством: $A_1 + A_2 \geq P_1 + P_2$.

Оценим платежеспособность анализируемых пароходств (таблица 4).

Таким образом, большинство пароходств платежеспособны, за исключением ДРФ, где краткосрочные обязательства не могут быть покрыты денежными средствами и дебиторской задолженностью. Кроме того, среди анализируемых предприятий неплатежеспособно и находилось в 2010 году на грани банкротства ЛОРП.

Экономическая сущность финансовой устойчивости предприятия заключается в обеспеченности его запасов и затрат источниками его формирования. Для анализа финансовой устойчивости необходимо рассчитать такой показатель, как излишек (или недостаток) средств для формирования запасов и затрат, который определяется как разница между источниками средств и объемом запасов. К источникам средств при формировании запасов относится собственный капитал, за исключением той его части, которая направляется на финансирование внеоборотных активов, долгосрочные кредиты, займы и краткосрочные заимствования. Поэтому в кратком изложении предприятие финансово устойчиво, если: $A_3 \leq (P_4 - A_4) + P_3 + P_2$.

Оценим финансовую устойчивость пароходств (таблица 5).

Как видно из данных таблицы 5, пароходства финансово устойчивы. Более сложное положение в ДРФ, у которого собственного капитала не хватает не только на финансирование оборотных средств, значительную часть внеоборотных активов это пароходство финансирует за счет займов и кредитов. По методике оценки финансовой устойчивости, предложенной А.Д. Шереметом и Е.В. Негашевым, ДРФ находилось в 2010 году в неустойчивом финансовом состоянии.

Этот вывод подтверждается расчетом ведущих финансовых коэффициентов, характеризующих платежеспособность и финансовую устойчивость предприятий (таблица 6).

Как видно из таблицы, у анализируемых пароходств, кроме ДРФ, все финансовые коэффициенты выше норматива, при этом особенно благополучное положение у ЕРП. Что касается ДРФ, то здесь все финансовые коэффициенты ниже нормативных значений, что ещё раз подтверждает, что предприятие в 2010 году было неплатежеспособно и финансово неустойчиво (несмотря на значительную прибыль, полученную в данном году).

Проведем анализ перспектив развития предприятий, их возможностей в наращивании объемов выручки. Модель, выражающая экономический рост в наращивании объемов выручки, имеет вид:

Оценка финансовой устойчивости пароходств, тыс. руб.

Таблица 5

Показатели	ИРП	ВП	ЕРП	МРП	ДРФ
1. Запасы и затраты (A_3)	72390	35218	271393	59192	185851
2. Собственный капитал (P_4)	445591	3216989	2000213	797299	1072824
3. Внеоборотные активы (A_4)	353329	1958801	1102767	634441	3571157
4. Долгосрочные кредиты и займы (P_3)	9668	183412	4488	7115	2461017
5. Краткосрочные кредиты и займы (P_2)	87198	144457	-	35000	229102
6. Показатели финансовой устойчивости $[(P_4 - A_4) + P_3 + P_2] - A_3$	116738	1406382	630541	145781	5935

Финансовые коэффициенты, характеризующие финансовую устойчивость и платежеспособность предприятий

Таблица 6

Финансовые коэффициенты	Нормативное значение	ИРП	ВП	ЕРП	МРП	ДРФ
1. Коэффициент автономии (K_a)	$\geq 0,5$	0,71	0,84	0,96	0,784	0,25
2. Коэффициент абсолютной ликвидности (K_a)	$\geq 0,2$	0,21	0,96	5,87	0,25	0,12
3. Коэффициент быстрой ликвидности ($K_{бл}$)	$\geq 1,0$	1,63	3,61	9,42	1,52	0,68
4. Коэффициент текущей ликвидности ($K_{тл}$)	$\geq 2,0$	2,05	4,46	12,9	1,8	0,9

$$g = \frac{r * R_{np} * O * C}{1 - r * V_{np} * O * C},$$

где $r = (\Pi_{ч} - D) / \Pi_{ч}$ – коэффициент реинвестирования прибыли;

$\Pi_{ч}$ – чистая прибыль;

D – размер чистой прибыли, направляемой на дивиденды;

$R_{np} = \Pi_{ч} / V_p$ – рентабельность продаж;

V_p – выручка;

$O = V_p / K_{об}$ – оборачиваемость капитала;

$C = K_{об} / K_{соб}$ – структура капитала.

$K_{об}$ – общий капитал;

$K_{соб}$ – собственный капитал.

Исходные данные для определения возможных темпов развития пароходств, рассчитанные с учетом показателей таблиц 1, 4 и 5, представлены в таблице 7.

Рассчитаем возможный темп роста выручки по пароходствам:

1. ИРП:

$$g1 = \frac{0,69 * 0,002 * 0,93 * 1,41}{1 - 0,69 * 0,002 * 0,93 * 1,41} = 0,002, \text{ или } 0,2\%.$$

2. ВП:

$$g2 = \frac{0,73 * 0,136 * 1,06 * 1,91}{1 - 0,73 * 0,136 * 1,06 * 1,91} = 0,251, \text{ или } 25,1\%.$$

3. ЕРП:

$$g3 = \frac{0,67 * 0,017 * 0,96 * 1,49}{1 - 0,67 * 0,017 * 0,96 * 1,49} = 0,081, \text{ или } 8,1\%.$$

4. МРП:

$$g4 = \frac{0,96 * 0,065 * 0,28 * 1,27}{1 - 0,96 * 0,065 * 0,28 * 1,27} = 0,022, \text{ или } 2,2\%.$$

5. ДРФ:

$$g5 = \frac{0,95 * 0,036 * 0,36 * 3,95}{1 - 0,95 * 0,036 * 0,36 * 3,95} = 0,0511, \text{ или } 5,11\%.$$

Наибольший потенциал для наращивания выручки при сохранении сложившихся финансовых пропорций наблюдается в ВП, где возможный ежегодный рост выручки составляет 25,1%. Наименьший показатель возможного роста выручки без привлечения дополнительного внешнего финансирования – в ИРП.

Отрицательное влияние на экономический рост ИРП оказывает низкая рентабельность продаж, связанная с высокими затратами на 1руб. выручки. Так, повышение рентабельности продаж в пароходстве с нынешних 0,2% хотя бы до 2,0% при неизменности других финансовых показателей и пропорций позволит увеличить экономический рост с 0,2% до 1,8%, а при достижении рентабельности 10,0% темп роста выручки может увеличиться до 9,8% без привлечения дополнительных внешних источников финансирования.

Невысокий темп возможного роста выручки в МРП объясняется низкой оборачиваемостью капитала. Более широкое привлечение заемного капитала на основе эффекта финансового рычага позволит повысить рентабельность собственного капитала в данном пароходстве и возможный темп экономического роста. В ДРФ также имеются значительные возможности увеличения экономического роста за счет ускорения оборачиваемости капитала.

Таким образом, межзаводской сравнительный анализ является важным инструментом выявления резервов повышения эффективности работы предприятий. В отличие от промышленных или строительных организаций, конкурирующих на рынке с одинаковыми видами продукции или услуг, на водном транспорте конкуренция возможна в более ограниченных случаях, и предприятиям отрасли было бы целесообразно публиковать большее количество показателей на сайтах, в том числе по структурным подразделениям: структуру кадров, численность по категориям персонала, использование целосменного и внутрисменного фонда времени, формы и системы оплаты труда, расход топлива на 1 ткм, затраты на ремонт судов, структуру выручки и т.д. Например, даже при неполной информации о структуре выручки в настоящее время (ее помещают на сайтах не все пароходства), можно сделать вывод, что более стабильные экономические показатели имеют пароходства, диверсифицирующие свою деятельность, и это особенно важно в условиях спада объёма перевозок в отдельных пароходствах. В реальной жизни успехи или неудачи предприятия в достижении основной цели – создании стоимости для владельцев – во многом определяются его способностью генерировать денежные потоки от всех видов деятельности.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА: 1. Лукасевич И.Я. Финансовый менеджмент / И. Я. Лукасевич. – М. : Эксмо, 2007. – 768 с. 2.

Шеремет А.Д., Негашев Е.В. Методика финансового анализа. –

М.: ИНФРА-М, 2010. – 120 с. 3. <http://www.irsc.ru>. 4. <http://www.volgaflot.com>. 5. <http://www.e-river.ru>. 6. <http://mosrp.ru>. 7. <http://www.e-disclosure.ru>.

www.e-disclosure.ru.

Таблица 7

Показатели для расчета возможных темпов экономического роста пароходств

Показатели	ИРП	ВП	ЕРП	МРП	ДРФ
1. Доля чистой прибыли на реинвестирование	0,69	0,73	0,67	0,96	0,95
2. Рентабельность продаж	0,002	0,136	0,017	0,065	0,036
3. Оборачиваемость капитала	0,93	1,06	0,96	0,28	0,36
4. Структура капитала	1,41	1,91	1,49	1,27	3,95

АННОТАЦИИ

Динамика перевозок грузов внутренним водным транспортом в рамках реализации Транспортной стратегии России до 2030 года / Телегин А.Н., Шабров В.Н., Низгодяев Д.А. // Речной транспорт (XXI век). 2013. – № 1 (60). – с. 10.

Анализ показателей перевозок грузов и грузооборота внутреннего водного транспорта и их сравнение с прогнозными значениями в 2030 году.

Ключевые слова: внутренний водный транспорт, Транспортная стратегия России до 2030 года.

Контактная информация: vladimir.shabrov@gmail.com

Международная торговля услугами в аспекте вступления России в ВТО / Солдатова А. // Речной транспорт (XXI век). 2013. – № 1 (60). – с. 56.

В аспекте вступления России в ВТО проведен анализ последствий применения принципов ГАТС, в том числе к отечественному рынку морских и речных транспортных услуг.

Ключевые слова: ВТО, экономика, конкурентоспособность, водный транспорт.

Контактная информация: ewt07@mail.ru

Предпосылки для проведения испытаний конструкций / Пырклов А.И. // Речной транспорт (XXI век). 2013. – № 1 (60). – с. 57.

Рассматриваются случаи, когда для уточнения данных о состоянии конструкций необходимо проведение их испытаний.

Ключевые слова: испытания, анализ, дефектные конструкции.

Контактная информация: rosntovt@mail.ru

Анализ вариантов кинетических уравнений повреждений, отвечающих нелинейному суммированию / Бессмертный Д.Э. // Речной транспорт (XXI век). 2013. – № 1 (60). – с. 58.

Приведены результаты испытаний нагружения стальных образцов при различных температурных режимах и с учетом влияния агрессивных сред. Даны рекомендации по применению принципов суммирования повреждений.

Ключевые слова: сталь, нагружение, повреждение, кинетические уравнения.

Контактная информация: rosntovt@mail.ru

Потеря устойчивости обшивки судна при сложном изгибе / Барышников С.О., Сухотерин М.В. // Речной транспорт (XXI век). 2013. – № 1 (60). – с. 61.

Предложен итерационный метод наложения исправляющих функций для решения задачи изгиба прямоугольной заземленной панели под действием поперечной нагрузки и сжимающих усилий в ее плоскости. Вычислены критические значения усилий для квадратной пластины с отношением сторон 2:1.

Ключевые слова: прямоугольная заземленная пластина, сложный изгиб, устойчивость, итерационный метод, ряды Фурье, точное решение, критическая нагрузка.

Контактная информация: mvs1948@list.ru, rector@spbuwc.u

Методические подходы к оценке уровня качества транспортных услуг / Кучерук Г.Ю. // Речной транспорт (XXI век). 2013. – № 1 (60). – с. 66.

Описана разработанная сбалансированная система показателей оценки уровня качества транспортных услуг. Авторская методика рассмотрена на примере обработки грузов в логистическом транспортном узле.

Ключевые слова: методика, оценка уровня качества, транспортные услуги.

Контактная информация: economika@mail.ru

О проблемах медицинского обеспечения на водном транспорте / Синявский Н.Г., Спроге О.В. // Речной транспорт (XXI век). 2013. – № 1 (60). – с. 69.

Предложены пути модернизации предприятий водного транспорта в целях совершенствования модели организации системы медицинского обеспечения, а также меры по их реализации.

Ключевые слова: водный транспорт, безопасность, трудовые ресурсы, медицина.

Контактная информация: synyavsky@list.ru, ovs.939@mail.ru

Использование САЕ-систем в прогнозах повреждений судов при ледовых сжатиях / Лобанов В.А. // Речной транспорт (XXI век). 2013. – № 1 (60). – с. 71.

Описаны некоторые приемы численного моделирования процесса ледового сжатия судов с помощью САЕ-систем. По результатам постпроцессорной обработки данных уточнены факторы, определяющие уровень и характер ледовых повреждений судов. Сделаны выводы о применимости САЕ-систем при разработке нормативных документов, регламентирующих ледовое плавание судов.

Ключевые слова: конечно-элементное моделирование, САЕ-системы, постпроцессорный анализ, судно, ледовые качества, ледовое сжатие.

Контактная информация: lobbas@kis.ru

Статическая прочность крупногабаритных сварных сосудов / Абросимов В.Г., Бессмертный Д.Э., Пырклов А.И., Лукин А.И., Ремизов С.С. // Речной транспорт (XXI век). 2013. – № 1 (60). – с. 76.

Объясняются причины внезапных разрушений крупногабаритных конструкций (на примере крупногабаритного сварного сосуда) при низком уровне напряжений.

Ключевые слова: статическая прочность, крупногабаритный сварной сосуд.

Контактная информация: rosntovt@mail.ru

Методический аппарат обоснования выбора навигационного тренажера для организации подготовки судоводителей внутреннего водного транспорта / Иванов М.А., Демченков О.В. // Речной транспорт (XXI век). 2013. – № 1 (60). – с. 77.

Предлагается решение задачи организации качественной профессиональной подготовки судоводителей внутреннего водного транспорта в учебно-тренажерных центрах с использованием навигационных тренажеров.

Ключевые слова: безопасность судоходства, методический аппарат, навигационные тренажеры, контент баз данных тренажеров, профессиональная подготовка судоводителей внутреннего водного транспорта.

Контактная информация: mivanovs@yandex.ru

Методология сравнительного анализа работы пароходств / Кычанов Б.И., Храпова Е.В. // Речной транспорт (XXI век). 2013. – № 1 (60). – с. 82.

Рассматриваются методические подходы к проведению сравнительного экономического анализа работы пароходств, значение анализа для повышения эффективности хозяйственной деятельности. Приведены практические примеры сравнения показателей хозяйственной деятельности и эффективности управления финансами семи пароходств Российской Федерации.

Ключевые слова: межзаводской сравнительный анализ, сравнительный уровень производительности труда, заработной платы и издержек, финансовое состояние, финансовые коэффициенты, моделирование экономического роста.

Контактная информация: elena1979-28@mail.ru

Вниманию ректоров вузов, аспирантов и соискателей ученых степеней!

В нашем журнале постоянно увеличивается количество публикаций научных материалов, расширяется круг сотрудничающих с редакцией образовательных, научно-исследовательских и других структур. В 2009 году в их число вошли морские государственные вузы (Академия имени адмирала Ф.Ф. Ушакова, Университет имени адмирала Г.И. Невельского), Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова.

Вместе с тем возрастает и количество статей, не полностью соответствующих требованиям ВАК к их оформлению. Сотрудникам редакции приходится уделять значительное время на выяснение дополнительных сведений и приведение материалов в надлежащий вид.

В связи с этим напоминаем о требованиях, которые необходимо соблюдать при представлении научных статей в журнал «Речной транспорт (XXI век)».

1. Материал должен являться оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях.
2. Рекомендованный объем статьи – от 16 тыс. до 32 тыс. печатных знаков (включая пробелы): 16 тыс. знаков (0,5 авт. листа) – для аспирантов, 32 тыс. знаков (1 авт. лист) – для соискателей, имеющих ученые степени.
3. К материалу должна быть приложена рецензия с рекомендацией к опубликованию, подписанная ректором (проректором по научной работе, секретарем ученого совета).
4. Материал должен обязательно содержать аннотацию (не более 400 знаков с пробелами) и список ключевых слов на русском и английском языках, а также адрес электронной почты автора.
5. Текст статьи направляется в электронном виде по адресу info@rivtrans.com

Уважаемые аспиранты, соискатели ученых степеней!

Журнал «Речной транспорт (XXI век)» является транспортным изданием, рецензируемым Высшей аттестационной комиссией (ВАК) Министерства образования и науки РФ. Это означает, что публикации в журнале научных материалов по водно-транспортной тематике признаются официальными при защите диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук.

Научные материалы принимаются к рассмотрению только в электронном виде, с сопроводительным письмом организации и экспертным заключением за подписью руководителя (ректора, проректора по научной работе)!

ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ

1. Научная статья должна быть в электронном виде, в формате DOC (MSWord).
2. Форматирование: 14 размер шрифта Times New Roman, одинарный интервал, поля; левое – 2 см, правое – 1 см, нижнее – 2 см, верхнее – 2 см.
3. Структура статьи:
 - а) УЧРЕЖДЕНИЕ – полное и сокращенное название организации, где выполнялась работа;
 - б) ТЕМА – название статьи;
 - в) АВТОР (Ы) – имя, фамилия, отчество, должность, звание, степень, кафедра;
 - г) АННОТАЦИЯ (не более 10 строк!);
 - д) текст статьи;
 - е) СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ;
 - ж) координаты для обратной связи

ТРЕБОВАНИЯ К ИЛЛЮСТРАЦИЯМ

- Минимальный размер – 10x15 см.
Минимальное разрешение – 300 dpi (точек на дюйм).
- Рисунки, схемы, графики, диаграммы и т.д. должны быть предоставлены в векторном формате – eps, Corel Draw (до версии 13.0 включительно), Adobe Illustrator (до версии 10.0 включительно).
- Все растровые изображения должны быть записаны в виде отдельных графических файлов (JPEG) и пронумерованы согласно их расположению в тексте. В тексте же должны быть выделены только места размещения иллюстраций с указанием подписей к ним.
- Научные статьи можно направить в редакцию по электронной почте info@rivtrans.com с пометкой «Научная публикация» или заказным письмом (обязательно прилагать распечатку и CD-R с текстом в электронном виде) по адресу: **115432, г. Москва, Нагатинская пойма, Проектируемый проезд 4062, д. 6., Редакция журнала «Речной транспорт (XXI век)» также с пометкой «Научная публикация».**

ПОРЯДОК РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ РУКОПИСЕЙ, ПОСТУПАЮЩИХ В РЕДАКЦИЮ ЖУРНАЛА «РЕЧНОЙ ТРАНСПОРТ (XXI ВЕК)»

1. Автор присылает на e-mail редакции (info@rivtrans.com) в электронном виде или по почте текст статьи с сопроводительным письмом организации, где выполнялась работа, с рекомендацией к публикации в журнале и экспертным заключением за подписью руководителя (ректора, проректора по научной работе).

2. Представленная автором статья рецензируется экспертом редколлегии журнала (кандидатом наук) в форме рецензии, утвержденной редакционной коллегией. Рецензия предоставляется

автору статьи по его письменному запросу, а также по соответствующему запросу в ВАК.

3. Окончательное решение о принятии статьи автора и размещении ее в одном из номеров журнала принимается на заседании редакционной коллегии журнала.

4. Редакционная коллегия информирует о принятом решении автора по его запросу. Автору не принятой к публикации статьи редакционная коллегия направляет по его запросу мотивированный отказ.