

УДК 681.518.3

М.С. Ермаков, В.И. Павлов

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ГРУЗА С СИСТЕМОЙ ОСУШКИ ТРЮМА ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ РАЗЖИЖЕНИЯ ГРУЗА

Ермаков Михаил Сергеевич, кандидат физико-математических наук, окончил инженерно-физический факультет высоких технологий Ульяновского государственного университета. Инженер 1 категории ФНПЦ АО «НПО «Марс». Специализируется в области создания и развития автоматизированных измерительных систем, анализе и обработке измерений. Имеет статьи и другие публикации в области анализа полупроводниковых приборов. [e-mail: ermakov@pisem.net].

Павлов Владимир Иванович, окончил факультет вычислительной математики и кибернетики Горьковского государственного университета им. Н.И. Лобачевского. Заместитель начальника стеново-технологического комплекса ФНПЦ АО «НПО «Марс». Специализируется в вопросах обоснования создания и развития судовых автоматизированных систем гражданского назначения. Имеет статьи и другие публикации в этой предметной области. [e-mail: mars@mv.ru].

Аннотация

Одной из причин аварийности на флоте является недостаточные или отсутствующие системы контроля за состоянием груза и газовоздушной средой в грузовых помещениях судов различных классов в течение рейса. Основными факторами обеспечения сохранности грузов при морской транспортировке являются тепловлажностные и вентиляционные режимы перевозки грузов.

В статье предложен алгоритм взаимодействия двух судовых систем, системы контролирования состояния груза и системы осушки, а также анализируется несколько вариантов сопряжения данных систем.

Разработанный алгоритм объединения и проанализированные варианты сопряжения этих систем позволяют построить единую систему мониторинга и управления состоянием груза в трюме навалочного сухогрузного судна. Применение объединенной системы улучшит уровень контроля со стороны экипажа за состоянием груза и даст возможность регулировать и поддерживать необходимые тепловлажностные характеристики атмосферы трюма, что повысит безопасность перевозки навалочных грузов на сухогрузных судах.

Ключевые слова: перевозка грузов морем, система мониторинга, система осушки трюма, автоматизация.

DEVELOPING ALGORITHM OF INTERACTION BETWEEN THE SYSTEM FOR CARGO CONDITION MONITORING AND THE SYSTEM OF CARGO HOLD DRAINAGE FOR PREVENTION OF CARGO LIQUEFYING

Mikhail Sergeevich Ermakov, Candidate of Physics and Mathematics; graduated from the Faculty of Physics and High Technology Engineering of Ulyanovsk State University; Engineer at Federal Research and Production Center Joint Stock Company 'RPA 'Mars'; specializes in the field of creation and development of automated measuring systems, analysis and processing of measurements; an author of articles and publications in the field of semiconductor devices analysis. e-mail: ermakov@pisem.net.

Vladimir Ivanovich Pavlov, graduated from the Faculty of Calculus Mathematics and Cybernetics of Lobachevski State University; Deputy Head of the Bench Technological Complex of Federal Research-and-Production Center Joint Stock Company 'RPA 'Mars'; specializes in the field of justification of creation and development of ship's automated systems for civilian use; an author of articles and papers in the subject area. e-mail: mars@mv.ru.

Abstract

One of the reasons of fleet averages is the inadequate or even missing control system for cargo and gas air environment monitoring in cargo spaces of different-classes ships during the voyage. The main factors to ensure the safety of goods during carriage by sea are heat and humidity transportation regime and ventilation one.

The algorithm of interaction between the system for cargo condition monitoring and the system of cargo hold drainage for

prevention of cargo liquefying is considered in the article. The variants of systems interfacing are also analyzed. The developed algorithm of integration and analyzed variants of interfacing of these systems allow constructing the control and monitoring system of cargo state in the hold of bulk dry-cargo ship. The exploit of the integrated system should improve the control of cargo condition by the crew and give the opportunity to control and maintain necessary dry and humidity characteristics of hold air and gas environment. It should enhance safety carriage of bulk cargo on dry-cargo ships.

Key words: carriage by sea, monitoring system, system of hold drainage, automation.

ВВЕДЕНИЕ

Саморазжижающиеся грузы под действием качки и вибрации могут переходить в состояние разжижения и представляют большую опасность для перевозчика вследствие возможного перетекания или подвижки их от борта к борту судна при качке [1–3].

Помещения, в которых находятся грузы в процессе морской перевозки, являются закрытыми пространствами, в которых образуется свой микроклимат. Перевозчик на всем протяжении рейса обязан контролировать, а, если возможно, то и регулировать атмосферу трюмного воздуха для создания оптимальных условий хранения всей массы погруженного в трюм груза [4, 5].

Изменения температуры наружного воздуха и воды в рейсе являются причиной образования в трюме температурных (и, следовательно, влажностных) градиентов, вызывающих потоки тепла и влаги в массе груза [4–6].

Микроклимат трюма представляет собой теплообмен груза с внешней средой. Наличие влаги в массе навалочного груза оказывает влияние на взаимосвязь отдельных частиц груза, а следовательно, и на свойства самого груза. Суточные колебания наружной температуры, вызывающие изменения влажности воздуха трюмных пространств, приводят к интенсификации влагоотдачи груза в дневное время и конденсации влаги на трюмных ограждениях ночью.

Сущность микроклимата трюмов морских судов по данным Андропова Л.П. [7–9] заключается в следующих основных положениях:

1. Основная масса груза в течение рейса сохраняет свою первоначальную температуру. Область теплового воздействия внешней среды на насыпной и навалочный груз распространяется на глубину не более 0,6–1,0 м от поверхности груза и более значительная для генеральных грузов при условии обеспечения внутренней вентиляции груза.

2. При переходе судна из холодной зоны в теплую на всем протяжении перехода (кроме первых 2–3 суток) и в порту выгрузки существует опасность конденсации влаги на поверхности груза, которую можно ликвидировать только выравниванием температуры груза с температурой внешней среды.

3. На переходе судна из теплой зоны в холодную существует опасность конденсации влаги на внутренней поверхности ограждений трюма, которую можно ликвидировать либо путем выравнивания температуры груза с окружающей, либо путем вентиляции трюмов сухим или наружным воздухом.

4. Для обеспечения сохранности груза точка росы трюмного воздуха должна быть всегда меньше темпера-

туры груза на величину температурного запаса и меньше температуры ограждений минимум на 1–3°C.

То есть основной задачей при транспортировке грузов является поддержание необходимого температурно-влажностного режима (ТВР) в микроклимате загруженного трюма.

Безопасная перевозка грузов должна проводиться в условиях своевременного предотвращения проявления их опасных свойств. Это может быть достигнуто оснащённостью судна соответствующими техническими средствами:

1. Постоянного контроля состояния груза через периодические измерения параметров атмосферы в трюме, температуры, влажности, газового состава.

2. Поддерживающими оптимальный ТВР транспортировки груза в рейсе.

Применяемые на текущий момент на судах, перевозящих навалочные грузы, системы естественно-принудительной и механической вентиляции позволяют вентилировать трюмы только наружным воздухом. Это не всегда дает возможность предотвращать конденсацию влаги и обеспечивать необходимые ТВР в трюмах. Последнее возможно только при наличии на судне системы трюмного кондиционирования (осушения воздуха). Наиболее доступным техническим средством являются системы осушки атмосферы в трюме, работающие по замкнутому циклу как стационарного, так и мобильного исполнения [10, 11].

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ГРУЗА С СИСТЕМОЙ ОСУШЕНИЯ ТРЮМНОГО ВОЗДУХА

Система мониторинга за состоянием груза решает задачи автоматизированного контроля характеристик груза и газовой среды в грузовых помещениях судов, а также отображения и документирования собранной информации, выработки рекомендаций экипажу при выходе контролируемых параметров (температуры, влажности, температуры внутри массы навалочного груза, наличия воды в массе груза и др.) за заданные пределы.

Основополагающей функцией технических средств (в дальнейшем ТС или систем) осушки является предотвращение увлажнения груза в рейсе. ТС осушки предназначены для применения на балкерах и сухогрузах для поддержания относительной влажности воздуха в трюме судна до заданных пределов, определяемых характеристикой груза [10].

Системы осушки могут быть двух типов: автономные и центральные. Автономные – применяют на судах, перевозящих режимные грузы периодически, и устанавливают

только в трюмы, в которых перевозят режимные грузы, и только на тот рейс, когда такие грузы перевозятся. Системы воздухораспределения в трюме в таком случае выполняются в виде временных воздухопроводов. Центральные или стационарные системы устанавливаются на тех судах, которые систематически используются для перевозки режимных грузов. Учитывая, что саморазжижающиеся грузы для большинства универсальных сухогрузных судов являются непостоянным видом перевозимого груза, к рассмотрению принимается автономная система осушки, съемная и устанавливаемая на один или несколько рейсов, максимально адаптированная к ряду подобных судов, имеющих разные объемы трюмов и различные варианты загрузки. Существующая штатно система вентиляции гру-

зовых трюмов судна сохраняется без изменения. Воздуховоды системы осушки являются съемными и монтируются на время рейса [10, 11].

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СИСТЕМ

Система управления ТС осушки предназначена для автоматизированного управления и поддержания параметров атмосферы трюма в заданных пределах. При взаимодействии с системой контроля система осушки должна в автоматическом режиме использовать информацию о температуре и влажности от системы мониторинга. В зависимости от состояния груза выдавать команды или рекомендации вахтенному персоналу для автоматизированного включения той или иной системы, открытия и за-

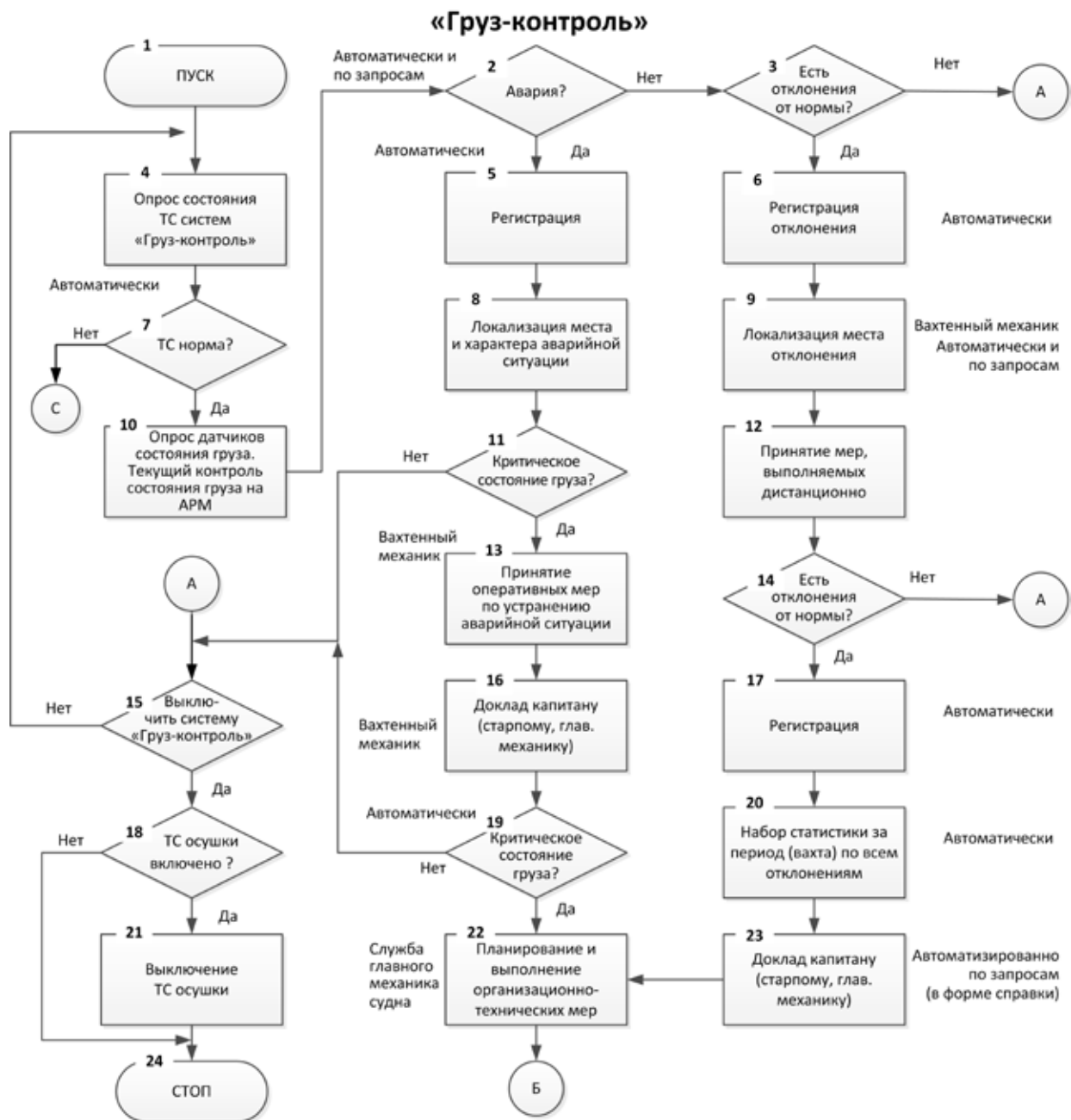
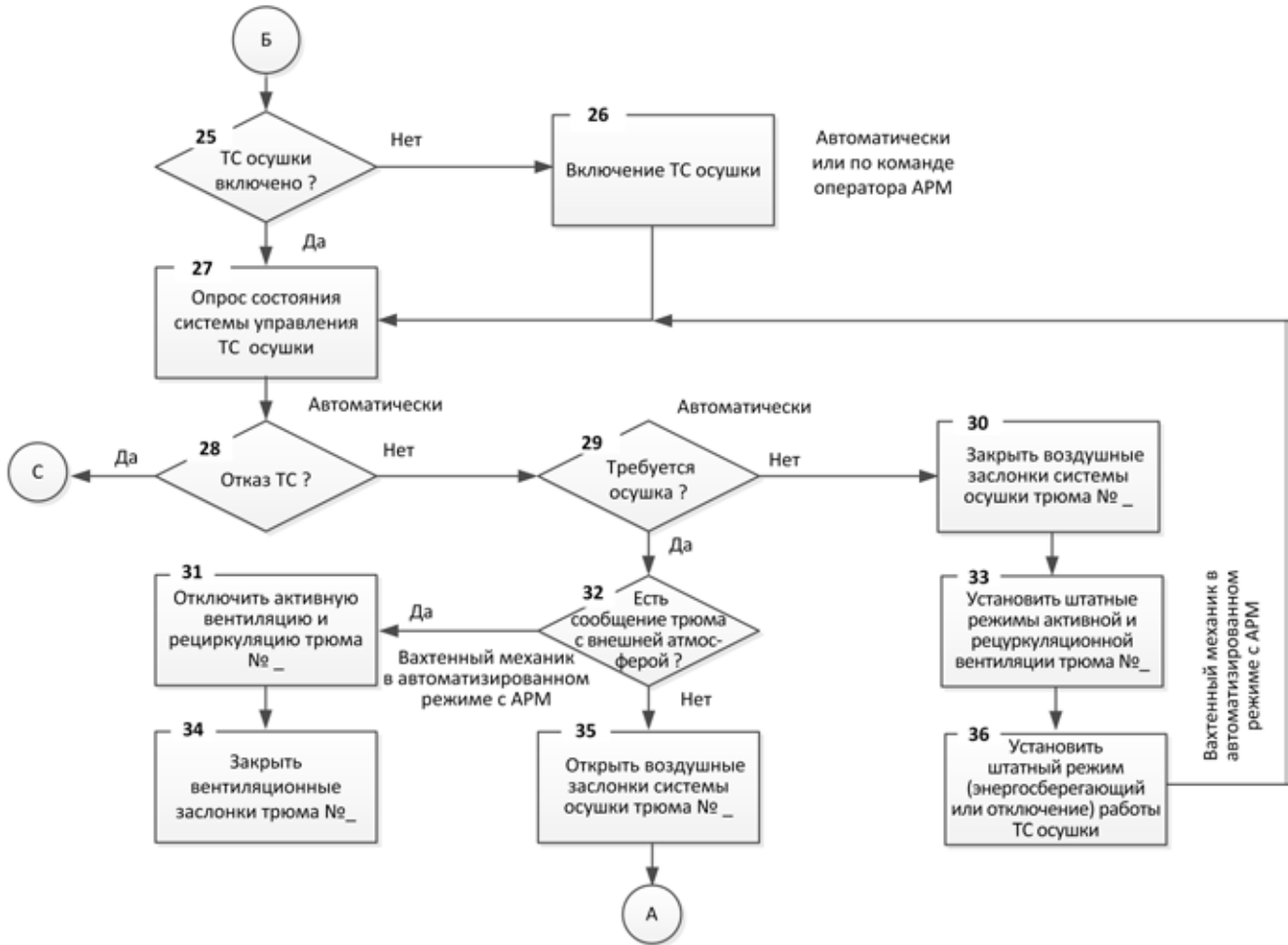


Рис. 1. Алгоритм функционального взаимодействия системы мониторинга с системой осушки

Система осушки



Подсистема диагностики восстановления

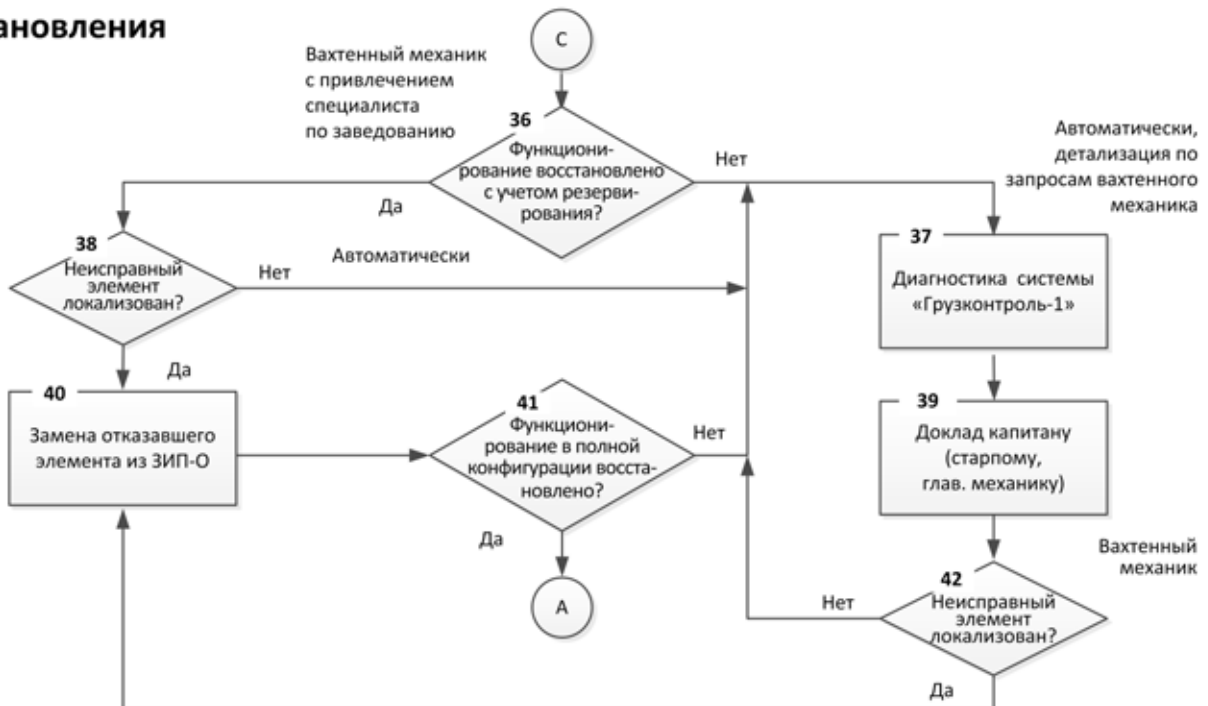


Рис. 1. Алгоритм функционального взаимодействия системы мониторинга с системой осушки (продолжение)

крытия соответствующих управляемых заслонок системы осушки для того или иного трюма.

Алгоритм функционального взаимодействия систем мониторинга с системой осушки приведен на рисунке 1.

При анализе функционального взаимодействия двух систем на основании укрупненных алгоритмов достаточно обеспечить доступ к информации, получаемой от системы мониторинга системой управления осушки.

В то же время имеется избыточность системы в части алгоритма диагностики и восстановления программно-аппаратной части системы управления ТС осушки. Целесообразно объединить данные подсистемы.

Варианты сопряжения на основе взаимодействующих технических и коммуникационных структур:

1. Коммуникационная структура системы управления ТС осушки из расчета централизованного размещения технологической станции и ТС осушки – одна на все трюмы с датчиками температуры и влажности на каждый. Основным недостатком такой схемы является большое количество и длины кабелей связи с датчиками, что может быть практически неприемлемо и невыполнимо по многим причинам (большое затухание, электромагнитные наводки, снижение точности и погрешности измерений, проблемы с калибровкой и т. д.).

2. Включение в состав системы контроля дополнительных функций управления локально размещенными в районе каждого трюма заслонками и клапанами ТС осушки. Данное решение может быть целесообразным и применено в реальных системах осушки, требующих наличия развитой автоматизированной системы контроля и управления. Очевидно, что системы осушки могут быть достаточно простыми и малофункциональными, но могут быть достаточно сложными и поддерживать различные режимы, в том числе энергоэффективные, ступенчатые, регулируемые, и т. д.

3. При достаточности запуска ТС осушки подачей электропитания для функционирования по штатной схеме – управление включением (подача сигнала на включение или выключение) ТС осушки может быть организовано командой, выдаваемой в цифровом виде по локальной сети Ethernet на специальный малогабаритный унифицированный блок, монтируемый в зоне размещения ТС осушки.

МАКЕТИРОВАНИЕ ТРЮМА

Для отработки данных решений был проведен ОКР «Груз-контроль 1», в ходе которого был создан макет трюма, где были расположены датчики температуры, влажности, давления, концентрации кислорода и подключена система осушки (рис. 2).

В ходе испытаний макета трюма в камере создавалась атмосфера с повышенной влажностью воздуха, при превышении контрольного значения влажности включалась система осушки, при снижении влажности ниже контрольной границы система осушки отключалась. В результате удалось добиться стабильного поддержания уровня влажности в заданных пределах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целесообразно, дополнительно к штатным средствам вентиляции трюмов, иметь мобильные или стационарные системы поддержания необходимого ТВР атмосферы трюма при перевозках режимных и саморазжижающихся грузов. Данные системы должны быть взаимосвязаны или интегрированы с системами мониторинга состояния груза и управляться в автоматизированном или в автоматическом режимах.

Разработанный алгоритм позволяет построить единую систему мониторинга и управления состоянием груза в трюме навалного сухогрузного судна. Применение такой системы улучшит уровень контроля со стороны экипажа

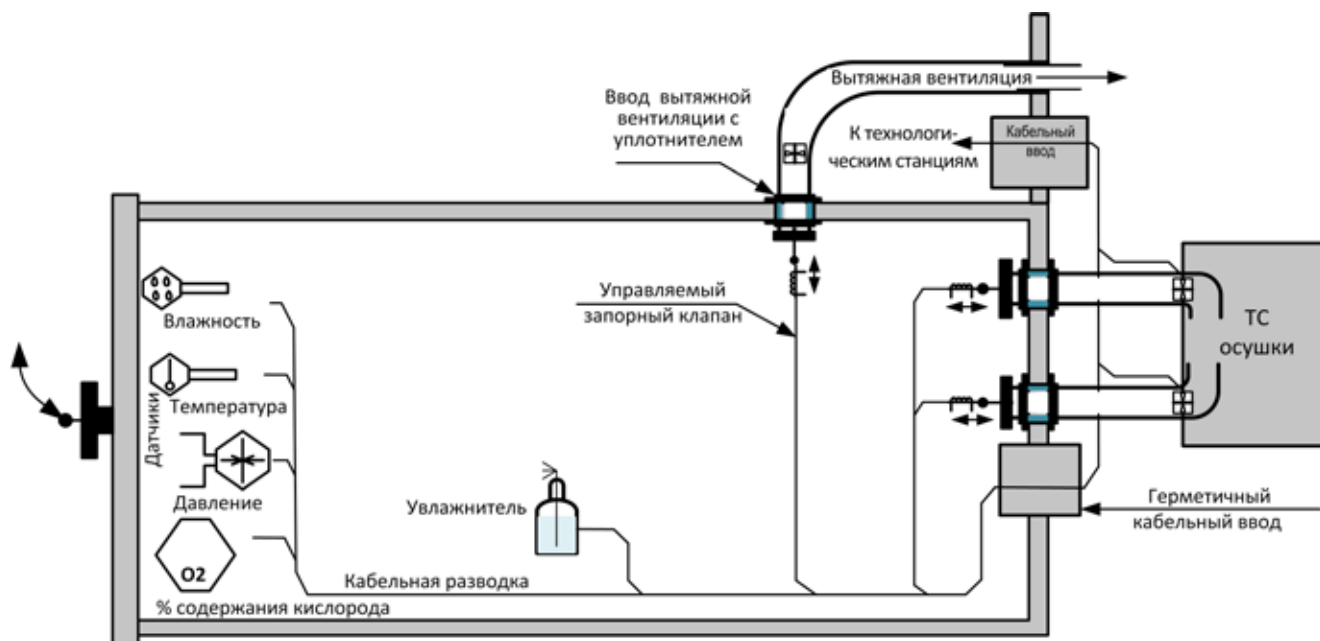


Рис. 2. Макет трюма системы «Груз-контроль 1»

за грузом и даст возможность регулировать и поддерживать необходимые температурно-влажностные характеристики атмосферы трюма.

Оснащение автоматизированными системами мониторинга и управления состоянием груза и трюма сухогрузных судов, предназначенных для перевозки режимных грузов навалом, является объективным фактором, снижающим аварийность.

В ближайшей перспективе целесообразно провести соответствующие обоснования и включить в регламентирующие документы РМРС, «Правила НГ» требования по оснащению универсальных сухогрузных судов системами мониторинга состояния груза с возможностью автоматизированного управления ТС, обеспечивающими сохранность груза в рейсе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов Ю.М., Буров О.Н., Глебова М.А. Безопасность морской перевозки разжижающихся и самовозгорающихся навалочных грузов // Транспорт Российской Федерации, 2012. – № 6(43). – URL: <http://www.rostransport.com/themes/12013> (дата обращения: 5.10.2015).
2. Александров К. Об остойчивости судна // Морской флот. – 1983. – № 8, – С. 31.
3. Аксютин Л.Р. Борьба с авариями морских судов от потери остойчивости. – Л. : Судостроение, 1986. – 160 с.
4. Общие и специальные правила грузов 4-М – М. : ММФ В/О «Мортехинформреклама», 1988. – Т. 2 – 392 с.
5. Снопков В.И. Перевозка грузов морем. Справочное пособие. 2-е изд. – М. : Транспорт, 1986. – 319 с.
6. Коробцов В.И. Морская перевозка насыпных грузов. – М. : Транспорт, 1977. – 184 с.
7. Андронов Л.П. Грузоведение и стивидорные операции. – М. : Транспорт, 1975. – 376 с.
8. Андронов Л.П. Перевозка опасных грузов морем. – М. : Транспорт, 1971. – 208 с.
9. Андронов Л.П. Регламентация перевозки опасных грузов на морском и других видах транспорта. Обзорная информация. Сер. Технология морских перевозок. М. : ЦБНТИ ММФ, 1975. – 89 с.
10. Рекомендации по вентилированию грузовых помещений сухогрузных судов и предотвращению подмочки груза конденсатом. Приказ Федеральной службы морского флота. 1996. – URL: http://zakonrus.ru/sea/pfsmf_43rec2.htm (дата обращения: 5.10.2015).
11. Хордаст Г.С. Техническое кондиционирование воздуха и инертных газов на судах. – Л. : Судостроение, 1974. – 264 с.

REFERENCES

1. Ivanov M.Yu., Burov, O.N., Glebov, M.A. Bezopasnost morskoi perevozki razzhizhaiushchikhsia i samovozgoraiushchikhsia navalochnykh грузов [Safety of Maritime Shipping of Dissovable and Self-Ignitable Bulkloaded Cargo]. *Transport Rossiiskoi Federatsii* [The Transport of the Russian Federation], 2012, no. 6 (43). Available at: <http://www.rostransport.com/themes/12013> (accessed 05.10.2015).
2. Aleksandrov K. Ob ostoichivosti sudna [About Vessel Stability]. *Morskoi Flot* [International Maritime Journal. The Navy], 1983, no. 8, p. 31.
3. Aksyutin L. R. *Borba s avariiami morskikh sudov ot poteri ostoichivosti* [Ships Damage Stability Control]. Leningrad, Sudostroenie Publ., 1986. 160 p.
4. *Obshchie i spetsialnye pravila грузов 4-М* [General and Special Rules of Cargo 4-M]. Moscow, MMF V/O Morteinformreklama Publ., vol. 2, 1988. 392 p.
5. Snopkov V.I. *Perevozka грузов morem. Spravochnoe posobie. 2-e izd.* [The Carriage of Goods by Sea. Handbook. The 2nd Edition]. Moscow, Transport Publ., 1986. 319 p.
6. Korobtsov V.I. *Morskaia perevozka насыпных грузов* [The Carriage of Bulk Cargoes by Sea]. Moscow, Transport Publ., 1977. 184 p.
7. Andronov L. P. *Gruzovedenie i Stividornye operatsii* [Cargo Handling and Stevedoring]. Moscow, Transport Publ., 1975. 376 p.
8. Andronov L. P. *Perevozka opasnykh грузов morem* [The Carriage of Dangerous Goods by Sea]. Moscow, Transport Publ., 1971. 208 p.
9. Andronov L. P. *Reglamentatsiia perevozki opasnykh грузов na morskome i drugikh vidakh transporta. Obzornaia informatsiia. Ser. Tekhnologiia morskikh perevozok* [The Transport Dangerous Goods Regulation. Overview. Shipping Technology Series]. Moscow, CBNTI MMF Publ., 1975. 89 p.
10. *Rekomendatsii po ventilirovaniu грузовых помешчений sukhogрузных судов i predotvrashcheniiu podmochki груза kondensatom. Prikaz Federalnoi sluzhby morskogo flota. 1996* [Recommendations on Conditioning Cargo Compartments of Dry Cargo Ships and on Cargo Condensate Damage Prevention. The Order of the Federal Service for the Maritime Fleet. 1996]. Available at: http://zakonrus.ru/sea/pfsmf_43rec2.htm (accessed 05.10.2015).
11. Khordes G. S. *Tekhnicheskoe konditsionirovanie vozdukhа i inertnykh gazov na sudakh* [Technical air- and inert gases-conditioning on shipboard]. Leningrad, Sudostroenie Publ., 1974. 264 p.