

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ



Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет

**МОРЕХОДЫ – РАЗВИТИЮ РЫБНОЙ
ОТРАСЛИ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА**

Материалы XIII Международной
научно-технической конференции студентов, курсантов
и молодых ученых

(Владивосток, 22–23 апреля 2021 г.)

Электронное издание

**Владивосток
Дальрыбвтуз
2021**

УДК 639.123.073+639.2
ББК 65.35(2P55)
М79

Организационный комитет конференции:

Председатель – Бурханов Сергей Борисович, канд. экон. наук, доцент, директор Мореходного института ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз».

Зам. председателя – Карпушин Иван Сергеевич, канд. техн. наук, доцент, зав. каф. «Судовождение» ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз».

Секретарь – Лебедева Марина Николаевна, зам. директора Мореходного института по научной работе ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз».

Адрес оргкомитета конференции:

680087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б
Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет
Тел/Факс: (423) 244-00-49
E-mail: lebedeva.mn@dgtru.ru

М79 Мореходы – развитию рыбной отрасли Дальнего Востока : материалы XIII Междунар. науч.-техн. конф. студентов, курсантов и молодых ученых [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. (18,6 Mb). – Владивосток : Дальрыбвтуз, 2021. – 193 с. – Систем. требования : PC не ниже класса Pentium I ; 128 Mb RAM ; Windows 98/XP/7/8/10 ; Adobe Reader V8.0 и выше. – Загл. с экрана.

В материалах представлены результаты научно-исследовательской работы обучающихся в области безопасности мореплавания и технического обеспечения судов, технического сервиса и транспортных систем.

УДК 639.123.073+639.2
ББК 65.35(2P55)

УДК 639.2.06

Александр Сергеевич Дей

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
гр. СВс-512, Россия, Владивосток, e-mail: deha1998@mail.ru

Научный руководитель – Евгений Николаевич Бакланов, доцент

Введение спутниковой системы связи «Иридиум» в состав ГМССБ

Аннотация. Рассмотрены аспекты, связанные с обеспечением судов оперативной глобальной радиосвязью в рамках Глобальной морской системы связи при бедствии. В частности, применением спутниковых систем связи.

Ключевые слова: радиосвязь, спутниковая связь, Инмарсат, Иридиум, безопасность мореплавания.

Aleksandr S. Dei

Far Eastern State Technical Fisheries University, SVs-512, Russia, Vladivostok, e-mail:
deha1998@mail.ru

Scientific adviser – Evgeny N. Baklanov, Associate Professor

Introduction of the Iridium satellite communication system to the GMDSS

Abstract. The article deals with aspects related to the provision of ships with operational global radio communications within the framework of the Global Maritime Communication System in a disaster. In particular, the use of satellite communication systems.

Keywords: radio communication, satellite communication, Inmarsat, Iridium, safety of navigation.

Международной конвенцией SOLAS-74 определён состав оборудования радиосвязи для судов в зависимости от района плавания. Для судна, работающего за пределами зон обслуживания береговых УКВ и ПВ радиостанций, обязательным является наличие на борту судовой станции Инмарсат. Такие правила действовали долгие годы, и спутниковая система связи Инмарсат считалась единственно «пригодной» для использования в составе Глобальной морской системы связи при бедствии (ГМССБ).

Развитие средств связи, в том числе спутниковых, пошатнуло эту монополию. Новые спутниковые системы демонстрируют основные потребительские качества и технические характеристики на уровне ничуть не хуже, чем в Инмарсат. Более того, конкурирующие системы связи лишены главного недостатка Инмарсат – отсутствия обслуживания в высоких (выше 70 градусов) широтах.

Как известно, спутниковая система связи «Инмарсат» создавалась для обеспечения безопасности мореплавания, используется уже более 25 лет, в ней задействованы геостационарные спутники Земли, орбиты которых расположены над экватором (рис. 1). Каждый спутник имеет район обслуживания довольно большого размера, но ни один из спутников не обеспечивает его видимости в приполярных районах на хороших углах возвышения. В широтах выше 70 градусов система неэффективна.

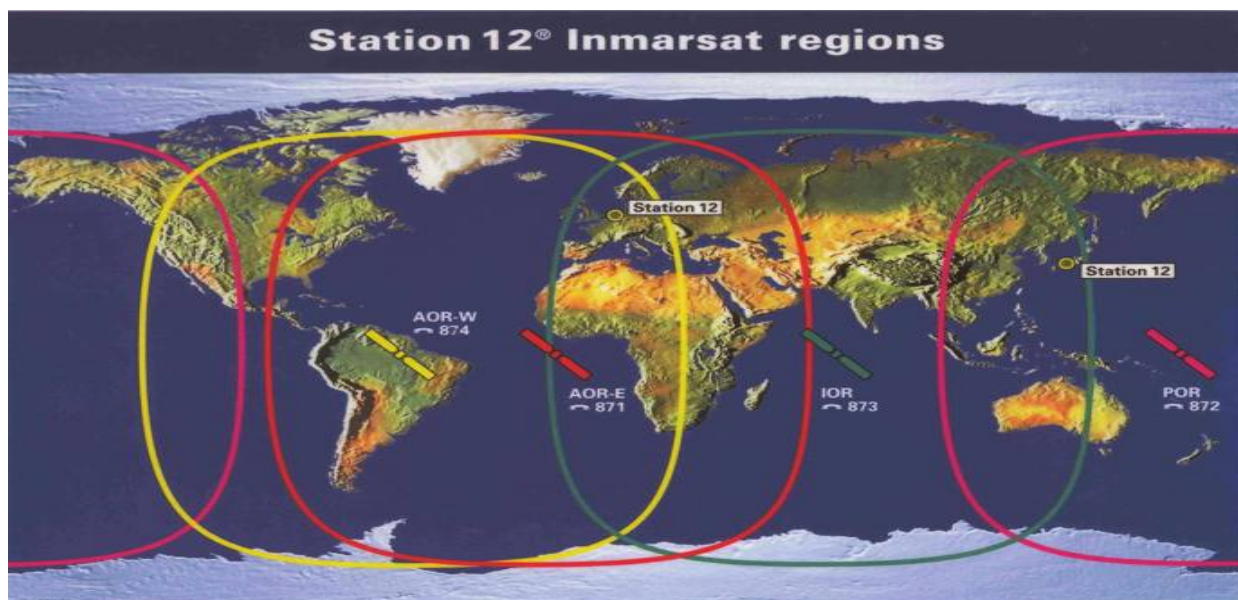


Рисунок 1 – Геостационарные спутники системы «Инмарсат»

Система спутниковой связи «Иридиум» построена на низкоорбитальных спутниках (рис. 2), поэтому «белых пятен» в полярных районах Земли не имеет. Начало эксплуатации стало революционным переворотом в области связи для профессионалов, бизнеса, путешественников, служб спасения, а также других лиц, которым необходима многофункциональная и удобная спутниковая связь в виде спутникового телефона-трубки с единым глобальным номером. В отличие от наземных сетей связи спутниковая система отслеживает местоположение телефона, обеспечивая, таким образом, прохождение сигнала до абонента вне зависимости от его местонахождения. Иными словами, для установления связи с абонентом системы Iridium не требуется знать, где он находится. Телефоны Iridium обеспечивают высококачественное соединение для голосовой связи и предполагают интерфейсное соединение с ноутбуками, «палмтопами», электронными органайзерами и другим телекоммуникационным оборудованием. Относительно короткое расстояние до спутника уменьшило задержку сигнала и улучшило качество разговора.



Рисунок 2 – Спутники системы связи «Иридиум»

Космический сегмент Иридиум состоит из 66 низкоорбитальных спутников, размещенных на 6 приполярных орбитах. В сети реализован уникальный механизм межспутниковых связей, который используется для передачи сигнала с одного спутника на другой без необходимости ретрансляции этого сигнала на Землю. Межспутниковые связи Иридиум теоретически позволяют этой сети функционировать при наличии всего лишь одной станции сопряжения, на которую будут поступать все абонентские звонки.

Поэтому ещё в июне 2013 г. на 92-й сессии Комитета ИМО по безопасности мореплавания (MSC-92) делегация США предложила включить систему спутниковой телефонной связи «Иридиум», имеющую на текущий момент глобальное покрытие, в службу ГМССБ. Начался закат эпохи монополии Инмарсат. На 98-й сессии КБМ утвердил проект поправок к главе IV и Приложению к Международной конвенции СОЛАС-74, заменив все ссылки на Инмарсат фразами «признанные услуги подвижной спутниковой связи».

И вот, наконец, произошло историческое событие – на своей 99-й сессии комитет объявил о признании системы «Иридиум» полностью соответствующей требованиям Резолюции А.1001(25). В поправках, принятых к главе IV МК СОЛАС-74 Резолюцией MSC.436(99), в правилах 7, 8, 9 и 10 название единственного провайдера спутниковой связи «Инмарсат» удалено и заменено на фразу «признанная подвижная спутниковая служба», отныне означающая любую службу, которая эксплуатируется через спутниковую систему и признана Организацией для использования в ГМССБ. Слова «судовая земная станция, предоставляющая признанные услуги подвижной спутниковой связи» должны быть заменены словами «признанные услуги подвижной спутниковой связи судовой земной станции» в тексте проекта поправок к главе IV и приложению к Конвенции СОЛАС 1974 года, а также в тексте проекта последующих поправок к Кодексам ВС (HSC) 1994 и 2000 гг. и ССН (SPS) 2008 г. Определение районов ГМССБ и форма Перечня радиооборудования также изменились.

Технические данные о космическом сегменте Иридиум:

- количество спутников на орбите: 66 основных и 6 резервных;
- количество орбитальных плоскостей: 6 (11 спутников в каждой плоскости) высота орбиты: 780 км;
- наклонение орбитальной плоскости: 86,4 град;
- период обращения спутника: 100 мин 28 с;
- масса спутника: 689 кг;
- количество лучей, формируемых одним спутником: 48;
- диаметр луча: около 50 км;
- мощность канала: 16 ДБ (средняя);
- срок службы спутника: 7–9 лет.

Частоты, используемые для связи в сети «Иридиум»:

- спутник Иридиум – спутниковый телефон или спутниковый пейджер: 1616–1626,5 МГц;
- межспутниковые связи: 23,18–23,3 ГГц;
- наземная станция – спутники Иридиум: 29,1–29,3 ГГц;
- спутники Иридиум – наземная станция: 19,4–19,6 ГГц.

Пользовательский сегмент Иридиум - это спутниковые телефоны и спутниковые пейджеры, посредством которых абонент получает доступ в сеть «Иридиум» и пользуется ее услугами. Спутниковые телефоны Иридиум внешне выглядят как «трубки» и работают в двух режимах – спутниковом и сотовом GSM. Спутниковые пейджеры способны принимать сообщения, находясь в любой точке планеты.

Долгое время, после возобновления коммерческой эксплуатации системы, Iridium Satellite LLC ограничивалась работой на американском рынке, но с недавних пор вышла за его пределы. Сегодня количество абонентов Iridium во всем мире составляет около 100 тыс. человек. После четырехлетнего перерыва в Россию вновь возвращается сеть глобальной спутниковой связи Iridium. Ее новый российский сервис-провайдер – компания «Технологии Иридиум» – уже получила разрешение на использование необходимых радиоча-

стот и обратилась в Минсвязи за операторской лицензией. Если все пойдет по плану, намеченному компанией, то услуги Iridium будут доступны на российской территории в коммерческом режиме.

Таким образом, можно с уверенностью сказать, что развитие средств морской радиосвязи идёт по пути модернизации оборудования, совершенствования методов и правил его применения, унификации подходов к эксплуатации. Всё это позволяет эффективно решать задачи, стоящие перед мореплавателями, обеспечивая на высоком уровне безопасность человеческой жизни.

Библиографический список

1. Международная конвенция по охране человеческой жизни на море 1974 года СОЛАС-74, текст, измененный Протоколом 1988 года к ней, с поправками (с изменениями на 24 мая 2018 года). URL: http://www.sur.ru/ru/news/lent/2020-01-09/novye_popravki_k_solas_vstupili_v_silu_18450/ (дата обращения: 21.04.2021).

2. Протокол заседания 92-й сессии Комитета по безопасности мореплавания ИМО. URL: https://www.cdinfo.lr.org/information/documents/imomarineservices2013/msc_92_agenda_preview.pdf (дата обращения: 21.04.2021).

3. Поправки к Международной конвенции по охране человеческой жизни на море 1974 года с поправками. URL: <https://docs.cntd.ru/document/542603634> (дата обращения: 21.04.2021).

4. Доклад Комитета по безопасности на море о его 92-й сессии. URL: http://oceanlaw.ru/wp-content/uploads/2018/03/92_sessiya_komiteta_po_bezopasnosti_na_more.pdf (дата обращения: 21.04.2021).

5. Доклад Комитета по безопасности на море о его 99-й сессии. URL: <https://www.imo.org/en/MediaCentre/MeetingSummaries/Pages/MSC-99th-session.aspx> (дата обращения: 21.04.2021).

Данил Сергеевич Дементьев

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. СВс-112, Россия, Владивосток, e-mail: danil.dementev.2021@inbox.ru

Научный руководитель – Екатерина Евгеньевна Соловьева, ст. преподаватель

Ледокольный флот: этапы и перспективы развития

Аннотация. Россия обладает единственным в мире атомным ледокольным флотом, призванным на основе применения передовых ядерных достижений решать задачи обеспечения национального присутствия в Арктике. С его появлением началось настоящее освоение Крайнего Севера. Основными направлениями деятельности атомного флота являются: ледокольное обеспечение проводки судов в районах Северного морского пути (СМП) в замерзающие порты РФ; обеспечение проведения высокоширотных научно-исследовательских экспедиций; обеспечение аварийно-спасательных операций во льдах на акватории СМП и неарктических замерзающих морей.

Ключевые слова: ледоколы, Северный морской путь, Арктика.

Danil S. Dementyev

Far Eastern State Technical Fisheries University, SVs-112, Russia, Vladivostok, e-mail: danil.dementev.2021@inbox.ru

Scientific adviser – Ekaterina E. Solovieva, Senior Lecturer

Icebreaker fleet: stages and development prospects

Abstract. Russia possesses the only nuclear-powered icebreaker fleet in the world, designed to solve the problems of ensuring a national presence in the Arctic on the basis of the use of advanced nuclear achievements. With its appearance, the real development of the Far North began. The main activities of the nuclear fleet are: icebreaker support for escorting ships in the areas of the Northern Sea Route (NSR) to freezing ports of the Russian Federation; ensuring the conduct of high-latitude research expeditions; providing emergency rescue operations in ice in the water area of the NSR and non-Arctic freezing seas.

Keywords: icebreakers, Northern Sea Route, Arctic.

Россия обладает единственным в мире атомным ледокольным флотом, призванным на основе применения передовых ядерных достижений решать задачи обеспечения национального присутствия в Арктике. С его появлением началось настоящее освоение Крайнего Севера.

Основными направлениями деятельности атомного флота являются: ледокольное обеспечение проводки судов в районах Северного морского пути (СМП) в замерзающие порты РФ; обеспечение проведения высокоширотных научно-исследовательских экспедиций; обеспечение аварийно-спасательных операций во льдах на акватории СМП и неарктических замерзающих морей.

Также ледоколы могут быть использованы как туристические круизы до Северного полюса и других частей севера. СМП – эта одна из главнейших задач атомного флота.

Проходит вдоль северных берегов России по морям Северного Ледовитого океана (Баренцево, Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское и Берингово).

СМП остается важнейшим маршрутом во всем мире. Он соединяет все азиатские порты, в том числе и российские, с европейскими. Но главным его плюсом остается небольшая протяженность (всего 5600 км), по сравнению с маршрутом, который проходит через Суэцкий канал. Этот фактор очень сильно влияет на экономичность грузоперевозок. Так как Северный морской путь долгое время заморожен, именно в этот момент на помощь приходят ледоколы.

В такой ситуации Россия обеспечивает безопасность на данном маршруте, гидрометеорологическую и навигационную обстановку. В связи с дальнейшим развитием арктических углеводородных проектов ожидается устойчивый рост грузопотока по Северному морскому пути. Поэтому сегодня одним из приоритетных направлений деятельности Росатомфлота становится участие в арктических нефтегазовых проектах.

В рамках реализации данных проектов атомные ледоколы обеспечивают круглогодичную проводку судов в направлении портов, тем самым обеспечивая их стабильное развитие.

До появления судов, которые могли выдерживать большие океанские нагрузки, технология ледоколов была разработана на внутренних каналах и реках. Первый зарегистрированный ледокол, который был очень примитивным, использовался в бельгийском городе Брюгге в 1392 г. для расчистки городского рва.

С началом полярных исследований начали использоваться суда с ледовыми усилениями.

Изначально они были деревянными и строились по известным на то время технологиям.

Они были усилены, особенно по ватерлинии, с двойной обшивкой корпуса и усилением поперечин внутри судна. Снаружи корпус судна был обернут металлическими лентами.

Такая конструкция корпуса судна была нужна для того, чтобы судно могло преодолеть лед, а также для защиты его от случайного сковывания льда.

Со временем в период освоения своих северных территорий перед Россией встал вопрос о постройке судов, которые могли бы преодолевать северные пути.

Первыми изобретенными судами для таких суровых условий стали кочи – деревянные парусные суда для заполярных плаваний.

Корпус коча был защищен поясом для устойчивости к плавучей льдине, имел обшивку вдоль ватерлинии и ложный киль для движения по льду. Если коч будет зажат льдом, его закругленные линии корпуса судна ниже ватерлинии позволяли вывести судно из воды на лед без повреждений.

Первым настоящим и привычным для современного человека стал ледокол «Ермак», построенный на рубеже XX в. Ледокол «Ермак» – первый в мире ледокол арктического класса. Назван в честь исследователя Сибири – Ермака Тимофеевича. Идея о его постройке появилась в 1897 г. Его автором был С.О. Макаров. Ледокол «Ермак» имел водоизмещение 8730 т, длину 97,5 м, осадку 7,3 м.

Двигатели у первых ледоколов были паровыми, которые имели скорость хода в 12 уз (21 км/ч). С развитием технологий конструкции ледоколов менялись. И ледоколы, как и прочие суда, строились на дизельных установках. Первым таким ледоколом стало шведское судно Ymer. Этот ледокол до 1957 г. оставался самым мощным шведским ледоколом, до тех пор, пока не были построены другие более прогрессивные ледоколы. В России судном такого класса был ледокол «Адмирал Макаров», в США – ледокол USCGC «Southwind» (WAGB-280).

Массовым прорывом в кораблестроении, в том числе и ледоколов, стала постройка судов с ядерной энергетической установкой, которая во много раз увеличила мощность и автономность плавания, что способствовало решению стратегических и производственных задач нашей страны как в северных морях, так и в других океанских широтах. Первым таким ледоколом в мире стал наш советский атомный ледокол «Ленин». Это был первенец всех ледоколов с ядерной установкой.

Второй советский ледокол «Арктика» был построен в 1971–1972 гг. Это крупнейший ледокол того времени. Длина его составляла 148 м, ширина 30 м, высота борта более 17 м,

осадка 11 м, водоизмещение ледокола 23000 т, мощность его турбин равнялась 75000 лошадиных сил. «Арктика» легко могла ломать лед толщиной 5 м и развивать скорость до 18 уз в чистой воде. Корпус ледокола был изготовлен из прочного стального сплава и усилен специальным ледовым поясом по бокам. Судно имело четыре палубы, две платформы, носовую часть и пятипалубную площадку для посадки разведывательного вертолета. Также ледокол «Арктика» был первым надводным судном, достигшим Северного полюса – подвиг, совершенный 17 августа 1977 г., во время экспедиции, посвященной 60-летию Октябрьской революции.

На данный момент Россия обладает самым большим ледокольным флотом. Также у РФ имеется судно «Севморпуть» – ледокольное транспортное судно (лихтеровоз) с атомной силовой установкой типа КЛТ-40. Крупнейшее когда-либо построенное торговое судно с ядерной установкой. Назван в честь Северного морского пути, для которого и строился.

Северный морской путь – главнейшая в данный момент причина постройки ледоколов. Как говорилось раньше, СМП экономичнее своего собрата Суэцкого канала. Помимо своей экономичности ресурсов, через СМП не взимается пошлина за суда и нет угрозы со стороны пиратов. Северный морской путь проходит по арктическим морям, таким как Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское. Длина пути от Карских ворот до бухты Проведения составляет 5,6 тыс. км. СМП не имеет четко разграниченного маршрута. Так как маршрут находится на всей протяженности Российской Федерации, она контролирует все мореходные задачи на данном участке пути: навигацию, гидрометеорологическое обеспечение по всей акватории СМП, а также подкрепляет законами. Именно с данным морским торговым путем будут работать новые ледоколы типа ЛК-60Я (ледокол мощностью 60 МВт с ядерной установкой). Водоизмещение данных судов будет достигать до 33540 т, при полном КВЛ (конструктивная ватерлиния – ватерлиния, принятая за основу построения теоретического чертежа и соответствующая полученному предварительным расчетом полному и нормальному водоизмещению судна), длина 173,3 м, ширина 34 м, при осадке (глубина погруженной части корпуса судна) 8,55 м. Мощность двух ядерных двигателей будет достигать 60 МВт, или 81577 л.с., при скорости хода 22 уз в чистой воде и 12 уз по льду. Новые ледоколы будут оснащены 2 ядерными реакторами РИТМ-200 (водо-водяной ядерный реактор). Автономность плавания будет достигать 7 лет (перезагрузка топлива), 6 месяцев (по запасам провизии), экипаж 75 человек.

Но это не последний проект ледоколов на данный момент. Следующими такими судами будут атомные ледоколы проекта 10510 «Лидер» (ЛК-120Я). У этих ледоколов кардинально изменится все вплоть до дизайна самих судов. Увеличится их водоизмещение, длина, ширина, осадка, экипаж и т.д. Главной задачей данных судов будет: круглосуточное обеспечение навигации по Северному морскому пути и проведение экспедиций в Арктику.

Тем самым дальность их плавания может стать неограниченной. За счет увеличения ширины корпуса предлагается проведение крупнотоннажных судов.

Библиографический список

1. Андриенко В.Г. Ледокольный флот России, 1860-е – 1918 гг.
2. Алексеев Г.М. Особые случаи морской практики: учеб. пособие для курсантов высш. инж. морских училищ. М., 1959. 338 с.
3. Селиверстов Л.С. В Арктике на парусниках и атомоходах. Мурманск, 2008.

Валерия Александровна Снопва

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. УТб-212, Россия, Владивосток, e-mail: pillers@mail.ru.

Научный руководитель – Екатерина Евгеньевна Соловьева, ст. преподаватель

Перевозка опасных грузов

Аннотация. Морские перевозки грузов – самый важный вид транспорта в мире. Объем морских перевозок грузов является показателем состояния мировой экономики. Морская промышленность характеризуется последовательным ростом портовых мощностей и увеличением объемов перевозок, в том числе опасных грузов.

Ключевые слова: опасные грузы, безопасность мореплавания, аварийность.

Valeria A. Snopova

Far Eastern State Technical Fisheries University, UTb-212, Russia, Vladivostok, e-mail: pillers@mail.ru

Scientific adviser – Ekaterina E. Solovieva, Senior Lecturer

Transportation of dangerous goods

Abstract. Sea freight is the most important mode of transport in the world. The volume of sea freight is an indicator of the state of the world economy. The maritime industry is characterized by a consistent growth in port capacity and an increase in the volume of traffic, including dangerous goods.

Keywords: dangerous goods, navigation safety, accident rate.

Морские перевозки грузов – самый важный вид транспорта в мире. В 2015 г. на его долю приходилось более 80 % мировых грузоперевозок. Объем морских перевозок грузов является показателем состояния мировой экономики. Морская промышленность характеризуется последовательным ростом портовых мощностей и увеличением объемов перевозок, в том числе опасных грузов.

Перевозки опасных грузов растут как по количеству химических веществ, так и по общему объему грузов. В настоящее время количество различных опасных грузов и соединений оценивается в тысячи. Морские перевозки этих грузов осуществляются насыпью и в упакованном виде.

Перевозка опасных грузов, как правило, сопряжена со значительным уровнем риска, который может зависеть от целого ряда факторов. Безопасность является одной из главных забот во всех видах деятельности, связанных с перевозкой опасных грузов. К катастрофическим последствиям возможной аварии относятся: гибель людей, травмы, экстренная эвакуация, материальный ущерб и ущерб окружающей среде.

Безопасность на море при перевозке опасных грузов зависит от факторов, связанных с технологией и организацией перевозки, а также подготовкой экипажа к выполнению поставленной задачи, обусловленной конкретными условиями труда.

Некоторые из опасных химических веществ характеризуются воздействием на окружающую среду при попадании в воду или воздух. Перевозка опасных грузов и материалов

может быть связана с авариями, причиняющими ущерб окружающей среде на протяжении всего процесса перевозки, такого как погрузка, разгрузка и хранение.

Потенциальные последствия аварии: пожары, взрывы, выброс токсичных газов, утечка опасных веществ.

Каждая авария связана с несколькими видами издержек:

- гибель, ранение или гибель людей;
- расходы, связанные с восстановлением судов и оборудования;
- экономические потери из-за прерывания или замедления объема перевозимых грузов;
- убытки, вызванные загрязнением окружающей среды, включая восстановление ущерба;
- потеря репутации судоходной компании.

В последние годы стоимость ущерба окружающей среде значительно возросла, причем ни один анализ окончательно не прояснил причину этого увеличения.

Одной из потенциальных причин этого является увеличение морских перевозок опасных и вредных грузов по всему миру за последние десятилетия.

Эволюция морского транспорта, на которую повлияли новые грузы и новые методы перевозки, появились новые, не вполне понятные виды опасных грузов. Можно отметить, что большое количество опасных грузов перевозится контейнерами.

Правила ИМО определяют условия перевозки и помогают выделить опасные грузы, требующие особого ухода, однако некоторые новые грузы не входят в эти правила. Таким образом, возникает новый тип эколого-экономического риска, который ставит перед морским транспортом новые задачи.

Информация является наиболее важным фактором при перевозке опасных грузов.

Параметры, которые необходимо учитывать при перевозке:

- физические свойства груза;
- химические свойства;
- упаковка;
- форма транспортировки;
- хранение;
- обработка;
- сегрегация;
- квалификация экипажа;
- погодные условия;
- состояние моря;
- терроризм.

Основные причины аварий с опасными грузами до отправления судна можно разделить на несколько категорий:

- дефекты упаковки и ошибки наполнения: ранее существовавшие повреждения, коррозия, дефектные компоненты или устройства, переполнение, нестабильность груза;
- плохое крепление, фиксация и блокировка;
- ненадлежащая укладка и сегрегация груза.

Другими факторами, определяющими безопасность транспортировки, являются погодные условия и состояние моря: температура, ветровые течения и волны, а также человеческая ошибка или небрежность.

Среди многих причин, по которым происходят инциденты на борту, одной из наиболее распространенных является недекларирование новых веществ. Опасность не объявляется из-за нехватки времени на испытания, отсутствия знания о грузе или ложное предположение о том, что груз не классифицируется как опасный.

Необъявленные опасные грузы не могут быть правильно уложены или обработаны экипажем или портовым персоналом, если не известно об их опасности, и это является проблемой обеспечения безопасности.

Химические вещества, перевозимые морем, подразделяются на девять классов (взрывоопасность, радиоактивные свойства, воспламеняемость, токсичность, коррозируемость, реактивность, инфекционная опасность вещества и экологическая опасность.)

В последние годы все большее внимание уделяется снижению воздействия опасных грузов на окружающую среду.

Перевозка опасных грузов должна осуществляться в соответствии с действующими правилами, направленными на снижение потенциального вреда людям, имуществу и окружающей среде, который может возникнуть в результате выброса опасных грузов.

В ответ на это Международная морская организация устанавливает механизм для компании и судов по повышению эффективности перевозок этих грузов.

Правовые акты в области перевозки опасных грузов делятся на несколько групп:

- правовые акты, регулирующие деятельность по перевозке опасных грузов;
- правовые акты, обеспечивающие безопасность;
- правила работы с опасными грузами;
- правовые акты, касающиеся технических проблем;
- правила подготовки и аттестации персонала, связанного с перевозкой опасных грузов;
- правовые акты, применяющие ответственность за нарушение правил работы с опасными грузами;
- правовые акты, применяемые в области охраны окружающей среды.

Наиболее важными международными конвенциями, касающимися морской перевозки опасных грузов в упакованном виде, являются конвенции СОЛАС-74 и МАРПОЛ 73/78.

Важно, чтобы при перевозке опасных грузов соответствующий персонал и персонал склада получали соответствующие инструкции о соответствующей опасности и мерах предосторожности, которые необходимо принять.

Лица, участвующие в перевозке упакованных опасных грузов, должны соблюдать правила МКМПОГ.

Чтобы следовать этим правилам, сотрудники должны пройти обучение. Следует обеспечить подготовку всех членов экипажа, которые участвуют в эксплуатации опасных грузов и обращении с ними в рамках своей оперативной ответственности.

Постоянно увеличивающаяся морская перевозка опасных грузов приводит к увеличению вероятности неконтролируемого выброса этих грузов в морскую среду.

Следует признать, что улучшение условий перевозки опасных грузов внесет ценный вклад в снижение воздействия на окружающую среду и снижение риска аварий. Снижение экологических рисков, связанных с перевозкой опасных грузов, должно осуществляться путем установления тщательных и эффективных процедур. Необходимо принять меры совершенствования стандартов, которые обеспечат приемлемый уровень контроля опасности опасных грузов для людей, имущества и окружающей среды

Библиографический список

1. Международный кодекс морской перевозки опасных грузов (МК МОПОГ). СПб.: ЦНИИМФ, 1996. 1200 с.
2. Снопков В.И. Технология перевозки грузов морем. СПб.: Мир и семья, 2001. 560 с.
3. Троицкая, Н.А. Транспортно-технологические схемы перевозок отдельных видов грузов / Н.А. Троицкая, М.В. Шилимов. М.: КноРус, 2010. 232 с.
4. Ширяев, С.А. Транспортные и погрузочно-разгрузочные средства / С.А. Ширяев, В.А. Гудков, Л.Б. Миротин. М.: Горячая линия – Телеком, 2007. 848 с.

Александра Сергеевна Сылко

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. УТб-212, Россия, Владивосток, e-mail: pillers@mail.ru

Анастасия Дмитриевна Тынкова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. УТб-212, Россия, Владивосток, e-mail: pillers@mail.ru

Научный руководитель – Екатерина Евгеньевна Соловьева, ст. преподаватель

Безопасность мореплавания при осуществлении контейнерных перевозок

Аннотация. Актуальность темы обусловлена тем, что морские перевозки относятся к числу самых эффективных современных способов перемещения грузов на большие расстояния. Доставка морем сама по себе дешевле других видов транспорта, а морские контейнерные перевозки дают еще большее удешевление за счет быстрой погрузки и разгрузки.

Ключевые слова: контейнерные перевозки, безопасность мореплавания, аварийность.

Aleksandra S. Silko

Far Eastern State Technical Fisheries University, UTb-212, Russia, Vladivostok, e-mail: pillers@mail.ru

Anastasia D. Tinkova

Far Eastern State Technical Fisheries University, UTb-212, Russia, Vladivostok, e-mail: pillers@mail.ru

Scientific adviser – Ekaterina E. Solovieva, Senior Lecturer

Safety of navigation in the implementation of container transportation

Abstract. The relevance of the topic is due to the fact that sea transportation is one of the most effective modern methods of moving goods over long distances. Shipping by sea itself is cheaper than other types of transport, and sea container shipping gives even more cost savings due to fast loading and unloading.

Keywords: dangerous goods, navigation safety, accident rate.

Контейнеровозы – тип грузовых судов, которые произвели революцию в способах транспортировки грузов по всему миру, обеспечивая безопасность и сохранность груза.

Контейнеровозы являются одними из самых больших когда-либо построенных судов, поэтому работники контейнеровозов берут на себя большую ответственность. Если бы один из самых больших контейнеровозов стоял вертикально, он был бы выше Эмпайр – стейт – билдинг (его высота составляет 443 м).

На любом контейнеровозе вопросы обеспечения безопасности стоят на первом месте

Основной задачей является обеспечение соответствующей остойчивости судна при различных вариантах загрузки. Нарушение остойчивости контейнеровозов, как правило,

происходит под воздействием сложного взаимодействия нескольких факторов – шквалистого ветра, нерегулярного морского волнения, динамики жидкости во внутренних помещениях и отсеках судна, вибраций груза на палубе, а также сложной динамики судна при сместившемся грузе.

Аварии, связанные с потерей остойчивости, разделяются на три группы: внезапное опрокидывание, постепенное накренение и затопление с креном. Примерно 50 % аварий от потери остойчивости происходит внезапно, 31 % – в результате медленного накренения, 19 % – от затопления с креном. Полностью спасти экипаж удается только в 29 % случаев гибели судов от опрокидывания. В 23 % случаев экипаж погибает полностью.

Аварии с участием контейнеровозов могут произойти по любому количеству причин, от человеческой ошибки до внезапных штормов.

Согласно 12-летнему исследованию, проведенному в период с 2008 г. по 2019 г., в среднем ежегодно теряется 1382 контейнера.

В 2019 г. в результате морских аварий погибло 2118 человек и сумма страховых убытков составила 783 миллиона долларов.

В январе 2007 г. судно MSC Napoli попало в сильный шторм в Ла-Манше. Причиной аварийной ситуации стала неправильная балластировка судна – при выгрузке в трюм через грузовую палубу стала поступать вода. К тому времени, как это было замечено, крен достиг критической величины, и судно перевернулось.

В марте 2007 г. в порту Антверпена во время загрузки перевернулся и затонул 216-метровый контейнеровоз Republica di Genova, принадлежащий английской компании Grimaldi Lines.

В 2015 г. контейнеровоз ElFaro был потоплен у берегов Багамских островов при попытке преодолеть ураган Хоакин. Причиной данной аварии были погодные условия, которые привели к потере остойчивости.

В марте 2018 г. в Аравийском море на борту контейнеровоза Maersk Honam начался пожар, который продолжался несколько суток. Взять огонь под контроль удалось лишь спустя 5 дней. Четыре члена экипажа считались пропавшими без вести, останки троих из них были найдены почти через неделю.

Причиной возникновения пожара была неправильное крепление груза. Контейнеры содержали в себе химические вещества, в результате падения контейнеров произошла химическая реакция, в результате чего и возник пожар.

По данным Maersk, на борту находилось 7860 контейнеров. Сообщается, что произошла полная гибель контейнеров, находившихся в передних трюмах. Контейнеры, которые находились в кормовой части, получили существенные повреждения.

В январе 2019 г. произошла очередная авария с контейнеровозом. Один из крупнейших контейнеровозов в мире MSC Zoe потерял около 270 контейнеров при переходе в акватории Северного моря. В трех контейнерах хранились ядовитые и взрывоопасные органические пероксиды.

2020 г. стал катастрофическим для большинства людей во многих отношениях, и весь мир охватил сумасшедший шум по разным причинам – COVID-19, морские катастрофы, нехватка места и оборудования, необычные фрахтовые ставки и оказавшиеся в затруднительном положении моряки.

Во время последней морской катастрофы контейнеровоз One Arus потерпел множественное обрушение штабелей на борту из-за суровых погодных условий, когда судно следовало из Китая в США.

Сообщалось, что судно столкнулось с ураганным ветром и большими волнами, в результате чего около 1816 контейнеров были потеряны.

Предполагается, что 40 из этих 1816 контейнеров перевозили опасные грузы.

Принимая во внимание количество потерянных контейнеров, эксперты считают, что этот инцидент на One Arus может стать самой ужасной катастрофой контейнеровоза за всю историю с потенциальными потерями и расходами в сотни миллионов.

В 2021 г. гигантский контейнеровоз EverGiven длиной в четыре футбольных поля вклинился через Суэцкий канал в Египте, заблокировав один из самых оживленных торговых маршрутов в мире. Около 12 % мировой торговли проходит через Суэцкий канал, который соединяет Средиземное море с Красным морем и обеспечивает кратчайшее морское сообщение между Азией и Европой. Блокировка привела к росту цен на нефть на международных рынках и колоссальным экономическим потерям.

В заключение хотелось бы сказать, что приведенные примеры аварийных ситуаций позволяют сделать вывод о том, что для обеспечения безопасной транспортировки грузов контейнерами, необходимо постоянное слежение за остойчивостью судна, начиная с погрузки груза в порту, надежного и правильного крепления, так и во время нахождения в море.

Библиографический список

1. Международный кодекс морской перевозки опасных грузов (МК МОПОГ). СПб.: ЦНИИМФ, 1996. 1200 с.
2. Снопков В.И. Технология перевозки грузов морем. СПб.: Мир и семья, 2001. 560 с.
3. Троицкая, Н.А. Транспортно-технологические схемы перевозок отдельных видов грузов / Н.А. Троицкая, М.В. Шилимов. М.: КноРус, 2010. 232 с.
4. Ширяев, С.А. Транспортные и погрузочно-разгрузочные средства / С.А. Ширяев, В.А. Гудков, Л.Б. Миротин. М.: Горячая линия – Телеком, 2007. 848 с.

УДК 621.452.225

Кирилл Игоревич Галимов

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. СМс-412, Россия, Владивосток, e-mail: galimov.kirill@bk.ru

Научный руководитель – Сергей Валентинович Чехранов, доктор техн. наук, профессор

Влияние формы канала на структуру газового потока

Аннотация. Выясняются структуры потока газа в зависимости от разных типов и условий канала с целью дальнейшего проектирования турбины.

Kirill I. Galimov

Far Eastern State Technical Fisheries University, SMs-412, Russia, Vladivostok, e-mail: galimov.kirill@bk.ru

Scientific adviser – Sergey V. Chehranov, Doctor of Technical Science, Professor

Influence of the channel shape on the gas flow structure

Abstract. The aim of the work is to find out the structure of the gas flow, depending on the different types and conditions of the channel. For the purpose of further design of the turbine.

Введение

В судовой энергетике вспомогательные турбины занимают достаточно большую долю. Причем это не только газовые турбины, которые используются в агрегатах наддува ДВС, но и вспомогательные паровые турбины. Особенно активно использование паровых турбин стало проявляться с внедрением на флоте высокофорсированных двигателей внутреннего сгорания. Это связано с тем, что значительно возросла энергия выпускных газов судовых высокофорсированных ДВС. Эти газы поступают в утилизационные котлы, где получают пар, используемый чаще всего в утилизационных турбогенераторах, или турбонасосах. А всё более широкое применение таких турбин предъявляет и более жесткие требования к их КПД.

Как известно, для того чтобы турбина имела максимальный КПД, нужно, чтобы каждая лопатка рабочего колеса создавала полезную работу, т.е. поток пара должен подводиться по всей окружности рабочего колеса (РК). Если сравнивать турбины при одинаковых средних диаметрах, то у турбины с меньшей мощностью, при полном подводе рабочего тела, высота лопаток должна быть уменьшена пропорционально уменьшению мощности.

Это значит, что большая часть потока будет уходить в зазор, существенно уменьшая КПД. Также из-за малой высоты лопаток очень сильно возрастут концевые потери, что ещё больше увеличит потери КПД. В таких турбинах уменьшение проходного сечения сопел достигается не за счёт уменьшения их высоты, а за счёт уменьшения их количества, при сохранении оптимальных геометрических параметров. В таком случае подвод пара к рабочему колесу будет производиться не по всей окружности, а только на том отрезке дуги, на котором расположены сопла. Такие турбины называются парциальными. А степенью парциальности называют отношение длины дуги окружности, занятой каналами сопловой решетки, через которые осуществляется доступ пара к рабочей решетке, к общей

длине окружности, определяемой по среднему диаметру $e=z_1t_1/(\pi d_{cp})$. У парциальных турбин полезная работа создаётся только на активной дуге рабочего колеса.

Все парциальные турбины делаются только активного типа, её нельзя делать реактивной, потому что из-за наличия перепада давления на рабочем колесе поток за соплами тут же растечётся на неактивную дугу и перепад на рабочем колесе исчезнет, но с большими потерями.

1. Потери кинетической энергии от парциальности

Потери кинетической энергии от парциальности (в дальнейшем для простоты будем называть их просто потерями), можно подразделить на ряд отдельных потерь:

- 1) потери на вентиляцию;
- 2) на выколачивание;
- 3) на внезапное расширение потока;
- 4) на утечку и подсос на краях дуги впуска.

Но основными потерями в парциальных турбинах являются потери на вентиляцию. Именно для борьбы с этими потерями разрабатываются многочисленные конструкции парциальных турбин. Одной из таких конструкций являются турбины И.И. Кириллова [1].

2. Турбины И.И. Кириллова

Турбинами с наименьшими вентиляционными потерями являются турбины И.И. Кириллова, известные как турбины конструкции ЛПИ. У таких турбин очень малый геометрический угол установки сопел α_1 (в пределах $3...5^0$) и большой относительный шаг лопаток РК, превышающий 1,5 (рис. 1).



Рисунок 1 – Схема ступени СПБГТУ с большим относительным шагом рабочих лопаток:
1 – сопло; 2 – рабочее колесо

Если сравнить параметры традиционной парциальной турбины и турбины Кириллова, то можно заметить, что не только угол α_1 , но и множество других параметров очень сильно отличаются от оптимальных. Например, у обычных активных турбин относительный шаг лопаток $0,55...0,65$, а у турбин с малым углом α_1 угол β_1 тоже очень мал, что приводит к большой изогнутости лопаток и как следствие к повышенному относительному шагу лопаток $1,5...2,5$. То есть в этих турбинах из-за неоптимальных геометрических параметров, лопаточные потери гораздо больше, чем в обычных турбинах. Но малый угол α_1 позволяет существенно увеличить степень парциальности вплоть до 1. И как показывают исследования, при малых значениях степени парциальности в обычных турбинах потери от парциальности будут гораздо больше, чем потери от неоптимальных геометрических параметров в турбинах с малым углом α_1 , соответственно, с большим углом поворота потока.

Главной проблемой турбин с большим углом поворота потока являются потери в РК. Дело не только в прямой связи величины концевых потерь с углом поворота РК, но и в склонности таких профилей к отрывным явлениям, что, пожалуй, ещё более важно. Поэтому исследование процессов, происходящих в межлопаточных каналах таких турбин, является весьма актуальной задачей.

3. Криволинейные каналы постоянного сечения

В сильноизогнутых межлопаточных каналах МРТ структура потока существенно отличается от картины течения в межлопаточных каналах турбин традиционных конструкций. КПД решетки профилей в зависимости от относительной высоты резко меняется при изменении высоты и при фиксированной хорде, в то время как такая же зависимость про-

текает более полого при фиксированной высоте и переменной хорде. Это связано, во-первых, с отрывными явлениями, неизбежно возникающими в таких каналах, и, во-вторых, с преобладанием влияния относительной ширины лопаток l/b над относительной высотой $l/D_{ср}$. Это влияние представлено на рис. 2.

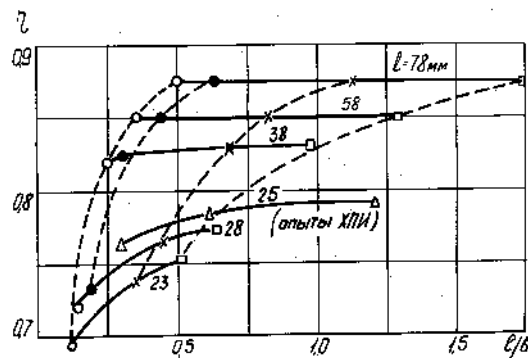


Рисунок 2 – Влияние относительной высоты лопаток на потери в плоской решетке профилей (по И.И. Кириллову)

На рис. 3 представлены результаты измерения относительного статического давления на стенках канала с гладкими стенками и с песочной шероховатостью при высоте бугорков 50 мкм и 100 мкм. Эпюры статического давления показывают, что в средней части поворотного участка гладкого канала, начиная с точки 5, появляется ярко выраженная зона диффузорного течения, которая, как правило, сопровождается отрывом пограничного слоя. Причем дальше по потоку градиент давления снижается и отрыв локализуется, образуя «отрывной пузырь». Применение песочной шероховатости с высотой бугорков 50 мкм позволило существенно снизить градиент давления в поворотном участке, что может свидетельствовать о небольшой зоне отрыва. А шероховатость с бугорками 100 мкм вообще убрала отрыв из поворотного участка.

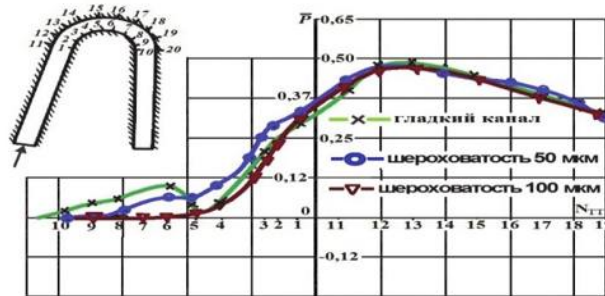


Рисунок 3 – Распределение относительного давления по стенкам криволинейного канала с песочной шероховатостью

Представленный анализ экспериментального исследования течения газовых потоков в криволинейных каналах свидетельствует о наличии в каналах отрывных явлений. К настоящему времени известно множество методов воздействия на пограничный слой и на его отрыв, но, как правило, во многих конкретных случаях приходится проводить дополнительные исследования с целью получения более полных сведений о течении газа в канале и о его структуре.

4. Конфузорные криволинейные каналы

Практически всеми исследователями отмечается, что в таких каналах наблюдаются отрывные явления, сопровождающиеся значительными потерями кинетической энергии. По-

этому при профилировании криволинейных каналов целесообразно проанализировать факторы, влияющие на структуру потока в канале. Известно, что отрывные явления в каналах вызываются главным образом соответствующим сочетанием степени изогнутости канала и скорости потока. Из числа других факторов, влияющих на величину отрыва, можно выделить степень турбулентности пограничного слоя и степень конфузренности самого канала. Под конфузренностью канала будем понимать отношение площадей выходного и входного поперечных сечений.

Результаты исследования каналов с конфузренностью $\bar{a} = 0,7$ и $\bar{a} = 0,5$ и внешним радиусом $R_2 = 32$ мм представлены на (рис. 4).

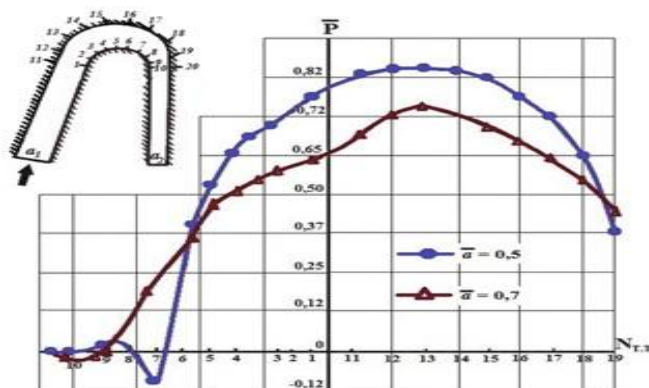


Рисунок 4 – Изменение относительного давления на стенках каналов при различной конфузренности

Здесь можно заметить, что для канала с $\bar{a} = 0,5$ на выпуклой стенке по направлению движения потока от точки 1 до точки 5 наблюдается устойчивое конфузренное течение. А далее вплоть до точки 7 наблюдается существенное увеличение градиента давления, приводящее к отрицательным значениям относительного давления, после чего давление вновь существенно возрастает. Такое поведение давления, как правило, свидетельствует о наличии отрыва в этой части канала. Что касается вогнутой стенки, то от точки 11 до точки 14 происходит рост давления, что говорит о диффузном характере течения, а ускорение потока наблюдается в поворотной части канала.

У канала с конфузренностью $\bar{a} = 0,7$ таких резких изменений давления не наблюдается, что говорит об отсутствии отрыва у вершины выпуклой стенки. В то же время на переходе от криволинейного участка к прямолинейному в районе точки 10 отрицательные значения давления указывают на возможность появления локального отрыва, занимающего часть прямолинейного участка. В этой связи можно отметить, что изменение параметров потока в канале с $\bar{a} = 0,7$ происходит более плавно, чем при $\bar{a} = 0,5$, что вполне соответствует известным представлениям о влиянии конфузренности на характер течения в каналах.

По результатам исследования единичных криволинейных каналов можно сделать следующие выводы:

1. Чем меньше степень конфузренности канала, тем ниже уровень потерь кинетической энергии за счет уменьшения области отрыва пограничного слоя.
2. При развитии отрыва вторичные вихри играют положительную роль в уменьшении суммарных потерь энергии за счет сужения отрывной зоны.

Выводы

Представленный анализ исследования структуры потока в единичных криволинейных каналах говорит о наличии отрыва пограничного слоя, что применительно к турбинам снижает КПД рабочего колеса и турбины в целом. Поэтому целесообразно применять в межлопаточных каналах турбулизаторы пограничного слоя, а также использовать оптимальную степень конфузренности.

Библиографический список

1. Чехранов С.В. Судовые турбомашины (основы теории паровых вспомогательных турбин): учеб. пособие. Владивосток, 2013. С. 47 – 75.
2. Чехранов С.В., Симашов Р.Р. Экспериментальное исследование структуры газового потока в криволинейных каналах переменного сечения // Морские интеллектуальные технологии.
3. Чехранов С.В., Симашов Р.Р. Экспериментальное исследование отрывных течений потока в криволинейных каналах постоянного сечения.

УДК 621.43.038.5; 629.5.064

Артур Вячеславович Усков

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
гр. СМС-412, Россия, Владивосток, e-mail: artur19986979@gmail.com

Научный руководитель – Павел Петрович Кича, канд. техн. наук, доцент

Снижение износа топливной аппаратуры судовых дизелей при их работе на низкосернистых маловязких топливах

Аннотация. Проводилось исследование триботехнических характеристик судовых низкосернистых маловязких дистиллятных топлив и повышение ресурсных показателей топливных аппаратур судовых двигателей внутреннего сгорания при работе на этих топливах, особенно в условиях высоких температур окружающей среды.

Artur V. Uskov

Far Eastern State Technical Fisheries University, SMS-412, Russia, Vladivostok, e-mail:
artur19986979@gmail.com

Scientific adviser – Pavel P. Kicha, PhD, Associate Professor

Reducing the wear of fuel equipment of marine diesels when operating on low-sulfur low-viscosity fuels

Abstract. The aim of the work is to study the tribotechnical characteristics of marine low-sulfur low-viscosity distillate fuels and increase the service life of the fuel equipment of marine internal combustion engines when operating on these fuels, especially at high ambient temperatures.

Введение

Топливная аппаратура является наиболее сложной и дорогостоящей частью современного судового двигателя, составляющей до 30 % его стоимости. Она оказывает существенное влияние на надежность и экономичность работы двигателя. Износ деталей трущихся сопряжений топливной аппаратуры (ТА) является одной из основных причин снижения ресурса судовых двигателей.

В настоящее время наблюдается тенденция к уменьшению содержания серы в бункерных топливах для судовых двигателей с целью улучшения их экологических характеристик. С 1 января 2015 г. для всех судов при заходе в порты Еврозоны содержание серы в судовом дистиллятном топливе (СДТ) должно быть менее 0,1 %.

Однако многочисленные эксперименты и результаты эксплуатации двигателей с использованием низкосернистых дистиллятных топлив как в России, так и за рубежом выявили высокую интенсивность изнашивания прецизионных пар топливной аппаратуры. Снижение содержания серы в топливе приводит к ухудшению их противоизносных свойств, вследствие чего идет интенсивное изнашивание трущихся пар ТА двигателей, что вызывает увеличение зазоров в плунжерных парах и приводит к значительному ухудшению качества распыливания.

Целью работы является исследование триботехнических характеристик судовых низкосернистых маловязких дистиллятных топлив (НМДТ) и повышение ресурсных показателей ТА СДВС при работе на этих топливах, особенно в условиях высоких температур окружающей среды.

Исследование смазывающей способности дистиллятных топлив проводили на четырехшариковой машине трения ЧМТ-1. Были подобраны различные образцы топлива, физико-химические показатели которых изменялись в широком диапазоне. В результате исследований была установлена высокая корреляция между вязкостью ν СДТ, содержанием в нем серы S с его противоизносными свойствами. Результаты исследования представлены на рис. 1.

Проведено комплексное исследование свойств смесевых дистиллятных топлив с добавкой минеральных и растительных масел. Исследования проводили при различных соотношениях СДТ и содержания добавок (СД). Результаты испытаний представлены на рис. 2.

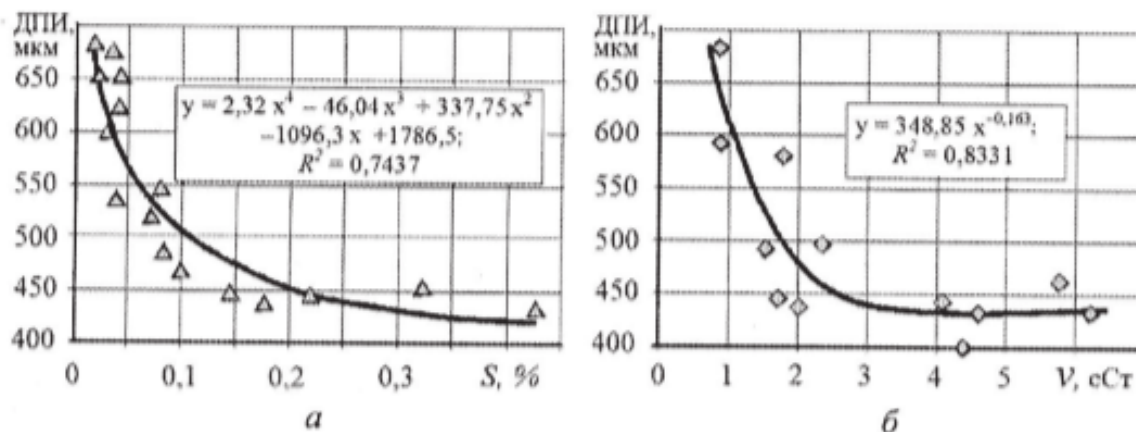


Рисунок 1 – Зависимость диаметра пятна износа (ДПИ) от содержания серы (а) и вязкости (б) СДТ

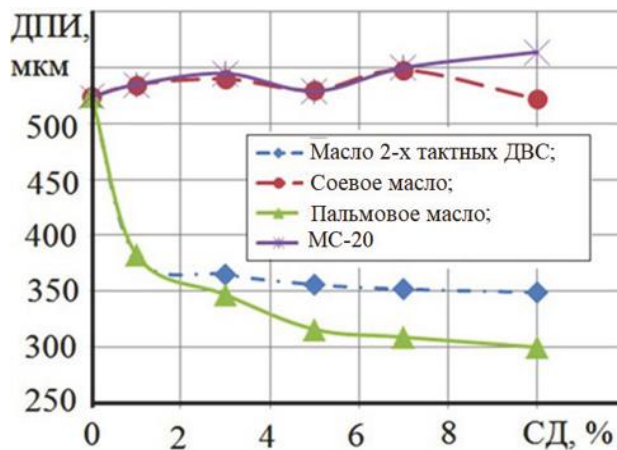


Рисунок 2 – Влияние добавления растительных и минеральных масел в топливную смесь на ДПИ

Лучшие показатели у топлив с добавками пальмового масла и масла для двухтактных дизелей. Выполненное комплексное исследование показателей качества исходного дистиллятного топлива и смесевых топлив на его основе с добавлением ПМ позволили установить, какие параметры лимитируют допустимую концентрацию ПМ в составе смесевое топлива для СДВС.

Показателем, лимитирующим концентрацию ПМ в составе смесевое топлива, является кислотное число. Повышенная кислотность топлив вызывает коррозию деталей системы топливоподачи и двигателя. Согласно требованиям стандартов величина этого показателя у СДТ не должна превышать 0,5 мг КОН/г, в то время как у ПМ измеренное значение этого

параметра составляет 2,59 мг КОН/г. При добавлении 5 % ПМ значение кислотного числа у смесового топлива значительно возрастает по сравнению с исходным СДТ и составляет 0,22 мг КОН/г. Поэтому предельная концентрация ПМ в смесовом топливе не должна превышать 5 %.

Для оценки влияния смесовых топлив с ПМ на работу СДВС был проведен моторный эксперимент на лабораторном судовом дизель-генераторе модели 4NVD24 (4Ч17,5/24), оснащенным нагрузочным устройством в виде генератора постоянного тока, что обеспечило точное поддержание нагрузки (рис. 3).

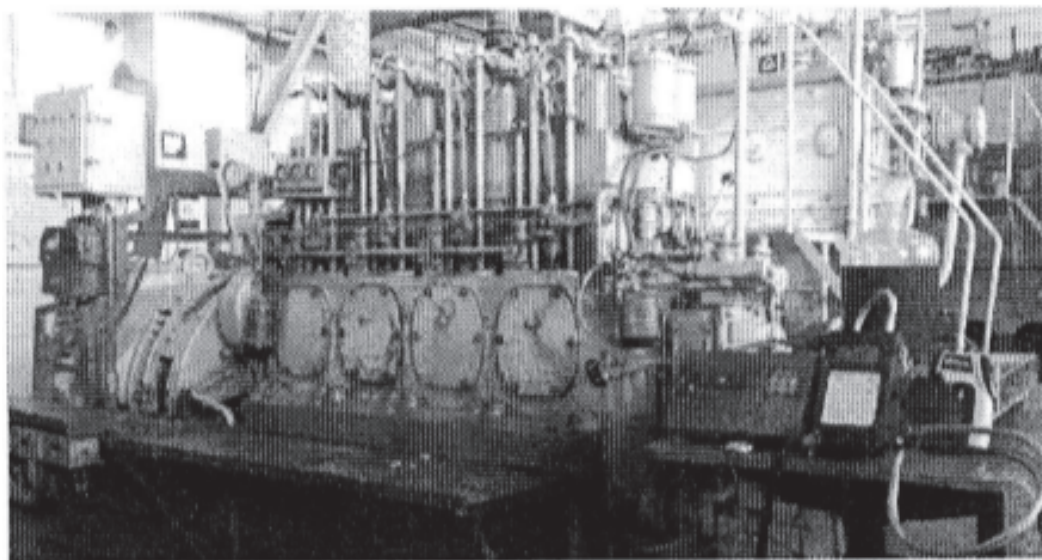


Рисунок 3 – Моторный стенд для исследования технико-экономических характеристик судового дизеля

С целью измерения параметров рабочего процесса СДВС и его индикаторной мощности был задействован портативный комплекс для диагностики внутрицилиндровых процессов двигателей внутреннего сгорания. Прибор позволяет определять с высокой точностью давление сжатия p_c и максимальное давление сгорания p_z в цилиндре дизеля, фиксирует частоту его вращения n , представляет развернутые индикаторные диаграммы и рассчитывает цилиндрическую индикаторную мощность.

В табл. 1 представлены все результаты измерения расхода топлива и теплотехнических параметров, полученных в процессе испытаний.

Таблица 1 – Показатели рабочего процесса судового дизеля при работе на смеси СДТ и ПМ

Топлива	p_z , бар	p_i , бар	n , мин-1	$T_{ог}$	ΣN_i , кВт	g_i , г/(кВт·ч)
СДТ	49,4	2,80	732,6	153,8	38	187,96
СДТ+3 % ПМ	50,3	2,70	732,3	157,7	38	189,40
СДТ+5 % ПМ	49,3	2,80	732,9	159,3	39	190,70

На основании проведенных исследований можно отметить, что работа судового дизеля на смесовом топливе осуществляется в стандартном режиме и без каких-либо явно выраженных негативных явлений.

Для проведения натурных испытаний с целью достижения поставленных задач был разработан и изготовлен специальный стенд на базе малоразмерного СДВС 2Ч8,5/11, рис. 4.

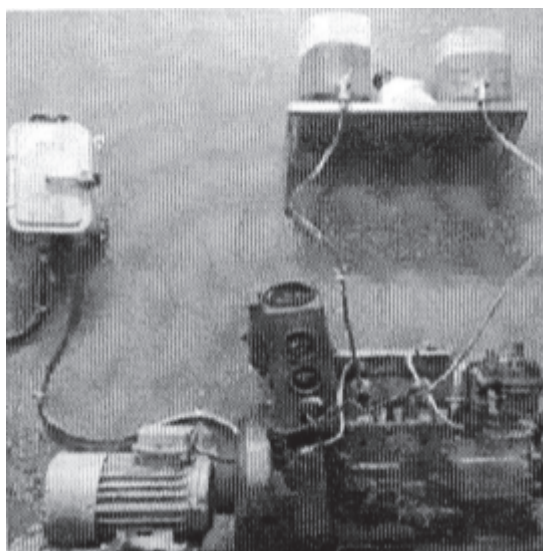


Рисунок 4 – Натурный стенд

Выполненный на натурном стенде эксперимент позволил оценить степень износа плунжерных пар ТНВД в зависимости от значения показателей ν и S у дистиллятных топлив, а также выявить влияние добавления пальмового масла в НМДТ. Величина износа плунжерных пар при их работе на различных видах СДТ (табл. 2.)

Таблица 2 – Износ плунжерных пар в процессе испытания

Наименование показателя	Вид топлива			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Значение ДПИ по ЧМТ, мкм	409	669	599	405
Значение ДПИ по HFRR, мкм	349	737	-	357
Потеря массы плунжера, мг	0,2	2,2	1,6	0,8

- № 1 – высоковязкое дистиллятное топливо с 2%-м содержанием серы;
- № 2 – дистиллятное топливо с содержанием серы < 0,01 % (НМДТ);
- № 3 – дистиллятное топливо с добавкой 3 % масла для 2-тактн. дизелей;
- № 4 – дистиллятное топливо с добавкой 3 % пальмового масла.

Выводы

1. Выполнено исследование на машине трения влияния основных физико-химических характеристик СДТ на их смазывающую способность. Установлено, что наибольшее влияние на триботехнические характеристики СДТ оказывает его вязкость и содержание в нем серы.

2. Рассчитан набор параметров S и ν , обеспечивающих деление области факторного пространства на две зоны – удовлетворительного и критического протекания процесса изнашивания. Если параметры S и ν у СДТ находятся в критической зоне, то необходимо проводить специальные мероприятия для улучшения смазывающей способности СДТ в условиях эксплуатации.

3. Проведенные исследования с добавлением минеральных и растительных масел в дистиллятное топливо показали, что минеральное масло оказывает незначительное влияние на смазывающую способность смесевых топлив. Установлено, что добавление в дистиллятное топливо растительных масел значительно улучшает противоизносные свойства топлива из-за наличия в их составе большого количества органических поверхностно-активных

веществ (ПАВ). Эти компоненты создают прочные хемосорбционные пленки на поверхности металла в процессе трения, в результате чего уменьшается износ ТА.

4. Комплексный анализ, включающий в себя исследование физико-химических и трибологических свойств смесевых топлив, а также проведенный моторный эксперимент позволили установить оптимальную концентрацию ПМ в СДТ. Она составляет 1–3 %. Дальнейшее увеличение содержания ПМ не целесообразно, так как дает незначительный триботехнический эффект, но при этом ухудшаются физико-химические показатели композиционного судового топлива с добавками ПМ.

5. Проведен моторный эксперимент на разработанных смесевых топливах с ПМ, который показал, что их применение в СДВС не вызывает каких-либо значимых изменений параметров рабочего процесса двигателя и они могут использоваться без ограничений.

6. Добавление ПМ в НМДТ способствует улучшению их смазывающей способности. Износ плунжера снизился на 64 % по сравнению с потерей массы детали, работавшей на исходном НМДТ, а параметры шероховатости соответственно уменьшились в 2,5 и 4 раза.

Библиографический список

1. Надёжкин А.В., Лыу К.Х. Анализ методов улучшения смазывающей способности малосернистых судовых дистиллятных топлив // Научные проблемы Сибири и Дальнего Востока. 2015. № 4. С. 117–121.

2. Надёжкин А.В., Глушков С.В., Лыу К.Х. Результаты ресурсных испытаний плунжерных пар топливных насосов на различных видах судовых дистиллятных топлив // Морские интеллектуальные технологии. 2016. Т. 1, № 3(33). С. 146–152.

УДК 620.92

Альберт Юрьевич Иванов

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. СМс-412, Россия, Владивосток, e-mail: alber_rulit@mail.ru

Научный руководитель – Рафаиль Равильевич Симашов, канд. техн. наук, доцент

Перспективы применения энергетических установок с супермаховиками в судовой энергетике

Аннотация. Рассмотрены различные типы конструкции супермаховиков и области их использования на современном этапе. Представлена методика расчета супермаховика. Приведен сравнительный анализ эффективности аккумулятора кинетической энергии на базе супермаховика с другими типами аккумуляторов. Показаны возможности применения аккумулятора кинетической энергии на базе супермаховика в судовой энергетике.

Albert Y. Ivanov

Far Eastern State Technical Fisheries University, SMs-412, Russia, Vladivostok, e-mail: alber_rulit@mail.ru

Scientific adviser – Raphael R. Simashov, PhD, Associate Professor

Prospects for the use of power plants with super-flywheels in marine power engineering

Abstract. Various types of super-flywheel construction and the areas of their use at the present stage are considered. The method of calculating the super-flywheel is presented. A comparative analysis of the efficiency of a kinetic energy battery based on a super-flywheel with other types of batteries is given. The possibilities of using a kinetic energy accumulator based on a super flywheel in marine power engineering are shown.

Введение

За несколько десятилетий наука в системах механического накопления энергии продвинулась вперед. Были разработаны супермаховики. Это системы не с монолитными телами вращения, которые опасны при разрушении. А супермаховики – системы с ленточной, волоконной или проволоочной навивкой высокой плотности. При возможном разрушении не происходит подобия взрыва с разлетом частей, а система тормозится возникшими силами трения от мелких частей.

Перевод энергии одного типа в другой всегда сопровождается потерями. КПД свинцово-кислотного аккумулятора в наилучшем случае достигает около 70 %.

Аккумуляирование энергии сжатого воздуха является одним из технических решений, которое позволяет производителям энергии в любое время удовлетворять потребности потребителей при пиковых нагрузок с помощью энергии, запасенной в периоды неполного использования мощностей. Это исследование преследовало цель выяснить экономическую целесообразность применения при пиковых нагрузках электростанций САЭСВ, использующих естественные подземные водоносные пласты в качестве резервуаров для сжатого воздуха. Использование систем аккумуляирования энергии может оказаться экономически выгодным, так как они улучшают эксплуатацию базовых высокоэффективных электростан-

ций и дают возможность снизить расход дополнительного количества топлива, которое необходимо для производства энергии при пиковых нагрузках [8].

1. Конструкция и принцип действия супермаховика

Супермаховик (рис. 1) представляет собой барабан, изготовленный из композитных материалов, например, намотанный из тонких витков стальной, пластиковой ленты, стекловолокна, углеродных композитов либо графеновой бумаги. За счёт этого обеспечивается высокая прочность на разрыв и безопасность эксплуатации. При физическом разрушении супермаховик не разлетается на крупные части, как обычный маховик, а разрушается частично, при этом отделившиеся части ленты тормозят барабан и предотвращают дальнейшее разрушение. Для уменьшения потерь на трение супермаховик помещается в вакуумированный кожух. Зачастую используется магнитный подвес.

Современный супермаховик в составе маховичного накопителя кинетической энергии работает в паре с мотором-генератором. При подключении в сеть мотор-генератор раскручивает супермаховик, а при подключении нагрузки – тормозит. КПД составляет 98 %. Для уменьшения потерь на трение супермаховик находится в вакуумированном кожухе. Зачастую используется магнитный подвес. Также у супермаховика имеется недостаток – гироскопический эффект, обладающий большим моментом импульса вращающегося маховика и препятствующий изменению направления оси вращения маховика. Для исключения этого нежелательного эффекта при использовании маховиков в качестве накопителей энергии на транспортных средствах можно использовать подвеску маховика в кардановом подвесе. Дополнительным недостатком супермаховика является отсутствие отработанной трансмиссии, позволяющей использовать его на транспорте [2]. Работают супермаховики по схеме: двигатель раскручивает маховик – маховик накапливает энергию – генератор, вращаемый маховиком, производит электрическую энергию.

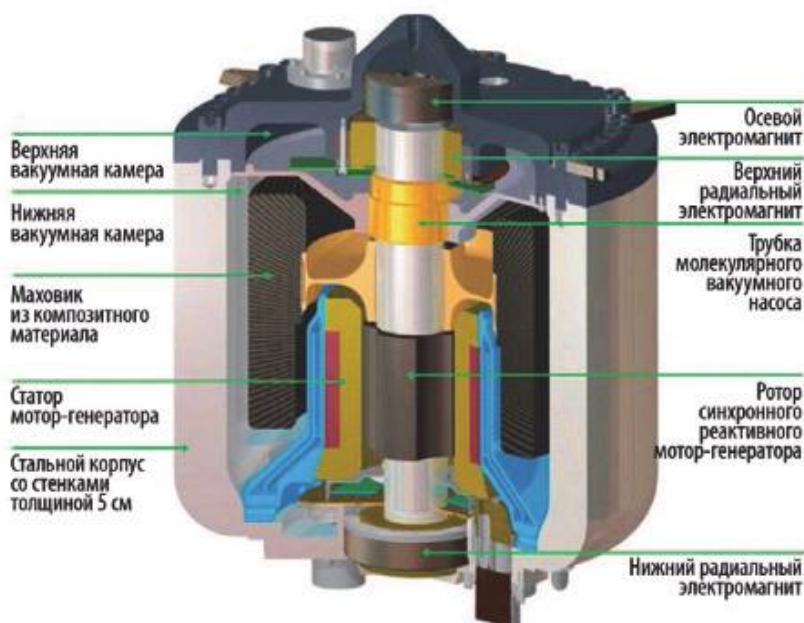


Рисунок 1 – Конструкция супермаховика

В маховике (рис. 2), который по центру – между дизель-генератором и электрогенератором – запасается кинетическая энергия. Далее электродвигателем от электросети поддерживается вращение. При отключении центрального электроснабжения, установка моментально выдает электроэнергию. Нет паузы в течение 15–30 с, которые необходимы для запуска дизельного агрегата и выхода его на номинальную мощность.

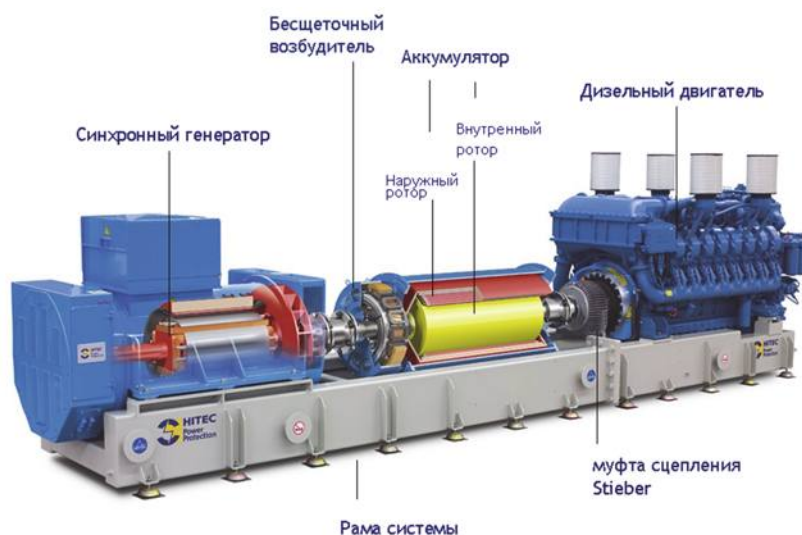


Рисунок 2 – Схема концепции работы супермаховика

Сравнение химических аккумуляторов и супермаховика

	Супермаховик	Хим. аккумулятор
Энергетическая ёмкость	Теор. 500 Вт·ч/кг, реально выпускаемые образцы 450 Вт ч/кг	Свинцово-кислотный АКБ = 42 Вт ч/кг, Литий-ионный аккумулятор = 160 Вт ч/кг
Количество циклов	Срок службы не более 25 лет, количество циклов не имеет значения	Не более 1000 циклов для лучших образцов при соблюдении условий эксплуатации. Разряжать до 70 % и ниже не рекомендуется
КПД	Около 98 %	70–78 %

При интеграции в энергосистему супермаховик гораздо проще и неприхотливее любых аккумуляторов Boeing. В 2012 г. её инженеры сумели получить линейную скорость обода супермаховика 800 м/с. На тот момент мировой рекорд для малых тестовых систем составлял 1405 м/с. Не менее важно, что инженеры Boeing с помощью сверхпроводящих электромагнитов смогли замедлить «саморазряд» накопителя до скорости, характерной для электрохимических систем (рис. 3) [5].

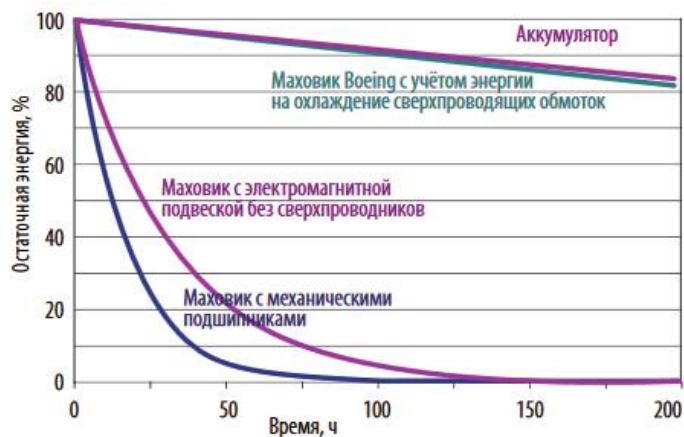


Рисунок 3 – Кривые саморазряда маховичных накопителей разного вида

Накопители представляют собой цилиндрические ёмкости, внутри которых на активных магнитных подшипниках и подвешены супермаховики. На стальном валу маховика, внутри герметичного стального цилиндра, установлен ротор высокоэффективной обратной электрической машины – мотора-генератора (она выполнена на постоянных магнитах), который и раскручивает маховик при приёме энергии и вырабатывает ток при подключении нагрузки.

За последние два десятилетия разработчики маховичных накопителей предложили ряд интересных технологических решений, например, сделали вакуумный насос частью системы. Компания POWERTHRU (шт. Мичиган) использует для этого патентованный молекулярный насос с геликоидом (тонкой спиральной канавкой), находящимся непосредственно на валу маховика внутри его корпуса. В конструкции POWERTHRU (см. рис. 1) сам маховик и мотор-генератор заключены в общий вакуумированный корпус, при этом электрическая машина компактно поместилась внутри кольца маховика. Колесо из композитного материала, включающего прочные углеродные волокна, вращается со скоростями от 30 до 53 тыс. с^{-1} . Один модуль системы POWERTHRU имеет сравнительно небольшую ёмкость – 528 Вт ч (при номинальной мощности 190 кВт она расходуется всего за 10 с), но ёмкость может быть увеличена параллельным соединением нужного количества модулей. Тем не менее маховики имеют перед ними ряд преимуществ. Это высокое количество циклов «заряд–разряд», отсутствие деградации характеристик со временем и простота измерения оставшегося заряда. Теоретически маховик из высококачественных углеродных нановолокон (однослойных графеновых трубок) способен обеспечить высочайшую плотность энергии – 53,4 кВт ч/кг, далеко обогнав всех соперников по этому показателю, но на практике графеновые трубки пока слишком дороги [5]

Но в конструкции супермаховика есть и опасность. Ротор вращается со скоростью 1500–1700 с^{-1} . Это позволяет сохранить колоссальный запас электроэнергии [6].

Основной проблемой в данном случае является то, что на высоких оборотах предъявляются высокие требования к качеству и точности изготовления. Наиболее важным моментом в изготовлении супермаховика является способ намотки борного волокна на металлическую ступицу, потому что намотка супермаховика должна начинаться со ступицы и на ней должна заканчиваться (рис. 4).

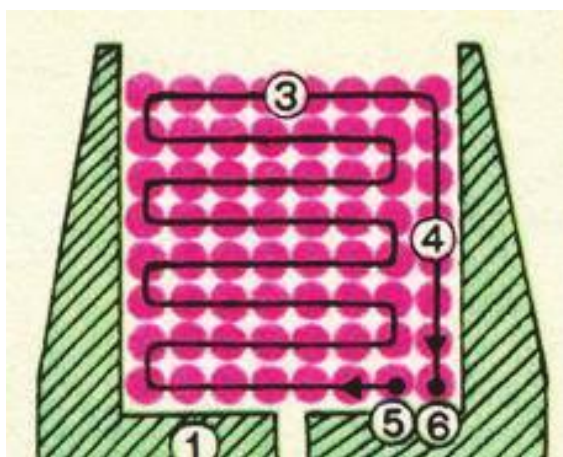


Рисунок 4 – Намотка борного волокна на металлическую ступицу

Это объясняется тем, что крайние наружные витки подвергаются при вращении более сильным растягивающим усилиям, чем внутренние витки. Поэтому чтобы уменьшить вероятность разрыва волокна, намотка должна осуществляться подобным образом [1].

2. Характеристика и сравнительная оценка типов маховиков

В наше время существуют пять основных типов маховиков:



Рисунок 5 – Диск с отверстием



Рисунок 6 – Обод со спицами



Рисунок 7 – Диск равной прочности

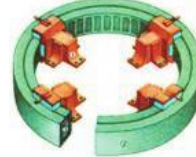


Рисунок 8 – Кольцевой маховик



Рисунок 9 – Супермаховик

Общеизвестно, что энергия каждого килограмма маховика зависит от его формы и прочности. Если сравнивать вышеуказанные типы маховиков по этим критериям, то сразу отпадает маховик в виде диска с отверстием как наиболее неэффективный. Как правило, это малая прочность материала, из которого он обычно изготавливается, т.е. стальные поковки или отливки. А крупные отливки или поковки даже из лучших сортов стали не слишком прочны. Чем прочнее литой или кованый маховик, тем опаснее его разрыв, если он приключится, и тем больший запас прочности понадобится, чтобы уберечь маховик от разрыва.

Далее по эффективности накопления энергии идет маховик в виде обода со спицами. Такой маховик накапливал энергии в каждом килограмме своей массы раза в полтора больше. Однако потом точные расчеты показали, что выгоднее помещать массу не дальше от центра, а наоборот, ближе к центру, вследствие чего появились маховики, тонкие по краям и утолщающиеся к середине – диски «равной прочности». Энергии они могут накопить в два раза больше, чем обод со спицами, и в три раза больше, чем диск с отверстием, при той же массе маховика.

Простейший пример для супермаховика – это кусок троса, зажатый в кольцевом зажиме – оправке, которая в свою очередь посажена на вал.

Если вращать вал с оправкой и тросом в ней, то трос, как и обычный маховик, накопит кинетическую энергию. При этом частицы троса, стремясь двигаться по инерции, будут все сильнее растягивать его, пытаясь разорвать. Наибольшая нагрузка тут приходится на середину троса. При увеличении скорости сверх меры трос начнет рваться, но рваться по частям, по одной проволочке, а тоненькие проволочки не способны пробить даже легкий защитный кожух, т.е. разрыв супермаховика происходит безопасно. Так как прочность проволоки выше прочности монолитной стальной части примерно в 5 раз, то супермаховик из струны при прочих условиях накопит энергии во столько же раз больше, чем обычный маховик с такой же массой. Пожалуй, большей безопасности, супермаховику не нужен слишком большой запас прочности, и его следует уменьшить примерно в 2 раза по сравнению с маховиком. Следовательно, супермаховик из троса может накопить в каждом 1 кг в десять раз больше энергии, чем обычный стальной маховик. Большие перспективы

имеются в кольцевых супермаховиках. Такой супермаховик представляет собой кольцо, навитое из высокопрочного волокна и помещенное в вакуумную камеру. Поскольку кольцевой супермаховик лишен центра, в нем наиболее полно реализуются прочностные свойства волокон. Кольцевой супермаховик удерживается в камере в подвешенном состоянии с помощью магнитных опор, размещенных в нескольких местах по окружности. Само кольцо служит ротором мотор-генератора, а те места, в которых стоят обмотки магнитов, – статором. Это упрощает отбор энергии и зарядку супермаховика. Если сравнивать кольцевой супермаховик со стальным маховиком из самой прочной стали, плотность энергии кольцевого супермаховика в 2–3 раза больше и достигает 0,5 МДж на 1 кг массы. Потери на вращение у него в 50–100 раз меньше, чем у стального. Так как отсутствуют потери на трение в подшипниках. То есть такой супермаховик будет вращаться без остановки 500 сут, или полтора года. В этом случае кольцевые маховики вынуждены исключить из рассмотрения по двум причинам: сложность подвесной системы и дороговизна изготовления. Для супермаховиков, кроме прочности и размеров, значение имеет именно масса, поэтому, чем легче супермаховик, тем лучше [1].

Вывод

Пока супермаховики слишком дороги из-за высокой стоимости материалов и сложности сооружения такой накопительной системы. Например, вследствие того, что угловая скорость маховиков много больше, чем электрогенераторов, необходимы устройства трансмиссии, которые не только усложняют и удорожают конструкцию, но и вызывают дополнительные потери энергии.

Библиографический список

1. Гилуа Н.В. Удивительная механика. 2006. С. 27–29.
2. Гулиа Н.В. В поисках энергетической капсулы: научно-художественная литература. М.: Дет. литература, 1986.
3. Гилуа Н.В. Физика «Парадоксальная механика». 2018. С. 90–92.
4. Журнал «ACS Nano». 2017. Т. 14, № 6, май.
5. Журнал «Энерговектор» ПАО «Лукойл». 2017. Вып. № 2, февраль.
6. Источник: <https://habr.com/ru/company/croc/blog/245553>.
7. Государственный комитет по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР 29.12.87 / Н.В. Гилуа, В.И. Проценко. Бюл. № 7.
8. Реклейтис Г., Рейвидран А., Рэгсдел К. Оптимизация в технике: в 2 кн. Кн. 2 / пер. с англ. М.: Мир, 1986. 320 с., ил. (С. 283–295).

Александр Борисович Сипатров

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. СМС-412, Россия, Владивосток, e-mail: Sipatrov1999@mail.ru

Научный руководитель – Дмитрий Константинович Глазюк, канд. техн. наук, доцент

Автоматизированное регулирование системы охлаждения современных судовых дизелей

Аннотация. Проблема обеспечения оптимального охлаждения современных судовых дизелей (которые обеспечивают требуемые экономические, ресурсные и экологические показатели их работы на различных эксплуатационных режимах). Осуществление автоматического регулирования температуры охлаждающей жидкости.

Ключевые слова: система охлаждения, способы регулирования, регулятор температуры.

Alexander B. Sipatrov

Far Eastern State Technical Fisheries University, SMS-412, Russia, Vladivostok, e-mail: Sipatrov1999@mail.ru

Scientific adviser – Dmitriy K. Glazyuk, PhD, Associate Professor

Automated control of the cooling system of modern marine diesel engines

Abstract. The problem of ensuring optimal cooling of modern marine diesel engines (which provide the required economic, resource and environmental indicators of their operation in various operating modes). Implementation of automatic control of the coolant temperature.

Keywords: cooling system, methods of regulation, temperature controller.

Введение

Соблюдение заданного температурного режима работающего дизеля достигается поддержанием определенной температуры отходящих от него охлаждающей воды. Регулирование этой температуры производится одним из трех способов: дросселированием, обводом или перепуском охлаждающей среды (рис. 1).

В проточных системах охлаждения обычно применяется способ перепуска (рис.1, а), когда часть выходящей из двигателя воды вновь направляется на охлаждение двигателя.

В замкнутых системах охлаждения может использоваться любой из трех способов. Однако способы дросселирования и обвода допускаются только для контура забортной воды (рис. 1, б, в). Способ перепуска осуществляется для контура пресной воды. Во всех случаях поддержание заданной температуры достигается изменением количества охлаждающей среды. Это может выполняться автоматически с помощью регуляторов температуры.

Регулятор температуры «АКО-Опладен» (рис. 2) является парожидкостным регулятором с встроенным чувствительным элементом. Эти регуляторы устанавливаются в системах охлаждения и смазки дизельных установок разной мощности

В корпусе 7 расположен термобаллон 4 с припаянными к нему верхним и нижним клапанами 5. Внутри термобаллона находится сильфон 6. Пространство между стенками термобаллона и сильфоном заполнено низкокипящей жидкостью и ее паром. Шток 3 жестко

соединен с доньшком сиффона гайкой 1 и упирается во втулку 8 со стержнем 9. Пружина 2 прижимается к нерабочему торцу нижнего клапана.

Настройка регулятора производится маховиком 10. Если необходимо снизить температуру, то вращением маховика перемещают стержень 9 и с ним шток 3 сиффона вниз. Благодаря этому уменьшается объем полости, заполненный низкокипящей жидкостью и ее парами. Давление в полости повышается, и термобаллон 4 с клапанами перемещается вниз. Ручное управление осуществляется маховиком 10.

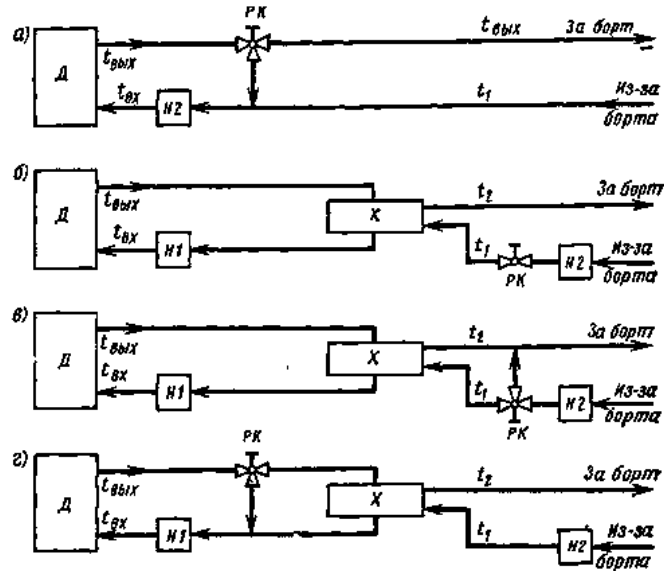


Рисунок 1 – Способы регулирования температуры:
 Д – двигатель; Н1 – насос пресной воды; Х – холодильник; РК – регулирующий клапан;
 Н2 – насос заборной воды

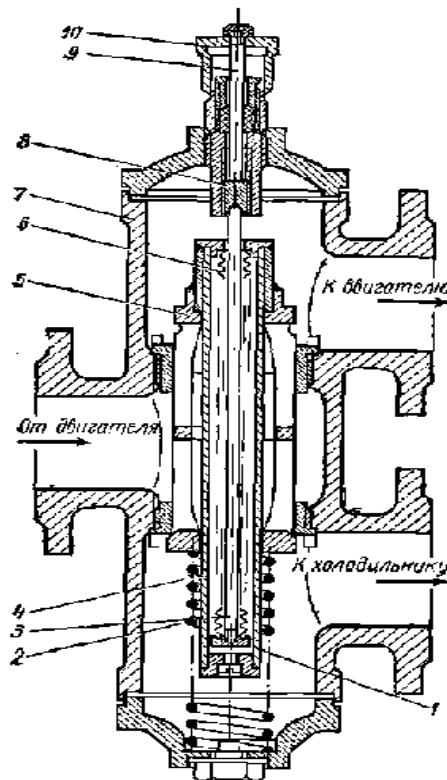


Рисунок 2 – Терморегулятор «АКО-Опладен»

Регулятор температуры ТРВ-200 дистанционного действия с жидкостным чувствительным элементом (рис. 3) выпускается для дизелей БМЗ и устанавливается в системах охлаждения, смазки и топлива. По сравнению с парожидкостными жидкостные чувствительные элементы создают большее перестановочное усилие.

Регулятор состоит из чувствительного элемента, исполнительного механизма и регулирующего органа, соединенных между собой. Термобаллон 7 заполнен глицерином и соединен капилляром 6 с корпусом 4 исполнительного механизма. В обойме 3 перемещается поршень 10, который связан со штоком 15 регулирующего органа 17. Пружины 13 и 16 являются возвратными. Место выхода штока из области высокого давления уплотняется сальником 12, нагруженным пружиной 11. Фиксатор 14 служит для разборки регулятора.

При повышении температуры охлаждающей воды глицерин в термобаллоне расширяется, что вызывает перемещение поршня 10 вниз. Вместе с ним, преодолевая сопротивление пружин, опускается шток 15 и закрепленный на нем регулирующий клапан 17. В результате этого количество воды, направляемое в холодильник (полость А) увеличивается, а мимо холодильника (полость Б) – уменьшается. При понижении температуры объем глицерина уменьшается и за счет силы упругости пружин 13 и 16 регулирующий клапан поднимается, уменьшая поток воды, идущий в холодильник.

Для компенсации усилий, возникающих при перегреве термобаллона, когда регулирующий клапан уже упирается в нижнее седло, но происходит дальнейшее расширение глицерина, служит пружина 8. При этом начинает перемещаться вверх обойма 3 вместе со стаканом 9 и крышкой 5, и пружина 8 будет сжиматься, воспринимая возникшее от расширения глицерина усилие. Сила упругости пружины 8 больше, чем пружин 13 и 16.

Регулировка температуры воды может производиться в диапазоне 40–90° С с настройкой на каждые 10 °С вращением крышки 5. При этом обойма 3 вместе с поршнем 10 перемещается вверх или вниз, изменяя зазор между поршнем и промежуточным штоком. Температура устанавливается по шкале 2 с указателем 1. Неравномерность регулятора 10 °С.

Ручное аварийное управление осуществляется вращением крышки 5 или с помощью специального приспособления.

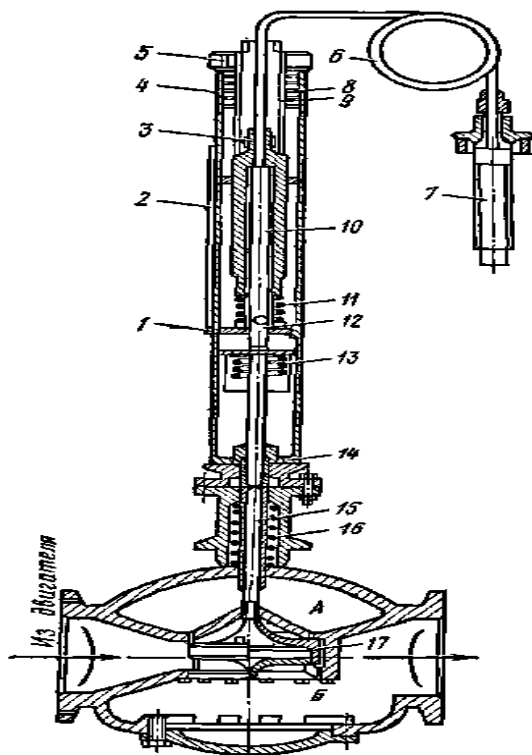


Рисунок 3 – Регулятор температуры ТРВ-200

Регуляторы температуры непрямого действия типа РТНД выпускаются для регулирования температуры воды и масла главных двигателей БМЗ.

Регулятор (рис. 4) состоит из блока управления, усилительного реле, исполнительного механизма (мембранного сервомотора) и регулирующего органа. В качестве вспомогательной энергии применяется сжатый воздух давлением 4 бар или регулируемая жидкость (вода, масло) давлением 1,5–10 бар. Величина командного давления изменяется в пределах 0,2–1,0 бар.

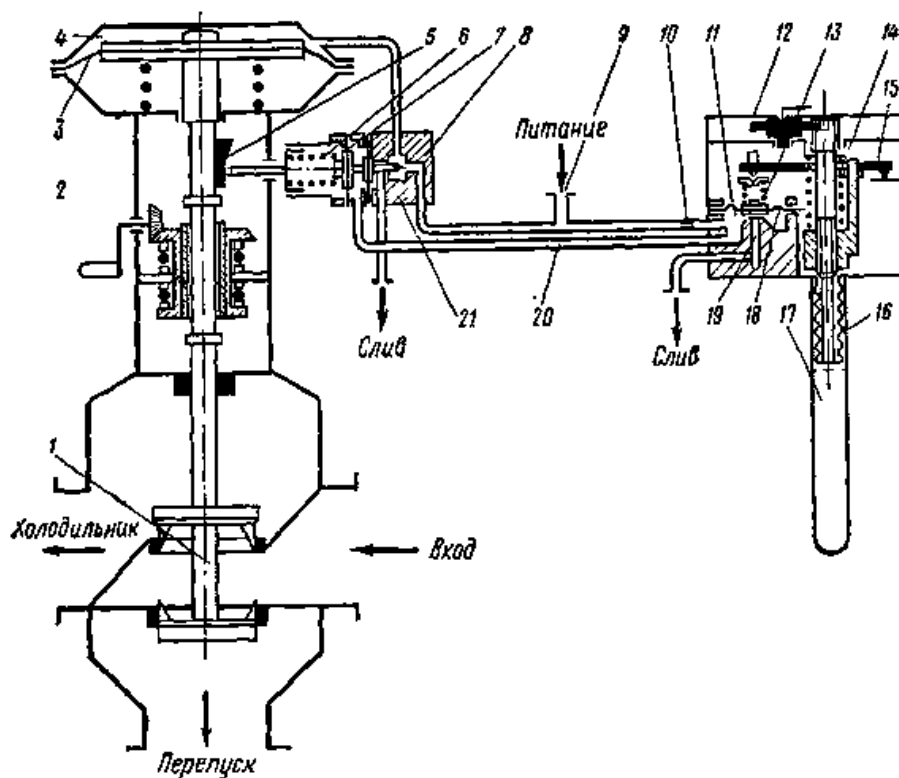


Рисунок 4 – Регуляторы температуры непрямого действия типа РТНД

Термобаллон 17 заполнен расширяющейся жидкостью. К доньшку сильфона 16 прикреплен шток 14, перемещение которого через рычаг 15 изменяет натяг пружины 13. Пружина 13 прижимает мембрану 18 к соплу 19 трубопровода слива. Воздух поступает по трубопроводу 9 в камеру золотника 8 усилительного реле 21 и одновременно через дроссель 10 в камеру 11 блока управления 12. В зависимости от величины зазора между мембраной 18 и соплом 19 изменяется количество воздуха, стравливаемого в атмосферу, и, соответственно, давление командного воздуха, поступающего по трубопроводу 20 в усилительное реле 21. Давление командного воздуха, воздействующего на мембрану 7 усилительного реле, уравнивается силой упругости пружины 6. При изменении давления командного воздуха золотник 5, связанный с мембраной 7, перемещается, изменяя проходное сечение канала, по которому рабочий воздух из камеры золотника 8 стравливается в атмосферу. От этого зависит давление в рабочей полости 4 сервомотора и положение регулирующего органа 1. Через сектор 5 изменяется натяг пружины 6 обратной связи.

При повышении температуры увеличивается объем жидкости в термобаллоне 17, за счет чего шток 16 перемещается вверх. Через рычаг 15 ослабляется натяг пружины 13, в связи с чем увеличивается количество воздуха, стравливаемого в атмосферу. Давление командного воздуха в полости под мембраной 7 уменьшается, и золотник 8 перемещается вправо, стравливая воздух из полости 4 сервомотора. Под воздействием пружины шток, а с ним и регулирующий орган 1, поднимаются, увеличивая поток воды, направляемый в хо-

лодильник. Одновременно через сектор 5 ослабляется затяг пружины 6 обратной связи. Когда сила упругости пружины 6 уравновесится давлением командного воздуха на мембрану 7, перемещение регулирующего органа прекратится.

В случае понижения температуры регулируемой среды произойдет увеличение давления командного воздуха над мембраной 3, что вызовет перемещение вниз регулирующего органа и уменьшение количества воды, идущей на холодильник.

Настройка регулятора на требуемую температуру производится вращением штока 14, что изменяет объем расширяющейся жидкости в термобаллоне 17. Регулировка неравномерности может производиться в пределах 6–12 °С.

Ручное аварийное управление регулятором осуществляется с помощью рукоятки 2. При этом воздух на регулятор должен быть закрыт.

Основные требования по международному стандарту к конструкции терморегуляторов:

- применение регуляторов статического типа непрямого или прямого действия;
- конструкция регулятора должна предусматривать ручное управление регулирующим органом;
- терморегуляторы должны выдерживать вибрационные и ударные нагрузки;
- обладание большим техническим ресурсом работы (не менее 10 тыс. ч).

Вывод

В конечном итоге, мы пришли к выводу, что обеспечение оптимального теплового состояния дизеля на различных эксплуатационных режимах позволит максимально полно использовать ресурсы совершенствования охлаждения судовых дизелей для повышения экономических, экологических и ресурсных показателей

Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку управляющих программ, обеспечивающих оптимальное тепловое состояние судового дизеля с учетом особенностей его конструкции, условий эксплуатации и режимов работы

Библиографический список

1. Автоматическое регулирование температуры воды и масла. MirMarine.
2. Безюков О.К. Совершенствование регулирования теплового состояния судовых ДВС / О.К. Безюков, В.А. Жуков, М.А. Тарасов // Исследование, проектирование и эксплуатация судовых ДВС: материалы II Междунар. науч.-техн. семинара. СПб.: СПб.ГУВК, 2008. С. 58–63.
3. Современная концепция судовых дизелей / О.К. Безюков, д-р техн. наук, проф.; В.А. Жуков, д-р техн. наук, доц.; В.Н. Тимофеев, канд. техн. наук, доц.
4. Автоматизация судовых дизельных установок (vdvzhke.ru).

Дмитрий Иванович Юрдеков

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
гр. СМС- 412, Россия, Владивосток, e-mail: maximax009@mail.ru

Научный руководитель – Владимир Викторович Маницын, канд. техн. наук, доцент

Обзор ярусоловных судов и их главных энергетических установок Дальневосточного бассейна

Аннотация. Проблема повышения эффективности эксплуатации ГЭУ на судах ярусного флота до настоящего времени является предметом исследований научно-исследовательских и проектных организаций и относится к весьма актуальным. Решение этой проблемы предусматривает обзор и анализ ярусоловных судов и их главных энергетических установок.

Ключевые слова: ярус, ярусоловное судно, главная энергетическая установка: главный дизель, реверс-редуктор, валогенератор, винт фиксированного, регулируемого шага.

Dmitriy I.Yurdekov

Far Eastern State Technical Fisheries University, SMS-412, Russia, Vladivostok, e-mail: maximax009@mail.ru

Scientific adviser – Vladimir V. Manyisyn, PhD, Associate Professor

Overview of longline vessels and their main power plants in the far Eastern basin

Abstract. Object of the survey of longline vessels and their main power plants are small and medium-sized longline vessels and their main power plants.

The purpose of the review of longline vessels and their GEUS is aimed at developing further scientifically-based recommendations for improving the efficiency of their operation.

There are approximately 50 vessels operating in the Far East. These include medium-capacity longline freezers of the "Antias" type built in Germany, the "Captain Kartashov" type built in Norway, the "Captain Stepanov" type built in Portugal, and several types of ships built in Japan and the United States. In Russia, about 20 domestic-built fishing vessels were profiled for longline fishing (SRTMK pr. 502EM, STR pr. 503 of the Alpinist type, RS-300 pr. 388M, MRS pr. 1322, MDS pr. 1338 and the American-built vessel "K.". Emerald"), which have installed tier-selection complexes, both domestic and foreign (Japanese, English, American, Norwegian) production.

In the USSR, in 1985, a long-haul sea vessel (YMS) "Shursha" was built. In South Korea, in 1995, the small long-line freezing vessel Vostok Adonis, the small long-line freezing vessel Vostok Vega, and the Small long-line freezing vessel Vostok Sirius were built. In Japan, several types of longline vessels of the "Vostok" type have been built.

Keywords: longline, longline vessel, main power plant: main diesel engine, reverse gear, shaft generator, fixed, adjustable pitch screw.

Объект и методы исследования

Ярус на бытовом уровне называется перемёт, который применяли наши предки на озёрах, реках и в заливах с небольших деревянных лодок. Ярусный лов – это лов рыбы на

крючки. Существует три вида постановки ярусов: донный, придонный и пелагический (дрейфующий). На Дальневосточном бассейне применяется в основном донный вид яруса. В Охотском, Беринговом и Японском морях донными ярусами ловят треску, палтуса и окуня. Ярус состоит из хребтины диаметром от 6,35 до 11,13 мм. К хребтине крепятся поводцы с крючками. У донных ярусов наибольшие расстояния между крючковыми поводцами 1...3,5 м, а длина поводцов составляет 0,35...1,8 м, а общее количество крючков в порядке может быть до 20 тыс. шт. и более. Длина донного яруса достигает 10...12 км [2], [5].

На сегодняшний день ярусный лов рыбы обеспечивает 12...15 % мировой добычи рыбы, в частности, в Англии на долю крючковых орудий лова приходится 12...14 % общего лова, в Норвегии – 18 %, в Японии 50 %. Это один из наиболее экологически «чистых» способов лова рыбы [1].

Объектом обзора на Дальневосточном бассейне являются 19 ярусных судов и их главных энергетических установок, которые включают шесть неспециализированных судов, четыре малых и девять средних ярусных судов.

Цель обзора ярусоловных судов и их ГЭУ направлена на разработку в дальнейшем научно-обоснованных рекомендаций по повышению эффективности их эксплуатации.

На Дальневосточном бассейне отечественный ярусный промысел рыбы начал развиваться с 1926 г. Примером развития ярусного промысла рыбы стал промысел ярусами японцами и американцами на Камчатке, Сахалине и Курильских островах. На Камчатке до 1941 г. ежегодно добывалось более 3,5 тыс. т трески, причем отдельные суда за путину добывали более 500 т трески плюс 40...45 т палтуса [3]. При этом необходимо отметить, что длина донного яруса в то время не превышала 5 км, среднесуточный улов на одно судно составлял 2...3 т. Все процессы на ярусном лове рыбы выполнялись вручную. Лов ярусами осуществлялся первоначально на деревянных судах (типа «Кавасаки»), а в дальнейшем – с судов типа МРС-80.

Начиная с 50-х гг. в связи с появлением судов, способных вести дрейфтерный, траловый и кошельковый лов рыбы, ярусный практически прекратил свое существование.

Из-за неадекватной политики Министерства рыбной промышленности мы отстали от зарубежного уровня развития ярусного промысла лет на 15...20 [3]. Причин много, это отсутствие специализированных судов, слабая механизация и автоматизация ярусного лова, отсутствие отечественного оборудования для ярусного лова рыбы.

С середины 70-х гг. в дальневосточных морях СССР началось возрождение отечественного ярусного рыболовства, это стало возможным в связи приобретением специализированных судов-ярусоловов норвежской и германской постройки и закупка в Норвегии ярусоборочного комплекса «Мустад» с суточной производительностью до 30 тыс. крючков. Расход топлива на 1 т выловленной рыбы на ярусном лове рыбы составляет от 125 до 170 кг, а при траловом лове – от 1 до 1,5 т [1].

В России для ярусного лова рыбы были профилированы порядка 20 промысловых судов отечественной постройки (СРТМК пр.502ЭМ, СТР пр.503 типа «Альпинист», РС-300 пр. 388М, МРС пр.1322, МДС пр.1338 и судно американской постройки «К.Эмеральда») [6], на которых установили ярусоборочные комплексы как отечественного, так и зарубежного (японского, английского, американского, норвежского) производства.

В настоящее время на Дальневосточном бассейне примерно работает около 50 судов, включая Приморский край, Сахалин, Курильские острова и Камчатку [1]. В их число входят специализированные среднетоннажные ярусники-морозильщики типа «Антиас» немецкой постройки, типа «Капитан Карташов» норвежской постройки, типа «Капитан Степанов». В СССР в 1985 г. построено ярусоловное морозильное судно (ЯМС) «Шурша». В Южной Корее в 1995 г. построены малое ярусное морозильное (МЯМ) судно «Восток Адонис», малое ярусное морозильное (МЯМ) судно «Восток Вега», малое ярусное морозильное судно (МЯМ) «Восток Сириус». В Японии построено несколько типов ярусоловных судов типа «Восток».

На всех ярусоловных судах установлены четырёхтактные, средние оборотные главные дизели (ГД), которые работают по нагрузочной характеристике и передают крутящий момент через реверс-редуктор на винт фиксированного или регулируемого шага.

Выводы

Обзор ярусоловных судов и их главных энергетических установок на Дальневосточном бассейне и мировой опыт ярусного лова рыбы показал, что ярусный флот в своём составе должен иметь как малые ярусоловы длиной от 12 до 24 м, так и среднетонажные ярусоловы-морозильщики длиной от 24 до 50 м.

Ярусолов обязательно должен иметь рефрижераторную установку и ярусовыборочный комплекс.

Главная энергетическая установка должна включать среднеоборотный 4-тактный главный дизель, реверс-редуктор, валогенератор, ВРШ.

Библиографический список

1. Жеребенков Ю.Ф. Ярусный лов: возможности и перспективы // Рыб. хоз-во. 2001. № 2. 39 с.
2. Маницын В.В. Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт судовых технических средств. Изд. 2-е, перераб. и доп. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2007. 327 с.
3. Семёнов А.И., Кокоркин Н.В. Ярусный промысел: современное состояние и перспективы развития // Рыб. хоз-во. 1988. № 5. 46 с.
4. Сычёв Б.М. Создание среднетоннажных промысловых рыбодобывающих судов типа «Приморье» // Судостроение. 1989. № 9. 3 с.
5. Маницын В.В. Технология судоремонта судов промыслового флота: учеб. пособие. М.: Колос, 2009. 536 с.
6. Флот рыбной промышленности. Гипрорыбфлот: справочник. М.: Транспорт; Л., 1990. 384 с.
7. Интернет-источник: <http://www.HITACHI NICO TRANSMISSION.ru>.

УДК 621.3

Иван Сергеевич Есенкин

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ЭНб-412, Россия, Владивосток, e-mail: esenkin130@yandex.ru

Научный руководитель – Елена Петровна Матафонова, канд. техн. наук, доцент

Системы учета энергоресурсов ЭКРОН и СИМЭК

Аннотация. Окончательной целью каждого производства считается производство готовой продукции согласно наименьшей себестоимости. В особенности огромна часть энергетических ресурсов в структуре себестоимости продукта. Стремление к новейшим финансовым взаимоотношениям, создание контролируемого и управляемого рынка энергоресурсов, необходимость значимого снижения части энергетических расходов в себестоимости окончательного продукта. Рассматривается автоматизированный способ организации контроля.

Ключевые слова: системы энергоресурсов, электричество, автоматизация учета электроэнергии.

Ivan S. Esenkin

Far Eastern State Technical Fisheries University, ENb-412, Russia, Vladivostok, e-mail: esenkin130@yandex.ru

Scientific adviser – Elena P. Matafonova, PhD, Associate Professor

Energy accounting systems ECRON and SIMEC

Abstract. The final goal of each production is the production of finished products according to the lowest cost. In particular, a huge part of the energy resources in the structure of the cost of the product. The desire for the latest financial relationships, the creation of a controlled and managed energy market, the need to significantly reduce part of energy costs in the cost of the final product. The article will discuss the automated way of organizing control.

Keywords: energy systems, electricity, automation of electricity metering.

Введение

Окончательной целью каждого производства считается производство готовой продукции согласно наименьшей себестоимости. Многочисленным элементом, что вносит вложение в себестоимости продукта, считаются требуемые с целью ее выпуска электричество и энергоресурсы. В особенности огромна часть энергетических ресурсов в структуре себестоимости продукта. Стремление к новейшим финансовым взаимоотношениям, создание контролируемого и управляемого рынка энергоресурсов, необходимость значимого снижения части энергетических расходов в себестоимости окончательного продукта и также прочие стратегические проблемы финансово-политической деятельности каждой

активно развивающейся фирмы призывают наиболее подробно рассматривать контролирование и учет изготавливаемых и употребляемых энергоресурсов. Рассматривается автоматизированный способ организации контролирования.

1. Устройство автоматизированной системы контроля учета энергоресурсов

У многих промышленных компаний имеется 2 и более питающих вводов, на которых устанавливаются расчетные счетчики электричества. С целью определения совмещенной нагрузки во время максимума энергосистемы нужны специализированные итоговые приборы – сумматоры.

Используемые в промышленных фирмах автоматизированные системы учета электричества осуществляют разнообразные функции. С их поддержкой ведется контролирование максимальной соединенной нагрузки компании, формируются предупредительные сигналы при возникновении направленности к превышению заявленному максимуму нагрузки, выдаются указания на выключение потребителей

Применение сумматоров, кроме того, дает возможность сформировать общую систему автоматизированного контролирования на предприятии с 2 и более питающих вводах с объединением в вычислительные и системы учета.

В качестве образца в рис. 1 представлена упрощенная принципиальная схема автоматизации учета электричества для компании, получающей питание по 4 вводам со поддержкой 2 РП. На вводах установлены расчетные счетчики РИ–Р14, являющиеся датчиками превращения энергии для вычислительного устройства (ВУ) и системами учета (СУ). Сведения об энергопотреблении представляется в виде импульсов, вырабатываемых электрическими счетчиками. С целью использования в качестве датчиков простых индукционных счетчиков в них встраиваются фотоэлектрические преобразователи, с поддержкой которых создаются импульсы.

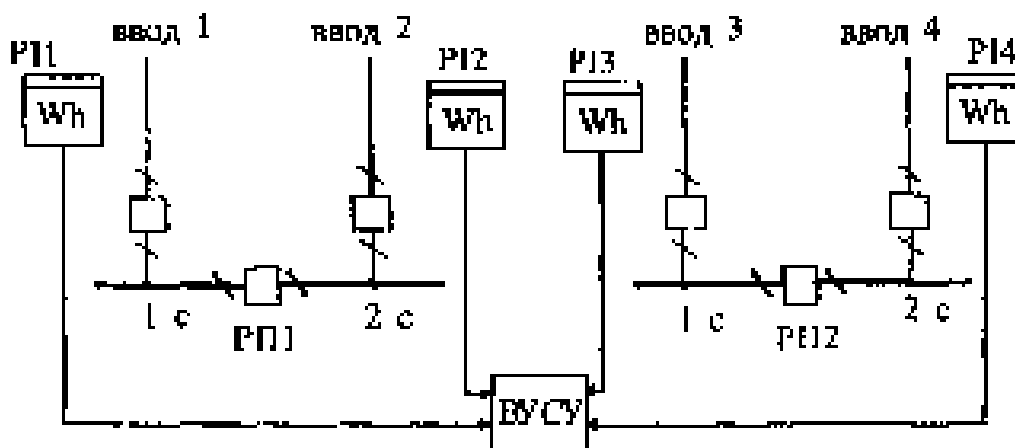


Рисунок 1 – Принципиальная схема автоматизированного учета электроэнергии

При огромной удаленности счетчиков с ВУ и системами учета, а также при слиянии связей учета в категории применяются устройства сбора данных (УСД), произведенные на базе микропроцессоров.

На рис. 2 отмечаются следующие элементы: УПК – усилитель с программируемым коэффициентом усиления; УВХ – устройство выборки-хранения; ИОН – источник опорного напряжения; ШД – шина данных.

Одно УСД вида Е441 способно осуществлять получение данных с 16 импульсных датчиков и передачу согласно одной линии сети к ВУ на дистанции вплоть до 30 км. Некоторые системы учета допускают подсоединение к ПЭВМ. Иллюстрированная схема построения автоматизированной системы учета электричества дана на рис. 3. В схеме для примера представлено 48 пунктов.

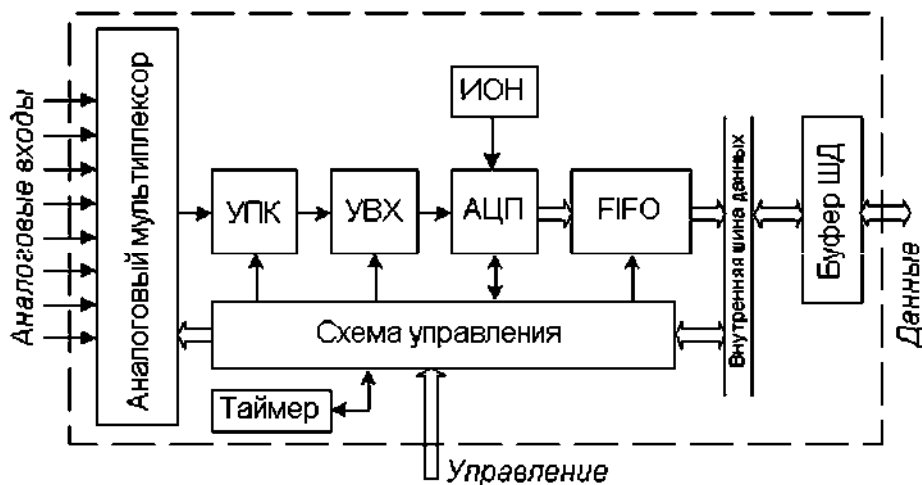


Рисунок 2 – Блок-схема устройства сбора данных

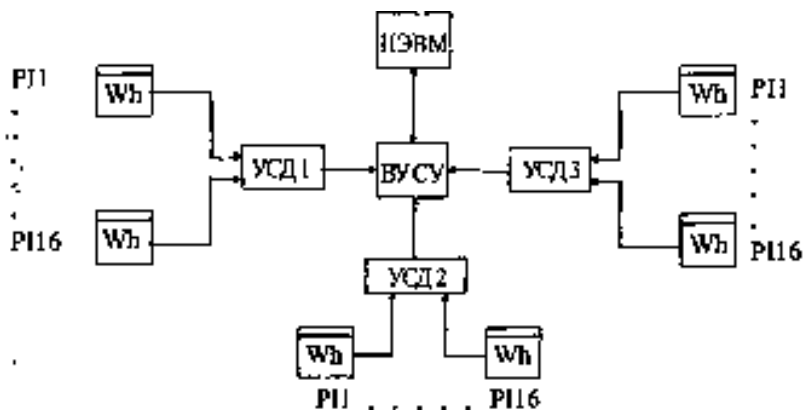


Рисунок 3 – Упрощенная структурная схема автоматизированной системы учета электроэнергии

В системах автоматизированного учета подсчет получаемых импульсов, представление их в значения мощности и энергии, распределение измеренных параметров по тарифным зонам, организация текущего времени и даты, поддержка точности хода внутренних часов и другие функции выполняются аппаратурой и программным обеспечением микропроцессора ВУ. За счет использования электронных средств создаются средства автоматизированного контроля энергоресурсами ЭКРОН и СИМЭК.

2. Система информационно-измерительная многоуровневого энергоконтроля (СИМЭК)

Система специализирована для возведения иерархических сетей учета выработки, распределения и пользования электрической энергии в энергосистемах и СЭС энергоемких потребителей.

СИМЭК дает возможность осуществить многоуровневую территориально-распределенную сеть сбора данных об энергопотреблении. При этом возможна передача в верхний уровень различных характеристик и нижнего уровня. С верхнего уровня в нижний подаются лимиты мощности и энергии, пределы временных зон, команды на выключение потребителей, ставки тарифов, значений времени. Система учета обладает широкими ретроспективными возможностями, сохраняя сведения согласно максимальным перегрузкам за минувшие 14 дней, получасовым расходам энергии по 8 группам за прошлые 7 дней, по расходу энергии в полном и по 4 суточным участкам за расчётный период и др.

Система состоит из устройства обрабатывания данных, к которому допустимо подключение удаленных ПЭВМ. ЭВМ и видеотерминалов разных уровней систем учета и контроля, УСД, приборы отображения данных и пульта управления. СИМЭК дает возможность подвергать обработке вплоть до 256 импульсных каналов.

3. Система энергоресурсоконтроля ЭРКОН

Система энергоресурсоконтроля ЭРКОН предназначена для организации учета энергии и ресурсов на промышленных предприятиях в энергосистемах и жилищно-коммунальном хозяйстве. В систему входят счетчики-датчики, УСД, ВУ и ПЭВМ. На основе системы ЭРКОН возможно построение автоматизированных систем контроля и учета электропотребления более высоких уровней. Система ЭРКОН обеспечивает обработку поступающих в нее данных по 96 каналам. При этом допускается объединение каналов учета в группы общим количеством до 64. Задание групповых лимитов мощностей, зон суток для каждого квартала, времени и даты, состава групп каналов учета и других данных может осуществляться с пульта ВУ, ПЭВМ или дистанционно по каналу связи.

Устройства системы ЭРКОН не требуют от потребителя обслуживания и имеют герметичное исполнение, а следовательно, защищены от воздействия окружающей среды. Указанные свойства системы способствуют ее применению в СЭС промышленных предприятий.

Из зарубежных средств автоматизированного дистанционного учета электроэнергии на промышленных предприятиях широкое распространение получили венгерские микропроцессорные программируемые системы типа ЕТ μ -М, ЕТ8-Ц.Р и т.п.

Структурная схема, демонстрирующая работу систем СИМЭК и ЭРКОН рассмотрена на рис. 4.

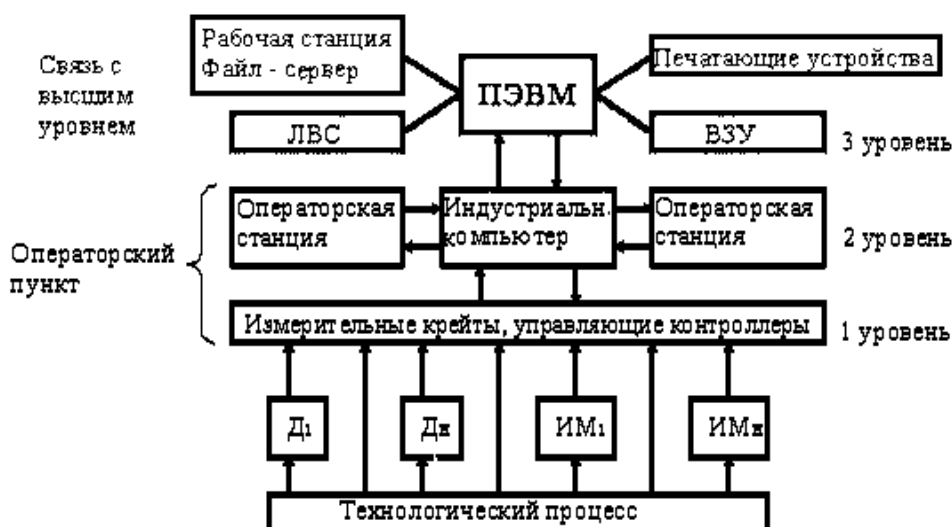


Рисунок 4 – Структурная схема автоматизированной системы энергоконтроля

4. Многофункциональный счетчик «Альфа»

Помимо применения многоуровневых систем учета энергоресурсов есть функциональные счетчики. Из числа которых можно отметить выпускаемые в России счетчики серии «Альфа», рис. 5.

Счетчик вида «Альфа» специализирован с целью учета активной и реактивной энергии в цепях переменного тока, но, кроме того, с целью использования в составе автоматизированных систем учета и контроля электричества.

Счетчик дает возможность определять активную и реактивную энергию и мощность с классом точности 0.2 либо 0.5, учитывать израсходованную либо выданную энергию согласно 4 тарифным участкам, определять наибольшую мощность нагрузки на расчетном

промежутке периода, фиксировать максимальную активную реактивную мощности с целью каждой тарифной области, записывать и сохранять в памяти счетчика сведения графика нагрузки, автоматически осуществлять контроль нагрузки с возможностью ее отключения либо сигнализации при достижении заданных значений, передавать результаты замеров на диспетчерский пункт по каналам связи, закреплять перерывы в электроснабжении. Измеряемые величины и дополнительные сведения имеют все шансы поочередно отображаться на дисплее счетчика, выполненного на жидких кристаллах.

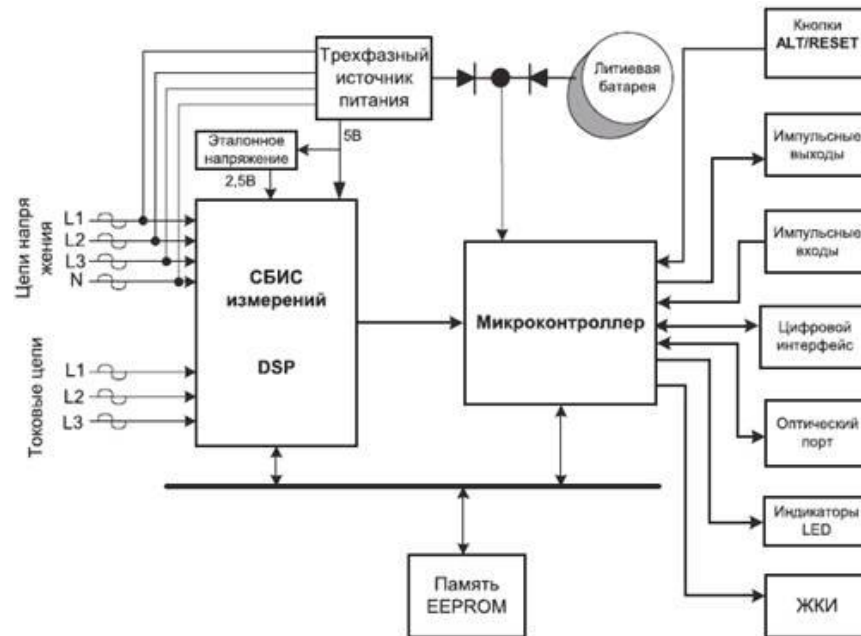


Рисунок 5 – Структурная схема многофункционального счетчика Альфа А1Т

С целью осуществления указанных многофункциональных способностей счетчик «Альфа» имеет в своем составе измерительные датчики напряжения и тока, специализированный процессор и вспомогательные электронные платы, расширяющие функции их кристаллов. С целью унификации применения счетчик «Альфа» может быть изготовлен в следующих базовых модификациях: А1D – для замера активной энергии и мощности без режима многотарифности;

А1Т – для замера активной энергии и мощности во многотарифном режиме;

А1К – обладает возможностью замера в 2 вариантах, устанавливаемых программным путем:

а) активной энергии и мощности во многотарифном режиме и суммарной реактивной энергии в отсутствии режима многотарифности;

б) реактивной энергии и мощности во многотарифном режиме и суммарной активной энергии в отсутствии режима многотарифности;

А1К – идентичен базовой модификации А1К, однако проводится измерение полной мощности и энергии взамен реактивной.

Все модификации имеют класс правильности 0,2, на что показывает цифра 1. При классе точности 0.5 в обозначении вида вместо числа 1 ставится число 2.

Способности счетчика в базовом исполнении А1Т, А1R и А1К имеют все шансы быть расширены путем подключения дополнительных электрических щитов. К главному типу счетчика прибавляются литеры, имеющие такой смысл:

А – определение энергии и мощности в 2 направленностях;

Л – запись и сохранение измеренных данных (графика электрической нагрузки).

Базовые типы счетчиков могут быть изменены в соответствующее виды: Л1Т-Л, Л1К-АЛ, Л1К-Л, Л1К-АЛ, Л1К-А.

Рациональность применения счётчиков «Альфа» в энергосистемах и СЭС промышленных компаний обуславливается повышением правильности замеров, перспективой перехода в вычислении за потребленную электрическую энергию согласно дифференцированным тарифам, уменьшением группового числа устанавливаемых счетчиков, таким образом, как один счетчик вида А1К-А или Л1К-АЛ, измеряющий активную и реактивную энергию в 2 направлениях, заменяет 4 простых счетчика. Опыт использования счетчиков «Альфа» в Российской Федерации, Беларуси и иных государствах доказывает их высокие рабочие качества.

Вывод

Были рассмотрены средства контроля энергоресурсов промышленных предприятий. Каждая система имеет свои индивидуальные особенности в зависимости от состояния окружающей среды, метода и условий работы, тарифной зоны и т.д. Данные средства контроля также позволяют систематизировать и обрабатывать информацию о потребленной и расходываемой энергии в кратчайшие сроки.

Библиографический список

1. Радкевич В.Н. Проектирование систем электроснабжения. Минск: НПООО «ПИ-ОН», 2011. 255 с.
2. Соловьев А.Н. Системы автоматизированного контроля энергоресурсов. М.: Высш. шк., 2012. 276 с.

УДК 632.1

Евгений Владиславович Иванов

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
гр. ЭМс-312, Россия, Владивосток, e-mail: evgeniy96bk@gmail.com

Научный руководитель – Владимир Витальевич Кирюха, доцент

Судовая пожарная сигнализация

Аннотация. Виды датчиков пожарной сигнализации, принцип их работы, достоинства и минусы их работы.

Ключевые слова: пожарная сигнализация, датчики пожарной сигнализации, тепловые датчики, дымовые датчики, датчики пламени, комбинированные датчики.

Evgeniy V. Ivanov

Far Eastern State Technical Fisheries University, EMs-312, Russia, Vladivostok, e-mail:
evgeniy96bk@gmail.com

Scientific adviser – Vladimir V. Kiryuha, Associate Professor

Ship's fire alarm system

Abstract. Types of fire alarm sensors, the principle of their operation, the advantages and disadvantages of their operation.

Keywords: fire alarm, fire alarm sensors, heat sensors, smoke sensors, flame sensors, combined sensors.

Введение

Для того чтобы возгорание можно было обнаружить на ранней стадии, все суда оборудуют средствами обнаружения пожара. Прежде всего, это относится к пожарной сигнализации, но в этих же целях может быть использована система видеонаблюдения, установленная на судне, а также различные охранные системы.

Судовая пожарная сигнализация состоит:

1. Из датчиков автоматической пожарной сигнализации, устанавливаемых в различных помещениях судна (жилые, служебные, грузовые, производственные помещения, фонарные, малярные и т.д.).

2. Пожарных извещателей, приводимых в действие вручную при обнаружении признаков пожара. Из-за небольших размеров речных судов пожарные извещатели могут не устанавливаться, но на пассажирские суда и танкера устанавливают обязательно.

3. Пульта пожарной сигнализации, который устанавливается на ходовом мостике и куда приходят сигналы с датчиков и пожарных извещателей.

Автоматические датчики пожарной сигнализации – одна из основных частей системы, которая обеспечивает противопожарную безопасность. Именно степень безотказности датчика такой сигнализации определяет в целом эффективность системы, которая обеспечивает противопожарную безопасность.

Виды датчиков

Пожарные датчики делятся на четыре основных вида:

1) тепловые;

- 2) дымовые;
- 3) датчики пламени;
- 4) комбинированные.

1. Тепловой датчик пожарной сигнализации реагирует на наличие перепадов температуры. С точки зрения устройства тепловые датчики делятся:

- а) на пороговые – с заданным пределом температуры, после чего сработают датчики;
- б) интегральные – реагируют на резкую скорость изменения температуры.

Пороговые датчики обладают сравнительно низкой эффективностью, что обусловлено порогом температуры, на котором датчик срабатывает, порядка 70 °С. А спрос на этот вид датчиков обуславливается исключительно невысокой ценой.

Интегральные пожарные датчики способны зарегистрировать пожар на ранних стадиях. Однако поскольку в них применяются два термоэлемента (один в самой конструкции датчика, а другой выносится за пределы датчика), а в сам датчик встраивается система обработки сигнала, цена таких пожарных датчиков будет ощутимой.

Использовать тепловой датчики пожарной сигнализации следует только тогда, когда основным признаком пожара – тепло.

2. Дымовые датчики пожарной сигнализации определяют наличие в воздухе дыма. Почти все производимые дымовые датчики работают в соответствии с принципом рассеяния на частицах дыма инфракрасного излучения. Минус такого датчика – он может сработать при большом количестве пара или пыли в помещении. Однако дымовой датчик также чрезвычайно распространен, хотя, разумеется, не используется в запыленных комнатах и курилках.

3. Датчик пламени подразумевает наличие тлеющего очага или открытого пламени. Датчики пламени следует устанавливать в тех помещениях, где вероятно появление пожара без предварительного дымовыделения. Они эффективнее двух предыдущих типов излучателей, поскольку обнаружение пламени осуществляется на начальном этапе, когда отсутствуют многие факторы – дым и значительный перепад температуры. А в некоторых производственных помещениях, которые характеризуются высоким уровнем запыленности или большим теплообменом, используются только пожарные датчики пламени.

4. Комбинированные датчики пожарной сигнализации сочетают в себе несколько способов определения признаков пожара. В большинстве случаев комбинированные датчики сочетают дымовой датчик вместе с тепловым. Это позволяет точнее определить присутствие признаков пожара, чтобы подать на пульт сигнал тревоги. Стоимость данных датчиков пропорциональна сложности технологий, которые использованы при его создании. Основное достоинство комбинированных извещателей – дополнительная защита: максимальное устройство реагирует на медленно развивающийся пожар, который может не вызвать срабатывания дифференциального извещателя. Кроме того, один комбинированный извещатель способен заменить два извещателя: максимальный и дифференциальный. Единственным недостатком комбинированного извещателя является необходимость замены всего прибора в случае выхода из строя максимального устройства.

Общая эффективность системы пожаротушения напрямую зависит от верно сконструированной системы пожарной сигнализации, опирающейся на данные, получаемые от пожарного датчика. Именно поэтому правильное расположение, применение для определенных помещений подходящего вида датчика, а также качества пожарных датчиков позволяет определить эффективность противопожарной системы здания в целом.

Пульт пожарной сигнализации устанавливается на ходовом мостике. Конструкции могут быть различными. Пожарную сигнализацию могут объединять с охранной сигнализацией.

При пожаре на пульт пожарной сигнализации приходит сигнал, который может поступить как от датчика, так и от ручного пожарного извещателя. На индикаторе загорится лампочка, соответствующая какой-либо зоне на судне и прозвучит звуковой сигнал. Таким образом, вахтенный начальник будет знать, в какой части судна возник пожар, и будет объявлена общесудовая тревога с указанием места возгорания.

Для передачи информации от датчика к центральному прибору используются линии связи – кабельные трассы, образующие лучи, к каждому из которых подключается несколько датчиков и ручных извещателей, расположенных в одном или близких друг к другу помещениях.

Сигнализация обнаружения пожара должна обеспечивать быстрое определение объекта, с которого принят сигнал, для чего предпочтительно применение мнемосхем (а на пассажирских судах – обязательно). При срабатывании извещателя должна срабатывать звуковая и визуальная сигнализация на пульте управления системы. Если в течение 2 мин эти сигналы не привлекут внимания и не будет подтвержден их прием, во всех жилых помещениях экипажа, служебных, машинных помещениях, на постах управления автоматически подается сигнал тревоги.

В некоторых типах систем пожарной сигнализации предусмотрено не только определение луча, к которому подключен сработавший датчик, но и номера датчика. С этой целью параллельно к контактам датчика подключается балластное сопротивление или конденсатор. При срабатывании датчика его сопротивление отключается и образуется контур с оставшимися резисторами, измерение сопротивления в котором позволяет определить номер сработавшего датчика.

Щит пожарной сигнализации

На щите пожарной сигнализации (рисунок) выключатели S1, S2 должны быть постоянно включены. Так как контакты пожарных извещателей при нормальной температуре замкнуты, ток проходит через катушку реле K1, однополюсный выключатель S1 и контакты всех извещателей, соединенных последовательно. Реле K1 срабатывает и размыкает свои контакты в цепях сигнальной лампы H1 и звонка H2.

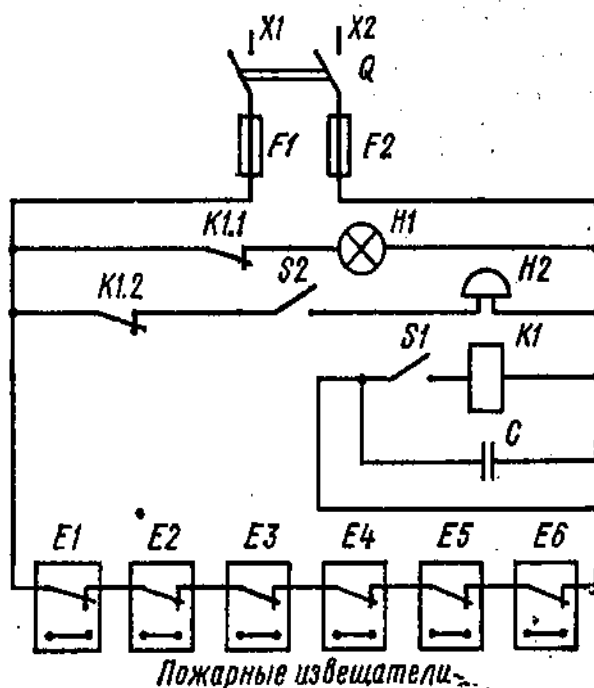


Схема ЩПС

Схема находится под напряжением и постоянно готова к действию.

При повышении температуры воздуха в машинном отделении до 70 °С один или несколько извещателей, находящихся наиболее близко от очага повышенной температуры, срабатывают. Размыкается цепь питания катушки реле K1 на ЩПС. Реле обесточивается и замыкает свои контакты в цепях питания сигнальной лампы и звонка. Лампа включается, а звонок звонит.

Подача сигнала «Пожар» продолжается до тех пор, пока температура воздуха в машинном отделении не станет ниже 70 °С и извещатель снова не замкнет свои контакты в цепи катушки реле К1.

Для снятия звукового сигнала на ЩПС установлен выключатель S2.

Наличие в схеме питания и исправность реле, звонка и лампы проверяют размыканием выключателя S1 цепи катушки реле. При выключении катушки реле К1 его контакты замыкаются и подается сигнал «Пожар», как и в случае автоматического срабатывания пожарных извещателей.

Конденсатор С предназначен для защиты от ложных срабатываний извещателя в условиях повышенной вибрации корпуса судна. При размыкании контактов извещателей реле кратковременно остается включенным из-за тока разряда конденсатора. Конденсаторы подобного назначения обычно встроены в извещатели.

Универсальный датчик ДУ-Р1

Универсальный датчик ДУ-Р1 – беспроводное устройство, которое является довольно универсальным прибором и может использоваться в различных режимах работы, предназначен для измерения температуры окружающей среды.

Измеренную температуру датчик сохраняет в собственном архиве и передает на приемник радиосигнала (ПРС) для передачи в терминал.

Это беспроводной прибор, он полностью автономен. Не нуждается в прокладке кабельных трасс, замене элементов питания и обслуживания. Отсутствие проводов облегчает монтаж и значительно сокращает его время. Используется радиointерфейс, работающий в диапазоне 2,4 ГГц, с собственным протоколом. Может использоваться без навигационного терминала, так как имеет встроенную память для хранения результатов измерений за последние 90 дней.

Для работы с терминалом необходимо использовать приемник радиосигнала.

Данные в терминал могут передаваться:

- по шине RS485 (протокол LLS или ModBus);
- частотному входу. Диапазон частоты 500–1500 Гц;
- через дискретные входы. Дискретный вход будет замыкаться (или размыкаться) при нахождении температуры в заданном диапазоне. В датчике может быть настроено два независимых температурных диапазона.

Датчик имеет пломбируемое крепление, исключая несанкционированное вмешательство в работу датчика. Настройка датчика осуществляется дистанционно с помощью USB-радиопрограмматора и программы-конфигуратора ASconfig.

Назначение

Универсальный датчик может работать в качестве любого нижеперечисленного датчика: двухканального датчика температуры – двухканального датчика угла наклона с радиометкой – двухканального датчика контроля работы экскаватора с радиометкой – датчика контроля выгрузки мусорных контейнеров – радиометки для быстроперемещающихся объектов – датчика контроля качества вождения – датчика контроля моточасов – датчика контроля вращения емкости автобетоносмесителя (миксера) – датчика сохранности перевозимого груза (логгер температуры, наклона-переворота, удара).

Технические характеристики

Диапазон рабочих температур – от -40 до +80 °С.

Способ питания датчика – заменяемая в заводских условиях батарея.

Среднее время жизни батареи – от 6 до 10 лет, в зависимости от выбранного типа датчика.

Режим работы датчика – постоянный.

Способ передачи данных – радиоканал 2.4 ГГц.

Гарантийный срок службы датчика – 36 месяцев.

Срок эксплуатации датчика – 7 лет.

Обновление прошивки датчика по радиоканалу – есть.
Внутренний журнал логгирования назначаемых датчиков – есть.
Внутренние часы реального времени – есть.
Степень защиты датчика – IP 67 (имеет защиту от попадания пыли и временного погружения в воду на глубину не более 1 м).

Библиографический список

1. Судовые противопожарные системы. <https://mirmarine.net/svm/sudovye-sistemy/909-protivopozharnye-sistemy>.
2. Судовая пожарная сигнализация. <https://www.electroengineer.ru/2015/11/ship-fire-alarm.html>.
3. Системы обнаружения пожара на судах и судовая пожарная сигнализация. <https://allrefrs.ru/1-42193.html>.
4. Пожарная сигнализация. <http://www.stroitelstvo-new.ru/sudostroenie/mehanizm/pozharnaya-signalizaciya.shtml>.

УДК 621.3

Евгений Феликсович Моторкин

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ЭНб-212, Россия, Владивосток, e-mail: sdqf_20@mail.ru

Научный руководитель – Илья Андреевич Курбатов, канд. физ.-мат. наук

Проблемы возобновляемой энергетики

Аннотация. Развитие альтернативных источников энергии породило проблемы накопления лишней энергии, которая в большинстве случаев теряется, либо расходуется на нагрев воды. Рассмотрены варианты решения данных проблем.

Ключевые слова: солнечная энергетика, Li-ионные аккумуляторы, LFP-аккумуляторы, Grid-tie инвертор.

Evgeniy F. Motorkin

Far Eastern State Technical Fisheries University, ENb-212, Russia, Vladivostok, e-mail: sdqf_20@mail.ru

Scientific adviser – Ilya A. Kurbatov, PhD

The Challenges Renewable Energy

Abstract. The development of alternative energy sources has given rise to the problem of accumulating excess energy, which in most cases is lost or spent on heating water. This paper will discuss options for solving the problems.

Keywords: energy, Li-ion battery, LFP-battery, Grid-tie inverter.

Введение

На данный момент в возобновляемой электроэнергетике существует несколько основных проблем:

1. *Низкий КПД.* В коммерческих солнечных панелях КПД составляет от 10 до 30 %, такой разброс обусловлен различием в производственных материалах, их конструкций, а также рядом внешних условий: интенсивности солнечного излучения, температуры окружающей среды и погоды.

2. *Частичное потребление выработанной энергии.* В солнечной энергетике только 25 % энергии запасается в аккумуляторы, остальная часть энергии используется для обогрева помещений в зимнее время или на нагрев воды. Нагрев солнечных панелей никак не используется. Лишь в некоторых хозяйствах удается использовать до 85 % всей выработанной энергии.

3. *Медленное развитие технологий.* Считается, что использование углеводородных источников энергии экономически более выгодно. Солнечные панели начинают окупать себя спустя несколько лет, а электростанции на возобновляемых источниках энергии лишь через десятилетия. Однако запасы углеводородов не бесконечны и оказывают негативное влияние на окружающую среду. По этой причине некоторые отдельные страны Европы уже к концу этого десятилетия хотят полностью перейти на возобновляемую энергетику.

4. *Дорогая стоимость масштабируемости.* Для выработки большого количества электроэнергии необходимо задействовать и обслуживать больше электроустановок на большей площади. Это связано с низкой эффективностью использования полезной площади.

MPPT контроллеры и Grid-tie инверторы

Некоторые возможные решения проблем:

1. MPPT контроллеры – они отслеживают точки максимальной мощности (англ. Maximum Power Point Tracking). Этот способ используется для получения максимальной возможной мощности на выходе фотомодулей, электрических генераторов ветроустановок, электрических генераторов с переменной скоростью вращения и крутящим моментом, электродвигателей, работающих в режиме рекуперативного торможения.

2. Grid-tie инвертор – устройство, которое преобразует электричество постоянного тока (DC) в переменный ток (AC) для подачи энергии в электрическую сеть, обычно это 240 вольт переменного тока частотой 50 Гц. Grid-tie инверторы устанавливаются между местными источниками возобновляемой энергии: солнечными батареями, ветрогенераторами, гидроэлектростанцией и электрической сетью. В отличие от традиционных инверторов Grid-tie инвертор точно контролирует форму и частоту электрической сети, куда подается электроэнергия от возобновляемых источников.

Преимущества MPPT контроллеров – дешевизна и максимальная выработка электроэнергии, недостатки – средняя ремонтпригодность и отсутствие инвертора.

Преимущества Grid-tie инвертора – максимальная выработка электроэнергии, сохранение неиспользованной энергии, встроенный инвертор и возможность использования без батарей при наличии зеленого тарифа, недостатки – высокая стоимость и низкая ремонтпригодность.

Накопление возобновляемой электроэнергии

Ещё одной проблемой возобновляемых источников электроэнергии является неэффективное сохранение энергии. Не вся выработанная электроэнергия используется потребителем и лучшим решением будет сохранить излишек для дальнейшего использования.

Некоторые решения этой проблемы:

1. Tesla Powerwall – литий-ионный аккумулятор, разработанный компанией Tesla. Аккумулятор предназначен для сохранения энергии в целях бытового использования, сдвига нагрузки потребления, а также резервного питания.

2. DIY (самодельные PowerWall) – в них используются проверенные б/у аккумуляторы формата 18650 от гироскутеров, ноутбуков и т.д, объединенные в секции из нескольких элементов, соединенных параллельно и последовательно.

Недостатки данных сборок: пайка элементов, сложная замена элементов, низкая безопасность.

3. Powerwall PCB – печатная плата с холдерами для цилиндрических и иных аккумуляторов со вспомогательными компонентами, обеспечивающих безопасность и дополнительные функции. Проект полностью открыт для исправлений и внесения изменений. На данный момент насчитывает уже около 10 версий, в которые были внесены критические изменения для обеспечения безопасности и заводского качества.

PowerWall PCB имеет в себе 3 платы:

18650 Power Module – модуль для аккумуляторов;

LED Indicator Module – модуль для индикации зарядки каждой ячейки;

BMS Module – модуль для мониторинга заряда аккумулятора.

Модули позволяют легко и быстро собрать систему на любое количество кВт·ч.

Возможно использование любых типов и размеров аккумуляторов. Использование модульной конструкции позволяет добиться максимальной масштабируемости и использовать заряд для любых целей, а холдеры позволяют быстро заменить выходящий из строя элемент. Наличие трёх степеней защиты позволяет использовать б/у аккумуляторы. У печатных плат максимальная ремонтпригодность, проект полностью открыт, что исключает вариант долгих поисков вышедших из строя элементов.

Преимущества данных плат:

- максимальная ремонтпригодность;
- легкое конфигурирование любого напряжения;

- масштабируемость;
- лицензия Open Source;
- использование блоков батарей в любых целях;
- переработка аккумуляторных батарей, не исчерпавших свой ресурс;
- безопасность при использовании;
- цена.

Недостатки:

- дороговизна изготовления печатных плат;
- высокая стоимость комплектующих.

В таблице отражены преимущества DIY PowerWall перед коммерческими Tesla PowerWall.

Сравнение коммерческих Tesla PowerWall и DIY PCB PowerWall

Tesla Power Wall	DIY PowerWall
<ul style="list-style-type: none"> • Цена от 250 до 630 \$/(кВт·ч) • Низкая ремонтпригодность • Необходимо обслуживание • Невозможность что-либо сделать самостоятельно 	<ul style="list-style-type: none"> • Цена от 10 \$/(кВт·ч) • Высокая ремонтпригодность • Самообслуживание • Регулируемое количество используемых элементов

Вывод

Использование адаптивных технологий и открытых лицензий позволяет получать ничем не уступающие, а в некоторых случаях и лучшие аналоги коммерческих устройств. Можно перерабатывать литий-ионные аккумуляторы, которые не выработали свой ресурс, тратя минимум средств, переводя дом, хозяйство, предприятие на альтернативные источники энергии, а лишнюю энергию накапливать и использовать позже, либо продавать государственным электросетям, зарабатывая на этом.

Библиографический список

1. Германович В., Турилин А. Альтернативные источники энергии и энергосбережение. СПб.: Наука и техника, 2014. 320 с.
2. Дэвис А., Шуберт Р. Альтернативные природные источники энергии в строительном проектировании / пер. А.С. Гусева. М.: Стройиздат, 1983. 190 с.
3. Исследование популярности солнечной энергетики среди российского бизнеса с 2014 по 2019 гг., 2020 февраль. neosun.com.

Никита Евгеньевич Орлов

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ЭНб-312, Россия, Владивосток, e-mail: nikita.orlov78@mail.ru

Научный руководитель – Юрий Михайлович Горбенко, канд. техн. наук, доцент

Преобразователи частоты с непосредственной связью

Аннотация. Основными потребителями электроэнергии на производстве являются трехфазные электродвигатели переменного тока, а именно, асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором (АДКЗ). Массовое применение данного типа двигателей обусловлено надежностью, дешевизной и простотой в эксплуатации. Недостаток данных двигателей заключается в том, что скорость их вращения зависит от конструкции двигателя и частоты питающей сети. Раньше асинхронные двигатели использовались, как правило, в нерегулируемых электроприводах, пуск которых осуществлялся прямым включением в сеть. Прямой пуск (ПП) АДКЗ является не эффективным, так как при пуске создается большой пусковой ток, который оказывает значительную нагрузку на питающую сеть, вызывая значительные падения напряжения и увеличивая потери электроэнергии, а также сопровождается электродинамическими и термическими перегрузками обмоток, что уменьшает долговечность работы двигателя.

Ключевые слова: частотный преобразователь, постоянный ток, непосредственная связь, ШИМ, широтно-импульсная модуляция, двигатель, асинхронный двигатель.

Nikita E. Orlov

Far Eastern State Technical Fisheries University, ENb-312, Russia, Vladivostok, e-mail: nikita.orlov78@mail.ru

Scientific adviser – Yuri M. Gorbenko, PhD, Associate Professor

Direct-coupled frequency converters

Abstract. The main consumers of electricity in production are three-phase AC electric motors, namely asynchronous motors with a short-circuited rotor (ADKZ). The mass use of this type of engine is due to its reliability, low cost and ease of operation. The disadvantage of these engines is that the speed of their rotation depends on the design of the engine and the frequency of the supply network. Previously, asynchronous motors were used, as a rule, in unregulated electric drives, the start of which was carried out by direct connection to the network. Direct start-up (PP) of the ADKZ is not effective, since during start-up a large inrush current is created, which exerts a significant load on the supply network causing significant voltage drops and increasing power losses, and is also accompanied by electrodynamic and thermal overloads of the windings, which reduces the long-term operation of the engine.

Keywords: frequency converter, direct current, direct communication, PWM, pulse width modulation, motor, asynchronous motor.

Введение

Одной из основных задач усовершенствования технологического процесса в промышленности является минимизация потребляемой энергии и обеспечение безопасности как оборудования, так и технического персонала.

Применение преобразователей частоты в системах регулируемого электропривода позволяет осуществлять автоматизацию всей работы электродвигателя: пуск, торможение, реверс и изменение его скорости, при этом автоматически плавно включая пусковые сопротивления, которые обеспечивают регулирование тока в требуемых пределах. Особенностью применения преобразователей в приводах с АДКЗ является то, что они управляют скоростью электродвигателя в соответствии с характером нагрузки, это уменьшает резкие изменения напряжения в сети питания и увеличивает экономность потребления энергии, а также надежность всего привода.

Преобразователь частоты

Частотный преобразователь электронного типа – это устройство, состоящее из выпрямителя (моста постоянного тока), преобразующего переменный ток промышленной частоты в постоянный, и инвертора (преобразователя) (иногда с ШИМ), преобразующего постоянный ток в переменный требуемой частоты и амплитуды, рис. 1.

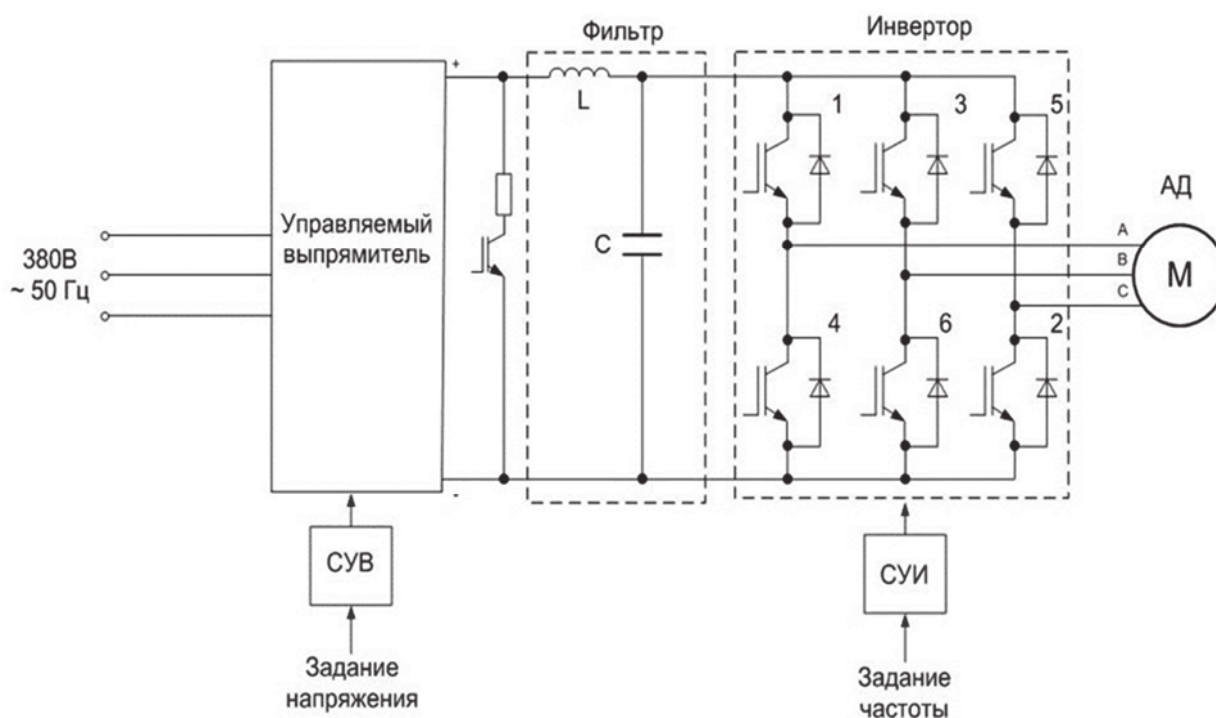


Рисунок 1 – Преобразователь частоты

Преобразователи частоты с непосредственной связью

Преобразователи частоты с непосредственной связью преобразуют напряжение с помощью участков синусоид питающей сети. Основа таких устройств – это реверсивные тиристорные преобразователи, которые, в зависимости от ситуации, могут быть подключены по встречно-параллельной, нулевой, мостовой или перекрёстной схемам, рис. 2.



Рисунок 2 – Преобразователь частоты с непосредственной связью

В преобразователях с непосредственной связью с естественной коммутацией (циклоконверторах) силовая часть собрана на быстродействующих тиристорах. Тиристорный блок может быть собран по различным схемам. Наиболее часто встречается нулевая, мостовая, встречно-параллельная или перекрестная схема, с совместным или отдельным управлением. В промышленности чаще всего применяют мостовую схему. Пример структурной силовой схемы тиристорного частотного преобразователя с непосредственной связью и структурная схема мостового частотного преобразователя показана на рис. 3.

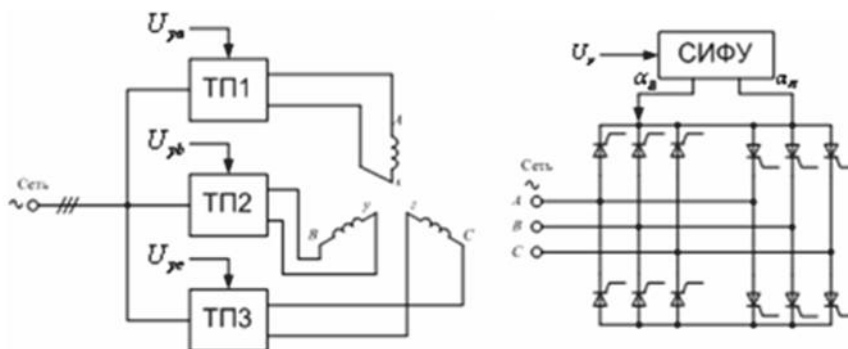


Рисунок 3 – Преобразователь частоты с непосредственной связью с естественной коммутацией

Достоинства преобразователя частоты с непосредственной связью с естественной коммутацией

Достоинства НПЧ определяются его относительно простой конструкцией. К ним относятся:

- довольно высокий КПД, который достигается однократным преобразованием электроэнергии в преобразователе;
- возможность обмена энергией между двигателем и электрической сетью. Благодаря такой возможности преобразователь может работать как в двигательном, так и в тормозном режиме работы, причем с рекуперацией энергии в сеть;
- применяемые тиристоры в схемах с естественной коммутацией являются более надежными и дешевыми и обладают большей перегрузочной способностью, чем полностью управляемые приборы, применяемые в схемах с принудительной коммутацией;
- в таких частотных преобразователях имеется возможность получения довольно низких частот выходного напряжения частотного преобразователя. Это обеспечивает возможность равномерной работы двигателя с малыми скоростями.

Благодаря блочно-модульной конструкции частотные преобразователи с непосредственной связью имеют возможность неограниченно наращивать мощность НПЧ, удобны в эксплуатации и при создании горячего резерва.

Основные недостатки частотных преобразователей с непосредственной связью

Недостатки частотных преобразователей НПЧ связаны с простотой их конструкции. В таких преобразователях существует ограничение максимальной выходной частоты. Максимальная выходная частота не может превышать 70 % частоты питающей сети. Другим препятствием для широкого применения НПЧ является низкий коэффициент мощности и несинусоидальность выходного напряжения. Высокая сложность цепей управления обуславливает применение НПЧ в тихоходных синхронных и асинхронных электроприводах средней и большой мощности.

Частотные преобразователи с принудительной коммутацией и непосредственной связью с сетью

НПЧ с принудительной коммутацией реализованы на полностью запираемых ключах. В качестве таких ключей используются транзисторы или запираемые тиристоры. Управление

ние этими ключами осуществляется на принципе широтно-импульсной модуляции. Пример построения силовой схемы преобразователя частоты показан на рис. 4.

В такой схеме включения любую фазу сети можно непосредственно подключить к любой фазе двигателя.

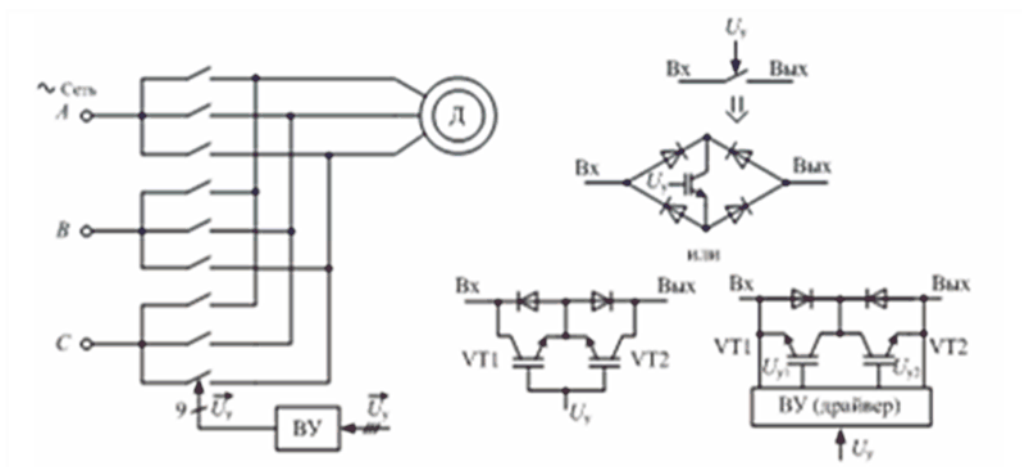


Рисунок 4 – Силовая схема преобразователя частоты

Выводы

В отдельных случаях тиристорные преобразователи не уступают частотникам на базе транзисторов IGBT. Главные их достоинства: относительно низкая стоимость и способность выдерживать ток, значительно превышающий номинальный. Применение преобразователей на управляемых и неуправляемых тиристорах ограничивает только быстродействие полупроводниковых элементов. Выбор частотника делается исходя из требований к электроприводу, технической и экономической эффективности того или иного устройства.

Преобразователи частоты на IGBT-транзисторах используют преимущественно в двигателях на напряжение до 660 В, высокоточных и полеориентированных приводах.

Тиристорные ПЧ устанавливают в схемах управления грузоподъемного оборудования, механизмов, работающих в повторно-кратковременных режимах и двигателях с динамической нагрузкой, а также в схемах управления высоковольтными электрическими машинами.

Даниил Романович Семенов

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ЭНб-412, Россия, Владивосток, e-mail: Burizan.doge@gmail.com

Научный руководитель – Валентин Яковлевич Молочков, канд. техн. наук, доцент

Интерфейсные устройства связи ЭВМ и судовых силовых исполнительных устройств

Аннотация. В настоящее время доля комплексно-автоматизированных судов мирового флота с применением ЭВМ составляет 60–70 %, причем в их число входят все крупные суда водоизмещением более 20 тыс. т. Применение ЭВМ позволило комплексно автоматизировать не только технические средства, но и судно в целом, эффективно осуществлять решение навигационных, административных и других задач. Организация распределенной общесудовой информационно-управляющей системы с применением ЭВМ разного уровня и средств связи с датчиками и исполнительными механизмами. Непосредственно функции контроля и управления выполняют в такой системе ЭВМ нижнего уровня, расположенные вблизи механизмов через интерфейсные устройства и микропроцессорные регуляторы. Связь их с главной диспетчерской ЭВМ осуществляется по каналам общесудовой линии связи.

Ключевые слова: интерфейс, связь, ЭВМ.

Daniil R. Semenov

Far Eastern State Technical Fisheries University, ENb-412, Russia, Vladivostok, e-mail: Burizan.doge@gmail.com

Scientific adviser – Valentin Ya. Molochkov, PhD, Associate Professor

Interface communication devices of computers and ship power executive devices

Abstract. Currently, the share of automated complex vessels in the world fleet with the use of computers is 60–70 %, and this includes all large ships, wospady eat more than 20 thousand tons. The use of computers has allowed the complex to automate not only the technical tools but also the ship in General, to effectively implement the decision navigation, administrative and other tasks. Organization of a distributed general-court information and control system with the use of computers of different levels and means of communication with sensors and actuators. Directly, the control and control functions are performed in such a system by lower-level computers located near the mechanisms through interface devices and microprocessor controllers. Their communication with the main control room of the computer is carried out via the channels of the general ship communication line.

Keywords: interface, communication, computer.

В настоящее время доля комплексно-автоматизированных судов мирового флота с применением ЭВМ составляет 60–70 %, причем в их число входят все крупные суда водоизмещением более 20 тыс. т.

Применение ЭВМ позволило комплексно автоматизировать не только технические средства, но и судно в целом, эффективно осуществлять решение навигационных, административных и других задач.

Организация распределенной общесудовой информационно-управляющей системы с применением ЭВМ разного уровня и средств связи с датчиками и исполнительными механизмами.

Непосредственно функции контроля и управления выполняют в такой системе ЭВМ нижнего уровня, расположенные вблизи механизмов через интерфейсные устройства и микропроцессорные регуляторы. Связь их с главной диспетчерской ЭВМ осуществляется по каналам общесудовой линии связи.

Характерная структура общесудовой распределенной информационно-управляющей системы приведена на рис 1.

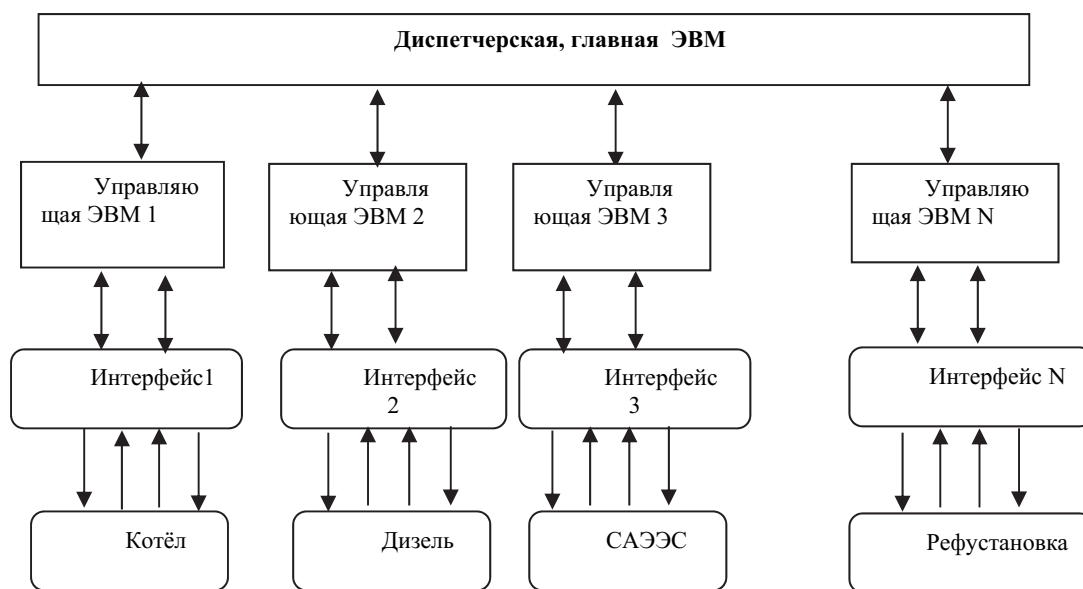


Рисунок 1 – Структура общесудовой МПСУ

Каждая из управляющих ЭВМ специализирована для решения конкретной задачи и непосредственно управляет конкретным судовым объектом – главным двигателем, дизель-генератором и т.д. через интерфейсные устройства.

Следует отметить, что связь выходов/входов портов ЭВМ имеет низковольтные параметры и – 5 В и токи единицы мА. В то время как силовая коммутационная аппаратура, коммутирующая силовые цепи исполнительных устройств, имеет напряжение 380, 220 В и токи сотни мА, амперы.

Для связи ЭВМ с исполнительными устройствами необходимы интерфейсные схемы, выполняющие следующие функции;

- усиление по мощности, достаточное для питания контакторов пускателей;
- гальваническая развязка низковольтных и силовых цепей.

Данные функции выполняют следующие устройства, приведенные на рис. 2. Это транзисторный каскад усиления сигнала и реле для гальванической развязки низковольтных и силовых цепей. Присутствующий диод параллельно катушки реле предохраняет транзистор от ЭДС самоиндукции индуктивности обмотки реле.

В правом нижнем углу чертежа изображена интерфейсная схема управления исполнительными механизмами (например, включение катушки контактора пускателя асинхронного двигателя). Схема состоит из следующих узлов:

- параллельного программируемого порта ЭВМ;
- из транзисторно-релейной цепи VT1-KM1, с диодом VD1 для исключения влияния ЭДС самоиндукции реле KM1 на транзистор, что могло бы привести к пробое его коллекторного перехода, напряжения питания реле 24 В и защитного сопротивления R1 функции:

- развязку низковольтных цепей управляющих логических микросхем (5 В) и силовых цепей пускателя (380 В переменного тока);
- усиление сигнала по мощности для обеспечения тока срабатывания катушки контактора пускателя.

Схема работает следующим образом. При подаче от ЭВМ на разряд порта PA0 логической единицы (5 В постоянного тока) это напряжение через сопротивление R1 поступает на вход транзистора VT1, он открывается до насыщения и подает питание на катушку реле KM1, реле срабатывает и замыкает свой контакт в цепи питания катушки контактора пускателя, контактор замыкает свои силовые контакты в цепи питания асинхронного двигателя. Двигатель включается на работу.

Для остановки двигателя на разряд порта PA0 подается логический ноль (0 В), транзистор VT1 закрывается и обесточивает реле KM1, оно размыкает свой контакт KM1-1 в цепи питания катушки контактора, контактор размыкает цепь питания двигателя.

Применение интерфейсных узлов на отечественной элементной базе позволяет контролировать параметры технических средств судов и эффективно управлять силовыми механизмами.

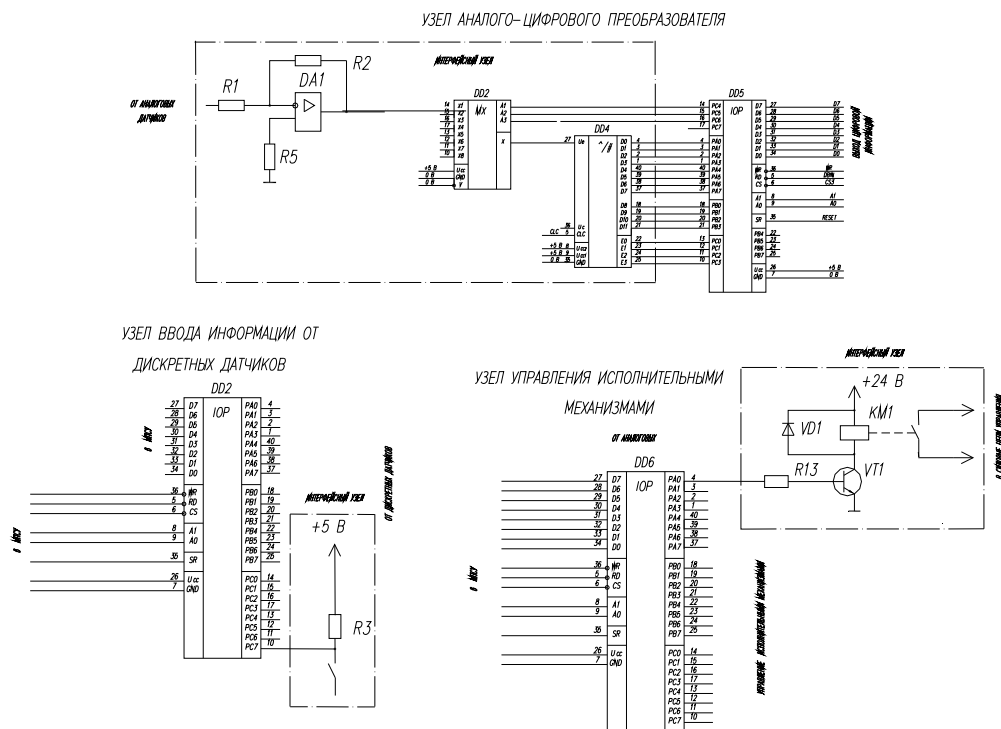


Рисунок 2 – Транзисторный каскад усиления сигнала и реле для гальванической развязки низковольтных и силовых цепей

Библиографический список

1. Алексеев Н.А. Микропроцессорные системы управления электроэнергетическими установками промышленных судов. М.: Колос, 2008. 424 с.
2. Молочков В.Я. Микропроцессорные системы управления техническими средствами рыбопромысловых судов: учеб. пособие. М.: Моркнига, 2013. 362 с.

Вадим Романович Федулин

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ЭНБ-312, Россия, Владивосток, e-mail: mr.titan7@mail.ru

Анна Дмитриевна Дегонская

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ЭНБ-312, Россия, Владивосток, e-mail: degonskaja@mail.ru

Научный руководитель – Елена Петровна Матафонова, канд. техн. наук, доцент

Плавающие атомные электростанции. Приоритет использования ПАТЭС

Аннотация. Плавающие атомные электростанции предназначены для энергоснабжения в районах Крайнего Севера, Дальнего Востока и других отдалённых регионов страны и представляют собой новый класс энергоисточников на базе российских технологий атомного судостроения. Также строительство плавучих АЭС, подобных российскому «Академику Ломоносову» будет лучшим способом обеспечить чистой энергией всех людей, в том числе жителей бедных стран. Другие возобновляемые источники энергии, такие как ветряные турбины или солнечные батареи, менее эффективны. Электроэнергия от плавучих АЭС может быть использована, в частности, для опреснения морской воды в интересах сельского хозяйства, что актуально для многих стран. С экономической стороны: стоимость такой энергии будет менее \$1 за ватт, а значит, она будет дешевле, чем любой другой источник энергии. Итак, примерно за 10 лет все существующие в мире мощности по выработке электроэнергии из всех источников могут быть заменены чистой и недорогой энергией.

Ключевые слова: АСММ, ПЭБ, АЭС, ПАТЭС «Академик Ломоносов».

Vadim R. Fedulin

Far Eastern State Technical Fisheries University, ENb-312, Russia, Vladivostok, e-mail: mr.titan7@mail.ru

Anna D. Degonskaya

Far Eastern State Technical Fisheries University, ENb-312, Russia, Vladivostok, e-mail: degonskaja@mail.ru

Scientific adviser – Elena P. Matafonova, PhD, Associate Professor

Floating nuclear power plants. Priority of use of FNPP

Abstract. Floating nuclear power plants are intended for power supply in the Far North, the Far East and other remote regions of the country and represent a new class of energy sources based on Russian nuclear shipbuilding technologies. Also, the construction of floating nuclear power plants like the Russian "Academician Lomonosov" will be the best way to provide clean energy to all people, including the inhabitants of poor countries. Other renewable energy sources like wind turbines or solar panels are less efficient. Electricity from floating nuclear power plants can be used, in particular, for desalination of sea water in the interests of agriculture, which is important for many countries. On the economic side: the cost of such

energy will be less than \$ 1 per watt, which means it will be cheaper than any other source of energy. And so, in about 10 years, all the world's existing capacity for generating electricity from all sources can be replaced with clean and inexpensive energy.

Keywords: LPNPP, FPU, NPP, FNPP «Academician Lomonosov».

Введение

Плавающий энергоблок «Академик Ломоносов» – разновидность атомной станции малой мощности, которая используется на плавучих атомных станциях. Если исходить из современной терминологии, то под плавучей атомной станцией понимается комплекс, состоящий из плавучего энергоблока (ПЭБ), гидротехнических сооружений и береговой инфраструктуры.

В пределах ПЭБ стремятся выполнять все операции по захоронению и утилизации ядерного топлива и радиоактивных отходов, которые необходимо проводить на атомной станции. Такой подход в наилучшей степени отвечает концепции «зеленой лужайки» при выводе атомной станции из эксплуатации и подразумевает перевод ПЭБ с площадки атомной станции на специализированное предприятие, предназначенное для выгрузки и приема отработавшего ядерного топлива и радиоактивных отходов, а также последующей разделки и утилизации ПЭБ.

Задачей разработки ПЭБ является обеспечение энергией и увеличению мощности поселений и комплексов по добыче полезных ископаемых, а также их переработке. Значительная удаленность таких пунктов от промышленно значимых и развитых объектов и неразвитость транспортной системы приводят к значительному усложнению доставки топлива, что обуславливает высокую себестоимость производства электроэнергии. Основной из задач ПЭБ – облегчение в освоении труднодоступных территорий – регионы Крайнего Севера, Сибири, Дальнего Востока и Арктического бассейна.

Решающим фактором при выборе типа энергоисточника является себестоимость производимой электроэнергии. В то же время стоимость электроэнергии, вырабатываемой мини-АЭС, не позволяет ей конкурировать с источниками энергии на ископаемом топливе по относительно невысокой цене в районах с развитой транспортной сетью.

Но в отдаленных районах, где цена на топливо высока и в основном определяется расстоянием доставки, малые требования АСММ к цене на топливо позволяет обеспечить более низкую стоимость вырабатываемой электроэнергии по сравнению со станциями, работающими на ископаемом топливе, сокращая при этом объем перевозок за счет исключения доставки большого количества ископаемого топлива.

Основное направление статьи. В настоящее время не только Россия занимается разработкой реакторов малой мощности, но и другие страны, где в мире растет интерес к реакторам малой мощности как перспективным источникам энергии для регионов с децентрализованным энергоснабжением. Это оправдано тем, что в сложных природных условиях традиционные источники энергии не способны повсеместно удовлетворить растущий спрос на тепловую и электрическую энергию.

В силу специфики АЭС значительную долю в стоимости электроэнергии составляют капитальные затраты – более 50 %, при небольших затратах на топливо – 10–15%, где стоимость определяется стоимостью израсходованного топлива.

Стремление к освоению дальних и суровых точек земли, богатых на ископаемые ресурсы, и на развитие перерабатывающих промышленности все больше требует решения проблем с энергетическим обеспечением. Мощность потребления на данных точках составляет 100–300 МВт для самых крупных месторождений, а для отдельных поселений – порядка нескольких мегаватт, но затраты на передачу энергии в такие точки не окупаются по ресурсам, что превышает стоимость производства. Эту проблему помогают решить мобильные атомные реакторы нового поколения, соответствующие надежности и безопасности, которые размещают на БЭП, и используются в АСММ. Развитие этой области основа-

но на накопленном опыте разработки и эксплуатации судовых реакторов и мощном научно-техническом потенциале в области решения энергетических задач.

Можно выделить несколько плюсов АСММ на основе судовых технологий:

- Компактный размер, позволяющий размещение в удаленных районах и на ограниченных площадках, что также уменьшает сроки строительства по сравнению с наземными станциями.

- Создание и регулирование необходимой, для заказчика, мощности АСММ за счет разнообразия устанавливаемых модулей.

- Возможность использования АСММ для очищения морской воды и производства тепловой энергии.

- Экологически чистый вид энергии.

- Минимальные объемы, время и стоимость капитальных затрат на строительство, по сравнению с крупной АЭС и другими энергообъектами.

- АСММ работают в режиме отслеживания нагрузки, а диапазон маневрирования составляет от 10 до 100 %.

В АО «ОКБМ Африкантов» было разработано несколько рабочих версий реакторов разной мощности в диапазоне от 6 до 100 МВт, что расширяет круг их использования и область применения, описывается в РЭА: ежемесячный журнал атомной энергетики России [1]. Наиболее готовые проекты АСММ: РУ КЛТ-40С с выработкой 35 МВт, АБВ-6Э с выработкой 6 МВт и РИТМ-200 с выработкой 50 МВт.

Плавающий энергоблок (ПЭБ) производится на судостроительном предприятии с использованием технологий строительства атомных ледоколов и военных кораблей, после чего идет загрузка топлива и проводится ряд комплексных испытаний; ПЭБ транспортируется к месту эксплуатации, где подключается к береговым сетям и начинает работу.

ПАТЭС «Академик Ломоносов», проект 20870, был реализован еще 2007 г., а вышел на промышленную эксплуатацию 22 мая 2020 г. и используется на сегодняшний день. ПЭБ «Академик Ломоносов» в составе ПАТЭС предназначен для тепло- и электроснабжения г. Певек. На энергоустановке ПАТЭС имеется две реакторные установки КЛТ-40С. и Вырабатывает максимальную электрическую мощность 70 МВт, а также тепловую энергию до 50 Гкал/ч, поддерживая жизнедеятельность города с населением более 100 тыс. человек.

Разрабатывается план, по которому к 2021 г. плавающая АЭС выйдет на полную мощность и заменит Билибинскую АЭС, ведь к этому времени она потеряет свою актуальность и будет выведена из эксплуатации, что позволит стать ПЭБ «Академик Ломоносов» самой северной атомной электростанцией в мире.

С учетом того, что плавающая АЭС «Академик Ломоносов» является ведущей, начало ее эксплуатации позволяет говорить о практическом использовании атомной энергии для получения тепла и энергии в дальних регионах и об учете эффективности установленных технологий.

В развитии технологий ПАТЭС Госкорпорация «Росатом» разрабатывает новую технологию в сегменте плавающих электростанций – оптимизированный плавающий энергоблок (ОПЭБ). Рассчитывается, что на одном ОПЭБ будут установлены два реактора РИТМ-200М, это должно обеспечить общую электрическую мощность станции на уровне 100 МВт. РИТМ-200М – это модернизированный РИТМ-200 с увеличенным до 10 лет межперегрузочным периодом. Планируется использовать ОПЭБ в странах со слабо развитой или с отсутствующей ядерной инфраструктурой. Несколько особенностей ОПЭБ отмечается в статье И.И. Африкантова [2]:

- оптимизация оборудования уменьшает водоизмещение судна;
- увеличенное время работы реактора (до 10 лет) при обогащении топлива менее 20 %;
- надёжную устойчивость и физическую защиту обеспечивает отсутствие перегрузочного оборудования на борту ОПЭБ;
- возможность исполнения судна в двух вариантах: несамходное и самоходное (с системой динамического позиционирования).

На данный момент завершена разработка эскизного проекта ОПЭБ с реакторной установкой РИТМ-200М. С правовой точки зрения уникальность ОПЭБ, наряду с проработкой технических решений, АО «ОКБМ Африкантов», позволяет принимать участие в работе международного проекта ИНПРО МАГАТЭ «Исследование сценариев размещения реакторных установок малой мощности с загрузкой топлива в цикле перевозимых реакторов малой мощности».

Количество действующих энергоблоков в текущем году увеличилось до 38, а общая мощность атомных станций достигла 30,3 ГВт. Это стало возможным благодаря вводу в эксплуатацию первого в мире плавучего атомного энергоблока «Академик Ломоносов».

Выработка электроэнергии на 25 июня энергоблоками всех 11 действующих АЭС России, включая ПАТЭС, превысила с начала 2020 г. 100 млн кВт·ч. При этом по сравнению с тем же периодом 2019 г. (по данным на 25 июня) объем электроэнергии увеличился более чем на 550 млн кВт·ч (100,56 % к объему прошлого года).

Выводы

Разработка АСММ создало такие проекты, как ПЭБ «Академик Ломоносов», на основе которых будут разрабатываться новые ПАЭС и ПЭБ, охватывая самые дальние точки земли, обеспечивая их экологически чистой энергией, повышая производство и количество добываемой продукции, что позволит быстро окупить ПЭБ. Этот вид АЭС делает более доступным ядерную энергетику, продвигая ее в массы, что только повысит заинтересованность людей этим типом энергии.

Ввод в эксплуатацию плавучих атомных электростанций позволит ускорить развитие Северного морского пути и повысит благосостояние населения, проживающего на прилегающих к нему территориях.

ПАЭС фактически является одной из вершин развития нашего судостроения. То, что началось когда-то с атомного ледокола «Ленин», дошло, наконец, до плавучей АЭС или ПАТЭС, состоящей из береговой инфраструктуры и плавучего энергоблока «Академик Ломоносов». Такие установки будут снабжать энергией большие группы людей и способствовать развитию промышленности. Это инновационный вид энергетической инфраструктуры, и мы в полной мере можем гордиться этим достижением.

Также огромным плюсом ПАЭС является возможность работы на опреснение воды, что актуально для жарких стран и отдаленных пунктов с труднодоступной водой.

Библиографический список

1. Васильева М.В. РЭА: ежемесячный журнал атомной энергетики России. 2020. № 9. 64 с.
2. Африкантов И.И. Атомные станции малой/средней мощности и плавучие атомные теплоэлектростанции [Электронный ресурс] // Росатом: электрон. научн. статья. 2018–2020. URL: <http://www.okbm.nnov.ru/business-directions/atomnye-stantsii-maloy-sredney-moshchnosti-i-plavuchie-atomnye-teploelektrostantsii/> (дата обращения: 13.03.2021).
3. Атомные станции малой мощности: новое направление развития энергетики. Т. 2 / под ред. акад. РАН А.А. Саркисова. М.: Академ-Принт, 2015. 387 с.

Александр Павлович Хиневич

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ЭНБ-312, Россия, Владивосток, e-mail: hinevich2015@gmail.com

Кристина Сергеевна Шевченко

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ЭНБ-312, Россия, Владивосток, e-mail: kristinasevcenko90@gmail.com

Научный руководитель – Елена Петровна Матафонова, канд. техн. наук, доцент

Реакторы на быстрых нейтронах

Аннотация. Рассматривается технология альтернативных атомных реакторов на быстрых нейтронах. Такие реакторы могут позволить людям уменьшить или вовсе избавиться от захоронений ОЯТ, содержание которых с каждым годом становится все дороже. Из плюсов подобных реакторов можно отметить их более высокую степень защиты относительно обычных атомных реакторов, а также возможность создания полноценного замкнутого цикла по переработке атомного топлива.

Ключевые слова: быстрые нейтроны, ОЯТ, замкнутый цикл, БН-800, атомный реактор.

Alexander P. Khinevich

Far Eastern State Technical Fisheries University, ENb-312, Russia, Vladivostok, e-mail: hinevich2015@gmail.com

Kristina S. Shevchenko

Far Eastern State Technical Fisheries University, ENb-312, Russia, Vladivostok, e-mail: kristinasevcenko90@gmail.com

Scientific adviser – Elena P. Matafonova, PhD, Associate Professor

Fast neutron reactors

Abstract. This article discusses the technology of alternative fast-neutron nuclear reactors. Such reactors can allow people to reduce or even get rid of SNF burials, the maintenance of which is becoming more expensive every year. Among the advantages of such reactors, we can note their higher degree of protection relative to conventional nuclear reactors, as well as the possibility of creating a full-fledged closed cycle for processing nuclear fuel.

Keywords: fast neutrons, SNF, closed cycle, BN-800, nuclear reactor.

Введение

В мире постоянно расширяются города, растет их население. Появляются новые производства. С каждым годом увеличивается потребность людей в электроэнергии. К сожалению, традиционные источники энергии, такие как газ, нефть, уголь имеют ограниченные запасы, а их переработка заметно вредит окружающей среде. А вопрос экологии в наше время стоит особенно остро. Альтернативой подобным источником энергии служат различные возобновляемые ресурсы и ядерная энергетика.

В наше время в эксплуатации находится порядка 190 атомных электростанций. Лидирующее место по количеству подобных станций занимает США и Франция. В мире же доля атомной энергетики составляет порядка 17 %. Однако доля данного вида энергии растет. С каждым годом закладываются новые АЭС. Однако несмотря на перспективы развития, данный вид энергии имеет ряд существенных недостатков: фатальные последствия в случае техногенных катастроф и ядерные отходы, период хранения которых достигает десяти тысяч лет.

Однако существуют реакторы на быстрых нейтронах, способные решить эти недостатки.

Главным элементом атомных станций является топливо, без которого они бы не работали. Топливом является урановая руда, а главным элементом ^{235}U . Именно он вступает в реакцию деления в современных атомных станциях и является источником энергии. К сожалению, содержание ^{235}U в природе очень мало, примерно 0,7 %. Большую часть составляет ^{238}U , примерно 92 %.

^{235}U в активной зоне реактора под действием самоподдерживающейся реакции деления распадается на 2 осколка под действием 1 нейтрона, но при этом испускает 2–3 нейтрона. Образовавшиеся нейтроны вылетают с большой кинетической энергией. Они называются быстрыми. Затем с помощью замедлителя, которым выступает вода, они замедляются до тепловых скоростей (примерно 2200 км/с) с выделением огромного количества тепла. Такие нейтроны называются медленными. Вода, в свою очередь, получив тепловую энергию нейтронов, начинает испаряться, при этом вращая турбины генератора, которые вырабатывают электрическую энергию.

Но все это происходит благодаря ^{235}U , а что же до ^{238}U ? Активность ^{238}U в сравнении с ^{235}U очень мала, но при реакции деления из ^{238}U образуется другой элемент – ^{239}Pu , который отлично подходит на роль топлива. Но как получить оружейный плутоний в достаточном количестве? Ведь реактор не может бесконечно работать с одними и теми ТВЕЛаами (тепловыделяющий элемент). Причина в том, что при работе ядерный реактор выделяет «ядерные яды», которые глушат реакцию деления, и поддержание реакции становится невозможным.

Так как же использовать оставшийся после реакции распада ^{238}U и получить ^{239}U ? Эту проблему могут решить реакторы на быстрых нейтронах.

Как оказалось, ^{238}U под действием быстрых нейтронов способен выделять энергию, а при реакции деления образуется ^{239}Pu . Однако встает вопрос о том, какое вещество использовать для отвода тепла. Ведь вода не подходит, так как она является замедлителем. В настоящее время предпочтение отдали жидким металлам, а именно натрию. Несмотря на то, что натрий бурно реагирует с водой, а при нагреве может самовоспламениться, предпочтение отдали именно ему. Причин для этого несколько:

- натрий не замедляет нейтроны;
- в реакторах, где используется вода, необходимо поддерживать давление порядка 160 атмосфер и температуру около 330 °С. Натрий же при схожей температуре находится в жидком состоянии при нормальном давлении. Что исключает вероятность взрывов;
- натрий не вызывает коррозии элементов, с которыми соприкасается ;
- хорошо проводит и отдает тепло.

Вернемся к топливу. Как уже говорилось ранее, реакторов на медленных нейтронах намного больше, чем на быстрых. А для своего топлива они используют ^{235}U , которого в обогащенной руде всего 5 %, когда как ^{238}U 95 %, а после реакции ^{235}U становится меньше 1 %, в то время как ^{238}U 94 % и появляется около 4 % ^{239}U . Такое топливо уже не подходит для поддержания реакции в реакторе, оно называется отработанным ядерным топливом (ОЯТ). На данный момент от ОЯТ в большинстве своем избавляются путем захоронения в могильниках. Но ему можно дать вторую жизнь. Если из ОЯТ химически выделить весь уран, то такое топливо можно облучать в реакторах на быстрых нейтронах, следовательно, наработать топливо для реакторов на медленных нейтронах.

Таким образом, получается замкнутый топливный цикл, что позволяет добывать меньше урановой руды, а также решить проблему с большим количеством ОЯТ и мест их захоронения. Подобный замкнутый цикл медленный реактор – ОЯТ – быстрый реактор – медленный реактор позволит получить почти безотходное производство дешёвой электроэнергии.

Но почему тогда реакторы на быстрых нейтронах не распространены? Все очень просто, на данный момент – это экономически не выгодно. В наше время урановая руда довольно дешёвая в добыче, а постройка реактора на быстрых нейтронах требует более тщательного подхода, а также больше финансирования на разработку и содержание. Однако так будет не всегда. На данный момент самым дорогим пунктом в переработке ядерного топлива в реакторах и получения энергии является хранение ОЯТ. Как только захоронения и хранение ОЯТ станет дороже, чем постройка реакторов на быстрых нейтронах, то их начнут строить.

Однако это не значит, что реакторы на медленных нейтронах исчезнут. Рядом с ними будут строиться быстрые реакторы. Для чего это нужно? Одним из главных достоинств реакторов на быстрых нейтронах является то, что они производят больше топлива, чем потребляют. На 100 кг отработанного ядерного топлива приходится порядка 125 кг свежего ядерного топлива. Так, станции смогут иметь реакторы, которые будут производить и перерабатывать топливо друг для друга, получая эффективный замкнутый цикл.

Несмотря на довольно большой интерес к подобным видам реакторов среди развитых стран начиная с 60-х годов прошлого века, в строю осталось всего 4 научно-исследовательских реактора (2 – в России, 1 – в Индии и 1 – в Китае). И 2 промышленных реактора: БН-600 и БН-800. Оба реактора находятся на Белоярской АЭС. БН-800 является самым мощным, его электрическая мощность 885 МВт, а тепловая – 2100 МВт. КПД 39,4 %. Первый раз он был запущен в декабре 2015 г.

Реактор состоит из 2 зон – активной и воспроизведения. В активной зоне находится диоксид урана UO_2 с высокой степенью обогащения ^{235}U (порядка 17–26 %), это необходимо для первого запуска реактора. В этой зоне происходит деление ^{235}U и ^{239}Pu .

Вторая зона – зона воспроизведения (бланкет), которая опоясывает активную зону. В бланкете расположены сборки из обедненного UO_2 . Содержание ^{235}U в таком виде намного меньше, чем в природном. Большую часть составляет ^{238}U . В бланкете не происходит реакция деления, он нужен для получения ядер, делящихся с помощью тепловых нейтронов. Под действием таких нейтронов, испускаемых из первой зоны, ^{238}U в бланкете превращается в ^{239}Pu . Когда достаточное количество ^{238}U будет переработано в ^{239}Pu , из него изготавливают МОХ-топливо (МОХ – это смесь диоксидов ($PuO_2 + UO_2$). Создание МОХ-топлива происходит с помощью радиохимической обработки, из ^{238}U в ^{239}Pu), состоящее из $PuO_2 + UO_2$. Полученное МОХ топливо вводится в активную зону реактора. Такая переработка топлива может осуществляться до трех раз. При замене урановых бланкетов на стальные рефлекторы реактор перестанет быть бридером и получит возможность сжигать оружейный плутоний и другие трансураны.

Помимо активной зоны реактор имеет три контура теплообмена. Такое количество было необходимо, чтобы предотвратить загрязнение воды, которая своим испарением вращает турбины.

- В первом контуре расположен ядерный реактор, в котором происходит ядерная реакция. В нем выделяется большее количество теплоты, которое расплавленный натрий переносит дальше. Температура жидкого натрия составляет 354 °С, а когда он проходит активную зону, то 547 °С. В теплообменнике он передает через стенку тепло натрию второго контура.

- Второй контур передает тепло, полученное от первого, в третий контур, которым является вода. Этот контур используется для защиты воды от радиоактивного натрия. В нем поддерживается более высокое давление, чем в первом контуре. Это сделано для безопасности, так как в случае пробития стенки натрия из первого контура не попадет во второй.

- В третьем контуре содержится вода. Она при контакте со вторым контуром нагревается и испаряется. Полученный пар вращает турбины генератора, который вырабатывает электрическую энергию.

Мир знает 2 техногенные катастрофы на атомных станциях, отголоски которых преследуют нас до сих пор. Поэтому при проектировании Белоярской АЭС были учтены всевозможные факторы риска и новейшие системы защиты. Место, где расположена станция не подвержено затоплению, даже при сильном нагоне волн ветром, а цунами не могут возникнуть в водохранилище. При проектировании были учтены возможности защиты от сильнейших ветров, снегопадов, гололеда, перепада температур и возможных проблем на водохранилище и водотоках.

Помимо стандартных методов защиты реактор БН-800 использует новый способ. Погасить цепную реакцию в реакторе возможно всего за 4 с. Такая защита включает в себя стержни, содержащие карбид бора. Защита заключается в том, что данные стержни держат насосы и при отключении электричества они под силой тяжести опускаются в реактор, где поглощают нейтроны. Всего на БН-800 используют 3 таких стержня.

Помимо данных пассивных стержней в реакторе присутствуют активные, которые срабатывают при подаче сигнала с аварийного датчика. При срабатывании системы стержни опускаются в активную зону и глушат реакцию.

Вывод

Конечно, на данный момент быстрые реакторы не распространены в мировой практике. Но они имеют большую перспективу к развитию. Благодаря им можно решить проблему с захоронениями ОЯТ и разработкой урановых месторождений. Они более безопасны в эксплуатации, а связка из нескольких блоков с реакторами на медленных и быстрых нейтронах позволит в длительной перспективе обеспечивать АЭС самой себя топливом.

Библиографический список

1. Быстрый энергетический реактор БН-800» [Электронный ресурс] // ФЭИ РОСАТОМ: элетрон. научн. статья. 2017-2019. URL: <https://ippe.ru/realized-projects/fast-neutrons-reactors/270-bn800/>.

2. Иванов В.Б. Будущее атомной энергетики России [Электронный ресурс] // Атомная энергия 2.0: науч. статья, 2016–2018. URL: <https://www.atomic-energy.ru/articles/2011/09/30/27110>.

3. Лемехов В.В., Смирнов В.С. БРЕСТ: быстрый реактор со свинцовым теплоносителем и пристанционным топливным циклом [Электронный ресурс] // Атомная энергия 2.0: науч. статья, 2012. URL: <https://www.atomic-energy.ru/technology/36000>.

Данил Александрович Холостов

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ЭНб-412, Россия, Владивосток, e-mail: skill_road@list.ru

Научный руководитель – Валентин Яковлевич Молочков, канд. техн. наук, доцент

Комбинированный датчик контроля параметров возникновения пожара

Аннотация. Совершенствование аппаратных средств и организационных мер для обнаружения очагов пожара на самом начальном этапе его возникновения является актуальной задачей. В настоящее время осуществляется переход на пожарные извещатели и вспомогательное оборудование, выполненные на современной полупроводниковой базе. Наиболее перспективными пожарными извещателями являются извещатели комбинированного типа, которые имеют несколько чувствительных элементов, реагирующих на различные признаки пожара, сигналы которых логически суммируются.

Ключевые слова: комбинированный датчик, пожар, безопасность.

Danil A. Kholostov

Far Eastern State Technical Fisheries University, ENb-412, Russia, Vladivostok, e-mail: skill_road@list.ru

Scientific adviser – Valentin Ya. Molochkov, PhD, Associate Professor

Combined sensor for monitoring fire parameters

Abstract. Improving hardware and organizational measures for detecting fire foci at the very initial stage of its occurrence is an urgent task. Currently, the transition to fire detectors and auxiliary equipment made on a modern semiconductor base is underway. The most promising fire detectors are combined-type detectors, which have several sensitive elements that respond to various signs of fire, the signals of which are logically summed up.

Keywords: combined sensor, fire, safety.

Совершенствование аппаратных средств и организационных мер для обнаружения очагов пожара на самом начальном этапе его возникновения является актуальной задачей.

В настоящее время осуществляется переход на пожарные извещатели и вспомогательное оборудование, выполненные на современной полупроводниковой базе.

Наиболее перспективными пожарными извещателями являются извещатели комбинированного типа, которые имеют несколько чувствительных элементов, реагирующих на различные признаки пожара, сигналы которых логически суммируются (функция ИЛИ).

Предлагаемое схемное решение выполнено на современной отечественной элементной базе и имеет три канала с датчиками тепла, дыма и инфракрасного излучения. Схема выполнена на операционных усилителях.

Для обнаружения пожара применяется контроль трех признаков пожара: свет, дым и инфракрасное излучение. При этом учитывается, что появление дыма без светового фактора, обычного или инфракрасного, не может служить признаком пожара

Работа каналов происходит следующим образом.

В исходном состоянии теплового канала на выходе усилителя А1 с глубокой положительной обратной связью поддерживается положительное напряжение, запирающее транзистор VT1.

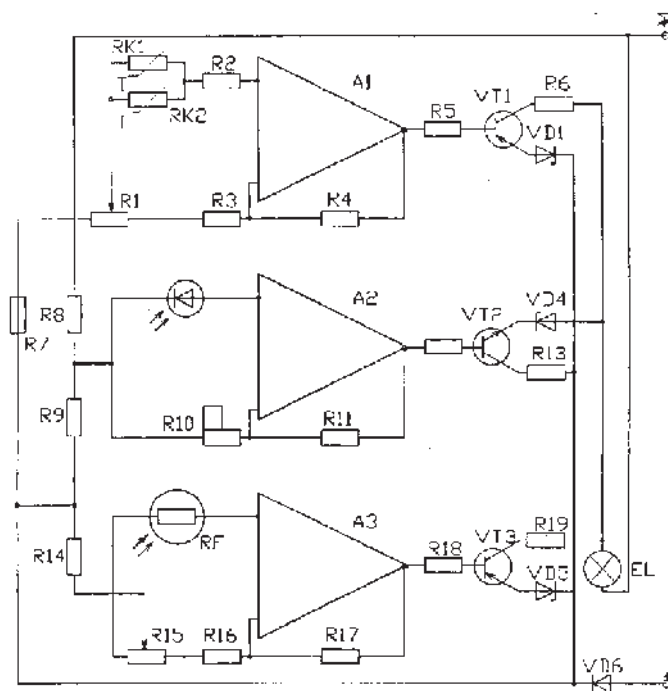
Уставка срабатывания канала задается резистором R1. Если при нагревании сопротивление термисторов станет меньше выставленного сопротивления резистора R1, то усилитель опрокидывается и отрицательным напряжением отпирает транзистор VT1.

Дымовой канал работает аналогично, за счет засветки фоторезистора RF рассеянным отраженным от дыма светом лампы EL. Канал вступает в работу только после срабатывания любого другого канала и загорания лампы EL.

Работа светового канала отличается наличием отрицательного напряжения на выходе усилителя А2. Опрокидывание усилителя происходит под действием фото-ЭДС фотодиода VD3, наводимого инфракрасным излучением пламени. Инфракрасный фильтр находится перед датчиком RF.

В исходном состоянии ПИ потребляет ток около 60 мА, при срабатывании одного усилителя – около 100 мА, двух усилителей – ток 120–150 мА, трех усилителей – ток 170–200 мА, т.е. выход у данного ПИ – токовый.

Анализ показывает, что наиболее перспективен путь унификации пожарной сигнализации с применением комбинированных ПИ.



Комбинированный пожарный извещатель

Применение датчика, выполненного на современной элементной базе, контролирующего все три признака возникновения пожара, является эффективным средством предупреждения пожара.

Библиографический список

1. Алексеев Н.А. Микропроцессорные системы управления электроэнергетическими установками промышленных судов. М.: Колос, 2008. 424 с.
2. Молочков В.Я. Микропроцессорные системы управления техническими средствами рыбопромысловых судов: учеб. пособие. М.: Моркнига, 2013. 362 с.

Анна Дмитриевна Ярошева

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ЭНБ-312, Россия, Владивосток, e-mail: yarosheva.2000@mail.ru

Научный руководитель – Елена Петровна Матафонова, канд. техн. наук, доцент

Энергообеспечение агропромышленного комплекса источниками возобновляемой энергии (солнечные батареи)

Аннотация. Сельское хозяйство считается одним из ведущих секторов экономики в экономической деятельности нашего государства. Энергообеспечение мобильного аграрного оборудования базируется на нефтяном горючем, вследствие этого находится в зависимости от импорта ископаемого горючего. Проблема ресурсосбережения государства считается наиболее важным. В настоящее время активно развивается внедрение электротранспорта, который имеет возможность использоваться, в том числе и на фермах для исследования качества продукции, которая производится непосредственно на фермах, надзора за техникой изготовления продукции и др. В связи с этим возникает потребность создания высокоэффективных и надёжных станций подзарядки аккумуляторных батарей для такого электротранспорта.

Рассматривается методика подзарядки аккумуляторных батарей электротранспорта от солнца. Солнечная электростанция размещается рядом с сельскохозяйственным производством. Предложенная фермерская солнечная электростанция может находиться в помещении гаража, причём электронно-преобразующие приборы должны быть защищены от наружного воздействия различных осадков и размещаться внутри здания, а сами солнечные модули должны находиться на открытом пространстве и не должны быть затенены растительностью и различными конструкциями. Количество модулей солнечной электростанции обуславливается нужной для неё мощностью зарядки.

Ключевые слова: солнечные электростанции, зарядные станции, аграрное производство, возобновляемая энергия.

Anna D. Yarosheva

Far Eastern State Technical Fisheries University, ENb-312, Russia, Vladivostok, e-mail: yarosheva.2000@mail.ru

Scientific adviser – Elena P. Matafonova, PhD, Associate Professor

Energy supply of the agroindustrial complex with renewable energy sources (solar batteries)

Abstract. Agriculture is considered one of the leading sectors of the economy in the economic activity of our state. Power supply of mobile agricultural equipment Based on petroleum fuel, as a result, it is dependent on imports of fossil fuels. The problem of resource conservation of the state is considered the most important at the present time. Currently, the introduction of electric transport is actively developing, which can be used, among other things, on farms to study the quality of products that are produced directly on farms, to supervise the production technology of products, etc. In this regard, there is a need to create highly efficient and reliable stations recharging batteries for such electric vehicles.

This article discusses a technique for recharging electric transport batteries from the sun. The solar power plant is located next to agricultural production. The proposed farm solar power plant can be located in the garage, and the electronic converting devices must be protected from the external effects of various precipitation and placed inside the building, and the solar modules themselves must be located in an open space and must not be shaded by vegetation and various structures. The number of solar power plant modules is determined by the charging power required for it.

Keywords: solar power plants, charging stations, agricultural production, renewable energy.

Введение

Электрическая энергия от солнечных электростанций также популярна для транспорта с электроприводом. Мобильные энергосредства определяет собственная эксплуатация и в аграрном производстве. Примеры электрических тракторов были ранее презентованы на выставках основными предприятиями тракторной техники, которые показывают вероятность введения электрических машин в аграрное производство. В ближайшей перспективе энергоснабжение мобильного аграрного оборудования будет происходить не на нефтяном горючем, а при эксплуатации солнечной энергии.

Задачей разработки конструкций зарядных станций для подзарядки аккумуляторных батарей от возобновляемых источников энергии озабочено большое количество экспертов и производителей электротранспорта. Также цель постройки станций подзарядки аккумуляторных батарей для электротранспорта актуальна для аграрных предприятий. Мощность такого электротранспорта может составлять до 10 кВт и более, именно поэтому станция должна владеть надлежащими техническими характеристиками.

Другой вопрос – размещение зарядной станции. Следует обдумать наилучшее решение местоположения солнечной зарядной электростанции, таким образом, чтобы электротранспорт, который использует эту установку, мог в свободной форме иметь к ней доступ. Солнечные фотоэлектрические модули (СФМ) должны располагаться на открытом пространстве. Размещение набора добавочных аккумуляторов должно быть предусмотрено в месте расположения охраняемого объекта. Поэтому предполагается расположить солнечную электростанцию в помещении гаража. Электростанция обязана складываться из СФМ, установленных на южном скате крыши гаража, коммутационного бокса, контролера заряда и коннектора, размещённых во внутренней части помещения. СФМ должны выбираться с учётом географической широты места расположения фермерского хозяйства.

Общие сведения о связи агропромышленного комплекса и источниками возобновляемой энергии за рубежом. В SolarPower Europe убеждены, что местное региональное аграрное производство в комбинации с солнечной энергетикой будут хорошим стартом для новой стабильной европейской экономики. Трейдерская организация сформировала целевую категорию во главе с французским независимым изготовителем электроэнергии Amagenco, которая установит сельское хозяйство на высокие позиции в аграрной политике Европы и, кроме того, определит международные эталоны для этого сектора.

Непосредственно в данных рамках Европейская организация промышленности солнечной энергии формирует новую рабочую категорию, которая станет работать над задачами аграрного комплекса. Методика, способная использоваться на всех участках, учитывая разнообразную географию (туда относятся и регионы с засушливым климатом, и острова), которая призвана оказать поддержку аграрному производству – один из секторов, который больше всего затронут изменением климата, к тому же стимулировать переключение на «зеленую» энергию.

Рабочую команду станет вести французская фирма Amagenco, которая собирается выставить сектор «на высокие позиции в аграрной политике Европы», кроме того, стремительно вводить стимулы с целью «принятия агрофотовольтаических заключений согласно

всей Европе, сконцентрировав интерес на реформах с целью единого аграрного производства», а также осуществлять политику и стратегию «от фермы к столу», задачей которой считается изготовление товаров питания более экологически чистым методом.

Основное направление статьи. Транспортное средство сельскохозяйственного назначения с электроприводом содержит аккумуляторные батареи, которые необходимо периодически заряжать. Период зарядки зависит от режима работы электротранспорта. Как правило, основной комплекс работ с применением электротранспорта производится днём. Днём же осуществляется приход солнечной инсоляции. Поэтому подзарядка батарей от солнечной электростанции возможна именно днём. Поэтому, чтобы гарантировать функционирование электротранспорта в рабочий период, нужно держать не менее два набора аккумуляторных батарей. Один из них устанавливается на электротранспорте, а второй заряжается. При необходимости выполняется замена комплектов.

СФМ должны находиться на открытом пространстве и не должны быть затенены растительностью и различными конструкциями. Необходимо тщательно оценить способ их ориентации в пространстве. Выбор угла склонения СФМ зависит от географического расположения фермерского хозяйства. Для каждой широты существует подходящий угол наклона СФМ. Для весеннего и осеннего периода подходящий угол наклона равен значению широты территории. Для зимнего периода к значению широты плюсуется 10–15 градусов. В летний период от значения широты отнимается 10–15 градусов. При отсутствии возможности менять угол наклона СФМ модули фиксируются под углом, значение которого составляет среднее значение между подходящим летним и зимним углом.

Установка СФМ в плоскости крыши гаража обладает собственными достоинствами, так как угол наклона скатов крыши в центральной полосе России почти сходится с нужным углом склонения СФМ 50 градусов. Наиболее точная сборка обуславливается размещением на креплениях, которые гарантируют предварительно назначенный подходящий угол и даёт возможность ручным способом изменять угол наклона СФМ дважды в год – в зимний и летний периоды, тем самым повышая КПД преобразования.

Солнечная зарядная электростанция даже при рассеянном солнечном излучении обязана гарантировать нужный уровень заряда. Нормативный период заряда свинцово-кислотных и щелочных аккумуляторов составляет 10 % от их ёмкости, или 10 ч. Самыми быстро заряжаемыми аккумуляторами являются литий-ионные аккумуляторы, время до полной зарядки которых составляет 4 ч.

Для более действенной подзарядки аккумуляторов нужно коммутировать СФМ таким образом, чтобы они обладали наибольшим генерируемым током. Это возможно, если напряжение СФМ выше напряжения аккумуляторов. При этом СФМ надо подключать к аккумуляторам через диод VD1. Это необходимо для того, чтобы при недостающем солнечном излучении напряжение на СФМ, ставшее ниже напряжения аккумуляторов, через внутреннее сопротивление СФМ не разрядило их. При ухудшенных обстоятельствах зарядка может продолжаться целый световой день. В ночное время суток солнечные батареи нет потребности отключать от аккумуляторов, так как они будут отключены автоматически с помощью диода VD1.

Конденсатор С1 нужен, если аккумуляторы будут заряжаться в буферном режиме. Буферный режим позволяет заряд аккумуляторов током, равным 20–25 % ёмкости, тем самым наиболее уменьшая продолжительность заряда. Однако подобные режимы не должны постоянно повторяться и производиться в самых необходимых случаях.

Последовательно с СФМ в цепь включен амперметр, показывающий уровень тока на зарядку аккумуляторов.

При экспериментальных исследованиях возможностей электромобиля «ВАЗ 2111 Ока Э» на него была установлена аккумуляторная батарея, которая обеспечила пробег электромобиля 60 км на одном цикле заряда, что достаточно фермеру для одного рабочего дня. Ёмкость установленной аккумуляторной батареи в этом случае составляет 5 А·ч, номинальное напряжение 520 В.

Мощность солнечной зарядной электростанции составляет

$$P_{сэ} = U_n \cdot C \cdot k = 520 \cdot 5 \cdot 1,35 = 3510 \text{ Вт},$$

где $P_{сэ}$ – расчётная мощность солнечной зарядной электростанции; U_n – номинальное напряжение аккумуляторной батареи, В; C – ёмкость аккумуляторной батареи, А·ч; k – коэффициент оптических потерь.

Исходя из мощности солнечной зарядной электростанции выбираются СФМ по следующему алгоритму:

Определяется количество СФМ в зависимости от напряжения аккумуляторной батареи, шт.:

$$n = U_{аб} \div U_a = 520 \div 12 = 44 \text{ шт.},$$

где n – количество аккумуляторов в аккумуляторной батарее; $U_{аб}$ – напряжение аккумуляторной батареи, 520 В; U_a – напряжение аккумулятора, 12 В.

Определяется мощность одного СФМ, Вт:

$$P_{сфм} = P_{сэ} \div n = 3510 \div 44 = 80 \text{ Вт},$$

где $P_{сфм}$ – мощность одного СФМ, Вт; $P_{сэ}$ – расчётная мощность солнечной зарядной электростанции, Вт; n – количество аккумуляторов в аккумуляторной батарее, шт.

Выбраны солнечные модули Ехmork ФСМ-80П 80 Вт.

Расчёт количества СФМ солнечной зарядной электростанции производится, шт.:

$$n_{п} = P_{сэ} \div P_{пан} = 3510 \div 240 = 15 \text{ шт.},$$

где $n_{п}$ – количество СФМ, шт.; $P_{сэ}$ – мощность солнечной зарядной электростанции, Вт; $P_{пан}$ – мощность одного СФМ, Вт.

Выбранные СФМ подключаются последовательно на крыше гаражного помещения.

Выводы

Был разработан фрагмент фермерской солнечной электростанции с СФМ для заряда аккумуляторных батарей электротранспорта. Исследован вопрос угла наклона СФМ. Построена электрическая схема, рассчитана мощность СФМ, подобраны СФМ по мощности, рассчитано нужное количество СФМ для заряда аккумуляторной батареи.

Аграрное производство считается главной экономической деятельностью. Помимо этого, в массовом контексте и перспективах формирования аграрных технологий спрос на энергию стремительно увеличивается. Аграрное оборудование, сельскохозяйственные сооружения и производственные мощности регулярно улучшаются, и их энергопотребности возрастают. Для того чтобы совершенствовать имеющиеся многообещающие тенденции, весьма немаловажно регулировать проблемы энергообеспечения, и разрешение данных вопросов необходимо находить из числа чистых и результативных источников энергии.

Научно-технические возможности в нашем государстве дают возможность анализировать применение солнечной энергии одним из ключевых источников энергоснабжения в недалёкой перспективе и в ближайшей возможности. Солнечная энергия станет применяться как в быту, так и на производстве, как в городских условиях, так и на сельских полях. Для южных регионов введение электрических сельскохозяйственных машин и тракторов с электроприводом особенно важно.

Библиографический список

Гусаров В.А., Споров А.П. Фермерская солнечная зарядная электростанция для электротранспорта // Агротехника и энергообеспечение: науч.-практ. журн. Орёл, 2020.

УДК 531.12+531.51+531/534

Никита Андреевич Титов

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
гр. БТ-312, Россия, Владивосток, e-mail: niktit13@mail.ru

Научный руководитель – Елена Николаевна Бауло, канд. техн. наук, доцент

**Изучение зависимости скорости движения велосипеда от передаточного
отношения зубчатого колеса**

Аннотация. Изучен общий принцип работы велосипеда, в том числе составные части механизма передачи энергии и процесс переключения передаточного отношения зубчатых колёс. Получены экспериментальные данные по скорости подъёма в возвышенность и рассчитаны точные значения сил, препятствующих движению.

Ключевые слова: классическая механика, зубчатое колесо, велосипед, передаточное отношение, движение на подъём.

Nikita A. Titov

Far Eastern State Technical Fisheries University, BT-312, Russia, Vladivostok, e-mail:
niktit13@mail.ru

Scientific adviser – Elena N. Baulo, PhD, Associate Professor

**Study of the dependence of the speed of the bicycle
on the gear ratio of the gear wheel**

Abstract. The general principle of operation of the bicycle, including the components of the power transmission mechanism and the process of switching the gear ratio of the gears, is studied. Experimental data on the rate of ascent to high ground are obtained and the exact values of the forces that hinder movement are calculated.

Keywords: classical mechanics, gear wheel, bicycle, gear ratio, lifting motion.

Человек, будучи в движении на велосипеде, совершает мускульной силой ног вращение педалей. Педали, в свою очередь, соединены с передней шестернёй неподвижно (педали соосные, скреплены валом). Далее с передней шестерни сила вращения передаётся через цепь задней шестерне (кассете), которая, в свою очередь, передаёт вращение заднему колесу. В случае, когда рассматривается движение велосипеда, усилие с передней шестерни, передаётся при помощи цепи на кассетку, закреплённую на заднем колесе. Движение происходит за счёт приложения усилия на педали, тем самым *скорость движения зависит от величины силы, приложенной на ведущую шестерню, и величины силы, переданной на ведомую шестерню.*

Процесс переключения передач – это переброс цепи с одной шестерни на другую как на передней шестерне, так и задней кассете. Переключение передачи происходит специ-

альными ручками на руле – манетками. Манетки бывают двух видов: вращательный (переключение вращением ручки руля), рычажковый (переключение рычагами).

У рычажковых переключателей имеются рычажки для пальцев: один переключает на большую передачу, другой – на меньшую. Левая манетка отвечает за переключение передней шестерни, а правая – за переключение в задней cassette. Соединение переключающих механизмов на шестернях с переключателями на руле проведено в виде металлических тросиков.

Для проведения опытов применялось оборудование с рычажковым переключением передач.

Если на велосипеде установлено 3 передние шестерни и 7 задних шестерней, следовательно, общее число скоростей составляет 21. Невзирая на вышесказанное, технические рекомендации на оборудование от производителя советуют использовать следующие передаточные отношения (номер передней шестерни: номер задней шестерни): 1 : 1, 1 : 2, 1 : 3, 2 : 3, 2 : 4, 2 : 5, 3 : 5, 3 : 6, 3 : 7. Главное условие подобного распределения – предотвращение сильного перекоса цепи и износа вследствие растяжения.

Самая маленькая передняя шестерня (номер 1) используется при крутых подъемах, поездках по вязкому грунту или песку, густой траве, при сильном встречном ветре на грунтовке. То есть когда есть дополнительное сопротивление движению велосипеда. На задней cassette используются самые большие звезды с номерами от 1 до 3. В целом, предоставляет наибольшую мощность при движении.

Средняя передняя шестерня (номер 2) – основная рабочая шестеренка. Используется чаще всего при езде по асфальту, грунтовым дорогам, при сильном встречном ветре, плотному песку и грунту, на небольших горках. При этом используются задние звезды с номерами от 3 до 5. В общем, предоставляет компромисс мощности и скорости движения.

Самая большая передняя шестерня (номер 3) используется при езде по ровному шоссе, асфальту, укатанной грунтовке, когда нет сильного встречного ветра, при спуске, для поддержания скорости при небольших физических нагрузках. При этом используются маленькие задние шестерни от 5 до 7, рис. 1.

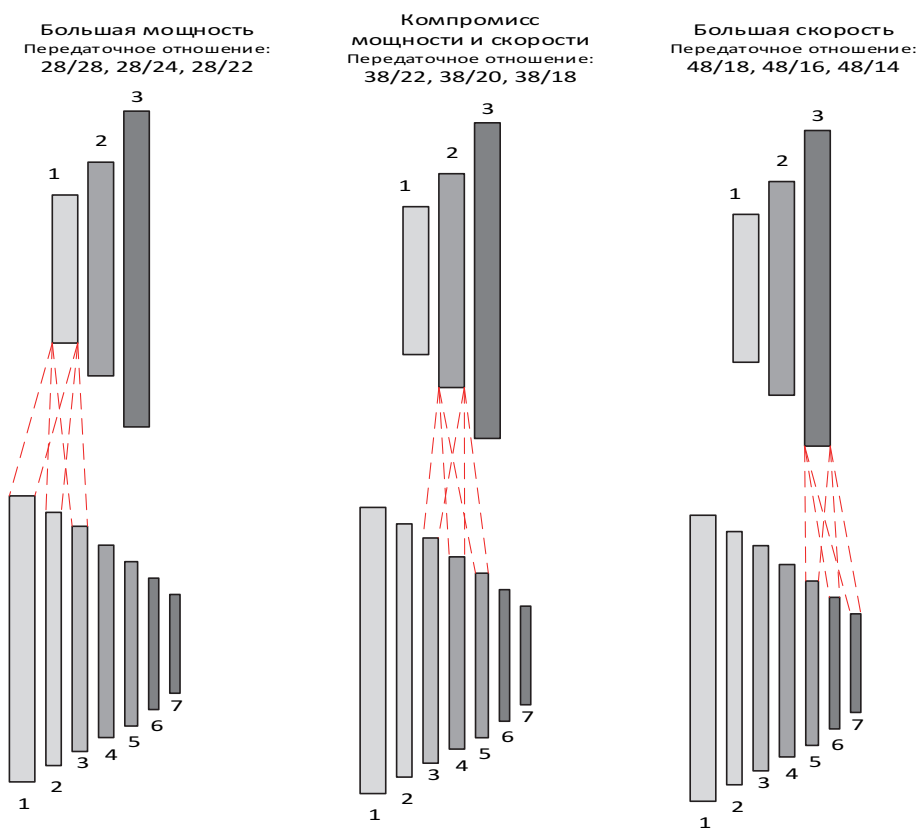


Рисунок 1 – Передачи велосипеда

Исходя из утверждения, что любое подвижное соединение, передающее усилие, имеет свои технические характеристики, а также, что основным критерием, определяющим изменение скорости, является передаточное число, можно сделать вывод о том, что изменение скорости движения неразрывно связано с изменением передаточного отношения.

Передняя и задняя шестерня имеют разное количество зубов и пропорциональные диаметры. Передаточное число показывает, сколько оборотов совершит ведущая деталь, чтобы провернуть ведомую на полный круг.

Передаточное число (или отношение) выражается как количество зубов на ведущей шестерне, поделённое на количество зубов на ведомой шестерне:

$$u = Z_1/Z_2,$$

где Z_1 – количество зубов ведущей шестерни; Z_2 – количество зубов ведомой шестерни [1].

Движение тел невозможно без соприкосновения тел. В данном случае первым телом является велосипед, и совершает он движение по плоскости земли. Плоскость может иметь различное состояние и состав, по которому возможно перемещение, но не всегда рекомендовано. Для того, чтобы велосипед мог преодолевать различные поверхности, создано множество шин с разнообразным рисунком протектора.

Рисунок протектора колеса играет важную роль в определении коэффициента сцепления. В сухих условиях на дорогах с твердым покрытием шина без рисунка протектора имеет большую мощность, чем рифленый или узорчатый протектор, потому что имеется большая площадь контакта для создания сил трения. Но шина без рисунка протектора имеет очень низкий коэффициент сцепления с дорогой при влажных условиях, ввиду смазочной пленки воды между протектором и дорогой. По этой причине на протектор наносят каналы, по которым идет водоотвод и обеспечивается область прямого контакта между шиной и дорогой.

Коэффициент сцепления между шиной и дорогой является одним из важных факторов, влияющих на движения. По причине разнообразия дорожных покрытий различен и коэффициент сцепления с дорогой.

Согласно ГОСТ 50597-93 для асфальтобетонного покрытия, покрытого грязью, коэффициент сцепления с дорогой для шин сверхнизкого давления (до 20 Бар) ориентировочно составляет 0,4 [2].

Эксперимент представлял собой изучение зависимости скорости движения велосипеда от передаточного отношения передней шестерни и задней кассеты при движении вверх в гору.

В ходе опытов были произведены замеры скорости движения при подъёме в горку на расстояние 100 м при угле наклона горки 20 градусов. Схема представлена на рис. 2.

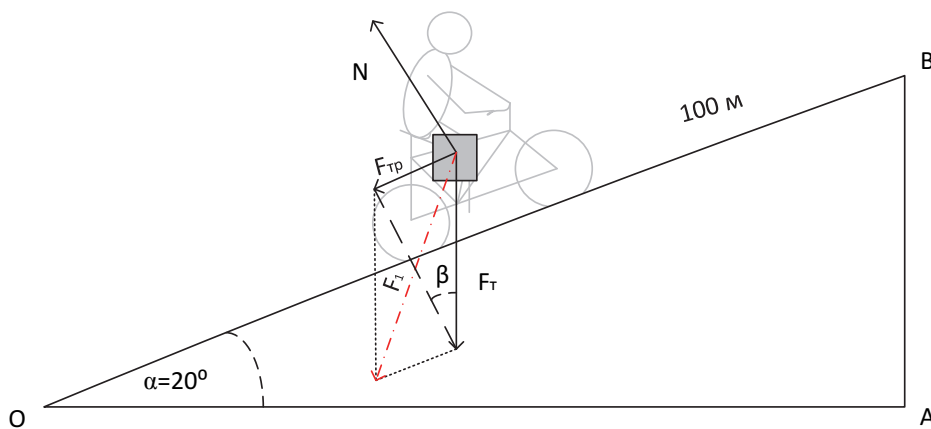


Рисунок 2 – Схема действующих сил на велосипедиста при подъёме в горку

Было произведено 9 серий опытов на различные передаточные отношения. Результаты опытов приведены в таблице.

Результаты опыта «Зависимость скорости движения от передаточного отношения»

Передаточное число u	Скорость средняя, км/ч, замеренная	Время, с	Средняя скорость, км/ч, теоретическая	Погрешность скорости теоретической и практической, %	Совершённая работа, Дж
1	8,7	42,09	8,55	2	5298,3
1,16	10,8	33,37	10,79	0	8164,8
1,27	11,7	31,39	11,47	2	9582,3
1,72	12,3	27,38	13,15	-7	10590,3
1,9	13,7	26,75	13,46	2	13138,3
2,11	13,3	27,65	13,02	2	12382,3
2,66	9,8	39,43	9,13	7	6722,8
3	10,5	34,53	10,43	1	7717,5
3,42	10,3	36,32	9,91	4	7426,3

Для определения величины силы, приложенной на шестерни, выбрано конечное изменение кинетической энергии, по-другому, совершённая работа [3]:

$$A = \Delta E_k = E_k^{\text{конечная}} - E_k^{\text{начальная}} = \left(m * \frac{v^2}{2} \right) - 0,$$

где скорость начальная равна нулю, так как объект начинал движение с места.

Графическая зависимость скорости движения при подъёме от передаточного отношения представлена на рис. 3.

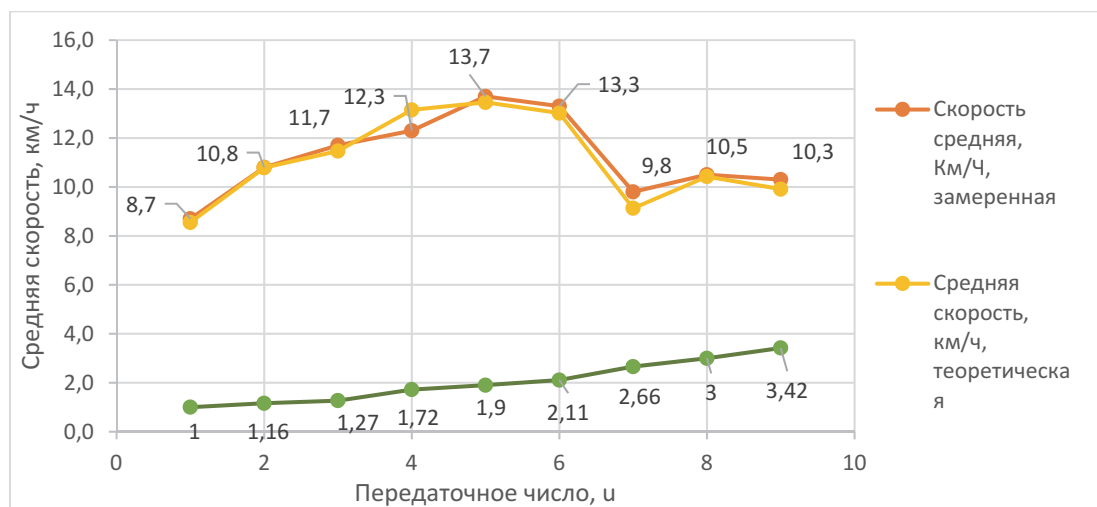


Рисунок 3 – Зависимость скорости движения при подъёме от передаточного отношения

В ходе опытов было выяснено, что средняя скорость подъёма имеет максимальное значение при передаточном отношении 1,9, в ходе дальнейшего изменения передаточного отношения появляется проблема набора начальной скорости в ходе преодоления силы F_1 , являющейся векторной суммой силы тяжести F_T и силы трения $F_{тр}$.

Исходя из известных констант, таких как угол подъёма и длина подъёма была составлена задача по поиску значения силы F_1 .

Любая физическая задача начинается с построения графика [4], на котором смоделированы векторы действующих сил. Данный случай не стал исключением из правила, на рис. 2 представлены векторы сил, действующих на велосипедиста при подъёме. Так как уже выяснено, что сила, тянущая велосипедиста вниз по склону, F_1 является векторной суммой силы тяжести F_T и силы трения $F_{тр}$:

$$F_1^2 = F_T^2 + F_{\text{тр}}^2.$$

Для нахождения силы F_1 остаётся найти значения сил трения $F_{\text{тр}}$ и тяжести F_T , действующих на велосипед с наездником.

Силу, с которой Земля притягивает тела, можно рассчитать по формуле [5]

$$F = m * g ,$$

где m – масса тела (равная 140 кг); g – ускорение свободного падения (постоянная величина, равная $9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$).

Если же движение происходит по наклонной плоскости, то расчеты силы трения несколько усложняются. На тело, как и раньше, действует сила гравитации и реакция опоры поверхности, но не в одном направлении. Таким образом, формула силы трения для тела, которое движется по наклонной поверхности, будет иметь следующий вид [6]:

$$F_{\text{тр}} = \mu * m * g * \cos \beta ,$$

где μ – коэффициент сцепления; $\cos \beta$ – косинус угла между силой трения и тяжести (отношение катета, прилежащего к углу, к гипотенузе треугольника).

Нюанс состоит в том, что неизвестен угол β , но данную проблему можно решить, доказав подобие углов α и β . Исходя из признаков подобия прямоугольных треугольников [7] (вектор силы тяжести F_T , совпадающий по направлению с вектором АВ, вектор силы трения $F_{\text{тр}}$, совпадающий с вектором ОВ по направлению), следует, что углы двух прямоугольных треугольников равны, и для данной задачи тождество $\beta = \alpha$ – верно.

В конечном итоге, значение силы $F_1 = 1465,719659$ Н представляет собой усилие, преодолеваемое объектом массой 140 кг при подъёме в гору с углом наклона 20 градусов.

Подводя итоги, можно сформировать следующие выводы:

скорость движения велосипеда при подъёме в гору под углом в 20 градусов последовательно повышается с повышением передаточного отношения, но при достижении максимума скорости в 13,7 км/ч при передаточном числе 1,9;

сила F_1 предоставляет препятствие в последовательном наборе средней скорости подъёма;

при изменении передаточного отношения шестерней в сторону увеличения количества оборотов ведомого прилагаемая сила растёт, и для движения аппарата в подъём необходима большая начальная скорость.

Библиографический список

1. Передаточное число [Электронный ресурс]. URL: https://stankiexpert.ru/tehnologii/peredatochnoe-chislo.html#Как_рассчитать_передаточное_число (дата обращения: 11.03.2021).
2. Всё о коэффициенте сцепления шин с дорогой [Электронный ресурс]. URL: <http://kolesnyigid.ru/sovet/koefficient-scepleniya-shin-s-dorogoj> (дата обращения: 10.03.2021).
3. Работа, мощность, КПД [Электронный ресурс]. URL: <https://formulki.ru/mehanika/rabota-moshhnost-kpd> (дата обращения: 20.03.2021).
4. Лукашик В.И., Иванова Е.В. Сборник задач по физике 7–9 класс. М.: Просвещение, 2010. 240 с.
5. Сила тяжести [Электронный ресурс]. URL: <https://www.yaklass.ru/p/fizika/7-klass/dvizhenie-i-vzaimodeistvie-tel-11864/sila-sila-tiazhesti-11870/re-924aece5-b7c6-45b4-8a41-3988a18f7166> (дата обращения: 20.03.2021).
6. Сила трения: определение, формулы [Электронный ресурс]. URL: <https://www.poznavayka.org/fizika/sila-treniya/> (дата обращения: 11.03.2021).
7. Подобные треугольники. Признаки подобия треугольников [Электронный ресурс]. URL: <https://www.resolventa.ru> (дата обращения: 20.03.2021).

Анастасия Романовна Богомякова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. УТб-112, Россия, Владивосток, e-mail: anastasiaro244@gmail.com

Научный руководитель – Елена Николаевна Бауло, канд. техн. наук, доцент

Применение лазеров в различных отраслях

Аннотация. Представлен краткий литературный обзор о применении лазерного излучения в различных отраслях. Рассмотрены лазерные технологии в науке, в локациях и связи, в медицине, на производстве и во многих других сферах жизнедеятельности людей.

Ключевые слова: лазер, лазерное излучение, лазерная закалка, активная среда.

Anastasiya R. Bogomyakova

Far Eastern State Technical Fisheries University, UTb-112, Russia, Vladivostok, e-mail: anastasiaro244@gmail.com

Scientific adviser – Elena N. Baulo, PhD, Associate Professor

Application of lasers in various industries

Abstract. The article is a brief review of the literature on the use of laser radiation in various industries. Laser technologies in science, in communication and communication, in medicine, in production and in many other spheres of human life are considered.

Keywords: laser, laser radiation, laser riveting, active medium.

Введение

За последние десять лет одна из значимых физических дисциплин радикально изменила свой облик. Эти изменения обусловлены созданием лазеров. Лазеры очень быстро вошли в нашу жизнь и сразу же стали использоваться во всех сферах деятельности, начиная от науки и заканчивая культурой.

С каждым годом лазеры совершенствуются и дорабатываются для той или иной отрасли жизнедеятельности людей, а за счёт чего становятся более качественными, функциональными. Именно так лазер стал одним из преобладающих инструментов в технологических процессах.

Слово «лазер» составлено из начальных букв в английском словосочетании Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, что в переводе на русский язык означает: усиление света индуцированным испусканием излучения. Таким образом, в самом термине лазер отражена фундаментальная роль процессов вынужденного испускания, которую они играют в генераторах и усилителях когерентного света.

Цель исследования: исследование лазеров как технологий, которые используются в различных отраслях.

Актуальность данной темы обусловлена широким спектром применения лазера.

Задачи исследования:

- 1) рассмотреть историю и принцип работы лазеров;
- 2) ознакомиться со свойствами лазера;
- 3) изучить варианты применения лазеров в различных отраслях.

История создания лазера

В 1917 г. Альберт Эйнштейн сформировал теорию «вынужденного излучения».

В 1954 г. российские ученые Н.Г. Басов и А.М. Прохоров независимо от американского физика Ч. Таунса использовали явление вынужденного излучения для создания микроволнового генератора, тем самым получили «мазер».

Впоследствии от термина «мазер» и произошел термин «лазер» в результате замены буквы «М» (начальная буква слова Microwave – микроволновой) буквой «L» (начальная буква слова Light – свет).

В 1964 г. Прохоров, Басов и Таунс получили Нобелевскую премию за свои открытия. В 1957 г. Гордон Гулд ввёл понятие «лазер» и нотариально заверил его. С момента своего изобретения лазеры зарекомендовали себя как «готовые решения ещё неизвестных проблем».

Конструкция лазера и его принцип работы

Независимо от вида все лазеры имеют три главных элемента (рис. 1):

1. Активная среда – работающее вещество, в составе которого высокие уровни энергии больше «населены», чем нижние, т.е. имеется инверсия.

2. Система накачки – источник с энергией, который увеличивает число электронов на верхних уровнях атомов, молекул и т.п.

3. Оптический резонатор – механизм, состоящий из двух зеркал, непрозрачного и полупрозрачного, расположенных параллельно.

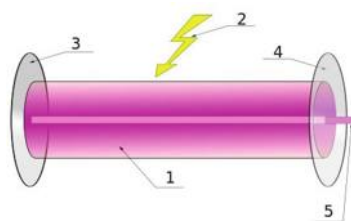


Рисунок 1 – Конструкция лазера:

1 – активная среда; 2 – система накачки лазера; 3 – непрозрачное зеркало; 4 – полупрозрачное зеркало; 5 – лазерный луч

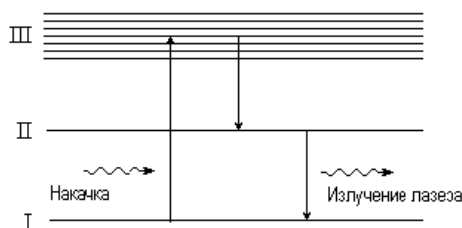


Рисунок 2 – Схема энергетических уровней трёхуровневого лазера

Рассмотрим накачку на трёхуровневом лазере (рис. 2). В обычных условиях атомы находятся в нижнем энергетическом состоянии. За счет поглощения энергии волны часть атомов переходит на 3 энергетический уровень. На уровне 3 у атомов «время жизни» около 10 нс, после чего они самопроизвольно переходят в состояние 2 без излучения энергии. «Время жизни» на уровне 2 составляет 10 мс. Создается «перенаселенность» этого уровня возбужденными атомами. Атомы, «перенаселившие» уровень 2, самопроизвольно переходят на первый уровень с излучением большого количества энергии.

Лазерное излучение обладает такими свойствами, как:

1. Высокая степень монохроматичности (одноцветности) – все электромагнитные колебания потока имеют одинаковую частоту и длину волны.
2. Когерентность – равенство фаз электромагнитных колебаний.
3. Узкая направленность – очень маленькая расходимость потока излучения.
4. Высокая плотность энергии и мощности (до 10^9 Вт). Применение лазеров в различных отраслях.

Применение лазеров в различных отраслях

Многие из названных выше областей применения лазеров представляет собой самостоятельные и обширные разделы науки или техники, что требует отдельного рассмотрения. Цель нижеприведенного здесь перечня применений лазеров показать огромное влияние лазеров на развитие науки, техники, на жизнь современного общества.

Применение лазеров в военном деле.

Лазерная локация.

Лазерная локация занимается обнаружением и определением местоположения различных объектов при помощи электромагнитных волн, излучаемых лазерами, оптического диапазона. Предметом лазерной локации может стать различные объекты, такие как танки, корабли, ракеты, спутники, промышленные и вооруженные сооружения и т.д. В основе лазерной локации лежат три основных свойства электромагнитных волн: способность отражаться от объектов; способность распространяться прямолинейно; способность распространяться с постоянной скоростью.

Лазерный прицел.

В военном деле лазер используется в виде облегчения прицеливания с помощью какого-нибудь оружия. К примеру, лазерный прицел обычно работает в видимом диапазоне и направлен параллельно стволу. Благодаря свойству малой расходимости лазерного луча прицел дает маленькое, чёткое пятнышко. Человек наводит лазер на цель, на ней отображается пятнышко и таким образом видит, куда направлен его ствол и куда полетит снаряд.

Системы обнаружения снайперов и постановка проблем.

Работа таких систем основывается на том, что луч, проходя через линзы, будет отражаться от какого-либо светочувствительного объекта (оптические преобразователи, сетчатка глаза и т.д.). Преимуществом данных систем является обнаружение снайперов до выстрела, а не после. С другой стороны, эти системы демаскируют себя, так как являются излучателями.

Лазерное стрелковое оружие, лазерное наведение и дальномеры.

Лазерное оружие – это вид наступательного вооружения, которое в качестве поражающего элемента использует лазерный луч. Такое оружие способно уничтожить пехоту, танк и даже самолет.

Другое военное применение лазеров – оружейные системы наведения. Такие системы представляют собой лазер небольшой мощности, «подсвечивающий» цель для боеприпасов с лазерным наведением – «умных» бомб или ракет, запускаемых с самолёта.

Лазерный дальномер – устройство, состоящее из импульсного лазера и детектора излучения. Измерив время, за которое луч преодолевает путь до отражателя и обратно и зная значение скорости света, можно рассчитать расстояние между лазером и отражающим объектом.

Применение лазеров в научной отрасли.

Измерение расстояния до Луны.

На поверхность Луны были доставлены специальные уголкового отражатели, для измерения расстояния между двумя точками на поверхности Земли и Луны. С Земли при помощи телескопа посылали специально сфокусированный лазерный луч и измеряли время, которое он затрачивает на путь до лунной поверхности и обратно. Основываясь на значении скорости света, стало возможным рассчитать расстояние до Луны.

Фотохимия.

Некоторые лазеры могут создавать сверхкороткие световые импульсы, которые измеряются в пико- и фемтосекундах. Данные импульсы применяются для запуска и анализа химических реакций. Для изучения реакций с высокой разрешающей способностью по времени используются сверхкороткие импульсы, также они позволяют достоверно выделять короткоживущие соединения. Управление поляризацией импульса даёт селективно выбирать направление химической реакции из возможных.

Лазерное намагничивание.

Для сверхбыстрого управления магнитным состоянием среды используют сверхкороткие лазеры, которые являются в наше время предметом частых исследований. Уже открыто множество оптико-магнитных явлений, например, такие, как сверхбыстрое размагничивание за 200 фемтосекунд, тепловое перемагничивание светом и нетепловое оптическое управление намагниченностью с помощью поляризации света.

Лазерное охлаждение.

Этот метод основан на том, что возбуждается атом не с основного электронного состояния, а с колебательных уровней этого состояния на колебательные уровни возбуждённого состояния. Далее атом безызлучательным образом переходит на возбуждённый уровень и испускает фотон при переходе с возбуждённого электронного уровня на основной. Атом поглощает фонon и цикл повторяется. Уже существуют системы, способные охлаждать кристалл от азотных до гелиевых температур.

Оптический (лазерный) пинцет.

Оптический пинцет – прибор, который позволяет манипулировать микроскопическими объектами с помощью лазерного света (обычно испускаемого лазерным диодом).

Применение лазеров в медицине.

Косметология.

Основной принцип применения лазеров в косметологии заключается в том, что свет воздействует только на тот объект или вещество, которое поглощает его. В коже свет поглощается особыми веществами – хромофорами. Каждый хромофор поглощает в определенном диапазоне длин волн, например, для оранжевого и зеленого спектров – это гемоглобин крови, для красного спектра – меланин волос, а для инфракрасного спектра – клеточная вода.

Глубина проникновения лазерного излучения зависит от длины волны лазера.

Первые лазеры, используемые для операций кожи, были лазеры с непрерывным излучением, такие как лазер на диоксиде углерода и аргоновый лазер. Лазеры в медицине позволили осуществлять прецизионно точное локальное воздействие. При этом оказалось возможным проводить лечение рубцов с минимальным повреждением здоровых тканей.

Лазерная хирургия.

Способ проведения хирургических операций, заключающийся в удалении или прижигании небольших участков тканей с минимальным повреждением окружающих тканей. Лазерная хирургия применяется для коррекция зрения, устранения закупорки артерий, удаления некоторых видов пигментированных образований на коже, стоматологии и удалении опухолей, особенно глиом различной этиологии.

Например, аргоновый лазер используется для лечения заболеваний сетчатки, углекислотный лазер – для лечения цервикальной интраэпителиальной неоплазии, а Nd:YAG-лазер – для удаления слоя эндометрия матки.

Стоматология.

Лазер используют для изменения контура кости вокруг зубов и челюстей, а также он имеет популярность в диагностических процедурах стоматологии. Диагностические лазеры с лазерной флуоресценцией очень эффективны при диагностике дыр и трещин, которые невозможно исследовать при помощи традиционных инструментов.

Применение лазеров в компьютерных технологиях.

Хранение информации на оптических носителях.

Собирательное название для носителей информации, выполненных в виде дисков, чтение с которых ведётся с помощью оптического (лазерного) излучения. Для считывания информации используется обычно луч лазера, который направляется на специальный слой и отражается от него. При отражении луч модулируется мельчайшими выемками – «питами» на специальном слое, на основании декодирования этих изменений устройством чтения восстанавливается записанная на диск информация.

Вычислительная техника.

Принципиально достигнутые малые времена переключения делают возможным применение лазеров и комбинаций с лазерами, включая интеграцию в микроэлектронных переключательных схемах (оптоэлектроника). В этих целях рассматриваются исключительно инжекционные лазеры. Преимущества таких элементов: малые времена переключения и считывания, очень маленькие размеры элементов, интеграция оптических и электрических систем.

Лазерный принтер.

Для печати в вычислительной технике и в других случаях часто применяется лазерное излучение. Преимущество их в более высокой скорости печати по сравнению с обычными способами печатания. Принцип действия их такой: поступающий от считываемого оригинала свет преобразуется в ФЭУ в электрические сигналы, которые соответствующим образом обрабатываются в электронном устройстве вместе с управляющими сигналами и служат для модуляции лазерного излучения. С помощью записывающей головки экспонируется расположенная на валике пленка. При этом лазерное излучение разделяется на ряд равных по интенсивности частичных лучей, которые посредством модуляции при данных условиях подключаются или отключаются.

Применение лазеров в промышленности.

Лазерная термообработка.

Лазерная обработка материалов, в том числе и термообработка, основана на использовании лазерного излучения, которое позволяет создавать на очень небольшом участке поверхности высокие плотности теплового поля, необходимые для интенсивного нагрева или расплавления. По своей сути, лазеры – это генераторы света. При их воздействии на поверхность обрабатываемых сплавов часть потока лазерного излучения отражается от нее, а остальная часть проникает на малую глубину. Количество отраженного излучения зависит от природы материала и предварительной подготовки поверхности. Основные виды лазерной обработки можно расположить в следующей последовательности, в зависимости от количества передаваемой энергии: поверхностная термообработка, лазерная сварка, лазерная резка. Эффективность того или иного вида лазерной обработки в первую очередь определяется плотностью мощности лазерного излучения.

Лазерная закалка.

Лазерную закалку обычно делают при 10^3 – 10^4 Вт/см². При этом сам процесс закалки происходит за счет интенсивного отвода тепла вглубь металла – процесс самозакалки. При лазерной закалке обычно используют лазеры непрерывного действия, они позволяют производить обработку со скоростью 10^2 – 10^4 мм/мин. После обработки на поверхности сплава получается закаленная полоса. При закалке больших площадей поверхностей сплавов закалку производят полосами, при этом рекомендуется делать небольшие отступы между этими полосами для предотвращения появления мягких.

Лазерная сварка.

Лазерная сварка в настоящее время является наиболее перспективной технологией для промышленного использования в связи с разработкой мощных лазеров с непрерывным и импульсно-периодическим действием. Сварное соединение получается при нагревании и расплавлении лазерным лучом участков в месте контакта свариваемых деталей. Когда лазерный луч смещается, то же самое происходит и с зоной расплавленного материала. Затем при остывании образуется сварной шов. По форме он получается узким и глубоким, принципиально отличается от сварных швов, полученных при использовании традиционной технологии сварки. Глубина проплавления зависит от мощности лазера, а поперечное сечение лазерного шва похоже на лезвие кинжала, поэтому глубокое лазерное проплавление иногда называют кинжальным.

Лазерная резка.

Лазерная резка – сфокусированный лазерный луч обеспечивает высокую концентрацию энергии и позволяет разрезать практически любые материалы независимо от их теплофизических свойств. При этом можно получить узкие резы с минимальной зоной термического влияния. Лазерная резка отличается отсутствием механического воздействия на обрабатываемый материал, возникают минимальные деформации как временные в процессе резки, так и остаточные после полного остывания.

Лазерная маркировка и гравировка.

В настоящее время лазерная маркировка и гравировка применяются практически во всех отраслях промышленного производства для идентификационного и защитного коди-

рования промышленных образцов, нанесения надписей на приборные панели, измерительный инструмент, клавиатурные поля, изготовление табличек и шильдов и во многих других. Достоинства гравировки и маркировки лазерным излучением: миниатюрность наносимой информации; отсутствие механического воздействия на изделие; высокая точность и качество нанесения знаков, что гарантирует надёжность и стабильность их считывания; высокая производительность; возможность полной автоматизации.

Заключение

Узнав историю, свойства и рассмотрев области использования лазеров, можно сказать, что человечеству необходимо знать о восхитительном приборе – лазере, который преобразует мир к лучшему.

В ходе крупных исследований в области квантовой электроники были созданы разнообразные лазеры, а также приборы, которые основывались на их использовании. На данный момент лазеры применяются практически везде и имеют огромные перспективы. В науке, в локациях и связи, в медицине, на производстве и в многих других сферах жизнедеятельности людей.

Благодаря созданию лазера произошла революция в оптике и других областях науки, появились источники управляемого интенсивного когерентного излучения, позволяющие сконцентрировать высокую энергию в очень малых спектральных, временных и пространственных диапазонах.

Лазерные технологические устройства за последние 40 лет стали элементарнее в обслуживании, мобильнее и дешевле, всё это произошло из-за активного развития лазерной промышленности. Миру представили четвёртое поколение лазерных источников под название волоконные лазеры, которые на голову опережают предыдущие по технологическим качествам.

Библиографический список

1. Применение лазеров [Электронный ресурс]. URL: https://wiki2.info/Применение_лазеров (дата обращения: 04.04.21).
2. Лазерная термообработка [Электронный ресурс]. URL: <https://heattreatment.ru/lazernaya-termoobrabotka> (дата обращения: 04.04.21).
3. Применение лазеров [Электронный ресурс]. URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/24917> (дата обращения: 04.04.21).
4. Характеристика лазерной термообработки [Электронный ресурс]. URL: https://revolution.allbest.ru/physics/00799512_0.html (дата обращения: 04.04.21).
5. Использование лазеров в информационных технологиях [Электронный ресурс]. URL: <http://5rik.ru/myref/myref-19054.php> (дата обращения: 04.04.21).
6. Основы лазерной технологии [Электронный ресурс]. URL: <https://arhivinfo.ru/1-107703.html> (дата обращения: 04.04.21).
7. Продление срока службы оборудования плазменной закалкой [Электронный ресурс]. URL: <https://plazmosvarka.ru/metally/zakalka-s-oplavleniem-poverhnosti.html> (дата обращения: 04.04.21).
8. Технология сварки плавлением [Электронный ресурс]. URL: https://stydopedya.ru/2_51237_tehnologiya-svarki-plavleniem.html (дата обращения: 04.04.21).
9. Применение лазеров в технологических процессах [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bestreferat.ru/referat-59526.html> (дата обращения: 04.04.21).
10. Проект «Лазерные технологии и их использование» [Электронный ресурс]. URL: <https://obuchonok.ru/node/7023> (дата обращения: 04.04.21).
11. Применение лазеров в различных технологических процессах [Электронный ресурс]. URL: https://vuzlit.ru/2217315/primenenie_lazero_v_razlichnyh_tehnologicheskikh_protssesah (дата обращения: 04.04.21).

УДК 620.9

Илья Андреевич Кармазин

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ЭН-112, Россия, Владивосток, e-mail: ilya.karmazin00@mail.ru

Научный руководитель – Лилия Владимировна Кучеренко, доктор техн. наук, профессор

Электроэнергетическое оборудование на производстве

Аннотация. Рассмотрено электроэнергетическое оборудование различных предприятий. Сделан анализ различных электростанций по производительности, конструктивным особенностям, надежности и цене.

Ключевые слова: электроэнергия, оборудование, электростанция, энергообеспечение.

Илья А. Karmazin

Far Eastern State Technical Fisheries University, EN-112, Russia, Vladivostok, e-mail: ilya.karmazin00@mail.ru

Scientific adviser – Liliya V. Kucherenko, Doctor of Technical Sciences, Professor

Electric power equipment in production

Abstract. The paper considers the power equipment of various enterprises. The analysis of various power plants in terms of performance, design features, reliability and price is made.

Keywords: electricity, equipment, power plant, power supply.

В современном мире электроэнергетическое оборудование используется в различных сферах промышленности, обеспечивая ее эффективную эксплуатацию. В этом заключается интерес к развитию электроэнергетики.

Электроэнергетическое оборудование – это основа надежности энергоснабжения. Для эффективной работы всех установок рекомендуется использовать только высококачественные изделия.

В частности, высоковольтное оборудование должно быть безопасным в использовании в районах с различными климатическими условиями. Высоковольтное оборудование должно быть безопасным не только при эксплуатации, но и при монтаже, перевозке, хранении и других операциях. Высоковольтное оборудование широко используется в производстве для преобразования параметров электрического тока, равномерного распределения электроэнергии потребителям. При правильной эксплуатации изделий исключается возможность выхода из строя отдельных деталей [1].

Для функционирования промышленного оборудования необходимы: топливо, вода, газ и электрическая энергия. Некоторые агрегаты используют все источники. Такое оборудование представлено обширным перечнем полупромышленных и промышленных установок.

При подборе аппаратов важно принимать во внимание сферу их использования. Полупрофессиональное спецоборудование подходит для питания небольших торговых центров, палаток, частных зданий и загородных домов. Аппараты данного вида, возможно, использовать непрерывно на протяжении нескольких часов. Двигатель аппарата может быть бензиновым. Генераторы промышленного назначения часто работают на дизельных двигателях. Их применение допускается на протяжении продолжительного периода времени.

Сравнивая бензиновые и дизельные электростанции, можно сделать вывод, что первые различаются более низкой ценой, а другие употребляют меньше горючего. Дизельные конструкции механически более устойчивы, чем бензиновые, но они довольно громоздкие. Отдавать предпочтение дизельным двигателям нужно при продолжительном постоянном энергообеспечении.

Такое оборудование предназначено для постоянной выработки электрической энергии, пара и горячей воды, а также преобразования тепловой энергии при сжигании топлива. Такие аппараты отличаются высокой производительностью и надёжностью. К ним относятся: газопоршневые электростанции, комбинированные электростанции, трансформаторы, солнечные и ветряные электростанции.

Данное оборудование применяется при выработке электроэнергии и тепла, а также на различных предприятиях для выпуска всевозможной продукции. Благодаря современным инновационным технологиям оборудование не только модернизируется, но и появляются новые устройства и аппараты, которые работают по совершенно новому принципу [2].

В результате реализации основных мероприятий, связанных с реформированием электроэнергетической отрасли, структура электроэнергетики является достаточно сложной. Отрасль состоит из нескольких групп компаний и организаций, каждая из которых выполняет определённую отведённую ей отдельную функцию [3].

Исследование рынка электротехнической продукции по производству электродвигателей, генераторов, трансформаторов, распределительных устройств и кабельной продукции показало, что на них приходится 78 %. При этом 35 % данных изделий потребляется в топливно-энергетическом комплексе, строительстве и сельском хозяйстве. Это наиболее устойчивые отрасли в период кризиса, на предприятия которых введенные ограничения по самоизоляции не распространялись, поэтому электротехническая продукция в этих сегментах потребления будет востребована всегда [4]. Дополнительным стимулом также будет выступать рост потребления электроэнергии и переход на энергосберегающие технологии.

Единая энергетическая система России является на данный момент крупнейшим централизованно управляемым объединением, не имеющим аналогов в мире. Электрические сети охватывают огромную территорию страны – шесть часовых поясов с востока на запад.

По событиям, произошедшим в ноябре 2020 г. в Приморском крае, и в частности, во Владивостоке, можно понять, что состояние электроэнергетического оборудования не соответствует нормам. По всему городу и пригороду наблюдалось огромное количество оборванных линий электропередач, также были повалены опоры ЛЭП. Это привело к тому, что часть города была полностью обесточена, осталась без воды и отопления. Для того чтобы возобновить электроснабжение, потребовалось подключение дополнительных электростанций, а также были доставлены в город передвижные генераторы. Эта стихия дала понять, что следует сделать акцент на надёжность электроэнергетического оборудования.

Библиографический список

1. Электротехническое оборудование [Электронный ресурс]. URL: <https://ingstroiproekt.ru/products/ektroynergeticheskoe/> (дата обращения: 13.03.2021).
2. Энергетическое оборудование [Электронный ресурс]. URL: http://muz4in.net/news/chto_takoe_energeticheskoe_oborudovanie/2018-10-18-46963 (дата обращения: 13.03.2021).
3. Структура электроэнергетики в России [Электронный ресурс]. URL: https://www.eg-arstem.ru/about_retail/struktura/structureenergy.htm (дата обращения: 13.03.2021).
4. Анализ рынка электротехнического оборудования [Электронный ресурс]. URL: <https://zen.yandex.ru/media/id/5ae30ebbbce67e5cd9f4c64a/analiz-rynka-elektrotehnicheskogo-oborudovaniia-v-usloviiah-krizisa-2020-goda-snijenie-mojet-sostavit-do-25-5ee9b883c5564636840e5240> (дата обращения: 13.03.2021).

УДК 620.98

Анна Дмитриевна Ярошева

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ЭНб-312, Россия, Владивосток, e-mail: yarosheva.2000@mail.ru

Научный руководитель – Лилия Владимировна Кучеренко, доктор техн. наук, профессор

Применение фотоэлектрических панелей нового поколения

Аннотация. Представлено описание образцов солнечных панелей иностранного и российского производства. Рассмотрены перспективы развития солнечной энергетики.

Ключевые слова: солнечные панели, новые технологии, электроэнергия, эксплуатация.

Anna D. Yarosheva

Far Eastern State Technical Fisheries University, ENb-312, Russia, Vladivostok, e-mail: yarosheva.2000@mail.ru

Scientific adviser – Liliya V. Kucherenko, Doctor of Technical Sciences, Professor

Application of new generation photovoltaic panels

Abstract. The paper presents a description of samples of solar panels of foreign and Russian production. Prospects for the development of solar energy are considered.

Keywords: solar panels, new technologies, electricity, operation.

Введение

На сегодняшний день выработка электроэнергии является первостепенной задачей, причем потребности в ней увеличиваются с каждым годом. Запасы традиционных природных ресурсов (нефти, угля, газа и др.) как и ядерного топлива – урана и тория – когда-нибудь закончатся. В последнее время все больший интерес вызывают технологии применения возобновляемых энергоресурсов [1–6].

Среди возобновляемых источников энергии солнечная радиация по масштабам ресурсов, экологической чистоте и повсеместной распространенности наиболее перспективна. Солнечная энергетика – это направление нетрадиционной энергетики, основанное на непосредственном использовании солнечного излучения для получения энергии.

Анализ проблемы и постановка задачи. В процессе выработки энергии, необходимой для нужд города, в атмосферу выбрасываются сотни тонн загрязняющих веществ и диоксида углерода. Выбросы CO₂ приводят к глобальному потеплению и природным катаклизмам, происходящим в мире. В мире уже существуют здания, которые используют стеклянные солнечные панели.

В настоящее время задачей исследователей считается использование различных разработок для создания в качестве панелей, добывающих солнечную энергию. Такие установки эксплуатируются для создания солнечных крыш, фасадов, балконов и окон, а также для навесов автостоянок. Это позволяет существенно экономить электроэнергию.

Солнечные панели Компании Sharp. В 2012 г. Корпорация Sharp представляет необычное решение внедрения альтернативных источников энергии, а именно, новую полупрозрачную (затемненную) солнечную панель, которая предназначена для использования в

балконах или в виде окон в высотных зданиях, где она может генерировать энергию, а также пропускать свет.

Такие полупрозрачные панели частично затемняют помещение, что довольно востребовано в странах с высокой солнечной активностью, также их можно использовать как балконные ограды или декоративный элемент.

На основании устройства этих панелей многие ученые и инженеры стали применять этот принцип работы для своих дальнейших разработок. Ведь при условии, что окно составляет от 20 % площади фасада любого строения, то это влечет за собой большой потенциал для исследования и хорошую возможность использовать солнечную энергию для того же жилища. Так начали появляться новые образцы «солнечных» стекол для производства энергии.

Солнечные панели Компании Aleo Solar. Немецкая компания Aleo Solar представила стеклянные солнечные панели, встроенные в конструкционные материалы зданий. Наиболее важной эта разработка должна быть для архитекторов, дизайнеров и инженеров, причастных к строительству. Также они имеют все шансы быть полезны для создания солнечных крыш, фасадов, балконов и окон, а также для навесов автостоянок.

Одни из важнейших черт – долгое время использования таких солнечных панелей и эстетические свойства.

Солнечные панели Компании NREL. Ученые Национальной лаборатории по изучению возобновляемой энергии создали оконную солнечную панель, при этом сосредоточились на «эффекте прозрачности» оконного стекла.

Изготовленное стекло автоматически может темнеть и светлеть в зависимости от интенсивности солнечного излучения. Стекло темнеет и производит энергию, когда поток солнечного света проходит сквозь него, поглощая свет. Когда поток солнечного света уменьшается, то стекло окна становится прозрачным.

Солнечные прозрачные элементы получают при помощи перовскитов (редкий земельный минерал титаната кальция, CaTiO_3) и однослойных углеродных нанотрубок. Полученный элемент реагирует на тепло солнечного света, и превращается в тонированное состояние.

Использование фотоэлектрических панелей нового поколения, совмещенных с конструкциями зданий и сооружений, позволяет значительно экономить площади, необходимые для установки классических солнечных батарей. Это позволяет для обеспечения индивидуальных потребителей устанавливать электроустановки гораздо большей мощности.

Применение электрических установок нового типа позволяет значительно увеличить долю использования возобновляемых источников энергии в общем энергобалансе.

Предложенные решения по применению солнечных прозрачных панелей устанавливаемые на крышах, фасадах, балконах и окнах, а также для навесов автостоянок, позволяют решить проблемы экологии, энергосбережения, экономии природных ресурсов в стране.

Также использование этих технологий архитекторами, дизайнерами и инженерами, занятыми в строительной сфере, предоставляет дополнительные возможности для придания зданиям эстетики и качества.

Австралийскому стартапу SunDrive удалось преодолеть одно из основных препятствий на пути широкого распространения фотоэлектрических панелей нового поколения – потребность в большом количестве серебра для их изготовления.

Разработанная компанией технология позволяет заменить серебро гораздо более доступной медью без снижения эффективности.

Российские ученые предложили новую технологию производства солнечных батарей – оставить кремниевую подложку, а на ней разместить полупроводники из разных химических элементов. Был сделан выбор: галлий – фосфор – нитрит – мышьяк. КПД такой конструкции составит около 40 %, в то время как у кремниевых фотоэлементов – 20–25 %. Сегодня нужно перспективные идеи превратить в инновации.

Заключение

В настоящее время одними из основных мировых проблем являются проблемы, связанные с экологией. Здания не только ухудшают природу, но и потребляют большое количество энергии: 40 % энергии в мире расходуется на освещение, работу кондиционеров, отопление и т.д. При внедрении ряда инноваций по энергоэффективности можно улучшить экологическую ситуацию в мире.

Библиографический список

1. Кочетов И.А., Старченко М.А., Кувшинов В.В., Какушина Е.Г., Калиев Р.Г. Применение фотоэлектрических панелей нового поколения для увеличения эффективности работы солнечных установок // Энергетические установки и технологии. 2020. Т. 6, № 3. С. 35–39.
2. Маклакова Т.Г. Высотные здания. Градостроительные и архитектурно-конструктивные проблемы проектирования: монография. М.: АСВ, 2006. 160 с.
3. Милашечкина, О.Н. Энергосберегающие здания / О.Н. Милашечкина, И.К. Ежова. Саратов: СГТУ, 2006. 75 с.
4. Табунщиков, Ю.А. Энергоэффективные здания / Табунщиков Ю.А., М.М. Бродач, Н.В. Шилкин. М.: Авок-пресс, 2003. 196 с.
5. Nature [Электронный ресурс]: nature communications. Режим доступа: <https://www.nature.com/articles/s41467-017-01842-4> (дата обращения: 15.03.2021).
6. BuildingTECH [Электронный ресурс]: Технология энергии. Электрон. дан. Режим доступа: <https://building-tech.org/nemeckaya-kompaniyaaleo-solar-sozdala-steklyannyesolnechnye-panelidlya-krysh-fasadov-okon-i-balkonov/> (дата обращения: 15.03.2021).

УДК 608

Евгений Юрьевич Кудря

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
гр. БТб-112, Россия, Владивосток, e-mail: wosapd@gmail.com

Научный руководитель – Ольга Федоровна Лапаник, доцент

Перспективы применения биотехнологии в энергетике

Аннотация. Рассматривается один из альтернативных способов получения энергии в будущем. Применение биотехнологии может решить современные энергетические проблемы.

Ключевые слова: экология, потребление нефти, биотопливо.

Evgeny Yu. Kudrya

Far Eastern State Technical Fisheries University, BTb-112, Russia, Vladivostok, e-mail:
wosapd@gmail.com

Scientific adviser – Olga F. Lapanik, Associate Professor

Prospects for the application of biotechnology in the energy sector

Abstract. One of the alternative ways of obtaining energy in the future is considered. The use of biotechnology can solve modern energy problems.

Keywords: ecology, oil consumption, biofuels.

Биоэнергетика – применение и изучение жизнедеятельности микроорганизмов для получения энергии. Биотехнология в энергетике, прежде всего, связана с использованием потенциального источника энергии, это биомасса зелёных растений, которые являются консерваторами солнечной энергии. Также одно из ключевых направлений является преобразование биомассы в биогаз и биоэтанол, что позволяет реализовать от 50–80 % потенциальной энергии без загрязнения окружающей среды.

Учитывая современную экологическую повестку и сильного удара кризиса пандемии по нефтегазовой отрасли, проблема истощения углеводородов всё больше становится реальностью. На данный момент мировых запасов нефти и газа при нынешнем уровне потребления хватит на 50–70 лет, учитывая доказанные запасы, которые можно добыть при существующем технологическом уровне, при этом получая прибыль. С каждым годом потребление нефтепродуктов неуклонно растёт, не учитывая кризисный 2020 г. (рис. 1).

Что касается ситуации в России, в 2020 г. Счётная палата РФ подсчитала, что разведанных нефтяных запасов хватит всего на 35 лет добычи и примерно 65 % оставшейся в российских недрах нефти расположено в трудных арктических зонах, но на данный момент при современных методов добычи это экономически не выгодно. Освоение новых месторождений углеводородов в Арктическом регионе сопровождается экологическими рисками, которые могут повлечь за собой катастрофические природные последствия, связанные с ускорением глобального потепления, таяния льда и вымирания редких видов животных (рис. 2).

Учитывая вышесказанное, биоэнергетика имеет потенциал решения поставленных проблем. Возьмём за пример биоэтанол в качестве замены бензина.



Рисунок 1 – Статистика мирового потребления нефти(2007–2020 гг.)

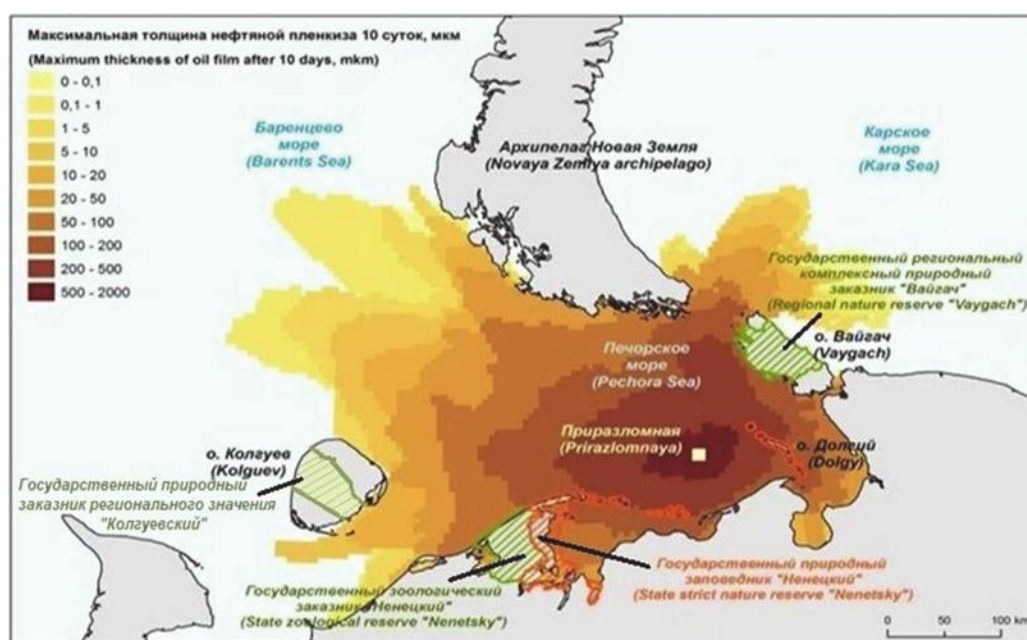


Рисунок 2 – Возможные нефтяные загрязнения арктических районов при разливе нефти в 10000 т за 5 сут

Биоэтанол – спирт, полученный из растительного сырья, по себестоимости он примерно вдвое дешевле бензина. Как топливо для двигателей внутреннего сгорания он в целом аналогичен бензину, но имеет более высокое октановое число и меньшую теплотворную способность.

Преимущества биоэтанола:

1. Экономическая выгода в долгосрочной перспективе.

Затраты на производство биоэтанола значительно ниже чем производство бензина. Разберём разницу производства бензина и биоэтанола, и как это влияет на цену. Как мы уже знаем, бензин производится из нефти, но для того, чтобы получить нефть, нужно для начала найти месторождение, произвести геологическую разведку, только после этого начинать бурить, при производстве биоэтанола этот аспект отпадает, в качестве сырья используется растительная масса (рис. 3).

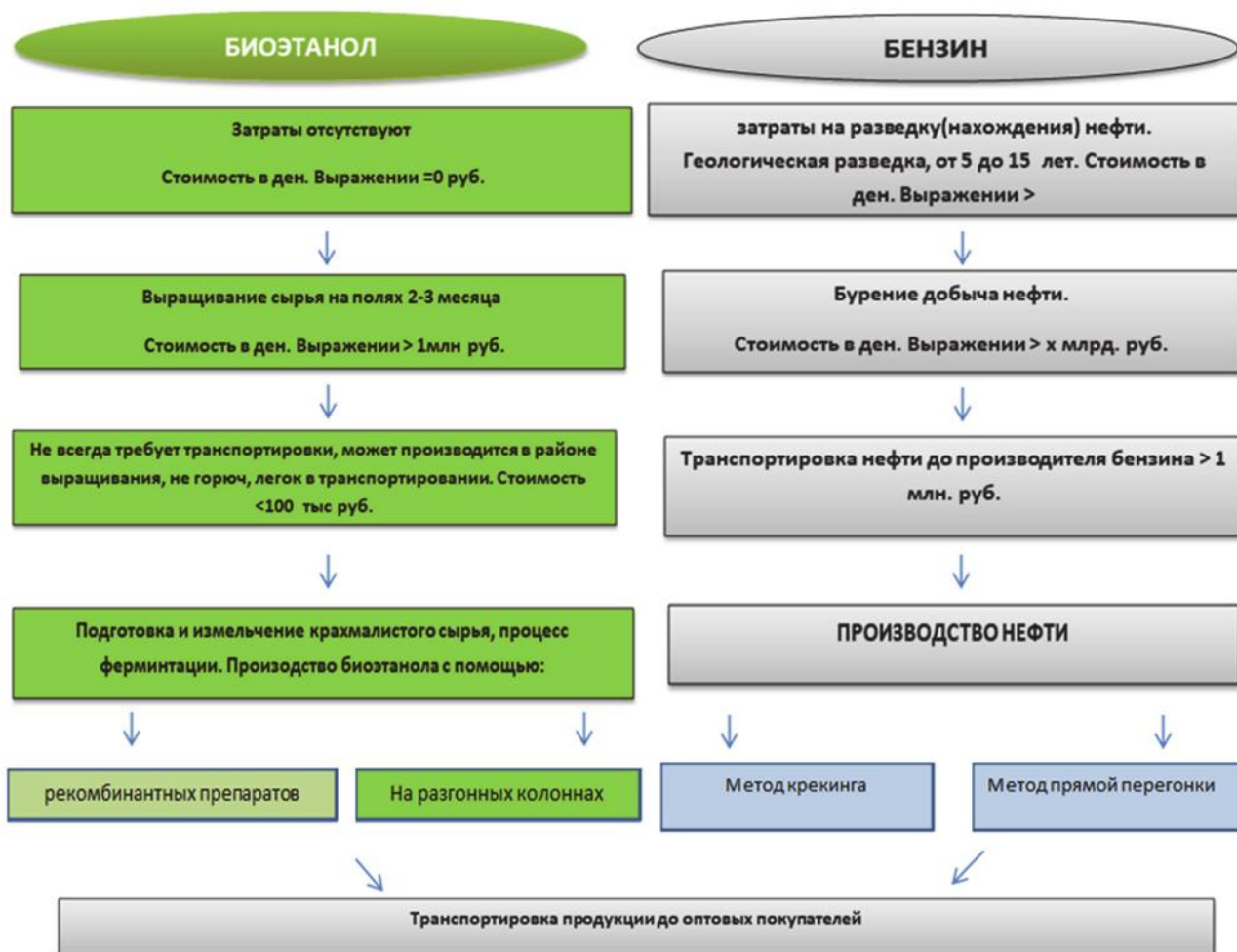


Рисунок 3 – Сравнение этапов производства бензина и биотоплива

2. Уменьшение загрязнения окружающей среды.

Применение биоэтанола или смеси с бензином в качестве топлива значительно снижает выбросы диоксида углерода, являющегося парниковым газом. Снижение выбросов CO₂ при производстве этанола из зерна составляет в среднем 19 %, конечно, при производстве биоэтанола порой используются опасные реагенты, такие как серная кислота и щелочные гомогенные катализаторы. Задача по решению этой проблемы давно поставлена и ей занимаются исследователи во многих странах. И достижения в исследованиях уже имеются. Содержащийся в этаноле кислород позволяет более полно сжигать углеводороды топлива. 10 % содержание этанола в бензине позволяет сократить выхлопы аэрозольных частиц до 50 %, выбросы CO – на 30 %. Данные за 2006 г. показывают, что применение этанола в США позволило сократить выбросы около 8 млн т парниковых газов, что примерно равно годовым выхлопам 1,21 млн автомобилей.

3. Энергоэффективность этанола и его физико-химические свойства.

В мире около 80 % технического спирта применяется в качестве биотоплива, которое по своим свойствам ничуть не хуже бензина (табл. 1). Производство и потребление топливного биоэтанола неуклонно растет с каждым годом, приблизительно на 20–26 %. По прогнозам экспертов и аналитиков, к 2020 г. достигнет планки 120 млрд л в год.

Нужно понимать, что биоэтанол в большинстве случаев является добавкой к бензину, не беря во внимания специальные двигатели Flex Fuel, которые могут работать на чистом биоэтаноле. Смеси биоэтанола и бензина маркируются буквой E, т.е. ethanol, и числом, указывающим на его долю в топливе. Часто встречаемые марки E5, E7 и E10, для исполь-

зования этих марок конструкцию бензинового двигателя менять не надо. Рассмотрим смесь E10 с бензином (табл. 2), как видим, применение этанола позволяет не только уменьшить нефтяную зависимость государства и выбросы углекислого газа с выхлопом, но и повысить детонационную стойкость (октановое число) применяемого бензина, а также снизить содержание токсичных ароматических углеводородов.

Таблица 1 – Параметры биоэтанола в сравнении с бензином

Топливо	Плотность, кг/л	Теплотворная способность (20 °С), МДж/кг	Вязкость (20 °С), мм ² /с	Октановое число	Температура вспышки, °С	Эквивалентность топлива
Бензин	0,76	42,7	0,6	92	<21	1
Биоэтанол	0,79	26,8	1,5	>100	<21	0,65

Таблица 2 – Физико-химические свойства автомобильной смеси биоэтанола и бензина (E10)

Топливо	Детонационная стойкость (октановое число) по моторному методу	Детонационная стойкость (октановое число) по исследовательскому методу	Давление от насыщенных паров, кПа	Потери от испарения, %	Коррозионная активность изменения массы свинцовой
Бензин	83,3	92,6	37,3	0,45	0,55
Биоэтанол	85,6	95,4	45,1	0,5	0,7

Нефть и газ ещё долгое время будет главным ресурсом планеты, следует понимать, что на данный момент полный отказ невозможен, требуется постепенный переход на биоэнергетику или на альтернативные источники энергии. Мы уже знаем примеры комбинирования биомассы с бензином, при повсеместном применения этой технологии в будущем значительно снизится потребление нефти.

Библиографический список

1. Википедия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Биоэтанол>.
2. Статистический обзор мировой энергетики [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>.
3. Нефть и газ российской Арктики: экологические проблемы и последствия [Электронный ресурс]. URL: http://www.bellona.ru/reports/oil_gas_report_ru.
4. Патин С.А. Экологические проблемы освоения нефтегазовых ресурсов морского шельфа. М.: ВНИРО, 1997. 350 с.
5. Журнал «Транспорт на альтернативном топливе».
6. Аршинова А. Вадим Яковлев (ИК СО РАН) о перспективах биотоплива [Электронный ресурс]. URL: <http://www.computerra.ru/584522/>.

Данил Денисович Силукин

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ХТб-112, Россия, Владивосток, e-mail: Silukindanil6@gmail.com

Научный руководитель – Ольга Федоровна Лпаник, канд. пед. наук, доцент

Альтернативные источники энергии. Лазерный термоядерный и холодный ядерный синтезы

Аннотация. Альтернативный источник энергии – способ, устройство или сооружение, позволяющее получать электрическую энергию (или другой требуемый вид энергии) и заменяющий собой традиционные источники энергии.

Ключевые слова: лазерный термоядерный синтез, холодный ядерный синтез, альтернативные источники энергии.

Danil D. Silukin

Far Eastern State Technical Fishers University, HTb-112, Russia, Vladivostok, e-mail: Silukindanil6@gmail.com

Scientific adviser – Olga F. Lapanik, PhD, Associate Professor

Alternative energy sources. Laser thermonuclear and cold nuclear fusion

Abstract. An alternative energy source is a method, device or structure that allows you to obtain electrical energy (or other required type of energy) and replaces traditional energy sources.

Keywords: laser thermonuclear fusion, cold nuclear fusion, alternative energy sources.

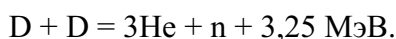
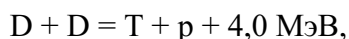
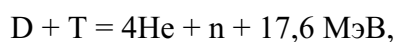
Лазерный термоядерный синтез (ЛТС) – направление в исследованиях по управляемому термоядерному синтезу, основанное на способности лазера концентрировать энергию в малых объёмах вещества (10^{-6} см³) за короткие промежутки времени ($< 10^{-9}$ – 10^{-12} с) и использующее инерциальное удержание плазмы.

Чрезвычайно привлекательной представляется возможность утилизации энергии, выделившейся при термоядерных реакциях для решения энергетической проблемы. Дело в том, что топливом при таком способе получения энергии является изотоп водорода дейтерий (D), запасы которого в Мировом океане практически неисчерпаемы.

Одним из альтернативных путей синтеза легких ядер для получения энергии стал лазерный термоядерный синтез, так называемый «лазерный термояд». Практически все ныне созданные установки для ЛТС представляют собой камеру, в центр которой помещается дейтерий-тритиевая мишень. На ней фокусируется излучение нескольких мощных лазерных импульсов длительностью 10^{-9} – 10^{-10} секунды и суммарной мощностью порядка 10^{14} – 10^{15} Вт/см². Расширяющиеся газы и реактивное давление сжимают термоядерное «горючее» примерно в 50 тысяч раз и нагревают его до температуры 10 кэВ (около 120 миллионов градусов). При этом оболочка ампулы испаряется, давление в смеси возрастает до миллиона атмосфер, а ее плотность – до 50–100 г/см³. Только при этих условиях, сохраняющихся лишь на время действия лазерного импульса, может начаться термоядерная реакция с выделением нейтронов и большого количества энергии: $D + T = He^4 + n + 17,6$ МэВк.

Исследования ведутся в лабораториях: «Нова» – с энергией излучения в импульсе до 120 кДж – в Ливерморской национальной лаборатории США; «Омега» – с энергией излучения до 60 кДж – в Рочестере (США); «Гекко-12» в Осаке (Япония) и «Фебус» во французском городе Лимейл, обе с энергией излучения в импульсе до 20 кДж, и в российском Сарове «Искра-5» – до 30 кДж.

Слияние ядер дейтерия происходит по двум каналам примерно с одинаковой вероятностью: в первом образуются тритий и протон p и выделяется энергия, равная 4 МэВ; во втором канале – гелий с атомной массой 3 и нейтрон, а выделившаяся энергия 3,25 МэВ. Эти реакции представляются в виде следующих формул:



До процесса слияния ядра дейтерия и трития обладают энергией порядка 10 кэВ; энергия продуктов реакции достигает величины порядка единиц и десятков мегаэлектронвольт. Следует также отметить, что сечение реакции $D + T$ и скорость ее протекания значительно выше (в сотни раз), чем для реакции $D + D$. Следовательно, для реакции $D + T$ значительно легче достичь условий, когда выделившаяся термоядерная энергия превзойдет затраты на организацию процессов слияния.

Для реактора на основе лазерного термоядерного синтеза необходимо, однако, создание лазера мегаджоульного уровня, работающего с частотой повторения в несколько герц. В ряде лабораторий исследуются возможности создания таких систем на основе новых кристаллов. Запуск опытного реактора по американской программе планируется на 2025 г. Холодный ядерный синтез (ХЯС) – предполагаемая возможность осуществления ядерной реакции синтеза в химических (атомно-молекулярных) системах без значительного нагрева рабочего вещества. Известные ядерные реакции синтеза – термоядерные реакции – проходят в плазме при температурах в миллионы кельвинов.

Под «холодным ядерным синтезом», который теперь предлагается заменить на термин «ядерные процессы, индуцированные кристаллической решеткой», понимаются аномальные с точки зрения вакуумных ядерных столкновений, стохастические низкотемпературные ядерные процессы (слияние ядер с выделением нейтронов), существующие в неравновесных твердых телах, которые стимулируются трансформацией упругой энергии в кристаллической решетке при фазовых переходах, механических воздействиях, сорбции или десорбции водорода (дейтерия). Другими словами, это аналог «горячей» термоядерной реакции (при которой происходит слияние ядер водорода и превращения их в ядро гелия, с выделением колоссальной энергии), проходящий при комнатной температуре.

Согласно современной научной картине мира для того, чтобы произошла ядерная реакция, необходимо сблизить ядра на расстояние, на котором работает сильное взаимодействие. Этому препятствует более дальнедействующее кулоновское отталкивание. Чтобы сблизить ядра, нужно затратить энергию порядка 0,1 МэВ, которой соответствует температура порядка 11 миллионов градусов (это нижний теоретический предел). На Солнце реакция идет при температуре ~15 млн градусов и очень высоком давлении.

Для получения экономически эффективной установки ядерного синтеза в земных условиях нужна температура порядка 100 млн градусов. Поэтому большинство ученых относятся к заявлениям о ХЯС с большим скепсисом.

Сообщение химиков Мартина Флейшмана и Стенли Понса об электрохимически индуцированном ядерном синтезе – превращении дейтерия в тритий или гелий в условиях электролиза на палладиевом электроде, появившееся в марте 1989 г., наделало много шума. Журналисты назвали их опыты «холодным термоядом».

Эксперименты Флейшмана и Понса не смогли воспроизвести другие учёные, и научное сообщество считает, что их заявления неполны и неточны и предствляют собой либо проявление некомпетентности, либо мошенничеств.

Флейшман и Понс сделали вывод о ядерной реакции, обнаружив излучение нейтронов. Академик РАН Эдуард Кругляков пояснил, что в экспериментах с пропусканием тока через палладиевый электрод возникает «искрение» на микротрещинах электрода, при этом ионы разгоняются до энергии порядка 1 кЭв, и этого может быть достаточно для получения небольшого количества нейтронов.

Библиографический список

1. Лазерный термоядерный синтез: история. URL /<https://habr.com/ru/post/150175/>.
2. Лазерный термоядерный синтез // Большая российская энциклопедия – электронная версия. URL: <https://bigenc.ru/physics/text/2132112>.
3. Лазерный термоядерный синтез – это... Что такое лазерный термоядерный синтез? URL: https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/3678/Лазерный.
4. Холодный ядерный синтез. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Холодный_ядерный_синтез.
5. Лазерный или холодный. URL: <https://quantum-tech.ru/termoyadernyisintez/lazersynte.html>.

УДК 620.9

Виталий Андреевич Непокупный

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ЭНб-212, Россия, Владивосток, e-mail: nepokupnyi1999@mail.ru

Научный руководитель – Ирина Михайловна Слабженникова, канд. физ.-мат. наук, доцент

Моделирование процесса теплопроводности через твердое тело

Аннотация. Теплопроводность – это способность материальных тел проводить энергию (теплоту) от более нагретых частей тела к менее нагретым частям тела путём хаотического движения частиц тела, которую возможно исследовать экспериментальным путем с помощью моделирования на специализированных компьютерных программах для лучшего понимания теоретической составляющей.

Ключевые слова: теплопроводность, моделирование процесса, эксперимент, общая энергетика.

Vitaliy A. Nepokupnyi

Far Eastern State Technical Fisheries University, ENb-212, Russia, Vladivostok, e-mail: nepokupnyi1999@mail.ru

Scientific adviser – Irina M. Slabzhennikova, PhD, Associate Professor

Simulation of the process of heat conductivity through a solid body

Abstract. Thermal conductivity is the ability of material bodies to conduct energy (heat) from more heated parts of the body to less heated parts of the body by the chaotic movement of body particles, which can be studied experimentally using modeling on specialized computer programs for a better understanding of the theoretical component.

Keywords: thermal conductivity, process simulation, experiment, general energy.

Изучение дисциплины «Общая энергетика» и других энергетических дисциплин ставит своей целью формирование знаний об источниках энергоресурсов, методах их преобразования в тепловую, механическую и электрическую энергию.

Практические занятия являются одной из главных форм работы студентов на начальных курсах, которые помогают достичь цели, изучаемые в курсе «Общая энергетика» и энергетических дисциплин в целом. При выполнении практических заданий «Моделирование процесса теплопроводности через твердое тело» формируются компетенции, позволяющие студентам применять методы математического анализа, моделирования и теоретического исследования.

Чтобы понять, как происходят процессы на практике, студентам необходимо знать соответствующую теорию.

Что такое теплопроводность?

Теплопроводность – это способность материальных тел проводить энергию (теплоту) от более нагретых частей тела к менее нагретым частям тела путём хаотического движения частиц тела (атомов, молекул, электронов и т. п.). Такой теплообмен может происходить в любых телах с неоднородным распределением температур, но механизм переноса теплоты

будет зависеть от агрегатного состояния вещества. Теплопроводностью называется также количественная характеристика способности тела проводить тепло. В сравнении тепловых цепей с электрическими это аналог проводимости [1].

В чистом виде теплопроводность встречается лишь в твердых телах. В таких телах, как стекло и кварц, часть энергии наряду с теплопроводностью передается излучением. В аморфных веществах теплота передается за счет упругих волн в материале. В газах и жидкостях теплопроводность дополняется передачей тепла конвекцией и излучением [1]. Поэтому в нашем эксперименте мы будем изучать теплопроводность твердых тел.

Для проведения эксперимента следует различать виды теплопроводных процессов. На данный момент существуют стационарный и нестационарный процессы теплопроводности в твердом теле. Стационарный процесс характеризуется неизменными во времени параметрами процесса. Такой процесс устанавливается при длительном поддержании температур теплообменивающихся сред на одном и том же уровне. Нестационарный процесс представляет собой неустановившийся тепловой процесс в телах и средах, характеризуемый изменением температуры в пространстве и во времени [2].

Основным законом, описывающим процессы теплопроводности в нашем исследовании, является закон Фурье, который для однородного изотропного тела имеет вид [3]

$$c_p \frac{\partial T}{\partial t} = K \Delta T + q_v,$$

где q_v – теплота, выделяемая внутренними источниками теплоты в единице объёма в единицу времени; c – удельная теплоёмкость тела (это теплоёмкость единичной массы вещества), численно равная количеству теплоты, которое необходимо передать единичной массе данного вещества для того, чтобы его температура изменилась на единицу. В Международной системе единиц (СИ) удельная теплоёмкость измеряется Дж/(кг·К). Иногда используются и внесистемные единицы: калория/(кг·°С); Δ – оператор Лапласа; K – коэффициент теплопроводности. Коэффициент теплопроводности численно равен количеству теплоты, проходящему через однородный образец материала единичной длины и единичной площади за единицу времени при единичной разнице температур (1 К). В Международной системе единиц (СИ) единицей измерения коэффициента теплопроводности является Вт/(м·К)). Для однородного изотропного тела коэффициент теплопроводности является константой, т.е. не зависит от координат точки и времени.

Для стационарной теплопроводности, когда $\frac{\partial T}{\partial t} = 0$, уравнение теплопроводности имеет вид

$$K \Delta T + q_v = 0.$$

При отсутствии внутренних источников теплоты, когда $q_v = 0$, уравнение для стационарной теплопроводности имеет вид

$$\Delta T = 0.$$

Теоретической базой основных стационарных методов определения коэффициента теплопроводности является решение одномерных задач теплопроводности для тел правильной геометрической формы (пластина, цилиндр, шар). В ходе экспериментов измеряют тепловой поток, температуры на поверхностях образца и его геометрические размеры.

Преимуществом стационарных методов определения теплопроводности являются простота расчетных формул и надежность получаемых результатов, а к недостаткам относятся необходимость применения большого числа датчиков температуры и значительные затраты времени на выполнение экспериментов.

Исследовательская работа выполнена с помощью программы в системе компьютерной алгебры Maxima 0.8.6. Данная программа моделирует процесс теплопроводности через твердое тело [4].

Целью исследования является определение характера зависимости температуры внутри стенки в летний и зимний периоды. Исходные данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

x_1 , мм	T_0 , °C	Расчет 1	Расчет 2
		T_1 , °C	T_2 , °C
5	18	30	-16

В ходе выполнения первого расчета получено уравнение зависимости T от x

$$T = \frac{12x}{5} + 18.$$

На рис. 1 показан график зависимости температуры от толщины стенки, полученный в ходе решения этого уравнения.

В ходе выполнения второго расчета получили уравнение зависимости T от x

$$T = 18 - \frac{34x}{5}.$$

Решение этого уравнения представлено графиком зависимости $T = f(x)$ на рис. 2.

В табл. 2 представлены данные по расчету толщины промерзания стенки.

В данной работе исследована модель теплопроводности тела в компьютерной программе Maxima, определена толщина промерзания стенки в зимний период при определенных температурах и получено уравнение зависимости температуры от толщины стенки в ходе выполнения двух экспериментальных расчетов.

Таблица 2

Расчет 1	Расчет 2
x , мм	x , мм
–	2,5

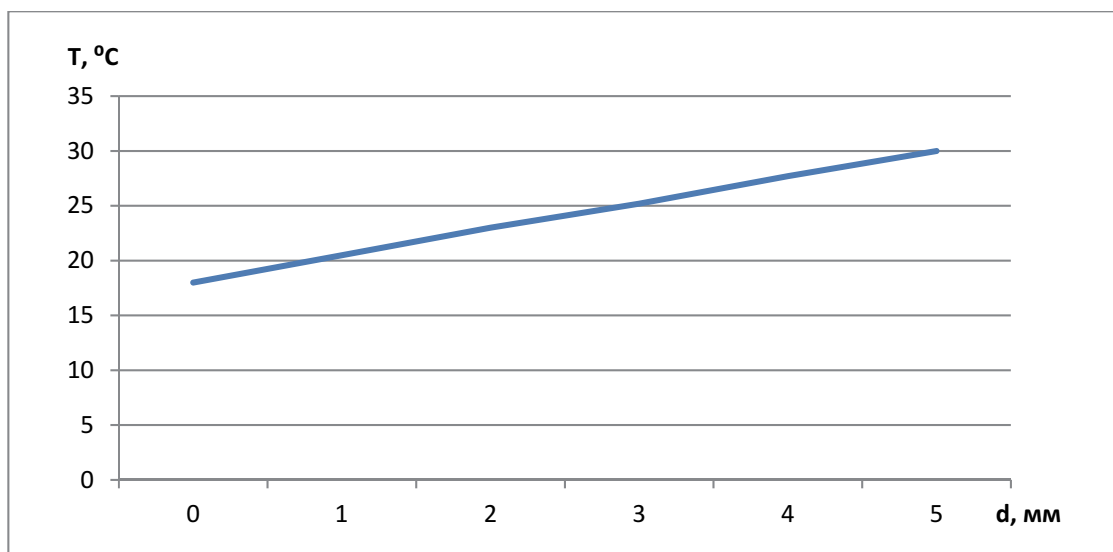


Рисунок 1 – График зависимости температуры от толщины стенки

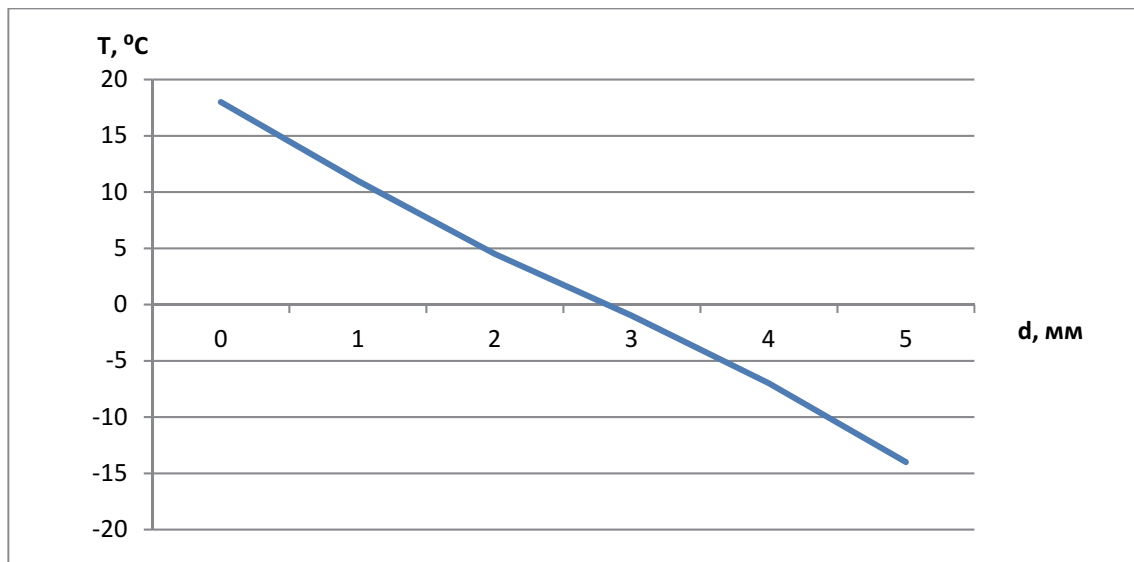


Рисунок 2 – График зависимости температуры от толщины стенки

Результаты проведенного эксперимента позволяют сделать вывод, что компьютерное моделирование физических процессов, используемых при производстве электрической и тепловой энергии, помогает обучающимся лучше понимать теоретическую часть и успешно применять ее на практике.

Библиографический список

1. Википедия. Теплопроводность [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C> (дата обращения: 20.04.2021).
2. Трофимова Т.И. Курс физики. М.: Академия, 2012. 558 с.
3. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. М.: Наука, 1990. 624 с.
4. Слабженникова И.М. Общая энергетика. Моделирование процесса теплопроводности через твердое тело. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2021. 12 с.

Захар Олегович Сулимов

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. СМС-112, Россия, Владивосток, e-mail: zoxasul@gmail.com

Научный руководитель – Ирина Михайловна Слабженникова, канд. физ.-мат. наук, доцент

Расчёт энергозатрат при выводе космического модуля с поверхности Луны на орбиту

Аннотация. Рассмотрена российская лунная программа, произведены расчеты и проанализированы графики компьютерного моделирования старта космического модуля с поверхности Луны и вывода на её орбиту.

Ключевые слова: лунная программа, компьютерное моделирование, компьютерная алгебра Maxima.

Zakhar O. Sulimov

Far Eastern State Technical Fisheries University, SMS-112, Russia, Vladivostok, e-mail: zoxasul@gmail.com

Scientific adviser – Irina M. Slabzhennikova, PhD, Associate Professor

Computer simulation of the launch of a space module from the surface of the moon

Abstract. In the work, the Russian lunar program was considered, calculations and computer graphics of the launch of the space module from the surface of the Moon were analyzed.

Keywords: lunar program, computer modeling, Maxima computer algebra.

Российская лунная программа стартует в 2021 г. Программа составлена Институтом космических исследований (ИКИ) РАН по поручению Роскосмоса в 2014 г. ИКИ предлагает использовать Луну как научный полигон для масштабных астрономических и геофизических исследований. Предлагается создать на Луне оптическую обсерваторию и автоматический радиотелескоп-интерферометр, состоящий из отдельных приемников, распределенных по поверхности Луны. Программа включает в себя три основных этапа [1]:

- 1-й этап (2021–2025). Отработка всех технологий на МКС, создание базового модуля окололунной станции.
- 2-й этап (2025–2035). Отработка средств доступа на поверхность Луны: пилотируемые полеты с облетом в 2026 г. и высадкой космонавтов (после 2030 года; длительность – 14 сут) на поверхность Луны для создания и размещения первых элементов посещаемой базы.
- 3-й этап (после 2035 г.). Будет завершено строительство полноценной посещаемой лунной базы.

Тематика исследования предполагает подробное рассмотрение второго этапа лунной программы. Корабль «Орел» рассчитан на автономный полет 6 членов экипажа в течение 30 дней и при полете в составе орбитальной станции – до 1 года. Масса корабля при полете на окололунную орбиту будет составлять 16,5 т, масса возвращаемой части – 4,23 т. Как и

другие ракеты, «Орел» приводится в движение реактивной тягой двигателя, она обусловлена отделением от корабля с некоторой скоростью какой-то его части (реактивное движение описывается, исходя из закона сохранения импульса). В ракете при сгорании топлива газы, нагретые до высокой температуры, выбрасываются из сопла с большой скоростью относительно ракеты. Уравнение реактивного движения имеет вид [2]

$$m \frac{dV}{dt} = F - u \frac{dm}{dt}. \quad (1)$$

Уравнение движения вдоль радиуса Луны в сторону орбиты лунной орбитальной станции

$$m \frac{d^2 r}{dt^2} = F - u \frac{dm}{dt}, \quad (2)$$

где $F = -\gamma \frac{mm_L}{(r+R)^2}$. Зависимость массы ракеты от времени определяется формулой

$$m = m_0 - \rho t, \quad \rho > 0.$$

С учетом введенных обозначений уравнение (2) примет вид:

$$\frac{d^2 r}{dt^2} = -\gamma \frac{m_L}{(r+R)^2} + \frac{u\rho}{m_0 - \rho t}.$$

Целью исследования является углубленное рассмотрение и расчет энергозатрат процесса, при котором космический модуль, управляемый космонавтами, взлетает с Луны и выводится на её орбиту. Нужная орбита находится на расстоянии 200 км от поверхности Луны. Модуль должен выйти на орбиту за интервал времени, не превышающий 20 мин, при минимальном расходе топлива в единицу времени. Ускорение, которое испытывает космонавт во время полёта, не должно превышать 10 м/с².

Для поиска решения следует вычислить табличную зависимость между массой корабля, временем набора высоты и расходом топлива. Минимальный расход топлива в единицу времени вычислить с точностью до десятых единиц. Временной интервал моделирования процесса равен 20 мин. В качестве топлива используется водородно-кислородная смесь. Скорость истечения газов для водородно-кислородной смеси равна 4500 м/с.

Для определения полной картины расхода топлива от изменяющейся массы следует рассчитать затраты топлива при массе ракеты без дополнительного полезного груза (4,3 т) и затем с грузом, масса которого не должна превышать 500 кг.

Для расчета использовалась программа, созданная в системе компьютерной алгебры Mathematica, предназначенной для компьютерного моделирования физических процессов и природных явлений. Результаты расчета представлены на рис. 1–6.

В результате расчетов было найдено, что время полета от поверхности Луны до орбитальной станции, находящейся на высоте 200 км, составило 15,7 мин (см. рис. 1). Из графика, представленного на рис. 2, видно, что при расходе топлива в единицу времени 1,5 кг/с полный расход топлива равен 1600 кг.

Расчет энергозатрат загруженного каким-либо оборудованием корабля большей массы, а именно 4800 кг, аналогично выводим в виде графиков, представленных на рис. 3 и 4.

В результате анализа графиков было найдено, что при увеличенной массе, а именно, при массе, равной 4800 кг, время полета от поверхности Луны до станции составило 19,6 мин (рис. 3). Из графика, представленного на рис. 4, видно, что при расходе топлива в единицу времени 1,7 кг/с полный расход топлива равен 2000 кг.

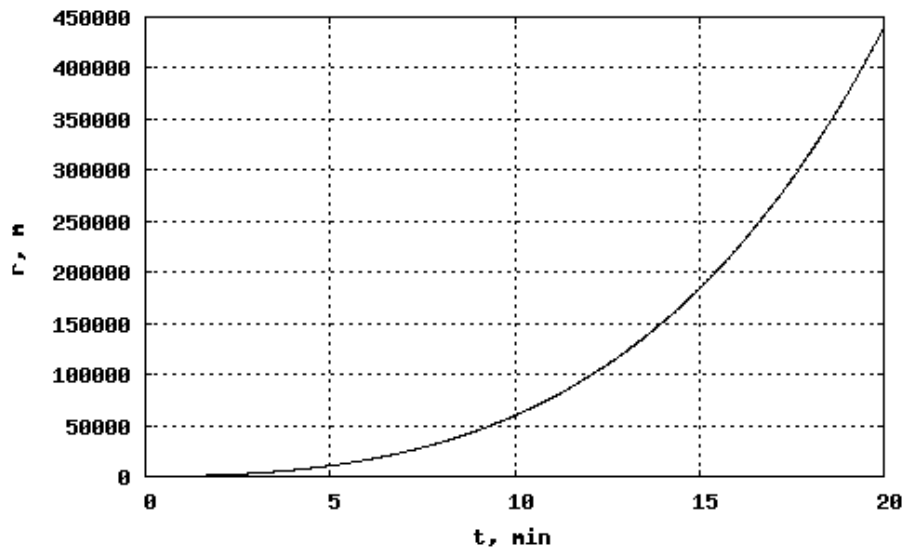


Рисунок 1 – График зависимости расстояния от времени

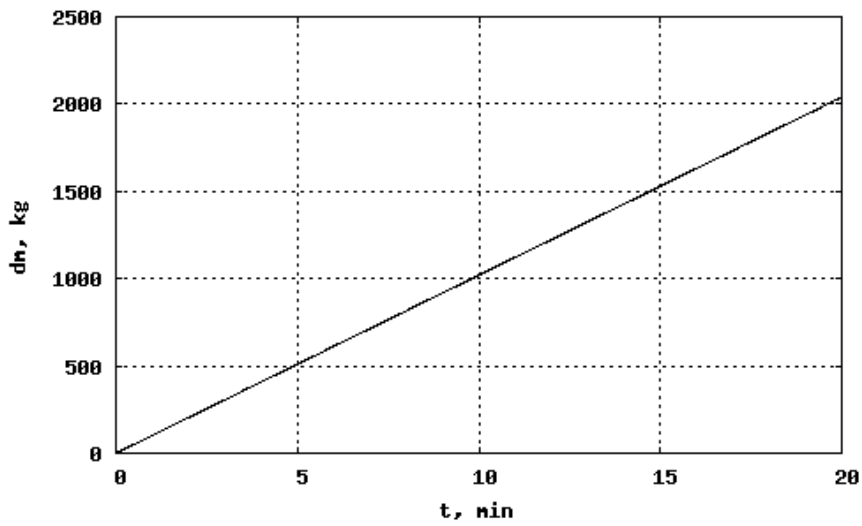


Рисунок 2 – График зависимости расхода топлива от времени

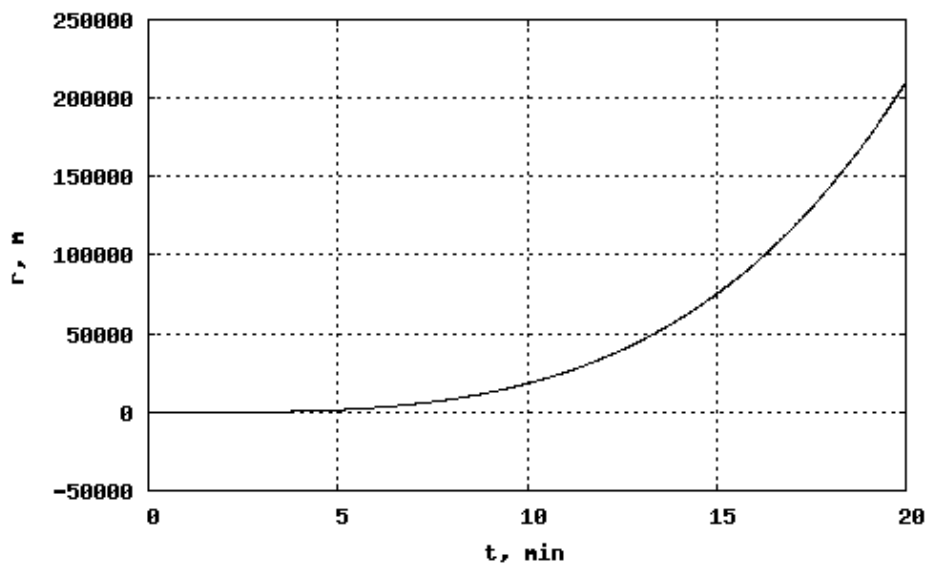


Рисунок 3 – График зависимости расстояния от времени

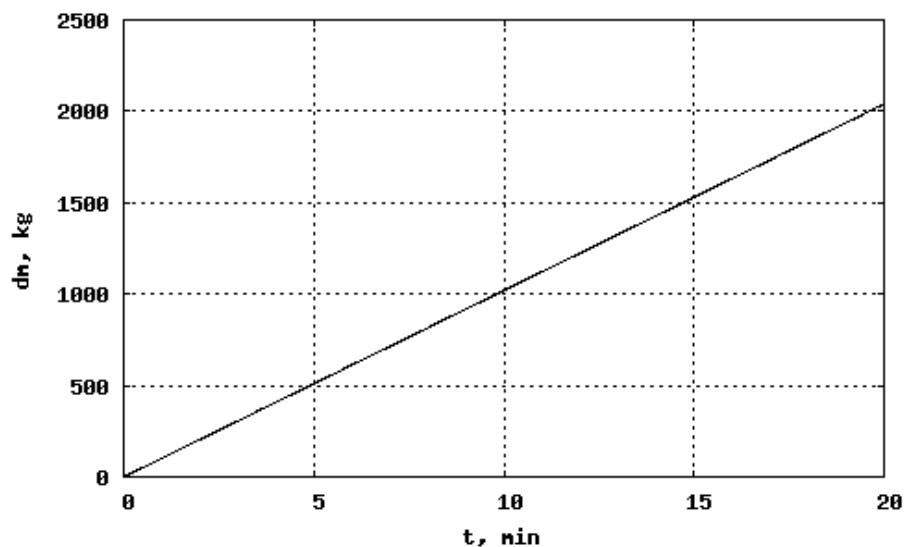


Рисунок 4 – График зависимости расхода топлива от времени

На графике, представленном на рис. 5, отражена зависимость расхода топлива от расстояния, на которое поднимется корабль при различной массе: синий график отражает массу ракеты в 4800 кг, красный – в 4300 кг. Из рисунка видно, что для достижения требуемой высоты орбиты кораблю с большей массой нужно больше топлива, чем для корабля с меньшей массой (2000 кг против 1600 кг). Этот факт может сказаться на длительности автономного полета модуля.

График зависимости расхода топлива в единицу времени от массы космического корабля наглядно показывает, что для каждой массы корабля необходимо рассчитывать собственный оптимальный расход топлива в единицу времени, чтобы минимизировать объём затраченного топлива при выведении модуля на орбиту в 200 км (рис. 6).

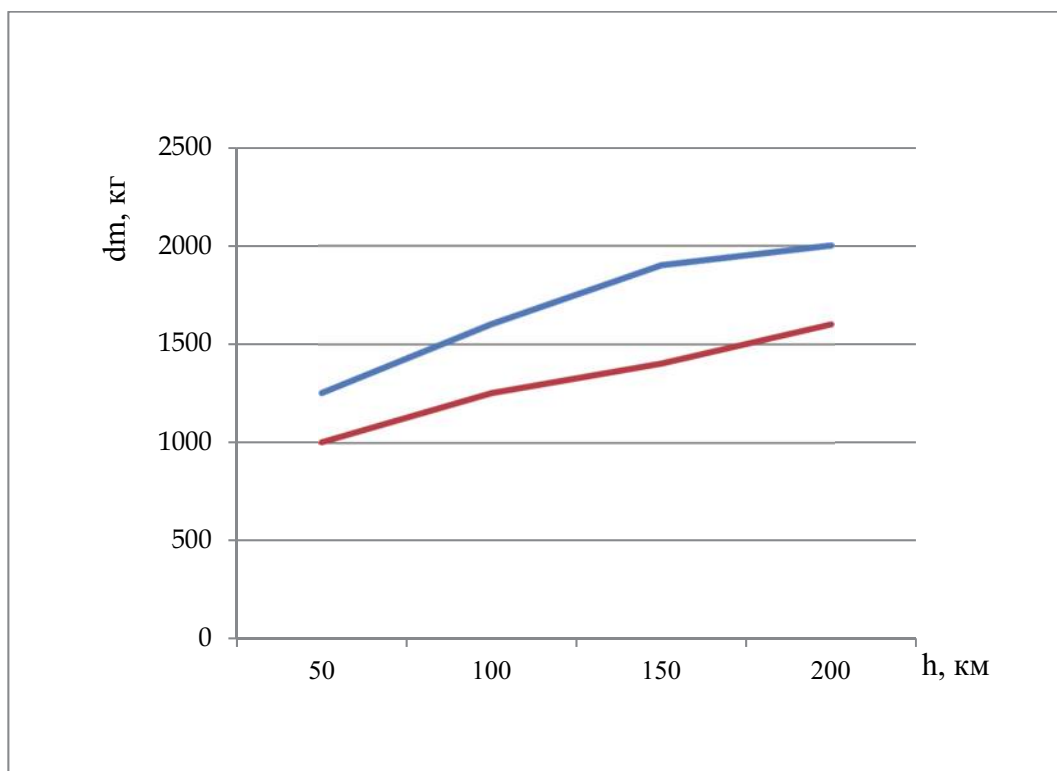


Рисунок 5 – Зависимость расхода топлива от расстояния

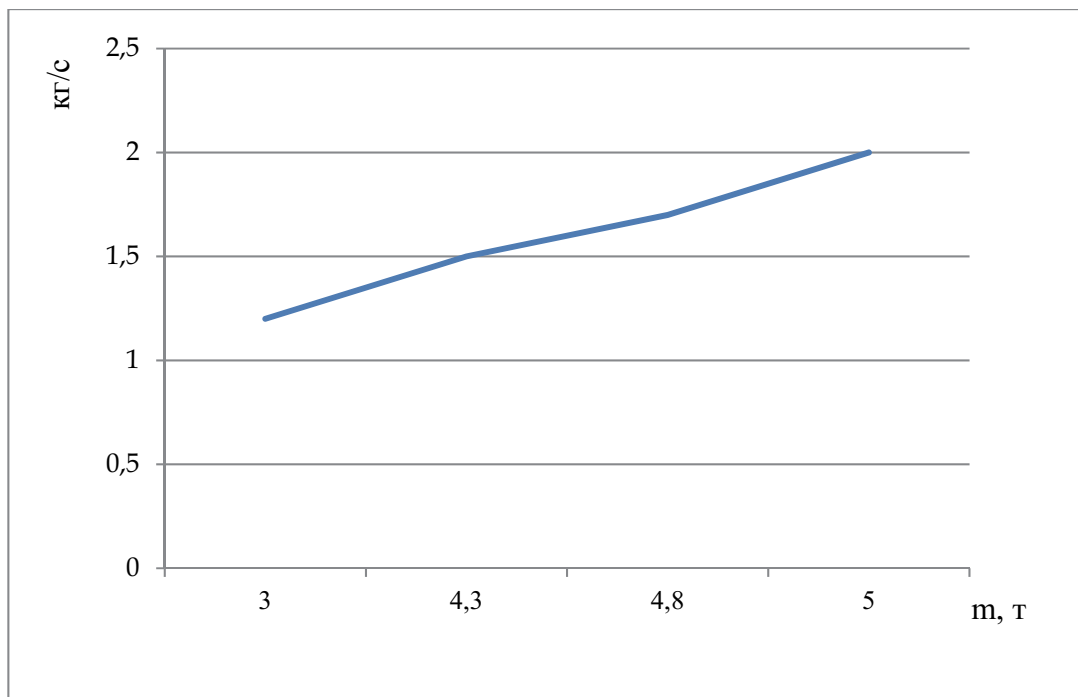


Рисунок 6 – Зависимость расхода топлива в единицу времени от массы корабля

Библиографический список

1. Российская программа освоения Луны [Электронный ресурс]. URL: <https://topwar.ru/121142-rossiyskaya-programma-osvoeniya-luny.html> (дата обращения: 20.04.2021).
2. Трофимова Т.И. Курс физики. М.: Академия, 2007. 558 с.

Никита Иванович Михальчук

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ЭНб-212, Россия, Владивосток, e-mail: nikitamihalchuk3@gmail.com

Научный руководитель – Илья Андреевич Курбатов, канд. физ.-мат. наук

Солнечные элементы на основе монокристаллического и поликристаллического кремния

Аннотация. На сегодняшний день солнечные элементы на основе кристаллического кремния составляют около 90 % всего рынка производства коммерческих солнечных элементов и имеют КПД ~20 %. Рассмотрены преимущества и недостатки двух основных видов кремниевых солнечных элементов: на основе монокристаллического и поликристаллического кремния.

Ключевые слова: солнечная энергетика, возобновляемые источники энергии, солнечные элементы на основе кремния.

Nikita I. Mikhailchuk

Far Eastern State Technical Fisheries University, ENb-212, Russia, Vladivostok, e-mail: nikitamihalchuk3@gmail.com

Scientific adviser – Iliia A. Kurbatov, PhD

Solar cells based on monocrystalline and polycrystalline silicon

Abstract. Currently solar cells based on crystalline silicon account for about 90% of the commercial solar cells production market and have the efficiency of ~ 20%. This paper discusses the advantages and disadvantages of two main types of silicon solar cells: based on monocrystalline and polycrystalline silicon.

Keywords: solar energy, renewable energy, silicon-based solar cells.

Введение

Запасы ископаемого топлива на планете по некоторым подсчётам человечеству хватит ещё на ~50 лет и если найдутся ещё запасы, то для них потребуются дорогостоящая разработка. При этом человеческие потребности в энергии постоянно растут, и людям необходимо задуматься об альтернативных источниках энергии. Одним из таких источников является солнце, и из-за практически безграничного запаса солнечной энергии становится резонно использовать фотоэлектрические преобразователи и солнечные элементы. При разработке технологий солнечной энергетике КПД солнечных элементов будет увеличиваться, а стоимость их производства падать. За последнее десятилетие солнечные батареи всё чаще используют в различных сферах деятельности. Их можно использовать как источник электрической энергии на выездных мероприятиях, применять в роли основного или резервного источника питания в хозяйстве и не только. Кроме того, некоторые передовые страны интенсивно разрабатывают технологии для солнечной энергетике в промышленных масштабах, тем самым обеспечивая себе независимость от ископаемого топлива.

1. Солнечные панели

подавляющее большинство оборудования, преобразующего энергию солнечных лучей в электрический ток в основе своего производства, имеет кремний. К настоящему времени на рынке подобной продукции более 90 % занимают солнечные панели, изготовленные на

основе монокристаллического кремния. Этот вид солнечных энергетических установок в первую очередь предназначен для использования в частном жилом фонде. Используемый в производстве солнечных модулей кремний имеет различные степени очистки. Градация данного параметра, присваемого качеству кремния, указывает на то, как в структуре его кристаллической решетки упорядочены молекулы. В данном случае, чем качественней и более технически продвинуто производство кремния, тем лучше будет упорядочена молекулярная структура продукции, а значит, и выше КПД создаваемых на его основе солнечных панелей. В основном при ссылке на этот фактор солнечные энергетические установки и делятся на различные виды и типы.

Конечно, добиться в промышленных масштабах отличной упорядоченности молекулярной структуры решётки кремния можно только на производствах с оборудованием и процессами технологий на высочайшем уровне, это очень затратный и дорогостоящий процесс. Из этого можно сделать вывод, что степень очистки, который проходит кремний, не имеет определяющего значения. Более весомыми параметрами, выступающими на переднем плане, в достигаемой производительности солнечных элементов и определения выбора при приобретении как раз выступает предлагаемая эффективность использования полезной площади оборудования, ее общая экономическая результативность. Теперь, исходя из описанного выше, можно прийти к выводам, что кристаллический кремний выступает основным действующим элементом всех производимых сегодня солнечных элементов.

Солнечные элементы на основе кремния можно разделить на два типа: монокристаллические и поликристаллические.

Особенности солнечных панелей на основе монокристаллического кремния

Для солнечной панели выращивается специальный монокристалл кремния по способу Чохральского. Этот материал обладает высокой стоимостью, но из-за своего высокого качества монокристаллический модуль имеет больший КПД. Монокристаллические солнечные панели, собранные из отдельных кремниевых ячеек, обладают КПД ~20–22 %.

Лучи света, попадая на поверхность монокристалла кремния, приводят свободные электроны к направленному движению. С обеих сторон кристалла к нему присоединены провода, идущие к потребителю. КПД такой пластины высок, так как в ней лучи солнца не рассеиваются, а равномерно распределяются по всей поверхности кристалла. Площадь р-п перехода в пластине велика, за счет чего электроны проникают из одной части полупроводника в другую беспрепятственно.

Основной недостаток таких солнечных панелей связан с его стоимостью. Они на 10 % дороже, чем их аналоги на основе поликристаллического кремния.

Особенности солнечных панелей на основе поликристаллического кремния

Модули солнечных батарей, производимые на основе поликристаллических кремниевых элементов, созданы и выпущены на рынок сравнительно давно. Впервые они были предложены потребителю еще в 1981 г. Процесс производства достаточно прост, что значительно уменьшает их стоимость. Во время производства не ставится цель упорядочивания молекулярной структуры решетки кремния. Исходное сырье плавят и заливают в готовые формы для отливки. Далее остывшие блоки делят на пластины стандартных размеров, имеющие правильную форму квадрата. В результате на выходе мы имеем относительно недорогие и простые в использовании поликристаллические модули.

Солнечные панели на основе поликристаллического кремния имеют ряд недостатков:

1. Они подвержены сильному влиянию повышенных температур. В отличие от аналогичных солнечных элементов на основе монокристаллов влияние высоких температур на поликристаллические панели значительно влияет на сроки службы всей системы и снижает показатели мощности. Однако это влияние не всегда столь существенно и на нём не заостряют особого внимания.

2. Низкая эффективность использования полезной площади. Чтобы получить на выходе те же показатели мощности, что и у монокристаллических панелей, придется использовать большее количество панелей.

3. Низкое значение КПД. Для панелей на основе поликристаллического кремния, КПД варьируется от 13 до 18 % (против 20–22 % у монокристаллических панелей).

2. Конструкция и применение солнечных панелей на основе кремния

Конструкция солнечного элемента показана на рисунке. Он содержит: *полупроводник*, как правило, моно- или поликристаллический кремний, дополненный другими химическими соединениями, которые способствуют образованию фотоэлектрического эффекта; *два материала с разной проводимостью*, за счет чего между ними происходит постоянное перемещение электронов (p-n-переход); *прокладку* – тончайшее покрытие, которое препятствует свободному движению электронов, находится между слоями полупроводника; *источник электроэнергии*, при подключении которого к прокладке электроны приобретают способность ее преодолевать – в результате этого возникает упорядоченное движение заряженных частиц, собственно, генерируется электрический ток.



Схематическое изображение солнечного элемента на основе кремния

Кроме основного солнечного элемента солнечные панели также имеют: *аккумулятор* – для накопления полученной электроэнергии; *контроллер заряда* – выполняет функцию распределителя потоков электрической энергии; *инвертор* – используется для трансформации постоянного тока в переменный.

Для использования солнечных батарей в качестве основного источника электроэнергии важно, чтобы количество ясных дней было больше, чем пасмурных. По этой причине в большинстве регионов нашей страны подобные установки используют преимущественно как вспомогательные.

Внешний вид первое, что бросается в глаза. Монокристаллические ячейки имеют форму квадрата со срезанными углами и однородную поверхность. Связано это с особенностями производства и кристаллической структуры монокристаллов. При выращивании кристаллов кремния получают заготовки цилиндрической формы, которые после дальнейшей обработки нарезаются на квадратные пластины. А равномерность поверхности определяется строгой кристаллической структурой заготовки.

Заключение

Солнечные панели на основе монокристаллического и поликристаллического кремния применяются в зависимости от условий и возможностей потребителя. Если имеется дефицит полезной площади, то лучше использовать монокристаллические панели, которые выдадут большую мощность с наименьшей используемой площадью поверхности. Если потребителя не волнует объем занятой площади, то предпочтение отдается поликристаллическим панелям.

Кроме солнечных элементов на основе кремния сегодня проводится множество прикладных и фундаментальных исследований солнечных элементов других типов: органические солнечные элементы, солнечные элементы на квантовых точках, на горячих электронах, с разделением солнечного спектра и др. На текущий момент солнечная энергетика ждет значительного роста, которая будет связана с фундаментальными исследованиями процессов в новых солнечных элементах. Возможен и скачок, связанный с прикладными исследованиями, но в любом случае резкое развитие солнечной энергетики неизбежно.

Библиографический список

1. Миличко В.А., Шалин А.С., Мухин И.С., Ковров А.Э., Красилин А.А., Виноградов А.В., Белов П.А., Симовский К.Р. Солнечная фотовольтаика: современное состояние и тенденции развития // Успехи физических наук. 2016. Т. 186, № 8. С. 801–852.
2. Saga T. Advances in crystalline silicon solar cell technology for industrial mass production // NPG Asia Mater. 2010. Vol. 2. P. 96–102.

УДК 339.138

Станислав Юрьевич Бзенко

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ЭТб- 212, Россия, Владивосток, e-mail: sbzenko@mail.ru

Научный руководитель – Александр Игоревич Скадынь, канд. техн. наук, доцент

Совершенствование технологии и организации сервисных услуг Т и ТТМО

Аннотация. Технический сервис – один из наиболее прогрессивных видов комплексных услуг, оказываемых потребителю в приобретении, высокопроизводительном использовании, квалифицированном обслуживании и ремонте средств машиностроительного производства.

Технический сервис обеспечивает максимальное сокращение потерь, возникающих при эксплуатации машин и оборудования по техническим причинам, а также максимальную реализацию их потенциальных возможностей по надежности.

Ключевые слова: сервис, технический сервис, обслуживание, эксплуатация, техническое обслуживание, завод, производитель машин и оборудования, ремонтный завод, ремонтная мастерская, пункт технического обслуживания.

Stanislav Yu. Bzenko

Far Eastern State Technical Fisheries University, ETb-212, Russia, Vladivostok, e-mail: sbzenko@mail.ru

Scientific adviser – Alexander I. Skadyn, PhD, Associate Professor

Improving the technological process of anti-corrosion protection of cars

Abstract. Technical service is one of the most advanced types of integrated services provided to the consumer in the acquisition, high-performance use, qualified maintenance and repair of machine-building equipment. Technical service provides the maximum reduction of losses that occur during the operation of machines and equipment for technical reasons, as well as the maximum realization of their potential reliability.

Keywords: service, technical service, maintenance, technical, operation, maintenance, plant, manufacturer of machinery and equipment, repair plant, repair shop, maintenance point.

В настоящее время вследствие реформирования экономических взаимоотношений в практике широко используется термин «технический сервис».

Термин «сервис» является синонимом термина «обслуживание» и означает работать по удовлетворению чьих либо нужд оказывать услуги клиентам, предлагаемые организациями.

Термин «технический» представляет собой совокупность объектов, на которые направлены работы, связанные с обслуживанием в международной практике машиноиспользования.

Термин «технический сервис» трактуется как комплекс услуг, оказываемых потребителю в приобретении, эффективном использовании и поддержании в работоспособном состоянии в течение всего срока эксплуатации машины, а также ее утилизации по истечении срока службы.

В связи с этим определены основные задачи и функции технического сервиса, которые представлены на рис. 1.

Технический сервис – один из наиболее прогрессивных видов комплексных услуг, оказываемых потребителю в приобретении, высокопроизводительном использовании, квалифицированном обслуживании и ремонте средств машиностроительного производства



Рисунок 1 – Технический сервис в системе инженерно-технического обеспечения

Сервис и техническая эксплуатация машин включает в себя:

- рекламу;
- своевременную и достоверную информацию о новой технике;
- обоснование целесообразности ее заказа или приобретения применительно к требованиям потребителя;
 - предпродажную подготовку и продажу машин и запасных частей, доставку, транспортные услуги;
 - монтаж и опробование техники;
 - безусловное и полное обеспечение запасными частями сменяемыми блоками, узлами, агрегатами;
 - техническое обслуживание в процессе эксплуатации машин и оборудования;
 - оказание ремонтных услуг, включая фирменный ремонт особо сложной и очной техники узлов и агрегатов;
 - предоставление машин напрокат;
 - сдача машин в аренду;
 - обучение кадров потребителя методам и приемам эффективного использования обслуживания ремонта техники и т.д.

Сервис – услуги, предлагаемые организациями своим клиентам.

Технический сервис – это комплекс услуг по обеспечению эффективной технической эксплуатации, рис. 2.

Предприятия технического сервиса:

- завод-производитель машин и оборудования;

- ремонтный завод;
- ремонтная мастерская специализированная или общего назначения;
- пункт технического обслуживания.



Рисунок 2 – Участок технического сервиса ПТО

Технический сервис в своей основе предполагает длительные производственные связи в цепочке производитель-потребитель, основанные на общих интересах и взаимной выгоде.

Достигнуть таких связей бывает крайне трудно по следующим причинам:

- недостаточно высокое качество производимой продукции;
- нестабильность обеспечения сферы эксплуатации запасными частями;
- отсутствие действенного механизма материальной заинтересованности и моральной ответственности сторон.

Технический сервис во всем многообразии организационных форм есть неотвратимое следствие качества выпускаемой техники.

Реальное качество изделий рассматривается как условие, определяющее развитие сервиса, многообразие форм его проявлений.

Качество – это совокупность свойств и характеристик продукции и услуг, которые придают им способность удовлетворять обусловленные ими предполагаемые потребности потребителя.

Для обеспечения работоспособности машин в эксплуатационных условиях используется весь комплекс ремонтно-обслуживающих воздействий:

- входной контроль;
- предпродажное техническое обслуживание;
- техническое обслуживание с применением методов и средств диагностирования;
- текущий ремонт;
- капитальный ремонт;
- хранение.

Основные направления деятельности предприятий технического сервиса, рис. 3.

Большое значение в системе технического сервиса имеет ее рациональная организация, макропроцессы, заключающаяся:

- в осуществлении основных видов работ;
- обеспечении рациональных форм организации работ;
- формировании и использовании ремонтно-обслуживающей базы и эксплуатационных материалов;
- управлении производственными процессами;
- организации труда персонала;
- финансовом и информационном обеспечении.

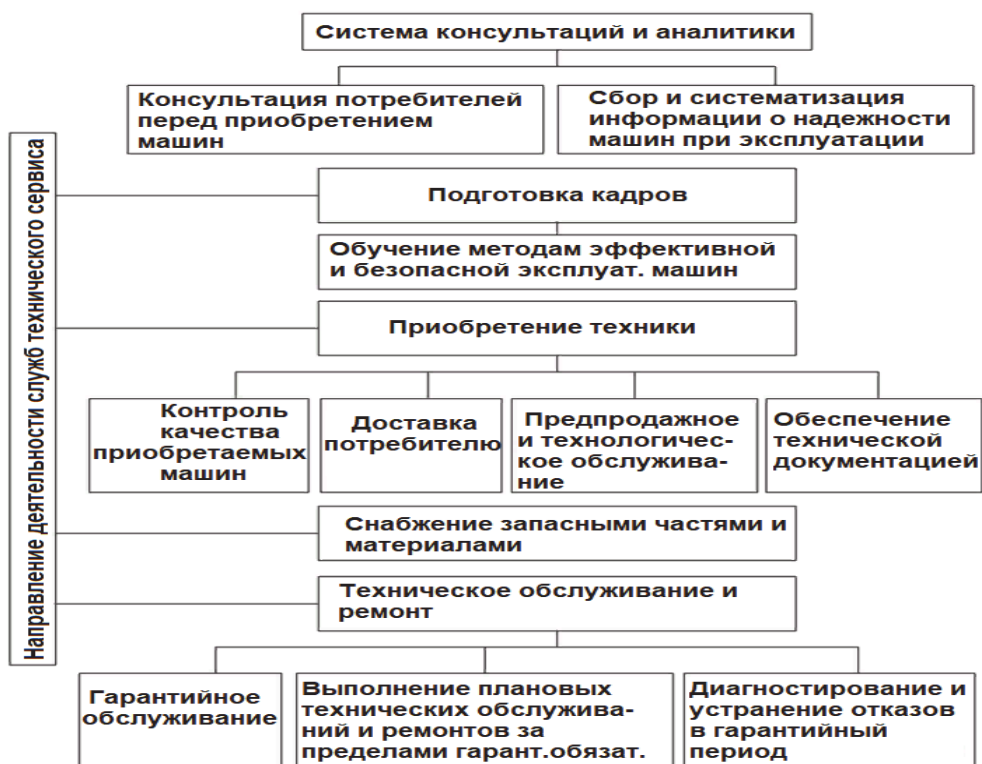


Рисунок 3 – Основные направления деятельности предприятий технического сервиса

Технический сервис должен обеспечивать максимальное сокращение потерь, возникающих при эксплуатации машин и оборудования по техническим причинам, а также максимальную реализацию их потенциальных возможностей по надежности.

Таким образом, можно констатировать, что организация технического сервиса в современных условиях требует обоснованного научного подхода, обеспечивающего эффективное использование транспорта и транспортно-технологического оборудования парка.

В условиях ограниченного количества поставляемой техники для различных отраслей народного хозяйства ее дороговизны и недостатка денежных средств у товаропроизводителей огромное значение приобретают комплектность и надежность машин.

Рациональная организация технического обслуживания и ремонта машин и оборудования на предприятиях с различными производственными программами достигается по схеме, представленной на рис. 4.

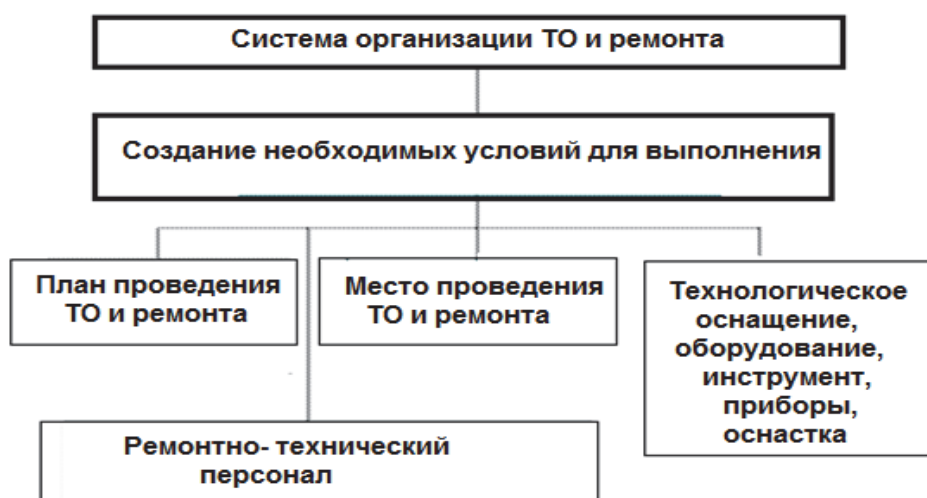


Рисунок 4 – Организация технического обслуживания и ремонта машин и оборудования

К наиболее распространенным из них относят методы универсальных и специализированных постов, поточный метод.

Метод универсальных постов

Этот метод предлагает такую организацию производственного процесса, при которой весь основной объем операций по ремонту или ТО машины проводят от начала до конца на одном посту, одни исполнители – это самая простая, но при малых объемах работы неизбежная форма организации ремонтного производства.

Метод специализированных постов

Такой метод основан на разделении труда исполнителей по ремонту отдельных составных частей машины с учетом их функционального назначения (двигатель, коробка передач, задний мост и т.п.), а также по выполнению технологически однородных работ (очистка машин и их составных частей, диагностирование, дефектация, комплектование сборочных единиц, общая разборка и сборка машины, механические, сварочно-наплавочные, кузнечно-термические, обойные, обкаточные, окрасочные и другие работы.)

Поточный метод

Поточность организации производственного процесса ремонта машин предполагает его расчленение на отдельные технологические процессы и операции, выполняемые с применением специализированного оборудования на последовательно расположенных рабочих местах поточных линий.

Поточно-узловой ремонт

Для такого ремонта характерно наличие простейшего конвейера, используемого как транспортное средство на конвейере, кроме того, выполняют ремонт рам и сборку машины с использованием сборочных единиц и агрегатов, отремонтированных на специализированных рабочих местах.

Узловой ремонт

Ремонт машины разделен на части, представляющие законченный процесс ремонта сборочных единиц, машину разбирают на специализированном рабочем месте, в зависимости от программы на этих же рабочих местах могут проводить и очистку.

Индивидуально-узловой метод ремонта

Существующий ранее бригадно-узловой метод организации заменен индивидуально-узловым, в этом случае разборочно-сборочные работы выполняют водители с ремонтируемой машины.

Разновидность этого метода – ремонт, при котором используют сборочные единицы, ремонтируемые на специализированных предприятиях, разборочно-сборочные работы выполняют в хозяйстве механизаторы, работающие на машине.

Мелкосерийный и единичный способы ремонта

При мелкосерийном методе пускают в производство партии деталей на смену или полсмены, а иногда и на несколько дней для каждой из деталей предусмотрены специальная оснастка и измерительный инструмент.

В мировой практике сложились основные варианты организации системы сервиса:

- сервис ведется исключительно персоналом производителя;
- сервис осуществляется персоналом филиалов предприятия-изготовителя;
- сервис поручается независимой специализированной фирме.

Таким образом, технический сервис должен обеспечивать максимальное сокращение потерь, возникающих при эксплуатации машин и оборудования по техническим причинам, а также максимальную реализацию их потенциальных возможностей по надежности.

Библиографический список

1. Карагодин, В.И. Ремонт машин и двигателей: учебник для студ. сред. проф. учеб. заведений / В.И. Карагодин, Н.Н. Митрохин. М.: Мастерство; Высш. шк., 2012. 306 с.

2. Ремонт дорожных машин, автомобилей и тракторов: учеб. пособие / Б.С. Васильев, Б.П. Долгополов, Г.Н. Доценко [и др.]; под ред. проф. В.А. Зорина. М.: Мастерство; Высш. шк., 2012. 496 с.

3. Теория потенциала работоспособности и ремонтного резервирования надежности стареющих технических систем: учеб. пособие / А.П. Павлов, Л.В. Дехтеринский, С.Б. Норкин, С.А. Скрипников. М.: МАДИ, 2013. 104 с.

4. Технология машиностроения, производство и ремонт подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин: учебник / под ред. В.А. Зорина. М.: Академия, 2010. 568 с.

5. Азгальдов, Г.Г. Квалиметрия для инженеров-механиков: учеб. пособие / Г.Г. Азгальдов, В.А. Зорин, А.П. Павлов. М.: МАДИ, 2005. 145 с.

Аркадий Станиславович Гулаков

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ЭТб- 212, Россия, Владивосток, e-mail: gulakov132@mail.ru

Научный руководитель – Александр Игоревич Скадынь, канд. техн. наук, доцент

**Пути реализации концепции системы технологического оборудования ППР
в отечественной практике**

Аннотация. Общей концепцией поддержания оборудования в исправном состоянии и постоянной работоспособности является внедрение системы планово-предупредительного ремонта (ППР). В целях реализации концепции системы ППР технологического оборудования разработаны рекомендации с учетом новых экономических и правовых условий в техническом плане, требования к технологическому оборудованию, машинам и системам.

Ключевые слова: концепция, оборудование, ремонт, техническое обслуживание, система, технология, планово-предупредительный характер.

Arkadiy S. Gulakov

Far Eastern State Technical Fisheries University, ETb-212, Russia, Vladivostok, e-mail: gulakov132@mail.ru

Scientific adviser – Alexander I. Skadyn, PhD, Associate Professor

**Ways to implement the concept of the system of PPR of technological equipment
in domestic practice**

Abstract. The general concept of maintaining the equipment in good condition and constant working capacity is the introduction of a system of planned preventive maintenance. In order to implement the concept of the PPR system of technological equipment, recommendations have been developed taking into account the new economic and legal conditions in technical terms, requirements for technological equipment, machines and systems.

Keywords: concept, equipment, repair, maintenance, system, technology, preventive planning.

Общей концепцией поддержания оборудования в исправном состоянии и постоянной работоспособности является внедрение системы планово-предупредительного ремонта (ППР), которая законодательно закреплена в ГОСТ для внедрения на всех предприятиях страны.

Система технического обслуживания (ТО) и ремонта технологического оборудования – это совокупность взаимосвязанных технических средств, документации, исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления качества оборудования.

Система ППР технологического оборудования отличается от ремонтных технологий, принятых в зарубежных странах, направленностью на поддержание работоспособности оборудования путем проведения текущих и капитальных ремонтов.

Это объясняется тем, что нормативный коэффициент обновления основных фондов, в том числе их активной части, постоянно не выполнялся. В промышленности накаплива-

лось большое количество амортизированного оборудования, которое восстанавливалось путем проведения сложных ремонтов.

К началу экономических реформ в промышленности скопилось до 25 % активной части основных фондов, требующих замены. При ежегодной амортизации машин 3,7–5,1 % и почти полном приостановлении в 90-х гг. прошлого столетия замены негодного оборудования к 2020 г. в эксплуатации находилось более 60 % полностью амортизированных машин и оборудования.

Система ППР оборудования, сложившаяся в соответствии с требованиями ГОСТ 18322-78, представлена на рис. 1.

Она отличается от ремонтных технологий, принятых в зарубежных странах, направленностью на поддержание работоспособности оборудования путем проведения текущих и капитальных ремонтов.



Рисунок 1 – Дифференциация работ по системе планово-предупредительного ремонта

Система ППР представляет собой комплекс организационно-технических мероприятий, проводимых в плановом порядке для обеспечения работоспособности и исправности машин, оборудования, механизмов (далее – оборудования) в течение всего срока их службы при соблюдении заданных условий и режимов эксплуатации.

Эти мероприятия разрабатываются и осуществляются при эксплуатации оборудования с обязательным выполнением указаний инструкций заводов-изготовителей, а также требований к техническому состоянию оборудования и правил безопасной эксплуатации, установленных Ростехнадзором.

Система ППР предусматривает, что потребность оборудования в ремонтно-профилактических воздействиях удовлетворяется сочетанием различных видов ремонтно-профилактических воздействий, различающихся периодичностью и составом работ.

Система ППР основана на планировании ремонтов и носит предупредительный характер. Это означает, что все мероприятия по поддержанию работоспособности оборудования выполняются в соответствии с годовыми и месячными графиками, составленными так, чтобы предупредить преждевременный и неожиданный выход оборудования из строя.

Планово-предупредительный характер системы ППР реализуется:

- проведением с заданной периодичностью ремонтов оборудования, сроки выполнения и материально-техническое обеспечение которых планируется заранее;

- выполнением в полном объеме операций ТО, направленных на обеспечение безотказной работы оборудования;
- сокращением времени нахождения оборудования в ремонте (в первую очередь капитальном);
- обеспечением сроков полезного использования оборудования.

В целях реализации концепции системы ППР технологического оборудования разработаны рекомендации с учетом новых экономических и правовых условий в техническом плане:

- при максимальном использовании технологического оборудования;
- использовании возможностей и преимуществ агрегатно-узловой метода ремонта;
- использовании всего спектра стратегий, форм и методов ТО и ремонта, в том числе новых средств и методов технической диагностики (ТД);
- использовании современной вычислительной техники и компьютерных технологий, сбора, накопления и обработки информации о состоянии оборудования, планирования ремонтно-профилактических воздействий и их материально-технического обеспечения.

Действие системы ППР технологического оборудования распространяется на общепромышленное оборудование вне зависимости от места его нахождения и использования.

Все эксплуатируемое на предприятиях оборудование подразделяется на основное и неосновное.

Основным является оборудование, при непосредственном участии которого осуществляются основные производственные (технологические) процессы получения продукта (оказания услуг) и выход которого из строя приводит к прекращению или резкому сокращению выпуска продукции

Неосновное оборудование обеспечивает полноценное протекание производственных процессов и работу основного оборудования.

Система ППР предусматривает, что потребность оборудования в ремонтно-профилактических воздействиях удовлетворяется сочетанием различных видов ремонтно-профилактических воздействий, различающихся периодичностью и составом работ.

В зависимости от производственной значимости оборудования, влияния его отказов на безопасность персонала и стабильность производственных и технологических процессов ремонтные воздействия могут реализовываться в виде регламентированного ремонта, ремонта по наработке, ремонта по техническому состоянию, либо в виде их сочетания.

Наиболее перспективным методом ремонта оборудования для предприятий любых форм собственности является агрегатно-узловой метод, при котором неисправные сменные элементы (агрегаты, узлы и детали) заменяются новыми или отремонтированными, взятыми из оборотного фонда.

Особенно эффективным является так называемый рассредоточенный агрегатно-узловой метод, при котором даже капитальный ремонт выполняется в течение всего ремонтного цикла, при этом замену неисправных узлов и агрегатов приурочивают к срокам проведения ТО или текущего ремонта.

В ряде зарубежных стран замена неисправных агрегатов и узлов приурочивается к плановым срокам проведения ТО, а сам ремонт называется «планово-предупредительное обслуживание».

В передовых промышленно развитых странах система организации ремонтно-профилактических работ называется несколько иначе, а именно:

- система обслуживания – в Европе, США, Канаде и др.;
- система сохранения – в Японии, Южной Корее и других азиатских странах.

Задача своевременной замены неисправных агрегатов, узлов и деталей наиболее успешно решается при внедрении ТД оборудования в процессе его ТО и ремонта.

Ремонт оборудования может осуществляться собственными силами предприятий, эксплуатирующего оборудование, сторонними специализированными ремонтными предприятиями, а также специализированными подразделениями заводов-изготовителей.

Планирование ТО, текущего и капитального ремонта осуществляется на основе разрабатываемых и утверждаемых нормативов ППР (периодичности, продолжительности и трудоемкости).

Технический прогресс предъявляет новые требования к технологическому оборудованию, машинам и системам:

- это повышенная интенсивность работы, ужесточение нагрузочного и скоростного режимов работы, ускорение протекания процессов;
- увеличение разнообразия условий эксплуатации, расширение температурного диапазона работы машин;
- повышение производительности, расширение функциональных возможностей машин;
- повышение требований к точности работы машин;
- большинство современных машин, как и другие виды технических устройств с длительными сроками службы, являются восстанавливаемыми, т.е. возникшие при эксплуатации дефекты могут быть устранены методами ремонта.

Обеспечение ремонтпригодности состоит в том, чтобы установить требования к этому свойству машин и обеспечить их выполнение в процессе проектирования и производства.

Система ПТОР технологического оборудования предусматривает:

- систематическое наблюдение и периодический осмотр, позволяющие своевременно выявлять и устранять неисправности оборудования;
- ведение технического обслуживания оборудования во время его эксплуатации в установленных режимах;
- планирование и проведение технического обслуживания и ремонтов;
- применение прогрессивных методов ремонта с использованием средств механизации и передовых приемов восстановления деталей и узлов.

Техническое обслуживание (ТО) – это комплекс операций по поддержанию исправности и работоспособности оборудования при использовании по назначению и хранении; выполняется в процессе работы оборудования, в дни проведения дезинфекции эксплуатационным персоналом и дежурным персоналом ремонтной службы (рис. 2).



Рисунок 2 – Содержание работ по техническому обслуживанию оборудования

Система ПТОР технологического оборудования предусматривает следующие виды ремонта:

- текущий (Т₁; Т₂);
- капитальный (К).

Текущие ремонты оборудования осуществляются как в ремонтный период, так и в период эксплуатации оборудования для обеспечения восстановления его работоспособности состоят в восстановлении или замене отдельных деталей и сборочных единиц.

В зависимости от характера и объема работ текущие ремонты подразделяются на первый текущий (T_1) и второй текущий (T_2).

Капитальный ремонт осуществляется с целью полного восстановления или близкого к полному восстановлению ресурсов оборудования с заменой или без замены его частей.

Ремонт – комплекс мероприятий по восстановлению работоспособного состояния изделия.

Ремонтные операции (рис. 3) для оборудования включают:

- регулировку;
- замену и восстановление деталей и узлов.



Рисунок 3 – Ремонтные операции для оборудования

В целях реализации концепции системы ППР технологического оборудования разработаны рекомендации с учетом новых экономических и правовых условий в техническом плане, требования к технологическому оборудованию, машинам и системам.

Библиографический список

1. Карагодин, В.И. Ремонт машин и двигателей: учебник для студ. сред. проф. учеб. заведений / В.И. Карагодин, Н.Н. Митрохин. М.: Мастерство; Высш. шк., 2012. 306 с.
2. Теория потенциала работоспособности и ремонтного резервирования надежности стареющих технических систем: учеб. пособие / А.П. Павлов, Л.В. Дехтеринский, С.Б. Норкин, С.А. Скрипников. М.: МАДИ, 2013. 104 с.
3. Технология машиностроения, производство и ремонт подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин: учебник / под ред. В.А. Зорина. М.: Академия, 2010. 568 с.
4. Дехтеринский Л.В. Потенциал работоспособности большой системы. Проблемы создания информационных технологий. М.: Международная академия информационных технологий, 2001. С. 326–344.
5. Дехтеринский Л.В., Норкин С.Б., Павлов А.П. // Сб. науч. тр. М.: Международная академия информационных технологий, 2000. С. 87–101.
6. Зорин В.А. Основы надежности технических систем. М.: Академия, 2010. 243 с.

Михаил Андреевич Долгих

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ЭТб-212, Россия, Владивосток, e-mail: mikhail.dolgh2001@mail.ru

Научный руководитель – Сергей Владимирович Старков, канд. техн. наук, доцент

Применение спирта как альтернативного вида топлива для автомобилей

Аннотация. В последнее время в мировой прессе всё чаще публикуются сообщения об опасности и даже вредности массового перевода автомобилей на биоэтанол. Одно авторитетное мнение очень скоро оспаривается другим, не менее авторитетным. Критика настолько жёсткая, что поневоле вызывает недоумение. Как такое может быть: ведущие страны принимают энергетические стратегии, которые, если верить скептикам, совершенно бездумны и являются кратчайшим путём к масштабным экологическим и экономическим катастрофам?

Ключевые слова: топливо, спирты, этанол, ДВС.

Mikhail A. Dolgikh

Far Eastern State Technical Fisheries University, ETb-212, Russia, Vladivostok, e-mail: mikhail.dolgh2001@mail.ru

Scientific adviser – Sergey V. Starkov, PhD, Associate Professor

The use of alcohol as an alternative fuel for cars

Abstract. Recently, the world press has increasingly published reports about the danger and even harmfulness of mass conversion of cars to bioethanol. One authoritative opinion is very soon challenged by another, no less authoritative. The criticism is so harsh that it inevitably causes confusion. How can this be: leading countries adopt energy strategies that, if the skeptics are to be believed, are completely thoughtless and are the shortest route to large-scale environmental and economic disasters?

Keywords: fuel, alcohols, ethanol, ICE.

Противники сжигания этанола в двигателях внутреннего сгорания приводят убедительные доводы. Они не опровергают факта, что при использовании этилового спирта выхлоп автомобилей становится намного чище. Это действительно так. Главная же беда – в самом производстве этого вида топлива, когда в атмосферу выбрасываются огромные количества углекислого газа. А значит, вся экологическая эффективность использования спиртосодержащих смесей сводится на нет.

Этиловый спирт можно получать из любых растений с достаточным содержанием сахара и крахмала.

Картофель, ячмень, пшеница, свёкла – всё подходит. Но лучший вариант – сахарный тростник. Можно также перерабатывать различные отходы, например, древесные опилки, но пока что это экономически невыгодно. А потенциально рентабельные методы находятся в стадии разработки.

Производство этанола действительно насыщает атмосферу парниковыми газами (ещё они называются GHG – от greenhouse gas) в количествах, сопоставимых с выбросами бен-

зиновых двигателей внутреннего сгорания. Но в процессе производства и сжигания 1 л этанола из растительного сырья в атмосферу попадает ровно столько же CO_2 , сколько до этого было поглощено теми же самыми растениями в результате реакции фотосинтеза. По сути производство этилового спирта есть не что иное, как «фотосинтез наоборот», с той лишь разницей, что в одном случае требуется солнечный свет, а в другом – выделяется тепло.

Получается, биоэтанол абсолютно нейтрален в качестве источника парниковых газов. Значит, лучше от него не станет, но и хуже не будет в отличие от продуктов переработки нефти. Есть у этилового спирта и ещё одно преимущество: положительный энергетический баланс. В зависимости от вида сырья последний может колебаться от 1,24 до 8. То есть при сжигании этанола выделяется в несколько раз больше энергии, чем затрачивается при его производстве. В этом смысле спиртовое топливо на порядок превосходит бензин или дизтопливо. Только вообразите себе расходы на разведку, добычу, транспортировку, переработку нефти, и вы поймёте, что топливный баланс нефтяных продуктов значительно меньше единицы.

Сам процесс заправки этанолом не содержит в себе ничего особенного – всё так же, как и в случае с бензином. Однако сеть таких заправок сегодня ещё только развивается. Например, в США точек, где продают E85, сегодня насчитывается примерно полторы тысячи.

Но и без недостатков у $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ не обходится. При сгорании 1 л этилового спирта выделяется на 34 % меньше энергии, чем при сгорании того же объёма бензина. Выходит, что если заправлять автомобиль топливом с содержанием этанола (к примеру, широко пропагандируемой смесью с бензином E85), то расход топлива неизбежно возрастёт вплоть до этих самых 34 % – всё будет зависеть от концентрации спирта в каждом конкретном случае. Но с этой печальной картиной столкнутся лишь владельцы машин с двигателями, изначально рассчитанными на традиционный бензин и лишь затем адаптированными под спиртовое топливо.

Нельзя забывать, что октановое число этанола равно 105. Это означает, что его можно сжигать в двигателях с куда большей степенью сжатия. Так что, в принципе, двигатели, рассчитанные исключительно на новый источник энергии, должны быть уж никак не хуже нынешних бензиновых или дизельных собратьев. И в плане экономичности, и в плане мощностных характеристик. А уж про экологию и говорить не приходится! Примерно на 80 % уменьшаются выбросы углеродных соединений, а конкретно CO_2 снижаются на 30 %. Но заливать в такие машины бензин категорически нельзя – детонация мигом убьёт технологичный мотор.

Не секрет, что наиболее дешёвым способом транспортировки жидких топлив является закачка их в трубопровод. Но в случае с этанолом появляется проблема. Он гигроскопичен, т.е. впитывает из атмосферы воду и, следовательно, обладает повышенной коррозионной агрессивностью. Поэтому пока что топливный спирт перевозят автотранспортом или по железной дороге.

Спирт обладает целым рядом преимуществ по сравнению с нефтяным топливом, и только большая стоимость, малая теплопроводность, высокая гигроскопичность и повышенное содержание альдегидов препятствуют его массовому применению в качестве топлива для ДВС. А достоинства спирта следующие:

- высокие антидетонационные свойства (октановое число – более 100). Введение этанола в бензин обеспечивает повышение октанового числа. Каждые 3 % этанола в смеси с бензином обеспечивают повышение октанового числа горючего в среднем на 1 единицу. То есть спирт может быть использован в качестве высокооктановой добавки к топливу. Он повышает и детонационную стойкость горючего, так как температура самовоспламенения чистого бензина составляет 290°C , а его смеси с этанолом – 425°C ;

- процесс испарения начинается во впускном трубопроводе и заканчивается в цилиндре при ходе сжатия, обеспечивая охлаждение деталей двигателя – поршней и клапанов – и более полное наполнение цилиндров свежим зарядом (компрессорный эффект с 5-процентным увеличением мощности);

- надежное воспламенение от электрической искры при значительных изменениях состава горючей смеси (диапазон воспламеняемости по коэффициенту избытка воздуха для спирта составляет примерно 0,4...1,7);
- КПД двигателя, работающего на чистом спирте, выше, чем при использовании бензина;
- меньшая токсичность отработавших газов;
- низкая пожароопасность.

Существуют два способа применения спирта в качестве горючего для автомобильных моторов – при частичной (до 20 %) и при полной замене бензина и дизельного топлива. Высокие антидетонационные качества определяют преимущественное использование спирта в двигателях внутреннего сгорания с принудительным (искровым) зажиганием. Стандартный двигатель не нужно переделывать для работы на бензоспиртовой смеси.

На АО «АвтоВАЗ» были проведены испытания бензина АИ-95 с 10-процентным содержанием этанола на токсичность, расход топлива и обеспечение динамики автомобиля без перерегулировки двигателя. Было установлено, что добавка к бензину 10 % спирта приводит к обеднению топливовоздушной смеси и незначительно ухудшает ездовые качества машины практически на всех режимах движения. При переходе на АИ-95Э с 10-процентным содержанием этанола требуется перерегулировка карбюратора.

Согласно результатам стендовых испытаний «АвтоВАЗа» применение бензина АИ-95Э с 5-процентным содержанием спирта не приводит к ухудшению эксплуатационных характеристик автомобиля и не требует изменения исходных регулировок двигателя.

А вот для работы на чистом спирте требуется увеличение вместимости топливного бака и степени сжатия до 12–14 ед. (чтобы полностью использовать детонационную стойкость топлива) и перерегулировка карбюратора или перепрограммирование ЭБУ инжекторного двигателя. Горючую смесь необходимо немного обогатить: для сгорания 1 кг спирта требуется 9 кг воздуха, а для сгорания 1 кг бензина – 14,93 кг.

Низкое давление насыщенных паров и высокая теплота испарения спирта делают практически невозможным запуск бензиновых двигателей уже при температуре окружающей среды ниже +10 °С. Для улучшения пусковых качеств в спирт добавляют 4–6 % изопентана (C₅H₁₂) или 6–8 % диметилового эфира (CH₃-O-CH₃ или C₂H₆O), что обеспечивает нормальный пуск двигателя при температуре от –25 °С и выше. Для этой же цели спиртовые моторы оборудуют специальными пусковыми подогревателями. В случае неустойчивой работы двигателя при повышенных нагрузках (из-за плохого испарения спирта) применяется дополнительный подогрев топливной смеси с помощью, например, отработавших газов.

Адаптировать дизельный мотор для сжигания в его цилиндрах спирта гораздо сложнее. Венским техническим университетом были проведены экспериментальные исследования на 4-цилиндровом тракторном дизеле фирмы Steyr.

Ввиду того, что цетановое число этанола низкое, двигатель был дополнительно оснащен электронной системой зажигания, а головку цилиндров модернизировали для размещения свечей зажигания. Кроме того, была изменена геометрическая форма камеры сгорания в днище поршня, установлены новые топливный насос высокого давления, форсунки и топливоподкачивающий насос повышенной производительности. Исследования показали, что дизель работает на этаноле практически бездымно. По сравнению с работой на дизельном топливе выброс NO_x снижается, что является результатом уменьшения температуры вследствие повышенной теплоты испарения этанола. Выброс CO такой же, как у бензинового ДВС, выброс СН относительно высок, однако может быть радикально снижен при применении простейшего окислительного нейтрализатора. При переходе на дизельное горючее дымность и расход топлива у переоборудованного дизеля значительно выше, чем первоначально. Объемный расход у этанола почти в 2 раза больше, чем у дизельного топлива, что является следствием его более низкой теплоты сгорания, а удельный приведенный расход лишь немногим выше.

Модернизировать двигатель могут не только автопроизводители, но и специализированные фирмы. Например, в США бензиновые двигатели и дизели для работы на альтернативном топливе переоборудует фирма Jasper Engines and Transmissions. Переделываются моторы от 8-цилиндровых V-образных до рядных 6- и 4-цилиндровых. После переоборудования двигатели могут работать на метаноле, этаноле, сжатом и сжиженном природном газе, рисунок.



Характеристики рабочего процесса дизеля при работе на смеси дизтоплива с этанолом и при работе на чистом дизтопливе

Из приведенных данных хорошо видно, что введение спирта в дизельное топливо приводит к росту давления (P) в ВМТ более чем на 20 %. Резко увеличивается скорость нарастания давления, т.е. возрастает жесткость работы двигателя. Горение этанольного топлива начинается раньше. При этом момент на валу двигателя снижается. Иными словами, введение этилового спирта в дизельное топливо ухудшает его технико-экономические показатели. Однако при этом несколько улучшаются экологические показатели работы мотора. Для получения максимального эффекта от введения спирта в дизельное топливо необходимо провести регулировку двигателя.

Идея использования спирта в качестве топлива не нова. Самый богатый опыт его применения в ДВС имеет Бразилия. После мирового нефтяного кризиса 1973–1975 гг. в этой стране в начале 80-х гг. приняли программу «Топливо на основе этанола». В результате здесь до конца прошлого столетия этанол ежедневно заменял до 250 тыс. баррелей импортируемой нефти. В 90-х гг. в Бразилии этиловый спирт служил горючим более чем для 7 млн машин, а его смесь с бензином (газохол) – для еще 9 млн авто. Этанол в этой стране изготавливают из сахарного тростника, а продают через заправочную сеть, насчитывающую 25 тысяч станций.

Вторым мировым лидером по использованию этанола в автотранспорте являются США. Здесь также реализуется программа замены бензина спиртом, который получают при переработке излишков кукурузы и других зерновых культур. Чистый этанол в этой стране используется как горючее в 21 штате, а на бензоэтаноловую смесь приходится 10 % топливного рынка США.

Раньше заинтересованность в использовании более дорогого этанола (\$60 за баррель) в качестве моторного горючего за рубежом была обусловлена налоговыми льготами. В США они компенсируют продавцам убыток в случае, если те продают этанол по цене бензина. Сейчас, после скачка цен на нефть (\$40–50 за баррель), с учетом переработки сырья для получения бензина, стоимость этих видов топлива практически сравнялась. Поэтому использование спирта оказалось еще целесообразнее.

Применение спирта в качестве топлива получило поддержку и в некоторых европейских странах – в частности, Франции и Швеции. 7 ноября 2001 г. две комиссии ЕС приняли так называемые биодирективы относительно использования биотоплива в странах Евросоюза. Они предусматривают обязательное применение этого горючего как добавки к бензину в будущем.

УДК 669.295

Эдуард Сергеевич Коваль

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ЭТб-312, Россия, Владивосток, e-mail: edik_2002edik02@mail.ru

Научный руководитель – Татьяна Евгеньевна Коршунова, канд. техн. наук, доцент

Высокопрочные машиностроительные материалы на основе титана

Аннотация. Приведен анализ современных высокопрочных сплавов титана и композиционных материалов на основе титана, рассмотрены их особенности, области применения и перспективы развития.

Ключевые слова: высокопрочные материалы, титан, сплавы титана, композиционные материалы.

Eduard S. Koval

Far Eastern State Technical Fisheries University, ETb-112, Russia, Vladivostok, e-mail: edik_2002edik02@mail.ru

Scientific adviser – Tatiana E. Korshunova, PhD, Associate Professor

High-tensile engineering titanium-base materials

Abstract. In a paper the assaying of modern high-strength alloys of the titan and composite titanium-base materials is reduced, their features, an area of application and development perspective are considered.

Keywords: high-tensile materials, the titan, alloys of the titan, composite materials.

При создании современных конструкций транспортного машиностроения (авиа-, судо-, автомобилестроения) важнейшей задачей является снижение их массы при сохранении высокой прочности, решение которой заключается в разработке новых материалов. Одними из наиболее перспективных в этом отношении являются высокопрочные сплавы титана и композиционные материалы на его основе.

Титановые сплавы из всех конструкционных металлических материалов обладают наибольшим показателем удельной прочности – отношением предела прочности к плотности. При этом они достаточно пластичные, лёгкие, устойчивы к коррозии и изменениям температур, имеют высокую усталостную прочность. Сочетание высокой прочности с небольшим удельным весом (плотность титана составляет 4,5 г/см³) выгодно отличает титановые сплавы от других конструкционных материалов. Использование материалов на основе титана позволяет увеличить долговечность, надежность и, как следствие, снизить расходы на капитальный ремонт и обслуживание различных технических устройств и оборудования.

Качества, присущие титановым сплавам, определяют широкий спектр их использования в машиностроении, автомобилестроении, авиационной, ракетной и космической технике, атомной энергетике. Из титановых сплавов делают обшивку фюзеляжа для крыла сверхзвуковых самолётов, в пищевой и химической промышленности из них изготавливают фильтры, змеевики, различные ёмкости, автоклавы и трубопроводы. Многие титановые сплавы пригодны для криогенной техники, так как обладают высокой пластичностью в условиях низких температур.

Высокая коррозионная стойкость титана в морской воде в сочетании с малой плотностью и высокой прочностью делают его ценным конструкционным материалом для судостроения. Из титановых сплавов изготавливают валы, гребные винты, обшивки подводных лодок и морских судов, палубную арматуру подводных лодок.

Снижение массы автомобилей позволяет улучшить их скоростные характеристики, сократить расход топлива и количество выхлопных газов. В автомобилестроении титановые сплавы применяют в конструкциях клапанов, пружин, выхлопных систем.

Снижение массы летательных аппаратов еще более актуальная задача, чем в автомобилестроении. Применение легких, но в то же время высокопрочных сплавов титана позволяет улучшить летно-технические параметры воздушных судов, увеличить их ресурс, минимизировать размеры агрегатов.

Применение титановых сплавов в различных отраслях техники позволяет значительно повысить технико-экономические показатели выпускаемой продукции, поэтому объемы производства титана и титановых сплавов непрерывно возрастают. Например, доля использования титана в авиастроении в 2006 г. составляла всего лишь 23 %, а на сегодняшний день уже достигла приблизительно 60 %.

К стандартным отечественным высокопрочным сплавам титана с пределом прочности σ_s более 1000 МПа относятся ($\alpha + \beta$)-сплавы марок ВТ6, ВТ14, ВТ3-1, ВТ22. Их максимальная прочность достигается вследствие термической обработки, состоящей из закалки в воде с температуры 700–900 °С и последующего искусственного старения при температуре 480–550 °С с охлаждением на воздухе. Несмотря на высокую прочность, сплавы этой группы высоко пластичны при горячей обработке давлением, в отожженном состоянии при прочности $\sigma_s \geq 800$ МПа они могут подвергаться и холодной обработке. Сплавы имеют удовлетворительную свариваемость с образованием сварного шва с прочностью и пластичностью, приближенной к прочности и пластичности основного металла; обрабатываются резанием как в отожженном, так и в термически упрочненном состоянии. Их коррозионная стойкость сопоставима с коррозионной стойкостью технически чистого титана. Эти сплавы могут длительно работать при температурах до 400 °С и кратковременно – до 750 °С.

Благодаря уникальным свойствам титана создаются новые титановые сплавы с еще более улучшенными характеристиками. Одним из таких сплавов является высокопрочный гафнийсодержащий сплав на основе титана, созданный в научно-исследовательском материаловедческо-технологическом отделении АО «ВНИИНМ» (АО «Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов имени академика А. А. Бочвара»). Гафний способствует повышению термической стабильности структуры сплава, жаропрочности, жаростойкости; увеличению сопротивляемости ползучести; улучшению свариваемости; повышению механической прочности, модуля упругости, коррозионной стойкости [1].

Учеными Австрии и США созданы прочные титано-медные сплавы для 3D-печати деталей. Легирование медью позволило получить в сплавах равноосную структуру с повышенными прочностными характеристиками [2].

В РФ ведущую роль в разработке новых титановых сплавов занимает ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей» (ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей» им. акад. И.В. Горынина»). Учеными института разработана теория легирования и термопластической обработки на основе физического взаимодействия легирующих элементов в пределах альфа и псевдо-альфа твердых растворов титана, на основании которой создана целая серия специализированных высокопрочных и среднепрочных титановых сплавов для машиностроения, судостроения, атомной энергетики: ПТ-3В, ПТ-3М, ПТ-7М, 27 и др. [3]. Сплавы отличаются высокой удельной прочностью и коррозионной стойкостью, коррозионно-механической прочностью в морской воде и агрессивных средах, хладостойкостью, немагнитностью, усталостной прочностью при высоких температурах, малым коэффициентом линейного расширения, хорошей свариваемостью в одноименном сочетании и с другими титановыми сплавами; сварные соединения в широком

диапазоне толщин равнопрочны основному металлу; крупногабаритные сварные конструкции не требуют термической обработки после сварки. Применение этих сплавов для изготовления комплектующих оборудования позволяет значительно увеличить его ресурс при эксплуатации, снизить эксплуатационные расходы и общую массу машин и конструкций [4].

Из титановых сплавов, созданных в ЦНИИ КМ «Прометей», изготавливаются ответственные конструкции, работающие в морской воде, экстремальных условиях и агрессивных средах: глубоководная техника, сварные конструкции особо ответственного назначения, высоконагруженные узлы и детали оборудования (движительные комплексы, рулевые устройства, валы, подшипники), теплообменное оборудование (парогенераторы, конденсаторы), трубные системы (трубы, проходную арматуру, клапаны, задвижки, фильтры), поршневые и центробежные насосы, погружные электродвигатели и гидравлические приводы, а также системы и оборудование, работающее в условиях нейтронного облучения для малогабаритных АЭУ; морские инженерные сооружения для добычи и средств транспортировки углеводородов и других полезных ископаемых из недр океана, наземные и морские трубопроводы; детали и узлы оборудования, работающего в экстремальных условиях повышенных температур и давления. В настоящее время Россия является лидером в области создания корпусных титановых сплавов и крупногабаритных деформированных полуфабрикатов из них для глубоководных технических средств [5, 6].

В современное машиностроение все более широко внедряются композиционные материалы (композиты), области применения которых практически не ограничены. Интересны разработки высокопрочных композиционных материалов на основе титана. Титановые композиты применяются в авиации для высоконагруженных деталей самолетов (обшивки, лонжеронов, панелей) и двигателей (лопатки компрессоров и турбин), в космической технике для изготовления узлов силовых конструкций аппаратов, подвергающихся нагреву, в автомобилестроении для облегчения кузовов, рессор, рам, бамперов и в других областях. Применение титановых композитов способствует увеличению мощности двигателей, уменьшению массы машин и оборудования, повышению весовой эффективности транспортных средств [7].

Композиционные материалы выделяются своим строением. Каждый композит состоит из двух или более компонентов, располагающихся в матрице. Возможность сочетания разнородных прочных веществ в составе композиционных материалов способствует созданию новых материалов, свойства которых можно изменять и подстраивать под необходимые условия обработки и эксплуатации.

По структуре композиты делятся на несколько основных классов: волокнистые, слоистые, дисперсно-упрочненные, упрочненные частицами и нанокompозиты. Микроструктура композиционных материалов характеризуется тем, что матрицу наполняют армирующие вещества различной формы и размеров. Например, в композитах, упрочненных частицами, размер частиц составляет около 1 мкм, а содержание составляет 20–25 % (по объему), тогда как дисперсно-упрочненные композиты включают в себя от 1 до 15 % (по объему) частиц размером от 0,01 до 0,1 мкм. Размеры частиц, входящих в состав нанокompозитов – нового класса композиционных материалов – еще меньше и составляют 10–100 нм.

Сравнение механических и эксплуатационных свойств композиционных материалов на основе титановой матрицы и свойств традиционных титановых сплавов показало, что по ряду параметров композиты существенно их превосходят по жесткости, жаропрочности, износостойкости, по сопротивлению ползучести и усталостному разрушению [8].

Известны и применяются современные композиционные материалы на основе титановой матрицы, армированной волокнами металлическими, оксидными, карбидными. Это материалы систем Ti–B, Ti–W, Ti–Al₂O₃, Ti–SiC, каждый из которых имеет свои достоинства и недостатки. Существенным их недостатком является недостаточная жаропрочность.

Перспективны высокопрочные композиционные материалы на основе интерметаллидов титана (TiAl, Ti₃Al, Ti₂AlNb), которые сочетают низкую плотность, высокую жаропрочность (> 600 °C) и удельную прочность, жаростойкость, сопротивление ползучести, жесткость [8, 9].

Учеными ФГУП «ВИАМ» (Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов) проведены комплексные исследования по созданию волокнистых композиционных материалов на основе титановых матриц для высоконагруженных конструкций. Установлены закономерности между их механическими характеристиками, составом матрицы на основе титана и объемной долей наполнителя. В результате были разработаны материалы на основе интерметаллида титана с жаропрочностью до 650–700 °С (ВИТ-4, ВИТ-1, ВИТ-5), превосходящие импортные аналоги по физико-механическим показателям: $\rho \approx 4,5 \text{ г/см}^3$, $\sigma^0_{\text{сж}} \approx 1680 \text{ МПа}$, $E^{20} \approx 200 \text{ ГПа}$, $\sigma^{20}_{\text{сж}} \approx 2300 \text{ МПа}$ [10].

Проведенный анализ в области высокопрочных материалов на основе титана позволяет сделать заключение, что они довольно универсальны. Области их применения распространяются как на машиностроение, так и на судостроение, ядерную энергетику, авиационную промышленность, электроэнергетику, медицину и др. Активное внедрение высокопрочных материалов на основе титана с малым удельным весом способствует повышению прочности, снижению веса и цены изготавливаемых машин, оборудования и конструкций. Развитие научно-технического прогресса и уникальные свойства титана способствуют не только разработке новых его сплавов, но и совершенствованию уже существующих.

Библиографический список

1. Высокотемпературный гафнийсодержащий сплав на основе титана: пат. 2675063 Рос. Федерация. № 2017143916; заявл. 14.12.2017; опубл. 14.12.2018. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2675063C1_20181214 (дата обращения: 14.03.2021).

2. Созданы прочные титановые сплавы для 3D-печати. URL: <https://indicator.ru/chemistry-and-materials/prochnye-titanovye-splavy-3d-pechati-05-12-2019.htm> (дата обращения: 14.03.2021).

3. Горынин И., Орыщенко А. Титан – конструкционный материал для судостроения и атомной энергетики // Новый оборонный заказ стратегии. 2010. № 1(8). С. 10–12. URL: <https://dfnc.ru/arhiv-zhurnalov/c139-2010-1-8/titan-konstruktsionnyj-material-dlya-sudostroeniya-i-atomnoj-energetiki/> (дата обращения: 16.03.2021).

4. Леонов В.П. Научно-производственный комплекс «Титановые сплавы». URL: <http://crism-prometey.org/about/activities/titanium-alloys.aspx> (дата обращения: 16.03.2021).

5. Научно-производственный комплекс «Титановые сплавы». ЦНИИ КМ «Прометей». URL: <http://www.crism-prometey.ru/about/activities/titanovyye-splavy-60.pdf> (дата обращения: 16.03.2021).

6. Титан – материал XXI века. URL: <http://www.crism-prometey.ru/about/activities/titanium-alloys.aspx> Прометей (дата обращения: 20.03.2021).

7. Шакирова М.А., Сеитова А.Т., Ломов А. Композиционные материалы в машиностроении. URL: <http://repository.nkzu.kz/7587/1/Композиционные%20материалы%20в%20машиностроении.pdf> (дата обращения: 20.03.2021).

8. Изотова А.Ю., Гришина О.И., Шавнев А.А. Композиционные материалы на основе титана, армированные волокнами (обзор) // Тр. ВИАМ: электрон. науч.-техн. журн. 2017. № 5. URL: http://viam-works.ru/ru/articles?art_id=1103 (дата обращения: 03.04.2021).

9. Имаев В.М., Имаев Р.М., Гайсин Р.А., Назарова Т.И., Шагиев М.Р., Мулюков Р.Р. Жаропрочные интерметаллидные сплавы и композиты на основе титана: микроструктура, механические свойства и возможное применение // Materials Physics and Mechanics. 33 (2017) 80-96 Received: November 1, 2017. ФГБУ науки Институт проблем сверхпластичности металлов РАН. URL: https://mpm.spbstu.ru/userfiles/files/MPM133_09_imayev.pdf (дата обращения: 03.04.2021).

10. Высокотемпературные теплозащитные, керамические и металлокерамические композиционные материалы для авиационной техники нового поколения. URL: <http://eurasian-defence.ru/?q=node/47461> (дата обращения: 03.04.2021).

Максим Владимирович Корнейчук

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
гр. ЭТб-212, Россия, Владивосток

Научный руководитель – Сергей Владимирович Старков, канд. техн. наук, доцент

Переход от автомобилей с ДВС к электромобилям

Аннотация. В последнее время в автомобильном мире все чаще говорят об отказе машин с ДВС в пользу электромобилей. Многие автопроизводители выступают с новостями о скором прекращении производства машин с ДВС и переходе к выпуску электрокаров. Действительно ли в скором времени мы будем ездить на полностью электрических авто, или все привычные нам автомобили еще долго будут держать свое превосходство?

Ключевые слова: ДВС, электромобиль, топливо.

Maksim V. Korneichuk

Far Eastern State Technical Fisheries University, ETb-212, Russia, Vladivostok

Scientific adviser – Sergey V. Starkov, PhD, Associate Professor

Transition from vehicles with ice to electric vehicles

Abstract. Recently, in the automotive world, more and more people are talking about the refusal of cars with internal combustion engines in favor of electric vehicles. Many automakers come out with news about the imminent cessation of production of cars with internal combustion engines and the transition to the production of electric cars. Will we really be driving all-electric cars soon, or will all our usual cars keep their superiority for a longtime.

Keywords: internal combustion engine, electric vehicle, fuel.

Само собой разумеется, что многие являются фанатами двигателей внутреннего сгорания. Однако это не означает, что люди не обращают внимание на силовые агрегаты завтрашнего дня. Еще в 2012 г. мы увидели модифицированный Tesla Roadster, показанный на взлетно-посадочной полосе и удержавший свое место среди суперкаров и тюнингованных автомобилей. В то время электромобили были слишком «сырым» продуктом, но этот родстер был изменен и уничтожил все там, по крайней мере, на четверти мили. С тех пор электромобили сделали гигантский скачок в производительности и эффективности, изменив при этом многие умы. Но в то же время ни необходимые технологии, ни потребительский спрос еще не совсем «там» для электромобилей, чтобы полностью свергнуть двигатель внутреннего сгорания в качестве основного источника движения для автомобилей, тем более, что поршневые машины продолжают совершенствоваться. Конечно, электродвигатели отлично подходят для повседневной жизни и работают в электромобилях для немногих избранных, но они еще не готовы к выходу в прайм-тайм. Почему? Наука, друзья мои, наука. Нам нужно начать с концепции, называемой плотностью энергии, или какой потенциальной силой обладает вещество по сравнению с его массой.

Например, потенциал мощности одного галлона бензина эквивалентен 139 банкам изпод соды литий-ионных аккумуляторных элементов. Банки использовались, чтобы проде-

монстрировать, как литий-ионные батареи выражаются в элементах. Один галлон бензина производит в 13 раз больше энергии, и забавный факт: этот галлон бензина весит всего шесть фунтов! Один галлон бензина весит шесть фунтов, но производит 12 400 ватт-часов на килограмм (Втч/кг) по сравнению с 240 Втч/кг для литий-ионных аккумуляторных элементов. Это означает, что двигатели внутреннего сгорания имеют гораздо большую удельную мощность при том же весе. Судя по цифрам, галлон бензина производит 12 400 ватт-часов на килограмм (Втч/кг) по сравнению с 240 Втч/кг для литий-ионных батарей, что означает в 50 раз меньший вес при том же количестве энергии. Но это только одна ячейка батареи. Поскольку аккумуляторная батарея состоит из множества таких ячеек, она может быть в 100 раз тяжелее. Сравните эти 6 фунтов бензина с батареями Nissan Leaf EV первого поколения, которые весили более 600 фунтов и производили такое же количество энергии! Чистый результат? Для электромобилей требуется гораздо больше свободного объема для размещения батареи, что оставляет меньше грузового пространства. И этот факт влияет на возможность использования электрического транспорта, такого как самолеты, в то время как легковые автомобили только сейчас начинают выполнять свою задачу разумным образом благодаря современным технологиям.

Давайте начнем сравнение с исследования пройденного расстояния «на полностью заряженном аккумуляторе или баке». Как и в случае со всеми транспортными средствами, это расстояние зависит от навыков водителя, но с электромобилями, кроме того, существует зависимость от температуры окружающей среды; это влияет на их дальность пробега гораздо больше, чем автомобили с двигателями внутреннего сгорания. Общество автомобильных инженеров (SAE) опубликовало средний пробег моделей Nissan Leaf в зависимости от температуры; график представлен на рисунке.

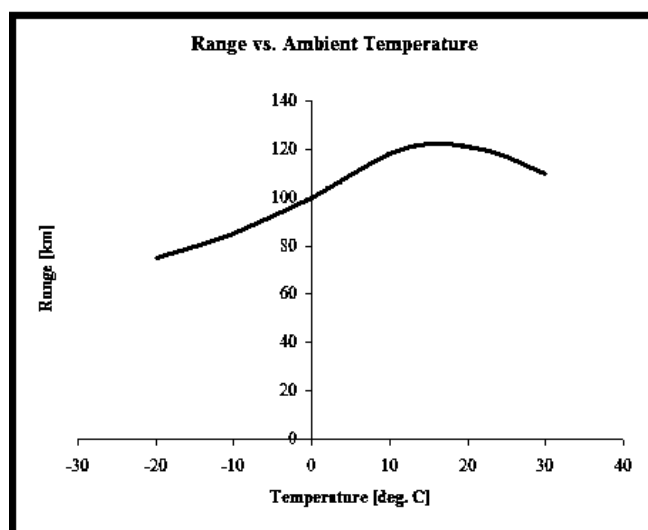


График зависимости пройденного расстояния от температуры окружающей среды

Это иллюстрирует изменчивость, которую часто упускают из виду при оценке достижимого диапазона батарей, скажем, в Приморском крае, при прочих равных условиях, только снижение температуры окружающей среды может сократить дальность пробега примерно на 45 км по сравнению с лучшими 122 км.

Агентство по охране окружающей среды США (EPA) определило в своих тестах, что обычно Nissan Leaf потребляет 19 кВтч/100 км, что составляет 0,68 мегаджоулей на километр (МДж/км). Это средний рекорд нескольких водителей. Но неясно, включает ли это число также связанные эффекты, такие как саморазряд из аккумулятора, когда он не используется, нагрев салона в холодную погоду и влияние скорости зарядки на эффективность зарядки. Эта потеря составляет 5 % при медленной зарядке и до 40 % – при быстрой. Потребление электроэнергии автомобилем должно считаться от «настенной» розетки к за-

рядному устройству, а не только от аккумулятора к двигателю и вспомогательному оборудованию. Я произвольно предполагаю, что потери составляют 20 %, которые затем меняют число до 0,85 МДж/км. Если учесть 33-процентный КПД при выработке электроэнергии из ископаемого топлива, это число возрастает до 2,5 МДж/км.

Также экологическая опасность электромобилей кроется в самом производстве аккумуляторных батарей. По расчетам ученых, предприятия, которые выпускают аккумуляторные батареи, выбрасывают в атмосферу куда больше вредных выбросов, чем автоконцерны. Выяснилось, что при производстве машин на электротяге в атмосферу также выходит в два раза больше парниковых газов, что, как оказалось, связано с повышенным энергопотреблением ввиду технологических причин. По расчётам исследователей, только на производство одного электромобиля расходуется энергия, эквивалентная сжиганию 10 тыс. л бензина, а такой объём достаточен для поездок обычной машины среднего класса на весь период её эксплуатации. Основная доля энергозатрат и токсических выбросов приходится на выпуск аккумуляторов. Даже на этапе производства электромобилей риски экологических последствий в районах размещения заводов, таких, как кислотные дожди и сокращение биоресурсов, гораздо выше, чем для обычных автостроительных предприятий, отмечают учёные. Аккумуляторные батареи несут в себе большое количество токсичных элементов, это связано с их большим весом и самим составом. В состав батарей входят высокотоксичные компоненты, в том числе литий, опасные соединения никеля, меди и алюминия, кобальта. Такие яды гораздо опаснее, чем выхлопные газы. Ввиду ограниченного срока службы аккумуляторов – до пяти лет – острой становится проблема их утилизации. Данная процедура сложна и трудоёмка, крайне дорога, т.е. угроза нарушений технологии утилизации на фоне масштабного производства электромобилей неизбежна. Даже при соблюдении норм колоссальные объёмы работ при утилизации чреваты рисками загрязнения окружающей среды. Переработка аккумуляторов – это и очень энергозатратный процесс. Для извлечения металлов из батарей требуется почти в десять раз больше энергии, чем при их производстве, что закономерно вызовет наращивание объёмов выбросов на ТЭС. А это в свою очередь спровоцирует только большее загрязнение окружающей среды.

В силу дороговизны и несовершенства производства электромобилей единственным их преимуществом перед обычными машинами является отсутствие загрязняющих выхлопов. Если после их длительной эксплуатации окажется, что они наносят больший вред окружающей среде, нежели стандартные машины с ДВС, то о их производстве можно будет забыть. Тогда человечеству придется искать другие способы уменьшения выбросов для личного транспорта.

УДК 656:6

Полина Андреевна Кочанова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. УТб-312, Россия, Владивосток, e-mail: Kochanova.Polina.0111@mail.ru

Вероника Эдуардовна Архангельская

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. УТб-312, Россия, Владивосток, e-mail: veronichkayo@mail.ru

Научный руководитель – Светлана Сергеевна Валькова, ст. преподаватель

Роль тары и упаковки в логистике складирования

Аннотация. Рассмотрена работа складского комплекса, его функции, классификация тары и упаковки. Определена роль упаковки и тары в логистике складирования.

Ключевые слова: логистика, склад, тара, упаковка, складирование, функции.

Polina A. Kochanova

Far Eastern State Technical Fisheries University, UTb-312, Russia, Vladivostok, e-mail: Kochanova.Polina.0111@mail.ru

Veronika E. Arkhangelskaya

Far Eastern State Technical Fisheries University, UTb-312, Russia, Vladivostok, e-mail: veronichkayo@mail.ru

Scientific adviser – Svetlana S. Valkova, Senior Lecturer

The role of containers and packaging in warehousing logistics

Abstract. The article discusses the work of the warehouse complex, its functions, the classification of containers and packaging. The role of packaging and containers in warehousing logistics has been determined.

Keywords: logistics, warehouse, container, packaging, warehousing, functions.

Складские системы способствуют преобразованию материальных потоков, изменяя параметры принимаемых и выпускаемых партий грузов. Таким образом, цель создания и функционирования складских систем в том, чтобы принимать с транспорта грузопоток, перерабатывать и выдавать его, возможно, уже с другими параметрами. Кроме того, данные операции должны быть выполнены с минимальными логистическими затратами с целью организации эффективной системы складирования [1].

Логистика складирования – это комплекс взаимосвязанных функций, реализуемых в процессе переработки материального потока на территории складского хозяйства [2].

При работе склада реализуются следующие функции.

1) концентрация и хранение запасов, обеспечивающие осуществление непрерывного производства или снабжения при ограничении, связанном с источниками ресурсов и колебаниями потребительского спроса;

2) консолидация грузов подразумевает объединение грузов в более крупную смешанную партию отправки потребителям, территориально расположенным в одном районе сбыта;

3) разукрупнение грузов – сортировка груза на более мелкие партии, предназначенные нескольким заказчикам;

4) управление ассортиментным составом – это накопление и формирование ассортимента продукции в ожидании заказов потребителей с последующей их сортировкой в соответствии с заказами;

5) комплектация партии груза подразумевает пересортировку грузов, полученных от поставщиков, и их объединение в партии отправки потребителям;

6) предоставление услуг, а именно:

- материальных (внутрискладская переработка, маркировка, фасовка, упаковка и т.д.);

- организационно-коммерческих (заключение договоров с транспортными агентствами, подготовка и доставка товаросопроводительных документов, информирование о кредитовании, предоставление займы хранимых товаров, реализация излишних материальных ценностей путем перераспределения или на комиссионных началах и т.п.);

- складских (прием на временное хранение материальных ценностей, сортировка, сдача в аренду складских площадей и др.);

- транспортно-эксплуатационных (доставка товара конечным потребителям и предоставление экспедиторских услуг с осуществлением разгрузки);

7) организация перевалки грузов (кросс-докинг) [3].

Перемещение большинства товаров из складских помещений в сферу потребления возможно без упаковки.

Основным элементом упаковки является тара.

Непременным условием рациональной организации работ на складе является наличие разновидностей транспортно-складской тары, а также складского оборудования для размещения и перемещения грузов и товарной продукции.

Согласно ГОСТ 17527-86 «Упаковка. Термины и определения» под упаковкой понимается средство или комплекс средств, обеспечивающих защиту продукции от повреждений и потерь, окружающей среды, загрязнений, а также обеспечивающих процесс обращения [4].

Тара – это основной элемент упаковки, представляющий собой изделие для размещения продукции. При этом важно обеспечить полную сохранность количества, качества и товарного вида продукции на всем пути ее следования. С целью защиты продукции от механических, климатических, биологических и других воздействий и обеспечения ее качественной сохранности при транспортировании и хранении применяют различные виды тары и упаковки.

Тара характеризуется многообразием видов, типов конструкций, разнообразием применяемых для ее изготовления материалов и широтой сфер применения. Это обуславливает ее классификацию. Все многообразие тары по своему функциональному назначению подразделяется на транспортную и потребительскую (упаковку) [5].

По применяемым материалам тара бывает:

- деревянная;

- картонная;

- бумажная;

- металлическая;

- полимерная;

- тканевая;

- стеклянная;

- из комбинированных материалов.

По размерам тару различают:

- крупногабаритную;

- малогабаритную.

К крупногабаритной относится транспортная тара, размеры которой превышают 1200 x 1000 x 1200 мм.

В зависимости от кратности использования различают тару:

- разовую (предназначена для однократного использования при поставках продукции);

- возвратную (бывшая в употреблении и используемая повторно);

- многооборотную (предназначена для многократного ее использования при поставках продукции).

По степени жесткости конструкции, т.е. по способности к сопротивлению внешним воздействиям и сохранению своей первоначальной формы, тару различают:

- жесткую (не меняет своих форм и размеров при заполнении продукцией и при транспортировании и хранении продукции способна выдерживать внешние воздействия);
- мягкую (форма мягкой тары существенно меняется при заполнении ее продукцией);
- полужесткую (менее устойчива к внешним воздействиям, но при незначительной деформации после заполнения товаром сохраняет в основе свою первоначальную форму).

По конструктивному исполнению тару подразделяют:

- на неразборную;
- разборную;
- разборно-складную.

В зависимости от наличия крышки или другого укупорочного средства тара бывает закрытая и открытая.

По герметичности тара разделяется на герметичную и негерметичную. Разновидностями герметичной тары являются пыле-, свето-, жиро-, газо- и паронепроницаемая.

Исходя из специфики функционального назначения и особенностей конструктивных исполнений, тару различают:

- изотермическую – это тара, внутри которой сохраняется заданная температура в течение определенного времени;
- изобарическую – это герметичная тара, внутри которой сохраняется заданное давление;
- аэрозольную – это изобарическая тара с распылительным клапаном, придающим продукции при ее потреблении аэрозольное состояние.

По принадлежности и условиям использования тару делят:

- на производственную;
- инвентарную;
- складскую.

Производственная тара предназначена для хранения, перемещения и складирования сырья, заготовок, деталей, сборочных единиц, готовой продукции, а также отходов в производстве.

Инвентарная тара – это многооборотная тара, принадлежащая конкретному предприятию и подлежащая возврату данному предприятию.

Складская тара представляет собой разновидность транспортной тары, используемой для приемки, хранения и комплектации продукции в складских условиях.

Тару, обеспечивающую защиту упакованной продукции от воздействия радиоактивных и отравляющих веществ, а также бактериальных (биологических) средств называют защитной.

В зависимости от сферы применения различают универсальную и специализированную тару.

Универсальную используют для упаковывания, транспортирования и хранения различных видов продукции. Специализированную – для одной какой-либо определенной продукции или для определенных условий эксплуатации [6].

Роль упаковки и тары в логистике складирования определяется функциями, которые они выполняют. Эти функции сводятся к следующим:

- а) предохранение товара от вредного воздействия внешней среды, а также внешней среды от вредного воздействия товара;
- б) защита товара от влияния других товаров;
- в) обеспечение условий для сохранности количества и качества товаров на всем пути их движения из сферы производства в сферу потребления;
- г) придание товарам и другим грузам необходимой мобильности и создание условий для механизации трудоемких операций и более эффективного использования складских и торговых площадей;

д) создание более благоприятных условий для приемки товаров по количеству и качеству и удобств для количественного их учета;

е) выполнение роли носителя коммерческой информации и торговой рекламы;

ж) использование тары не только как средства для размещения товара, его транспортирования и хранения, но и как средства для выкладки и продажи товаров в торговом зале магазина (тара-оборудование).

Из всех функций тары и упаковки можно выделить три основные группы функций:

- защитная;

- обеспечение удобства транспортировки и грузопереработки;

- информационная [5].

Все техническое разнообразие складов во многом определяется используемой грузоединицей и той тарой или упаковкой, в которой она складывается. От этого зависят определение способа складирования, выбор необходимого оборудования, подъемно-транспортных механизмов и расчет их параметров, определение необходимых площадей, типа помещения, организации процесса разгрузки/выгрузки, размещения, хранения, поиска и др.

Тара влияет на уровень издержек всей логистической деятельности. Контроль за состоянием запасов во многом определяется точностью идентификации грузов, а идентификационную маркировку несет в себе упаковка. Скорость, точность и эффективность подбора заказов тоже зависит от надежности идентификации упаковок, их формы и габаритов, а также от пригодности их к грузопереработке. Расходы на транспортировку и хранение прямо зависят от качества тары. Тара должна быть прочной, удобной, информационно насыщенной и соответствовать экологическим стандартам. Наличие всех этих свойств повышает потребительские качества продуктов и, соответственно, уровень логистического сервиса [7].

Основную роль в логистике складирования играют такие виды тары, как паллеты и контейнеры. Паллетом (поддоном) называется горизонтальная площадка минимальной высоты, соответствующая способу погрузки с помощью вилочной тележки или вилочного погрузчика и других технических средств, используемая в качестве основания для сбора, складирования, перегрузки, транспортировки грузов.

Основной целью использования паллетов в логистике является создание оптимальных грузовых единиц, располагаемых на стандартном по размеру паллете или транспортном ряде паллетов. Для этого существует европейский стандарт базового модуля 600 x 400 мм, в соответствии с которым строится целая серия возможных паллетов с унифицированными размерами.

Наряду с паллетом важная роль в логистическом управлении принадлежит контейнеру. Контейнер – единица транспортного оборудования многократного применения для перевозки и временного хранения грузов. Он является съемным органом (кузовом) транспортных средств (автомобилей, вагонов, судов, самолетов и др.), приспособленным для механизированной погрузки, выгрузки и перегрузки с одного вида транспорта на другой. Размеры и емкость контейнеров соответствуют грузоподъемности и габаритам транспортных средств [6].

Обобщая все вышеизложенное, хотелось бы добавить пару слов о значении применения тары в процессе транспортировки и складирования грузов. С точки зрения функций тара может быть средством или выступать как комплекс средств, которые должны обеспечивать защиту груза и беречь его от потерь при транспортировке, складировании, укладке, перевалке и других операциях. Важно отметить логистические функции тары, именно они, как правило, определяют результативность манипуляционных, транспортных, складских и других мероприятий, которые в свою очередь определяют пригодность упакованного товара к механизации и автоматизации процессов. Уничтожение или повреждение товара может быть причиной возникновения убытков по цене, не сопоставимой со стоимостью упаковывания. Поэтому тара должна иметь стандартный размер, что облегчает в дальней-

шем складирование и формирование грузовых мест. Снижению логистических расходов, повышению бесперебойности и надежности логистических процессов на складе должно способствовать развитие видов размещения грузов и совершенствование логистических функций транспортно-складской тары.

Библиографический список

1. Ермошина Н.П. Логистика: учеб. пособие. Электрон. текстовые данные. Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), ЭБС АСВ, 2016. 81 с. 978-5-7795-0773-8.
2. Гаджинский А.М. Современный склад. Организация, технологии, управление и логистика: учеб.-практ. пособие. М.: ТК Велби; Проспект, 2005. 176 с.
3. Аксёнов А.А. Технология перевозки грузов: учеб. пособие. Электрон. текстовые данные. М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2014. 226 с. 2227-8397.
4. ГОСТ 17527-86. Упаковка. Термины и определения. М.: Изд-во стандартов.
5. Миротин Л.Б. Логистика: обслуживание потребителей. М.: Инфра-М, 2002. 192 с.
6. Тара и упаковка / под ред. Э.Г. Розанцева. М.: МГУПБ, 1999.
7. Леншин И.А., Смоляков Ю.И. Логистика: учеб. пособие для вузов: в 2 ч. М., 1996.

УДК 656:6

Валерия Игоревна Кочегарова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. УТб-312, Россия, Владивосток, e-mail: liovidaf@gmail.com

Эльвира Николаевна Мамыкина

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. УТб-312, Россия, Владивосток, e-mail: mamykina.vira@gmail.com

Научный руководитель – Светлана Сергеевна Валькова, ст. преподаватель

Проблемы перевозки опасных грузов на морском транспорте

Аннотация. Рассматриваются понятие и классификация опасных грузов, дается их характеристика, а также рассмотрены проблемы перевозки опасных грузов морем и пути их решения.

Ключевые слова: опасные грузы, перевозка опасных грузов, морской транспорт, нормативно-правовые акты.

Valeria I. Kochegarova

Far Eastern State Technical Fisheries University, UTb-312, Russia, Vladivostok, e-mail: liovidaf@gmail.com

Elvira N. Mamykina

Far Eastern State Technical Fisheries University, UTb-312, Russia, Vladivostok, e-mail: mamykina.vira@gmail.com

Scientific adviser – Svetlana S. Valkova, Senior Lecturer

Problems of the transport of dangerous goods by sea

Abstract. The article discusses the concept and classification of dangerous goods, gives their characteristics, and also considers the problems of transportation of dangerous goods by sea and ways to solve them.

Keywords: dangerous goods, transportation of dangerous goods, sea transport, regulations.

Когда нужно отправить груз на дальнейшее расстояние, выгоднее переправить его по воде. Это касается и перевозки опасных грузов – веществ, материалов и изделий, обладающих свойствами, проявление которых в транспортном процессе может привести к гибели, травмированию, отравлению, облучению и заболеванию людей и животных, а также к взрыву, пожару и повреждению сооружений и транспортных средств, и соответствующими классификационным показателям и критериям [1].

По степени и характеру опасности выделяется 9 классов, требующих особых условий транспортировки грузов:

1. Взрывчатые вещества и предметы, способные спровоцировать взрыв (боеприпасы, детонаторы и т. д.).
2. Сжатые, сжиженные либо растворённые под давлением газы.

3. Жидкости и смеси жидкостей, которые легко воспламеняются.
4. Вещества, которые в процессе транспортировки могут загореться (в результате нагрева, трения, химических реакций).
5. Выделяющие кислород вещества, которые могут легко воспламениться (взорваться) при смешении с другими веществами.
6. Вещества, которые способны послужить источником заражения для людей или животных.
7. Радиоактивные вещества и изделия из них.
8. Едкие вещества, способные вызвать повреждение кожи либо слизистых оболочек, отравление человека либо коррозии транспорта и оборудования.
9. Другие вещества, обладающие опасными свойствами [2].

Особенности транспортировки опасных грузов морем

Используемый транспорт	Специализированные суда (танкеры, химовозы, газовозы), либо обычные грузовые суда (если они дают возможность перевозить опасный груз)
Упаковка	Особенности упаковки определяются классом опасности и химическим состоянием перевозимых веществ. Упаковка должна гарантировать сохранность груза, безопасность его перевозки и предотвращать негативное воздействие на окружающую среду
Маркировка	Если перевозятся любые опасные грузы, то детальная маркировка с указанием полного технического наименования продукции и свойств транспортируемых веществ. Опознавательные знаки на упаковке опасных грузов должны сохраняться, даже если груз будет находиться в морской воде в течение нескольких месяцев
Тара	При перевозке пустых емкостей и сосудов, в которых ранее хранились опасные вещества, должна перевозиться с теми же предосторожностями, что и сами опасные вещества (если тара не прошла соответствующей обработки)

Источник: Особенности перевозки опасных грузов водным транспортом

Информационная табличка для перевозки опасного груза



Требования к маркировке опасных грузов

Основные регламентирующие документы при перевозке опасных грузов морским транспортом являются:

- Международный кодекс морской перевозки опасных грузов (МК МПОГ);
- Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов (МАРПОЛ 73/78);
- Международная конвенция по охране человеческой жизни на море (СОЛАС-74);
- нормативные акты отдельно взятых государств.

На основании нормативно-правовых актов федерального уровня разработаны и утверждены правила и инструкции по обработке опасных грузов, где четко регламентированы все процедуры контроля, безопасной транспортировки при мультимодальных перевозках грузов, хранения и перевалки в морских портах. По российским законам к транспортировке опасных грузов допускаются суда, имеющие документы в соответствии с Правилами морской перевозки опасных грузов (Правила МОПОГ) [3].

Спектр проблемных вопросов в части транспортировки опасных грузов чрезвычайно широк, поэтому в фокусе внимания оказались наиболее значимые: несовершенство нормативно-правовой основы; отсутствие очевидных шагов в реализации законодательства о лицензировании и техническом регулировании; необходимость разработки и ввода в действие регламента эксплуатации и обслуживания подвижного состава, участвующего в перевозках опасных грузов; гармонизация требований в области их безопасной перевозки с международными стандартами; необходимость единой и эффективной системы профессиональной подготовки, квалификационного отбора и аттестации персонала.

Согласно данным ООН доля опасных грузов в мировом грузообороте постоянно растет и в настоящее время достигает почти половины его.

По итогам минувшего года наметилась отрицательная тенденция: темпы роста количества инцидентов опережают рост объемов перевозок (объемы увеличились на 3,8 %, а число случаев нарушений безопасности при перевозке опасных грузов – на 9,7).

Следует особо подчеркнуть, что пути транспортировки, места погрузки, выгрузки, хранения и переработки опасных грузов практически всегда проходят через населенные пункты, промышленные и экономические центры страны, в непосредственной близости от стратегически значимых объектов [4].

Для того чтобы правильно организовать перевозку опасного груза, необходимо владеть правовой информацией, постоянно следить за ее обновлением, соблюдать правила по перевозке конкретного груза, оборудовать подвижной состав под перевозку опасного груза, обучать водителей в специализированных комбинатах, соблюдать требования по маркировке груза, оформлению документов и многое другое. Далеко не каждая компания готова взять на себя ответственность и правильно организовать перевозку опасного груза. Ведь при малейшем отступлении от правил компания несет материальную ответственность в виде больших штрафов в лучшем случае, но гораздо хуже, когда неправильная перевозка опасных грузов может послужить причиной взрыва, пожара, повреждения транспортных средств, зданий, сооружений, других грузов и материальных ценностей, а также привести к увечью, отравлению, ожогам, облучению радиацией или смерти людей или животных [5].

Организация перевозок опасных грузов и грузов повышенной опасности – это сложная и специфическая работа, которую лучше доверять профессионалам. Широкий, постоянно меняющийся ассортимент опасных грузов, а также большие объемные и весовые показатели их перевозок во внутреннем и международном сообщении являются специфическим видом перевозок на автомобильном транспорте. Наряду с непрерывным совершенствованием всех звеньев технологического процесса в центре внимания специалистов морского транспорта остаются вопросы безопасности движения и предотвращения аварий с опасными грузами.

Библиографический список

1. Правила морской перевозки опасных грузов (Правила МОПОГ) [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru> (дата обращения: 11.04.2021).
2. Правила и тонкости перевозки опасных грузов морским транспортом [Электронный ресурс]. URL: <https://econom-trans.ru> (дата обращения: 11.04.2021).
3. Таможенное оформление – Опасные грузы [Электронный ресурс]. URL: <https://www.import40.ru> (дата обращения: 11.04.2021).
4. Транспортировка опасных грузов: важные аспекты проблемы [Электронный ресурс]. URL: <http://www.eav.ru> (дата обращения: 11.04.2021).
5. Безопасность транспортирования опасных веществ. М., 2012. 57 с.

Екатерина Романовна Кошель

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. УТб-312, Россия, Владивосток, e-mail: katienska.koshiel@mail.ru

Светлана Викторовна Зубарева

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. УТб-312, Россия, Владивосток, e-mail: zubareva_svetochka00@mail.ru

Научный руководитель – Светлана Сергеевна Валькова, ст. преподаватель

Особенности и динамика развития контейнерных перевозок

Аннотация. Рассматриваются особенности и динамика развития российского рынка контейнерных перевозок грузов за последние годы. Оцениваются перспективы развития контейнеризации.

Ключевые слова: контейнерные перевозки, транспортировка груза, контейнер, контейнерооборот.

Ekaterina R. Koshel

Far Eastern State Technical Fisheries University, UTb-312, Russia, Vladivostok, e-mail: katienska.koshiel@mail.ru

Svetlana V. Zubareva

Far Eastern State Technical Fisheries University, UTb-312, Russia, Vladivostok, e-mail: zubareva_svetochka00@mail.ru.

Scientific adviser – Svetlana S. Valkova, Senior Lecturer

Features and dynamics of container transport development

Abstract. The article discusses the features and dynamics of the development of the Russian market of container cargo transportation in recent years. The prospects for the development of containerization are evaluated.

Keywords: container transportation, cargo transportation, container, container turnover.

Контейнерные перевозки грузов пользуются большой популярностью в любой точке страны. Данный способ перевозки товаров – один из современных и безопасных способов доставки во всём мире.

Контейнерные перевозки (контейнеризация) – это способ транспортировки грузов с использованием грузовых контейнеров, который обеспечивает бесперегрузочную доставку грузов от склада грузоотправителя до склада грузополучателя, рис. 1.

Основной особенностью перевозок грузов в контейнерах является использование мультимодальных логистических схем. Это подразумевает возможность доставки любыми видами транспорта – водным и авиа-, железнодорожным и автомобильным.



Рисунок 1 – Контейнерные перевозки разными видами транспорта

На сегодняшний день люди, которые постоянно занимаются вопросами транспортировки грузов, отдают предпочтение именно контейнерным перевозкам. В чем же заключаются преимущества этого вида доставки грузов?

К ним можно отнести:

1. Низкая стоимость. Отсутствие промежуточных погрузо-разгрузочных работ позволяет существенно экономить.

2. Возможность контроля. Благодаря современным системам слежения можно контролировать перемещение товара. Это упрощает планирование и позволяет регулировать работу при задержках.

3. Универсальность тары. Контейнеры имеют стандартные параметры, поэтому они могут транспортироваться службами разных стран. В них перевозится практически любой груз, разного объёма и габаритов. Эти модули можно использовать многократно.

4. Надежность. Контейнеры имеют прочную конструкцию, которая защищает груз от воздействия окружающей среды.

5. Автоматизация работ. Применение специальной техники для погрузочно-разгрузочных работ ускоряет процессы и сокращает затраты на услуги работников [1].

Помимо преимуществ, контейнерные перевозки имеют ряд недостатков. Главным минусом является низкая скорость доставки. Особенно трудно обеспечить соблюдение сроков, если речь идет о морских перевозках, успешность которых напрямую зависит от погодных условий. Ещё одним недостатком является оплата аренды контейнера в оба конца. Окупаемость данного вида перевозок может быть значительно выше, если есть возможность отправить контейнер обратно, наполнив его товаром [1].

Популярность контейнеризации с каждым годом растёт, но COVID-19 оказал огромное влияние на контейнерные перевозки во всем мире. Исключением не стала и Россия. На сегодняшний день можно увидеть, как контейнерооборот изменился в условиях пандемии.

Исходя из данных первого квартала 2021 г. оборот контейнеров в России составил 843,2 тыс. TEU, что на 0,6 % меньше прошлого года. А именно: транзитная перевалка контейнеров выросла на 39,2 %, до 23,04 тыс. TEU; перевалка импортных контейнеров сократилась на 0,8 %, до 359,46 тыс.; экспортных контейнеров перевалено на 1,9 % больше (352,19 тыс. TEU); каботаж сократился на 12,6 %, до 108,51 тыс. TEU; перевалка рефрижераторных контейнеров увеличилась на 4,2 % (88,57 тыс. TEU) (рис. 2).

Порты Балтийского бассейна сократили перевалку контейнеров на 4,8 %, до 387,41 тыс. TEU, в том числе спад перевалки контейнеров ЗАО «Контейнерный терминал Санкт-Петербург» (Большой порт Санкт-Петербург) составил 19,6 %, до 94 тыс. TEU. Оборот Азово-Черноморского бассейна увеличился на 9,8 %, до 153,16 тыс. TEU, Каспийского – на 86,6 %. А в Арктическом бассейне зафиксировался спад на 4,6 %, до 23,55 тыс. TEU [2].

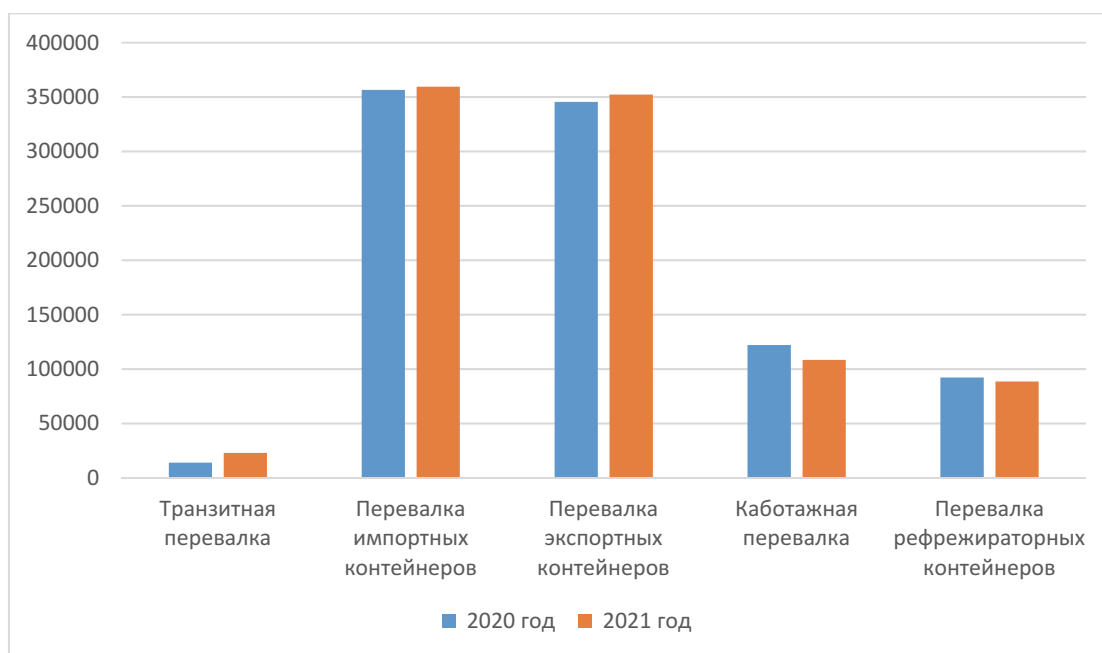


Рисунок 2 – Изменение контейнерооборота в России

Как сообщает Ассоциация морских торговых портов РФ, контейнерооборот в Дальневосточном бассейне за первый квартал 2021 г. составил 278,57 тыс. TEU, что превышает показатель прошлого года на 0,5 %. Перевалка каботажных контейнеров портами бассейна сократилась на 14,6 %, до 84,99 тыс. TEU, транзитных – на 41,9 %, до 9,38 тыс. TEU. Перевалка импортных контейнеров выросла на 27,4 % год к году и составила 104,6 тыс. TEU, экспортных – на 0,4 %, до 79,61 тыс. TEU [3].

В частности, в порту Владивосток отметили рост перевалки контейнеров, который составил 8,5 %, (167,84 тыс. TEU). Контейнерооборот ПАО «Владивостокский морской торговый порт» вырос на 15,1 % и достиг 109,94 тыс. TEU. Это стало возможным благодаря регулярному обновлению парка техники порта (за последние пять лет он обновился на 80 единиц). Только в прошлом году были введены в работу 4 портальных крана «Витязь» грузоподъемностью 63 т и гигант Liebherr на 124 т. В этом году ВМТП планирует сосредоточиться на обновлении парка внутривортовой механизации. На данный момент уже закуплены два ричстакера, в планах еще два, а также 10 вилочных погрузчиков, тягачи и другие виды техники [4].

В Приморском крае наблюдается рост объемов контейнерных перевозок в порту. На это, в первую очередь, повлиял внешнеторговый трафик, а также контейнеризация отправок местных грузов. Основные тенденции развития контейнерных перевозок грузов в Приморском крае показаны в таблице.

Тенденции развития контейнерных перевозок грузов Приморского края [5]

Наименование тенденции	Содержание тенденции
Рост экспорта продукции в Китай	В основном продукты питания экспортируются в Китай. Данная тенденция связана с ослаблением курса российского рубля
Рост «сквозного» сервиса в сегменте контейнерных операторов	Организация всех этапов перевозки грузов российским грузополучателям из-за рубежа осуществляется одним оператором
Рост стоимости фрахта	На формирование ставок влияет изменение объема грузоперевозок, которое происходит из-за валютных колебаний и запретных санкций
Увеличение объема перевозимых лесных грузов	Контейнеризация в Приморском крае все больше сосредотачивается на лесных грузах. Ключевым рынком сбыта является Япония, но география продаж расширяется

В качестве основных перспектив развития контейнерных перевозок можно назвать: развитие транспортно-логистической инфраструктуры, расширение трансграничной торговли и включение Приморского края в глобальные транспортные маршруты, строительство мультимодальных производственно-логистических комплексов, строительство нового морского контейнерного терминала, создание транспорта будущего для перевозки грузов в контейнерах.

Таким образом, в России контейнеризация за последние годы набирает темпы в развитии. Популярность контейнерных перевозок обусловлена удобством, стандартностью и мобильностью контейнеров.

Библиографический список

1. Виртуальная таможня. Таможенно-логистический портал [Электронный ресурс]. URL:http://vch.ru/event/view.html?alias=preimuschestva_i_nedostatki_konteinernoj_perevozki_gruzov (дата обращения: 04.04.2021).
2. Контейнерооборот портов России [Электронный ресурс]. URL: <http://infranews.ru/logistika/more/57745-kontejnerooborot-portov-rossii-za-2-mesyaca-2021-goda-sokratilsya-na-06/> (дата обращения: 04.04.2021).
3. Контейнерооборот портов Дальневосточного бассейна [Электронный ресурс]. URL: <http://infranews.ru/logistika/more/57767-kontejnerooborot-portov-dalnevostochnogo-bassejna-za-2-mesyaca-vyros-na-05/> (дата обращения: 05.04.2021).
4. Контейнерооборот ВМТП [Электронный ресурс]. URL: <http://infranews.ru/novosti/porty/57773-vmtp-v-yanvare-fevrale-velichil-perevalku-kontejnerov-na-15/>
5. Алпеева, О.Г. Современное состояние и проблемы развития контейнерных перевозок в России / О.Г. Алпеева, А.Е. Розбах // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2016. № 5. С. 182–185.

УДК 629.3.083.5.

Константин Андреевич Ржавин

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ЭТб- 212, Россия, Владивосток, e-mail: rzhavin.kot@mail.ru

Научный руководитель – Александр Игоревич Скадынь, канд. техн. наук, доцент

Совершенствование сервисного обслуживания оборудования отрасли

Аннотация. Совершенствование сервисного обслуживания оборудования отрасли заключается во внедрении процесса ТОРО. В качестве основных направлений совершенствования сервисного обслуживания оборудования отрасли и процесса ТОРО – это приоритезация оборудования с учетом оценки рисков негативного воздействия от неисправности; определение алгоритмов планирования ремонтов и устранения отказов в зависимости от определенных приоритетов по оборудованию, синхронизация проактивной (плановой) и реактивной (срочной) деятельности по процессу, ремонтов с закупками запасных частей и комплектующих, а также с производством, контроллингом существующих процессов ТОРО.

Ключевые слова: сервис, отрасль, процесс, обслуживание, ремонт, отказ, оборудование, принцип, техническое обслуживание, технология.

Konstantin A. Rzhavin

Far Eastern State Technical Fisheries University, ETb-212, Russia, Vladivostok, e-mail: rzhavin.kot@mail.ru

Scientific adviser –Alexander I. Skadyn, PhD, Associate Professor

Improving the maintenance of equipment in the industry

Abstract. Improving the maintenance of equipment in the industry is the implementation of the TORO process. The main directions for improving the service maintenance of equipment in the industry and the TORO process are the prioritization of equipment taking into account the assessment of the risks of negative impact from a malfunction; * determination of algorithms for planning repairs and eliminating failures depending on certain priorities for equipment, synchronization of proactive (planned) and reactive (urgent) process activities, repairs with the purchase of spare parts and components, as well as with production, controlling existing TORO processes.

Keywords: service, industry, process, maintenance, repair, failure, equipment, principle, maintenance, technology.

Совершенствование сервисного обслуживания оборудования отрасли. Задачи службы сервисного обслуживания оборудования заключаются в постоянном поддержании высокой технической готовности оборудования отрасли, подвижного состава, обеспечении его работоспособности в течение установленных сроков наработки.

Для выполнения поставленных задач необходимо:

- широко использовать средства технической диагностики;
- максимально механизировать производственные участки и цеха технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей;

- оснащать подъемно-транспортными механизмами и контрольно-регулирующими приборами;
- совершенствовать технологию технического обслуживания и ремонта оборудования (ТОРО);
- управление производством;
- создавать требуемые производственно-бытовые и санитарно-гигиенические условия труда ремонтных рабочих.

Проведение вышеперечисленных и других технических и организационных мероприятий способствует повышению производительности труда при проведении ТО и выполнении ремонта оборудования отрасли, подвижного состава, обеспечение сокращения трудовых и материальных затрат.

Важным фактом в экономии средств на содержание и сервисное обслуживание оборудования является уменьшение издержек на ремонт и техническое обслуживание оборудования.

Чтобы снизить эти издержки при достаточно высоком качестве ремонтных работ, необходимо решить две задачи:

- во-первых, организовать эффективное диагностирование оборудования, автомобилей с тем, чтобы знать фактическое состояние оборудования, агрегатов и проводить ремонты там, где это действительно необходимо;
- во-вторых, наладить восстановление изношенных деталей собственными силами, так как это дешевле, чем покупать эти детали в виде запчастей.

В целях совершенствования сервисного обслуживания оборудования отрасли необходимо внедрять процесс ТОРО, который можно назвать одним из основных **технического обслуживания и ремонта оборудования (ТОРО)**.

Можно выделить четыре ключевых принципа организации процесса ТОРО:

- проактивный подход (плановый ремонт по календарю), подразумевает приоритетность техобслуживания и ремонтов для критичного оборудования;
- комбинированный подход к обслуживанию оборудования;
- причинно-следственный анализ на основании поломок или отказов;
- ремонт оборудования и обслуживание по факту отказа или поломки.

Совершенствование процессов сервисного технического обслуживания и ремонта оборудования (ТОРО):

- минимизировать затраты на техническое обслуживание и ремонт оборудования;
- максимально повысить коэффициент готовности оборудования и его показатели работы.

Затраты на ТОРО сокращаются путем сведения к минимуму потерь времени (человеко-часы) и материальных ресурсов. Потери часто являются следствием неудовлетворительного планирования, отказа от рассмотрения новых концепций ведения работ или неспособности уделять внимание деталям.

Повышение коэффициента готовности оборудования и показателей его работы обычно требует реинжиниринга (технологической перестройки).

Это необязательно означает огромные затраты на новое оборудование.

Значительных успехов часто можно достичь на основе небольших, недорогих изменений, которые могут быть полностью выполнены своими силами.

Как правило, предприятия функционируют, исходя из принципа 80-20 (принцип Парето):

- 80 % затрат на техническое обслуживание и ремонт тратятся на обслуживание 20 % оборудования.

Это проблемное оборудование должно быть выявлено, и на нем должно быть сосредоточено особое внимание.

Ничто так быстро не истощает рабочий дух, как работа на оборудовании, находящемся в неудовлетворительном техническом состоянии.

Кроме того, оборудование в неудовлетворительном состоянии часто бывает небезопасным. Оборудование в хорошем состоянии будет способствовать положительному настрою сотрудников, они будут выполнять больший объем работ более высокого качества.

Простои оборудования отрасли и автомобильного подвижного состава из-за технических неисправностей вызывают большие потери финансовых средств.

Рекомендации по сокращению затрат на техническое обслуживание и увеличение времени безотказной работы:

- плановые остановки;
- диагностическое/профилактическое техническое обслуживание;
- предварительная оценка затрат и лучшее управление расходами;
- повышение надежности оборудования;
- меньшее количество работ основного останова и улучшение управления ими;
- отсутствие ненужных замен компонентов (узлов);
- меньшее количество человеко-часов подрядчиков;
- сокращение переработок;
- выполнение и сокращение затрат на техническое обслуживание и ремонт;
- CMMS (компьютерная система управления ТОРО).

Технология сервисного технического обслуживания и ремонта оборудования (инструменты диагностического обслуживания, системы CMMS/EAM, программное обеспечение планирования проектов и т.д.) являются решением всех проблем технического обслуживания.

Техническое обслуживание и ремонт оборудования – это неотъемлемая составная часть любого процесса производства.

Целями совершенствования сервисного технического обслуживания оборудования являются:

- снижение до минимума затраты на ТОРО и максимальное повышение коэффициента готовности оборудования и его показателей работы, минимизирование затрат, сокращение потерь;
- увеличение время наработки оборудования;
- улучшение показателей путем технологической перестройки оборудования или самого процесса;
- использование диагностического технического обслуживания, вместо привязанного ко времени (календарного) профилактического;
- выполнение инвазивных инспекций на вращающемся оборудовании только в случае, когда одна из технологий диагностики указывает на их необходимость;
- учредить процедуры ежедневных или ежесменных визуальных инспекций критичного оборудования;
- использовать календарное профилактическое обслуживание на механизмах/конструкциях, для которых диагностическое обслуживание неприменимо;
- использовать систему CMMS для отслеживания открытых рабочих заданий, истории работ и затрат. Заполнять спецификации материалов;
- разрабатывать инструкции по безопасному выполнению работ, по меньшей мере, для масштабных и или сложных работ.
- делать акцент на технике безопасности и качестве работ;
- сокращать запасы. Эффективнее использовать крупные остановки. Если работа может быть выполнена без останова производства, то не планируйте остановки;
- планировать как можно тщательнее. Продуманно использовать услуги подрядчиков и только при необходимости. Подрядчики не являются решением всех проблем;
- создавать программы обучения ремонтного персонала и линейных мастеров;
- прививать персоналу ТОРО желание работать с полной самоотдачей;
- бюджет – это то, что нужно для технического обслуживания и ремонтов оборудования.

Следует также отметить, что из-за несвоевременного и некачественного обслуживания оборудования отрасли и автомобильного транспорта повышается уровень загрязнения воздушной среды.

Для оптимизации сервисного обслуживания оборудования, в том числе ТОРО, необходимо сформировать цель, которую этот процесс должен обеспечивать.

Цель – обеспечивать надежность, бесперебойность и безопасность оборудования экономически целесообразным образом.

При этом для оценки качества сервисного обслуживания оборудования и процесса ТОРО можно использовать следующие показатели:

- средняя механическая готовность;
- затраты на ТОРО;
- факт/план рабочей мощности;
- процент простоя оборудования (ремонт);
- качество планирования ТОРО;
- необходимый объем складских запасов комплектующих и запасных частей;
- количество инцидентов с оборудованием за период;
- среднее время устранения неисправности.

В качестве основных направлений совершенствования сервисного обслуживания оборудования отрасли и процесса ТОРО следующие:

- приоритезация оборудования с учетом оценки рисков негативного воздействия от неисправности; определение алгоритмов планирования ремонтов и устранения отказов в зависимости от определенных приоритетов по оборудованию;
- синхронизация проактивной (плановой) и реактивной (срочной) деятельности по процессу;
- синхронизация ремонтов с закупками запасных частей и комплектующих, а также с производством;
- контроллинг существующих процессов ТОРО.

Библиографический список

1. Аринин, И.Н. Техническая эксплуатация автомобилей: учеб. пособие / И.Н. Аринин, С.И. Коновалов, Ю.В. Баженов. 2-е изд. Ростов н/Д, 2007. 314 с.
2. Власова Н.М. Сервис и качество обслуживания // Управление качеством. 2010. № 1. С. 53–54.
3. Борисов С.Б. Организация управления ремонтным и техническим обслуживанием оборудования // Машиностроитель. 2000. № 12. С. 22–23.
4. Масуев М.А. Проектирование предприятий автомобильного транспорта. М.: Академия, 2007. 224 с.

УДК 656:6

Алена Владимировна Сизикова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. УТб-312, Россия, Владивосток, e-mail: sizikova.010301@mail.ru

Валерия Олеговна Даньшина

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. УТб-312, Россия, Владивосток, e-mail: valeriadanshina@mail.ru

Научный руководитель – Светлана Сергеевна Валькова, ст. преподаватель кафедры

Сравнительные характеристики двух судов танкерного флота

Аннотация. Рассмотрены основные характеристики двух типов судов танкерного флота, определены их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: танкер, перевозка, флот, груз.

Alena V. Sizikova

Far Eastern State Technical Fisheries University, UTb-312, Russia, Vladivostok, e-mail: sizikova.010301@mail.ru

Valeria O. Danshina

Far Eastern State Technical Fisheries University, UTb-312, Russia, Vladivostok, e-mail: valeriadanshina@mail.ru

Scientific adviser – Svetlana S. Valkova, Senior Lecturer

Comparative characteristics of two vessels of the tanker fleet

Abstract. This article discusses the main characteristics of the two vessels of the tanker fleet, highlights the advantages and disadvantages.

Keywords: tanker, transportation, fleet, cargo.

Транспортные суда являются основой всего флота. Такие судна созданы для транспортировки пассажиров и доставки разных грузов. Делятся на грузовые, пассажирские, грузо-пассажирские и специальные транспортные судна. Перевозка грузов морскими путями между портами различных стран, а также между портами одного государства является наиболее выгодным способом перевозки различных грузов.

Назначением морского судна является транспортировка объемных грузов, различных по своим физико-химическим и другим важным характеристикам: навалочных и наливных грузов, генеральных грузов, крупногабаритных грузов в контейнерах, также груз, требующий соблюдения обязательных правил перевозки. Большое внимание уделяется перевозкам морем особо опасного и ядовитого груза, а также при транспортировке оружия и взрывоопасных веществ. Чрезвычайные ситуации во время перевозки такого груза могут привести к катастрофическим последствиям. Таким образом, по международным стандартам и законодательствам для различного груза строятся и используются разные типы судов [1].

Танкер – это судно, предназначенное для транспортировки наливных грузов. Это однопалубное судно с кормовым расположением машинного отделения и надстройки. Корпус танкера – это металлический жесткий каркас, к которому крепится обшивка из металла. Грузовые помещения – это цистерны, образованные продольными и поперечными переборками, что делает корпус танкеров достаточно прочным, жестким и снижает влияние жидких грузов на устойчивость. Современные танкеры принимают (без риска смешивания) несколько сортов нефти. Объем одной цистерны может составлять от 600 до 10 000 м³ и более для крупных танкеров.

В целях предотвращения загрязнения моря при аварии в корпусе современных танкеров в районе цистерн имеют двойное дно и борта. Для предотвращения коррозии внутренних поверхностей танкеров их покрывают антикоррозийными покрытиями.

Доступ к цистернам осуществляется через малогабаритные палубные колпаки с крышками. Грузовая часть в носовой и кормовой частях отделена от соседних помещений узкими коффердамами, герметичными для взрывоопасных веществ. Малые и средние танкеры обычно оснащаются дизельными электростанциями, в то время как на крупных танкерах преобладают паровые турбины [2].

Машинное отделение на танкерах расположено в кормовой части. Средняя надстройка и бак имеют небольшую длину и отсутствуют на некоторых судах. По конструктивному типу они строятся с минимальным надводным бортом. Все крупные нефтяные танкеры имеют продольную систему набора грузовых танков из-за большой длины корпуса и изгибающих и режущих моментов, действующих по длине судна.

Перевоз нефти и нефтепродуктов танкерами наиболее востребованы, но и приспособлены для перевоза других жидких грузов, в том числе пищевых продуктов (например, питьевой воды). Наиболее массовыми являются наливные грузы, перевозимые судами. Первый в мире танкер был создан в 1877 г., его грузоподъемность составляла 15 000 пудов (около 250 т).

Во всемирном флоте выделено несколько групп танкеров.

Первая группа – это танкеры с водоизмещением до 50 тыс. т, которые перевозят нефтепродукты и неагрессивные химические грузы.

Вторая группа – это танкеры типа Panamax, имеющие водоизмещение 50–70 тыс. т, которые перевозят нефтепродукты и саму нефть.

Третья группа – танкеры Aframax с водоизмещением, близким к 80 тыс. т.

Четвертая группа – это тип Suezmax, водоизмещение которых 140–160 тыс. т, может пройти по Суэцкому каналу.

Пятая группа – это крупнейшие танкеры с водоизмещением до 300 тыс. т и более.

Сильное влияние оказывают жесткие требования к безопасному перевозу нефтепродуктов и самой нефти на развитие танкерного флота [1].

Разделение судов по дедвейту:

1. Handysize включает в себя танкеры для перевозки нефтепродуктов, грузоподъемностью 16 000–50 000 т. Эти суда строятся на верфях России, Южной Кореи, Китая и Украины.

2. Суда размера Handymax или Supramax имеют дедвейт от 35000 до 60000 т и длину 150–200 м.

3. Суда размером с Seawaymax могут проходить через канал Святого Лаврентия (Монреаль – озеро Эри, включая канал Уэлланда – Большой озерный водный путь от Атлантического океана до Великих озер Северной Америки). Суда размера Seawaymax имеют длину 226 м, ширину 24 м и осадку 7,92 м.

4. Суда Aframax (расчетная средняя фрахтовая ставка, AFRA) – это в основном нефтяные танкеры дедвейтом от 80 000 до 1 200 000 т. Танкеры Aframax используются на перевозке грузов в морях: Северном, Черном, Средиземном, Карибском, Восточно-Китайском.

5. Суда типа Suezmax – это нефтеналивные танкеры, способные с полной загрузкой проходить через Суэцкий канал. Существуют для них ограничения: глубина водного пути составляет 16 м, высота моста в канале 68 м, максимально допустимая ширина судна 70,1 м.

6. Суда типа Panamax способны проходить под полной нагрузкой через Панамский канал. Максимальные габариты судов Panamax должны соответствовать параметрам шлюзовых камер: ширина 33,53 м, длина 320 м, высота 25,9 м. Эффективная длина каждой камеры для корабля составляет 304,8 м. А габариты: длина 294,1 м, ширина 32,3 м, осадка 12 м, высота от ватерлинии до самой высокой точки 57,91 м, водоизмещение около 65 000 т.

7. Суда типа Malaccamax – это нефтяные танкеры, перевозящие сырую нефть из Персидского залива в Китай через Малакский пролив, соединяющий Индийский океан с Южно-Китайским морем. Ограничение действует для определенных берегов, где минимальная глубина составляет 25 м.

8. Суда Capesize имеют дедвейт более 150 000 т, поэтому основное количество судов такого размера – это супертанкеры типа VLCC и ULCC, а также крупнотоннажные рудовозы со средним дедвейтом 175 000 т. Проходят через каналы и долины Южной Африки и Южной Америки [2].

Для сравнения рассмотрим архитектурно-конструктивные особенности двух типов судов танкерного флота:

- название судна – «Алтай»;
- тип судна – танкер;
- длина (L) 106,14 м; ширина (B) 15,44 м; высота (H) 7,90 м, осадка 6,74 м;
- водоизмещение 4932 т; водоизмещение 7228 т.

Технические характеристики:

1. Тип судна: однопалубное судно одноместное с надстройкой и машинным отделением в корме, носу и крейсерской корме.

2. Предназначение: судно, предназначенное для перевозки сыпучих грузов.

3. Зарегистрированный тоннаж: 6478 БРТ; 294 НЗТ.

4. Скорость: груженная – 16,2 уз, в балласте – 17,0 уз.

5. Дальность плавания 10 000 миль [2].

В качестве оппонента танкеру «Алтай» выступает крупнейший танкер мира Knock Nevis. Судно Knock Nevis было спроектировано японской компанией Sumitomo Heavy Industries в 1974 г. и построено на верфи Оррама.

При проектировании танкер изначально имел большую длину 377 м, ширину 69 м и высоту борта 30 м (это выше семиэтажного жилого дома). Водоизмещение его составляло 420 тыс. т. Передвижение танкера происходило за счет паровой турбины Sumitomo Stal-Laval AP, которая развивала мощность 37 тыс. кВт при 85 оборотах в минуту. Винт, состоящий из четырех лопастей постоянного шага, диаметром 9,5 м, обеспечивал танкеру 16 уз (29,6 км/ч). 4 сентября 1975 г. танкер был спущен на воду. Длительное время у судна отсутствовало наименование, и оно было названо по строительному номеру корпуса – No1016.

Габариты судна были малы для его поставленных задач, поэтому это судно было отправлено на модернизацию. Судно разделили пополам и по середине добавили еще секции.

В процессе испытаний заводом были найдены сильные вибрации по корпусу машины при работе на заднем ходу. Это послужило причиной отказа приема танкера судовладельцем. Из-за этого начались длительные доработки судна. Под конец работ компания обанкротилась, и в марте 1976 г. судно перешло в Sumitomo Heavy Industries и получило наименование Оррама.

Верфь, используя свои законные права владельца, продала Оррама гонконгской Orient Overseas Line. Владелец компании магнат Чи Чен Тунг поставил задачу перестроить танкер. В планах было дополнить судно цилиндрической вставкой для увеличения грузоподъемности на 155 тыс. т. Процесс перестройки закончился через два года в 1981 г. Модернизированный танкер был отправлен судовладельцу под наименованием Seawise Giant и под другим флагом.

После модернизации наибольшая длина судна составила 459 м, осадка по летнюю грузовую марку – 25 м, а грузоподъемность увеличилась до рекордных 565 тыс. т (данные классификационного общества Det Norske Veritas). Количество грузовых цистерн увеличилось до 46, а площадь главной палубы составила 32 тыс. м². После модернизации «монстр» имел дедвейт в полной загрузке 655 тыс. т, что с его размерами сделало Seawise Giant самым большим судном в мире. Из-за этого скорость снизилась до 13 уз.

Тормозной путь судна с такими габаритами составлял 11 км, а диаметр разворота превышал 4 км.

Когда танкер требуется подвести к нефтяному терминалу, его брали на буксир и тянули очень медленно. Последствия при ошибке в маневрировании судна такого размера и дедвейта могли стать серьезными.

Такие габариты стали не только плюсом, но и минусом гиганта. При максимальной загрузке танкер погружался под воду почти на 30 м. Из-за своих размеров танкер не мог проходить Суэцкий и Панамский каналы, также ему было запрещено проходить через пролив Ла-Ланш, потому что существовала большая вероятность сесть на мель.

В 1981 г., после завершения всех работ по увеличению габаритов, Seawise Giant начал работать. Его маршрут проходил от нефтяных месторождений Ближнего Востока в США и обратно.

Но из-за ирано-иракской войны произошли свои коррективы в жизнь танкера. С 1986 г. судно начинали использовать как плавучий терминал для хранения и дальнейшей перегрузки иранской нефти. По окончании войны в Персидском заливе затонувший Seawise Giant купила норвежская Norman International. Танкер подняли и переименовали в Happy Giant. В августе 1988 г. на нем подняли норвежский флаг и отбуксировали в Сингапур, где на верфи Kerrel Company были проведены ремонтно-восстановительные работы. Было заменено около 4 тыс. т корпусных конструкций. Ещё до сдачи в эксплуатацию в октябре 1991 г. VLCC был продан норвежской судоходной компании Loki Stream AS за 40 миллионов долларов США и покинул верфь уже под новым названием – Jahre Viking, в честь владельца компании Йоргена Яре.

Перемены в жизни гигантского судна начались в 2004 г. После принятия в 2004 г. запрета на заход однокорпусных танкеров в порты США и Европы Jahre Viking в очередной раз поменял хозяина и название. В марте того же года его купила норвежская First Olsen Tankers и переименовала в Knock Nevis. С этого момента его карьера как транспортного судна окончилась. В Дубае VLCC был переоборудован в танкер-накопитель сырой нефти (FPSO) и поставлен на якорь на морском месторождении Al Shaheed у побережья Катара.

После этого судно было продано компании Amber Development Corporation для дальнейшей утилизации. Новый хозяин переименовал Knock Nevis в Mont и поднял на нём флаг Сьерра-Леоне. В декабре 2009 г. танкер совершил свой последний переход к берегам Индии, где в течение года его корпус разделали на металл в Аланге, штат Гуджарат.

Единственное, что осталось от самого большого в мире корабля – это его 36-тонный якорь, который хранится в Морском музее Гонконга.

Технические характеристики супертанкера Knock Nevis:

введен в эксплуатацию – 1976 г., выведен из состава флота – 04.01.2010, длина – 458,45 м, ширина – 68,86 м, осадка – 24,6 м, силовая установка – паровые турбины общей мощностью 50 тыс. л.с., скорость – 13–16 уз, экипаж – 40 человек, масса перевозимого груза – 564,7 тыс. т [2].

Таким образом, исходя из приведенных выше данных, можно сделать вывод, что каждое судно имеет свои преимущества и недостатки. Судно-танкер типа «Алтай» стабильно, неограниченно по районам плавания и заходам в порты, по сравнению с танкером Knock Nevis. Конечно, бросается в глаза колоссальная разница в параметрах двух этих судов. Одним из самых больших недостатков танкера Knock Nevis является то, что он может заходить только в крупнейшие нефтетерминалы и там обрабатываться. Еще одним недостатком

являются его огромные размеры, в частности длина. Такие танкеры подвержены разломам на волне, в результате чего может произойти экологическая катастрофа, связанная с разливом нефтепродуктов. Но есть и положительные моменты эксплуатации данного танкера. Одним из плюсов можно назвать возможность перевозить груз большими партиями, тем самым снижая себестоимость перевозимого груза.

На конференции Russian Maritime Days Евгений Долгих, владелец компании KALINKA Shipping, являющейся судовым брокером, поделился с коллегами итогами речных и морских перевозок нефти и нефтепродуктов в прошлом году и дал прогноз на текущий год.

2018 г. был для танкерного рынка провальным: большинство судовладельцев понесли убытки, в том числе и крупнейшая российская танкерная компания «Совкомфлот». 2019 г. принес оздоровление рынка.

Вместе с тем появляются новые источники нефти, которых раньше не было. Например, США сегодня поставляют на экспорт около 2 млн баррелей в день. Несмотря на то, что уменьшились объемы поставляемой нефти для морских перевозок, но увеличилось плечо перевозок, все это благоприятно отразилось на фрахтовых ставках.

Спрос и потребление нефти в мире постоянно растет. В 2019 г. планируется увеличение потребления по отношению к 2018 г. на 1,4 млн баррелей нефти в сутки. Меняется структура предложения: США постоянно увеличивают количество нефти для транспортировки, Саудовская Аравия – уменьшает. Предложение судов на рынке увеличивается, мировой флот постоянно растет».

Меняется и структура импорта: Китай постоянно увеличивает объемы потребления. Если 10 лет назад страна импортировала танкерами около 4,5 млн баррелей нефти в сутки, сейчас – уже 9 млн. «США, наоборот, из страны-импортера нефти постепенно снижают свою зависимость и в обозримой перспективе, наверно, скоро превратятся в экспортера нефти», – считает спикер. Торговые войны Китая и США, по его словам, пока никак не отразились на мировом танкерном рынке.

Растет и флот танкеров: если 10 лет назад совокупный мировой танкерный флот составлял около 400 млн дедвейт-тонн, сегодня вырос до 600 млн. «Во многом это объясняется пузырем, который был надут в начале 2000-х гг., например, в 2009 г. объем портфеля заказа на строительство новых танкеров составлял 40 % по отношению к существующему флоту на воде. На сегодня портфель заказов уже около 10 % – вернулась ситуация к нормальному, среднеисторическому уровню. Но этот пузырь нового строительства и сегодня отражается в возрастном профиле флота. Получается, что во всех сегментах более половины существующего флота – возрастом до 10 лет, а старого флота, которые выработали свой физический ресурс и готов к списанию, очень мало. Если рынок упадет, на списание пойдут молодые суда. Кроме того, в таком случае уменьшается полезный экономический срок службы, когда на разделку идут 15-летние суда, меняется вся экономика и расчеты судовладельцев, происходит ускоренная амортизация активов, он не успевает окупиться. Когда весь флот молодой, это становится проблемой для всей отрасли», – сообщил Е. Долгих.

Он также обратил внимание собравшихся на современный характер речных танкерных перевозок. Проблемы, по его словам, начались с навигации 2015 г. Когда в единой глубоководной системе РФ было мало воды, суда брали половину от реального объема грузов из-за маленьких глубин. Это имело два последствия. Первое – экономика эксплуатации стала нулевой и даже отрицательной, количество грузов упало на половину, а расходы остались теми же. Второе – грузоотправители, не имея гарантированной возможности вывезти свой груз, переключились на альтернативные виды транспорта – железную дорогу и трубопроводный транспорт.

Е. Долгих подчеркнул, что до сих пор, несмотря на то, что сейчас таких больших проблем с глубинами, как в 2015 г. нет, ситуация не выровнялась. «Железная дорога продолжает оттягивать на себя груз, пользуясь своим гораздо более мощным, чем у судовладельцев, лobbистским ресурсом, меняет тарифы, снижает их, привлекает судовладельцев. Более

того, если в 2018 г. основной фрахтователь – «Роснефть» – предлагал 5 млн т грузов для перевозки, в 2019 г. она снизила его до 3,5 млн т. И при этом вначале сезона разослала судовладельцам письма счастья с предложением рассмотреть снижение ставок на 10–20 %, добавил он. Для того чтобы ситуация изменилась, по его словам, требуется стратегический подход к распределению грузопотоков, их переключение и координация между различными видами транспорта.

Библиографический список

1. Буянов, А.С. Морской флот: технико-экономические характеристики: справочник / А.С. Буянов, О.А. Казьмина. СПб.: ЦНИИМФ, 2016. 394 с.
2. Морские сухогрузные транспортные суда. Каталог / Министерство морского флота СССР / ВО «Мортехинформреклама». Л.: Транспорт, Ленингр. отделение, 1985. 387 с.

УДК 669.71

Дмитрий Владимирович Харитонов

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ЭТб-312, Россия, Владивосток, e-mail: dimkharitonov@mail.ru

Научный руководитель – Татьяна Евгеньевна Коршунова, канд. техн. наук, доцент

Новые материалы на основе алюминия в транспортном машиностроении

Аннотация. Дается обзор новых конструкционных материалов на основе алюминия. Рассмотрены их особенности, способы изготовления и перспективы применения в области транспортного машиностроения.

Ключевые слова: новые материалы, материалы на основе алюминия, транспортное машиностроение.

Dmitriy V. Kharitonov

Far Eastern State Technical Fisheries University, ETb-312, Russia, Vladivostok, e-mail: dimkharitonov@mail.ru

Scientific adviser – Tatiana E. Korshunova, PhD, Associate Professor

New materials on the basis of aluminium in transport machine industry

Abstract. In a paper the review of new structural materials on the basis of aluminium is given. Their features, modes of manufacture and perspective of application in the field of transport machine industry are considered.

Keywords: new materials, materials on the basis of aluminium, transport machine industry.

Развитие транспортного машиностроения неразрывно связано с разработкой и применением новых материалов, сочетающих свойства традиционных материалов и имеющих новые уникальные. На сегодняшний день одним из наиболее актуальных является вопрос создания высокопрочных материалов с минимальным весом, что позволит увеличить экономическую эффективность, повысить надежность и долговечность создаваемых машин, экологическую безопасность производства и эксплуатации транспорта. С этой точки зрения перспективны материалы на основе алюминия, плотность которого составляет 2,7 г/см³. При относительной легкости сплавы алюминия могут иметь твердость в десятки раз выше, чем непосредственно алюминий, что в значительной степени расширяет диапазон их использования.

Применение алюминия и его сплавов в автомобилестроении позволяет увеличить грузоподъемность автомобиля, уменьшить его массу и, как следствие, снизить расход топлива, что в свою очередь ведет к снижению количества выхлопных газов, выбрасываемых в атмосферу.

Согласно расчетам Ассоциации автомобилестроителей, каждый килограмм алюминия, использованный при изготовлении автомобиля, позволяет снизить общую массу машины на килограмм, а каждый процент экономии веса автомобиля – уменьшить расход топлива в среднем на 1,0 %. 100 кг алюминия в автомобиле экономят более 1000 л бензина на каждые 200 тыс. км и снижает количество выбросов углекислого газа.

В 2014 г. мировая автомобильная индустрия (без учета Китая) потребила 2,87 млн т алюминия. Предположительно через 5–7 лет это количество должно вырасти приблизи-

тельно в 2 раза не только за счет увеличения численности производимых автомобилей, но и доли алюминиевых комплектующих в них. Доля алюминия в весовом выражении в современных автомобилях в среднем составляет: произведенных в США – 116 кг, японских и южнокорейских – 93 кг, европейских – 90 кг, отечественных – приблизительно 30–40 кг. По прогнозам экспертов, к 2025 г. среднее содержание алюминия в одном автомобиле достигнет 250 кг [1].

Из сплавов алюминия производится все большее количество деталей легковых автомобилей: радиаторы системы охлаждения двигателя, колесные диски, бамперы, детали подвесок, блоки цилиндров двигателя, детали трансмиссий, детали кузова (капоты, двери и даже рамы) и др.

Перспективным методом производства алюминиевых деталей является порошковая металлургия. По этой технологии в Японии изготавливают детали компрессоров, воздушных кондиционеров, поршней двигателей, блоков цилиндров. Многие алюминиевые сплавы не только прочны, но и высокопластичны, что позволяет изготавливать детали сложной формы из листового проката [2].

Ученые США и Канады создали сплав нового типа, отвечающий химической формуле $Al_{20}Li_{20}Mg_{10}Sc_{20}Ti_{30}$, основными компонентами которого являются алюминий, литий, магний, титан и скандий. Плотность материала не превышает плотность алюминия, а его прочность превосходит прочность титана. Достигнуть такого сочетания свойств удалось благодаря особому методу производства сплава, суть которого заключается в тщательном перемешивании порошкообразных ингредиентов с размером частиц не выше 12 нанометров с последующим их сплавлением под избыточным давлением в 5,9 ГПа [3].

Ученые Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого разработали технологию создания пористых алюминиевых конструкций с локальной пористостью [4, 5]. Эффект пористости достигается при помощи постепенного расплавления пластины из алюминиевого сплава движущейся электрической дугой с одновременной локальной подачей в расплав вспенивающего (порообразующего) газа (водорода) в смеси с защитным газом аргоном. Пористый сплав позволяет увеличивать жесткость конструкций, повысить ударопрочность, теплоизолирующие и звукоизолирующие свойства материала. Возможность формировать в сплаве алюминия отдельные пористые участки позволит производить металлоконструкции, например, кузова автомобилей, из материалов пористых внутри, а снаружи надежно защищенных сплошным слоем металла.

Кроме того, применяемая технология позволяет снизить плотность материала до уровня и даже ниже плотности воды, делая его плавучим, что открывает перспективы применения пористых сплавов алюминия в судостроении для создания очень легких не тонущих судов даже в случае пробоя корпуса.

Использование материалов с порами внутри и сплошным слоем снаружи, может иметь множество других потенциальных применений в различных областях машиностроения.

Российскими учеными совместно с исследователями технологического центра компании Siemens (Corporate Technology – СТ) разработана технология получения сплава алюминия с оптимальными свойствами: в состав алюминия вводят шарообразные молекулы наночастиц углерода, которые повышают прочность металла более чем в три раза при одновременном снижении его массы. Такой высокопрочный и легкий сплав предлагается использовать в конструкциях компрессоров, турбокомпрессоров, двигателей [6].

Команда ученых научной школы «Фазовые превращения и разработка сплавов на основе цветных металлов» НИТУ «МИСиС» (Национальный исследовательский технологический университет «Московский институт стали и сплавов») создала новый прочный композит системы алюминий-никель-лантан ($Al-Ni-La$) для авиа- и автомобилестроения, сочетающий преимущества композиционных материалов и свойства стандартных сплавов: пластичность, прочность и легкость [7]. В расплав алюминия добавлялись легирующие элементы, образующие с алюминием химические соединения, которые в процессе затвердевания сплава формировались в прочный армирующий каркас. Особенностью новой разработки является высокая армирующая способность формирующихся химических соединений, имеющих ультрадисперсное строение (диаметр армирующих элементов

не превышает нескольких десятков нанометров). Разработка ученых НИТУ «МИСиС» решает проблемы неравномерного армирования и низкой прочности порошкового композита. Благодаря естественной кристаллизации частицы распределяются равномерно, создавая армирующий каркас, и композит получается более прочным и гибким, чем его порошковые аналоги. Изобретенный материал предполагается использовать в области авиа- и машиностроения, для проектирования современной робототехники, беспилотных летательных аппаратов, где снижение массы имеет критическое значение. Предложенный материал может быть использован для изготовления сложных деталей методами 3D-печати.

Создан прозрачный материал на основе алюминия в три раза прочнее стали, представляющий собой керамическую твердую массу оксинитрида алюминия (соединение алюминия, кислорода и азота), отвечающего химической формуле $(AlN)_x \cdot (Al_2O_3)_{1-x}$ (торговое название AlON) [8, 9]. В молярном соотношении значение «х» составляет $0,30 \leq x \leq 0,37$.

Изделия из оксинитрида алюминия изготавливаются методом порошковой металлургии: прессованием порошка оксинитрида алюминия с последующим спеканием под давлением. Затем объект полируется до прозрачности. Причем форма продукции может быть абсолютно любой.

Прозрачность AlON не уступает стеклу, он ударопрочный, легкий, не подвержен царапанию, тугоплавкий (температура плавления составляет 2150 °С), практически в 2 раза тверже сапфира, в четыре раза прочнее закаленного стекла. Его оптическая прозрачность в ультрафиолетовом, видимом и полуволновом диапазонах электромагнитного спектра составляет более 80 %. AlON устойчив к радиации и воздействию различных кислот, щелочей и воды.

Благодаря сочетанию полученных свойств новый материал можно использовать вместо пуленепробиваемого стекла, взрывозащищенных и ударопрочных стекол, для изготовления «стекло» практически любого транспорта и приборов, «стеклянных» плит, куполов, стержней, трубок, оптических систем и др.

Новые технологии и материалы для нужд машиностроения продолжают активно развиваться во всем мире, и в этом ряду одними из перспективных являются материалы на основе алюминия.

Библиографический список

1. Алюминий в транспорте. URL: <https://aluminiumleader.ru/application/transport/> (дата обращения: 16.03.2021).
2. Алюминий в автомобилестроении. URL: <http://www.info-autoglass.ru/articles?id=106> (дата обращения: 16.03.2021).
3. Новые технологии в машиностроении. URL: <https://qwizz.ru/новые-технологии-машиностроении/> (дата обращения: 14.03.2021).
4. Матвеев Н.И., Кархин В.А., Иванов С.Ю., Панченко О.В., Михайлов В.Г. Способ получения пористого металлического тела из алюминиевого сплава. URL: <https://findpatent.ru/patent/261/2619422.html> (дата обращения: 15.03.2021).
5. Копиев Г. Российские ученые создали непотопляемый алюминий. URL: <https://yandex.ru/turbo/nplus1.ru/s/news/2017/07/19/porous-aluminium> (дата обращения: 14.03.2021).
6. Для «начинки» авто изобрели сверхпрочный алюминий. URL: <https://www.autocentre.ua/opyt/tehnologii/dlya-nachinki-avto-izobrel-i-sverhprochnyj-alyuminij-108645.html> (дата обращения: 16.03.2021).
7. «Алюминий – это новая сталь»: ученые нашли способ сделать металл прочнее. [Электронный ресурс]. URL: <https://misis.ru/university/news/misc/2019-05/6154/> (дата обращения: 16.03.2021).
8. Прозрачный алюминий. URL: <https://втораяиндустриализация.рф/prozrachnyj-alyuminij/> (дата обращения: 15.03.2021).
9. Прозрачный алюминий. URL: <https://masterok.livejournal.com/2661495.html> (дата обращения: 16.03.2021).

УДК 629.3.027.233.8

Роман Дмитриевич Волюнец

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, студент, Россия, Владивосток, e-mail: roma203rus@gmail.com

Научный руководитель – Сергей Владимирович Куличков, канд. техн. наук, доцент

Динамика червячной передачи при мгновенно приложенном крутящем моменте

Аннотация. Представлена информация об исследованиях динамики червячной передачи при мгновенно приложенном крутящем моменте. Рассмотрены уравнения динамического равновесия червячной передачи с учетом жесткости зуба, жесткость пружины зубьев шестерни, уравнения равновесия червячной передачи.

Ключевые слова: червячная передача, крутящий момент, жёсткость.

Roman D. Volynets

Far Eastern State Technical Fisheries University, Student, Russia, Vladivostok, e-mail: roma203rus@gmail.com

Scientific adviser – Sergey V. Kulichkov, PhD, Associate Professor

Dynamics of a worm gear with momentarily applied torque

Abstract. The article presents information about the research of the dynamics of the worm gear with instantaneously applied torque. The equations of dynamic equilibrium of the worm gear, taking into account the stiffness of the tooth, the stiffness of the spring of the gear teeth, and the equations of equilibrium of the worm gear are considered.

Keywords: worm gear, torque, stiffness.

На динамику червячной передачи при мгновенно приложенном угле поворота влияют несколько факторов (включая силу трения и упругую деформацию поверхности между зубьями шестерни). Было обнаружено, что эти факторы вызывают значительную ошибку позиционирования при вращении.

Червячная передача – хороший выбор из-за небольшого объема и высокого передаточного числа. Динамика червячной передачи при мгновенно приложенном большом крутящем моменте очень важна для понимания этого поведения. На это поведение влияют несколько факторов, включая силу трения и упругую деформацию поверхности между зубьями шестерни. Чтобы понять влияние этих факторов, было проведено множество исследований. Исследовали влияние поверхностного износа на динамическое поведение типичного планетарного ряда, распределение глубины износа, динамический отклик прямозубой пары в широком диапазоне рабочих скоростей и крутящих моментов.

Уравнение равновесия червячной передачи

Геометрия червячной передачи показана на рис. 1. Имеются червяк, червячная передача, два вала, четыре подшипника и маховик. Вал червяка приводится в движение на угол θ_1 . Угол поворота маховика θ_4 . Угол поворота корпуса червяка θ_2 (за счет упругой деформации вала червяка; $\theta_1 \neq \theta_2$). Угол поворота корпуса червячной передачи θ_3 . Момент инерции червяка J_w . Шаговый радиус винтового зуба червяка равен r_w . Инерция вращения червяка как твердого тела равна J_g . Шаговый радиус червячной передачи r_g . Момент инерции маховика составляет J_4 .

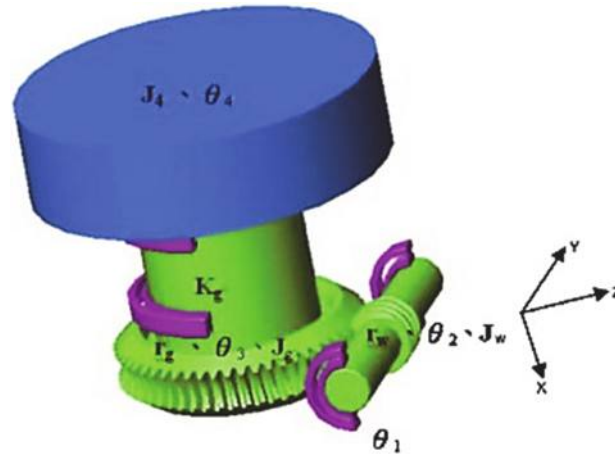


Рисунок 1 – Геометрия червячной передачи

Составить уравнения равновесия червячной передачи. Нормальную силу W_n и силу трения W_f между зубьями червяка и зубьями червячной передачи необходимо разложить и спроецировать на три ортогональные компоненты силы F_x , F_y и F_z (рис. 2).

$$F_x = W_n \cos \phi_n \sin \lambda + W_f \cos \lambda ,$$

$$F_y = W_n \cos \phi_n \sin \lambda - W_f \cos \lambda ,$$

$$F_z = W_n \sin \phi_n .$$

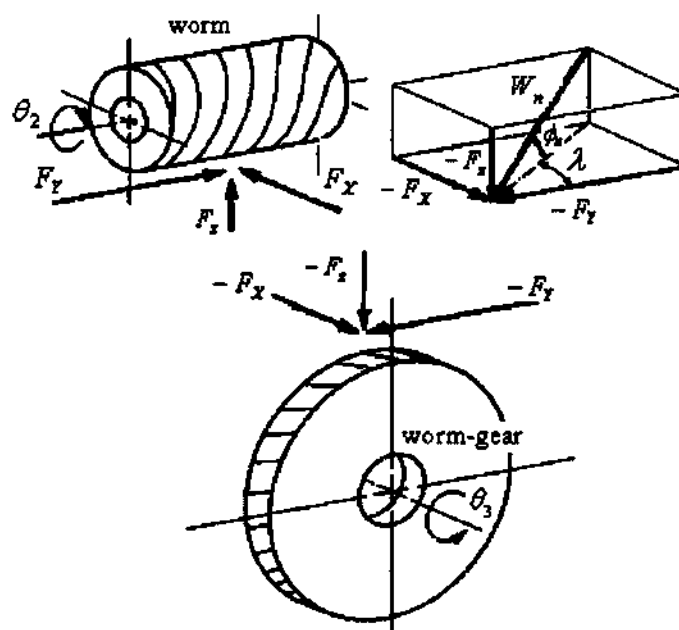


Рисунок 2 – Разложение контактных сил

Равновесные уравнения движения можно разделить на три свободных тела. Одно – это уравнение равновесия червяка и вала червяка, другое – уравнение равновесия червячной передачи и вала, а третье – уравнение равновесия маховика. Уравнение равновесия червяка и червячного вала можно выразить следующим образом:

$$\begin{aligned} J_2 \ddot{\theta}_2 &= -F_x(\theta_2, \theta_3, \dot{\theta}_2, \dot{\theta}_3) r_w - K_w(\theta_2 - \theta_1) \\ &= -(W_n(\theta_2, \theta_3, \dot{\theta}_2, \dot{\theta}_3) \cos \phi_n \sin \lambda) r_w - (W_f(\theta_2, \theta_3, \dot{\theta}_2, \dot{\theta}_3) \cos \lambda) r_w \\ &\quad - K_w(\theta_2 - \theta_1) \end{aligned}$$

Уравнение равновесия червячной передачи и вала червячной передачи может быть выражено как

$$\begin{aligned} J_g \ddot{\theta}_3 &= F_y(\theta_2, \theta_3, \dot{\theta}_2, \dot{\theta}_3) r_g - K_g(\theta_3 - \theta_4) \\ &= (W_n(\theta_2, \theta_3, \dot{\theta}_2, \dot{\theta}_3) \cos \phi_n \cos \lambda) r_g - (W_f(\theta_2, \theta_3, \dot{\theta}_2, \dot{\theta}_3) \sin \lambda) r_g \\ &\quad - K_g(\theta_3 - \theta_4) \end{aligned}$$

Осевая жесткость пружины подшипников, червячного вала и вала червячной передачи

Результаты эксперимента по нахождению зависимости между нагрузкой и осевым смещением подшипника (рис. 3). Осевая жесткость пружины червячного подшипника (K_{bTws}) и подшипника червячной передачи (K_{bTgs}) рассчитывается с использованием (рис. 3) Кроме того, K_{Lws} и K_{bTws} можно рассматривать как две последовательно соединенные пружины. Так же, как K_{Lgs} и K_{bTgs} также можно рассматривать как две последовательно соединенные пружины. Следовательно, K_{ws} может быть выражено через K_{Lws} с K_{bTws} и K_{gs} , также можно выразить через K_{Lgs} с K_{bTgs} . Уравнения представлены ниже:

$$\begin{aligned} k_{ws} &= \frac{K_{Lws} K_{bTws}}{K_{Lws} + K_{bTws}} \\ k_{gs} &= \frac{K_{Lgs} K_{bTgs}}{K_{Lgs} + K_{bTgs}} \end{aligned}$$

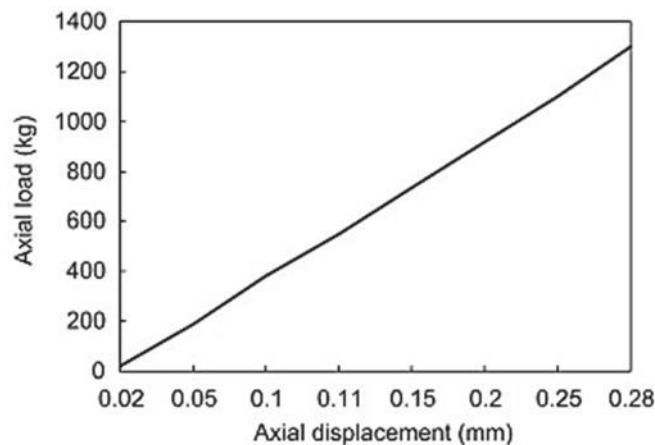


Рисунок 3 – Соотношение осевых перемещений подшипников и осевых нагрузок

Корпус шестерни считается жестким, а упругим – только зуб шестерни. Для упрощения анализа моделируется только 180° зуба червяка, поскольку зуб, расположенный далеко от точки нагрузки, не влияет на результаты анализа. Существуют разные жесткости пружины зуба червяка и зуба червячной передачи для разных положений контакта, результаты показаны на (рис. 4). Инженер, проектирующий червячную и червячную системы, всегда

допускает передаточное число больше 1, следовательно, существует большая вероятность того, что червяк и червячная шестерня находятся в состоянии контакта двух зубьев, коэффициент контакта равен 2.

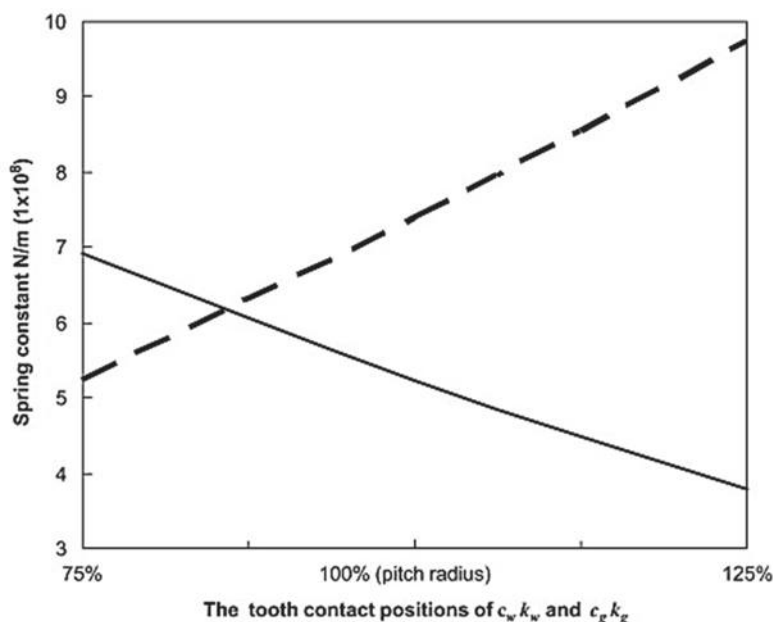


Рисунок 4 – Кривые жесткости пружины червячных зубьев и зубьев червячной шестерни – $c_g k_g, c_w k_w$

Относительное движение между зубьями червячной передачи и зубьями червячной передачи считается чистым скольжением, поэтому трение играет важную роль в характеристиках червячной передачи. Эффективность зубчатой передачи напрямую зависит от коэффициента трения. На коэффициент трения влияет скорость поверхностного скольжения обоих зубьев; трение уменьшается по мере увеличения относительной скорости скольжения. Никакие формулы не могут быть использованы для точного расчета коэффициента трения. В данном исследовании формула основана на скорости скольжения среднего диаметра червяка

$$\mu(\dot{\theta}_2, \dot{\theta}_3) = 0.0470713 + 0.1056549e^{-(0.223607v)^{0.5}}.$$

Подводя итоги, можно сказать, что в данной работе были рассмотрены уравнения динамического равновесия червячной передачи с учетом жесткости зуба, жесткость пружины зубьев шестерни, осевая жесткость пружины подшипников, рассмотрены уравнения равновесия червячной передачи. Проанализированные результаты сравнивались с измеренными данными. Сравнение показывает, что математическая модель разумно верна.

Библиографический список

1. Червячные передачи [Электронный ресурс]. URL: <https://letgostory.com/6SfGI8> (дата обращения: 17.03.2021).
2. Parametric study of dynamics of worm and worm-gear set under suddenly applied rotating angle (дата обращения: 17.03.2021).
3. Chung M.Y., Shaw D. Parametric study of dynamics of worm and worm-gear set under suddenly applied rotating angle // Journal of Sound and Vibration. 2007. № 304. P. 246–262.
4. Seol I.H. The design, generation, and simulation of meshing of worm-gear drive with longitudinally localized contacts // Journal of Mechanical Design. 2000. № 122. P. 201–206.

Владимир Александрович Жихарев

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, курсант, Россия, Владивосток, e-mail: vladimirziharev63@gmail.com

Научный руководитель – Сергей Владимирович Куличков, канд. техн. наук, доцент

Повышение энергоэффективности мотор-редукторов постоянного тока в робототехнических устройствах

Аннотация. Энергоэффективность – это растущая проблема в современных мехатронных конструкциях. В последние годы появилось много работ по представлению энергоэффективных приводов с электродвигателями. Однако метод расчета энергопотребления отличается непоследовательностью. При оптимизации часто не учитываются инерция привода, КПД двигателя и КПД контроллера, равно как и зависимость потерь и других нелинейностей от нагрузки и скорости. Хотя этот подход хорошо работает в стационарных условиях, он может привести к значительным ошибкам в высокодинамичных задачах с широким диапазоном операций, таких, как те, с которыми сталкиваются исполнительные механизмы в области робототехники.

Ключевые слова: редукторный двигатель, постоянный ток, энергоэффективность.

Vladimir A. Zhikharev

Far Eastern State Technical Fisheries University, Student, Russia, Vladivostok, e-mail: vladimirziharev63@gmail.com

Scientific adviser – Sergey V. Kulichkov, PhD, Associate Professor

Improving the energy efficiency of DC gear motors in robotic devices

Abstract. Energy efficiency is a growing concern in today's mechatronic designs. In recent years, many works have emerged presenting energy-efficient actuators with electrical motors. However, there is little consistency in the way energy consumption is calculated. Drive inertia, motor efficiency and controller efficiency are often neglected in optimizations, and so are the load- and speed-dependency of the losses and other non-linearities. While this approach works well in stationary circumstances, it can lead to significant errors in highly dynamic tasks with a wide range of operation, such as the ones faced by actuators in the field of robotics.

Keywords: gear motor, direct current, energy efficiency, robotic devices.

По мере роста области мобильной робототехники растет спрос на легкие и энергоэффективные приводы. Энергоэффективность важна, поскольку она обеспечивает более длительную автономию робота и снижает вес аккумуляторной батареи, что снова снижает потребность в энергии и, возможно, увеличивает маневренность. Во многих конструкциях используются двигатели постоянного тока, которые, помимо простоты реализации и гибкости, обладают преимуществом в виде высоких максимальных значений КПД. Однако в отличие от большинства других промышленных приложений, в которых двигатели работают близко к своей номинальной рабочей точке, роботам обычно требуется, чтобы двига-

тель работал с переменной скоростью и нагрузкой. В последнем случае необходимо преодолеть дополнительные инерционные нагрузки, и двигатель больше не сможет работать с максимальной эффективностью. Очень часто расчеты полностью основываются на потреблении энергии на выходном валу двигателя, что означает, что зависимость КПД двигателя от крутящего момента и скорости, а также его инерция не учитываются. Некоторые авторы также рассматривают потребление электроэнергии, вводя модель эффективности двигателя постоянного тока. Обычно модель включает резистивные потери, а иногда и пропорциональные скорости двигателя. В технических работах, в которых используется модель двигателя постоянного тока, обычно включается инерция двигателя, но редко учитывается инерция редуктора. Однако во многих системах исполнительных механизмов отраженная инерция двигателя и коробки передач намного больше, чем инерция звена, что означает, что обычно этой инерцией нельзя пренебрегать. Это признается в [1, 2], где авторы представляют метод выбора двигателя-редуктора, который включает инерции и модель двигателя постоянного тока.

Несмотря на то, что существуют решения с прямым приводом и их предлагают производители роботов, в большинстве конструкций приводов используется зубчатая передача, чтобы согласовать выходную нагрузку и скорость с наиболее эффективным рабочим диапазоном двигателя. Однако шестерни приводят к потерям энергии. Обычно потери в зубчатых передачах разделяются на потери, зависящие от нагрузки и не зависящие от нагрузки. Обширный обзор моделей потерь, не зависящих от нагрузки. Существует множество моделей для прогнозирования потерь, зависящих от нагрузки, и разработка таких моделей не прекращается в последние годы. В 1980-х гг. Андерсон и Левенталь проделали большую работу по повышению эффективности зубчатых передач. На рис. 1 представлен типичный график эффективности прямозубой зубчатой пары, основанный на их обычно используемой модели, опубликованной в 1980 г. Существует сильная зависимость от крутящего момента, тогда как зависимость от скорости выражена в меньшей степени. При малых крутящих моментах эффективность быстро снижается. При этом более низкие скорости дают более высокий КПД.

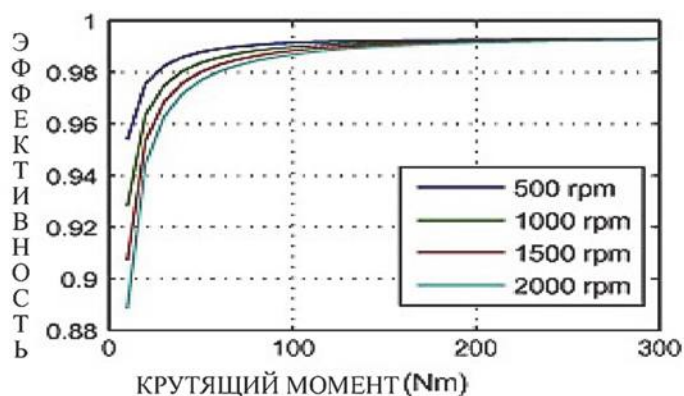


Рисунок 1 – Графики КПД для зубчатой пары, построенные на основе модели Андерсона-Левентала

В робототехнике передаточные числа, предлагаемые только прямозубыми шестернями, обычно недостаточны. Планетарные редукторы являются популярным решением из-за их способности достигать больших передаточных чисел при относительно небольших размерах. Однако их сложность затрудняет получение достойных моделей эффективности. Как правило, эти формулы включают только потери при зацеплении, что означает, что эффекты инерции и потери, зависящие от скорости, не учитываются. Кроме того, все эти модели требуют определенных знаний о конструкции зубчатых колес (например, диаметр модуля / шага, количество зубьев и т.д.), и поэтому не имеют практического применения при выборе стандартного редуктора. По этим причинам мы будем придерживаться посто-

янного значения эффективности, указанного в каталоге для расчетов, сделанных в этой статье. Однако мы будем учитывать зависимость от потока мощности. Как было предложено в [5], мы можем записать соотношение между крутящим моментом нагрузки и крутящий момент на валу двигателя.

$$T_{shaft} = C \cdot T_l$$

$$C = \begin{cases} 1/\eta_{tr} \\ \eta_{tr} \end{cases}$$

В зависимости от того, течет ли мощность от двигателя к нагрузке или наоборот, потери в редукторе приведут к увеличению или уменьшению крутящего момента двигателя. Следовательно, следует ли ставить значение эффективности в числитель или знаменатель уравнения зависит от состояния системы. Это объясняется определением функции эффективности. В заключение отметим, что, как и обычные зубчатые пары, планетарные редукторы страдают от резкого снижения эффективности при использовании с низким крутящим моментом. Еще одна важная характеристика – количество ступеней; добавление ступеней к коробке передач для увеличения передаточного числа снижает эффективность коробки передач из-за увеличения количества компонентов и связанных с ними потерь. По этой причине КПД коробки передач будет ниже при высоких передаточных числах.

В мобильной робототехнике, где важны портативность и вес, источник питания постоянного тока, такой, как аккумулятор, обычно является наиболее удобным решением. Следовательно, двигатель постоянного тока является наиболее вероятным кандидатом при выборе типа двигателя. В технических паспортах двигателей постоянного тока обычно указывается максимальная эффективность. Однако, когда двигатель работает с переменной нагрузкой и / или переменной скоростью, его эффективность может упасть намного ниже этого значения. Для оптимизации энергоэффективности таких приложений требуется модель эффективности двигателя. Потребляемая мощность двигателя рассчитывается для следующей модели двигателя постоянного тока

$$\begin{cases} I = \frac{T_m + v_m \dot{\theta}_m}{k_t} \\ U = L \frac{dI}{dt} + RI + k_b \dot{\theta}_m \end{cases},$$

что дает соотношение между крутящим моментом двигателя T_m , скорость двигателя $\dot{\theta}_m$, ток I и напряжение U . Модель включает демпфирующие потери, дополнительный крутящий момент, пропорциональный скорости двигателя для учета трения между компонентами двигателя и резистивных потерь, которые принимают на себя часть напряжения двигателя и пропорциональны крутящему моменту, создаваемому двигателем. Кроме того, происходит потеря напряжения из-за конечной индуктивности. Однако индуктивность L на три-четыре порядка меньше, чем сопротивление R и константа скорости, и поэтому им можно пренебречь, если крутящий момент не содержит высокочастотных составляющих с большими амплитудами. Наконец, необходимо отметить, что крутящий момент, возникающий из-за ускорения инерции ротора, явно не присутствует в этих уравнениях. Его необходимо включить в расчет в случае переменной скорости. Теперь мы можем определить три типа потерь:

- *Резистивные потери*: эти потери вызваны током, протекающим через обмотки, что приводит к рассеиванию мощности.

- *Демпфирующие потери*: это потери, связанные только со скоростью. Они представляют потери на трение в системе.

- *Комбинированные убытки*: эти убытки включают все оставшиеся сроки. Обычно суммарные потери незначительны по отношению к резистивным и демпфирующим потерям.

Чем выше крутящий момент, тем выше ток, тем выше резистивные потери. Чем выше скорость, тем выше потери на демпфирование.

Поскольку обычно коэффициент вязкого демпфирования двигателя не указывается производителем, обычно используется следующее приближение, основанное на токе холостого хода и скорости холостого хода КПД двигателя можно найти, разделив механическую выходную мощность двигателя на потребляемую электрическую мощность, или наоборот, в зависимости от направления потока мощности. Когда нагрузка приводит в движение двигатель, механическая мощность будет больше, чем электрическая мощность; когда двигатель приводит в движение нагрузку, верно обратное. Следовательно, в зависимости от направления потока мощности числитель и знаменатель меняются местами в уравнении, чтобы получить значение эффективности от единицы до нуля. Однако даже если нагрузка приводит в движение двигатель, это не обязательно означает, что электрическая энергия может быть восстановлена. Поскольку в этом случае энергия по-прежнему потребляется от источника питания даже при торможении двигателя, для этой области был назначен нулевой номинальный КПД. Рабочие области, в которых двигатель приводится в действие нагрузкой, и энергия регенерируется, т.е. второй случай, ограничены условиями эксплуатации. Об этом свидетельствует карта, показывающая КПД двигателя в установленном режиме как функцию скорости и крутящего момента во всех четырех квадрантах работы (рис. 2). Квадранты обозначаются римскими числами. Второй и четвертый квадрант (приводной двигатель нагрузки) содержат по две области с нулевым КПД (темно-синие), в которых отрицательная энергия, исходящая от нагрузки, полностью рассеивается в двигателе. Область низкой скорости с нулевой эффективностью, ограниченная $U=0$ и $\theta=0$, самый большой. Вторая область нулевой эффективности, которая находится между $I=0$ линия и ось скорости едва заметны, потому что обе линии почти совпадают.

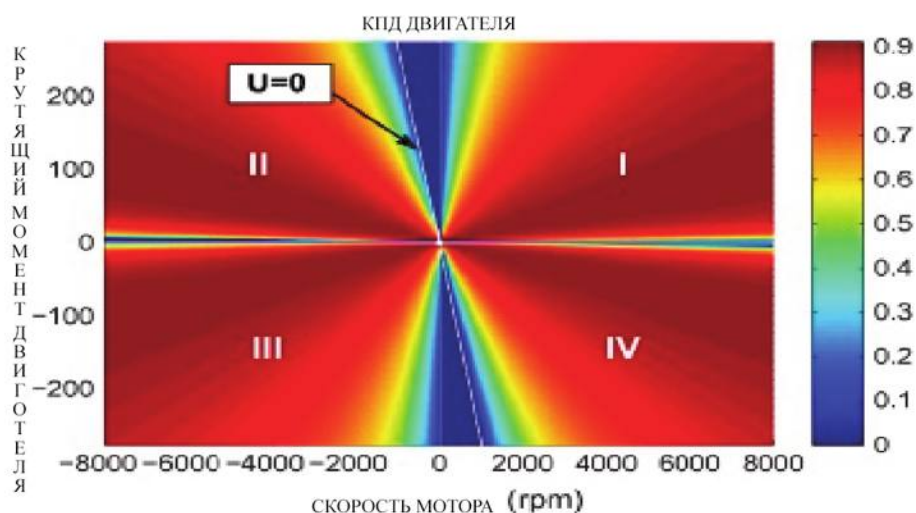


Рисунок 2 – График контура КПД двигателя для двигателя

Если посмотреть на первый квадрант, то наименьший КПД имеет место на низкой скорости с высоким крутящим моментом. Вторая область низкой эффективности может быть обнаружена при высоких скоростях и низких крутящих моментах, но падение эффективности не так заметно, как в ранее упомянутой области. Это указывает на то, что резистивные потери, которые зависят от крутящего момента, преобладают над демпфирующими потерями, которые зависят от скорости. Как показывает опыт, большинство двигателей достигают максимального КПД примерно при 10–20 % крутящего момента при остановке и 90 % скорости холостого хода. Эта точка максимальной эффективности достигается на более низкой скорости, когда уменьшается крутящий момент. Роботизированные приложения, которые работают с переменной скоростью и крутящим моментом, часто в нескольких

квадрантах, обычно не всегда работают в зоне максимальной эффективности, но также проходят через зоны с низкой эффективностью

Двигатели постоянного тока обычно приводятся в действие схемами широтно-импульсной модуляции (ШИМ) с высокими частотами переключения. Таблицы данных обычно не содержат достаточных данных для восстановления сложной динамики, и поэтому мы не будем пытаться вычислять напряжение и ток на входе ШИМ, т.е. на выходе источника питания. Вместо этого мы рассчитаем потребляемую мощность напрямую, используя КПД схемы привода. Это свойство, которое не рассматривается большинством авторов, можно найти в таблицах данных производителей.

Энергопотребление привода моделируется как интеграл мощности, потребляемой от источника питания $E = \int P dt$ с интервалом интегрирования, охватывающим всю продолжительность движения. В большинстве работ предполагается, что для поглощения мощности требуется столько же энергии от источника питания, сколько и для обеспечения мощности. Очевидный недостаток уравнения состоит в том, что с физической точки зрения это не имеет большого смысла. Это означало бы, что двигатель и схема привода получают питание как от батареи, так и от нагрузки, и нет никакого пути для получения этой энергии, кроме рассеяния в ее компонентах.

Если контроллер не имеет отдельного источника питания для электроники, эти потери также необходимо добавить к мощности, потребляемой от источника. Производители обычно упоминают в своих таблицах данных потребление тока в режиме ожидания или холостого хода, которое, умноженное на напряжение источника, дает оценку мощности, потребляемой электроникой. Для небольших 4-квадрантных контроллеров мощностью до 50 Вт этот ток холостого хода обычно составляет около 50 мА, что в случае источника напряжения 30 В подразумевает непрерывную потерю не менее 1,5 Вт. Очевидно, что эта потеря пагубно сказывается на общей эффективности систем малой мощности.

В робототехнике исполнительные механизмы обычно работают во всех четырех квадрантах с переменными нагрузками и скоростями. Динамический характер этих задач влечет за собой множество сложностей при расчете энергопотребления. В рамках доклада рассмотрены различные механизмы потерь в простом приводе, состоящем из двигателя постоянного тока и коробки передач. Особое внимание уделено динамическим аспектам и зависимости потерь от нагрузки и скорости. На основе проведенного моделирования и измерений можно составить набор рекомендаций по моделированию привода и расчету энергопотребления:

- поглощение отрицательной мощности не потребляет энергии от источника питания. В зависимости от типа схемы привода отрицательная мощность используется для подзарядки источника питания или рассеивается в тормозных резисторах;

- в большинстве динамических приложений нельзя пренебрегать инерцией двигателя и коробки передач, особенно когда шестерни дают существенное понижение;

- адаптация КПД редуктора к потоку мощности увеличивает сложность вычислений, но значительно повышает точность модели. Более подробная модель коробки передач, способная представить зависимость потерь от нагрузки и скорости, также может оказаться полезной, особенно в конструкциях с низким крутящим моментом;

- модель двигателя, зависящая от скорости и нагрузки, может оценить снижение КПД двигателя в случае низких крутящих моментов и скоростей. Это очень важно для оптимизации энергоэффективности, которая будет пытаться направить рабочие точки именно в эти области;

- в случаях с низким энергопотреблением ток, необходимый для питания приводной электроники, может вносить основной вклад в общую потребляемую мощность;

- введение демпфирующего члена может значительно улучшить качество модели, особенно для случаев с высокими скоростями и низкими крутящими моментами. С точки зрения дизайнера это подчеркивает важность конструкции с низким коэффициентом трения.

- согласие между смоделированным и фактическим потреблением энергии также сильно зависит от того, насколько хорошо контроллер может отслеживать желаемую траекторию.

Библиографический список

1. Verstraten T.G., Mathijssena R., Furnémonta B., Vanderborgha D. Modeling and design of geared DC motors for energy efficiency: Comparison between theory and experiments // *Mechatronics*. 2015. Vol. 30, September P. 198–213.
2. Mettin U., La Hera P.X., Freidovich L.B., Shiriaev A.S. Parallel elastic actuators as a control tool for preplanned trajectories of underactuated mechanical systems // *Robot Res* 2010. № 29(9). P. 86–98. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1177/0278364909344002>.
3. Wang S., van Dijk W., van der Kooij H. Spring uses in exoskeleton actuation design: IEEE international conference on rehabilitation robotics (ICORR). 2011. P. 1–6. ISSN: 1945-7898. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1109/ICORR.2011.5975471>.
4. Jafari A., Tsagarakis N., Sardellitti I., Caldwell D. How design can affect the energy required to regulate the stiffness in variable stiffness actuators: IEEE international conference on robotics and automation (ICRA). 2012. P. 27–92. ISSN: 1050-4729. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1109/ICRA.2012.6224946>.
5. Grimmer M., Eslamy M., Gliech S., Seyfarth A.A. Comparison of parallel and series elastic elements in an actuator for mimicking human ankle joint in walking and running: IEEE international conference on robotics and automation (ICRA). 2012. P. 63–70. ISSN: 1050-4729. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1109/ICRA.2012.6224967>.
6. Eslamy M., Grimmer M., Seyfarth A. Effects of unidirectional parallel springs on required peak power and energy in powered prosthetic ankles: comparison between different active actuation concepts: IEEE international conference on robotics and biomimetics (ROBIO). 2012. P. 6–12. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1109/ROBIO.2012.6491330>.
7. Schuy J., Beckerle P., Wojtusch J., Rinderknecht S., Von Stryk O. Conception and evaluation of a novel variable torsion stiffness for biomechanical applications. T. 212. Verstraten et al. // *Mechatronics*. 2015. № 30. P. 198–213.
8. 4th IEEE RAS EMBS international conference on biomedical robotics and biomechatronics (BioRob). P. 3–8. ISSN: 2155-1774. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1109/BioRob.2012.6290778>.
9. Velasco A., Gasparri G.M., Garabini M., Malagia L., Salaris P., Bicchi A. Softactuators in cyclic motion: analytical optimization of stiffness and pre-load: IEEE-RAS international conference on humanoid robots. Atlanta: Georgia, USA. 2013.

Ирина Дмитриевна Колесникова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, студент, Россия, Владивосток, e-mail: irinka.kid@mail.ru

Научный руководитель – Сергей Владимирович Куличков, канд. техн. наук, доцент

Геометрическое моделирование поверхности подводного объекта в SolidWorks на примере гидробионтов *Salmonidae*

Аннотация. Приводится последовательность построения виртуальной модели поверхности подводного аппарата в SolidWorks на примере гидробионтов *Salmonidae*.

Ключевые слова: подводный аппарат, модель поверхности подводного аппарата, бионический подводный аппарат.

Irina D. Kolesnikova

Far Eastern State Technical Fisheries University, Student, Russia, Vladivostok, e-mail: irinka.kid@mail.ru

Scientific adviser – Sergey V. Kulichkov, PhD, Associate Professor

Geometric modeling of the surface of an underwater object in SolidWorks on the example of *Salmonidae* hydrobionts

Abstract. The paper presents the sequence of constructing a virtual model of the surface of an underwater vehicle in SolidWorks using the example of *Salmonidae* hydrobionts.

Keywords: underwater vehicle, underwater vehicle surface model, bionic underwater vehicle.

Освоение ресурсов Мирового океана связано с созданием необитаемых подводных аппаратов. Одним из важнейших факторов их создания является их энергоэффективность. Один из путей достижения энергоэффективности – создание биоподобных аппаратов.

Предполагалось, что наружная поверхность опытного образца объекта модели гидробионта будет выполнена из резины. Был назначен материал: пластины резиновые марки ТКМЩ, 2-го класса, вида Ф, типа I, степени твёрдости – С, толщиной 4 мм с предельными отклонениями на размер $\pm 0,40$ мм по ГОСТу 7338-90. Обозначение: Пластина 1Ф-I-ТКМЩ-С-4 ГОСТ 7338-90.

Плавники – парные: грудные, брюшные; одинарные: спинной, анальный, жировой, хвостовой – будут выполнены из пластика PLA на 3D-принтере.

На столе 3D-принтера – по умолчанию – деталь начинает печататься с поверхности, находящейся на столе, т.е. с вида «Сверху». Виду «Сверху» на 3D-принтере соответствует вид «Спереди» программы «SolidWorks». Поэтому профильную поверхность *Salmo salar* L. целесообразно чертить в плоскости «Спереди».

Было принято решение строить данный объект по сечениям. Сначала был создан эскиз во фронтальной плоскости. Щёлкнув правой кнопкой мыши на нужную плоскость в «Дереве конструирования», или «FeatureManager» (Панель слева), был подтверждён выбор. В строке «Меню программы» во вкладке «Вставка» выбрали «Объект». После установки на поле вставленного изображения и выдерживания его пропорций обвели эскиз профильной поверхности *Salmo salar* L. с помощью элементов эскиза, расположенных во вкладке «Эскиз» в диспетчере команд «CommandManager». Траектория эскиза получена преимуще-

ственно сплайном (кривой, так называемой «гибким лекалом»). Удалили объект – вставленное изображение, нажав на него дважды и выбрав клавишу «Delete». Полученный «Эскиз 1» временно «высвечиваем», т.е. делаем видимым; для этого в «FeatureManager» нажимаем на «Эскиз 1» и выбираем «Отобразить». Это действие необходимо выполнить для дальнейших построений.

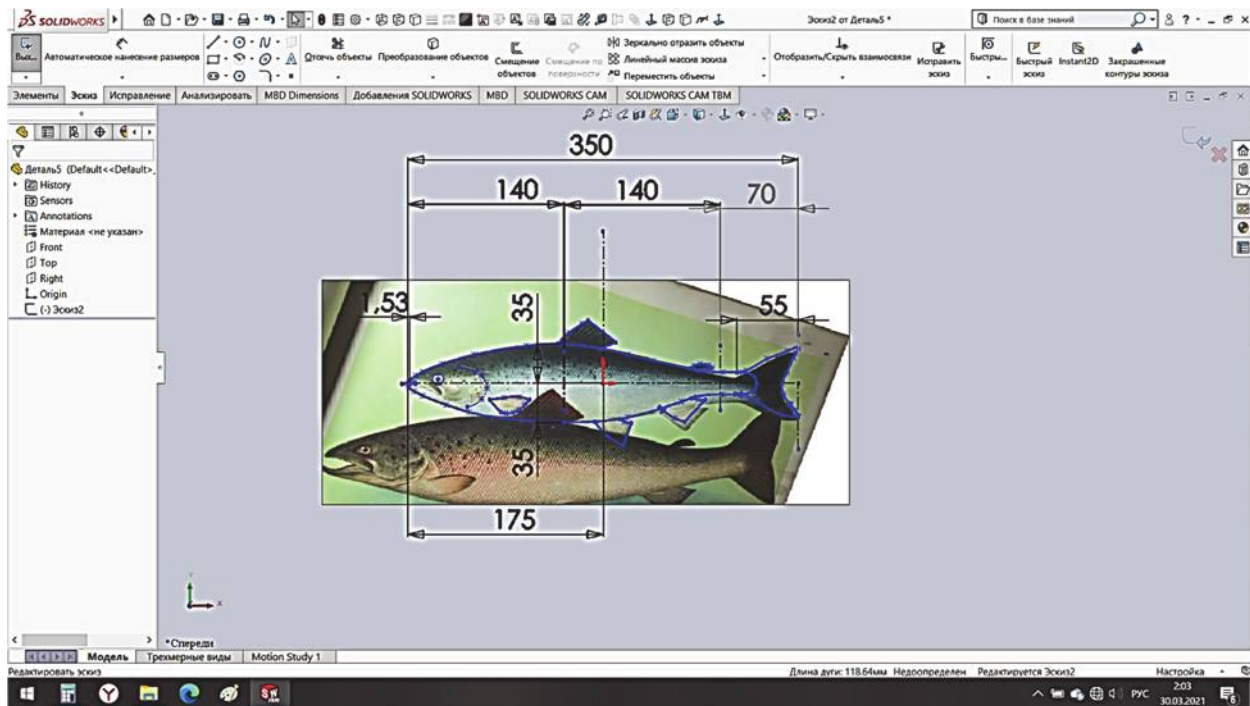


Рисунок 1 – Построение профильной поверхности Salmo salar L

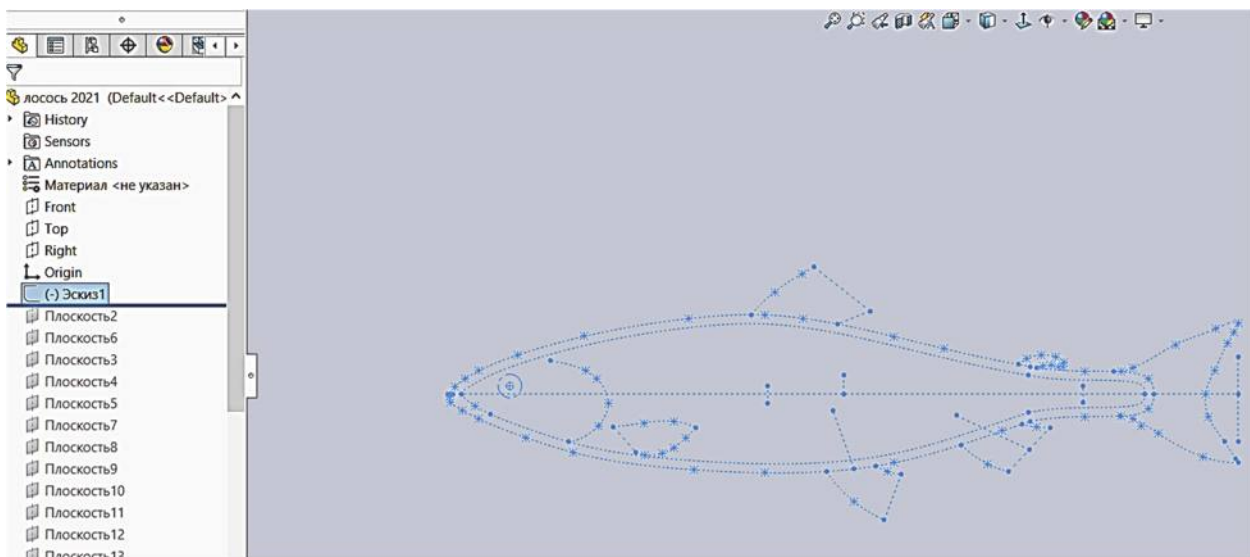


Рисунок 2 – Полученный «Эскиз 1»

Начинаем построение плоскостей поперечных поверхностей гидробионта, расположенных параллельно плоскости «Справа». Для этого измеряем расстояния от плоскости «Справа» до точек пересечения, построенных в «Эскизе 1». В диспетчере команд «CommandManager» выбираем во вкладке «Элементы» вкладку – «Справочная геометрия»: элемент – «Плоскость»; смещаем плоскость «Справа» на заданное расстояние.

В полученных вспомогательных плоскостях создаем эскизы: стрим эллипс, вершина которого совпадает с точкой, находящейся на линии «Эскиза 1». Ввиду того что верхняя и

нижняя части лосося имеют различное геометрическое построение и их высоты различны, то эллипсов в эскизе будет 2, центр каждого эллипса совпадает с осью эскиза. Нажав на нижний эллипс, выбираем в «FeatureManager» вкладку «Параметры» и напротив команды «Вспомогательная геометрия» ставим галочку. Таким образом, нижний эллипс теперь построен осевой линией, благодаря чему он не внесёт никаких изменений при дальнейшем построении верхней половины лосося по сечениям (т.е. при преобразовании 2D-модели в 3D-модель). Нижние эллипсы можно построить сразу отдельно в тех же вспомогательных плоскостях, что используются для построения верхней части рыбы. У нас они уже были выполнены, так как нужно было целиком вытянуть основание по сечениям, но не получилось. В дальнейшем, вместо создания нижних эллипсов «с нуля», сделаем видимыми эскизы построения верхних эллипсов (методом, описанным ранее), откуда выполним преобразование объектов нижних эллипсов («CommandManager»/«Преобразование объектов»), проведем горизонтальную линию, соединяющую точки (закрывающую эскиз) и повторим построение «Основание по сечениям», но уже с нижней частью. Верхние эллипсы необходимо делать замкнутыми, поэтому чертим горизонтальную линию, проходящую через центр эллипса и боковые точки (Выбрать точку, линию, нажать команду «Совпадение» в «PropertyManager» – панель слева); если линии пересекают ось эскиза, то их можно отсечь («CommandManager»/«Отсечь объекты»). Последний эллипс повернут на угол 90° относительно оси эскиза (или оси рыбы).

Для построения модели верхней части гидробионта выбираем команды: «CommandManager»/«Бобышка/основание по сечениям». В панели «PropertyManager» (слева) выбираем заранее отображённые эскизы – профили, необходимые для создания части рыбы; там же, в параметрах – «Объединить смежные грани».

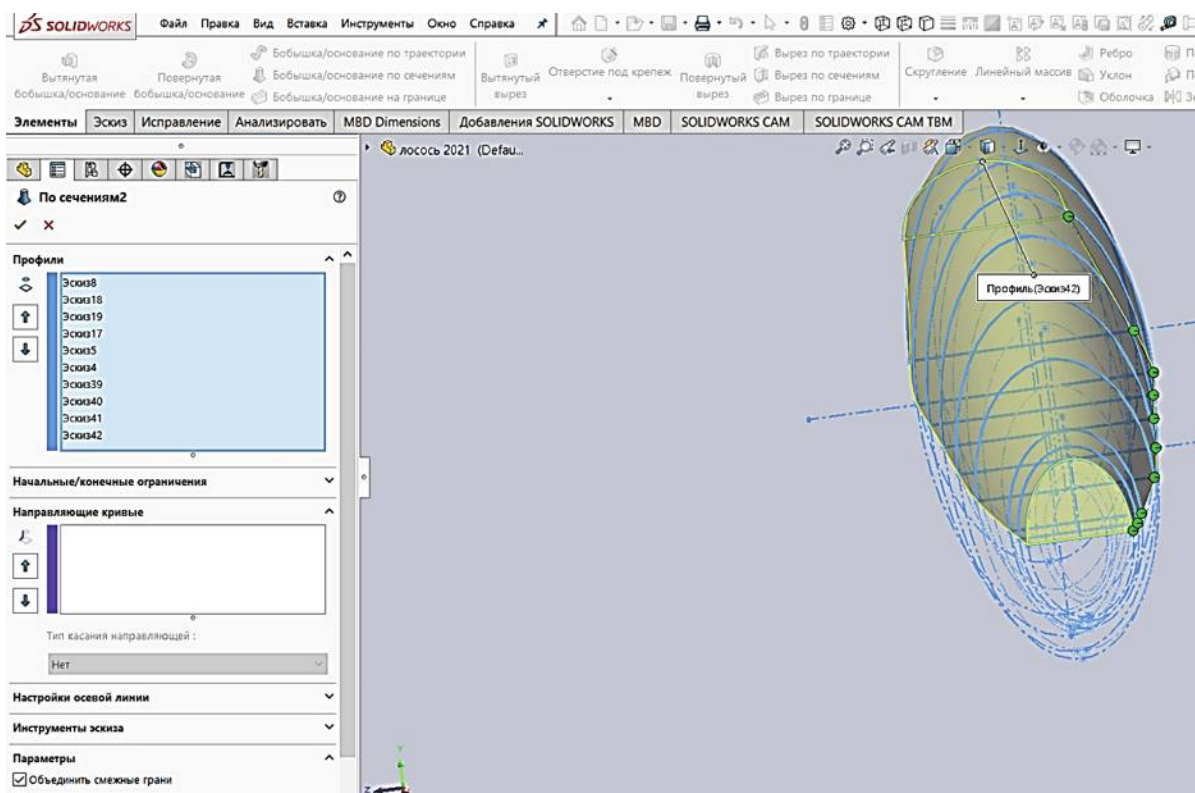


Рисунок 3 – Выполнение построения «Основание по сечениям»

Создаем голову гидробионта. В качестве плоскости эскиза выбираем «Грань 1». Преобразовываем одну половину грани, замыкаем эскиз линией. Во фронтальной проекции создаем эскиз – элемент сплайна. Создаем «Бобышку/основание по траектории». Зеркально отражаем полученные элементы относительно фронтальной плоскости.

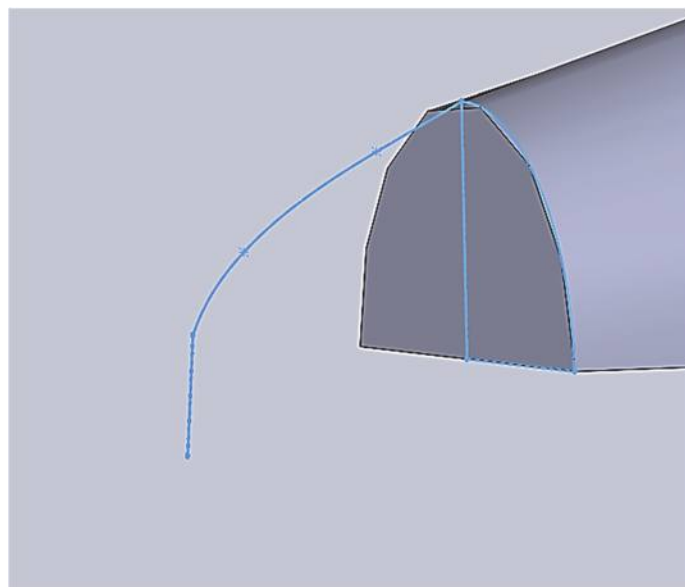


Рисунок 4 – Эскиз для создания бобышки/основания по траектории

Создаем построение нижней части гидробионта, вытягиваем эскиз «По сечениям».

«Бобышкой/основанием по границе» соединяем «Грань 1» и «Грань 2».

«Повёрнутой бобышкой» получаем элемент хвостовой части рыбы, затем «Бобышкой/основанием по сечениям» соединяем её с основной частью гидробионта.

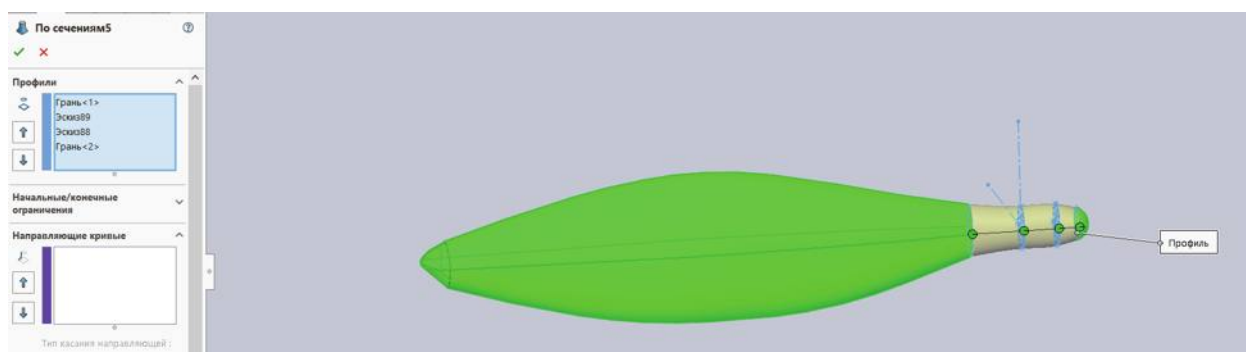


Рисунок 5 – Построение хвостовой части гидробионта

Создаем полость внутри тела. Выбираем плоскости, которые служили для построения эллипса, преобразовываем эскизы эллипсов и при помощи команды «Смещение объектов» во вкладке «Эскиз», смещаем их на 4 мм внутрь тела, после чего отсекаем ненужные линии.

Преобразование и смещение последнего в цепочке эллипса осложнено геометрией тела. Для решения данной проблемы удаляем горизонтальную линию, строим круг, центр которого лежит на оси эскиза. Удерживая клавишу клавиатуры «Ctrl», поочерёдно нажимаем на круг и на дугу (оставшуюся часть эллипса), после чего выбираем команду «Касательный». Затем – таким же способом – нажимаем на круг и на точку дуги, выбираем команду «Совпадение». Выбираем команду «Зеркальное отражение» и отражаем круг с установленными привязками относительно вертикальной оси эскиза. Удаляем элементы эскиза, служившие для данного построения, отсечением – описанным выше способом. Определяем эскиз простановкой необходимых размеров для того, чтобы эскиз не сдвигался.

После этого выбираем команду «Вырез по сечениям», поэтапно соединяем между собой эти эскизы. Получаем полость внутри объекта.

Для того чтобы объект находился под водой, на глубине, необходимо сместить его центр тяжести вниз. Начертим и вырежем «Повёрнутым вырезом» отверстие, выходящее снизу насквозь.

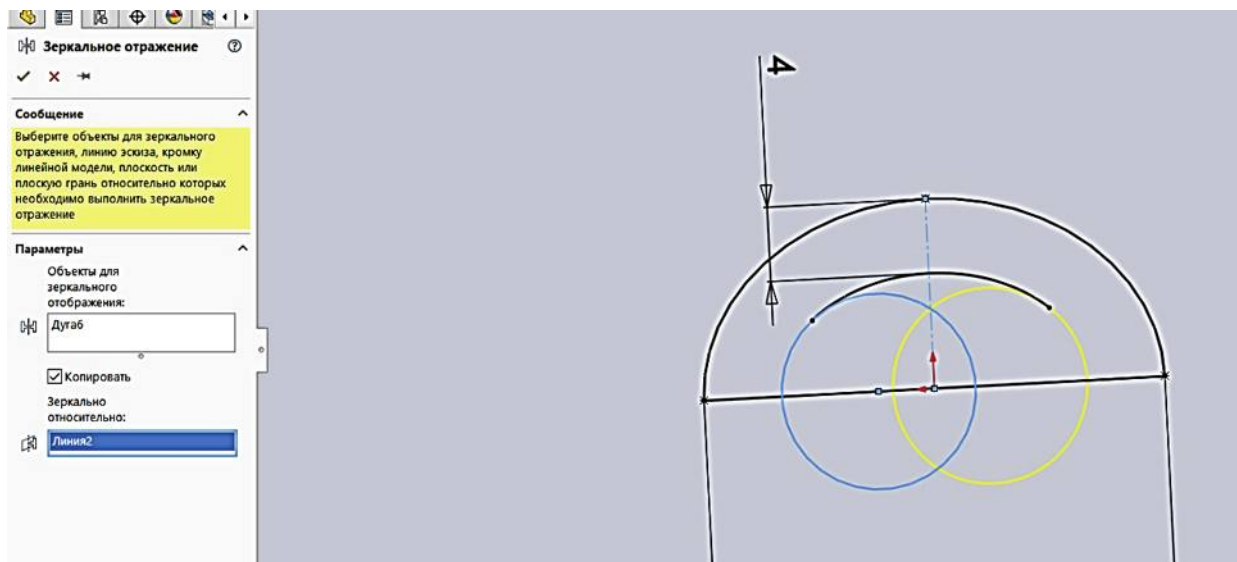


Рисунок 6 – Смещение объектов эскиза

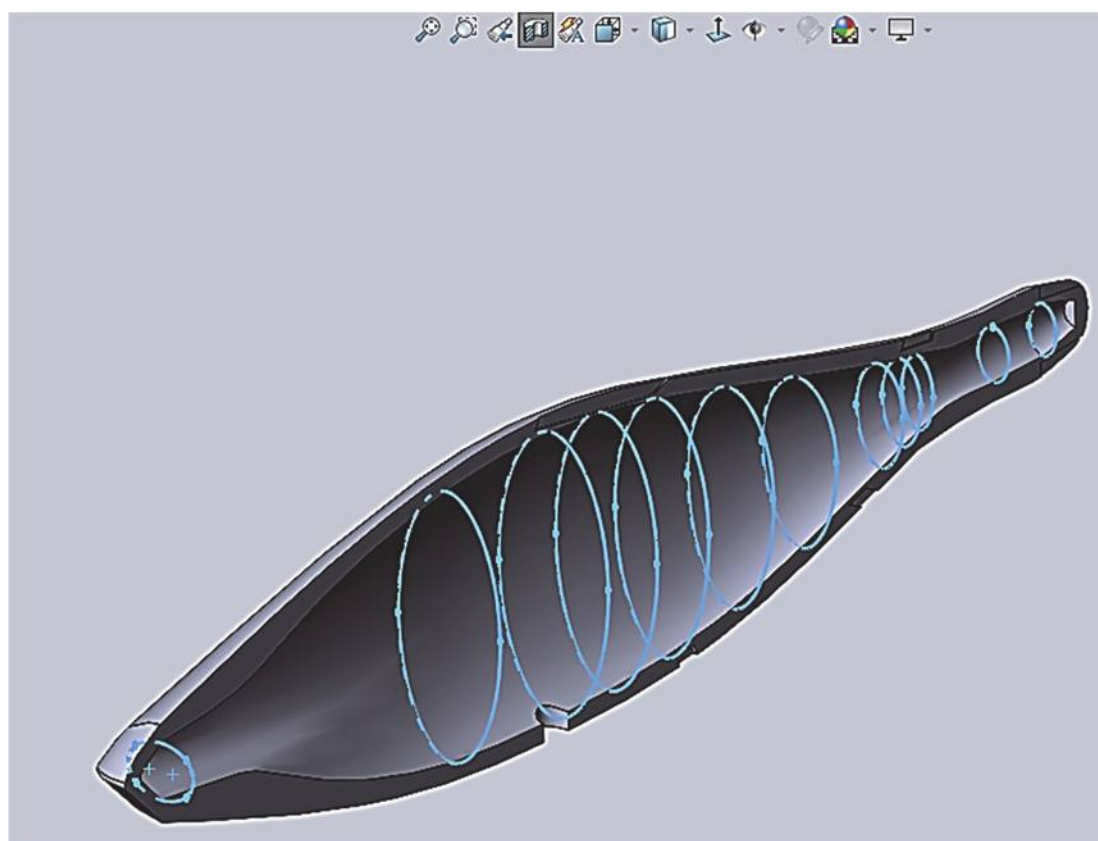


Рисунок 7 – Модель основания гидробионта (продольный разрез)

Плавники получены путём сохранения отдельных частей «Эскиза 1» гидробионта с последующим вытягиванием – «Вытянутая бобышка/основание» на половину общей толщины изделия в обе стороны.

Создание сборки *Salmo salar* LINNAEUS. Вставка компонента – основания тела лосося. В «Дереве конструирования» («FeatureManager») нажимаем на изображение детали, правой кнопкой мыши выбираем команду «Расфиксировать». Сопрягаем плоскость сборки «Справа» с плоскостью «Фронтальная» детали; плоскости «Сверху»; плоскость «Фронтальная» сборки с плоскостью «Справа» детали. Деталь относительно сборки полностью определена. При помощи команды «Вставить компоненты», расположенной в диспетчере

команд («CommandManager»), добавляем в поле моделирования плавники. Ставим плавники приблизительно в места их нахождения в «Эскизе 1» детали основания гидробионта. В детали «Основание гидробионта» по необходимости создаем вспомогательные оси для построения эскиза; делаем «Вытянутый вырез». Сопрягаем совпадение оси плавника с осью отверстия в основании объекта. Достаиваем элементы плавников, служащие опорами и вставляемые в отверстия детали «Основания гидробионта». Определяем с помощью «Условий сопряжений» остальные части изделия – «Совпадение» боковой опорной поверхности плавника с боковой поверхностью, ребром или точкой элемента отверстия основания; «Касательный» ребра или точки плавника к поверхности основания; «Расстояние» между гранью или точкой плавника и гранью глухого отверстия.

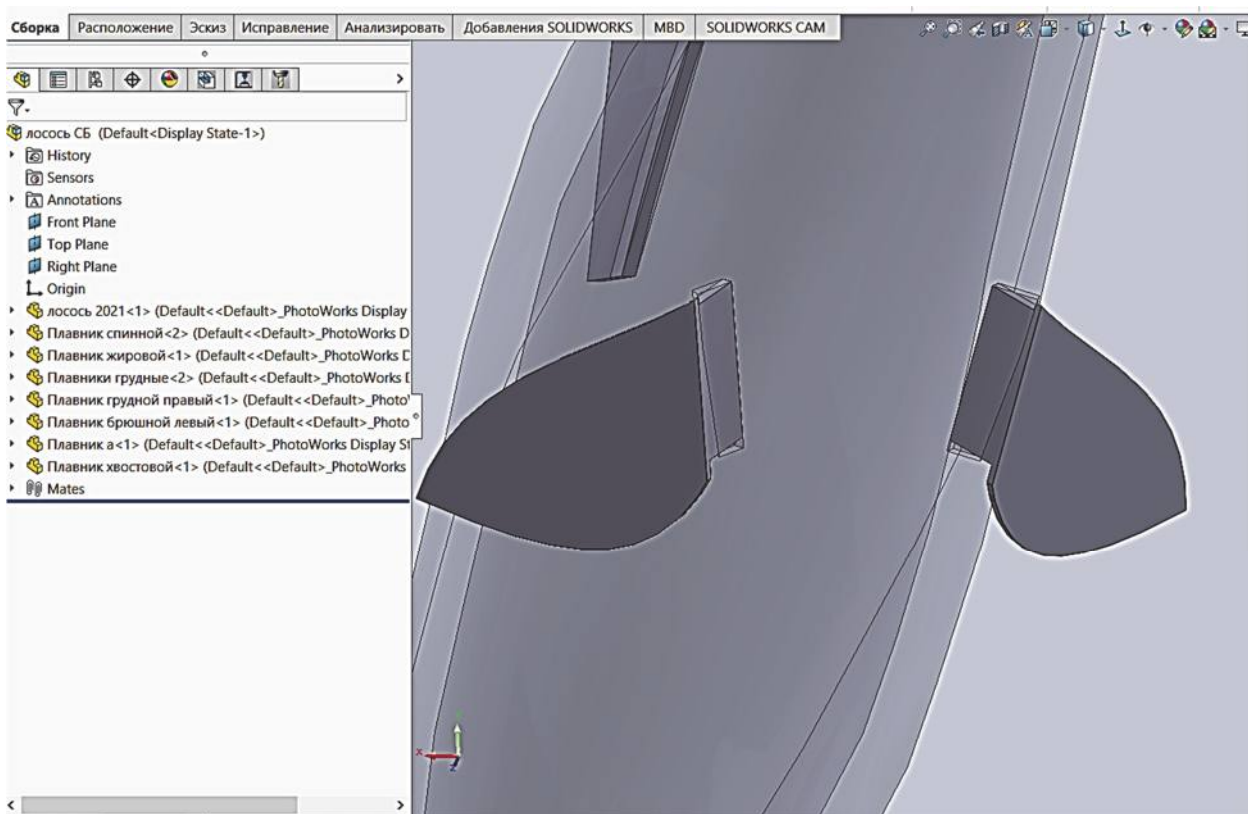


Рисунок 8 – Плавники грудные в сборке

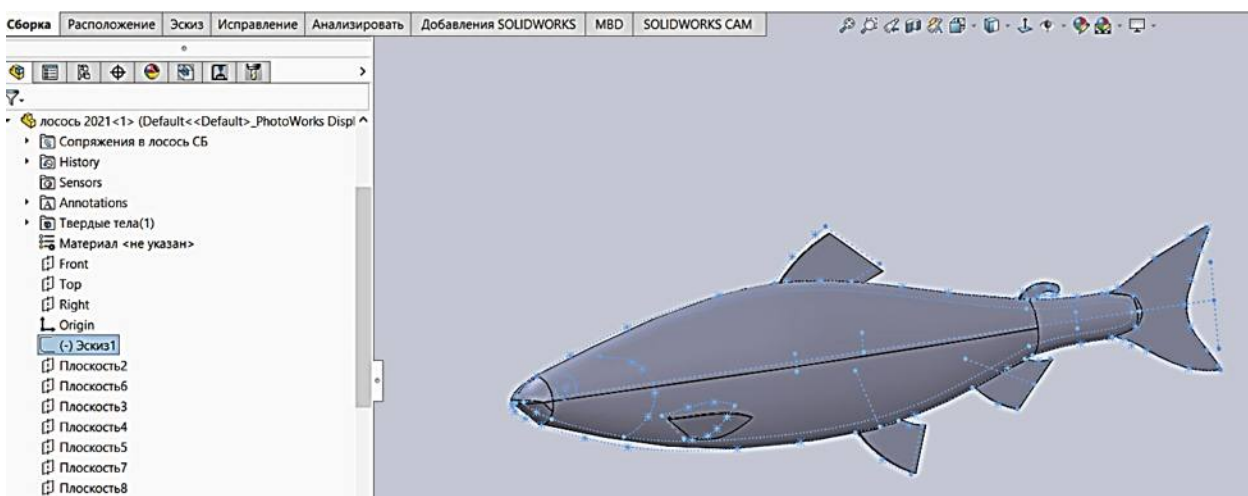


Рисунок 9 – 3D-модель гидробионта *Salmo salar* LINNAEUS в сборе

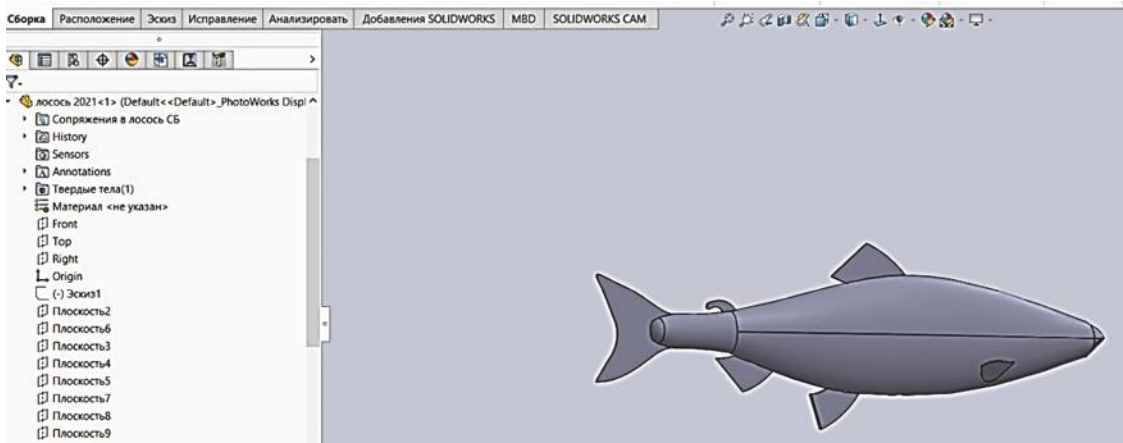


Рисунок 10 – 3D-модель гидробионта *Salmo salar* LINNAEUS в сборе

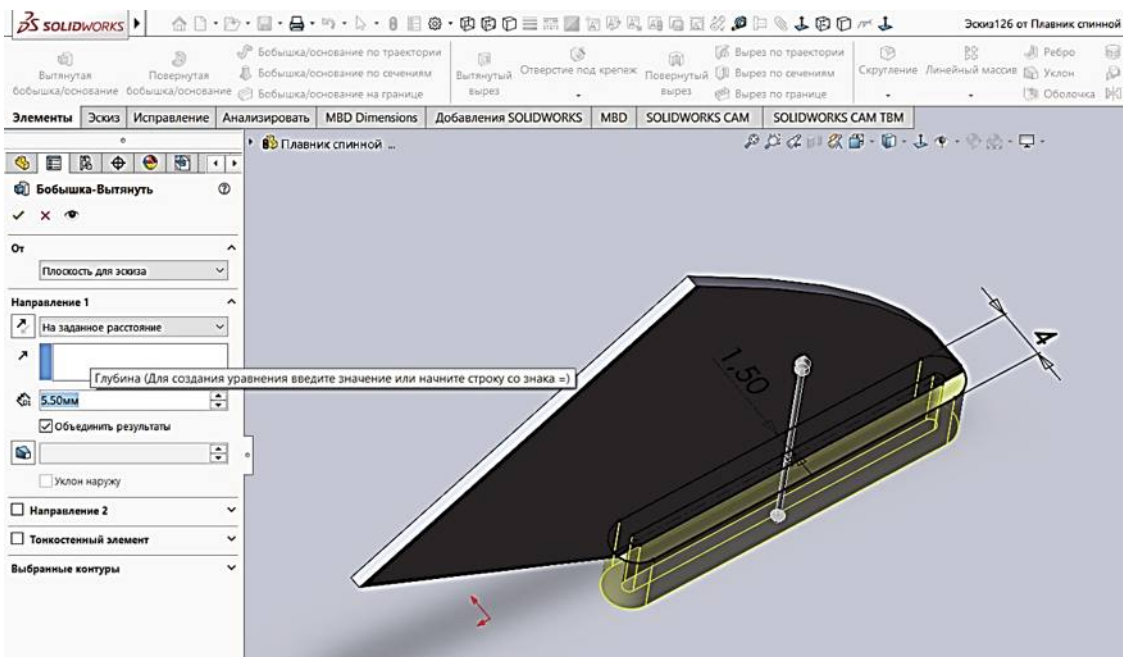


Рисунок 11 – Эксперименты над построением плавника спинного

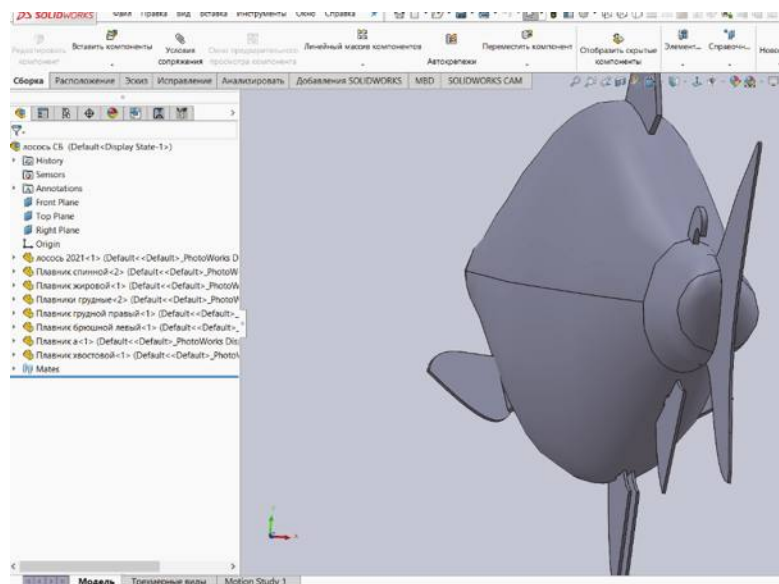


Рисунок 12 – 3D-модель гидробионта *Salmo salar* LINNAEUS в сборе

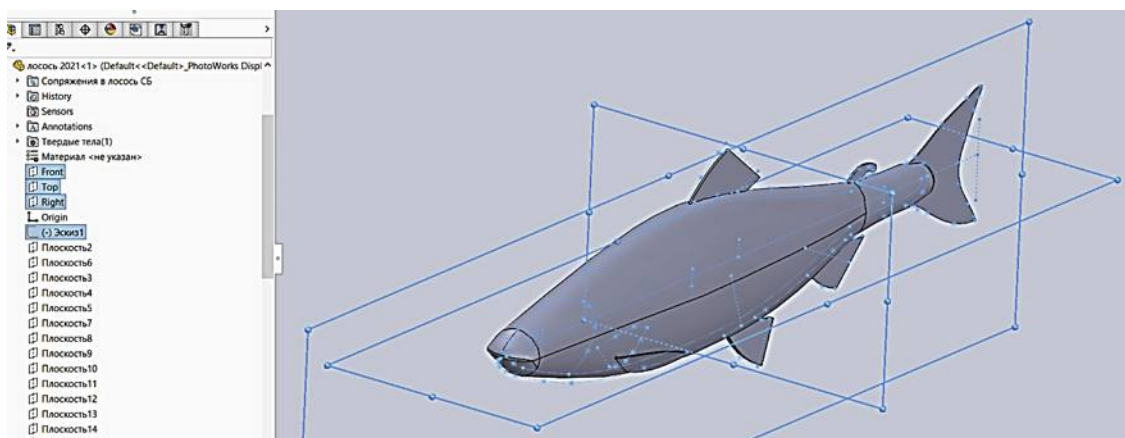


Рисунок 13 – 3D-модель гидробионта *Salmo salar* LINNAEUS в сборе

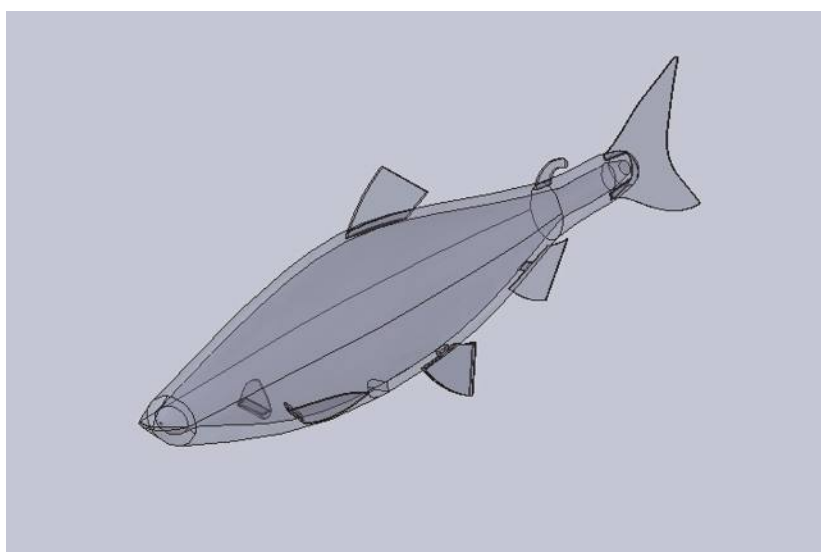


Рисунок 14 – 3D-модель гидробионта *Salmo salar* LINNAEUS в сборе (прозрачное отображение сборки)

Считаем необходимым подчеркнуть, что для получения модели подводного объекта – гидробионта *Salmonidae* путём заливки полиуретана в пресс-форму, необходимо увеличить модель основания объекта на величину усадки материала. При этом полученная модель гидробионта в сборе будет отличаться от готового изделия, а сопряжения будут нарушены.

Представленный алгоритм построения геометрии поверхности биоподобного подводного аппарата является первым шагом в создании действующей модели рыбоподобного подводного аппарата.

Библиографический список

1. Мирошникова Е.И. Частная ихтиология. М.: Оренбургский государственный университет, 2011. 184 с.
2. ГОСТ 7338-90. Пластины резиновые и резинотканевые Технические условия.

Алексей Дмитриевич Кондратенко

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, курсант, Россия, Владивосток, e-mail: kondratenkoaleshka@gmail.com

Научный руководитель – Сергей Владимирович Куличков, канд. техн. наук, доцент

Адаптивная система управления пневмоприводом трубопроводной арматуры

Аннотация: Рассматривается разработка усовершенствованной системы управления трубопроводной арматурой. Описано устройство регулирующего клапана с пневмоприводом, а также рассмотрены принципы его работы. Оглашена концепция интеллектуального управляющего устройства, обеспечивающего автоматическую настройку параметров закона управления в соответствии с каждым конкретным приводом и регулирующим клапаном. Проектируемая система управления способна адаптировать параметры закона управления в процессе эксплуатации для компенсации влияния изменяющихся условий эксплуатации.

Ключевые слова: трубопроводная арматура, пневмопривод, позиционер, система управления с обратной связью, интеллектуальная диагностика, мониторинг, обнаружение отказов.

Alexey D. Kondratenko

Far Eastern State Technical Fisheries University, Cadet, Russia, Vladivostok, e-mail: kondratenkoaleshka@gmail.com

Scientific adviser – Sergey V. Kulichkov, PhD, Associate Professor

Adaptive control system for pipeline valve pneumatic actuator

Abstract. The paper deals with development of advanced control system for pipeline valve. Control valve device with pneumatic actuator as well as examination of its operation principles are described. The concept of smart control device to provide automatic setting of control law parameters according to each specific actuator and control valve is suggested. Control system to be designed is able to adapt control law parameters during operation to compensate influence of changing operation conditions.

Keywords: pipeline valve, pneumatic actuator, positioner, feedback control system, hierarchic, adaptation, monitoring, failure detection.

Развитие и совершенствование систем управления технологическими процессами трубопроводов приводит к улучшению управления в целом за счет преимуществ распределенного управления. Эти усовершенствования показали ограниченные возможности системы управления работой исполнительного механизма.

Регулирующие клапаны, применяемые в трубопроводах современных установок, обычно приводятся в действие пневматическими приводами. Такой привод имеет определенный объем, разделенный поршнем или мембраной 3 (рис. 1). С одной стороны, на поршень или мембрану воздействует сила, вызванная перепадом давления в рабочих полостях привода, с другой стороны, это влияние компенсируется пружиной. Таким образом, при

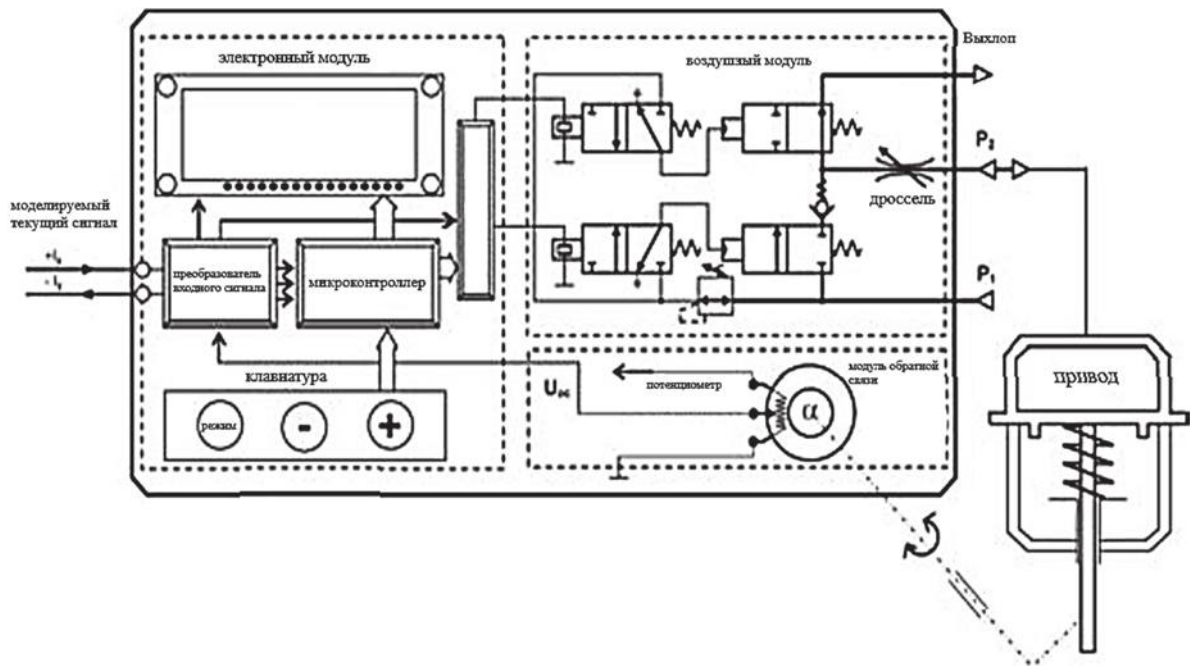


Рисунок 2 – Позиционер ЭПП300

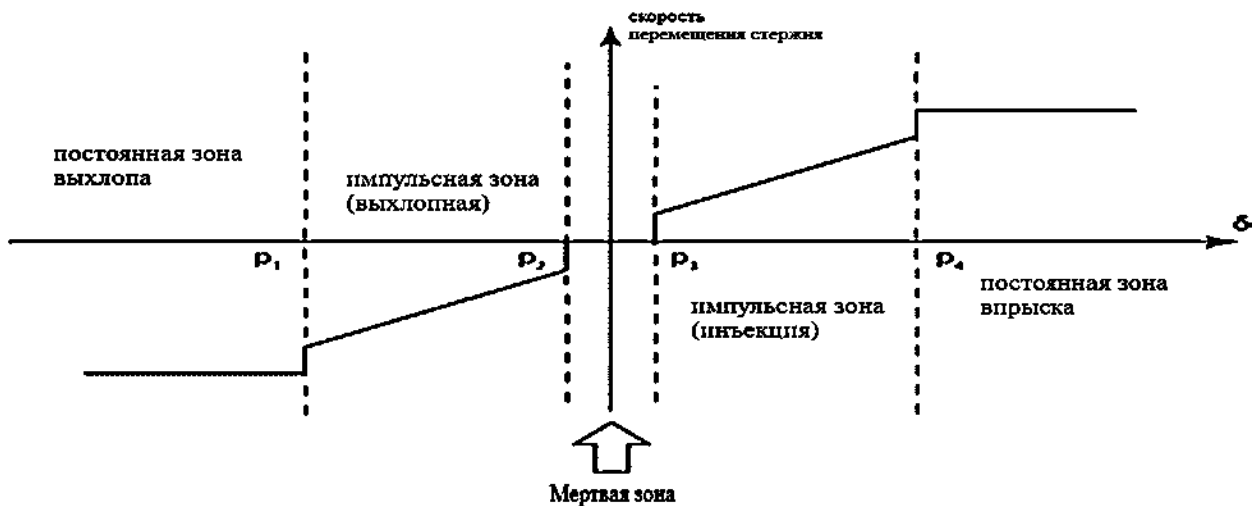


Рисунок 3 – Алгоритм работы позиционера ЭПП300

Если величина рассогласования δ (рис. 3) мала и находится в диапазоне мертвой зоны позиционера ($\delta \ll p$), то к приводу не прилагается ни впуск, ни выпуск воздуха. В случае большого рассогласования ($\delta < p$ или $\delta > p_4$ – полная впускная или выпускная зона) микроконтроллер обеспечивает максимальную скорость движения штока в сторону уменьшения рассогласования. В других случаях позиционер обеспечивает импульсное управление с коэффициентом заполнения, пропорциональным рассогласованию.

Рассмотрим метод расчета коэффициента пошрины. Она зависит от рассогласования k и от текущего положения стержня P (в процентах от хода стержня): $L_{qp} = f(d, Y)$. Зависимость от рассогласования дает пропорциональный закон управления, а зависимость от положения штока добавляется как поправка на нелинейность управляемой установки, так как расход впуска и выпуска зависит от давления воздуха в рабочем пространстве и, следовательно, от положения штока.

В результате планируется разработать единый позиционер, содержащий контроллер с расширенными функциями автоматического выравнивания, адаптации и диагностики. Это

позволит добиться надежного и качественного управления технологическими процессами при существенно меняющихся условиях эксплуатации. Новый позиционер обеспечит важную и своевременную диагностическую информацию о состоянии системных узлов и агрегатов, что поможет избежать неожиданных отказов системы и снизить потребность в плановом техническом обслуживании. На самом деле это интеллектуальное позиционирующее устройство является окончательным решением многих производственных задач. Настоящее устройство не будет нуждаться в верхнем уровне системы управления технологическим процессом за счет каскадного регулятора, управляющего некоторым параметром среды. Это позволит снизить затраты на разработку и эксплуатацию системы.

Модификация позиционера и привода, которая не требует подачи внешнего воздуха, подаваемого средой из самого трубного канала, является существенной новой модификацией. Такие клапаны способны работать не только с газом, но и с жидкими средами. В настоящее время существуют регуляторы давления с аналогичной конструкцией, однако настройками этих регуляторов можно управлять только вручную, а заданное значение нельзя изменить дистанционно. Между тем описанная выше каскадная схема управления позволит контролировать как положение дроссельной заслонки этого клапана, так и различные параметры потока среды, такие, как давление перед или за клапаном, расход, температура и т.д. В то же время он обеспечит потребителя достоверной и своевременной диагностической информацией о работе устройства.

Библиографический список

1. Reinhart N., Ingram D. Smart control valve diagnostics: predictive maintenance and beyond // Valve magazine. 2004. № 16(4). P. 34–35.
2. Kiesbauer I.J. An integrated diagnostics strategy for digital positioners // Valve magazine. 2005. № 17(1). P. 42–43.
3. Shvetsova N. What does it mean smart armature // Pipe duct armature and equipment. 2005. № 1(16). 31 p.
4. Tliso A.A. Electropneumatic positioner EPP300. ROOST. Regulator and automatic control devices. 2005. P. 44–45.
5. Tliso A.A. Electro Pneumatic Positioner EPP300. Operating Manual. 2006. P. 17–19.

Данила Андреевич Одзял

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, курсант, Россия, Владивосток, e-mail: danila.odzyal@inbox.ru

Научный руководитель – Сергей Владимирович Куличков, канд. техн. наук, доцент

Разделение потоков мощности в ветроэнергетических системах

Аннотация. Рассматриваются характеристики передачи с разделением мощности в ветроэнергетических системах. С помощью таких систем можно получить значительную выгоду для турбины и генератора. Целью является определение конфигураций разделения мощности, которые требуют минимальной номинальной мощности системы регулятора (механический вариатор или серводвигатель / генератор), чтобы снизить затраты и потери мощности.

Ключевые слова: энергия ветра, передача с разделением мощности, бесступенчатая трансмиссия, эффективность, переменная скорость.

Danila A. Odzyal

Far Eastern State Technical Fisheries University, Student, Russia, Vladivostok, e-mail: danila.odzyal@inbox.ru

Scientific adviser – Sergey V. Kulichkov, PhD, Associate Professor

Separation of power flows in wind power systems

Abstract. This paper deals with the performance of power split transmissions in wind energy systems. Through such systems, it is possible to bring significant benefits to the turbine and the generator. The aim of this paper is to identify the power split configurations that require the minimum rated power of the regulator system (mechanical CVT or servo motor/generator), to reduce costs and the power losses.

Keywords: wind energy, power split transmission, CVT, efficiency, variable speed.

Преобразование энергии ветра в электроэнергию особенно проблематично из-за колебаний скорости ветра, так как роторы ветряных турбин достигают максимальной эффективности только при определенном передаточном числе конечных скоростей [1]. Ветряные турбины с постоянной скоростью, в которых ротор соединен с генератором с фиксированным передаточным числом, работают с очень низким КПД, поэтому для повышения эффективности ветряных турбин обычно применяются системы переменной скорости, чтобы изменять угловую скорость ротора в соответствии с профилем скорости ветра [1, 2]. В этих системах турбина работает с предельным передаточным числом, что обеспечивает ее максимальный КПД.

В настоящее время для подключения ветряной турбины к электрогенератору используется передаточное устройство. Для машин меньшего размера весь выход должен быть преобразован с помощью силовой электроники, чтобы обеспечить развязку скорости генератора от частоты сети [2, 4]. Генератор отделен от сети преобразователем, работающим с той же номинальной мощностью. В такой конфигурации генератор вращается с переменной скоростью, поэтому во многих случаях он работает в условиях с низким КПД. На бо-

лее крупных машинах это становится очень дорогим, поэтому было решено использовать индукционный генератор с двойным питанием [2, 4]. В этом случае скорость ротора не обязательно должна быть синхронной с сетью, тогда он может быть подключен напрямую. Это достигается за счет управления частотой магнитного поля ротора, так что он больше не является постоянным током во вращающейся раме ротора.

Разработка новых, более надежных и эффективных систем ветряных турбин имеет фундаментальное значение для оптимизации рекуперации энергии ветра [5–7].

Возможность включения бесступенчатой трансмиссии между ветряной турбиной и электрическим генератором была исследована в работах [8, 9]. Существуют также механические вариаторы на основе цифровой гидравлики, которые применяются в ветроэнергетике [10]. Это решение дает преимущества с точки зрения рекуперации энергии, поскольку трансмиссия может автоматически изменять передаточное число в соответствии с любым изменением скорости ветра, и снижает затраты, связанные с дорогостоящей силовой электроникой, поскольку генератор может производить электрический ток с постоянной частотой. Однако вариатор имеет низкий КПД по сравнению с системой передачи с фиксированной передачей [9].

Трансмиссии с разделением мощности часто используются для улучшения характеристик бесступенчатой трансмиссии [11, 12]. Их базовая схема включает в себя планетарный редуктор и вариатор, будь то механический, электрический или гидравлический. Бесступенчатая трансмиссия с разделением мощности исследовалась многими авторами, которые основное внимание уделяли эффективности [12–14], экспериментально подтвержденной на испытательном стенде [13–15], функциональной конструкции и оригинальным, типа ПС-вариаторов [16].

Недавно в некоторых статьях было предложено соединять ротор ветряной турбины с генератором через гидростатическую трансмиссию с разделением мощности [17, 18], чтобы максимизировать эффективность турбины. В других предыдущих статьях [19–23] гибридные трансмиссии были предложены для ветряных турбин с регулируемой скоростью, в которых трансмиссии состоят из одной планетарной передачи, управляемой сервоприводом мотором.

Здесь описывается конфигурация разделения вывода. Планетарная передача размещается ниже по потоку от ветряной турбины, а вариатор – между планетарной передачей и ветряной турбиной (рис. 1). Внутренняя циркуляция мощности трансмиссии разделения вывода соответствует классификации, данной Mantrioti [13], и изображена на рис. 1.

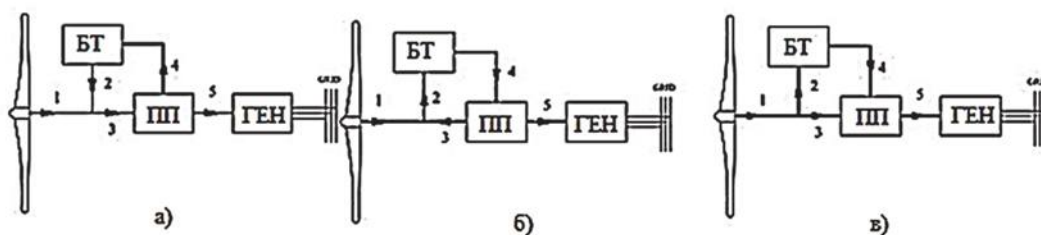


Рисунок 1 – Конфигурация разделения выхода: а – поток мощности типа I; б – поток мощности II типа; в – поток мощности III типа

Было показано, что в системе передачи возникают три возможных потока мощности: тип I и II, характеризующийся соответственно прямой и обратной рециркуляцией мощности, и тип III, в котором мощность разделяется на две ветви и рециркуляция не происходит. Mantrioti [13] было показано, что поток мощности типа II появляется только в том случае, если диапазон передаточного числа вариатора меньше глобального. Как правило, в ветроэнергетических системах регулятор (механический вариатор или серводвигатель/генератор) имеет больший диапазон передаточных чисел по сравнению с глобальным, поэтому в этой работе будут рассматриваться только потоки мощности типа I и типа III.

Как правило, существуют три основных рабочих региона для ветряных турбин с регулируемой скоростью [1, 25]. На рис. 2 показана зависимость мощности турбины от скорости ветра (V_W) (т.е. кривая мощности) вместе с рабочими областями ветряной турбины с регулируемой скоростью. Область 1 – это область с низкой скоростью ветра, в которой турбина не производит никакой энергии, ротор все еще стоит, а турбина отключена от сети. Ротор вращается до порогового значения V_{WS} , и турбина перемещается в область 2. Вторая область – это область между скоростью ветра, при которой турбина начинает работать (V_{WS}), и скоростью ветра, при которой максимальная мощность (номинальная мощность турбины: P_{TR}) (V_{WR} , номинальная скорость ветра).



Рисунок 2 – Типовая мощность турбины.

Основная цель управления при работе в районе 2 – максимальное восстановление энергии ветра. Для этого скорость ротора ветряной турбины регулируется таким образом, чтобы характеристический коэффициент мощности (C_p) был максимальным.

Область 3 относится к состоянию, когда турбина работает при высокой скорости ветра, а выходная мощность поддерживается постоянной на максимальном уровне, независимо от скорости ветра [1, 25]. Максимальная мощность вариатора (номинальная мощность вариатора) составляет лишь около 10 % от максимальной входной мощности (номинальной мощности турбины).

Для выходной разделенной мощности удобнее спроектировать передачу, чтобы получить поток мощности типа I. При потоке мощности типа I номинальная мощность вариатора будет приблизительно только 10 % от мощности электрического генератора, в случае, когда вариатор находится между планетарной передачей и генератором (рис. 3).

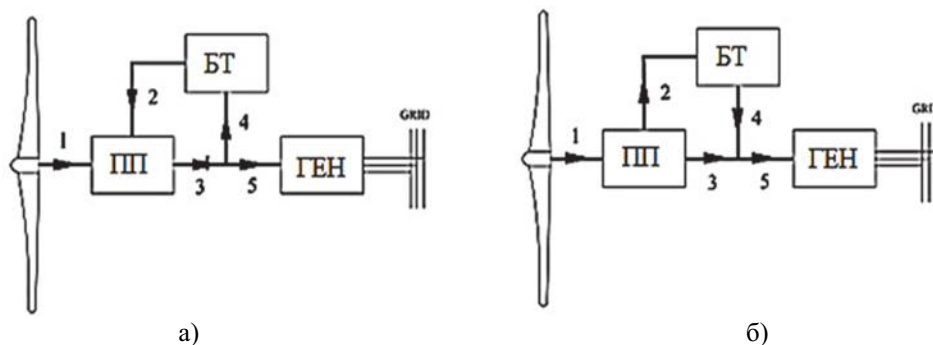


Рисунок 3 – Конфигурация разделения входа:
а – поток мощности типа I; б – поток мощности III типа

Сервомотор номинальной мощности зависит только от диапазона коэффициента серводвигателя. Следовательно, результаты не зависят от размера машин.

Тогда удобнее проектировать систему с потоком мощности I типа. В заключение, для входной раздельной передачи с потоком мощности типа I номинальная мощность регулятора составляет всего около 15 % входной.

На рис. 4 показан поток мощности вариатора в зависимости от номинальной мощности турбины [19], [21]. Для любого конкретного значения скорости ветра мощность вариатора уменьшается с увеличением rr . Скорость ветра, при которой передается максимальная мощность вариатора, может быть рассчитана по нижеприведенной формуле. Когда $rr \gg rr_W$, максимальная мощность вариатора составляет 0,105 номинальной мощности турбины при скорости ветра 9 м/с.

$$\frac{\partial P_{CVT}}{\partial V_W} = 0 \rightarrow V_W P_{CVTmax} = \frac{3 V_{WS} V_{WR} (rr - 1)}{4 rr V_{WS} - V_{WR}} = \frac{3}{4} V_{WR} \frac{rr - 1}{rr - rr_W}$$

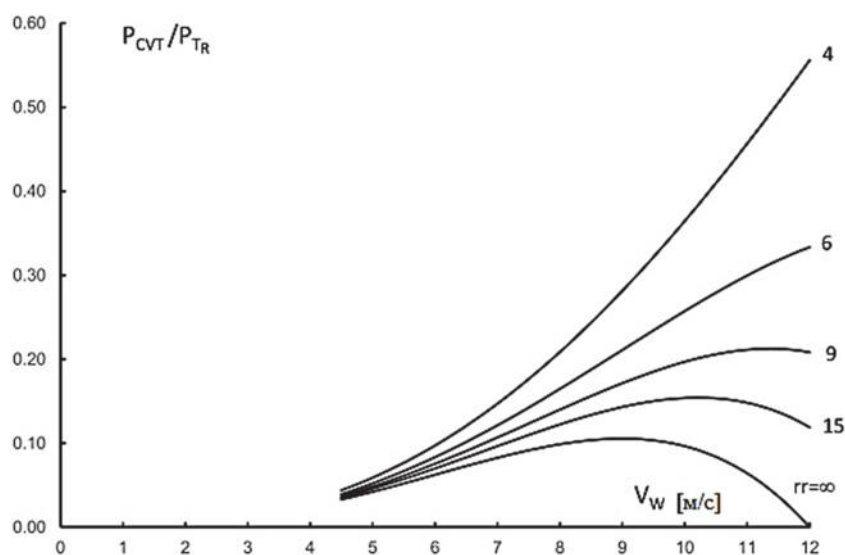


Рисунок 4 – Конфигурация с разделением мощности с потоком мощности типа III: соотношение мощности в зависимости от скорости ветра

Следовательно, конфигурация с потоком мощности типа III особенно выгодна, поскольку для нее потребуются вариатор с гораздо более низкой номинальной мощностью генератора.

По итогам рассмотрения возможных потоков мощности и мощности систем управления (механический вариатор, серводвигатель / генератор или гидравлическая система) было определено, что максимальная мощность системы управления зависит только от диапазона ее передаточных чисел. То есть результат не зависит от размера турбины или характеристик генератора.

В частности, для выходной разделенной мощности определено более удобно спроектировать передачу, чтобы получить поток мощности типа III. В этом случае мощность систем управления будет примерно 10 % от мощности электрического генератора. Таким образом, конфигурация с потоком мощности типа III особенно выгодна, поскольку для нее потребуются регулятор с номинальной мощностью намного ниже генератора.

Для конфигурации с разделением входов с потоком мощности типа I номинальная мощность системы управления составляет всего 15 % от максимальной входной мощности. В последнем случае контроллер может быть серводвигателем.

Существующие трансмиссии показывают преимущество наличия генератора, который всегда работает с постоянной скоростью и, следовательно, с максимальной эффективностью, в то время как регулирование осуществляется с помощью системы, номинальная мощность которой намного ниже, чем у генератора, что означает более низкую стоимость и большую эффективность.

Библиографический список

1. Burton T., Jenkins N. et al. Wind Energy Handbook. Wiley, 2011.
2. De Vries E., Wind turbine drive systems: a commercial overview: Electrical Drives for Direct Drive Renewable Energy Systems, 2013. P. 139–157.
3. Polinder H., Ferreira J.A. et al., Trends in wind turbine generator systems // Emerging Sel. Top. Power Electron. 2013. № 1(3). P. 174–185.
4. Mueller M., Zavvos A. Electrical generators for direct drive systems: A technology overview: Electrical Drives for Direct Drive Renewable Energy Systems, 2013. P. 3–29.
5. Hohn B. Future transmissions for wind turbines, Appl. Mech. Mater. 2011. P. 18–25.
6. Chen Z., Guerrero J.M., Blaabjerg F. A review of the state of the art of power electronics for wind turbines // Power Electron. 2009. № 24(8). P. 1859–1875.
7. Jamieson P. Innovation in Wind Turbine Design. Wiley, 2011.
8. Mangialardi L., Mantriota G. The advantages of using continuously variable transmissions in wind power systems // Renewable Energy. 1992. № 2(3). P. 201–209.
9. Mangialardi L., Mantriota G. Automatically regulated C.V.T. in wind power systems // Renewable Energy. 1994. № 4(3). P. 299–310.
10. Bottiglione F., Mantriota G. MG-IVT: an infinitely variable transmission with optimal power flows // ASME. 2008. № 130(11).
11. Bottiglione F., Mantriota G. Reversibility of Power-Split transmissions // ASME. 2011. № 133(8).
12. Mantriota G., Performances of a series infinitely variable transmission with a type I power flow // Mech. Mach. Theory 92. 2002. № 37(6). P. 579–597.
13. Yang F., Feng J., Zhang H. Power flow and efficiency analysis of multi-flow planetary gear trains // Mech. Mach. Theory 92. 2015. P. 86–99.
14. S. De Pinto, F. Bottiglione, G. Mantriota, Infinitely Variable Transmissions in neutral gear: Torque ratio and power re-circulation // Mech. Mach. Theory 74. 2014. P. 285–298.
15. Jelaska D., Podrug S., Perkuši 'c M. Kinematic synthesis of a novel type of the series of transmissions with independently controllable output speed, Mech. Mach. Theory 103 (2016) 189–201.
16. Liu H., Lin Y., et al. A novel hydraulic-mechanical hybrid transmission in tidal current turbines, Renewable Energy 81 (2016) 31–42.
17. Yin X., Lin Y., Li W., Liu H., Gu Y. Output power control for hydro-viscous transmission based continuously variable speed wind turbine, Renewable Energy 72 (2014) 395–405.
18. Zhao X., Maïßer P. A novel power splitting drive train for variable speed wind power generators, Renewable Energy 28 (13) (2003) 2001–2011.
19. Rossi C., Corbelli P., Grandi G. W-CVT continuously variable transmission for wind energy conversion system, IEEE Power Electron. Mach. Wind Appl. (2009) PEMWA.
20. Jelaska D., Podrug S., Perkuši 'c M. A novel hybrid transmission for variable speed wind turbines, Renewable Energy 83 (2015) 78–84.
21. Ngo H., Yan H. Configuration synthesis of parallel hybrid transmissions, Mech. Mach. Theory 97 (1) (2016) 51–71.
22. Su R., Rui X., et al. The design and analysis of wind turbine based on differential speed regulation, Proc. Inst. Mech. Eng. 230 (2) (2016) 221–229.
23. Mangialardi L., Mantriota G., Power flows and efficiency in infinitely variable transmissions, Mech. Mach. Theory. 34 (7) (1999) 973–994.
24. Johnson K.E., Pao L.Y. et al. Control of variable-speed wind turbines: standard and adaptive techniques for maximizing energy capture // IEEE Control Syst. 2006. № 26(3). P. 70–81.
25. Ветро двигатели и ветроустановки / Е. М. Фатеев. М.: ОГИЗ, 1948.
26. Изобретателю о ветро двигателях и ветроустановках / Я.И. Шефтер, И.В. Рождественский. М.: Мин. сельского хоз-ва СССР, 1957.
27. Каргиев В.М., Мартиросов С.Н., Муругов В.П., Пинов А.Б., Сокольский А.К., Харитонов В.П. Ветроэнергетика. Руководство по применению ветроустановок малой и средней мощности. М.: Изд-во «Интерсоларцентр», 2001.

Никита Евгеньевич Орлов

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Россия, Владивосток, e-mail: nikita.orlov78@mail.ru

Научный руководитель – Сергей Владимирович Куличков, канд. техн. наук, доцент

Анализ зацепления планетарных передач с плавающей солнечной шестерней

Аннотация. Предложен аналитический подход к анализу зацепления зубчатых колес планетарной передачи с плавающей солнечной шестерней. Сосредоточившись на основном геометрическом соотношении, мы выводим систему уравнений, основанную на точной геометрии эвольвентной шестерни, для расчета зазоров между зазорами между зацепленными неизменными или модифицированными боковыми поверхностями шестерен, имеющих соответствующие ошибки.

Ключевые слова: зубья, шестерня, зазор, активный зуб, зацепление, зубчатое колесо, нагрузка, рельеф, передача, плавающая шестерня, планетарная шестерня.

Nikita E. Orlov

Far Eastern State Technical Fisheries University, Russia, Vladivostok, e-mail: nikita.orlov78@mail.ru

Scientific adviser – Sergey V. Kulichkov, PhD, Associate Professor

Gearing analysis of planetary gears with floating solar gear

Abstract. The purpose of this study is to propose an analytical approach to the analysis of the gearing of planetary gears with a floating solar gear. Focusing on the basic geometric relation, we derive a system of equations based on the exact geometry of the involute gear to calculate the gaps between the gaps between the engaged unmodified or modified side surfaces of the gears having the corresponding errors.

Keywords: teeth, gear, clearance, active tooth, gearing, gear wheel, load, relief, transmission, floating gear, planetary gear.

Компактная конструкция, высокая удельная мощность и соосное расположение входного и выходного валов планетарных зубчатых передач играют очень важную роль в передаче мощности. Вследствие наличия нескольких планетарных шестерен взаимодействие зацепленных зубьев планетарного ряда более сложное, чем у параллельного прямозубого или косозубого зубчатого колеса.

При наличии ошибок в планетарной передаче возникают разностные зазоры или столкновения между зацепленными зубьями. В результате нагрузки между планетами распределяются неравномерно, и в крайнем случае может оказаться невозможным собрать планетарный ряд. Зазор между зубьями, который играет важную роль в таком случае, определяется как расстояние между активными боковыми поверхностями зацепленных зубьев. От люфта он отличается только боковой стороной, т.е. активной или неактивной стороной.

Отношения зацепления зубчатых колес также могут быть использованы для определения положений других контактных пар зубьев планетарной и или солнечно-планетарной

зубчатых пар. Кроме того, с помощью предлагаемого подхода можно идентифицировать одиночный или двойной контакт любой зубчатой пары в планетарной передаче. Эта идентификация очень полезна для анализа фазы зацепления планетарных шестерен.

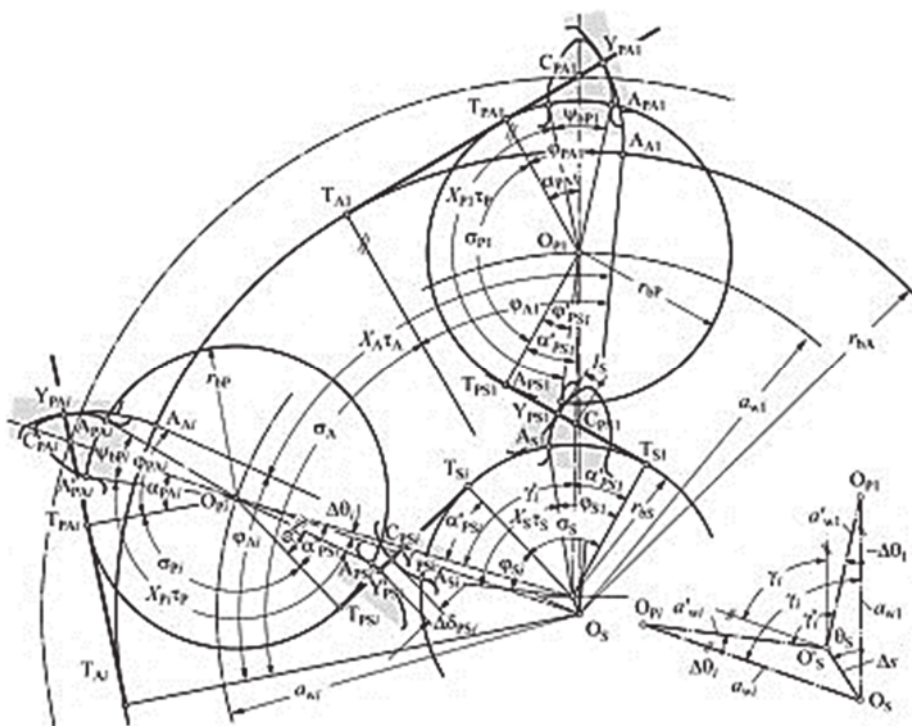


Рисунок 1 – Геометрическая связь планетарной передачи

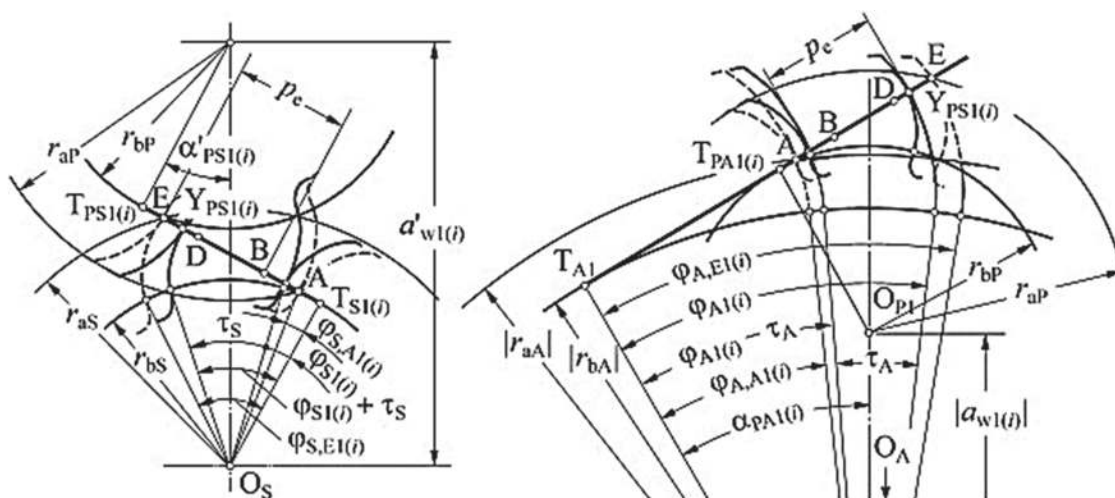


Рисунок 2 – Геометрические соотношения контактирующих активных пар зубьев

В общем, распределение нагрузки зубчатой пары в зацеплении резко изменится от двойного контакта зубчатой пары к одиночному, и наоборот. Благодаря рельефу на кончике и / или корне боковых сторон нагрузку на отдельную пару зубов можно варьировать более равномерно. Линейный рельеф для модификации профиля широко применяется в промышленной практике и рассматривается в данном исследовании для дальнейшего анализа нагрузки. Рельеф подразделяется на короткий или длинный линейный в зависимости от протяженности рельефа (рис. 3). Протяженность протяженного линейного рельефа равна разности длины линии действия g (AE) и шага основания p_e , (рис. 3), а протяженность короткого рельефа составляет половину протяженности длинного рельефа. Величина разгрузки C_a или C_f является функцией передаваемой нагрузки.

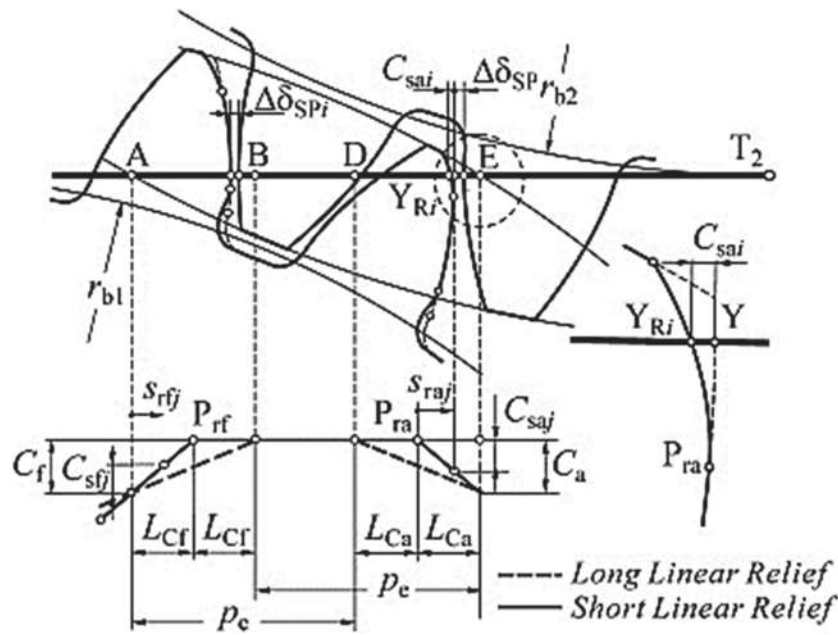


Рисунок 3 – Связь линейного рельефа с профилем планетарных шестерен [8]

Планетарные шестерни планетарного ряда обычно модифицируются с помощью рельефа вершины и корня.

Немаловажную роль играет люфт планетарного редуктора не только для выполнения требований к эксплуатации, таких, как смазка, термическая деформация и т. д., но и для предотвращения сбоя сборки из-за наличия ошибок изготовления / сборки. Если люфта нет, планетарный ряд можно собирать только из исправных компонентов. Большой люфт означает, что большие допуски компонентов для сборки фиксированной солнечной шестерни внутри зубчатой передачи. Другими словами, плавающая солнечная шестерня может перемещаться по большей площади. Однако планетарные редукторы с большим люфтом не подходят для прецизионных или высокоскоростных передач.

Если солнечная шестерня в планетарной зубчатой передаче рассматривается как плавающая, в случае планарного анализа солнечная шестерня будет иметь три степени свободы. Это означает, что солнечная шестерня может не только перемещаться в пределах области на плоскости, перпендикулярной оси вала, в любом направлении, но и вращаться вокруг той же оси вала. Границы подвижной области определяются условиями ограничения. Солнечная шестерня, как правило, ограничена двумя парами зубьев для уменьшения трех степеней свободы. Ограничение можно разделить на два разных состояния: солнечная шестерня ограничена двумя зубьями одной планетарной шестерни или одним зубом каждой из двух разных планетарных шестерен.

Чувствительность зазоров между зубьями, вызванная ошибками, связанными с планетарной передачей, показана на рис. 4. Очевидно, что тангенциальное отклонение положения планеты вызывает наибольший зазор между зубьями, тогда как погрешность радиального положения в этом случае не меняется. Зазор между зубьями, вызванный отклонением толщины зуба, составляет примерно половину из-за ошибки тангенциального положения. Из рис. 4 также видно, что зазор между зубьями из-за ошибки тангенциального положения может быть компенсирован отклонением толщины зуба той же планетарной шестерни.

Зубчатый зазор также можно компенсировать, изменив положение солнечной шестерни. Из диаграммы видно, что изменение просвета планет образует синусоидальную кривую с фазовым углом 60. Клиренс планеты здесь остается равным нулю, потому что он считается исходной точкой для расчета. Чтобы исключить отрицательный зазор или помехи при сборке, зазор можно изменить.

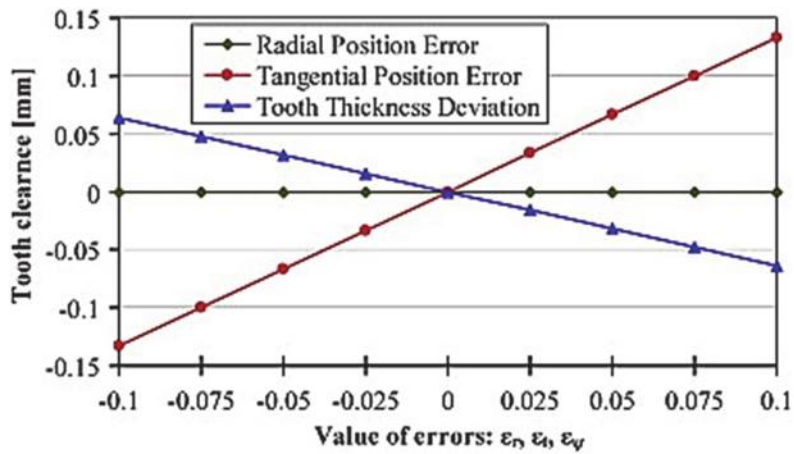


Рисунок 4 – Влияние погрешностей планетарной передачи на зазор зубьев [7]

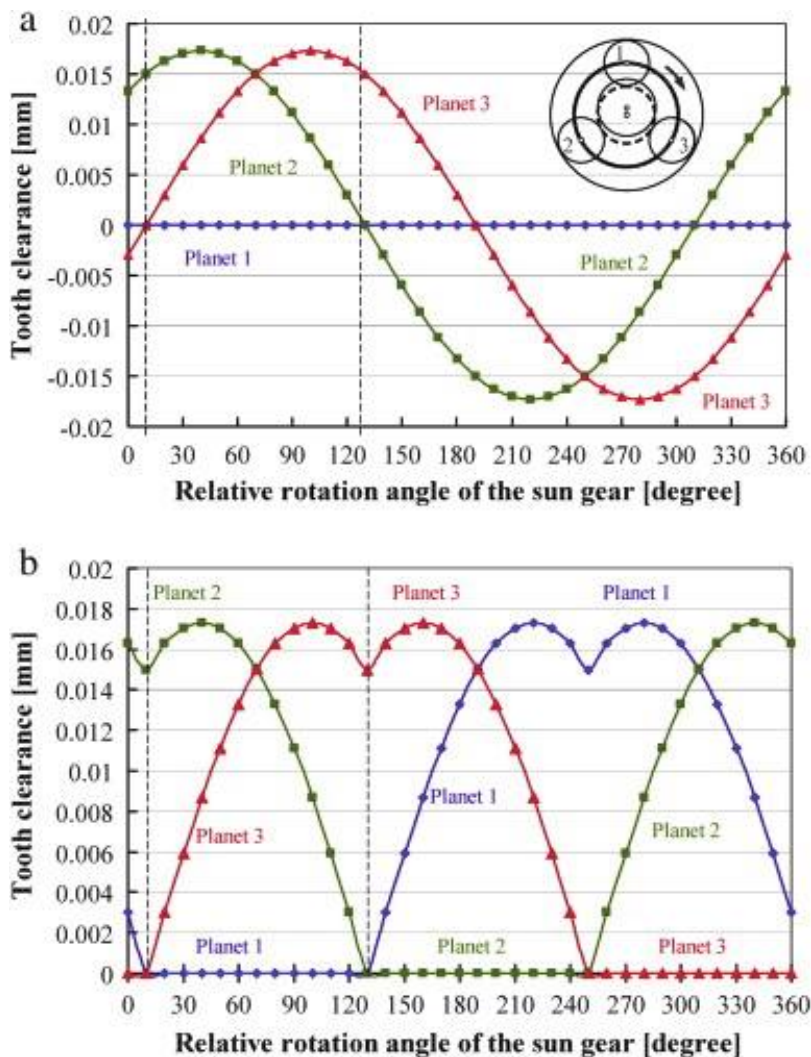


Рисунок 5 – Влияние погрешностей солнечной шестерни на зазор между зубьями:
(а) до (б) после регулировки зазора между зубьями для сборки [7]

В ходе теоретически рассмотренного механизма, можно сделать вывод. Что создание плавного демфирующего механизма на посадке солнечной шестерни очень важно, так как при её движении можно гораздо дольше эксплуатировать механизм, сателлиты меньше подвергаются изнашиванию у корня зуба и у оголовья, что позволяет не только продлить срок службы, но и избежать разбалансировок.

Библиографический список

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин: учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Наука, 1988. 640 с.
2. Теория механизмов и машин: учебник для вузов / К.В. Фролов, С.А. Попов, А.К. Мусатов и др.; под ред. К.В. Фролова. М.: Высш. шк., 1987. 496 с.
3. Левитский Н.И. Курс теории механизмов и машин: учеб. пособие для мех. спец. вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1985. 279 с.
4. Сборник задач по теории механизмов и машин / И.И. Артоболевский, Б.В. Эдельштейн. М.: Наука, 1973, 256 с.
5. Крайнев А.Ф. Словарь-справочник по механизмам. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1987. 560 с.
6. Кожевников С.Н., Есипенко Я.И., Раскин Я.М. Механизмы: справочник. 4-е изд., перераб. и доп. / под ред. С.Н. Кожевникова. М.: Машиностроение, 1976.
7. Shyi-Jeng Tsai, Guan-Lin Huang, Siang-Yu Ye. Gear meshing analysis of planetary gear sets with a floating sun gear // Mechanism and Machine Theory 84. 2015. P. 145–163
8. B. Boguski, A. Kahraman, Nishino T. A new method to measure planet load sharing and sun gear radial orbit of planetary gear sets // Trans. ASME J. Mech. Des. 2012. № 134.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. БЕЗОПАСНОСТЬ МОРЕПЛАВАНИЯ	3
<i>Дей А.С.</i> Введение спутниковой системы связи «Иридиум» в состав ГМССБ	3
<i>Дементьев Д.С.</i> Ледокольный флот: этапы и перспективы развития.....	7
<i>Снопина В.А.</i> Перевозка опасных грузов	10
<i>Сылко А.С., Тынкова А.Д.</i> Безопасность мореплавания при осуществлении контейнерных перевозок	13
Секция 2. СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ	16
<i>Галимов К.И.</i> Влияние формы канала на структуру газового потока.....	16
<i>Усков А.В.</i> Снижение износа топливной аппаратуры судовых дизелей при их работе на низкосернистых маловязких топливах	21
<i>Иванов А.Ю.</i> Перспективы применения энергетических установок с супермаховиками в судовой энергетике	26
<i>Сипатров А.Б.</i> Автоматизированное регулирование системы охлаждения современных судовых дизелей	32
<i>Юрдеков Д.И.</i> Обзор ярусоловных судов и их главных энергетических установок Дальневосточного бассейна	37
Секция 3. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА	40
<i>Есенкин И.С.</i> Системы учета энергоресурсов ЭКРОН и СИМЭК	40
<i>Иванов Е.В.</i> Судовая пожарная сигнализация.....	46
<i>Моторкин Е.Ф.</i> Проблемы возобновляемой энергетики	51
<i>Орлов Н.Е.</i> Преобразователи частоты с непосредственной связью	54
<i>Семенов Д.Р.</i> Интерфейсные устройства связи ЭВМ и судовых силовых исполнительных устройств	58
<i>Федулин В.Р., Дегонская А.Д.</i> Плавающие атомные электростанции. Приоритет использования ПАТЭС	61
<i>Хиневич А.П., Шевченко К.С.</i> Реакторы на быстрых нейтронах	65
<i>Холостов Д.А.</i> Комбинированный датчик контроля параметров возникновения пожара	69
<i>Ярошева А.Д.</i> Энергообеспечение агропромышленного комплекса источниками возобновляемой энергии (солнечные батареи)	71
Секция 4. ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ	75
<i>Титов Н.А.</i> Изучение зависимости скорости движения велосипеда от передаточного отношения зубчатого колеса.....	75
<i>Богомякова А.Р.</i> Применение лазеров в различных отраслях	80
<i>Кармазин И.А.</i> Электроэнергетическое оборудование на производстве.....	86
<i>Ярошева А.Д.</i> Применение фотоэлектрических панелей нового поколения.....	88
<i>Кудря Е.Ю.</i> Перспективы применения биотехнологии в энергетике	91
<i>Силукин Д.Д.</i> Альтернативные источники энергии. Лазерный термоядерный и холодный ядерный синтезы	95
<i>Непокупный В.А.</i> Моделирование процесса теплопроводности через твердое тело.....	98
<i>Сулимов З.О.</i> Расчёт энергозатрат при выводе космического модуля с поверхности Луны на орбиту	102
<i>Михальчук Н.И.</i> Солнечные элементы на основе монокристаллического и поликристаллического кремния	107

Секция 5. ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС И ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ	111
<i>Бзенко С.Ю.</i> Совершенствование технологии и организации сервисных услуг Т и ТТМО	111
<i>Гулаков А.С.</i> Пути реализации концепции системы технологического оборудования ППР в отечественной практике.....	117
<i>Долгих М.А.</i> Применение спирта как альтернативного вида топлива для автомобилей.....	122
<i>Коваль Э.С.</i> Высокопрочные машиностроительные материалы на основе титана	126
<i>Корнейчук М.В.</i> Переход от автомобилей с ДВС к электромобилям.....	130
<i>Кочанова П.А., Архангельская В.Э.</i> Роль тары и упаковки в логистике складирования	133
<i>Кочегарова В.И., Мамыкина Э.Н.</i> Проблемы перевозки опасных грузов на морском транспорте.....	138
<i>Кошель Е.Р., Зубарева С.В.</i> Особенности и динамика развития контейнерных перевозок.....	142
<i>Ржавин К.А.</i> Совершенствование сервисного обслуживания оборудования отрасли	146
<i>Сизикова А.В., Данышина В.О.</i> Сравнительные характеристики двух судов танкерного флота	150
<i>Харитонов Д.В.</i> Новые материалы на основе алюминия в транспортном машиностроении	156
Секция 6. ИНЖЕНЕРНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ	159
<i>Волынец Р.Д.</i> Динамика червячной передачи при мгновенно приложенном крутящем моменте	159
<i>Жихарев В.А.</i> Повышение энергоэффективности мотор-редукторов постоянного тока в робототехнических устройствах	163
<i>Колесникова И.Д.</i> Геометрическое моделирование поверхности подводного объекта в SolidWorks на примере гидробионтов <i>Salmonidae</i>	169
<i>Кондратенко А.Д.</i> Адаптивная система управления пневмоприводом трубопроводной арматуры	177
<i>Одзял Д.А.</i> Разделение потоков мощности в ветроэнергетических системах.....	181
<i>Орлов Н.Е.</i> Анализ зацепления планетарных передач с плавающей солнечной шестерней.....	186

Электронное научное издание

**МОРЕХОДЫ – РАЗВИТИЮ РЫБНОЙ
ОТРАСЛИ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА**

**Материалы XIII Международной
научно-технической конференции студентов, курсантов
и молодых ученых**

(Владивосток, 22–23 апреля 2021 г.)

Подписано в печать 14.07.2021. Формат 60x84/8.
Усл. печ. л. 22,78. Уч.-изд. л. 21,30. Заказ 0825.
Тиражируется на машиночитаемых носителях

Оригинал-макет подготовлен
Центром публикационной деятельности
«Издательство Дальрыбвтуза»
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б